

LA RÉSERVE DE BIOSPHÈRE DU MONT VISO FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Juin 2026

© Philippe Rossello

unesco MAB France | Life Biospher' Adapt | Cofinancé par l'Union européenne | Parc naturel régional du Queyras | MONVISO BIOSPHERE | agence de l'eau RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE établissement public de l'État

Ce cahier climatique entre dans le cadre du **projet Life Biospher'Adapt** qui vise à anticiper le changement climatique, faciliter l'accompagnement territorial, l'expérimentation, la mise en œuvre et la planification d'actions d'adaptation. Cette démarche collective couvre sept réserves de biosphère, dont celle du Mont Viso portée par le Parc naturel régional du Queyras sur le versant français, qui sont considérées comme des « laboratoires vivants » conciliant espaces naturels et anthropisés.

Réalisation & rédaction : Philippe Rossello.
Conception graphique : Tumult.

Édito

Nous observons toutes et tous les effets du changement climatique sur notre territoire de montagne. Depuis 1960, la hausse de la température est d'au moins 2 °C dans le massif des Alpes. C'est bien plus que sur le reste du territoire national et la tendance va se poursuivre avec des projections de +4 °C vers 2070, à l'échelle de la Réserve de biosphère du Mont Viso, selon la Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation climatique (TRACC). Nous nous souvenons d'événements ayant touché nos communes. Le premier qui me revient est celui des inondations de décembre 2023 qui ont touché ma commune d'Arvieux nécessitant l'évacuation d'habitants aux abords du torrent, et provoquant la destruction de berges et de pistes, évènement qui a frappé beaucoup plus durement les communes de Risoul et Guillestre.



Ces exemples d'impacts sur nos territoires communaux sont des premiers effets du changement climatique. Nous savons également que cette évolution climatique et ses conséquences s'installent dans la durée et qu'il va falloir adapter certaines de nos activités et composer avec les évolutions de notre environnement (forêts, alpages, rivières…).

Pour mieux se préparer à ces changements, la Réserve de biosphère du Mont Viso, dont votre commune fait partie, s'est lancée dans un projet en faveur de l'adaptation au changement climatique. Un des résultats de ce travail est la production de ce cahier climatique couvrant les 20 communes de la Réserve, confiée à Philippe Rossello, géographe, qui a notamment contribué à l'émergence et la coordination du GREC-SUD (GIEC régional) pendant plus de 10 ans. Vous y trouverez une série d'indicateurs climatiques et une description des impacts du changement climatique. Pour compléter ce cahier, un résumé des tendances climatiques à l'échelle de votre commune aux horizons 2050 et 2100, et de leurs impacts (thématiques sélectionnées par vos soins), est aussi à votre disposition.

Je vous souhaite une bonne lecture de ce document qui doit nous permettre de réfléchir ensemble, dans les prochains mois, aux actions à mettre en œuvre pour tenter d'atténuer les effets de nos activités et nous adapter aux changements.

Christian BLANC, président du Parc naturel régional du Queyras
(photo © PNR du Queyras)

Table des matières

Édito.....3

1

Pourquoi cette nouvelle analyse climatique ? page 7

1.1. La TRACC, un référentiel pour l'adaptation au changement climatique....8
1.2. Clés de lecture des indicateurs climatiques.....10

2

Le changement climatique de l'échelle globale à régionale page 12

2.1. L'évolution rapide du climat, une alerte mondiale.....12
2.2. Le changement climatique à l'échelle régionale.....13

3

Le climat actuel dans la Réserve de biosphère du Mont Viso page 15

3.1. Le profil climatique de la Réserve de biosphère du Mont Viso.....15
3.2. La typologie des climats communaux de la Réserve de biosphère du Mont Viso.....18
3.3. Trois postes météo pour illustrer les climats communaux.....19
3.4. L'évolution du climat ces dernières décennies.....21

4 Tendances climatiques futures sur le territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso page 23

4.1. La Réserve de biosphère dans un état fiévreux constant.....24
4.2. Vers une évolution des régimes de précipitations.....28
4.3. Les phénomènes combinés de l'évolution de la température et des précipitations.....30
Focus 1. La Réserve de biosphère face au risque d'avalanches.....33
Focus 2. Le ralentissement de l'AMOC renverra-t-il la Réserve de biosphère du Mont Viso au Petit Âge glaciaire ?.....40

5 Les impacts du changement climatique sur la santé, l'économie et le cadre de vie page 41

5.1. Les impacts croisés du changement climatique.....41
5.2. Une approche globale *One Health* à intégrer aux politiques et stratégies locales.....48

Perspectives.....53

Remerciements.....54

Références bibliographiques et sitographie.....54


© Philippe Rossello


© Florine Tournier

1 Pourquoi cette nouvelle analyse climatique ?

Dans le cadre du projet Life Biospher'Adapt, l'objectif est d'analyser l'évolution du climat sur le territoire français de la Réserve de biosphère transfrontalière du Mont Viso (France-Italie) et des 20 communes qui s'y rattachent (Figure 1), et d'évaluer les potentiels impacts du changement climatique sur huit thématiques prioritaires :

- santé
- ressource en eau
- agriculture, élevage et alimentation
- biodiversité et forêt
- risques naturels
- transport et mobilité
- énergie et habitat
- tourisme

Ces dernières ont été choisies après consultation des élus locaux, des équipes techniques de la Réserve de biosphère du Mont Viso et du Parc naturel régional du Queyras, des membres du conseil scientifique de ce dernier et de GeographR, afin de répondre aux préoccupations et besoins des acteurs du territoire.

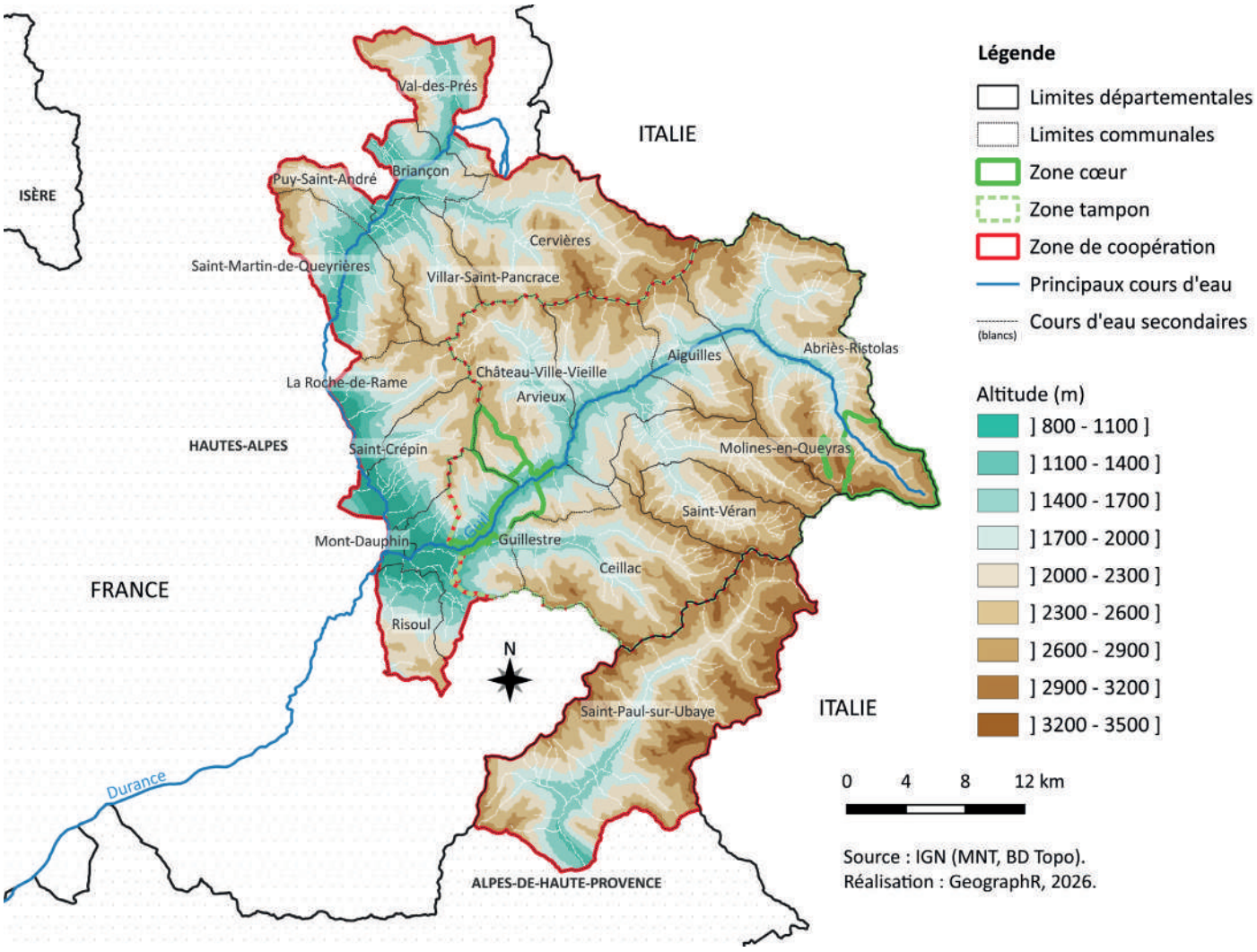


Figure 1. Les 20 communes françaises de la Réserve de biosphère du Mont Viso : Abriès-Ristolas, Aiguilles, Arvieux, Briançon, Ceillac, Cervières, Château-Ville-Vieille, Eygliers, Guillestre, La Roche-de-Rame, Molines-en-Queyras, Mont-Dauphin, Puy-Saint-André, Risoul, Saint-Crépin, Saint-Martin-de-Queyrières, Saint-Paul-sur-Ubaye, Saint-Véran, Val-des-Prés, Villard-Saint-Pancrace.

Plusieurs initiatives locales visant à explorer les tendances climatiques ont été menées par le Parc naturel régional du Queyras[1], le PETR du Briançonnais, des Écrins, du Guillestrois et du Queyras, des stations de ski, le Département des Hautes-Alpes, la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, par exemple, mais aucune analyse climatique n'avait jusqu'à présent synthétisé les connaissances scientifiques et techniques sur le périmètre de la Réserve de biosphère du Mont Viso. Cette analyse climatique est appelée à :

- servir de grille de lecture et de référentiel aux élus, gestionnaires, acteurs socioéconomiques, citoyens et visiteurs,
- alimenter les débats entre les différents acteurs du territoire,
- nourrir l'élaboration de récits prospectifs susceptibles de conduire à des stratégies d'adaptation, d'atténuation et de développement territorial, en phase avec le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), sa Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) inscrite au code l'environnement depuis janvier 2026, mais aussi les plans et schémas de planification territoriale (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires, schéma de cohérence territoriale, plan climat-air-énergie territorial, plan local d'urbanisme intercommunal…) et les directives européennes.

1.1. La TRACC, un référentiel pour l'adaptation au changement climatique

Face aux enjeux et risques liés au changement climatique, la France s'est dotée d'une trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique, appelée « TRACC », à laquelle est associé un niveau de réchauffement moyen en France : en Métropole, par rapport à l'ère préindustrielle, +2 °C atteint vers 2030, +2,7 °C vers 2050 et +4 °C vers 2100, sachant que ces anomalies ne sont pas spatialement homogènes sur tout le territoire français. La Figure 2 montre qu'en France hexagonale, le réchauffement est environ 30 % supérieur au réchauffement planétaire. La TRACC suit le scénario d'émissions de gaz à effet de serre tendanciel du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), impliquant le respect des politiques, engagements et promesses actuels des pays qui sont très en deçà des ambitions de l'Accord de Paris de la COP 21 qui date de 2015. Cet accord historique vise un réchauffement maximal de 2 °C à l'échelle planétaire, soit environ 3 °C en France, et moins si possible, à la fin du siècle. Selon le ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité et des Négociations internationales, la TRACC intègre l'incertitude du niveau des émissions de gaz à effet de serre à venir et offre une vision partagée du climat futur pour orienter les décisions à long terme. Elle demande notamment à l'État, aux collectivités et aux entreprises d'aligner leurs stratégies d'adaptation pour faire face à un fort niveau de réchauffement, qui vont changer en profondeur les logiques, pratiques et comportements des parties prenantes des territoires, et de s'engager résolument en faveur de la transition écologique.

Selon le ministère, la TRACC est désormais la « boussole de la politique d'adaptation au changement climatique » à tous les échelons territoriaux.

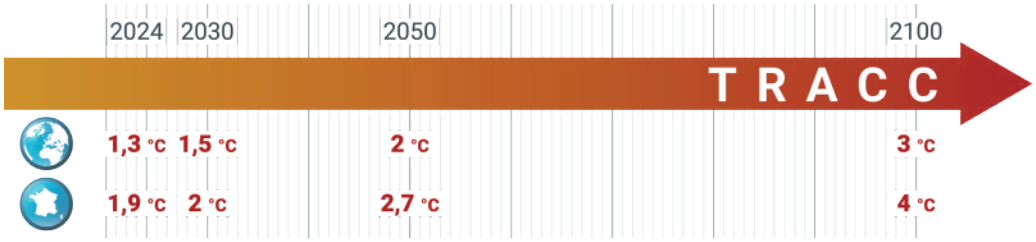


Figure 2. Les niveaux de réchauffement climatique de la TRACC dans le monde et l'équivalent en France[2].

[1] Diagnostic climat-énergie, par exemple : www.pnr-queyras.fr/diagnostic-changement-climatique
[2] Jean-Michel Soubeyroux, Brigitte Dubuisson, Sébastien Bernus, Raphaëlle Samacoïts, Fabienne Rousset, et *al., À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ?* Météo-France, 2024 : hal-04797481v3

Il faut considérer la TRACC comme une exigence d'adaptation des territoires pour résister, autant que possible, à un fort niveau de réchauffement climatique et aux aléas climatiques[3] associés. Elle n'est en aucun cas une trajectoire climatique à atteindre ou à respecter ou encore souhaitable, dans le sens où un tel réchauffement exercerait de fortes pressions sur les sociétés humaines et la nature (les conséquences étant d'ailleurs encore mal évaluées). Ces pressions dégraderaient inexorablement l'habitabilité des territoires. Cette notion d'habitabilité mérite d'ailleurs une attention particulière pour aborder les impacts du changement climatique, car elle fait appel à des fondamentaux qu'il est utile de rappeler.

L'habitabilité fait référence aux « *conditions de vie dans le territoire (les aménités naturelles et construites[4]) qui sont offertes et qui contribuent à la qualité de vie :*

- *cadre de vie (paysages, climat, urbanisme et urbanité, patrimoines),*
- *services (éducation, santé, transports, loisirs, commerces, vie sociale…),*
- *propositions culturelles (pratiquer, découvrir, se construire, rencontrer, se divertir, écouter, participer…),*
- *l'accompagnement (structures et personnes ressources, offres de formations…),*
- *l'hospitalité du territoire (ouverture des mentalités, intégration, qualité de l'accueil…)* »[5].

L'habitabilité se mesure en analysant le réseau d'interrelations entre les différentes composantes du territoire (climat, eau, énergie, urbanisme, santé, social, économie, biodiversité…), dont les interdépendances et interactions doivent :

- assurer le bon équilibre entre les écosystèmes humains et naturels en privilégiant des dynamiques durables et des logiques systémiques,
- éviter la simple survie des êtres vivants,
- limiter, le plus possible, les perturbations et les ruptures.

En d'autres termes, l'habitabilité dépend de la robustesse du fonctionnement général du territoire et de sa résilience. Selon Olivier Hamant, biologiste à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae), la robustesse permet de « maintenir le système stable malgré les fluctuations et à plus long terme, de le rendre viable ». Pour l'expliquer, il met aussi en avant « la capacité à s'adapter, résister à des chocs, des variations imprévues du système », alors que la résilience exprime davantage la capacité à se relever d'une crise après un événement.

Comme le changement climatique continuera à l'avenir à faire évoluer l'habitabilité et fragiliser les territoires, ce cahier fournit une sélection d'indicateurs climatiques et les traduit en impacts, en identifiant les principales tendances et en anticipant les potentiels chocs et crises climatiques, selon le niveau de réchauffement de la TRACC aux horizons 2050 et 2100.

L'habitabilité se mesure en analysant le réseau d'interrelations entre les différentes composantes du territoire (climat, eau, énergie, urbanisme, santé, social, économie, biodiversité…).

In fine, cette publication doit servir de support pour imaginer le futur du territoire et les récits auxquels les acteurs de la Réserve de biosphère du Mont Viso s'attacheront pour offrir un cadre de vie et un avenir désirables aux habitants, mais aussi aux visiteurs quel que soit leur statut.

[3] « L'aléa climatique est un évènement climatique ou d'origine climatique susceptible de se produire (avec une probabilité plus ou moins élevée) et pouvant entraîner des dommages sur les populations, les activités et les milieux. Les aléas peuvent être soit des évolutions tendancielles, soit des extrêmes climatiques » (Observatoire régional climat-air-énergie Auvergne-Rhône-Alpes).

[4] « Les aménités sont les éléments naturels de l'espace représentant un attrait pour les habitants, permanents ou temporaires. Le terme d'aménité recouvre le plus souvent les éléments du paysage ou du milieu (climat...), perçus comme « naturels » et exerçant une attractivité touristique ou résidentielle, mais le sens peut être étendu aux aménagements destinés à faciliter l'accès à ces éléments. Dans un sens plus large, le terme est utilisé comme synonyme d'atout : on parle ainsi d'aménités culturelles pour décrire la densité d'acteurs culturels susceptibles d'entrer en interaction en contexte urbain » (Mouate, 2019).

[5] https://api.la-nouvelleaquitaine.fr/wp-content/uploads/Attractivite-et-habitabilite-dun-territoire.pdf

1.2. Clés de lecture des indicateurs climatiques

Les indicateurs climatiques proposés dans ce cahier font majoritairement référence au jeu de données TRACC-23 qui s'appuie sur l'ensemble des projections climatiques régionales du projet Explore2 qui simule les futurs possibles de l'eau[6]. En cas d'absence d'indicateurs TRACC sur les différentes plateformes de données (DRIAS[7], Climadiag[8], Climadiag Agriculture et Forêt[9]…), les données calculées à partir des *Representative Concentration Pathways* (RCP), en l'occurrence les RCP 4.5 et 8.5, ont été extraites, sachant que le niveau de réchauffement de la TRACC se situe à mi-chemin entre ces deux scénarios socioéconomiques[10] du GIEC (plus proche du RCP 4.5 pour les températures, Figure 3). Ces derniers datent de 2014 (5e rapport du GIEC), mais restent de solides références aux côtés des scénarios les plus récents, les cinq *Shared Socioeconomic Pathways* (SSP) déclinés dans le 6e rapport du GIEC publié en 2022. Tous ces scénarios sont des « narratifs climatiques », basés sur des hypothèses socioéconomiques (démographie, coopérations, contexte géopolitique…) à l'échelle mondiale, que les acteurs territoriaux doivent s'approprier, comprendre et interpréter pour mesurer l'ampleur du changement climatique et passer à l'action locale.

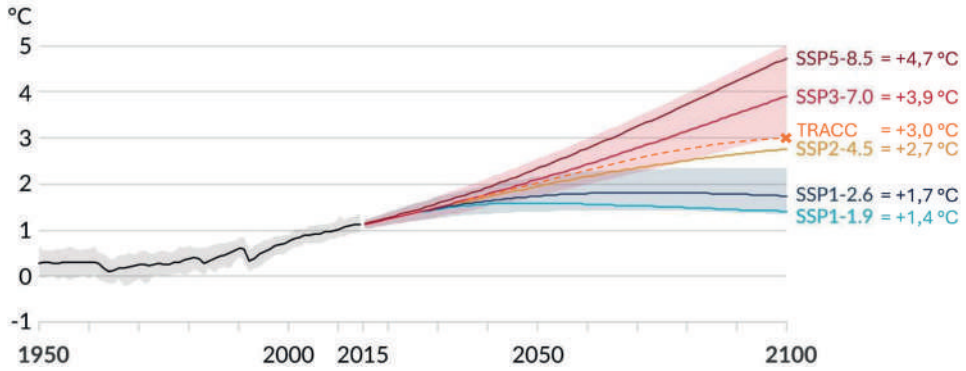


Figure 3. Évolution de la température moyenne mondiale par rapport à la période 1850-1900 en fonction des différents scénarios socioéconomiques SSP du GIEC (sources : 6e rapport d'évaluation du GIEC pour les SSP, Météo-France pour la TRACC).

Dans ce cahier climatique, les anomalies (ou écarts) de température et de précipitations, et les évolutions des phénomènes climatiques (vagues de chaleur par exemple), issues de la TRACC et des RCP (Representative Concentration Pathway), sont principalement calculées entre les horizons futurs et la période de référence 1976-2005 (horizon moyen 1990[11]) qui peut paraître relative lointaine par rapport au présent ou du moins au passé récent, sachant que le climat des années 1990 ne ressemble plus à l'actuel. Elle est toutefois en phase avec la période de référence considérée dans Drias Les futurs du climat et elle représente un atout pour bien comprendre les enjeux et les risques, car de nombreux aménagements, équipements et infrastructures sont un héritage de ce temps. C'est le cas, par exemple, des stations de montagne pour lesquelles les domaines skiables ont été majoritairement

[6] https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/explore2
[7] www.drias-climat.fr & www.drias-eau.fr
[8] https://meteofrance.com/climadiag-commune
[9] https://climadiag-agriculture.fr
[10] Le RCP 4.5 (équivalent à un forçage radiatif, soit la différence entre le rayonnement solaire reçu et le rayonnement infrarouge émis, de +4,5 watts/m²) correspond à un scénario intermédiaire avec une hausse des émissions de gaz à effet de serre jusqu'au milieu du siècle, avant une baisse et une stabilisation en fin de siècle. Le RCP 8.5 (forçage radiatif de +8,5 W/m²) correspond au scénario le plus pessimiste où les sociétés ne régulent pas les émissions (grande dépendance aux énergies fossiles). En 2024, le forçage radiatif était d'environ +3 W/m². Un chiffre positif se traduit par un réchauffement climatique.
[11] Une normale climatique est calculée à partir de 30 ans de relevés météorologiques, au minimum 20 ans, ce qui différencie le climat de la météorologie qui se concentre sur les phénomènes atmosphériques à un temps *t* et leurs variations successives qui vont au fil du temps caractériser le climat d'un territoire.

aménagés à cette époque, ou des pratiques agricoles et d'élevage, même si les agriculteurs et éleveurs s'adaptent autant que possible aux contraintes météorologiques et climatiques au fil du temps. La période de référence pour les données de Climadiag Agriculture et Forêt est centrée sur 2010. Si les anomalies climatiques s'appuient sur une autre période de référence, elle est précisée. Par ailleurs, en fonction de la combinaison des modèles climatiques globaux (GCM) et régionaux (RCM), les niveaux de réchauffement climatique de la TRACC ne sont pas atteints à une même date, car le fonctionnement des modèles diffère, raison pour laquelle il est souvent écrit dans ce cahier climatique « vers 2050 » ou « au milieu du siècle », « vers 2100 » ou « à la fin du siècle ». Par exemple, selon les 17 modèles climatiques régionaux utilisés, auxquels il convient d'accorder une confiance égale quand une approche multi-modèles est privilégiée pour étudier le champ des possibles, le niveau de réchauffement +2,7 °C, par rapport à la période 1900-1930, est atteint entre 2035 et 2064[12] et le niveau +4 °C entre 2059 et 2091 (Figure 4) en cas de forçage climatique de 8,5 W/m² (RCP 8.5), ce qui suppose de rester prudent sur les échéances temporelles. Une question se pose : pourquoi le scénario socioéconomique RCP 8.5 est utilisé pour définir les niveaux de réchauffement de la TRACC, sachant que le scénario RCP 8.5 conduit à un réchauffement plus prononcé que celui de la TRACC à la fin du siècle ? Il est simplement utilisé pour simuler les niveaux de réchauffement de la TRACC, car il est le seul scénario à engendrer une telle hausse de température au cours du XXIe siècle, mais les années d'atteinte des niveaux de réchauffement +2,7 et +4 °C diffèrent. L'atteinte du +4 °C, par exemple, est attendu vers 2090 pour la TRACC, alors que ce niveau de réchauffement sera atteint en 2074 (modèle médian) pour le RCP 8.5, ce qui revient à dire que les niveaux de réchauffement de la TRACC sont décalés dans le temps par rapport au RCP 8.5, surtout au cours de la deuxième moitié du siècle. L'utilisation du scénario RCP 8.5 pour la TRACC pose aussi la question de l'évolution des cumuls de précipitations, sachant que chaque scénario engendre des trajectoires et dynamiques différentes.

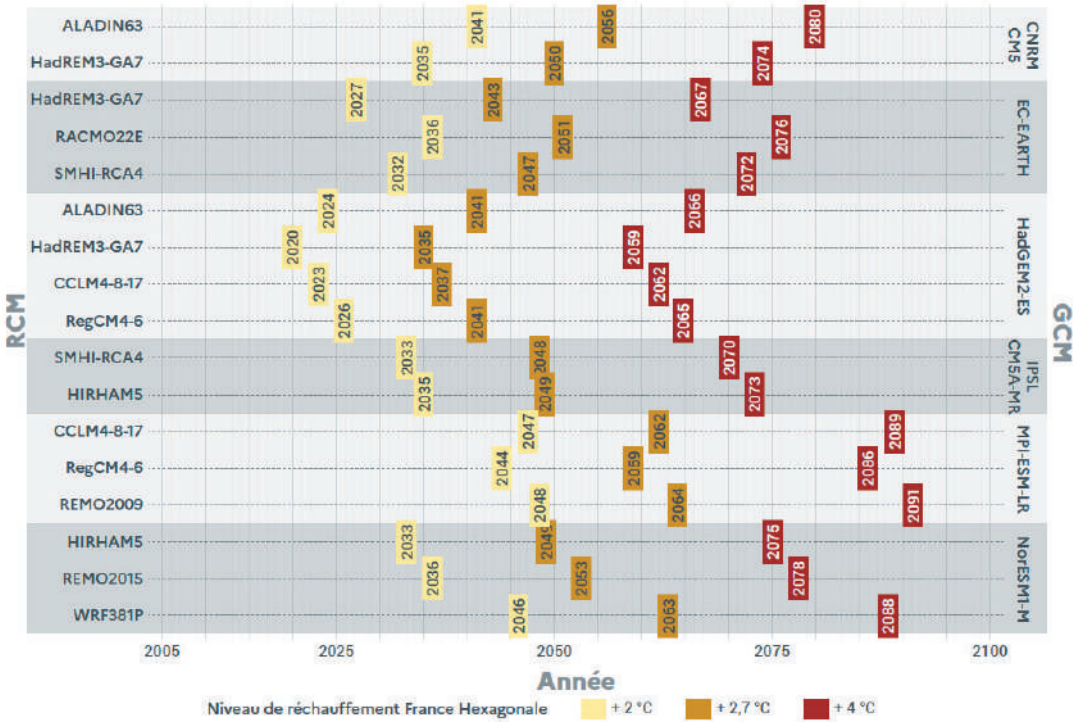


Figure 4. Année à laquelle les niveaux de réchauffement (+2 °C, + 2,7 °C et + 4 °C) en France hexagonale seront atteints pour chacune des projections Explore2, selon le scénario socioéconomique RCP 8.5.
Chaque simulation est rattachée à un modèle climatique global, à droite, et à un modèle climatique régional, à gauche (source : Météo-France).

[12] Pour la TRACC, l'année correspond à une « date pivot » sur une période de 20 ans : 2064, par exemple, couvre la période 2054-2073 pour prendre en compte la variabilité interannuelle et les aléas climatiques possibles.

2 Le changement climatique de l'échelle globale à régionale

Le changement climatique n'a pas de frontières. Les gaz à effet de serre émis par les activités anthropiques se mélangent à l'air qui circule librement dans la troposphère (basse couche de l'atmosphère terrestre située entre 8 et 15 km d'altitude selon la latitude et la saison) au gré des vents, des mouvements horizontaux et verticaux de l'air, du déplacement des masses d'air (dépressions, anticyclones)… L'augmentation de la température de l'air est une réalité en mer et sur terre, mais la distribution spatiale du réchauffement climatique n'est pas homogène.

2.1. L'évolution rapide du climat, une alerte mondiale

L'évolution rapide du climat à l'échelle planétaire a démarré au milieu du XIX^{e} siècle, entre la fin de la première révolution industrielle et le début de la deuxième, en raison de la combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz…). Cette évolution s'est accélérée de manière exponentielle aux XX^{e} et XXI^{e} siècles, avec le développement des pays les plus riches, même si tous les États ont une part relative de responsabilité, et l'augmentation de la population mondiale qui accroît mécaniquement la production de biens et services dans une économie mondialisée, basée sur le consumérisme, les énergies carbonées, les flux de marchandises et de personnes…
Le changement climatique actuel est causé par les émissions massives de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote ou oxyde nitreux, gaz fluorés…) liées aux activités humaines, qui piègent un surplus d'énergie dans l'atmosphère, sachant que les facteurs naturels (modification de l'inclinaison de la Terre, de la trajectoire de la Terre autour du soleil ou de la direction de son axe de rotation) n'expliquent pas l'évolution climatique en cours. Ces gaz à effet de serre sont naturellement bénéfiques à la vie sur Terre, en permettant une température moyenne de l'air de 15,1 °C à la surface du globe (à une hauteur de 1,25 à 2 m), mais leur concentration plus élevée dans l'atmosphère provoque un réchauffement, car le système climatique de la Terre accumule plus d'énergie qu'il n'en perd.
Les scientifiques alertent depuis longtemps sur le réchauffement climatique et les risques associés. Les premières alertes remontent à la seconde moitié du XIX^{e}, avec notamment les travaux de la scientifique américaine, Eunice Newton Foote, et du chimiste suédois Svante August Arrhenius, qui ont mis en avant la corrélation entre les quantités de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère et le réchauffement climatique. Des rapports se sont succédé tout au long du XX^{e} siècle (Guy Callendar, Gilbert Plass, Roger Revell et Hans Suess, Wallace S. Broecker, Donella Meadows, Dennis Meadows, Jorgen Randers et William W. Behrens III…), mais la prise de conscience mondiale date de 1979, année de la première conférence internationale sur le climat. Il faudra même attendre 1990, avec la publication du premier rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), pour que les alertes des scientifiques soient réellement entendues à l'échelle planétaire, même si 36 ans plus tard, elles n'ont pas encore déclenché de mutations profondes de nos modèles économiques énergivores. Un indicateur permet de comprendre leur portée limitée : en 1990, les émissions mondiales de CO_2 d'origine fossile étaient proches de 22,5 Gt (gigatonnes = milliards de tonnes) et, en 2025, elles dépassaient 38 Gt (Figure 5), selon Global Carbon Project. Les émissions n'ont cessé de progresser au fil des années, ponctuellement freinées par des crises économiques et/ou sanitaires, comme la dissolution de l'Union soviétique fin 1991, la crise financière en 2008 ou encore la pandémie Covid-19 en 2020. Autre chiffre révélateur : dans l'atmosphère, les concentrations de CO_2 ont augmenté de 42 % entre 1960 et aujourd'hui, ce qui est considérable.
Les politiques et engagements des pays, industriels et entreprises ont ralenti quelque peu la progression des émissions de GES ces dernières années (hors Covid-19), mais les tendances actuelles conduisent à une augmentation de la température de 3 °C en 2100, comme précisé dans le chapitre précédent.

Le lien entre émissions de CO_2 dans l'atmosphère d'origine anthropique et réchauffement climatique a été mis en évidence dès le XIX^{e} siècle.

Pour respecter l'Accord de Paris et contenir le réchauffement mondial à moins de 2 °C à la fin du siècle, il est nécessaire de réduire de moitié (-55 %) les émissions de GES par rapport à 1990 d'ici 2030 et d'atteindre la neutralité carbone (émissions de CO_2 dans l'atmosphère = absorption de CO_2 par les puits de carbone) en 2050. En 2040, selon la loi européenne, une réduction de 90 % est fixée. Les objectifs sont définis, l'urgence déclarée, mais, au vu des politiques et stratégies internationales et nationales visant la baisse des émissions de GES, l'atteinte de la neutralité carbone dans seulement 24 ans est peu probable, ce qui explique en partie le choix de la TRACC en France pour l'adaptation des territoires au changement climatique. Et avec la dégradation, voire la destruction, des habitats et écosystèmes naturels (océans, mers, forêts, zones humides…), des agrosystèmes, capables de séquestrer de grandes quantités de carbone si leur état n'est pas altéré, cet objectif de neutralité carbone sera d'autant plus difficile à atteindre, qui plus est dans un monde si instable. En effet, la pollution de l'air, des sols et de l'eau, l'artificialisation (urbanisation, construction des infrastructures…), la déforestation, l'agriculture et l'élevage intensifs, l'usage des pesticides ou encore l'exploitation excessive des ressources naturelles provoquent des dégâts et des ravages qui aggravent le changement climatique et ses impacts néfastes. Ce dernier n'est qu'une des composantes du changement global qui affecte le système Terre et son fonctionnement. Sociétés humaines, écosystèmes naturels et biodiversité associée, et climat sont intimement liés : chaque rouage du système a une influence directe ou indirecte à différentes échelles spatiales et chaque déséquilibre ou rupture représente une menace pour le vivant (dont les humains), son organisation, sa structure, son environnement, sa santé, ses ressources, sa survie…

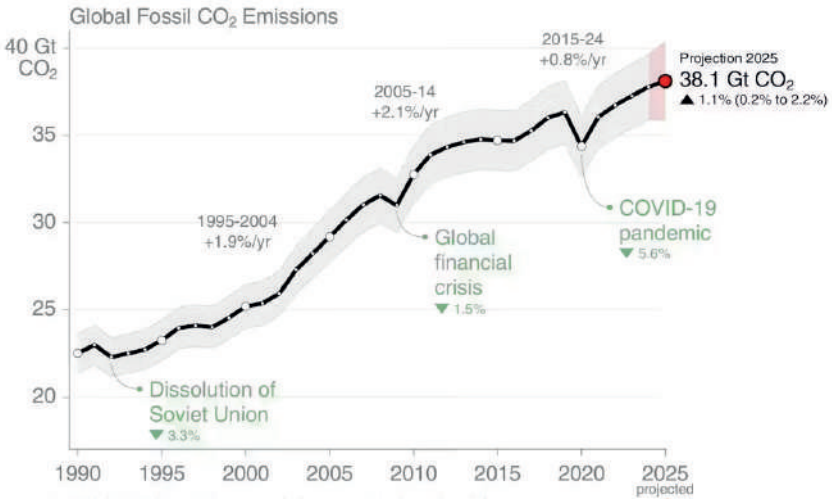


Figure 5. L'évolution des émissions fossiles de dioxyde de carbone liées aux activités humaines entre 1990 et 2025 (source : Global Carbon Project).

2.2. Le changement climatique à l'échelle régionale

Tous les pays contribuent et subissent le changement climatique, mais avec une intensité variable selon les régions et les territoires. L'Arctique, les montagnes et la Méditerranée, par exemple, se réchauffent plus vite qu'ailleurs. D'après le MedECC, dans le bassin méditerranéen, le réchauffement est environ 20 % plus rapide (surfaces maritimes et terrestres confondues[13]) que dans le reste du monde. L'anomalie de température annuelle de l'air déjà supérieure à +1,5 °C en moyenne glissante[14] par rapport à l'ère préindustrielle (*vs* +1,2 °C à l'échelle planétaire), l'évolution saisonnière du régime des précipitations et des débits des cours d'eau (étiages plus marqués en été par exemple), la plus haute fréquence

[13] Le réchauffement est généralement plus rapide sur les surfaces continentales que les surfaces maritimes.
[14] Cette hausse est généralement supérieure sur les surfaces continentales à ce chiffre et inférieure sur les surfaces maritimes.

et intensité des événements climatiques extrêmes (vagues de chaleur, canicules, sécheresses, pluies diluviennes, tempêtes…) font peser de fortes pressions sur les sociétés humaines, les écosystèmes naturels, les ressources agricoles, la biodiversité…

Des évolutions climatiques déjà très perceptibles

Les évolutions climatiques méditerranéennes n'échappent pas à la région Provence-Alpes-Côte d'Azur où la tendance au réchauffement est très nette, avec une accélération ces dernières décennies, notamment la dernière. Selon Météo-France, depuis 1959, sur les surfaces terrestres, la température moyenne annuelle a augmenté de 2,2 °C, soit environ 2,5 °C par rapport à la période 1850-1900. Les cumuls annuels moyens de précipitations se maintiennent, mais les contrastes saisonniers s'affirment. La variabilité interannuelle et saisonnière du climat régional est toujours aussi marquée, mais les contraintes climatiques s'accentuent avec :

- une augmentation du nombre de jours anormalement chauds et secs ;
- une hausse de la température de l'air et une baisse des précipitations significatives en été sur de nombreux territoires ;
- des nuits tropicales (température minimale nocturne ≥ 20 °C) qui se multiplient ;
- un risque sanitaire accru avec la répétition des vagues de chaleur, le renforcement des ICU et des zones de surchauffe urbaine (inconfort thermique dans les pôles urbains, même modestes), le développement de maladies vectorielles et parasitaires, la pollution de l'air chronique (ozone troposphérique, particules fines en suspension), les conditions plus propices à l'éclosion des incendies, les intoxications… ;
- une épaisseur moindre du manteau neigeux en hiver et une fonte plus précoce de la neige au printemps ;
- une disparition progressive des glaciers de surface et rocheux ;
- une diminution de la ressource en eau en été, susceptible de déborder sur le printemps et l'automne ;
- des dégâts et destructions liés à la répétition des épisodes méditerranéens (fort cumul horaire ou journalier de précipitations) qui peuvent se déplacer à l'intérieur des terres : crues (dont crues éclairs) et inondations pouvant fragiliser les infrastructures de transport, par exemple ;
- une biodiversité en souffrance en raison de la dégradation et/ou de l'évolution des habitats et des écosystèmes, de la phénologie ;
- une introduction d'espèces exotiques, invasives ;
- une augmentation de la température et une acidification de la mer Méditerranée ;
- une élévation du niveau de la mer et la submersion marine : recul du trait de côte ;
- un risque de salinisation des eaux douces sur le littoral (intrusion saline)…

Des conditions encore plus sévères à l'avenir

Au milieu et à la fin du siècle, un climat méditerranéen « augmenté » sévira dans la région, ce qui signifie que ses excès seront exacerbés avec des événements climatiques extrêmes toujours plus fréquents et intenses : vagues de chaleur et sécheresses à répétition et sévères[15], records de chaleur, orages stationnaires[16] porteurs d'abondantes précipitations, apparition de cyclones subtropicaux méditerranéens, appelées « médicanes », risque de feux extrêmes… Les effets du changement climatique s'aggraveront ainsi, avec un accès aux ressources en eau de surface et souterraines plus contraint (potentiels conflits d'usages et dégradation de la qualité des milieux), des rendements agricoles plus faibles, un changement d'aire de répartition géographique de la faune et de la flore (si capables de migrer) se traduisant par un recul des espèces emblématiques et/ou communes et une évolution de la chaîne alimentaire avec la colonisation de nouvelles espèces, une mutation des paysages, des chutes de blocs et des glissements de terrain probablement plus fréquents (possibles isolements de communes), des risques sanitaires accrus, une évolution des formes du tourisme…

Ces incidences générales (non exhaustives) masquent des disparités locales. Grâce aux indicateurs climatiques locaux, il est possible de suivre et anticiper l'évolution du climat dans la Réserve de biosphère du Mont Viso.

[15] Les étés de 2003 et 2022 pouvant devenir la norme après 2050.
[16] Système dépressionnaire stagnant au-dessus d'une même zone géographique.

3 Le climat actuel dans la Réserve de biosphère du Mont Viso

Avant d'aborder l'évolution future du climat dans la Réserve de biosphère du Mont Viso, il est essentiel de décliner les principales caractéristiques climatiques actuelles du territoire pour mieux comprendre le contexte local.

3.1. Le profil climatique de la Réserve de biosphère du Mont Viso

Vu sa situation géographique et sa topographie, la Réserve de biosphère du Mont Viso bénéficie d'un climat montagnard, sous influence méditerranéenne, ensoleillé et relativement peu arrosé. Le Queyras et le Briançonnais enregistrent en effet des cumuls moyens annuels de précipitations modérés, sous forme liquide ou solide selon les saisons et les conditions météorologiques, mais différenciés, compris entre 640 et 1060 mm (Figure 6). En moyenne annuelle, seulement 80 à 95 jours de jours avec au moins 1 mm de précipitations sont enregistrés par les différents postes météo. Le massif des Écrins bloque partiellement les perturbations atlantiques (flux d'ouest), ce qui favorise un régime appelé « sous le vent » qui a tendance à assécher l'atmosphère, plus particulièrement dans les zones encaissées. Les secteurs les moins arrosés sont les vallées du Queyras, d'Abriès-Ristolas à Risoul, et du Briançonnais (Clarée, Guisane, Cerveyrette, Haute-Durance). *A contrario*, les secteurs les plus arrosés se situent principalement en haute montagne, où les sommets flirtent ou dépassent le plus souvent 2500 m d'altitude :

- de Saint-Paul-en-Ubaye à Abriès-Ristolas, le long de la frontière italienne,
- des pics de Font Sancte à la Tête de Longet,
- du Grand Glaiza au pic du Béal Traversier, en passant par le pic de Rochebrune et le col d'Izoard, entre les communes de Cervières et Saint-Crépin,
- entre les pics de Chabrières et Saint-André,
- entre la cime de la Condamine et le pic de Montbrison.

Les précipitations les plus abondantes se produisent dans la zone cœur de la Réserve de biosphère du Mont Viso, entre le Pain de Sucre, Monte Granero et pointe Castali, à quelques encablures du Mont Viso qui culmine à 3841 m d'altitude.

Ces cumuls moyens de précipitations masquent une grande variabilité interannuelle du climat, c'est-à-dire une alternance d'années et de saisons excédentaires, dans la normale ou déficitaires. À Ceillac, par exemple, depuis 1959, les cumuls annuels de précipitations peuvent osciller entre -40 et +55 % par rapport à la normale, selon Météo-France. La saison la plus sèche est généralement l'hiver et la plus humide, l'automne.

Le territoire est par ailleurs exposé aux pluies intenses susceptibles de provoquer des crues brutales, des inondations et des dégâts matériels importants, comme ce fut malheureusement le cas le 13 juin 1957 dans la vallée du Guil (159,3 mm de pluie à Saint-Véran). Elles peuvent intervenir en toute saison, tout particulièrement en automne.

Les flux atmosphériques locaux, le relief, la forte amplitude altitudinale (entre 873 et 3368 m d'altitude, soit quasiment 2500 m d'écart entre le point le plus bas et le plus haut), les différentes expositions des versants et l'occupation de surface contribuent à la formation de microclimats qui nuancent le profil climatique général de la Réserve de biosphère du Mont Viso. Des phénomènes locaux accentuent cette variété :

- la Nebbia, un brouillard relativement fréquent dans le Queyras en été, formé par la masse d'air chaud provenant de la plaine de Pô en Italie qui se condense avec l'altitude. Il s'apparente à des « nuées épaisses en rouleaux qui mouillent les rochers et les pelouses alpines » qui peuvent persister du matin au coucher du soleil. Hors Nebbia, le brouillard est très rare ;
- les « retours d'est » qui peuvent apporter des précipitations abondantes (un mètre de neige en 24h par exemple) à proximité de la frontière italienne, mais qui peuvent déborder plus à l'intérieur du territoire. Le Haut Guil est particulièrement concerné, mais d'autres secteurs, comme le Briançonnais, sont également soumis à ce phénomène climatique qui touche aussi plus au nord, la Haute-Maurienne, la Haute-Tarentaise…

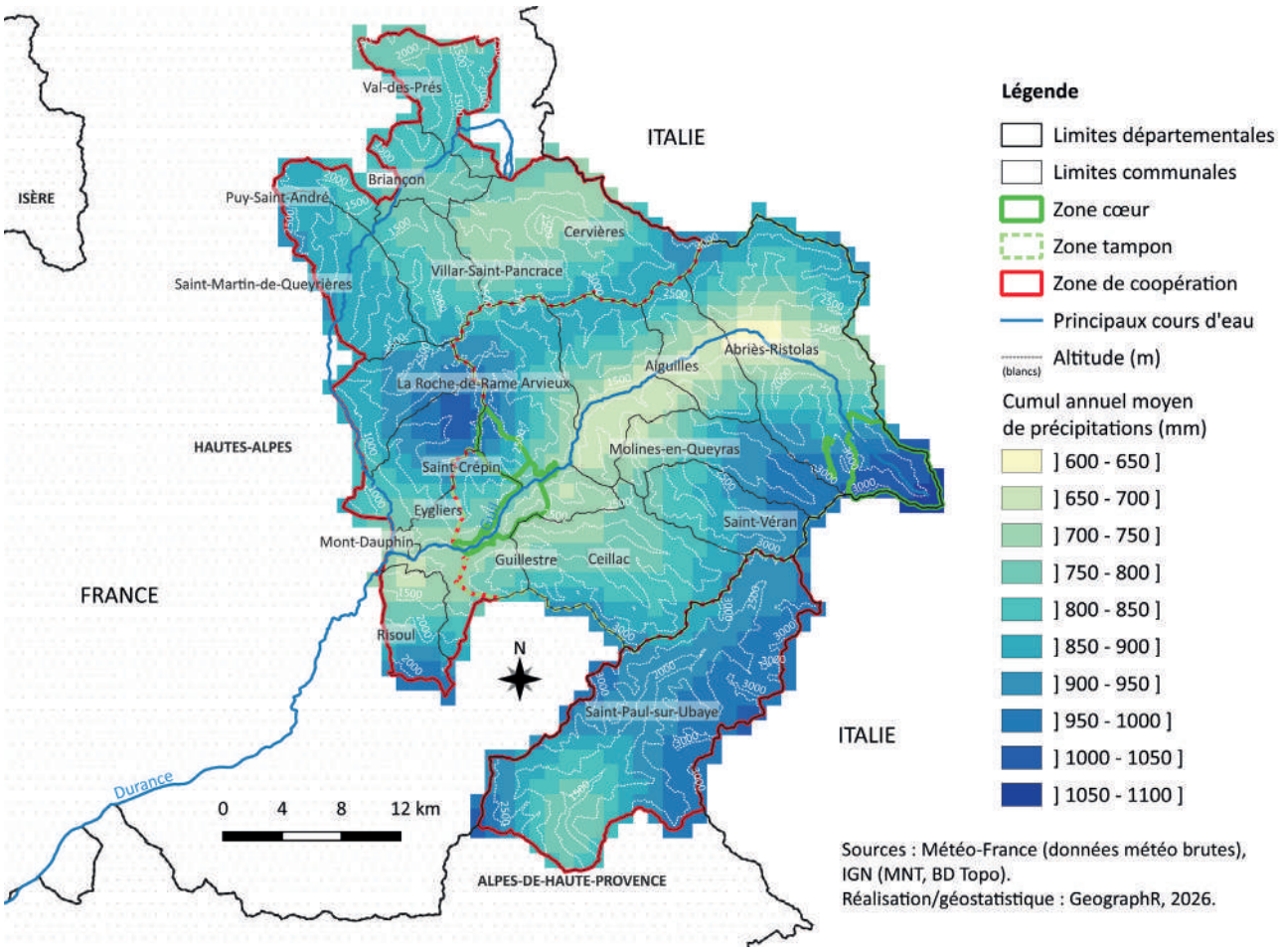


Figure 6. Cumul annuel moyen de précipitations sur le territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso, période 1991-2010.

L'air relativement sec favorise l'ensoleillement, notamment en hiver et en été, qui est remarquable dans le Queyras et le Briançonnais : en moyenne, 2135 heures par an à Villard-Saint-Pancrace (période 2004-2016), selon Météo-France. Comme le relief limite la durée d'insolation (effet d'écran), le nombre d'heures réel estimé est plus proche de 3000 heures par an, *versus* 2873 à Aix-en-Provence (période 1991-2016), 2700 à Nice, 2049 à Lyon et 1717 à Paris (période 1991-2020 pour ces dernières villes). Grâce à l'ensoleillement généreux, l'amplitude thermique journalière est importante.

Les cumuls moyens de précipitations masquent une grande variabilité interannuelle du climat, c'est-à-dire une alternance d'années et de saisons excédentaires, dans la normale ou déficitaires.

Dans la Réserve, la température moyenne annuelle de l'air varie entre -1,9 et 10,4 °C, soit un écart thermique de 12,3 °C entre la vallée de la Durance à Eygliers et les plus hautes cimes dépassant 3000 m d'altitude le long de la frontière italienne et dans le massif de Rochebrune (Figure 7). La température annuelle chute ainsi en moyenne de 0,5 °C par tranche altitudinale de 100 m. Ce gradient thermique est variable en fonction de la saison et de la dynamique atmosphérique au cours de la journée : par exemple, en moyenne, 0,35 °C pour les températures minimales en hiver et 0,9 °C en été pour les températures maximales. La répartition spatiale des températures de l'air dépend principalement de l'altitude, mais aussi de l'exposition des versants, de la pente, de l'encaissement des vallées, de l'occupation de surface…

Comme pour les précipitations, la variabilité interannuelle des températures est marquée, avec une alternance d'années chaudes, dans la normale ou fraîches.

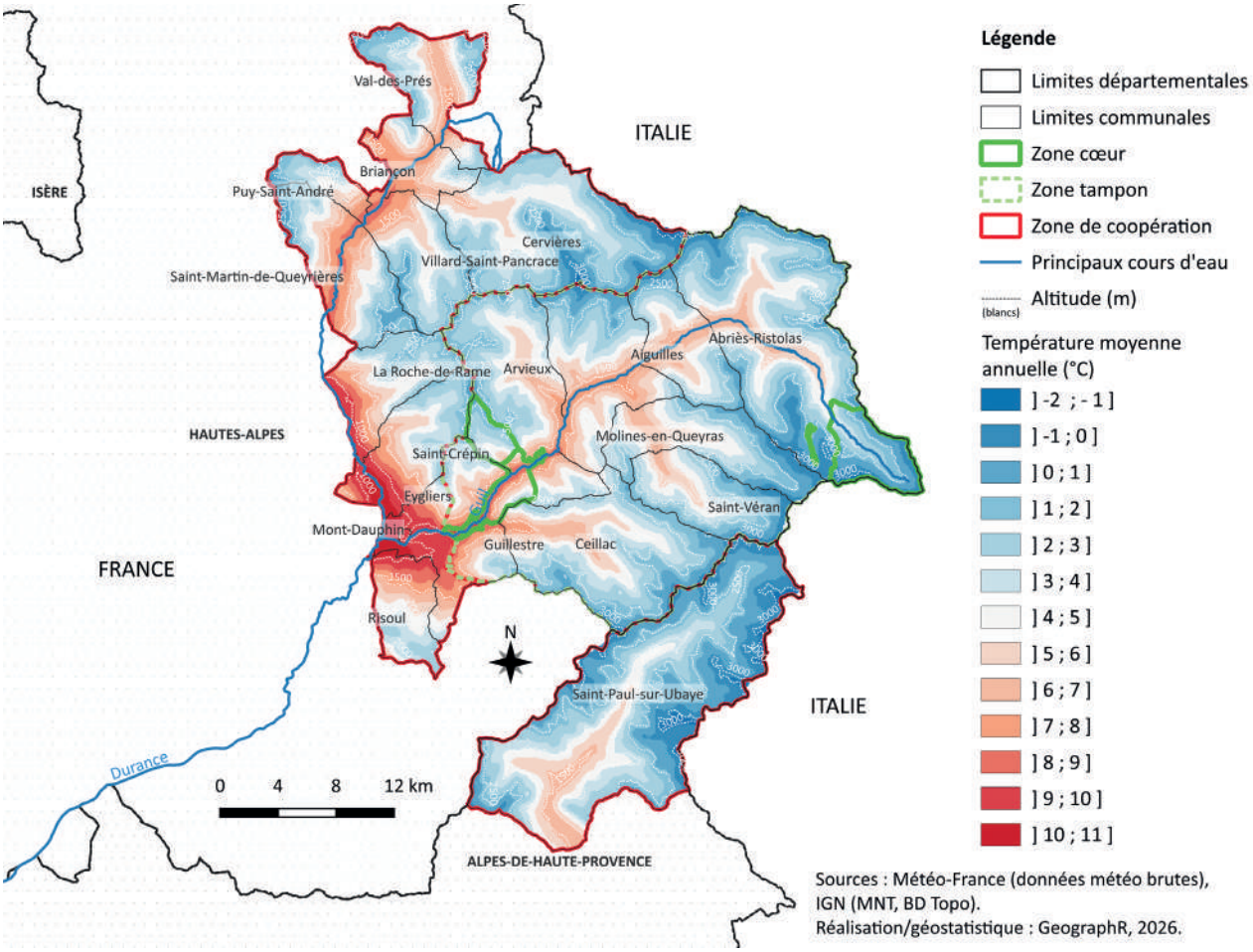


Figure 7. Température moyenne annuelle de l'air sur le territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso, période 1991-2010.

Les températures saisonnières sont contrastées et les écarts thermiques entre la vallée de la Durance et les hauts sommets sont très prononcés (Figure 8). Ces écarts se traduisent par la coexistence de climats radicalement différents au sein de la Réserve : si nous considérons que +100 m en altitude équivaut un degré supplémentaire en latitude nord, le climat de la basse vallée de la Durance à Mont-Dauphin ou Eygliers, le moins froid, côtoie, par exemple, le climat polaire de toundra du Svalbard (78° de latitude nord), le climat subarctique de Hammerfest, la ville la plus septentrionale du monde au nord de la Norvège (70° de latitude nord) ou encore le climat continental de Rovaniemi en Finlande, la « ville du Père Noël » située en Laponie (66° de latitude nord). Cette comparaison caricature la réalité des climats qui présentent des caractéristiques spécifiques, mais elle illustre simplement la variété des climats locaux.

Le climat de la Réserve de biosphère du Mont Viso est également caractérisé par le gel et l'enneigement :

- sur la période 1981-2010, en moyenne, 139 jours de gel par an sont dénombrés à Briançon (1324 m d'altitude), 189 jours à Arvieux La Chalp (1690 m), 163 jours à Ceillac (1665 m), 185 jours à Saint-Véran (2039 m). Le seuil de 200 jours de gel par an est dépassé vers 2400 m d'altitude. Ces chiffres montrent combien le gel est fréquent dans la Réserve de biosphère. Le nombre annuel de jours varie sensiblement selon les contextes topographiques et des microclimats. Le froid peut être glacial avec des records de froid proche de -18 °C dans la vallée de la Durance et inférieurs à -25 °C plus en altitude (-28,7 °C à Arvieux La Chalp le 10 février 1986) ;

185 jours de gel à Saint-Véran sur la période 1981-2010

- le nombre de jours avec au moins 5 cm de neige au sol, entre novembre et avril, est en

moyenne de 107 jours sur le territoire de la Réserve, sur la période 1976-2005, mais les disparités géographiques sont notables : à Saint-Paul-en-Ubaye, par exemple, ce chiffre est plus proche de 90 jours et atteint près de 120 jours dans la vallée de la Clarée, où se niche Val-des-Prés. Comme pour le gel, l'enneigement va grandement différer en fonction de l'altitude, de l'exposition des versants (ubac ou adret par exemple) et du contexte topographique.

120 jours d'enneigement dans la vallée de la Clarée sur la période 1976-2005

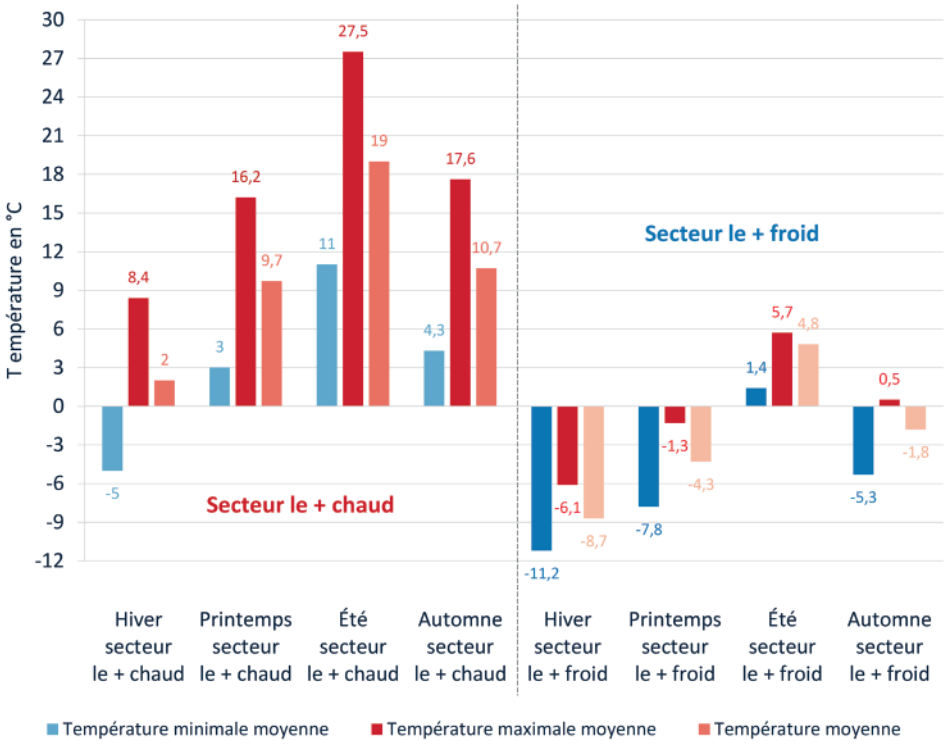


Figure 8. Moyenne des températures minimales, maximales et moyennes saisonnières dans le secteur le plus chaud et le secteur le plus froid de la Réserve de biosphère du Mont Viso (sources : Météo-France, GeographR).

3.2. La typologie des climats communaux de la Réserve de biosphère du Mont Viso

En s'appuyant sur les cartes de température annuelle de l'air et de cumuls annuels de précipitations liquides et solides (Figure 6, Figure 7), une analyse en composantes principales (ACP), réalisée à partir de 8 variables[17], a été expérimentée pour distinguer 4 différents types de climat de montagne à l'échelle communale dans la Réserve de biosphère : froid et humide, plutôt froid et sec, plutôt chaud et humide, chaud et sec (Figure 9).

Cette classification met en avant les profils climatiques des communes au pas annuel, en intégrant les effets de l'altitude, des pentes, de l'encaissement des vallées, de l'orientation des versants, du rayonnement global théorique…

La dénomination des types de climat est ici adaptée au contexte local, sachant que le climat « chaud et sec » de Guillestre est bien moins chaud que le climat de la basse vallée de la Durance, par exemple. Cette répartition spatiale des types de climat rebat les cartes des approches exclusivement basées sur les précipitations ou la température. Il serait possible d'aller plus loin en intégrant plus de variables par commune et/ou en identifiant les microclimats à une échelle plus locale.

[17] Considérant toutes les valeurs estimées dans le périmètre de chacune des communes (Figure 6, Figure 7), calcul de la température de l'air minimale, moyenne, médiane et maximale, et du cumul de précipitations minimal, moyen, médian et maximal.

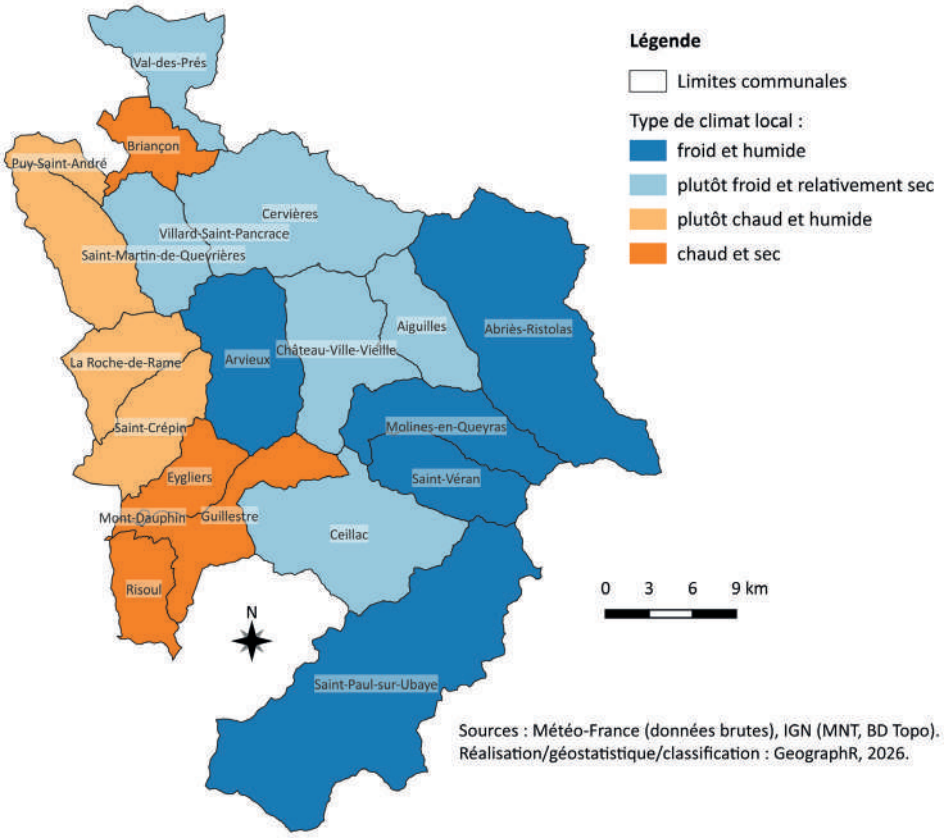


Figure 9. Les types de climat dans la Réserve de biosphère du Mont Viso.

3.3. Trois postes météo pour illustrer les climats communaux

Pour caractériser les climats communaux au pas de temps mensuel dans la Réserve de biosphère, trois exemples de graphiques ombrothermiques représentatifs des postes météo de Briançon, Arvieux La Chalp et Saint-Véran, situés à trois altitudes différentes sont proposés (Figure 10 à Figure 12). Ils sont complétés par des indicateurs extraits des fiches climatologiques communales de Météo-France.

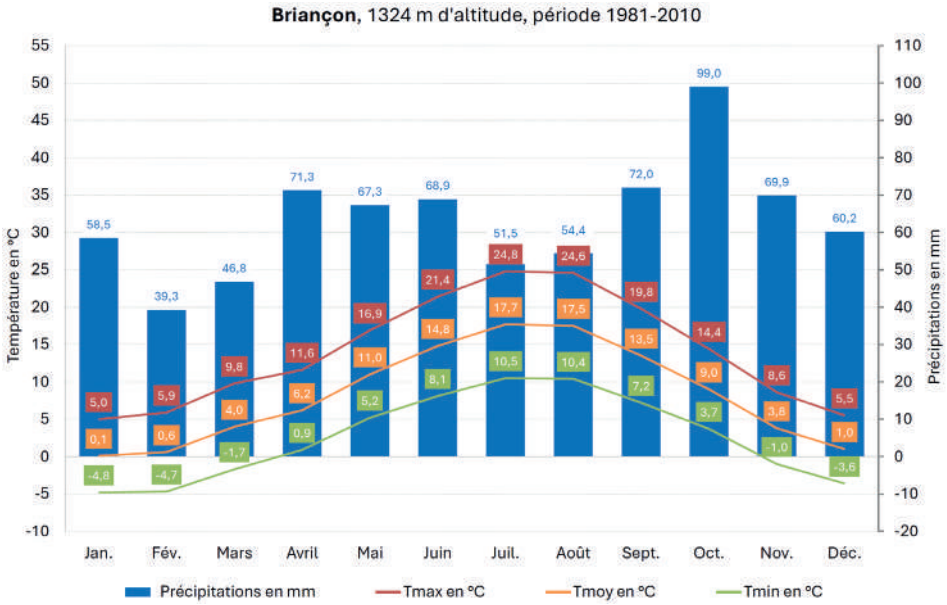


Figure 10. Graphique ombrothermique du poste météo de Briançon, période 1981-2010 (source des données : Météo-France - réalisation : GeographR).

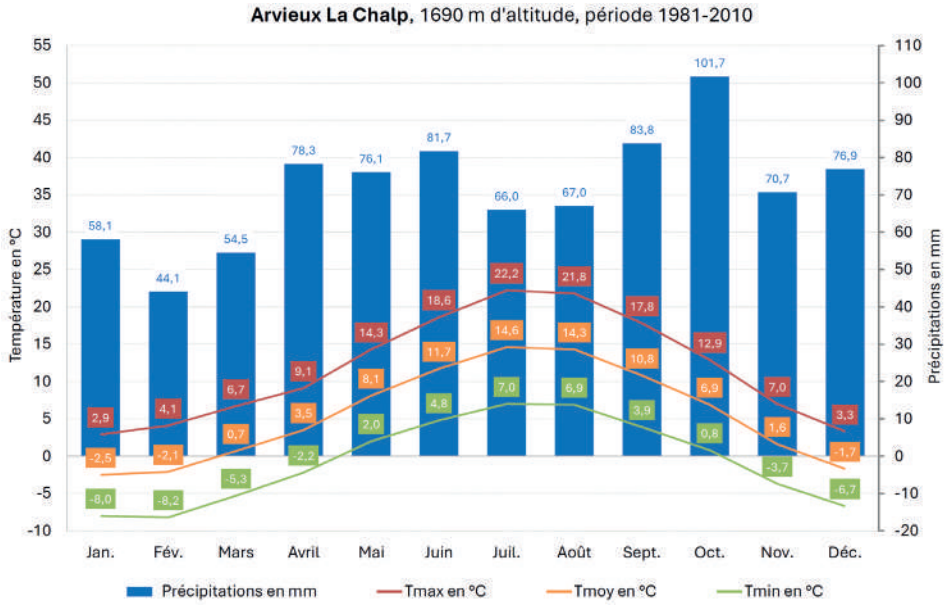


Figure 11. Graphique ombrothermique du poste météo d'Arvieux La Chalp, période 1981-2010 (source des données : Météo-France - réalisation : GeographR).

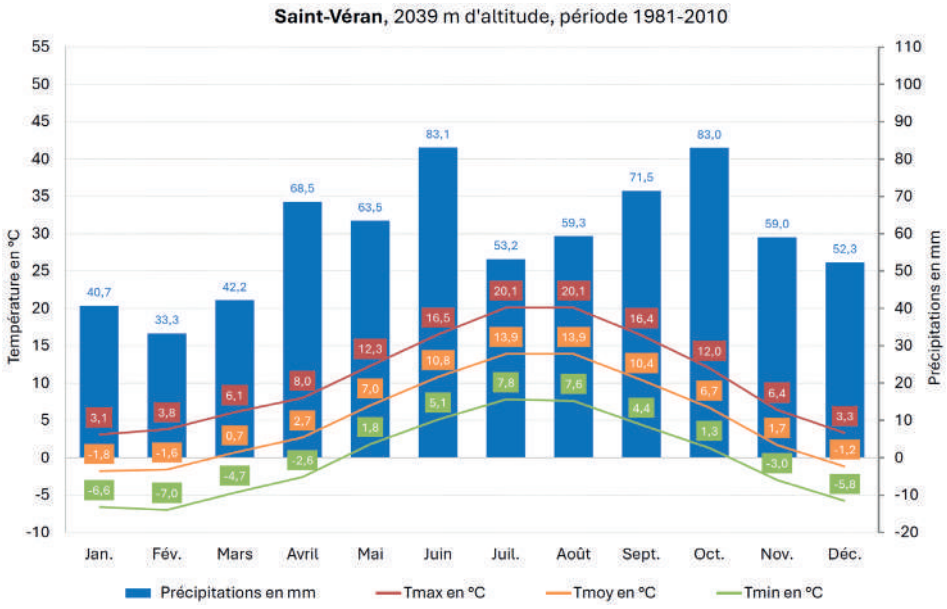


Figure 12. Graphique ombrothermique du poste météo de Saint-Véran, période 1981-2010 (source des données : Météo-France - réalisation : GeographR).

En résumé

Avertissement : les relevés météo donnent des indications communales, mais ils sont surtout représentatifs du site d'observations et de son environnement immédiat, sachant que les conditions météo peuvent rapidement différer selon l'altitude, la topographie, la présence de milieux ouverts ou fermés…

La température de l'air

Saint-Véran est le poste le plus frais au printemps, en été et en automne. En hiver, Arvieux La Chalp est le plus froid. En température moyenne annuelle, le poste d'Arvieux La Chalp est quasi aussi froid que celui de Saint-Véran (0,2 °C d'écart) pourtant situé plus en altitude (+350 m). Briançon est le poste le plus chaud, avec des températures maximales moyennes qui dépassent 24 °C en été, le mois le plus chaud étant juillet. En moyenne, 16 jours avec une température supérieure à 25 °C sont enregistrés en juillet et en août (seulement 1,7 jour à Saint-Véran). Ce chiffre est supérieur à Eygliers, en basse vallée de la Durance.

Entre 1981 et 2010, la température la plus chaude relevée a atteint 34,3 °C à Briançon, 32,2 °C à Arvieux La Chalp et 30,7 °C à Saint-Véran. Ces records ont été battus en 2019 et 2023 : 33,4 °C le 23 août 2023, par exemple, à Arvieux La Chalp.

Le gel est généralisé de novembre à avril (sauf avril à Briançon), marqué de décembre à février, alors que la température maximale moyenne est toujours positive, même au cœur de l'hiver, sous l'effet de l'ensoleillement hivernal. Avec des températures moyennes négatives de décembre à février à Arvieux La Chalp et Saint-Véran, des jours sans dégel sont observés (1 jour sur 4 à Saint-Véran). À une altitude équivalente à celle de Briançon, le froid est plus marqué à Val des Prés (vallée de la Clarée) où les températures minimales moyennes sont proches de -8 °C en janvier.

Les précipitations

À l'année, Saint-Véran est le poste météo le plus sec (par rapport à Arvieux La Chalp et Briançon, respectivement -150 mm et -100 mm de précipitations liquides ou solides) : la baisse du cumul de précipitations suit un gradient nord-ouest - sud-est. Le mois d'octobre est le plus pluvieux pour les trois postes : près de 100 mm en moyenne à Briançon et Arvieux La Chalp. Les vallées du massif du Queyras sont relativement sèches par rapport aux hauts versants et sommets situés au nord d'Arvieux, Château-Ville-Vieille, Aiguilles et Abriès, mais également au sud de la commune de Ceillac. La saison la plus pluvieuse est l'automne et la plus sèche, l'hiver. Le printemps et l'été sont plutôt humides, surtout à Arvieux La Chalp. Contrairement à la majorité des territoires de la région qui connaissent des étés secs, les cumuls de précipitations estivaux sont relativement conséquents, surtout en juin. Ces cumuls sont les bienvenus pour l'approvisionnement en eau (agriculture, eau potable, tourisme, énergie, lacs, cours d'eau…) et la biodiversité.

3.4. L'évolution du climat ces dernières décennies

L'évolution des températures entre 1961 et 2020

Depuis 1961, en moyenne, la température annuelle a augmenté d'environ 0,3 °C par décennie en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la tendance étant à l'accélération. Saint-Véran, par exemple, a suivi cette tendance : en 2020, la hausse de la température moyenne annuelle était de l'ordre de 1,9 °C, soit environ +2,2 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Ce réchauffement est généralisé dans la Réserve de biosphère du Mont Viso, des fonds de vallées jusqu'aux plus hauts sommets. Il peut légèrement différer spatialement, mais il est relativement homogène à l'échelle du territoire. L'augmentation de la température est différente selon la saison (Figure 13), le printemps et l'été subissant le plus fort réchauffement. Les températures maximales ont également tendance à augmenter plus vite que les températures minimales, comme à Saint-Véran :

- en hiver, +0,7 °C pour les températures minimales et +0,9 °C pour les maximales ;
- en été, +2,6 °C pour les températures minimales et +3,2 °C pour les maximales.

Sous l'effet du réchauffement, les isothermes s'élèvent en altitude : en moyenne annuelle, entre 1961 et 2020, la remontée altitudinale avoisine 400 m (Figure 14), mais son ampleur varie en fonction des saisons et des conditions météorologiques. En hiver, la remontée altitudinale de l'isotherme 0 °C, par exemple, est proche de 250 m, ce qui signifie que les conditions d'enneigement se sont dégradées en bas des domaines de ski, par exemple.

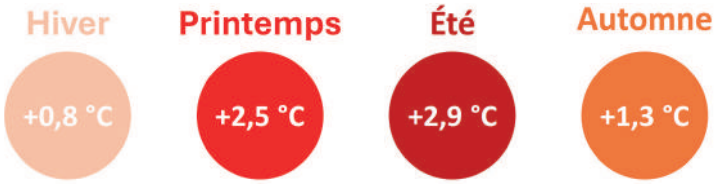


Figure 13. Hausse de la température moyenne à Saint-Véran entre 1961 et 2020
(source des données : Météo-France).

Cette évolution à la hausse de la température se traduit par un recul significatif du froid (-38 jours avec une température inférieure ou égale à -5 °C à Saint-Véran, -29 jours à Arvieux La Chalp, en moyenne), du gel (-40 jours à Saint-Véran, -18 jours à Arvieux La Chalp, en moyenne) et de l'enneigement (amincissement du manteau neigeux et durée d'enneigement plus courte). Le nombre annuel de jours de vagues de chaleur a été multiplié par 5 à Saint-Véran, soit légèrement plus de 25 jours par an. Et le nombre annuel de jours avec une température maximale supérieure ou égale à 20 °C a plus que doublé (plus de 60 jours en moyenne) à 2039 m d'altitude.

-40 jours de gel à Saint-Véran entre 1961 et 2020

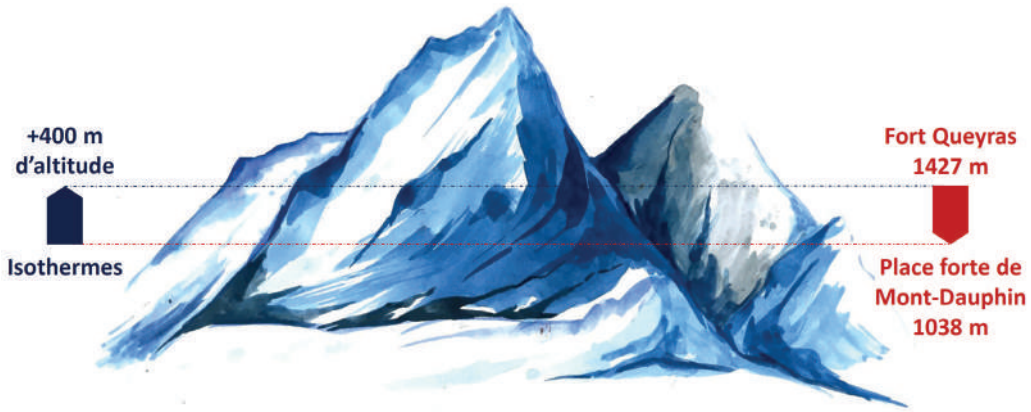


Figure 14. En moyenne annuelle, évolution altitudinale des isothermes entre 1961 et 2020 : le climat de Fort Queyras devient celui de la place forte de Mont-Dauphin (source : GeographR / dessin montagne : Freepik).

L'évolution des précipitations entre 1959 et 2020

Depuis 1961, le cumul annuel de précipitations est stable à Ceillac. Il a baissé de 6 % à Cervières et de 11 % à Arvieux La Chalp, mais les évolutions sont contrastées : en hiver, -22 % à Ceillac, -32 % à Arvieux La Chalp (Figure 15), par exemple. À l'inverse, en contradiction avec les évolutions constatées sur le littoral ou l'arrière-pays de la région, les cumuls moyens de précipitations en été ont augmenté : +15 % à Cervières, +8 % à Arvieux La Chalp et +14 % à Ceillac.

La hausse de la température s'est accentuée depuis 2021 (en moyenne, +0,2 °C entre 2021 et 2025 dans la Réserve de biosphère du Mont Viso, soit une hausse de 2,4 °C depuis la fin du XIX^{e} siècle) et l'évolution du régime des précipitations s'est poursuivie en conservant une forte variabilité interannuelle, mais, pour raisonner par décennie à partir de 1961, les valeurs n'ont pas été prises en compte dans cette analyse.

+2,4 °C de hausse de température dans la Réserve depuis la fin du XIX^{e} siècle

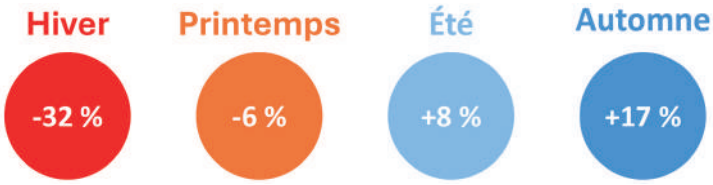


Figure 15. Évolution des cumuls moyens de précipitations à Arvieux La Chalp entre 1961 et 2020 (source des données : Météo-France).

4 Les tendances climatiques futures sur le territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso

L'évolution rapide du climat dans la Réserve de biosphère du Mont Viso va se poursuivre quel que soit le scénario socioéconomique. Même si l'humanité parvient à atteindre la neutralité carbone dans 20 ou 30 ans, ce qui est encore envisageable si tous les efforts nécessaires sont engagés à l'échelle mondiale en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre, le climat préindustriel ou même celui des dernières décennies du XX^{e} siècle ne reviendra pas. Ces climats et les équilibres écologiques, socioéconomiques et politiques qu'ils offraient ont désormais disparu, ce qui interroge fondamentalement nos modes d'habiter et de travailler au quotidien, nos choix de vie, notre relation à la terre, l'eau et la biodiversité, notre rapport intrinsèque au territoire... Le réchauffement sera certes stabilisé si les émissions de GES ne dépassent pas les capacités de séquestration et de stockage des différents puits de carbone (forêts, océans, zones humides…, voire aussi solutions technologiques si elles gagnent en maturité), mais il demeurera durablement, avec tous ses effets à court, moyen et long termes. Dans quelle ampleur selon la TRACC ? Quels sont les principaux indicateurs climatiques à l'échelle locale permettant de mieux comprendre ce que représentent les niveaux de réchauffement +2,7 °C en 2050 et +4 °C en 2100, et leurs conséquences ? Une série de données représentatives de la TRACC ou susceptibles de donner un ordre de grandeur pertinent, ont été sélectionnées avant le décryptage thématique des impacts liés aux contraintes climatiques à venir.

Décrypter les graphiques du climat futur

- **VH** est la valeur haute estimée par les modèles climatiques régionaux, **VM** la valeur médiane et **VB** la valeur basse. La valeur médiane signifie que la moitié des modèles climatiques simule une valeur supérieure et l'autre moitié une valeur inférieure. Les fourchettes entre les valeurs hautes et basses correspondent à l'intervalle de confiance 90 % : autrement dit, la probabilité que la température se situe entre la valeur haute et basse à une échéance donnée est très forte. Pour l'adaptation au changement climatique, il faut *a minima* considérer la valeur médiane (raison pour laquelle les valeurs sont systématiquement affichées), mais, pour limiter les risques de maladaptation[18], la prise en compte des fourchettes d'incertitudes (champ des possibles) s'avère plus prudente et surtout plus responsable pour protéger la population permanente et temporaire, les écosystèmes et les ressources naturelles associées, l'économie (élevage, agriculture, tourisme…), etc. ;
- les valeurs (ou étiquettes) saisonnières associées aux barres des histogrammes indiquent la valeur moyenne de la variable climatique sur la période 1976-2005 ou 2000-2020 (équivalent à l'horizon 2010 pour Climadiag Agriculture et Forêt), et les valeurs en orange et vert indiquent la valeur médiane vers 2050 et 2100, à l'exception de certains graphiques (épaisseur de neige et ressource en eau) ;
- l'altitude associée au nom de la commune indique l'altitude moyenne à laquelle la valeur climatique est estimée. La maille utilisée pour calculer l'altitude est considérée la plus représentative de la commune (tous espaces confondus : espaces urbains, agricoles, naturels…) d'après Météo-France. Compte tenu de sa taille (8 x 8 km) et de sa position géographique, une même maille peut partiellement couvrir et représenter deux communes. Attention : cette maille peut différer de celle actuellement disponible sur le site web de Climadiag Commune (mise à jour en février 2026) qui cherche à estimer autant que possible une valeur représentative du cœur historique des villes et villages, ce qui est réducteur pour la Réserve de biosphère du Mont Viso qui recouvre aussi bien des espaces habités, aménagés, agricoles et naturels ;
- la commune de Mont-Dauphin n'est mentionnée que dans certains cas, car aucune maille des modèles climatiques régionaux n'est représentative de l'altitude de la commune.

[18] « Changement opéré dans les systèmes naturels ou humains qui font face au changement climatique et qui conduit, de manière non intentionnelle, à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire (ministère de la Transition écologique).

4.1. La Réserve de biosphère dans un état fiévreux constant

Comme écrit précédemment, le réchauffement climatique n'est pas spatialement homogène à l'échelle planétaire : par exemple, les pôles Nord et Sud, les massifs montagneux (Himalaya, Andes, Rocheuses…) et le bassin méditerranéen se réchauffent plus intensément. Le programme européen Copernicus et l'Organisation météorologique mondiale ont annoncé fin avril 2026 que l'Europe se réchauffe deux fois plus vite que le reste du monde. En France métropolitaine, le réchauffement (pour rappel, 30 % supérieur au réchauffement mondial) est plus fort à l'est du pays et en montagne (Alpes, Pyrénées, Massif central, Jura, Vosges et Corse), ce qui signifie que les niveaux de réchauffement +2,7 et +4 °C de la TRACC seront atteints avant 2050 et 2100 sur certains territoires. Dans la Réserve de biosphère du Mont Viso, le seuil des +4 °C devrait être atteint dès 2065-2070, soit dans environ 40 ans, une échéance temporelle proche. Cette inégalité territoriale en France demandera des approches d'adaptation au changement climatique différenciées.

Une dérive de la température annuelle et saisonnière

En moyenne annuelle, sur l'ensemble du territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso, en se référant aux mailles de la TRACC sélectionnées par Météo-France et à la valeur médiane des modèles climatiques régionaux, la température de l'air augmentera, par rapport à la période 1976-2005, de 2,4 °C à l'horizon 2050 et de 4,2 °C en 2100 (Figure 16), anomalies thermiques auxquelles il faut additionner le réchauffement entre les périodes 1900-1930 et 1976-2005.

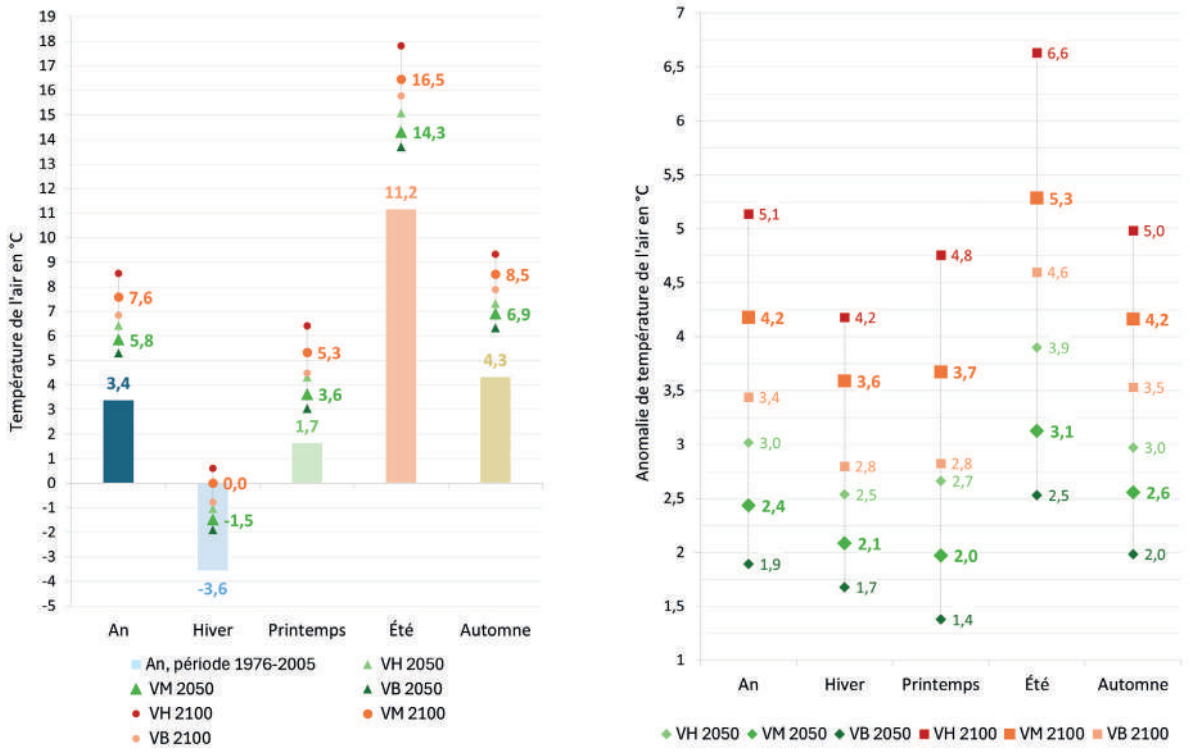


Figure 16. Évolution de la température moyenne de l'air et anomalies thermiques sur le territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso par rapport à la période 1976-2005 (source : Climadiag Commune / réalisation : GeographR). Les histogrammes (à gauche) indiquent la température moyenne au cours de la période 1976-2005 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

L'augmentation de la température annuelle à l'échelle de la Réserve de biosphère est représentée dans la Figure 17. Elle illustre la « poussée de fièvre » qui gagne tout le territoire avec un glissement des climats : le climat de la vallée de Durance, par exemple, gagne les hautes vallées.

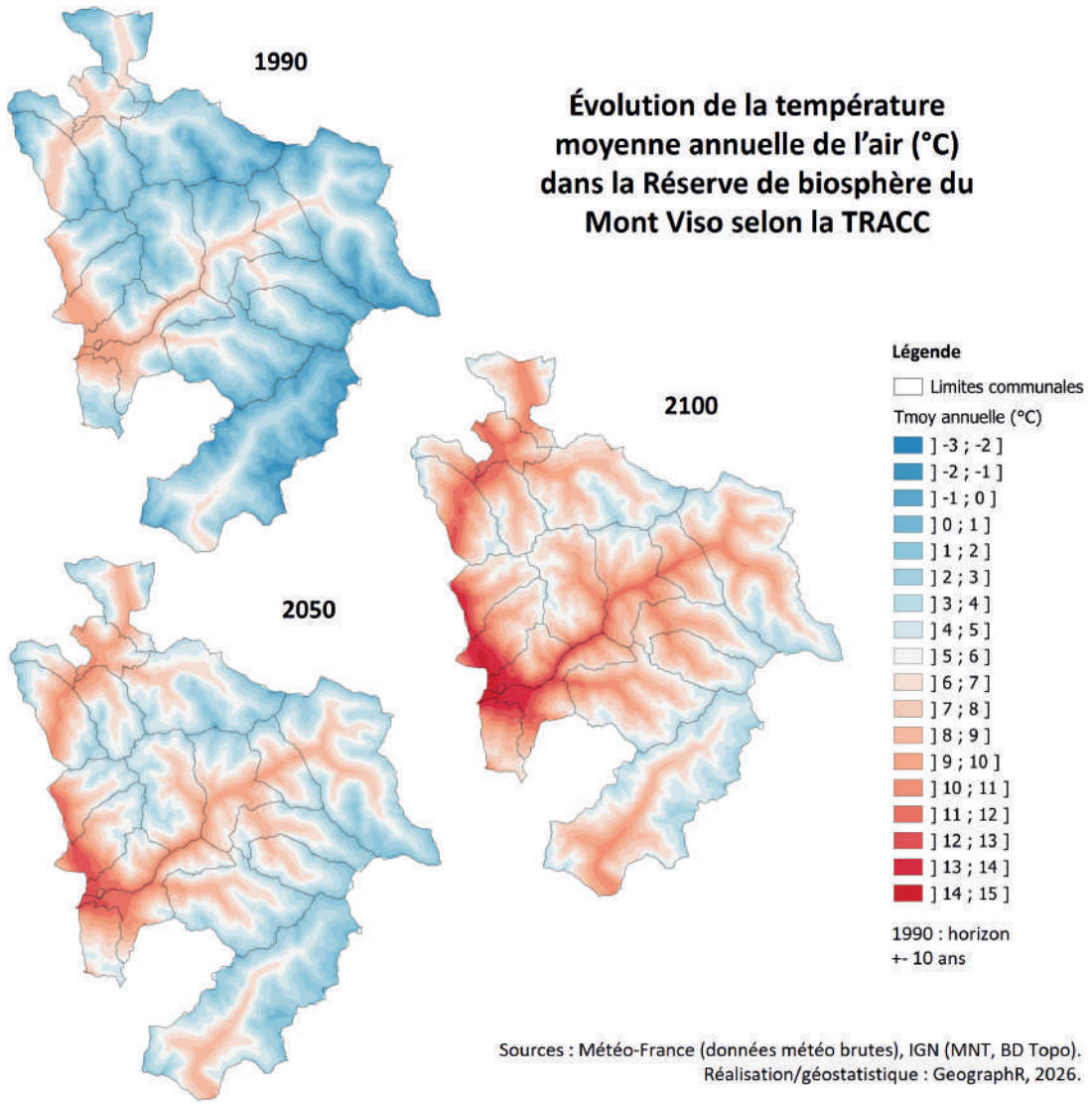


Figure 17. Évolution de la température moyenne annuelle (°C) dans la Réserve de biosphère du Mont Viso[19].

La hausse est très nette en toutes saisons, mais l'été et l'automne subiront le réchauffement le plus fort avec, en été, par exemple, +5,3 °C en 2100, ce qui signifie qu'à la fin du siècle, la température estivale à Ceillac (1665 m d'alt.) sera proche de celle d'Embrun (873 m d'alt.) sur la période 1976-2005. Ces valeurs médianes ne doivent pas masquer les valeurs basses et hautes des modèles climatiques. En été, l'augmentation de la température pourrait en effet varier entre 2,5 et 6,6 °C. Cette incertitude, liée à toute la chaîne de traitements de données des modèles climatiques globaux et régionaux, et à la descente d'échelle qui permet de bénéficier d'estimations tous les 8 km, désoriente souvent les acteurs des territoires qui ne savent pas sur quelles valeurs s'appuyer, ce qui aboutit dans certains cas à des incompréhensions et des critiques des travaux de la communauté scientifique. Cette réaction peut s'entendre à certains égards, mais il convient de rappeler la complexité des simulations du système climatique terrestre, et cette incertitude est à interpréter comme un champ des possibles auquel les territoires seront potentiellement confrontés.

Accepter ce champ des possibles est une opportunité à saisir pour tendre vers une adaptation au changement climatique exigeante, ajustable dans le temps, profitable à tous. Avec les principales tendances climatiques établies, les acteurs des territoires ont la chance de pouvoir anticiper les changements

[19] Le nombre de classes diffère par rapport à la Figure 7 (17 *vs* 13) pour homogénéiser les légendes entre les horizons passé et futur. Il n'est donc pas pertinent de comparer visuellement les horizons passés des figures 7 et 17, d'autant que la période de référence présente un décalage de 10 ans, soit environ 0,3 °C.

et d'engager des actions basées sur les connaissances scientifiques les plus récentes. Ces dernières s'amélioreront encore, mais elles sont suffisamment matures, depuis maintenant des décennies, pour tendre avec confiance vers des politiques d'atténuation et d'adaptation ambitieuses. Les efforts engagés de l'échelle mondiale à locale laissent aujourd'hui entrevoir l'exclusion des scénarios climatiques SSP5-8.5 et RCP 8.5 du GIEC les plus pessimistes (Figure 3), mais la situation reste fragile et très critique, d'une gravité encore mal appréhendée par des décideurs, acteurs économiques, citoyens…
Pour affiner l'analyse globale, la représentation de l'évolution de la température par tranches altitudinales et par saisons (Figure 18) appelle à la vigilance.



Figure 18. Évolution saisonnière de la température moyenne de l'air par tranches altitudinales sur le territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso par rapport à la période 1976-2005 (source : Climadiag Commune / réalisation : GeographR). Les histogrammes indiquent la température moyenne au cours de la période 1976-2005 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

En 2050 et 2100, le « bond » thermique sera très marqué, en cohérence avec les anomalies mises en évidence à l'échelle de la Réserve de biosphère : le printemps deviendra, par exemple, aussi chaud que l'automne (valeur médiane) à toutes les altitudes vers 2070, voire avant dans certains cas. À la fin du siècle, à 2400 m d'altitude, la température hivernale (valeur médiane) sera similaire à celle de la période 1976-2005 à 1500 m d'altitude. Le constat est le même à 2100 m d'altitude dès 2060. L'apparition des températures hivernales positives, à 1500 et 1800 m d'altitude, pose notamment la question de l'enneigement (durée et épaisseur de neige, qualité de la neige, fonte et écoulement de l'eau…). Les analyses croisées montrent d'autres correspondances qui se traduiront immanquablement par une redistribution altitudinale de tous les étages montagnards, de la biodiversité, des activités économiques, etc., en seulement quelques décennies. Les niveaux de réchauffement de la TRACC seront moteurs de profonds bouleversements dans la Réserve de biosphère, et ce, à toutes les altitudes.

La hausse de la température aux horizons 2050 et 2100 est relativement homogène à l'échelle des 20 communes de la Réserve, même si les écarts entre les valeurs se creusent à la fin du siècle (Figure 19), voire même dès 2050, pour les valeurs hautes des modèles climatiques régionaux. Les écarts communaux les plus prononcés se produisent principalement pendant la période estivale entre les communes traversées par les vallées de la Durance et de La Clarée (Briançon, Eygliers, Mont-Dauphin, Risoul, Saint-Crépin, Val-des-Prés), et certaines communes du Queyras (Abriès-Ristolas, Ceillac, Molines-en-Queyras, Saint-Véran).

+5,3 °C en été en 2100 sur le territoire

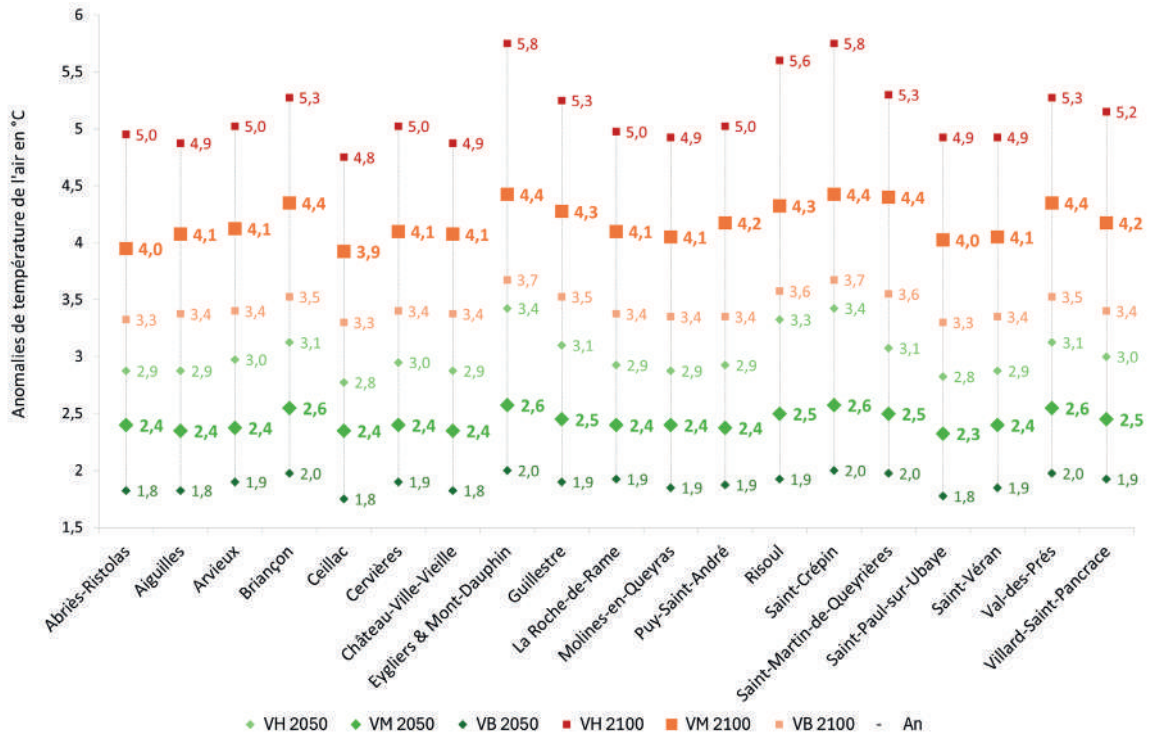


Figure 19. Anomalies de la température moyenne annuelle à l'échelle des communes de la Réserve de biosphère du Mont Viso par rapport à la période 1976-2005 (source : Climadiag Commune / réalisation : GeographR).

La TRACC joue aussi un rôle sur la récurrence des jours de gel ou d'été (température de l'air supérieure ou égale à 25 °C) par tranches altitudinales (Figure 20). Le gel reculera à toutes les altitudes de manière très significative. En 2050, par exemple, le nombre de jours de gel à 1500 m d'altitude sera inférieur d'une dizaine de jours à celui d'Embrun (période 1991-2010). En 2050, à 1800 m d'altitude, en moyenne, seulement 127 jours de gel seront dénombrés, 101 en 2100. Les communes les plus froides sont sans surprise celles qui présentent les

secteurs les plus en altitude : Saint-Véran et Molines-en-Queyras (213 jours de gel à 2527 m d'altitude), Ceillac (201 jours à 2414 m), Saint-Paul-sur-Ubaye (196 jours à 2397 m), Cervières (191 jours à 2246 m)… Elles le resteront, mais la récurrence et l'intensité du gel baisseront nettement : par exemple, à Ceillac, 162 jours en 2050 et 137 jours en 2100 (valeurs médianes), soit respectivement -39 et -64 jours de gel par an.
A contrario, les jours d'été, quasi absents à 1800 m d'altitude ces dernières décennies, se multiplieront, et feront même leur apparition à 2100 m d'altitude (sous abri). En 2100, en moyenne, la température dépassera 25 °C, à 1500 m d'altitude, 74 jours par an (valeur médiane), une valeur similaire à celle d'Embrun (période 1991-2010). À Saint-Véran, les records de chaleur pourraient atteindre au village, à 2050 m d'altitude, une valeur proche de 34 °C au milieu du siècle et 36 °C à la fin du siècle.

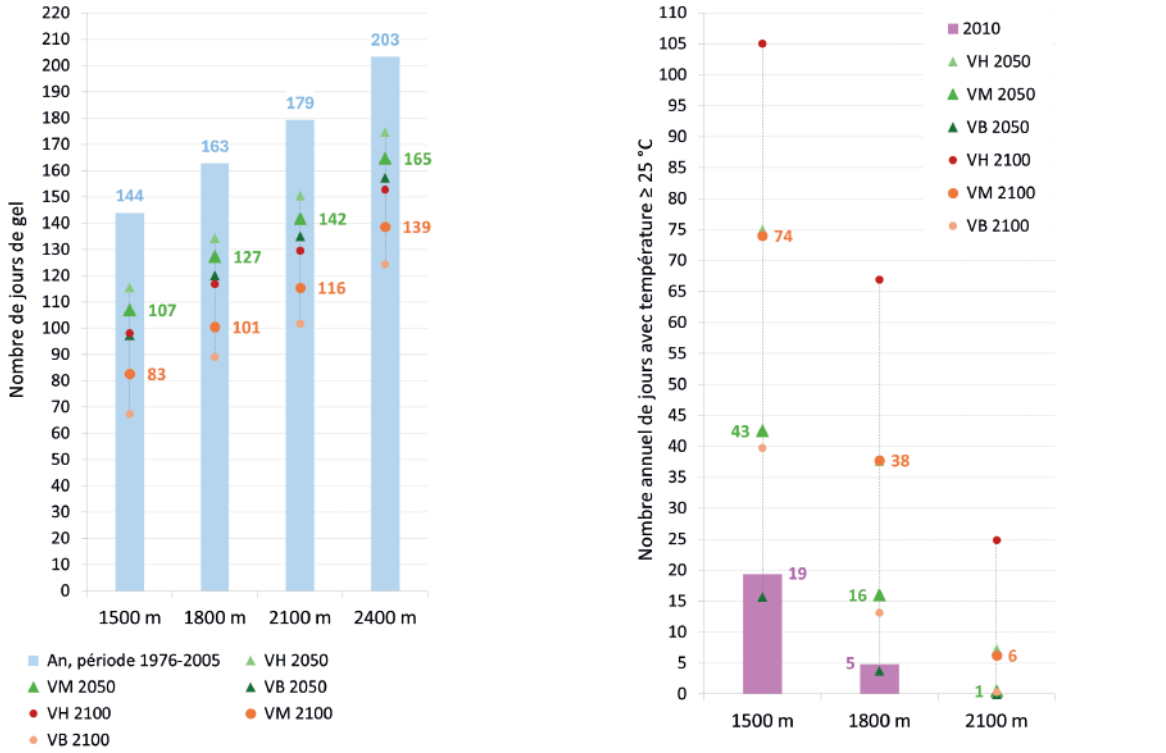


Figure 20. Évolution du nombre de jours de gel et d'été (≥ 25 °C) par rapport à la période 2000-2020 (horizon moyen 2010) sur le territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso (source : Climadiag Agriculture et Forêt / réalisation : GeographR). Les histogrammes indiquent la température moyenne au cours de la période 1976-2005 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

Avec le changement climatique, la Réserve de biosphère continuera à être soumise à la variabilité interannuelle naturelle du climat, avec une alternance d'années et de saisons chaudes ou froides, et donc d'anomalies positives (plus chaud que la normale) et négatives (plus froid que la normale).

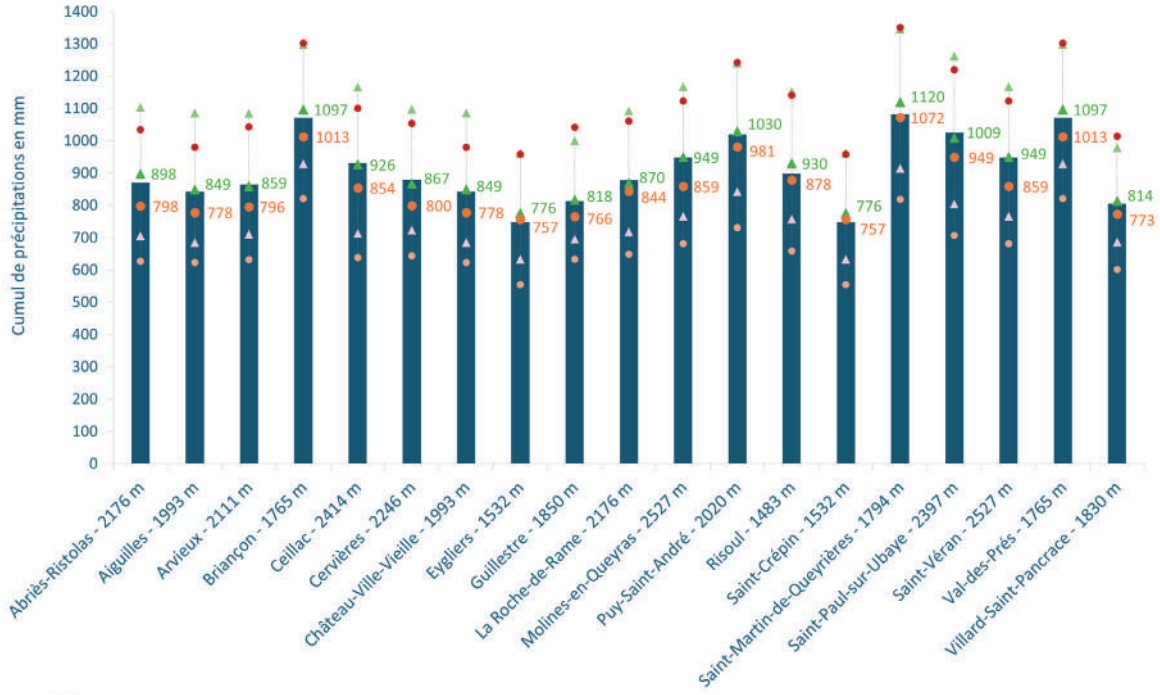
4.2. Vers une évolution des régimes de précipitations

Les cumuls annuels et saisonniers des précipitations vers 2050 et 2100 devraient rester relativement stables (valeurs médianes, Figures 21 et 22) par rapport à la période 1976-2005, avec toutefois des nuances à souligner :

- vers 2050, les cumuls annuels, hivernaux et printaniers seront légèrement excédentaires (1 à 9 %) et déficitaires en été et automne (-4 à -2 %) ;
- vers 2100, les cumuls annuels et saisonniers seront tous déficitaires (-13 à -4 %), les déficits les plus prononcés étant en été et en automne (respectivement -13 et -10 %).

Cette relative stabilité et l'absence de saison sèche tout au long de l'année, même si l'hiver

et l'été sont moins humides que le printemps et l'automne, sont à première vue plutôt rassurants, mais des cumuls équivalents dans un contexte de fort réchauffement, avec notamment une évaporation et une évapotranspiration accrues, se traduiront nécessairement par un déficit hydrique des sols agricoles et forestiers ou des débits de cours d'eau plus faibles, surtout si les prélèvements et la consommation d'eau n'évoluent pas. Par ailleurs, les valeurs hautes et basses des modèles climatiques régionaux mettent en évidence de fortes incertitudes (Figure 21), avec des écarts par rapport à la valeur médiane qui oscillent entre -179 et 231 mm en moyenne, tous horizons futurs et communes confondus. L'approche multi-modèles, avec ces écarts qui varient dans l'intervalle de confiance 90 % (cf. Décrypter les graphiques du climat futur), interroge sur le niveau d'adaptation à considérer pour gérer la ressource en eau. Comme pour la température, il est essentiel de rappeler que la variabilité interannuelle des cumuls de précipitations, avec une alternance d'années et/ou de saisons humides ou sèches, avec ou sans retours d'est, restera l'une des caractéristiques climatiques locales. L'année 2022, avec sa sécheresse qui a débuté en septembre 2021, se répètera, avec un risque de sécheresse encore plus marquée au vu des niveaux de réchauffement de la TRACC. Une répétition d'années sèches comme 2022 n'est pas à exclure ces prochaines décennies.



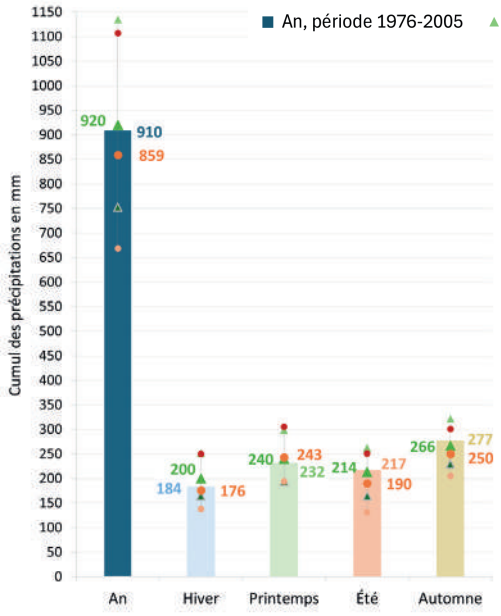


Figure 21 (ci-dessus) et Figure 22 (à gauche). Évolution des cumuls annuels moyens de précipitations liquides et solides à l'échelle communale et sur l'ensemble du territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso (source : Climadiag Commune / réalisation : GeographR). Les histogrammes indiquent les cumuls moyens sur la période 1976-2005 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

À l'échelle communale, la hauteur des cumuls annuels de précipitations continuera à varier en fonction de l'altitude et de la situation topographique de la commune. L'exemple de l'automne (Figure 23) montre que le Briançonnais, mais aussi Saint-Paul-sur-Ubaye (Haute-Ubaye), resteront globalement plus arrosés que le Queyras.

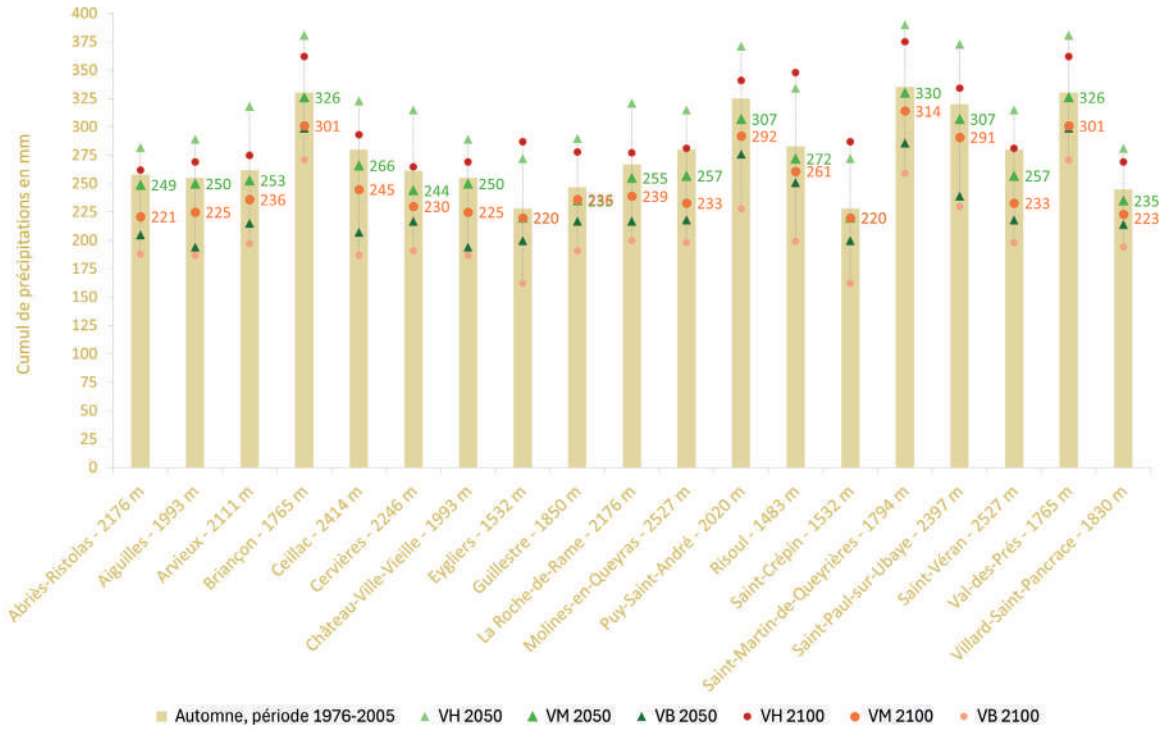


Figure 23. Cumuls moyens de précipitations liquides et solides en automne à l'échelle communale dans la Réserve de biosphère du Mont Viso (source : Climadiag Commune / réalisation : GeographR). Les histogrammes indiquent les cumuls moyens sur la période 1976-2005 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

4.3. Les phénomènes combinés de l'évolution de la température et des précipitations

L'évolution combinée de la température et des précipitations liquides et solides aura une incidence sur l'enneigement, la sécheresse des sols, la ressource en eau…

Une montagne moins blanche

Avec les hivers plus doux, ponctués de périodes de froid et de neige, la durée et l'épaisseur de l'enneigement se réduiront. Dans les massifs du Queyras, du Briançonnais et de l'Ubaye, les indicateurs montrent que le nombre de jours avec au moins 5 ou 50 cm de neige au sol diminue fortement (Figure 24, Figure 25). Dans le massif du Queyras, qui couvre majoritairement la Réserve de biosphère du Mont Viso sur la plateforme DRIAS Les futurs du climat, le sol sera recouvert au milieu du siècle, de novembre à avril, d'au moins 5 cm de neige, moins de 100 jours à 1800 m d'altitude, au lieu de 131. Même en haute altitude, la diminution de l'enneigement sera significative, ce qui aura des incidences directes et indirectes sur les pratiques sportives (ski alpin, nordique et de randonnée, raquettes à neige, randonnées pédestres, VTT…), le stockage de l'eau dans le manteau neigeux, le vivant… Au milieu du siècle, dans le Queyras, par exemple, le nombre de jours avec au moins 5 cm de neige au sol à 2100 m d'altitude sera proche de celui observé à 1800 m d'altitude (plus précisément 1700 m) sur la période 1976-2005, et à la fin du siècle, ce nombre se rapprochera de celui observé à 1500 m, soit une remontée altitudinale d'environ 600 m.

Le nombre de jours avec au moins 50 cm de neige au sol sera aussi en net recul dans les trois massifs. Dans le Queyras et l'Ubaye, il

deviendra quasi anecdotique jusqu'à 1800 m d'altitude dès le milieu du siècle. Même en excluant le scénario RCP 8.5, le plus pessimiste, la tendance à la baisse du nombre de jours est généralisée et la remontée altitudinale des isothermes se traduira par un manteau neigeux moins épais, plus fragile, de qualité hétérogène (neige lourde), qui se reconstituera après les périodes de redoux, voire de pluie, au gré des chutes des neiges et des éventuels retours d'est à proximité de la frontière franco-italienne. Dans ces conditions, le ski alpin et nordique reculera progressivement. En 2050, à Arvieux, au cœur de la Réserve de biosphère du Mont Viso, par exemple, l'épaisseur de neige naturelle diminuera en moyenne d'environ 40 % à 1800 m d'altitude durant la période hivernale (par rapport à la période 1976-2005). Avec la neige de culture (ou artificielle) et l'équipement actuel (perches et ventilateurs), seulement environ 50 % du domaine skiable sera exploitable, soit un score inférieur à une mauvaise saison de ski (faible enneigement limitant fortement l'ouverture des remontées mécaniques et des pistes) sur la période passée récente. Et le taux de retour d'une mauvaise saison fera plus que doubler par rapport à aujourd'hui, ce qui pose la question de la viabilité de l'économie du ski dès le moyen terme. En 2100, avec un taux d'exploitation du domaine skiable proche de 40 %, le maintien du ski alpin ne sera plus envisageable, même en cas de nouveaux enneigeurs en haut des pistes. En l'état des connaissances, à Arvieux, l'ouverture du domaine skiable actuel perdurera jusqu'au milieu du siècle, au prix de nombreux efforts technologiques et financiers. Le ski nordique deviendra de plus en plus épisodique au fil des décennies, en dessous de 2000 m d'altitude. Les skieurs nordiques devront profiter des épisodes neigeux avant la fonte rapide du manteau neigeux.

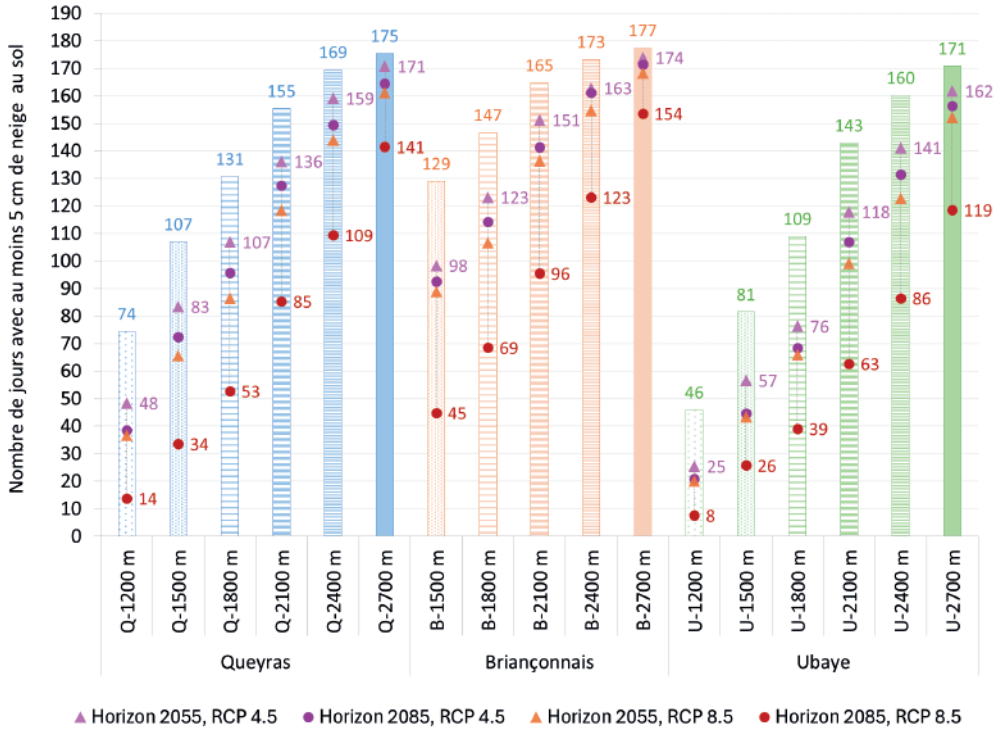


Figure 24. Évolution du nombre de jours avec au moins 5 cm de neige au sol par massifs et tranches altitudinales dans la Réserve de biosphère du Mont Viso par rapport à la période 1976-2005
(source : DRIAS Les futurs du climat / réalisation : GeographR). Les histogrammes indiquent les cumuls moyens sur la période 1976-2005 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

La majorité des stations de ski de la Réserve de biosphère devront également fermer leurs portes dans la mesure où la réduction des domaines skiables limitera les dénivelés, à moins d'exploiter de plus hauts sommets et des versants favorables au maintien de la neige, mais les possibilités s'avèrent réduites. Le haut des domaines skiables de Saint-Véran, Molines-en-Queyras, Ceillac, Risoul et Briançon, au prix d'aménagement et malgré des conditions météorologiques régulièrement défavorables dès le milieu du siècle, résisteront

le plus longtemps, mais, vers 2050-2060, l'enneigement deviendra très aléatoire. À la fin du siècle, durant la période hivernale, l'épaisseur moyenne de neige naturelle au sol ne devrait pas excéder 25 cm à 2100 m d'altitude dans le Queyras et avoisiner 35 cm à 2400 m.
Ces conditions générales ne doivent pas masquer la variabilité interannuelle de l'enneigement avec une alternance de « bonnes » et surtout de « mauvaises années » (hivers), malheureusement.

25 cm **max. d'épaisseur de neige à 2100 m d'alt. en hiver, dans le Queyras, à la fin du siècle**

L'équivalent en eau du manteau neigeux moyen sera également en forte baisse sur l'ensemble des massifs de la Réserve de biosphère du Mont Viso : par rapport à la période 1976-2005, -45 % au milieu du siècle et -60 % à la fin du siècle. La diminution du manteau neigeux entraînera aussi une baisse du stock nival au 1er mai, qui joue notamment un rôle de régulation des débits des cours d'eau de surface et souterrains au printemps et au début de l'été : -55 mm et -65 mm en équivalent en eau aux mêmes échéances temporelles. Ces valeurs médianes sont des ordres de grandeur à mi-chemin entre les scénarios RCP 4.5 et 8.5.

Ces indicateurs ne relèvent pas directement de la TRACC, mais ils sont représentatifs des futurs possibles. Il faut noter que les indicateurs d'enneigement dans le Briançonnais (Figure 24, Figure 25) sont probablement surestimés, puisque les communes de la Réserve de biosphère se situent au sud du massif du Thabor, pris comme référence.

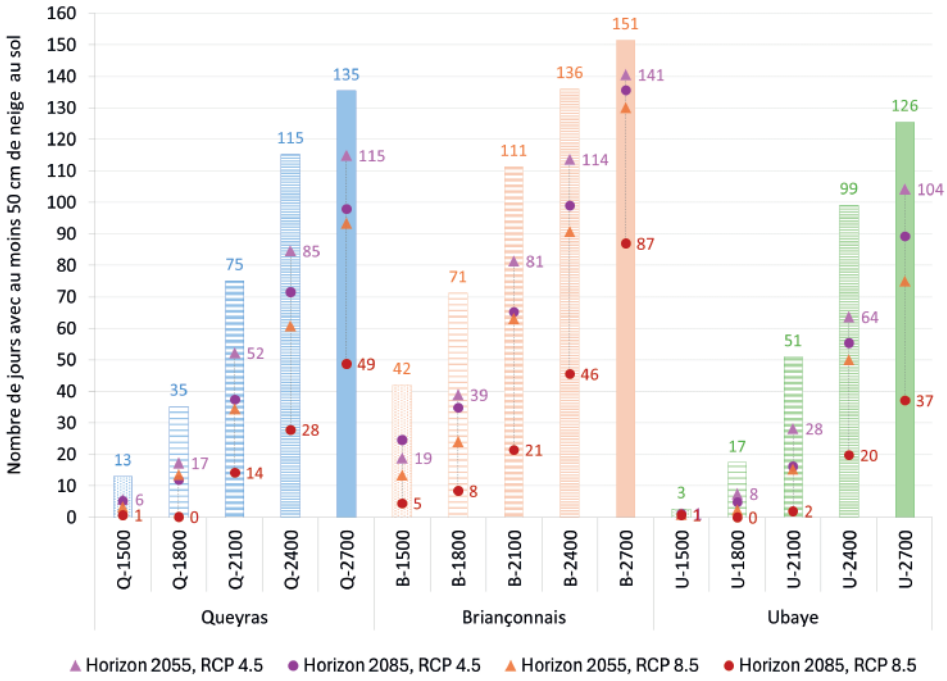


Figure 25. Évolution du nombre de jours avec au moins 50 cm de neige au sol par massifs et tranches altitudinales dans la Réserve de biosphère du Mont Viso par rapport à la période 1976-2005 (source : DRIAS Les futurs du climat / réalisation : GeographR). Les histogrammes indiquent les cumuls moyens sur la période 1976-2005 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

Focus 1
La Réserve de biosphère face au risque d'avalanches

Cinq questions à Gaétan Heymes, ingénieur-prévisionniste à Météo-France :

1. Avec le changement climatique, la typologie des avalanches dans la Réserve de biosphère du Mont Viso va-t-elle évoluer aux échéances 2050 et 2100 ?
Oui, la typologie va évoluer à ces horizons futurs. Avec la hausse de la température, une baisse du nombre et de la taille des avalanches, de neige sèche ou humide, est d'ailleurs déjà constatée en basse altitude. Les avalanches de neige sèche reculent quant à elles à toutes les altitudes. En fait, la plupart des hauts massifs sont dans un état de transition où une augmentation du nombre d'avalanches de neige humide est enregistrée venant compenser, voire dépasser, la diminution d'avalanches de neige sèche. C'est par exemple le cas au-dessus de 2400 m d'altitude, limite à partir de laquelle le manteau neigeux hivernal reste suffisamment épais, mais qui est de plus en plus concerné par des événements de type « pluie sur neige ». Ces derniers génèrent des crues avalancheuses de neige humide, y compris en plein hiver.

2. Le risque avalancheux pour l'habitat et les infrastructures est-il appelé à diminuer ?
Dans les vallées, pour l'habitat et les infrastructures, le risque de l'aléa moyen diminuera, mais pas forcément celui de l'aléa exceptionnel.

3. Quels risques concomitants pourraient accentuer le risque avalancheux à l'avenir ?
Les risques concomitants sont multiples :
- les épisodes extrêmes de pluie sur neige, comme dans l'ouest du Queyras les 30 novembre et 1er décembre 2023, susceptibles de générer des avalanches destructrices de neige humide, des crues et des glissements de terrain : dans un climat plus chaud, ce type d'événements se produira plus fréquemment en plein hiver, saison au cours de laquelle d'importantes chutes de neige sèche resteront possibles en haute altitude. Or, l'humidification brutale d'un épais manteau neigeux sec est à l'origine des plus fortes crues avalancheuses ;
- avec le changement climatique, la perte de la protection naturelle des forêts en lien avec le dépérissement des arbres, voire les incendies.

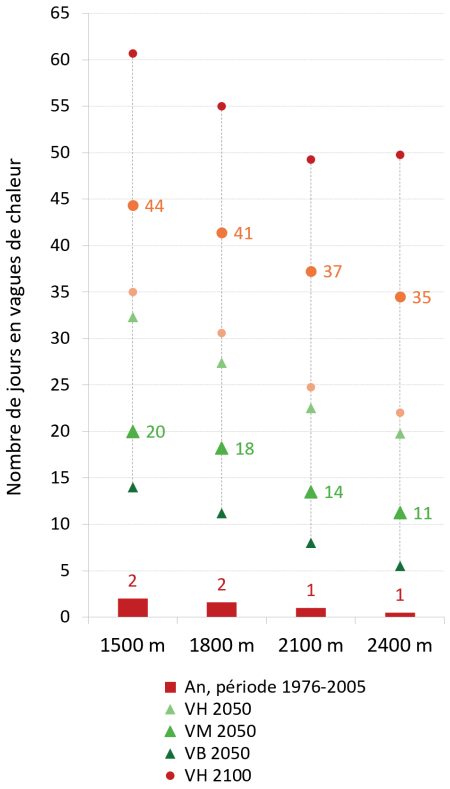
4. Les retours d'est susceptibles de déclencher des avalanches dangereuses apporteront-ils toujours des cumuls de neige importants en 2050 et 2100 ?
Oui, mais cela dépendra de la saison, les avalanches dangereuses se produisant généralement en plein hiver. Et la limite pluie-neige continuera à s'élever : pour la TRACC, +400 m en 2050 et +600 m en 2100 par rapport à 1976-2005. Avec les retours d'est, le risque d'avalanches perdurera, mais de manière différenciée : les avalanches avec aérosol, leur souffle pouvant détruire des maisons en bas des vallées, sont plus à craindre que les avalanches de neige humide, dans la mesure où ces dernières ont tendance à suivre des couloirs définis. Attention, les aléas avalancheux « historiques » sont parfois remplacés par l'aléa torrentiel dans ces mêmes couloirs, comme ce fut le cas à Val-des-Prés. Et il ne faut pas exclure, à l'avenir, des aléas exceptionnels, même en fin de saison hivernale, sans compter que la variabilité interannuelle du climat restera forte.

5. Quelles évolutions des flux d'ouest en 2050 et 2100 ?
Les modèles climatiques ont encore du mal à appréhender l'état moyen futur du courant-jet (ou jet stream en anglais), un vent d'altitude très puissant sur l'Atlantique Nord. En fait, les incertitudes sont trop grandes pour répondre à cette question : devenir de la glace de la mer arctique, variabilité interne du climat, ralentissement de l'AMOC*…

* Cf. Focus 2 dédié à l'AMOC.

Une plus haute fréquence et intensité des événements de chaleur extrême

Avec le réchauffement, les jours anormalement chauds (+5 °C par rapport à une période passée) se multiplient et se multiplieront ces prochaines décennies, à toutes les altitudes. Leur répétition constitue un facteur de risque pour les habitants, les ressources naturelles, l'agriculture, les infrastructures…
En France, hors année 2026, 51 vagues de chaleur sont recensées depuis 1947 en France, 17 entre 1947 et 1999, 34 depuis 2000. En moyenne, depuis l'an 2000, au moins une vague de chaleur annuelle est enregistrée (contre 1 tous les 5 ans avant 1989).



Sur la période 1976-2005, dans la Réserve de biosphère, les vagues de chaleur[20], à différencier des pics ponctuels de forte température, étaient rares (Figure 26), ce qui explique leur très faible nombre moyen annuel[21]. La situation a déjà évolué, au vu des nombreux événements qui ont affecté le pays et la région ces deux dernières décennies (2003 ou 2022 par exemple), mais vers 2050 et 2100, le nombre de jours en vagues de chaleur augmentera très fortement sur l'ensemble du territoire de la Réserve de biosphère. À Eygliers, par exemple, le nombre de jours en vagues de chaleur sera multiplié par 10 au milieu du siècle et par 22 à la fin du siècle, soit respectivement 20 et 44 jours en moyenne annuelle. Toutes les communes seront concernées et ce, quelle que soit l'altitude, même si les basses vallées de la Durance et de La Clarée présenteront les valeurs les plus élevées. En haute altitude, le phénomène sera un peu moins marqué, mais bien présent.

Les vagues de chaleur observées sont de plus en plus précoces au fil du temps. Des températures inédites sont atteintes au printemps ou au début de l'été : fin juin 2019 ou deuxième quinzaine de mai 2026. Avec le changement climatique, les étés s'installeront plus tôt : au milieu du siècle et après, ils démarreront en mai et se termineront en octobre.

Figure 26. Évolution du nombre de jours en vagues de chaleur par tranches altitudinales dans la Réserve de biosphère (source : Climadiag Commune / réalisation : GeographR). Les histogrammes indiquent les cumuls moyens sur la période 1976-2005 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

Des sols plus secs sur des durées plus longues

La hausse progressive de la température, la multiplication des vagues de chaleur, l'évolution à la baisse des précipitations en été et en automne, et la diminution de l'enneigement renforceront la sécheresse des sols à l'avenir. Ce phénomène sera amplifié par la baisse du nombre de jours de pluie par an (-5 jours vers 2050 et -12 jours vers 2100, valeurs médianes), mais aussi par la plus forte évapotranspiration potentielle[22] à toutes les altitudes (Figure 27) d'ici 2100. En calculant la différence entre les précipitations et l'ETP, il est possible d'estimer le bilan hydrique annuel qui, à l'exception des valeurs hautes (Figure 28), tendra à devenir encore plus négatif au fil des décen-

[20] Caractérisées ici par une température journalière supérieure à 5 °C pendant au moins 5 jours.
[21] Les jours classés en vagues de chaleur sont additionnés sur la période 1976-2005 (30 années = normale climatique), puis le total est divisé par 30 : 1 jour équivaut à 30 jours en 30 ans, par exemple.
[22] ETP : somme de la transpiration du couvert végétal et de l'évaporation du sol qui pourrait se produire en cas d'approvisionnement en eau suffisant » (DRAAF Grand Est).

nies, ce qui se traduira par une aridité plus sévère des sols dans la Réserve de biosphère.

Cette combinaison de phénomènes climatiques accentuera fortement le nombre de jours avec sols secs dans toutes les communes et à toutes les altitudes (Figure 28). À Risoul, par exemple, à près de 1500 m d'altitude, le sol sera sec 1 jour sur 3 à la fin du siècle.Ces sols secs associés à une végétation plus sèche, en été, augmenteront légèrement le risque de feu de végétation : jusqu'à 5 jours en moyenne par an avec risque significatif à la fin du siècle.



Figure 27. Évolution de l'évapotranspiration potentielle annuelle en mm par tranches altitudinales dans la Réserve de biosphère du Mont Viso (source : Drias Les futurs du climat / réalisation : GeographR). Les histogrammes indiquent les cumuls moyens sur la période 2000-2020, soit vers 2010 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

Cette sécheresse des sols plus prononcée aura des effets néfastes sur la biodiversité souterraine, de surface et aérienne, favorisera le ruissellement des eaux issues des pluies et de la fonte de la neige, et donc l'érosion et l'appauvrissement des sols, limitera les capacités agronomiques des sols et le rendement agricole....

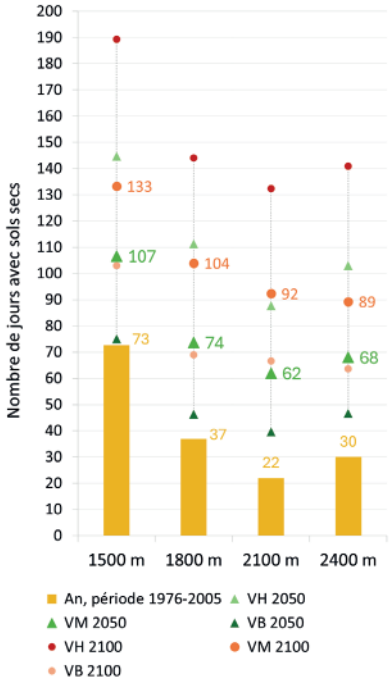


Figure 28. Évolution du nombre de jours avec sols secs par tranches altitudinales dans la Réserve de biosphère du Mont Viso (source : Drias Les futurs du climat / réalisation : GeographR). Les histogrammes indiquent les cumuls moyens sur la période 1976-2005 (cf. Décrypter les graphiques du climat futur).

Vers des épisodes de pluie plus intenses ?

Le changement climatique est souvent associé à une augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de pluies intenses, susceptibles de provoquer des dégâts (habitat, infrastructures…) sous l'effet des crues et des inondations, des glissements de terrain, des chutes de blocs… Sur l'ensemble du territoire de la Réserve de biosphère, selon la TRACC, le cumul de précipitations quotidiennes remarquables (valeurs dépassées 3 à 4 jours par an) aura tendance à faiblement augmenter d'ici 2050 et 2100 par rapport à 1976-2005 : le cumul moyen passera de 31 à 33 mm (valeur médiane). Cette faible évolution est toutefois à considérer « comme une aggravation potentielle du risque d'inondation par ruissellement » selon Météo-France. Et la valeur haute des modèles climatiques régionaux atteint 38 mm, soit 7 mm additionnels (+7 litres par m²), ce qui représente une augmentation de 23 % et requiert de la vigilance.

L'évolution de l'intensité des précipitations extrêmes, soit le cumul maximum journalier des précipitations totales au cours d'une année sur une période donnée, suit une tendance similaire avec +5 mm par rapport à la période 1976-2005, soit 57 mm, au milieu ou à la fin du siècle. Par contre, les cumuls pourraient augmenter de 28 mm d'ici 2050 et 38 mm d'ici 2100 (Figure 29), si on se réfère à la valeur haute des modèles (les valeurs basses sont légèrement inférieures à la valeur de 1976-2005). À l'échelle d'un bassin versant ou d'un sous-bassin versant, cette hausse serait considérable avec une quantité d'eau qui dépasserait largement les événements de pluies intenses passés, d'autant que ces chiffres moyennés, à l'échelle de la Réserve à une résolution spatiale de 8 km, masquent les phénomènes très locaux d'une intensité exceptionnelle, comme la vallée du Guil en a connu en 1957, par exemple. Il convient donc de rapporter ces ordres de grandeur au regard des cumuls records locaux enregistrés par le passé. En d'autres termes, le cumul de pluie relevé à Saint-Véran en juin 1957 (159 mm), à phénomène égal, sera très probablement dépassé d'ici 2050 et 2100, que l'on se réfère aux valeurs médianes ou hautes.

Que retenir de ces chiffres ? Les habitants des 20 communes de la Réserve de biosphère savent combien les épisodes de pluies intenses peuvent être dévastateurs en montagne. Le passé et le présent l'ont démontré. Avec une atmosphère plus chaude (+1 °C pouvant entraîner +7 % d'humidité dans l'air par exemple) et même si le nombre de jours de fortes précipitations restera stable (+1 jour par an en moyenne), la probabilité que les événements extrêmes soient plus puissants est grande. Les chiffres de la TRACC indiquent une évolution relativement faible (valeurs médianes), mais chaque litre par mètre carré supplémentaire renforce les risques. Et pour protéger les personnes, les biens et les infrastructures, par principe de précaution, il est recommandé de se préparer aux valeurs les plus hautes.

Une ressource en eau plus fragile et imprévisible ?

Les effets combinés du changement climatique d'ici la fin du siècle auront une forte incidence sur la ressource en eau de surface (Durance, Guil, affluents permanents et temporaires, lacs, zones humides) et souterraine. Le réchauffement en toutes saisons, l'évolution du régime des précipitations et des événements climatiques extrêmes (vagues de chaleur, sécheresses, épisodes de pluies intenses), l'augmentation de l'évaporation et de l'évapotranspiration, la baisse du stock nival en hiver et au printemps, la fonte des glaciers-rocheux (Queyras, Ubaye) et de surface (eau de fonte des glaciers des Écrins via la Guisane



Figure 29. Évolution de l'intensité journalière des précipitations extrêmes (mm), selon la TRACC, sur le territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso : valeurs hautes des modèles climatiques régionaux (source Climadiag Agriculture et Forêt / réalisation : GeographR).

et la Gyronde), les besoins en eau des écosystèmes naturels (forêts, alpages…) et de la biodiversité, mais aussi les activités économiques (agriculture, élevage, tourisme, industrie, énergie) et la consommation en eau potable, joueront un rôle majeur sur le devenir de la ressource en eau à l'échelle de la Réserve de biosphère. L'une des difficultés majeures pour se projeter aux horizons 2050 et 2100, avec les niveaux de réchauffement de la TRACC, est notamment l'incertitude liée aux cumuls de précipitations aux pas journalier, mensuel, saisonnier et annuel, mais des tendances se dessinent pour anticiper l'avenir et agir.

Des travaux de modélisation de l'Inrae, basés sur les simulations du projet Explore2 (recharge potentielle des aquifères et débit), agrègent les connaissances à l'échelle de sous-bassins versants et utilisent des narratifs pour illustrer la dispersion des résultats des différents modèles climatiques et hydrologiques associés selon la TRACC. Parmi les 17 modélisations disponibles, quatre narratifs (narraTRACCs) différents sont explorés dans les fiches synthétiques de l'Inrae pour illustrer la variabilité des futurs possibles : par exemple, « diminution généralisée des débits, crues moins prononcées et étiages beaucoup plus sévères » ou « peu de changements sur le débit moyen, crues plus sévères et étiages légèrement plus sévères ». Ils sont à découvrir, mais chaque scénario correspond à l'interprétation des résultats d'un seul modèle. Une approche multi-modèles à différentes échelles spatiales est privilégiée ici.

Globalement, dans le sous-bassin « La Durance de sa source au Buëch », qui inclut principalement la Durance, le Guil et l'Ubaye, selon les valeurs basses et médianes, les débits moyens annuels et saisonniers des cours d'eau tendront vers une baisse aux horizons 2050 et 2100 par rapport à la période 1991-2020, ces anomalies ou écarts pouvant être très marqués, tout particulièrement en été (jusqu'à -78 %), mais aussi au printemps et en automne selon les valeurs basses. La baisse est toutefois toute relative au pas annuel et au printemps à l'horizon 2050 (stabilité des débits). Seuls les hivers, pour lesquels le débit médian sera supérieur (environ 30 %), font exception (Figure 30). Pour les valeurs hautes, le constat est différent avec des débits moyens supérieurs ou très supérieurs (+180 % en 2100) à la normale considérée.

Les étiages estivaux, qui correspondent au minimum estival des débits moyens sur 10 jours du 1er mai au 30 novembre, avec une période de retour de 5 ans, s'accentueront selon la valeur médiane par horizon dans le sous-bassin :

- -19 % [-60 ; +19] vers 2050,
- -35 % [-80 ; +14] vers 2100.

Les valeurs basses et hautes des débits moyens annuels et des étiages estivaux, qui ne sont pas à exclure des analyses et des stratégies d'adaptation locales, nuancent la tendance à la baisse : pour ces premières, les déficits seront très marqués pour les deux horizons, et pour les secondes, l'augmentation sera relativement élevée (voir chiffres ci-dessus).

-25 % de baisse des débits moyens médians des cours d'eau, en été, en 2050

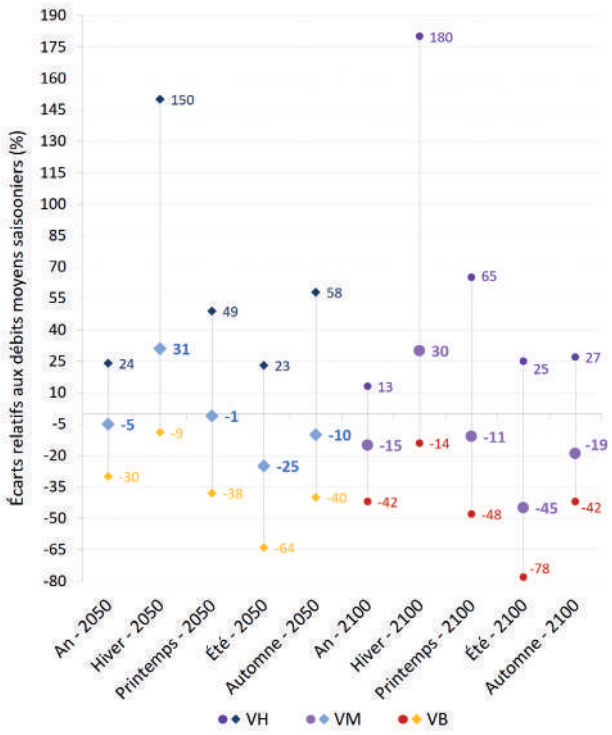


Figure 30. Écarts relatifs aux débits moyens saisonniers et annuels (%) selon la TRACC, par rapport à la période 1991-2020, dans le sous-bassin « La Durance, de sa source au Buëch », incluant Durance, Guil et Ubaye (source : Inra[23], Explore2).

[23] https://doi.org/10.57745/QDCSBZ

Au niveau plus spécifique de la Durance (entre Val-des-Prés et Argentière-la-Bessée), du Guil (à Eygliers) et de l'Ubaye (à Saint-Paul-sur-Ubaye), les étiages estivaux moyens[24], hors de périodes de retour, seront plus sévères (Figure 31). Ces ordres de grandeur montrent une tendance à la baisse, plus forte vers 2100, qui varie selon les cours d'eau et les points d'estimation.

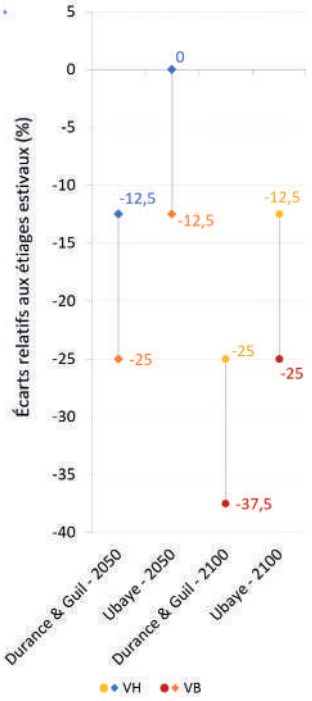


Figure 31. Évolution des étiages estivaux selon la TRACC au milieu et à la fin siècle : consensus pour 80 % des projections (Inrae, Explore2).

Pour l'ensemble du sous-bassin, les débits journaliers maximums annuels avec une période de retour de 10 ans seront équivalents à la normale 1991-2020 selon la valeur médiane par horizon :

- +2 % [-35 ; +61] vers 2050,
- -2 % [-40 ; +61] vers 2100.

Les valeurs basses indiquent toutefois une nette baisse des crues avec une période de retour de 10 ans, *a contrario* des valeurs hautes qui tendent vers une forte hausse des débits.

Le débit journalier maximal annuel de la Durance, hors périodes de retour, sauf à Argentière-la-Bessée, et de l'Ubaye (Saint-Paul-sur-Ubaye), sera légèrement minoré (-12,5 à 0 %) et légèrement excédentaire (0 à 12,5 %) sur le Guil (à Eygliers) en 2050. Il sera en baisse (jusqu'à -12,5 % pour la Durance et entre -25 et -12,5 % pour le Guil et l'Ubaye) en 2100. Le consensus est plus faible que pour les étiages, ce qui signifie que les incertitudes sont plus grandes pour le débit des crues.

Les anomalies des recharges annuelles moyennes des masses d'eau souterraine à l'échelle du sous-bassin indiquent une légère baisse de la ressource pour les valeurs médianes, une nette baisse pour les valeurs minimales et une hausse pour les valeurs hautes, surtout en 2050 :

- -1 % [-18 ; +22] vers 2050,
- -9 % [-26 ; +7] vers 2100.

La fonte de la neige plus précoce en fin d'hiver et au printemps entraînera très probablement un avancement des hautes eaux au printemps et un passage d'un régime nival à un régime pluvial plus rapide jusqu'en moyenne montagne, voire haute altitude, selon les échéances. Un décalage des crues d'automne vers le début de l'hiver est aussi probable. La disparition des glaciers de surface et rocheux d'ici 2050 et 2100 (la quasi-majorité d'entre eux auront disparu à la fin du siècle dans les Alpes du Sud) contribuera aussi à l'évolution des débits, surtout en été et au début de l'automne. Selon Pascal Dumoulin (SMAVD), « les eaux de fonte représentent moins de 5 % du volume annuel à Serre-Ponçon. L'influence des glaciers sur le régime hydrologique de la Durance est mal connue, mais l'écoulement des glaciers peut représenter jusqu'à 20 % du débit d'étiage de la Durance au mois d'août. Ce chiffre est plus grand pour les rivières plus dépendantes des glaciers, comme la Guisane ou la Gyronde » qui alimentent la Durance au niveau de la Réserve de biosphère du Mont Viso. L'incidence de la disparition des glaciers sera relativement faible sur le volume de la Durance, sauf en été où elle pourrait être plus significative. Le SMAVD souligne aussi « le rôle des glaciers rocheux (pergélisol sous forme de masse de débris rocheux mélangés à de la glace se déplaçant à très faible vitesse sur un versant), bien présent en Haute-Ubaye et dans la vallée de la Clarée, est encore méconnu. Avec le réchauffement climatique, ces glaciers

[24] Consensus pour 80 % des projections, sauf en Ubaye (Saint-Paul-sur-Ubaye) en 2050 où les incertitudes sont plus marquées.

actifs (qui se déplacent) et inactifs pourraient soutenir les débits durant l'été ces prochaines décennies avant leur disparition, comme lors de la sécheresse de 2022 dans la vallée de l'Ubaye », mais, en l'état actuel des connaissances, il est difficile d'évaluer dans quelle mesure. Leur contribution devrait éviter les tarissements des cours d'eau qui en dépendent, mais elle devrait rester relativement modeste en quantité brute.

Compte tenu de la complexité des simulations, ces résultats donnent des ordres de grandeur. Les débits de la Durance, du Guil et de l'Ubaye à l'avenir ne seront pas strictement équivalents aux valeurs basses, médianes ou hautes des modèles, mais à une situation mixte, intermédiaire. Même si les fourchettes d'incertitudes s'avèrent relativement grandes dans certains cas, il convient de retenir les tendances et d'adapter les stratégies locales aux champs des possibles. La sévérité des étiages et des crues sera plus prononcée qu'aujourd'hui parfois sur de longs mois, et sera assortie d'une plus grande fréquence des événements extrêmes, notamment pour les étiages. Avec ces étiages, les arrêtés de sécheresse se multiplieront à l'avenir.

Pour éviter ou au moins limiter les pénuries d'eau et les crises associées à l'avenir, il est recommandé de se baser sur la valeur basse (à défaut, une valeur intermédiaire entre la valeur basse et médiane). Malgré la baisse générale des débits au fil des décennies, les crues sont susceptibles de se produire en toutes saisons, surtout en automne, en hiver et au printemps, avec des phénomènes locaux très puissants (crues torrentielles, laves torrentielles…) et potentiellement plus dévastateurs. Les événements les plus exceptionnels dépasseront très probablement en intensité et en fréquence les événements passés.


© Tiphaine Etienne PNRQ

Focus 2
Le ralentissement de l'AMOC renverra-t-il la Réserve de biosphère du Mont Viso au Petit Âge glaciaire ?

Le ralentissement du Gulf Stream et son effet « réfrigérant » sont régulièrement évoqués dans les médias et sur les réseaux sociaux ce qui suscite des réactions, des polémiques, voire des controverses. Mais, avant d'aller plus loin, de quoi parlons-nous ? L'AMOC, c'est-à-dire la circulation méridienne de retournement de l'Atlantique, est un système complexe de courants marins, incluant le Gulf Stream (il ne faut pas le dissocier de l'AMOC), qui déplacent les masses d'eau chaude des tropiques vers le nord de l'océan Atlantique. Selon l'Ifremer, « cette circulation, souvent représentée de façon schématique comme un tapis roulant qui transporte de la chaleur du sud vers le nord, mais aussi des nutriments, du carbone et de l'oxygène, influence l'écosystème océanique et le climat des continents qui bordent l'Atlantique ». L'AMOC, en déplaçant la chaleur des basses vers les hautes latitudes, offre à l'Europe de l'Ouest, via la dérive nord-atlantique, un climat tempéré et doux.

Les scientifiques qui observent depuis quelques décennies l'AMOC essaient de comprendre son fonctionnement pour anticiper les évolutions climatiques probables. Même si les connaissances sont encore partielles, la communauté scientifique affirme que l'AMOC pourrait « s'affaiblir de 51 % d'ici 2100 en cas de scénario d'émissions de gaz à effet de serre modérées », soit un scénario proche de la TRACC. Que se passera-t-il si cette projection se confirme ? La Réserve de biosphère connaîtra-t-elle un climat plus froid et neigeux en hiver ? Le réchauffement cessera-t-il dans les Alpes du Sud ? Les précipitations seront-elles plus abondantes ? Il est encore trop tôt pour le dire. Les observations et les modélisations sont en cours, mais, contrairement à ce qui est souvent annoncé – une chute brutale de la température en Europe, l'AMOC pourrait conduire à des saisons plus radicales (hivers plus rigoureux, étés plus chauds et plus secs), une multiplication des tempêtes, des pluies plus intenses... Des travaux récents suggèrent même que l'AMOC amplifie depuis près de trois décennies le réchauffement climatique en Europe. Et attention aux fausses réjouissances : des hivers aussi froids qu'au Petit Âge glaciaire seraient-ils aujourd'hui les bienvenus dans la Réserve de biosphère du Mont Viso, avec tout ce que cela implique en termes environnementaux, sociaux et économiques ?

Il n'est ainsi pas l'heure de tirer des conclusions, mais un élément semble acquis : même en cas de refroidissement du climat en Europe, ce phénomène régional n'inversera pas le réchauffement climatique à l'échelle mondiale. Il n'est d'ailleurs pas exclu que le refroidissement en Europe s'avère plus limité que prévu et/ou seulement temporaire. L'actualité de l'AMOC ne doit donc pas détourner l'attention des décideurs.

Les futures simulations des modèles climatiques régionaux prendront mieux en compte ce phénomène naturel, ce qui permettra d'évaluer de manière plus fine les effets de ce ralentissement qui a démarré depuis quelques décennies, sachant que ce dernier est très certainement dû au réchauffement des océans et à la fonte des glaces, soit au changement climatique. Tout est lié…

5 Les impacts du changement climatique sur la santé, l'économie et le cadre de vie

Le changement climatique a une influence sur la santé, l'économie locale, le cadre de vie des habitants et des visiteurs ponctuels ou réguliers. Pour mieux évaluer les impacts à l'échelle de la Réserve de biosphère du Mont Viso, une analyse croisée et un cheminement pouvant mener à une nouvelle gestion territoriale sont proposés dans ce dernier chapitre.

5.1. Les impacts croisés du changement climatique

Les impacts du changement climatique, vu les évolutions du climat à l'échelle de la Réserve de biosphère du Mont Viso, ne peuvent pas s'entendre de manière isolée. Une approche systémique est à privilégier pour mieux comprendre et évaluer l'exposition et la sensibilité du territoire, et anticiper l'avenir. Afin de mettre en évidence la transversalité et les interdépendances locales, une analyse croisant trois variables structurantes de la société, la santé humaine, l'économie et le cadre de vie, et huit composantes territoriales est proposée ici, en cohérence avec les huit thématiques prioritaires présélectionnées par les acteurs locaux (cf. chapitre 1) :

- ressource en eau (en termes de quantité et de qualité pour la vie quotidienne, hors événements climatiques extrêmes classés en risques naturels),
- tourisme et loisirs,
- transport et mobilité,
- énergie et habitat,
- agriculture, élevage et alimentation,
- biodiversité (hors forêt),
- forêt,
- risques naturels (crues, inondations, glissements de terrain, chutes de blocs, avalanches…).

Ces composantes du territoire ont toutes, à des degrés variables, une influence directe ou indirecte sur la santé humaine, l'économie et le cadre de vie, sachant que ces trois variables sont également corrélées entre elles. Une économie prospère et/ou un cadre de vie agréable (paysages, qualité de vie), par exemple, ont une influence positive sur la vie des habitants, leur bien-être, leur santé physique et mentale… Croiser ces trois variables et les huit composantes revient en réalité à analyser de multiples combinaisons et interactions, car tout est lié, à l'instar des sociétés humaines, du système climatique terrestre et des écosystèmes naturels (incluant la biodiversité).

L'analyse croisée se divise en deux temps :

- une identification des impacts négatifs et positifs du changement climatique par composantes (elle ne vise pas l'exhaustivité),
- une évaluation simple des impacts du changement climatique, à travers les huit composantes, sur la santé humaine, l'économie et le cadre de vie à l'échelle locale.

Cette analyse semi-empirique, estimative, repose notamment sur les indicateurs climatiques (valeurs médianes) de la TRACC, à défaut, sur les scénarios RCP 4.5 et 8.5, détaillés dans ce cahier. L'intensité des impacts, des interactions et interdépendances entre variables et composantes est définie par les tendances climatiques générales entre aujourd'hui et 2100, agrégeant les effets du changement climatique aux échéances 2050 et 2100, et les vulnérabilités croisées. Cette première approche exploratoire offre une vision globale ayant pour objectif de faciliter l'intégration des enjeux sociétaux, climatiques et environnementaux dans les réflexions portant sur le futur du territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso, et de nourrir les récits collectifs invitant les acteurs du territoire à penser l'avenir autrement.



© David Tatin-Orbisterre

Quels sont les principaux impacts du changement climatique sur les composantes locales ?

Ressource en eau

Pour rappel, cette composante, qui joue un rôle transversal, fait référence aux tendances relatives à la quantité et la qualité de l'eau pour la vie au quotidien, hors événements climatiques extrêmes ou crises climatiques classés en « risques naturels ».

- Tendance à la baisse des ressources en eau de surface (rivières, torrents, lacs…) et souterraines en été et en automne.
- Tendance à la hausse des précipitations en hiver et au printemps.
- Baisse progressive de l'épaisseur moyenne du manteau neigeux avec une répétition des hivers faiblement enneigés.
- Période d'enneigement plus courte.
- Tendance à la baisse de l'humidité des sols (agricoles, forestiers, prairiaux…).
- Avec la hausse de la température, augmentation de l'évaporation et de l'évapotranspiration.
- Assèchement progressif des zones humides.
- Diminution de la disponibilité en eau pour la nature, le vivant, quand la consommation (activités humaines, nature) est la plus forte.
- Dégradation potentielle de la qualité de l'eau en lien avec la diminution de la quantité (dilution des polluants plus faible).
- Gestion et gouvernance plus contraignantes des infrastructures hydrauliques et de la consommation en eau : sécurisation et partage de la ressource pour satisfaire l'ensemble des besoins et usages (dont eau potable et agricole).

Tourisme et loisirs

- Recul des sports de neige en hiver et au printemps.
- Fermeture partielle ou totale de domaines skiables (ski alpin et nordique).
- Pratiques nautiques (rafting, canoë…) et sports d'eau (canyoning par exemple) plus limités du début de l'été au début de l'automne.
- Évolution des paysages (de nouvelles unités paysagères) et de la biodiversité locale.
- Une douceur relative de l'hiver rendant possible la pratique de la randonnée ou du VTT par exemple jusqu'en moyenne montagne.
- Intersaisons (printemps et automne) au climat plus doux favorisant les activités touristiques et sportives (nombre de touristes en hausse).
- Une attractivité du territoire plus forte en été lors des vagues de chaleur intenses et des canicules en plaine (touristes à la recherche de fraîcheur, notamment les urbains fuyant les villes surchauffées) pouvant se traduire par un besoin de régulation de la fréquentation touristique sur certains sites.
- Plus de touristes en haute montagne pendant les vagues de chaleur, en été.
- Avec le développement du tourisme aux intersaisons (ailes de saison), pression plus constante sur les écosystèmes naturels d'altitude, déjà fragiles et vulnérables : baignade répétée dans les lacs et les cours d'eau, dégradation et cueillette de la flore…
- Fonte du pergélisol en haute montagne : risque accru de chutes de blocs et de roches, sentiers devenant dangereux…
- Approvisionnement en eau des refuges soumis à de fortes tensions.
- En été, demande de climatisation dans les basses vallées, voire jusqu'en moyenne montagne (plus d'énergie consommée). *A contrario*, les hébergements touristiques seront moins gourmands en énergie en hiver, mais aussi aux intersaisons.
- Pollution à l'ozone troposphérique (à ne pas confondre avec l'ozone stratosphérique qui filtre les ultraviolets) qui perdurera : affectation de la santé humaine et végétale.

- Risque d'incendie limité sur le territoire, mais s'aggravant au fil des décennies, notamment dans les basses vallées.
- Arrivée de nouveaux habitants à l'année qui pourrait augmenter la pression sur le foncier.
- Forte demande d'aménagements pour la baignade : piscines, bassins et lacs artificiels...
- Forte demande de nouveaux espaces dans les hébergements touristiques : terrasses, jardins…
- Secteur touristique devant ses responsabilités qui doit contribuer aux efforts de décarbonation et d'adaptation au changement climatique, à la préservation des ressources naturelles (économies d'énergie et d'eau, sobriété), au développement de l'économie circulaire, à la protection des patrimoines locaux, à l'émergence de filières durables (constructions, matériaux, transport, approvisionnement, alimentation…).
- Évolution de la demande et de l'offre touristique pouvant nécessiter la création de nouveaux métiers et le développement de nouvelles compétences (formation initiale et continue des professionnels du tourisme).
- Nécessité de protéger les travailleurs extérieurs lors des épisodes climatiques intenses (vagues de chaleur, crues, inondations…), baisse de productivité du personnel, décalage des horaires de travail lors des canicules surtout dans les basses vallées….



Transport-mobilité

- Dilatation et déformation des rails possibles dans la vallée de la Durance lors des pics de chaleur.
- Sous l'effet des températures élevées, dégradation des revêtements routiers de surface.
- Baisse de la durée de vie des infrastructures de transport en montagne (vieillissement précoce) à cause des conditions climatiques.
- Dégradation des services avec une augmentation des temps de parcours, une hausse des émissions de GES, si usage de véhicules à combustion.
- Avec les vagues de chaleur et les canicules plus fréquentes et intenses, surchauffe des équipements et réduction du confort des passagers possibles, sauf si climatisation (plus d'énergie consommée).
- Avec le recul du froid, des routes moins glissantes en hiver de la fin de l'automne au début du printemps : moins de neige et de verglas.
- Diminution de l'enneigement limitant les périodes de fermeture des cols (désenclavement partielle du territoire de la Réserve de biosphère).
- Épisodes de précipitations intenses susceptibles de perturber la circulation routière.
- Coupure d'axes routiers avec les glissements de terrain, les chutes de blocs, les inondations, les crues, etc. : difficultés d'approvisionnement, d'accès aux soins ou de communication…
- Fonte du pergélisol pouvant déstabiliser les sols.
- Avec l'alternance de périodes sèches et humides, retrait-gonflement des sols argileux sur certains secteurs pouvant provoquer des fissures et déformer les chaussées.
- Augmentation probable du coût d'exploitation des infrastructures de transport jusqu'en moyenne montagne, malgré le recul du déneigement et du salage des routes : répétition des crises climatiques, renforcement de la sécurité routière…
- Hausse des températures facilitant l'usage de certains modes de transport (marche à pied, vélo…).
- Changement des temporalités probable pour cause de contraintes climatiques : modification des horaires de déplacements, suppressions de déplacements…
- Demande de décarbonation du secteur qui représente des investissements, un surcoût.
- Nécessité de protéger les travailleurs extérieurs lors des épisodes climatiques intenses (vagues de chaleur, crues, inondations…), baisse de productivité du personnel, décalage des horaires de travail lors des canicules surtout dans les basses vallées….

Habitat et énergie

- Comme pour les hébergements touristiques, avec un climat moins froid en hiver et aux intersaisons, diminution du besoin en chauffage (moins d'énergie dépensée). À l'inverse, plus d'énergie consommée en été avec la climatisation dans les basses vallées.
- Habitat de montagne généralement bien isolé pour lutter contre le froid, soit une isolation suffisante pour affronter les vagues de chaleur, mais attention aux systèmes de ventilation, à la taille des ouvertures souvent réduites (aération moins efficace), à la qualité des rénovations, des réhabilitations, des constructions neuves…
- Confort nocturne plus limité dans les habitats, avec l'apparition de nuits avec une température ≥ 20 °C dans les basses vallées.
- Face à la chaleur, plus grande fragilité des personnes âgées, des personnes malades, des personnes à mobilité réduite, des femmes enceintes, des enfants, surtout dans la vallée de la Durance.
- Phénomènes localisés de surchauffe urbaine dans les villes et villages dans la vallée de la Durance.
- Réchauffement climatique pouvant générer de nouvelles formes d'habitat et une possible baisse de vigilance des professionnels du bâtiment vis-à-vis de la performance de l'isolation. La demande d'espaces extérieurs, comme pour les hébergements touristiques, risque de croître de manière significative.
- Surveillance accrue de la stabilité des sols : risque de retrait-gonflement des argiles sur certains secteurs ou glissements de terrain par exemple.
- Remplacement des chaudières au fioul et au gaz (décarbonation, autonomie énergétique).
- Besoin de développer les énergies renouvelables (hydroélectricité, bois, méthanisation, énergie solaire…) pour contribuer à l'effort de décarbonation et renforcer l'autonomie énergétique.
- Adaptation de la filière bois : évolution de la santé des arbres, déclin de certaines espèces (ralentissement de la croissance, dépérissement), apparition de nouvelles essences…
- Baisse potentielle de la production d'hydroélectricité et de la production du bois.
- Développement de dispositifs de production d'énergie plus flexibles qu'aujourd'hui pour sécuriser les rendements.
- Équipements énergétiques encore plus menacés par les risques naturels.
- Nécessité de développer l'économie circulaire.
- Recul des moteurs thermiques (transport en commun, transport de marchandises, véhicules personnels…) au profit des véhicules électriques : surcoût, multiplication des bornes de recharge, augmentation de la production d'électricité locale…
- Nécessité de développer le transport multimodal et les mobilités douces pour réduire l'empreinte carbone.
- Acteurs économiques (entreprises, industries, services…) confrontés à une demande d'économie d'énergie et de sobriété : investissement, changement de pratiques, recrutement…
- Avec le réchauffement climatique, comme pour les hébergements touristiques, hausse du prix du foncier (renforcement des tensions locales).

Agriculture, élevage, alimentation

- Modification de la phénologie des plantes et des calendriers culturaux : dates de semis avancées, date de valorisation des troupeaux (stade épiaison de certaines graminées d'alpage atteint) plus précoce (en moyenne, à 2100 m d'altitude, 21 juin au milieu du siècle, 8 juin à la fin du siècle, au lieu du 4 juillet en 2010 [période 2000-2020]), allongement de la période d'estives, réduction du temps de séchage du fourrage…
- Réchauffement bénéfique à la végétation des prairies de montagne (accélération du verdissement, diminution de la sénescence…), mais, avec la répétition des vagues de chaleur et des sécheresses, probable déclin progressif de la production des pâturages et de la qualité de l'herbe.

- Mutations de la composition botanique des prairies (plus de légumineuses, moins de graminées).
- Diversification des cultures et rendements potentiellement supérieurs : émergence de nouvelles cultures, comme les fruits, légumes et fourrages plus résistants à la chaleur, développement d'espèces à plus forte valeur fourragère et économique…
- Plus grande flexibilité des agrosystèmes.
- Évapotranspiration plus forte et besoin en eau des cultures accru.
- Plus de stress thermique et hydrique des cultures et des animaux[25] (baisse de la production de lait, reproduction perturbée, réduction de l'activité, santé et bien-être dégradés…) surtout pendant la période estivale, pouvant se traduire par un recul de l'élevage par exemple.
- Perte de biodiversité des sols agricoles.
- Pollinisation perturbée par le changement climatique : modification du comportement des insectes.
- Changement du goût des produits locaux probable (lait, fromages, miel…).
- Cultures plus sensibles au gel tardif, surtout après une période de redoux en fin d'hiver ou au printemps (lourds dommages envisageables).
- Conditions climatiques favorables au développement et/ou à l'apparition de maladies, pathogènes, parasites et champignons.
- Besoins en irrigation accru : investissements, gestion plus conflictuelle des intérêts sectoriels…
- Moyens de stockage de l'eau à anticiper pour éviter les conflits d'usages, même ponctuels.
- Hausse de prix probable des produits agricoles et alimentaires pour les consommateurs, mais aussi des matières premières pour les professionnels.
- Nécessité de protéger les travailleurs extérieurs lors des épisodes climatiques intenses (vagues de chaleur, crues, inondations…), baisse de productivité du personnel, décalage des horaires de travail lors des canicules surtout dans les basses vallées….



Biodiversité (hors forêt)

- Stress thermique et hydrique du vivant.
- Modifications des conditions physico-chimiques des lacs d'altitude et des cours d'eau provoquant des mutations du compartiment biologique : risque d'eutrophisation (prolifération végétale, manque d'oxygène…) par exemple.
- Évolution de la biodiversité des sols (ne permettant plus de remplir leurs fonctions essentielles), de la diversité floristique des prairies, des alpages…
- Endommagement et disparition des zones humides de petite taille.
- Migrations géographiques d'espèces animales et végétales (si elles en ont les capacités).
- Érosion progressive (potentiellement rapide dans certains cas) de la biodiversité.
- Avec la remontée altitudinale des étages montagnards, rétrécissement des aires de distribution des espèces locales, réorganisation de l'ensemble des communautés animales et végétales.
- Répercussions sur la dynamique de reproduction des espèces animales et végétales.
- Désynchronisation de la relation entre les plantes et les pollinisateurs.
- Au fil du temps, introduction d'espèces invasives et exotiques multipliant les risques infectieux et les maladies vectorielles : dengue ou maladie de Lyme par exemple.
- Modification de la vie sociale des animaux ayant des conséquences sur le nombre d'individus, leur santé et leur survie (marmottes par exemple).
- Allongement de la durée de la saison pollinique et augmentation de la quantité de pollens dans l'air : accroissement des allergies (rhinite allergique, conjonctivite, asthme...).
- Biodiversité dépendante du changement climatique, mais aussi des activités humaines.

[25] En moyenne, à la fin du siècle, 42 jours de stress thermique pour les bovins à 2100 m d'altitude *vs* 5 jours en 2010 (période 2000-2020).

Forêt

- Évolution de la phénologie des arbres : modification des dates de débourrement, de floraison, de maturation et de sénescence des feuilles.
- Régénération plus difficile des jeunes plants.
- Avec le recul du froid, graines pouvant rester en dormance (germination inhibée).
- Rupture d'approvisionnement en eau (embolies).
- Arbres plus vulnérables aux gels précoces et tardifs.
- Avec le réchauffement, allongement de la saison de croissance des arbres, soit une augmentation de la productivité forestière pour la majorité des essences, mais avec le stress thermique et hydrique plus prononcé et l'évapotranspiration plus forte, forêts en souffrance à toutes les altitudes, ralentissement de la croissance de certaines essences, reproduction et cycle végétatif perturbés, affaiblissement des arbres les rendant plus sensibles aux attaques parasitaires (scolyte ou champignons par exemple), dépérissement et mortalité d'arbres…
- Grâce à leur plasticité, le mélèze et le pin à crochets devraient se maintenir, ce qui n'empêchera pas une altération de leur santé.
- Réduction de la capacité des forêts à fournir des services écosystémiques : séquestration et stockage du carbone atmosphérique, par exemple.
- Évolution de la biodiversité des sols forestiers.
- Migrations altitudinales progressives et lentes des forêts, limitées par la profondeur et les types de sols.
- Forêts anciennes plus sensibles au changement climatique que les jeunes forêts.
- Risque d'endommagement des forêts (nécroses et déficit foliaire, diminution de la teneur en chlorophylle des feuilles, décoloration des feuilles, mortalité des branches…) avec la pollution à l'ozone troposphérique favorisée par le changement climatique : les mélèzes et les pins cembro sont, par exemple, très sensibles.
- Risque incendie ne devenant pas négligeable, notamment dans les vallées.

Risques naturels

- Vagues de chaleur, canicules et sécheresses plus longues, fréquentes et intenses.
- Crues (dont crues éclairs), laves torrentielles et inondations potentiellement plus violentes, intenses et dévastatrices (infrastructures de transport, équipements, habitat…).
- Situations d'étiages, voire d'assecs (absence d'eau dans un cours d'eau), plus fréquentes et longues.
- Avec les pluies potentiellement plus intenses que par le passé, risque plus élevé de glissements de terrain, coulées de boue, chutes de blocs ou de pierres, érosion des sols (plus particulièrement après un incendie ou en cas de dépérissement de la forêt)…
- Dans un contexte de plus faible enneigement et d'hivers moins rigoureux, risque de sous-équipement pour le déneigement (épisodes abondamment neigeux toujours possibles à toutes les tranches altitudes, surtout au-dessus de 1500 m).
- Globalement, baisse du nombre et de la taille des avalanches de neige sèche et humide en basse altitude, mais…
- Évolution de la typologie des avalanches : en moyenne et haute altitude, risque accru d'avalanches de neige lourde et diminution d'avalanches de neige sèche, mais ces dernières sont encore à craindre (les plus destructrices).
- Répétition d'événements de pluie sur neige générant des crues avalancheuses de neige humide, y compris en plein hiver.
- Abondantes chutes de neige encore possibles au cours du siècle, notamment en haute altitude, suivies de périodes de redoux.
- Fonte du pergélisol : risque accru de chutes de blocs et de roches, effondrement de parois, sentiers devenant dangereux…
- Risque accru de routes bloquées pendant plusieurs heures, jours ou semaines selon le cas.

Ces différents impacts du changement climatique sur les huit composantes territoriales de la Réserve de biosphère du Mont Viso se traduisent par ricochet par des incidences sur la santé humaine, l'économie et le cadre de vie. L'analyse croisée (Figure 32) s'appuie sur une estimation de l'intensité des impacts entre variables structurantes et composantes territoriales. Chaque score est évalué en fonction des interactions et interdépendances locales, sachant que la Réserve de biosphère restera, malgré tout, un territoire privilégié en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les effets du changement climatique à l'échelle locale seront en effet moins sévères que dans la basse vallée de la Durance, par exemple, raison pour laquelle des évaluations peuvent paraître sous-estimées. L'impact de la ressource en eau sur la santé humaine par exemple, en dehors des crises climatiques, restera modéré, dans la mesure où la baisse de la ressource devrait affecter les besoins et les usages de manière ponctuelle ou régulière, mais l'adaptation des pratiques peut éviter ou limiter les restrictions et les conflits d'usages. L'essentiel (eau potable et agricole par exemple) sera assuré, si la gestion et la gouvernance de l'eau évoluent. Ce résultat *a priori* favorable ne doit surtout pas masquer les impacts de l'évolution rapide du climat sur le territoire de la Réserve, en lien avec les forts niveaux de réchauffement de la TRACC qui exigeront la mise en œuvre de politiques et stratégies d'adaptation très ambitieuses, coûteuses, appelées à transformer la vie locale. Un impact faible à modéré (Figure 32) est déjà un changement significatif à venir qu'il convient d'anticiper.

D'après le schéma, l'économie locale est la variable structurante la plus fragilisée par le changement climatique, toutes les composantes exerçant des pressions sur la vie économique locale. Les impacts sur l'agriculture de montagne sont à la fois négatifs et positifs, car la hausse de la température pourrait favoriser, dans une certaine mesure, son développement au moins jusqu'au milieu du siècle, mais, sans transitions agricole, alimentaire, énergique, environnementale et sociale, les conséquences néfastes l'emporteront. Certaines composantes territoriales, comme les risques naturels et la biodiversité, joueront un rôle majeur. Une crue ou un glissement de terrain qui détruit une infrastructure de transport, par exemple, pénalise fortement l'économie locale, temporairement ou durablement. De son côté, l'évolution de la biodiversité questionne tous les équilibres environnementaux, sanitaires, économiques, patrimoniaux…

Cette analyse croisée et son interprétation peuvent aider à la représentation simple des enjeux et risques pour penser le futur projet de territoire de la Réserve de la biosphère du Mont Viso. Les récits peuvent s'appuyer sur ce type d'indicateurs, en complément des outils déjà disponibles : charte du Parc naturel régional du Queyras, plan climat-air-énergie territorial du PETR du Briançonnais, des Écrins, du Guillestrois et du Queyras, plans locaux d'urbanisme, plans de mobilité…

Cette approche analytique a ses limites qui conduit à s'interroger sur une vision plus globale intégrant la santé humaine, animale et environnementale, et des politiques et stratégies locales en faveur d'une planification écologique concertée. Le concept *One Health* se prête à cet exercice.

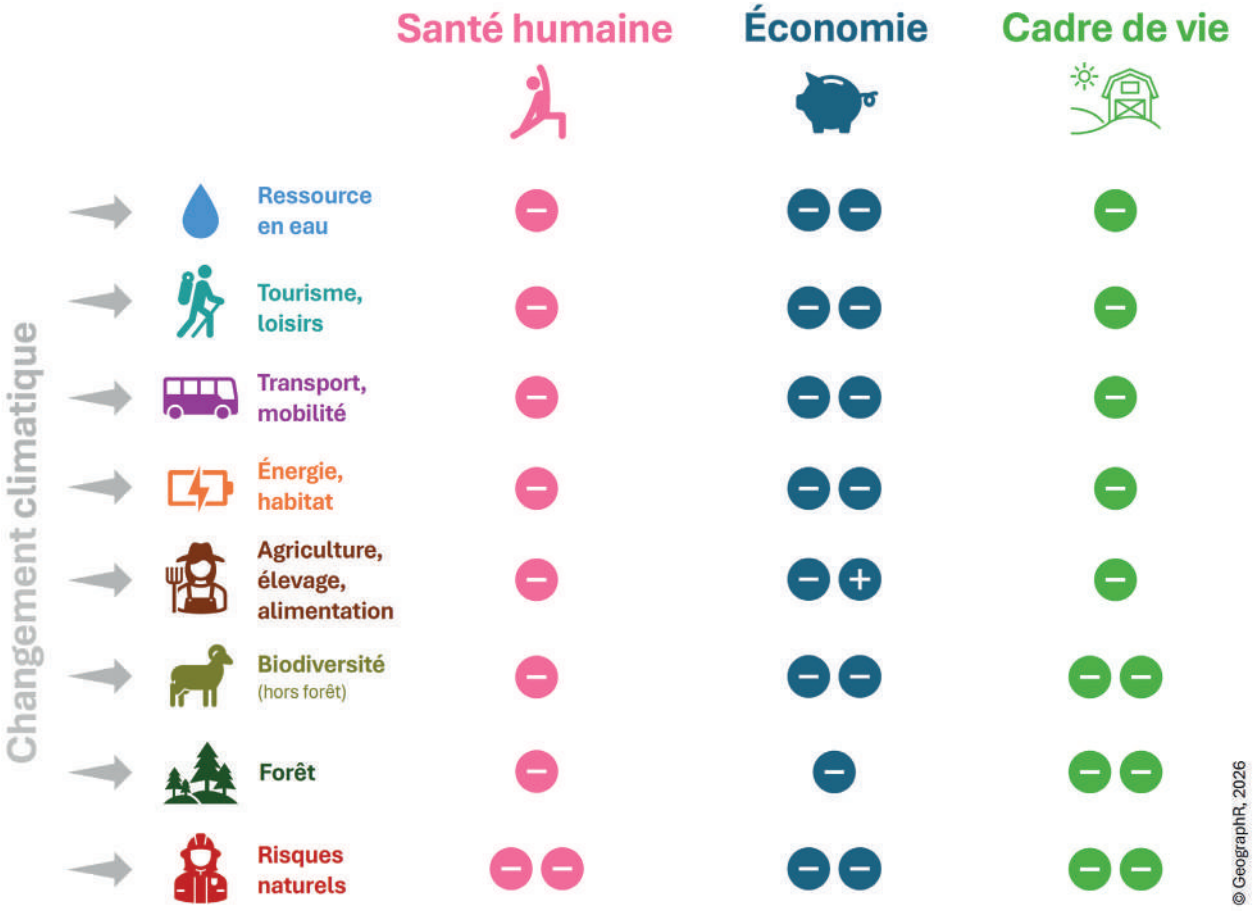


Figure 32. Analyse croisée des impacts du changement climatique sur la santé, l'économie et le cadre de vie, en lien avec 8 composantes de la Réserve de biosphère du Mont Viso, aux horizons 2050 et 2100 (© GeographR) : le score - ou + correspond à un impact, néfaste ou positif, faible à modéré et -- ou ++ à un impact, néfaste ou positif, modéré à fort (niveau le plus critique), afin de prendre en compte les valeurs hautes et basses de la TRACC.

5.2. Une approche globale *One Health* à intégrer aux politiques et stratégies locales

Le concept *One Health*, « une seule santé », qui n'est pas nouveau, repose sur l'idée que « la santé humaine, animale, végétale et celle des écosystèmes sont étroitement liées ». Elle suggère une « approche intégrée, systémique et unifiée de la santé publique, animale et environnementale, aux échelles locales, nationales et planétaire ». En 2021, un groupe d'experts a précisé son périmètre : « One Health *est une approche intégrée et fédératrice qui vise à équilibrer et optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes. Elle reconnaît que la santé des humains, des animaux domestiques et sauvages, des plantes et de l'environnement au sens large est étroitement liée et interdépendante. L'approche mobilise de multiples secteurs, disciplines et communautés à différents niveaux de la société pour travailler ensemble, afin d'améliorer le bien-être et de lutter contre les menaces pour la santé et les écosystèmes, tout en répondant au besoin collectif d'eau, d'énergie et d'air propres, d'aliments sains et nutritifs, en prenant des mesures contre le changement climatique et en contribuant au développement durable* ». Ce concept fait écho aux ambitions de la Réserve de biosphère du Mont Viso. La gestion territoriale est complexe, mais « une seule santé » est tout à fait compatible avec la planification écologique qui n'est autre que de la planification territoriale durable. Les récits territoriaux peuvent s'inspirer de cette approche transversale pour dérouler un fil rouge susceptible de mobiliser les acteurs locaux. La santé est un précieux levier pour faire converger les élus et les citoyens, car elle nous concerne tous.

En adoptant une vision transversale, il est facile de penser l'économie et le cadre de vie, mais aussi tout ce qui nous est cher, à travers la santé de tous : humains, faune, flore, écosystèmes marins et terrestres, pollutions (air, eau, sol)... Il ne serait pas raisonnable d'attendre la prochaine pandémie mondiale pour imaginer de nouveaux chemins menant à la transition écologique, à l'adaptation au changement climatique… L'Anthropocène, cette « nouvelle époque géologique qui se caractérise par l'avènement des hommes comme principale force de changement sur Terre, surpassant les forces géophysiques » (Vie publique) ne signifie pas que les êtres humains maîtrisent la nature et leur futur. Pour engager les récits, un cheminement en 10 étapes (Figure 33), sous forme d'infographie, marque le début d'une nouvelle histoire…



Un cheminement en 10 étapes menant à une nouvelle gestion territoriale

1

Depuis plus de 4 milliards d'années, fluctuations naturelles du climat

- Les principales causes des fluctuations naturelles du climat sont l'évolution de l'activité solaire, de l'orbite terrestre, des émissions volcaniques (gaz, aérosols) et des concentrations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.
- Les évolutions du climat sont lentes et progressives : le passage d'une ère glaciaire à interglaciaire (soit +4 à 5 °C à l'échelle planétaire), par exemple, demande plusieurs millénaires ou dizaines de millénaires.

2

Stabilité relative du climat depuis 10 000 ans

- La fin de la dernière grande glaciation conduit à l'Holocène (-11 700 avant le présent), période géologique caractérisée par des variations naturelles de faible amplitude.
- Ces variations sont des oscillations climatiques plus ou moins marquées qui ne remettent pas en cause la stabilité du climat dont dépend la vie des êtres vivants et leur répartition spatiale.

3

Une stabilité accompagnée de variations climatiques à forts impacts

- Cette relative stabilité climatique permet le développement de l'agriculture et des civilisations humaines, avec l'essor de la vie en communauté des êtres humains, mais…
- Des variations climatiques ont un fort impact sur la nature et les activités anthropiques : le Petit Âge glaciaire (1300-1850 après J-C.), par exemple, est à l'origine de la famine, de la propagation de la peste noire et de la surmortalité au début du XIV^{e} siècle. La Révolution française a aussi été partiellement provoquée par les mauvaises récoltes agricoles de 1787 à 1789 (hausse du prix du pain, famine partielle ou malnutrition) dues aux conditions météo.

4

Une stabilité climatique rompue par l'industrialisation

- À partir de la période 1850-1900, avec la combustion des énergies fossiles, les activités industrielles émettent des quantités massives de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère. Ce surplus de GES créé un déséquilibre entre l'énergie reçue et émise par la Terre, entraînant un rapide réchauffement climatique (bilan thermique terrestre positif).
- Des scientifiques alertent, dès la fin du XIX^{e} siècle, que les émissions de GES sont susceptibles provoquer un réchauffement climatique planétaire.
- Depuis 1880, la température de l'air a augmenté en moyenne de 1,2 °C à l'échelle planétaire, la hausse étant plus forte sur les surfaces continentales (le réchauffement est par exemple deux fois plus rapide sur le continent européen).

5

Le changement climatique contribue au changement global

- Le changement climatique engendré par l'industrialisation n'est en réalité qu'une composante du changement global qui affecte l'intégralité du vivant.
- Toutes les activités humaines (industrie, déforestation, agriculture, alimentation, transport, urbanisation…) provoquent une dégradation, voire une destruction totale, des écosystèmes naturels qui fournissent pourtant eau, nourriture, matériaux, régulent le climat, limitent les effets dévastateurs des catastrophes naturelles, protègent les sols et la santé de tous…
- L'érosion de la biodiversité marine et terrestre, la gestion non durable des ressources naturelles et la chute des services écosystémiques questionnent l'habitabilité même des territoires à court, moyen et long termes.

6

L'Anthropocène prend le relais de l'Holocène

- Les pressions des activités humaines ont de tels effets néfastes sur le climat et l'environnement à l'échelle mondiale que des scientifiques déclarent qu'un point de bascule est atteint vers 1950, car en seulement « deux générations, l'humanité est devenue une force géologique » : l'Holocène s'achève et l'Anthropocène s'impose comme une nouvelle période géologique.
- Depuis quatre décennies, en dépit des alertes insistantes et répétées de la communauté scientifique, les émissions de GES augmentent continuellement, malgré les chocs géopolitiques, économiques, sanitaires et énergétiques, et la dégradation des écosystèmes naturels se poursuit à un rythme élevé.
- Le changement climatique s'accélère et les limites planétaires relatives à la ressource en eau, la biodiversité, les sols, le climat… sont très majoritairement dépassées.

© GeographR, 2026

7 Le changement global s'accentue malgré des efforts

- Le réchauffement climatique pourrait atteindre +5 °C à l'échelle mondiale d'ici 2100, soit un écart thermique équivalent à un passage d'une ère glaciaire à interglaciaire, en seulement à peine plus de deux siècles. Notre climat interglaciaire « augmenté » remettrait en question toute la vie sur Terre.
- En réaction au changement climatique et à la dégradation rapide de l'habitabilité des territoires, des politiques et stratégies visant la réduction des émissions de GES, la préservation et la protection des écosystèmes naturels et des agrosystèmes (incluant la biodiversité associée) sont mises en œuvre.
- Des objectifs ambitieux sont fixés de l'échelle mondiale à locale, mais ils ne sont que partiellement atteints, faute de volonté politique et de moyens financiers suffisants.
- L'atténuation des émissions de GES et l'adaptation au changement climatique pour renforcer la robustesse et la résilience des territoires deviennent deux priorités dans les politiques publiques.
- Début 2026, la France introduit dans son code de l'environnement la Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) qui anticipe un niveau de réchauffement de l'ordre de 3 °C à l'échelle mondiale, soit 4 °C en France, en phase avec les politiques engagées et les promesses des pays dans le monde. L'État français demande aux acteurs territoriaux de tout mettre en œuvre pour adapter leurs écosystèmes naturels et humains à un tel niveau de réchauffement. Un effort encore mal évalué…

8 Des territoires confrontés à des défis majeurs

- Face aux pressions climatiques, environnementales et sociétales (crises sociales, économiques, géopolitiques…), l'exposition et la sensibilité des territoires évoluent négativement, ce qui accentue leur vulnérabilité.
- L'atténuation et l'adaptation dépendent grandement des politiques internationales et nationales, mais aussi des politiques locales.
- Même les territoires peu émetteurs de GES sont appelés à agir à leur mesure pour limiter le changement global, dont le changement climatique, afin de préserver leurs ressources naturelles (sols, eau, forêts…), leur dynamisme économique, leur attractivité, la qualité de vie et le bien-être de leurs habitants… Pourquoi ? Ils sont aujourd'hui tous dépendants de la mondialisation : transport, numérique, textile, alimentation…
- Pour tendre vers des politiques soutenables, les 20 communes de la Réserve de biosphère du Mont Viso peut s'appuyer sur le concept *One Health*.

9 Une approche globale *One Health* à intégrer aux politiques et stratégies locales

- Des impacts du changement global à limiter dans la Réserve de biosphère du Mont Viso : les équilibres des territoires reposent essentiellement sur la santé et la viabilité des écosystèmes naturels et humains.
- Le concept « une seule santé » propose une vision globale et systémique de la santé, partant du principe que la « santé publique, végétale, animale et environnementale aux échelles locale, nationale et planétaire » est étroitement liée.
- Cette interdépendance est un élément clé de la compréhension du fonctionnement de nos territoires, de nos écosystèmes naturels et du système climatique, et nécessite « une collaboration renforcée entre disciplines scientifiques et secteurs d'activité, dans une logique de prévention, de résilience et de durabilité ».
- Pour prendre en compte les interdépendances entre les principales composantes environnementales et sociétales de la Réserve de biosphère du Mont Viso, les approches doivent dépasser les logiques de gestion et de planification actuelles, faire évoluer les pratiques et les comportements, et modeler différemment le territoire en ouvrant le champ des possibles et en conservant ses atouts et singularités.
- Un nouveau récit territorial à une échéance donnée doit émerger en s'appuyant sur la charte du Parc naturel régional du Queyras, les plans et schémas (SRADDET, SCoT, PLUi, SAGE…) à l'œuvre, les volontés politiques et citoyennes, de nouveaux dispositifs participatifs facilitant l'acceptabilité sociale, économique et politique.

10 Vers huit composantes de la Réserve de biosphère du Mont Viso plus robustes et plus résilientes…

© GeographR, 2026

Figure 33. Du concept *One Health* à une gestion territoriale renouvelée au sein de la Réserve de biosphère du Mont Viso (© GeographR).

Perspectives

Ce cahier met en évidence les tendances climatiques de la TRACC et les impacts associés à l'échelle des 20 communes de la Réserve de biosphère du Mont Viso. Les niveaux de réchauffement de la TRACC en France métropolitaine (+2,7 °C en 2050, +4 °C en 2100), en phase avec les politiques et engagements actuels des pays en faveur de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, dépassent largement les seuils recommandés par le GIEC, soit +2 °C au maximum à l'échelle mondiale à la fin du siècle, l'équivalent de +3 °C en France métropolitaine. Pour la Réserve de biosphère, adapter son territoire de montagne à plus de 4 °C de réchauffement dès 2065-2070 est un défi majeur qui sera difficile à relever, mais l'effort d'adaptation aura le mérite de préparer les acteurs locaux aux chocs climatiques et de limiter autant que possible les effets de l'évolution rapide du climat. La TRACC, inscrite au code de l'environnement depuis début 2026, est une décision politique qui revient à demander aux territoires de s'adapter à un scénario socioéconomique, ni optimiste, ni pessimiste. Si le réchauffement est finalement en deçà des niveaux de la TRACC au cours de ce siècle, les acteurs locaux auront un peu de marge de manœuvre, ce qui s'avèrera positif, même s'ils devront quand même composer avec de fortes contraintes climatiques. Dans le cas contraire, ils subiront un changement climatique qui leur imposera d'improviser en permanence et de simplement réagir, au cas par cas, sans stratégie, aux phénomènes extrêmes qui se répèteront. S'adapter à la TRACC ne garantit donc rien, mais s'engager dans cette voie revient à limiter les menaces et les risques à venir, et à mettre en œuvre des solutions susceptibles de protéger les personnes, les biens, l'économie, les infrastructures, les écosystèmes naturels et les ressources, qui sont les piliers de la vie locale. Même si la Réserve de biosphère du Mont Viso est un milieu montagnard fragile et vulnérable, elle restera un territoire habitable et assez attractif ces prochaines décennies, si d'ambitieuses mesures encourageant l'adaptation et les transitions sont mises en œuvre. En termes de mobilisation et d'investissement des acteurs publics et privés, les enjeux et priorités sont encore difficiles à appréhender localement, mais il est nécessaire de s'astreindre à la TRACC pour respecter la règlementation en cours et surtout anticiper les bouleversements qui ont déjà commencé.

Au regard des indicateurs climatiques de la TRACC et des impacts, des incertitudes demeurent, mais les données et les connaissances sont assez robustes pour comprendre que les tendances ne sont nullement favorables, à quelques rares exceptions près dans le périmètre de la Réserve de biosphère. La précision des chiffres est largement suffisante pour faire des choix, imaginer les futurs possibles et limiter la maladaptation. Hors solutions clairement identifiables à l'échelle locale, les acteurs territoriaux ont le droit d'expérimenter, d'emprunter par erreur des fausses pistes, des impasses ou encore des chemins de traverse, mais leur devoir est de préserver ce qui peut l'être. En ce sens, la TRACC représente une opportunité, même si ce terme peut prêter à débat, pour tendre vers un modèle économique et social, plus écologique et juste. Les acteurs locaux y travaillent déjà avec des moyens limités. La question financière et économique est un frein, vu la situation du pays, mais elle ne doit pas empêcher des évolutions qui ne demandent pas toujours d'investissements lourds.

La Réserve de biosphère du Mont Viso et ses acteurs territoriaux ont les cartes en main pour penser un projet de territoire à la fois robuste et résilient, au moins jusqu'en 2050, et les scénarios permettant de le réaliser. Les analyses croisées entre santé, économie et cadre de vie montrent combien tout est imbriqué et lié. Combiner le concept *One Health* et la planification écologique est une piste à explorer pour interroger le passé et le présent, et imaginer les récits territoriaux qui rendront désirable la transformation du territoire de la Réserve de biosphère du Mont Viso.

Remerciements

Leurs conseils ont été précieux sur la ressource en eau et les avalanches :
- **Pascal DUMOULIN**, chef du service Ressource en eau, Syndicat mixte d'aménagement de la vallée de la Durance (SMAVD).
- **Gaétan HEYMES**, prévisionniste, Météo-France.
- **Éric SAUQUET**, directeur de recherche, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae).

Références bibliographiques et sitographie

À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ?
- Jean-Michel Soubeyroux, Brigitte Dubuisson, Sébastien Bernus, Raphaëlle Samacoïts, Fabienne Rousset et *al.*, *À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ?* Météo-France, 2024 ⟨hal-04797481v2).
- partie I : https://cnrs.hal.science/CNRM/hal-04797481v1
- partie II : https://meteofrance.com/sites/meteofrance.com/files/files/editorial/rapport-trajectoire-rechauffement-adaptation-changement-climatique-partie-2.pdf
- www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/comprendre/strategie/une-trajectoire-reference-pour-sadapter-au-changement-climatique#toc-des-projections-climatiques-alarmantes

Plateforme des données publiques françaises
www.data.gouv.fr/organizations/meteo-france/datasets

DRIAS Les futurs du climat
www.drias-climat.fr

Climadiag Commune
https://meteofrance.com/climadiag-commune

Climadiag Agriculture et Forêt
https://climadiag-agriculture.fr

ClimatHD
https://meteofrance.com/climathd

Explore2 Les futurs de l'eau
- https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/explore2
- https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/explore2-tracc
- https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/explore2-rapports_techniques

Méandre
https://meandre-tracc.explore2.inrae.fr/
https://meandre.explore2.inrae.fr/

DRIAS Les futurs de l'eau
www.drias-eau.fr

Rapports du GIEC
www.ipcc.ch/reports

Météo-France
https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers

GREC-SUD
- www.grec-sud.fr/wp-content/uploads/2021/01/Cahier_montagne_GREC_SUD_HD_octobre_2018.pdf
- www.grec-sud.fr/wp-content/uploads/2023/12/Synthese-foret-2023.11.14_Web_3pages.pdf
- www.grec-sud.fr/wp-content/uploads/2018/09/GREC_PACA_Cahier_Agriculture_Foret_ref.pdf

Diagnostic climat-énergie du Parc naturel régional du Queyras
- www.pnr-queyras.fr/diagnostic-changement-climatique (diagnostic et fiches)
- www.pnr-queyras.fr/ecmedias/2022/03/Synthese_diagnostic_climat-energie_Parc_Queyras.pdf

Infrastructures de transport
www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/dossiers-thematiques/secteurs-d-activites/infrastructures-transport

Glaciers
Darren B. Jones, Stephan Harrison, Karen Anderson, W. Brian Whalley, *Rock glaciers and mountain hydrology: A review, Earth-Science Reviews*, volume 193, 2019, Pages 66-90, ISSN 0012-8252, https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.04.001.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825218305609

AMOC
- Ifremer : www.ifremer.fr/sites/default/files/2024-07/cp_campagne_crossroad_fr.pdf
- CNRS :
  - www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/variabilite-climatique-intrinseque-de-latlantique-nord-un-amplificateur-du-rechauffement
  - www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/un-ralentissement-de-lamoc-revu-la-hausse-pour-la-fin-du-siecle

Notion d'habitabilité
https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/habitabilite

Concept *One Health*
- www.anses.fr/fr/content/one-health-une-seule-sante-pour-les-etres-vivants-et-les-ecosystemes
- https://sante.gouv.fr/grands-dossiers/article/one-health-l-approche-globale-une-seule-sante

Attractivité et habitabilité d'un territoire
- Barrioz Anne et Laslaz Lionel, 2025, *Habitabilité : tour d'horizon d'une notion et de ses limites, Géoconfluences*, janvier 2025 :
- https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/epistemo/articles/habitabilite
- https://api.la-nouvelleaquitaine.fr/wp-content/uploads/Attractivite-et-habitabilite-dun-territoire.pdf

Comment citer cette publication ?
Rossello Philippe, *La Réserve de biosphère du Mont Viso face au changement climatique*, projet LIFE Biospher'Adapt porté par la Réserve de biosphère du Mont Viso gérée par le Parc naturel régional du Queyras, juin 2026, 56 pages.

Ce cahier climatique met en avant les indicateurs de la Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) qui constitue « le fondement scientifique du troisième plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-3) articulés autour de cinq axes : protéger les personnes, assurer la résilience des territoires et infrastructures, adapter les activités humaines, protéger les patrimoines naturel et culturel, et mobiliser les forces vives de la nation ». La Réserve de biosphère du Mont Viso est ainsi appelée à adapter son territoire au changement climatique selon les niveaux de réchauffement de la TRACC. Ce cahier, commandé dans le cadre du projet Life Biospher'Adapt, a pour vocation d'évaluer l'ampleur du changement climatique à l'échelle locale, d'analyser les impacts associés de manière systémique, et enfin de nourrir les débats des acteurs locaux pour imaginer demain des récits et des scénarios prospectifs.


© Daniel Fretter, PNRQ

GeographR