

# Les changements climatiques récents dans l'Est Cantal



**Frédéric SERRE**

Mai 2022

## DIAGNOSTIC – Annexe 1.1



Rédaction du rapport d'étude : Frédéric Serre

Maîtrise d'ouvrage : Syndicat des Territoires de l'Est Cantal (SYTEC)



Suivi technique : Marie-Aimée Lemarchand, chargée de mission SCot Est Cantal

L'élaboration du PCAET Est Cantal est cofinancée par les collectivités, l'Etat (DETR 2020) et l'Union européenne.



## Résumé

---

Le SYTEC regroupe des territoires situés dans la partie orientale du Département du Cantal, au sud des Monts d'Auvergne. La configuration topographique de cet espace de moyenne montagne explique une diversité climatique assez marquée. Dans les monts du Cantal et du Cézallier, le climat est frais et bien arrosé toute l'année, sous l'influence des flux océaniques. Les bassins en position d'abri orographique bénéficient d'un climat moins arrosé, surtout en hiver, ensoleillé et doux. La plaine de Saint-Flour, les monts de la Margeride, les monts d'Aubrac et les contreforts orientaux du Cézallier se définissent par un climat océanique dégradé. Les changements climatiques en cours sont analysés à partir des observations locales réalisées depuis 1960 dans les stations météorologiques du réseau de Météo-France. Les résultats permettent de confirmer et d'affiner les tendances observées à l'échelle régionale. Sans surprise, les températures augmentent à un rythme soutenu depuis ces dernières décennies. En revanche, l'évolution des précipitations est assez hétérogène et plus complexe à appréhender. Elles diminuent dans les monts du Cantal et de la Margeride, surtout en raison de la baisse des apports hivernaux et printaniers, alors qu'elles sont stables voire en légère hausse dans la partie médiane des territoires du SYTEC. Les tendances sont incertaines également pour les épisodes de fortes pluies et de sécheresse. Malgré ces nuances, les ressources en eau diminuent globalement en raison des pertes par évapotranspiration, surtout au printemps et en été, impactant de nombreuses activités comme l'agriculture qui joue un rôle majeur dans ces territoires. Enfin, la diminution sensible des niveaux d'enneigement interroge le devenir des loisirs neige. La prise de conscience des changements climatiques par les habitants, le monde professionnel et les élus des territoires se traduit par une réflexion autour des stratégies d'adaptation à mettre en œuvre.

La deuxième édition de ce rapport d'étude a pour objectif de compléter les séries climatiques trentennales, en intégrant les données de l'année 2020.

## Sommaire

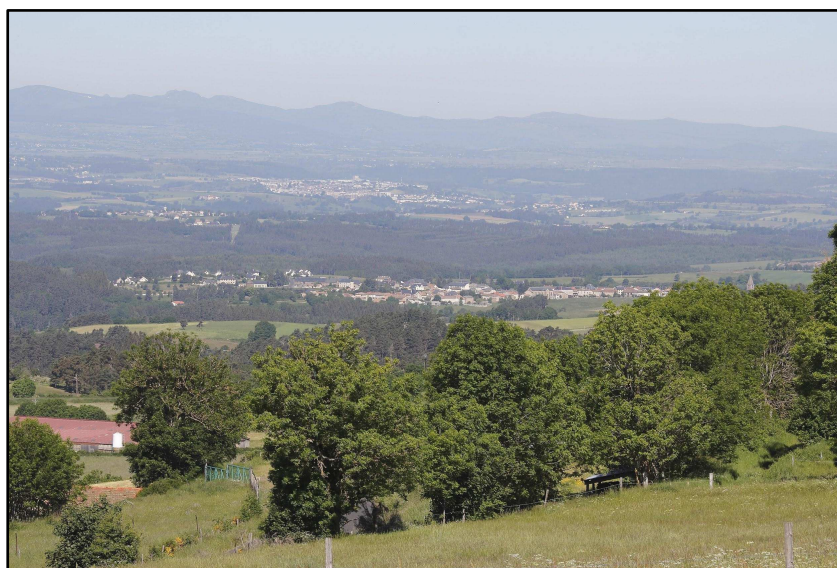
---

Résumé	p. 3
1 - Contexte et enjeux	p. 5
2 - Les sources et les données exploitées	p. 7
3 - Les traits généraux du climat	p. 11
4 - Vers un climat plus doux	p. 19
5 - L'évolution des précipitations et la question des ressources en eau	p. 25
6 - L'évolution de l'enneigement et les impacts sur les activités de loisirs neige	p. 32
7 - Changements climatiques et impacts sur le territoire : synthèse	p. 36
Conclusion	p. 38
Bibliographie et sitographie	p. 39

# 1. Contexte et enjeux

---

Le Syndicat des Territoires de l'Est Cantal (SYTEC) s'étend sur trois communautés de communes : celle du Pays Gentiane, structurée autour de Riom-ès-Montagne, celle de Hautes Terres communauté, structurée autour du Murat, celle de Saint-Flour Communauté, structurée autour de Saint-Flour. Il s'agit d'un espace de moyenne montagne, où les altitudes, qui dépassent souvent 800 m, se relèvent en direction des monts du Cézallier au nord, des monts de la Margeride à l'est, des monts d'Aubrac au sud et des monts du Cantal à l'ouest, où se situe le Plomb du Cantal, point culminant à 1855 m (figure 1).



**Figure 1 - Vue d'ensemble du secteur d'étude**

Au premier plan, paysage de prés-bois de la retombée occidentale des monts de la Margeride et Ruynes-en-M., au plan intermédiaire St-Flour et la planèze, en arrière-plan, les crêtes des monts du Cantal.

*Cliché F. Serre (mai 2020)*

Les territoires du SYTEC sont majoritairement ruraux. Ils regroupent 42 000 habitants et les densités moyennes de population, en baisse ces dernières décennies, sont aujourd'hui proches de 15 hab./km<sup>2</sup> (INSEE, 2020). La ruralité s'exprime aussi par la place importante de l'agriculture. En 2016, la production agricole est un secteur d'activité qui représente 16 % du total des emplois du secteur d'étude (INSEE, 2020). Elle est tournée essentiellement vers l'élevage allaitant et laitier et permet le développement d'une filière agro-alimentaire solide, notamment via la filière lait - fromage. L'agriculture est aussi garante de la qualité paysagère et patrimoniale : paysages ouverts associés au pastoralisme, savoir-faire patrimonialisés comme les AOP fromagères, image de nature et d'authenticité, etc. Ainsi l'agriculture participe-t-elle à la qualité du cadre de vie et à l'attractivité des territoires du SYTEC, un atout non négligeable dans un contexte de baisse de la population.

Les pratiques agricoles extensives sont également un atout en termes de biodiversité. En effet, la diversité naturelle des milieux (climat, substrat géologique, pentes, altitudes, sols) et le pastoralisme expliquent la richesse écologique des territoires du SYTEC : habitats des landes et des pelouses (estives, prairies de fauche), habitats rocheux (falaises, éboulis, murets), habitats forestiers (hêtraies-sapinières), habitats des tourbières et des eaux continentales, etc. La superficie importante en zone

Natura 2000, les arrêtés de protection de biotope, les Espaces Naturels Sensibles et la Réserve Naturelle Régionale des tourbières du Jolan et de la Gazelle témoignent des enjeux écologiques forts sur le secteur d'étude.

Des événements récents comme la sécheresse de l'été 2019 ou la faiblesse des niveaux d'enneigement durant l'hiver 2019-20 rappellent que le pastoralisme, la sylviculture, ainsi que les activités de loisirs (neige, nature) dépendent étroitement des conditions climatiques et en particulier de la disponibilité de la ressource en eau. C'est aussi le cas de la richesse écologique et de la pérennité de certains habitats comme les tourbières ou les combes à neige en altitude. Ces événements météorologiques semblent s'inscrire dans un contexte de changements climatiques qui interrogent le devenir des territoires. A ce titre, le SYTEC a lancé depuis 2016 une stratégie globale de développement durable, dans le but d'élaborer un projet à moyen terme qui vise à s'adapter aux réalités locales des changements environnementaux et à leurs impacts sur les activités économiques et sur la qualité de vie des habitants.

L'étude présentée ici s'inscrit dans ce projet. Il s'agit d'améliorer les connaissances sur le climat local, en rappelant ses principales caractéristiques à partir de données récentes (1991-2020), son évolution depuis les années 1960, les projections à court et moyen terme, les impacts sur les territoires. Cette étude s'appuie sur les travaux de recherche et sur les expertises qui se sont multipliés depuis le début des années 2000.

A l'échelle globale, les rapports publiés régulièrement par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) permettent de comprendre les mécanismes des changements climatiques et proposent des projections via la modélisation à l'échelle des grandes zones climatiques, des continents et des pays.

A l'échelle du Massif central et des monts d'Auvergne, à la demande des institutions et du monde professionnel, plusieurs travaux ont été conduits dans le cadre d'une approche plus opérationnelle. On peut citer notamment la DATAR Massif central et le PNR des Volcans d'Auvergne qui se sont intéressés aux conséquences des changements climatiques sur les loisirs neige et le tourisme hivernal (Serre, 2010 ; Serre, 2018). La Réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy a lancé également plusieurs études sur les impacts des changements climatiques sur la biodiversité (Serre, 2014 ; Projet européen LIFE Natur'Adapt). Les chambres consulaires agricoles, quant à elles, se mobilisent à travers un vaste programme pour évaluer les effets des changements climatiques (projet AP3C lancé en 2015 - SIDAM et COPAMAC, 2020). Enfin, la Région Auvergne Rhône-Alpes travaille dans le cadre d'une approche globale, afin de mesurer les impacts dans les domaines de l'agriculture, du tourisme et de la sylviculture (ORECC, 2017). Les travaux récents d'A. Poiraud (2020) offrent aujourd'hui une analyse et une compilation des ressources bibliographiques sur la question des changements climatiques à l'échelle des monts d'Auvergne et du Cézallier.

Afin d'appréhender les changements climatiques et leurs conséquences sur le secteur d'étude, on s'appuiera à la fois sur les résultats de ces travaux, mais aussi et surtout sur les données météorologiques des postes du réseau Météo-France et sur des enquêtes de terrain auprès des habitants.

## 2. Les sources et les données exploitées

---

L'étude des changements climatiques sur les territoires du SYTEC s'appuie essentiellement sur une analyse statistique, à partir des séries de données climatologiques produites et diffusées par Météo-France. Ces données sont issues des mesures au sol réalisées quotidiennement par les bénévoles ou par les stations automatiques localisées dans la partie orientale du Département du Cantal, ainsi que dans le nord-ouest du Département de la Haute-Loire (figure 2). Ponctuellement, les observations réalisées dans le massif voisin des monts Dore pourront compléter ces données pour pallier les manques en altitude. Les postes de mesure ont été sélectionnés en fonction de la représentativité spatiale et temporelle des séries de données : fiabilité des mesures, durée et continuité des séries, répartition géographique des postes.



**Figure 2 - Parc d'instrumentation du poste météorologique de Coltines**  
*Cliché F. Serre (mai 2020)*

### **2.1. La fiabilité des mesures**

D'une manière générale, les mesures météorologiques réalisées dans les secteurs de montagne sont sujettes à caution pour des raisons techniques liées à l'instrumentation et aux conditions climatiques. Dans le Massif central, la fréquence élevée des vents forts fausse la mesure des précipitations et complique l'observation des hauteurs de neige (Serre, 2001). C'est aussi le cas dans le Cantal oriental, où les séries exploitables sur l'enneigement sont peu nombreuses.

### **2.2. La durée et la continuité des séries**

La principale difficulté quand on travaille sur les changements climatiques est d'obtenir de longues séries de données cohérentes et comparables dans la durée. Pour rappel, l'Organisation Météorologique Mondiale fixe à 30 ans la période nécessaire pour définir le climat dans une région donnée: régimes moyens des températures et des précipitations, fréquences des phénomènes, etc.



Cette période de 30 ans permet ainsi de lisser la variabilité interannuelle du climat associée aux conditions de circulation atmosphérique : répartition inégale des flux océaniques, méditerranéens, continentaux et nordiques d'une année sur l'autre. Les "normales" climatiques sont ainsi définies et ajustées toutes les décennies : 1961-90, 1971-2000, 1981-2010, etc. Déterminer les changements climatiques indépendamment de la variabilité interannuelle des conditions de circulation atmosphérique nécessite donc de raisonner sur un pas de temps supérieur à 30 ans, l'idéal étant de comparer des périodes trentennales entre elles.

Dans le cadre de cette étude, la période 1991-2020 a été choisie pour dresser une photographie du climat actuel du Cantal oriental. Au vu de la rapidité des changements en cours, ce choix garantit une analyse plus en accord avec la réalité du climat actuel en comparaison avec la normale 1981-2010. De plus, on peut s'appuyer sur un nombre de stations météorologiques un peu plus élevé par rapport à 1981-2010, même si sur 1991-2020, on perd des postes intéressants, comme Montgreleix dans le Cézallier (déplacement du poste d'observation en 2015).

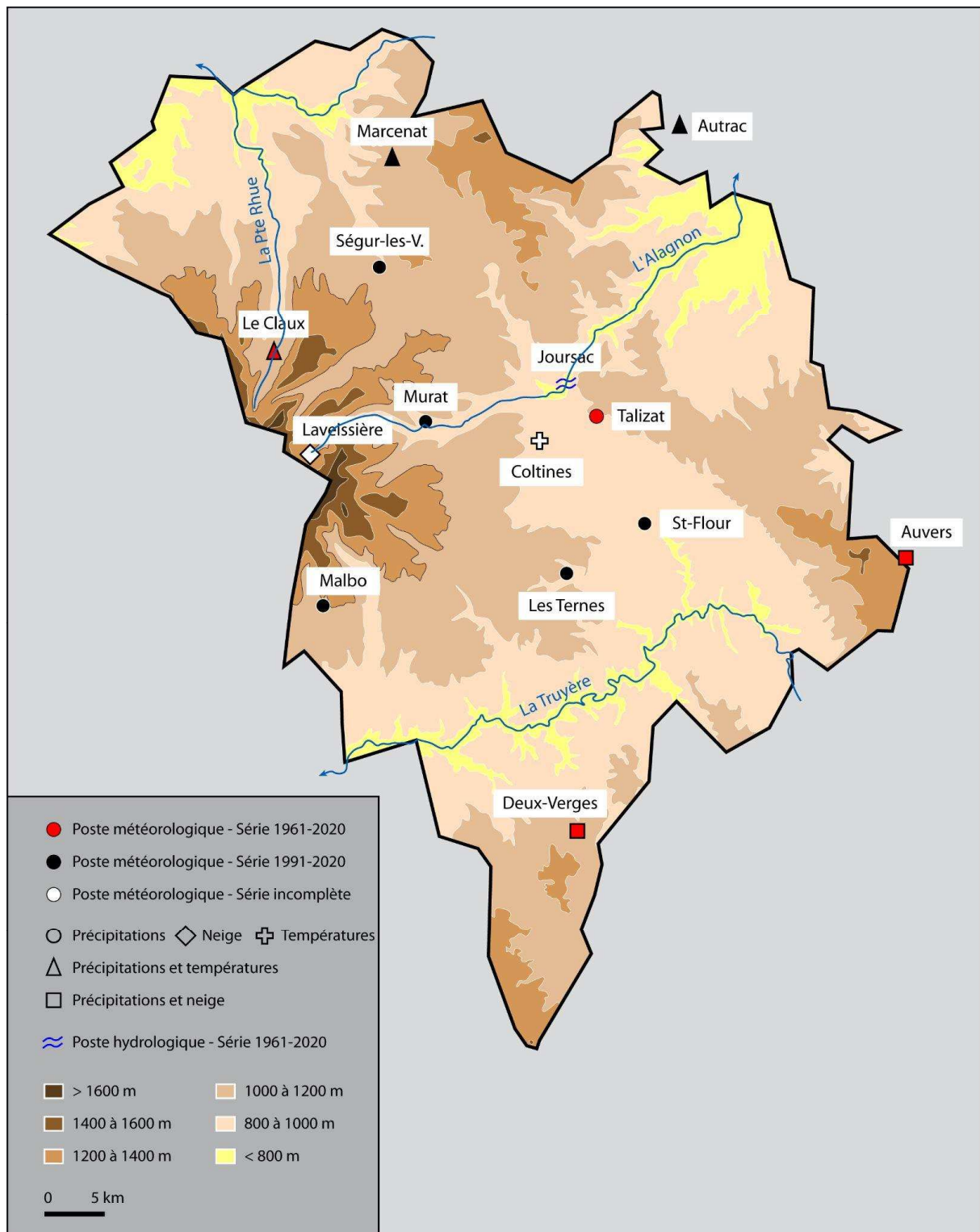
Pour les changements climatiques, au regard des données disponibles au moment de l'étude, nous avons choisi de travailler sur 60 ans, en comparant les périodes 1961-90 et 1991-2020. Il est difficile de remonter avant 1960 car cela réduit sensiblement le nombre de séries exploitables.

La base de données Météo-France propose de nombreuses séries de mesures sur la période étudiée ; chacune des séries est identifiée par le nom de la commune où elle se localise. L'exploitation de cette base de données nécessite cependant un regard critique. D'une part, les sites de mesure ont parfois été déplacés à l'intérieur des communes, suite au déménagement ou au décès d'un observateur (Massiac, Dienne, Saint-Flour, etc.). Or les conditions du site de mesure définies par l'altitude, la nature du substrat, l'albédo (les surfaces claires - fort albédo - réfléchissent davantage le rayonnement solaire que les surfaces sombres - faible albédo) et la proximité des obstacles, impactent les valeurs de températures, de précipitations ou d'enneigement. Il est donc préférable de travailler à partir des seules stations qui n'ont pas été déplacées, ou bien uniquement sur de courtes distances. D'autre part, il est souhaitable d'éviter les séries qui contiennent des lacunes (mois ou années manquantes). Dans cette étude, la seule série lacunaire retenue est celle de Laveissière (le Lioran), car elle renseigne sur l'enneigement à une altitude supérieure à 1200 m. Enfin, pour pallier ces difficultés (déplacements des postes, lacunes), on peut également s'appuyer sur les séries homogénéisées mises à disposition par Météo-France. C'est le cas de la série de précipitations de Talizat utilisée dans cette étude.

### ***2.3. La répartition géographique des postes météorologiques***

Au final, treize stations du réseau de Météo-France ont été retenues pour cette étude (figure 3). Quatre d'entre elles peuvent fournir de longues séries de données sur la période 1961-2019 : Le Claux (nord Cantal – 1050 m), Deux-Verges (nord Aubrac - 1100 m), Auvers (nord Margeride - 1130 m) et Talizat (nord de la planèze de Saint-Flour – 980 m). Neuf séries plus courtes ont été exploitées afin de mieux appréhender les nuances climatiques locales : Marcenat (ouest Cézallier – 1080 m), Autrac (Cézallier oriental - 810 m), Ségur-les-Villas (vallée de la Santoire – 1050 m), Murat (haute vallée de l'Alagnon – 900 m), Laveissière - le Lioran (cœur du Cantal – 1240 m), Malbo (sud Cantal - 1200 m), Coltines (planèze de Saint-Flour - 980 m), les Ternes (planèze de Saint-Flour - 960- m) et Saint-Flour (910 m). Certes, les stations altiligériennes d'Autrac et d'Auvers n'appartiennent pas strictement aux territoires du SYTEC, mais elles permettent de compléter le réseau cantalien dans des secteurs mal représentés. Enfin, les séries sur les précipitations sont plus nombreuses que celles sur les températures et sur l'enneigement.





Les lacunes spatiales touchent essentiellement les secteurs d'altitude. En effet, jusqu'aux années 1990, les observations étaient réalisées par des professionnels ou des bénévoles rattachés à Météo-France. Dans ces conditions, le maillage des postes météorologiques variait essentiellement en fonction de la densité de population, excluant de fait les zones non habitées en permanence, localisées au-dessus de 1200 – 1300 m dans les monts d'Auvergne, avant le développement des sports d'hiver. C'est pourquoi

nous ne disposons pas de longues séries de données exploitables au-dessus de 1300 m d'altitude dans le Cantal, ce qui représente une réelle contrainte quand on travaille sur la ressource nivale en lien avec les pratiques de loisirs neige. Depuis les années 1990, la mise en place de stations météorologiques automatisées permet de pallier ces lacunes spatiales, mais la fréquence élevée des vents forts perturbe la mesure des précipitations et de l'enneigement (voir supra). C'est le cas du poste d'Albepierre-Bredons à Prat-de-Bouc (1405 m) mis en place en 2017.

Pour compléter le réseau des stations météorologiques, nous avons travaillé avec une station hydrologique, afin d'étudier l'évolution des ressources en eau en lien avec les débits : il s'agit de la station de Joursac, sur l'Alagnon, qui draine à ce niveau un bassin versant de 310 km<sup>2</sup>, au nord-est du Département du Cantal.

En plus des données statistiques, il semble important d'alimenter notre réflexion en intégrant des éléments sur la perception des changements climatiques et sur les adaptations envisagées par les acteurs et les habitants des territoires du SYTEC. A ces fins, nous nous sommes appuyés sur les travaux réalisés par plusieurs groupes d'étudiants du Master "Valorisation du patrimoine et développement territorial" de Limoges, sur la thématique "changements environnementaux et prospective territoriale", dans les bassins de vie de Murat et Riom-es-Montagne, à la fin de l'année 2019. Dans ce cadre, des enquêtes sur la question des changements climatiques ont été effectuées sous forme d'entretiens individuels auprès des agriculteurs, des professionnels du tourisme et des élus (Corrigou, Hue, Pujol et al., 2019).

### 3. Les traits généraux du climat

---

Les traits du climat dans une région donnée s'expliquent par la combinaison des facteurs aérologiques (conditions de circulation atmosphérique et types de temps associés) et des facteurs topographiques (relief, altitude, etc.). A l'échelle du Massif central et des monts d'Auvergne, le relèvement de l'altitude se traduit par des températures fraîches, des précipitations assez abondantes, souvent sous forme de chutes de neige ou d'épisodes pluvio-neigeux en hiver, et des vents forts fréquents. Toutefois, il existe des nuances locales marquées. En effet, par convention, on oppose d'une part les parties externes du Massif central, qui correspondent aux secteurs ouest et sud-ouest des monts d'Auvergne, marqués par une forte nébulosité, des précipitations fréquentes, des amplitudes thermiques limitées, et d'autre part, les parties internes du Massif central, qui correspondent à la partie orientale des monts d'Auvergne, plus ensoleillée et moins humide. Ces oppositions apparaissent également à l'échelle du secteur d'étude, comme le montrent les données climatiques présentées ci-dessous, qui, sauf indications contraires, ont été calculées sur la période 1991-2020.

#### **3.1. Les conditions de circulation atmosphérique**

De par sa position géographique au sud des monts d'Auvergne, le secteur d'étude est soumis aux flux océaniques. C'est le cas en particulier des sommets des monts du Cantal, du Cézallier et de l'Aubrac qui connaissent une forte nébulosité et des précipitations abondantes tout au long de l'année. Mais au-delà des principales lignes de crêtes, sur la planèze de Saint-Flour et à l'est du Cézallier, l'influence océanique s'estompe au bénéfice des influences méditerranéennes et continentales. Les flux méditerranéens peuvent engendrer des précipitations abondantes, en particulier durant l'automne. Quant aux flux continentaux, ils sont associés aux temps froids et peu arrosés en hiver, orageux en été.

#### **3.2. Des températures fraîches**

Le tableau 1 fournit les valeurs des températures moyennes à l'échelle annuelle, les valeurs du mois le plus doux et celles du mois le plus frais, ainsi que le nombre annuel de jours de gel, dans quatre stations témoins. D'une manière générale, les températures moyennes annuelles sont relativement fraîches, proches de 8 °C vers 1000 m d'altitude. Toutefois, le froid hivernal n'est pas excessif. En effet, si le nombre de jours de gel est assez élevé, les températures moyennes du mois le plus froid (janvier ou février) restent positives au-dessous de 1100 m dans les stations sélectionnées, en raison des redoux associés aux flux océaniques et méditerranéens observés toute l'année. Enfin, février et novembre représentent les mois les plus irréguliers : par exemple, au Claux, en février 2005, les températures moyennes sont inférieures à -3 °C, alors qu'en février 2020, elles dépassent 5 °C.

Les nuances locales à l'échelle du secteur d'étude s'expliquent d'abord par les différences d'altitude. Au-dessous de 800 m, les températures moyennes dépassent 10 °C et le nombre de jours de gel chute (61 jours seulement à Autrac). A l'inverse, près des plus hauts sommets des monts du Cantal, en tenant compte d'une part d'un gradient de 0,6 °C par tranche d'altitude de 100 m, et d'autre part des mesures de la station du réseau Infoclimat localisée à 1660 m dans le massif voisin des monts Dore<sup>1</sup>, on peut estimer que les températures moyennes annuelles s'abaissent au-dessous de 5 °C, garantissant des conditions clairement hivernales habituellement dès le mois de novembre (figure 4).

---

<sup>1</sup> L'association Infoclimat a été créée en 2003. Elle regroupe des passionnés, amateurs de météorologie qui ont mis en place au fil des années un réseau d'observations au sol, à partir de stations semi-professionnelles, en respectant les conditions d'implantation, pour disposer d'une base de données complémentaire à celle du réseau de Météo-France. On en dénombre aujourd'hui une centaine en France.

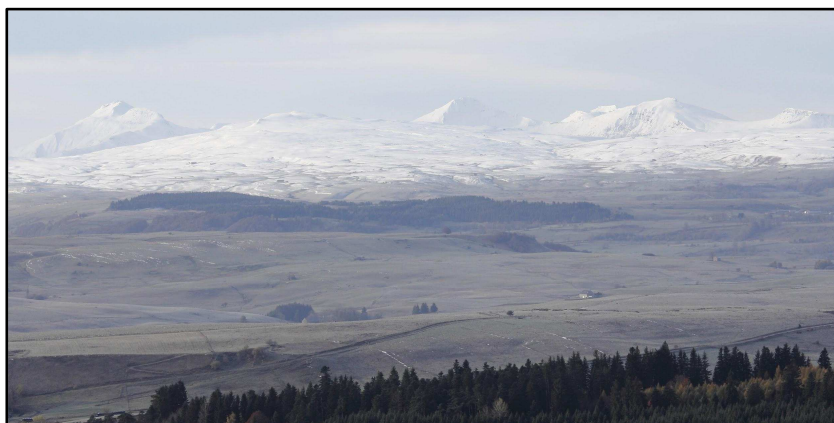
	Températures - Période 1991-2020			
	Moyenne annuelle (°C)	Moyenne mensuelle maximale (°C)	Moyenne mensuelle minimale (°C)	Nombre de jours de gel
Autrac - 810 m	10,5	19,2 (Août)	2,7 (Janvier)	61
Le Claux – 1050 m	8,4	16,3 (Juillet)	1,3 (février)	109
Coltines – 980 m	7,8	16,1 (Juillet)	0,4 (Janvier)	129
Marcenat – 1080 m	7,7	15,8 (Août)	0,5 (Janvier)	111

**Tableau 1 – Températures dans le Cantal oriental**

Les cellules grisées représentent les postes du Département du Cantal - Les données de Coltines sont calculées sur la période 1994-2020.

*Calculs effectués d'après les données de Météo-France – Réalisation F. Serre*

La position géographique joue également un rôle discriminant. En premier lieu, on observe une fraîcheur accentuée à Coltines, au cœur de la planèze de Saint-Flour, qui cumule 129 jours de gel, c'est-à-dire la valeur maximale des postes étudiés. En second lieu, les amplitudes thermiques entre le mois le plus doux et le mois le plus frais sont observées dans les deux postes localisés dans la partie orientale du territoire d'étude (Coltines et Autrac). Ces données illustrent les oppositions locales entre les zones internes du Massif central, à tendance plus continentale, et les zones externes, ici sous forte influence océanique, décrites et analysées par les climatologues comme P. Estienne (1956) ou G. Staron (1993).



**Figure 4 - Plateau du Limon, puy Mary et puy de Peyre Arse - Vue depuis les monts du Cézallier**  
*Cliché F. Serre (novembre 2019)*

### 3.3. Une répartition inégale des précipitations

D'une manière générale, les précipitations sont assez abondantes dans le secteur d'étude en comparaison avec les valeurs nationales : dans les différentes stations témoins, les volumes annuels oscillent entre 710 et 1620 mm et l'automne est souvent la saison la plus arrosée (tableau 2). La variabilité interannuelle est contenue : le coefficient de variation<sup>2</sup> qui s'élève en direction de l'est et du sud est compris entre 12 et 17 %.

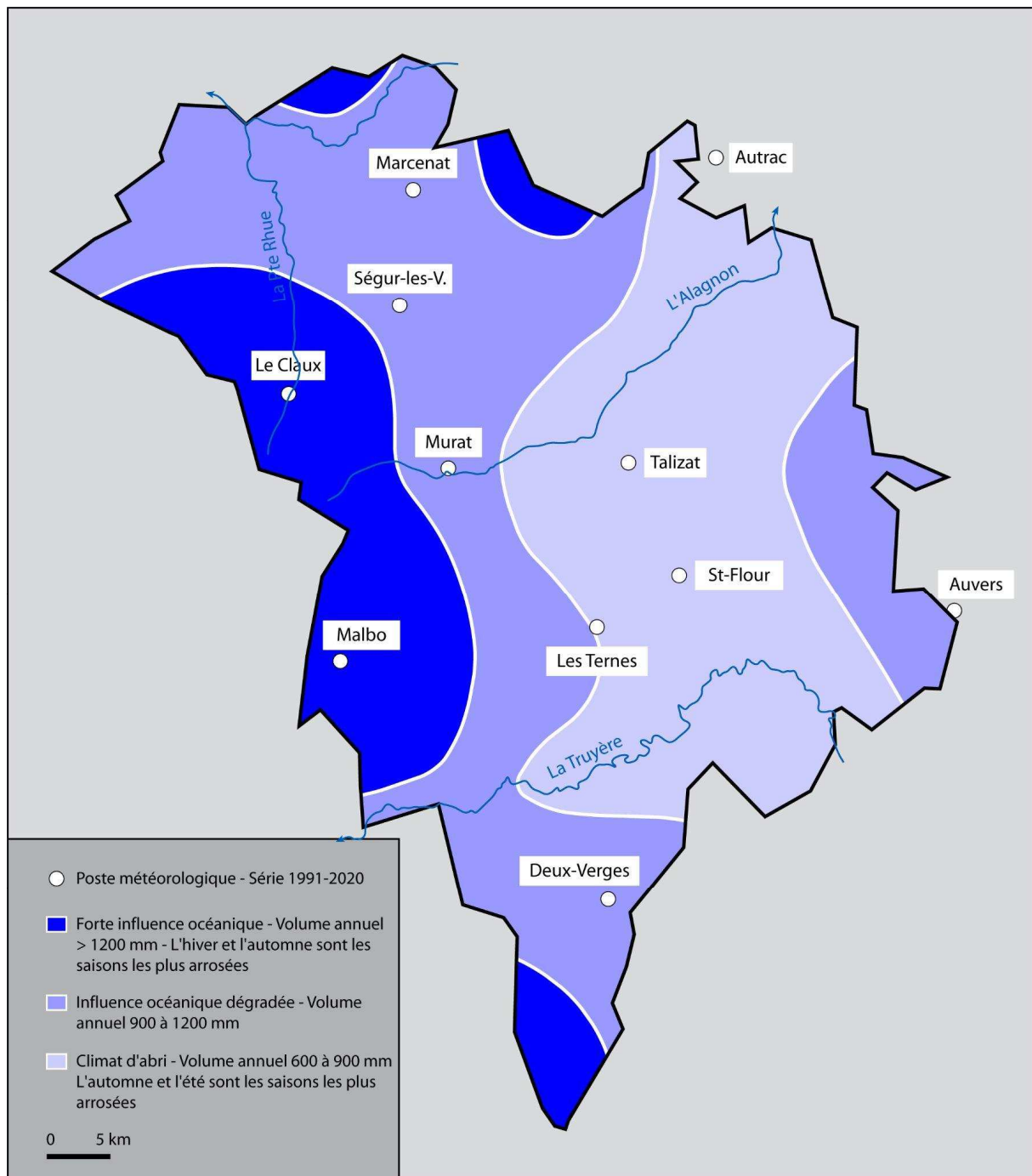
	Régime des précipitations		
	Moyenne annuelle (mm)	Régime saisonnier	Coefficient de variation (%)
Le Claux – 1050 m	1507	H - A - P - E	13,5
Malbo – 1200 m	1613	H - A - P - E	13,1
Murat – 900 m	1018	A - H - P - E	14,7
Les Ternès - 960 m	916	A - H - P - E	12,9
Séгур-les-Villas - 1050 m	1081	A - H - P - E	12,4
Marcenat – 1080 m	1185	A - P - E - H	12,1
Deux-Verges -1100 m	1021	A - P - H - E	14,1
Auvers - 1130 m	1045	A - P - E - H	15,8
Autrac- 810 m	712	A - E - P - H	16,5
Saint-Flour - 910 m	801	A - E - P - H	14,5
Talizat – 980 m	757	A - E - P - H	15,2

**Tableau 2 – Précipitations et types de climat dans le Cantal oriental**

Les cellules en bleu foncé représentent le climat océanique, en bleu moyen le climat océanique dégradé, en bleu clair le climat d'abri. La colonne sur le régime saisonnier indique les saisons des plus arrosées aux moins arrosées: P=Printemps, E=Été, A=Automne, H=Hiver.

*Calculs effectués d'après les données de Météo-France sur la période 1991-2020 – Réalisation F. Serre*

<sup>2</sup> Le coefficient de variation permet de mesurer la dispersion relative d'une série statistique. Il se calcule en divisant l'écart-type par la moyenne de la série. Le résultat est souvent fourni en pourcentages, c'est aussi le cas dans le cadre de cette étude. Par exemple, un coefficient de variation de 10 % signifie que le volume des précipitations d'une année donnée s'écarte en moyenne de 10 % du volume annuel moyen calculé sur la période de référence (1991-2020).



**Figure 5 - Répartition géographique des précipitations et des types de climat dans le Cantal oriental - Source Météo-France - Réalisation F. Serre**

Toutefois, dans le détail, on observe des nuances entre les parties occidentales du secteur d'étude, les plus arrosées, et les parties médianes et orientales. Ce dégradé ouest - est s'explique par l'effet de foehn associé aux flux d'ouest. En effet, les masses d'air venues de l'océan doivent s'élever pour franchir les reliefs. Ces ascendances orographiques entraînent un refroidissement des masses d'air, une condensation de la vapeur d'eau (formation de nuages) et des précipitations parfois soutenues.



A l'inverse, sur les versants orientaux, les masses d'air sont subsidentes, ce qui entraîne une hausse des températures relativement rapide, ainsi qu'une diminution des précipitations, dans une ambiance plus lumineuse. Les contrastes les plus notables apparaissent en hiver. Par exemple, à Malbo, on enregistre 488 mm d'eau en moyenne (cumul décembre, janvier et février), contre 144 mm à Talizat, poste localisé 30 km au nord-est de Malbo, soit un rapport de 1 à 3,4. Au final, l'analyse des régimes des précipitations permet de distinguer trois situations distinctes, correspondantes aux nuances climatiques régionales définies à l'échelle du Massif central par P. Estienne (1956): le climat de moyenne montagne océanique, le climat d'abri et le climat océanique dégradé (figure 5).

La bordure occidentale du territoire appartient à "la marée océanique" (Estienne, 1956), avec des précipitations abondantes, voire très abondantes, comme au cœur des monts du Cantal (> 2000 mm par an). L'hiver est la saison la plus arrosée et connaît de fréquents épisodes de précipitations intenses : le seuil de 50 mm en 24 heures est ainsi dépassé trois hivers sur cinq sur la période 1991-2020 au Claux. L'automne subit aussi des abatements d'eau intenses, comme en novembre 1994 avec 115 mm relevés en 24 heures au Claux.

Le climat d'abri est bien représenté sur la planèze de Saint-Flour et dans les bassins topographiques, entre Massiac et Ruynes-en-Margeride (figure 6). La faiblesse relative des précipitations annuelles (600 à 900 mm par an) et la proportion relativement élevée des précipitations estivales (26 à 27 % du total annuel) expriment la continentalité de ce type de climat. Les orages peuvent donner des précipitations intenses, essentiellement en été et en septembre, où les cumuls supérieurs à 50 mm en 24 heures ne sont pas rares. C'est le cas à Saint-Flour où, sur la période de référence 1991-2020, la valeur maximale de 108 mm en 24 heures a été enregistrée en septembre 1995.



**Figure 6 - Le bassin de Massiac représentatif du climat d'abri, doux, lumineux et peu arrosé**  
*Cliché F. Serre (mai 2020)*

Enfin, le climat océanique dégradé s'étend sur les contreforts du Cézallier, de la Margeride et de l'Aubrac. Ici, le volume des précipitations annuelles varie entre 900 et 1200 mm et l'automne est la saison la plus humide. D'ailleurs les précipitations intenses sont fréquentes à cette saison: à Deux-Verges, sur la période 1991-2020, le seuil de 50 mm en 24 heures est dépassé près de une année sur trois en automne. Plus à l'est, à Auvers, les traits de la continentalité s'expriment davantage avec une fréquence accrue des précipitations intenses en été. En effet, pendant la saison estivale, le seuil de 50 mm en 24 heures est dépassé près d'une année sur trois, notamment en juillet 1993, avec 132 mm, soit la valeur maximale de la période étudiée. Toutefois, l'influence océanique est encore présente:



d'ailleurs pour l'observateur de la station météorologique d'Auvers, "*ici, la pluie c'est par vent d'ouest*" (entretien réalisé en mai 2020).

Au final, les nuances climatiques locales sont essentiellement liées à l'inégale influence des flux océaniques qui se traduisent par la répartition hétérogène des précipitations avant tout hivernales. La géographie des précipitations impacte aussi la répartition des apports neigeux dans le Cantal oriental.

### 3.4. Un enneigement précaire

D'après les travaux de climatologie, les chutes de neige sont relativement fréquentes à l'échelle du Massif central (Estienne, 1956 ; Staron 1993 ; Serre, 2001, 2014, 2018) : on dénombre en effet 40 à 60 jours de chutes de neige entre 1000 et 1200 m d'altitude. Mais les redoux, surtout lorsqu'ils sont accompagnés de vents forts et de pluies, entraînent une fonte répétée de la neige au sol entre les différentes phases d'apports, et les épaisseurs maximales du manteau neigeux demeurent généralement modestes. Enfin, il apparaît que l'altitude est un élément discriminant majeur, l'enneigement augmentant rapidement au-dessus de 1200 - 1300 m, sauf sur les versants directement exposés aux vents d'ouest et de sud.

Les caractères de l'enneigement dans la partie orientale du Cantal sont similaires à ceux décrits à l'échelle du Massif central. En effet, d'après les données des stations témoins, entre 1000 et 1200 m d'altitude, on observe 40 à 60 jours de neige au sol entre décembre et mars, mais les épaisseurs maximales ne dépassent pas 50 cm un hiver sur deux (tableau 3). On observe ainsi un enneigement en dents de scies, où se succèdent plusieurs séquences d'enneigement continu pendant la saison froide, comme le montre l'exemple de l'hiver 1994-95 (figure 7). Par ailleurs, la variabilité interannuelle est très marquée : à Auvers par exemple, on dénombre 109 jours de neige au sol en 2005-06 contre 33 jours seulement l'hiver suivant.

	Enneigement entre décembre et mars			
	Nombre de jours de neige au sol – Valeur médiane	Épaisseur maximale en cm – Valeur médiane	Fréquence des hivers où les épaisseurs dépassent 50 cm (%)	Fréquence des hivers où les épaisseurs dépassent 100 cm (%)
Deux-Verges – 1100 m	40	20	3	0
Auvers – 1130 m	56	30	23	0
Laveissière / Le Lioran – 1240 m	90	70	68	36

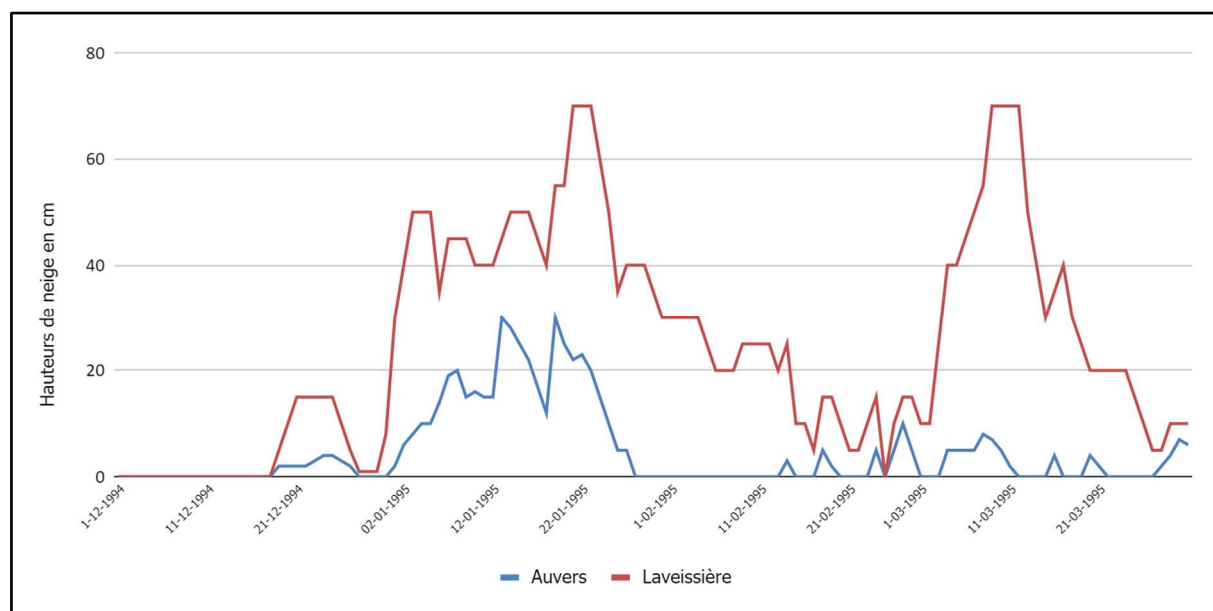
**Tableau 3 – Enneigement dans le Cantal oriental**

Il manque trois hivers à Laveissière 1991-92, 1992-93 et 1993-94. On considère qu'il y a neige au sol quand il est recouvert par la neige à plus de 50 % de sa surface. Les épaisseurs du manteau neigeux sont mesurées en un point représentatif d'une hauteur moyenne.

*Calculs effectués d'après les données de Météo-France sur la période 1991-2020 – Réalisation*

En revanche, au-dessus de 1200 m, la durée et l'épaisseur du manteau neigeux s'accroissent de manière significative. Au Lioran (1240 m), au coeur du massif du Cantal, entre décembre et mars, un hiver sur deux, on relève plus de 90 jours de neige au sol et les épaisseurs maximales dépassent 70 cm. Les observations personnelles réalisées depuis 2004-05 dans le massif voisin des monts Dore confirment cette tendance, avec un enneigement habituellement quasi continu de décembre à mars au-dessus de 1500 m et des épaisseurs maximales qui dépassent le mètre plus d'un hiver sur deux. De plus, la variabilité interannuelle diminue avec le relèvement de l'altitude. Enfin, près des sommets, les dernières plaques de neige disparaissent en général en juillet.

Par ailleurs, à altitude égale, la précarité de l'enneigement tend à s'accroître lorsqu'on s'éloigne des secteurs les plus arrosés pendant la saison froide, susceptibles de recevoir des cumuls neigeux abondants. Ainsi les monts du Cézallier, de l'Aubrac et de la Margeride sont-ils défavorisés en comparaison avec le massif cantalien.



**Figure 7 - L'enneigement à Auvers et Laveissière lors d'un hiver caractéristique 1994-95 - Source Météo-France - Réalisation F. Serre**

Enfin, il est important d'insister sur la grande diversité des conditions d'enneigement à l'échelle des versants, en lien avec la fréquence élevée des vents forts près des sommets. En effet, dès 1000 m d'altitude, à Coltines et à Marcenat, on dénombre déjà 55 à 60 jours de vents forts par an. Plus haut en altitude, dans le massif voisin des Monts Dore, à Chastreix-Sancy, à 1385 m, on dépasse 130 jours par an<sup>3</sup>. Enfin, il existe un effet d'accélération sensible sur les crêtes, sur les sommets et aux passages des cols, où les vitesses maximales du vent peuvent dépasser 150 km/h. Dans ces conditions, des volumes de neige importants sont déplacés entre les versants exposés aux vents dominants et les versants sous le vent, au moment de la chute, et postérieurement, tant que la neige reste mobilisable.

<sup>3</sup> Les vents forts sont définis par des vitesses maximales instantanées supérieures à 16 m/s. Les calculs sont effectués à partir des données de Météo-France.

De plus, les redoux associés aux flux océaniques et méridionaux entraînent une fonte accélérée du manteau neigeux. Au final, sur les versants dénudés exposés à l'ouest et au sud, l'enneigement est très précaire. A l'inverse, les versants exposés au nord et à l'est, en particulier ceux de forme concave, conservent durablement la neige (Serre, 2001).

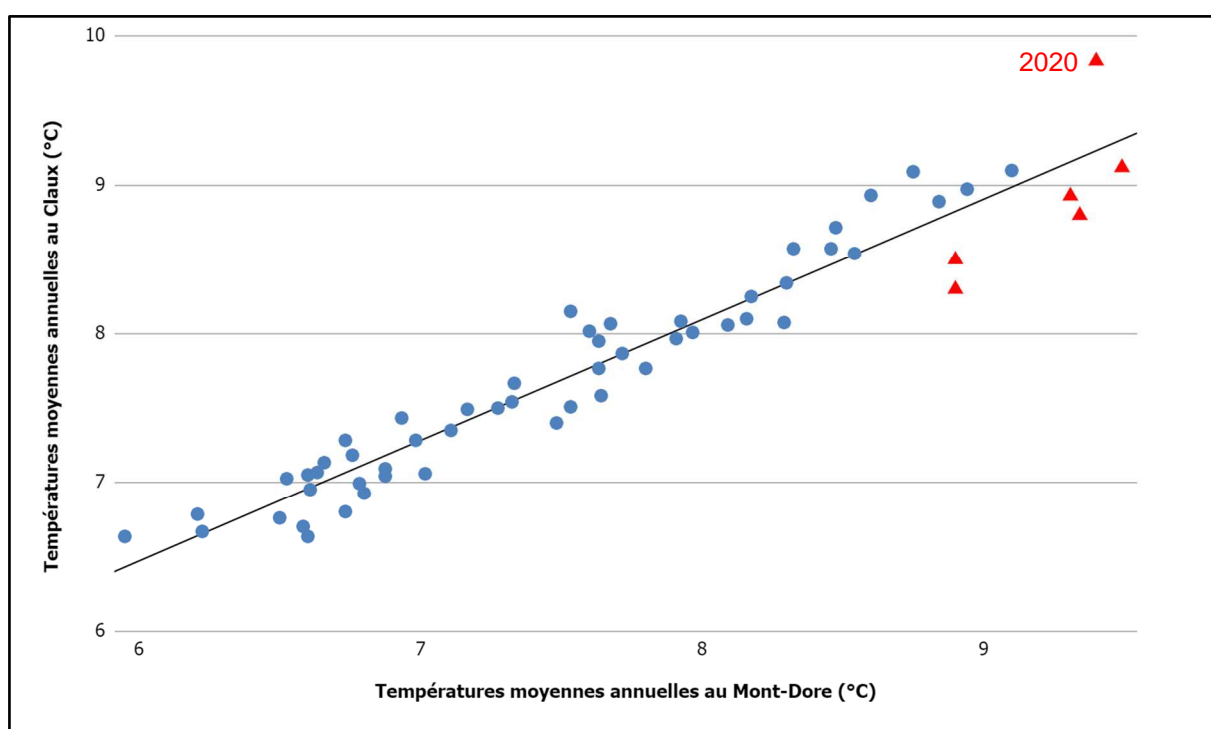
#### Les traits généraux du climat dans les territoires du SYTEC

- Un climat de moyenne montagne au carrefour des influences océaniques, continentales et méditerranéennes
- Des nuances locales marquées en raison de la topographie : altitude, orientation des lignes principales de relief et exposition des versants
- Un climat océanique dégradé sur la majorité des territoires, avec des précipitations assez abondantes, des températures fraîches, un enneigement précaire
- Un climat océanique montagnard, frais, très humide et bien enneigé en hiver au coeur des monts du Cantal
- Un climat d'abri, doux et peu arrosé dans les bassins topographiques de la partie médiane

## 4. Vers un climat plus doux

D'après les travaux du GIEC (2013 et 2019), à l'échelle globale, les changements climatiques contemporains se manifestent d'abord par une hausse moyenne des températures de surface, estimée à 0,85 °C entre 1880 et 2012. Le rythme de la hausse des températures s'accélère depuis les années 1970-80, il est évalué aujourd'hui à 0,2 °C en moyenne par décennie. Par ailleurs, la hausse des températures est plus rapide sur les continents ainsi qu'aux hautes latitudes.

A l'échelle du Massif central et des monts d'Auvergne, des études récentes ont montré que l'évolution des températures s'inscrit dans cette tendance globale (Serre, 2018). On peut donc supposer que la tendance est similaire dans les territoires du SYTEC. Mais les longues séries de températures qui permettent de répondre à cette question sont peu nombreuses.



**Figure 8 – Comparaison des températures moyennes annuelles entre le Claux et le Mont-Dore sur la période 1961-2020.**

Les valeurs représentées par les triangles de couleur rouge correspondent aux valeurs du nouveau poste du Claux (2015-2020).

*Calculs effectués d'après les données de Météo-France sur la période 1961-2020 – Réalisation F. Serre*

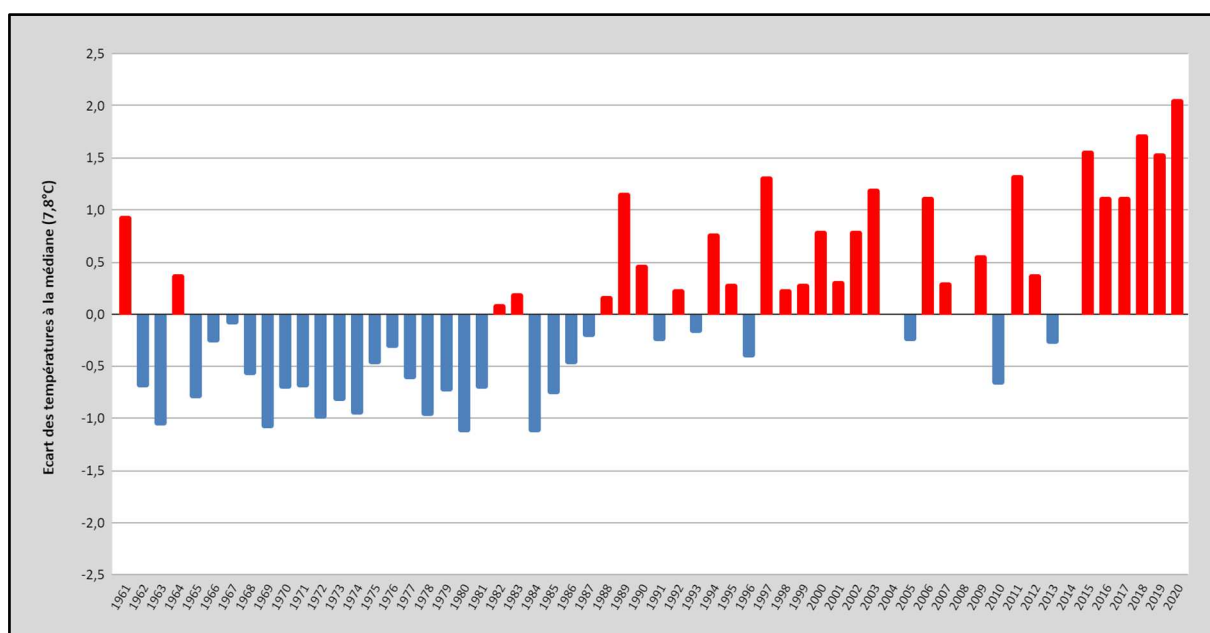
Dans le secteur d'étude, les longues séries sur les températures sont peu nombreuses. Sur la période 1961-2020, celle du Claux est l'une des rares exploitables. Toutefois, le poste a été déplacé en 2014, ce qui interroge l'homogénéité de la série. C'est pourquoi, nous avons comparé les données du Claux avec celles du Mont-Dore, poste localisé 50 km plus au nord, dans la haute vallée de la Dordogne, à 1030 m d'altitude (figure 8). En effet, de par sa situation géographique, il s'agit de la station la plus proche, sur le plan climatique et géographique, où l'on dispose d'une série continue de mesures de températures entre 1961 et 2020.

Sur la période 1961-2013, les températures moyennes annuelles de l'ancien poste du Claux (7,7 °C) dépassent de 0,2 °C celles du Mont-Dore (7,5- °C) et le coefficient de corrélation calculé à partir des deux séries est très élevé (0,97). En revanche, sur la période 2015-2020, les températures moyennes annuelles du nouveau poste du Claux (8,9 °C) sont inférieures de 0,3 °C par rapport à celles du Mont-Dore (9,2 °C). D'après ces données, les températures du nouveau poste du Claux seraient inférieures de 0,5 °C par rapport à l'ancien poste. De plus, la corrélation entre les deux séries du nouveau poste du Claux et du Mont-Dore est moins convaincante, avec une année 2020 très douce au Claux (comparativement au Mont-Dore) qui ne s'inscrit pas dans la continuité des années relativement fraîches (comparativement au Mont-Dore) de 2015 à 2019 (figure 8).

Avec seulement six années de recul pour le nouveau poste du Claux, il est difficile de tirer des conclusions définitives. Le déficit de 0,5 °C sur 2015-2020 par rapport à 1961-2013, évalué à partir des données du Mont-Dore, peut s'expliquer soit par la variabilité climatique interannuelle, soit par le changement de site. Dans la seconde hypothèse, la tendance au réchauffement calculée à partir des mesures du Claux pourrait être atténuée. C'est pourquoi, dans ce rapport, il paraît intéressant de compléter l'analyse des températures du Claux avec celles du Mont-Dore, même si le poste est localisé en dehors du Cantal.

#### 4.1. L'évolution annuelle des températures

D'après les données du Claux, la moyenne annuelle a augmenté de 1 °C entre 1961-90 et 1991-2020, avec une prédominance des années douces et une raréfaction des années froides depuis le milieu des années 1980 (figure- 9). Une accélération du réchauffement semble même se dessiner durant les années les plus récentes, avec un écart à la médiane qui dépasse systématiquement 1 °C depuis 2015.



**Figure 9 – Evolution des températures moyennes annuelles au Claux entre 1961 et 2020.**

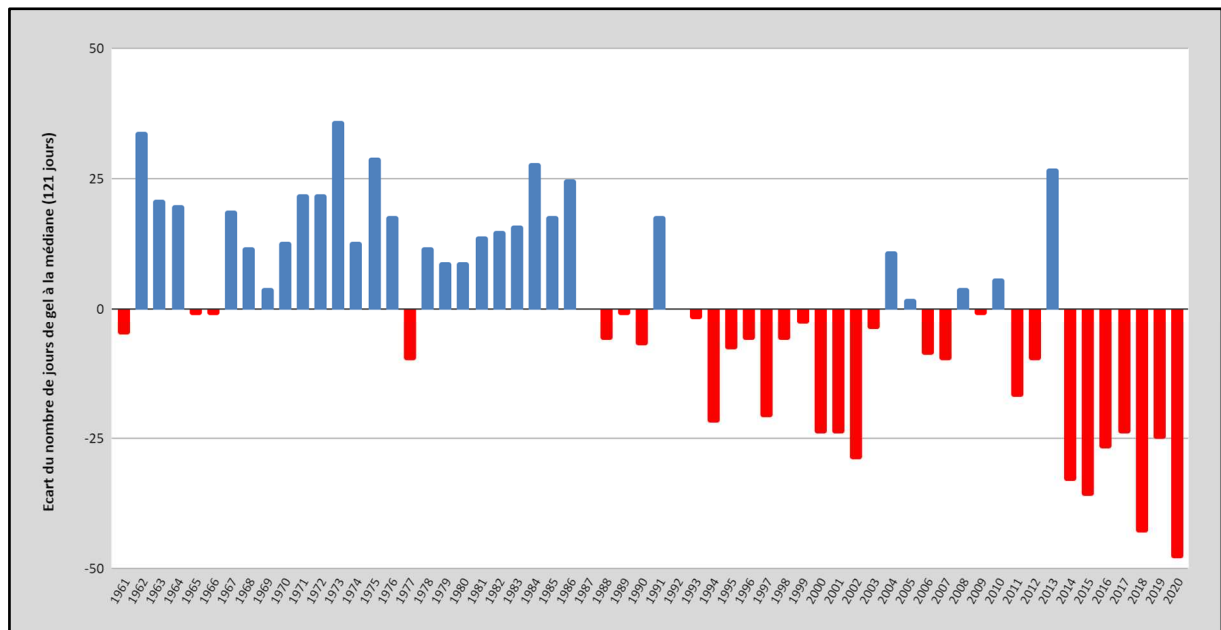
Les températures excédentaires par rapport à la médiane 1961-2020 (7,8°C) sont représentées en rouge, les années déficitaires en bleu.

Calculs effectués d'après les données de Météo-France sur la période 1961-2020 – Réalisation F. Serre

De plus, comme indiqué ci-dessus dans les remarques méthodologiques, la hausse récente des températures est probablement sous-estimée en raison du déplacement du poste du Claux en 2014.

En effet, au Mont-Dore, la hausse des températures est un peu plus marquée : on gagne 1,2 °C entre 1961-90 et 1991-2020.

Le réchauffement s'exprime également par la fréquence accrue des jours de chaleur, qui peut être évaluée à partir du nombre de jours où la température maximale dépasse le seuil de 25 °C. Au Claux, on gagne ainsi 12 jours de chaleur entre 1961-90 (20 jours) et 1991-2020 (32 jours). A l'inverse, le froid est moins prononcé. Le nombre moyen de jours de gel est ainsi passé de 134 à 109 jours au Claux entre 1961-90 et 1991-2020, avec une fréquence accrue des années déficitaires sur la période récente (figure 10).



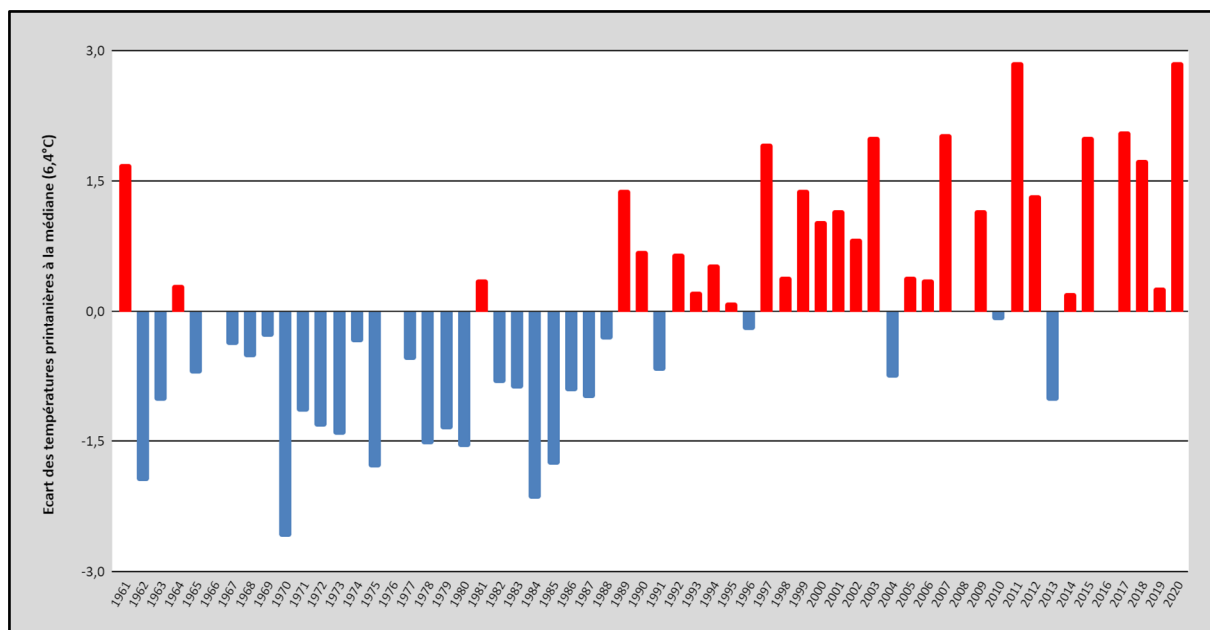
**Figure 10 – Evolution du nombre de jours de gel au Claux entre 1961 et 2020.**

Les années excédentaires par rapport à la médiane 1961-2020 (121 jours) sont représentées en bleu, les années déficitaires en rouge.

*Calculs effectués d'après les données de Météo-France sur la période 1961-2020 – Réalisation F. Serre*

#### **4.2. L'évolution saisonnière des températures**

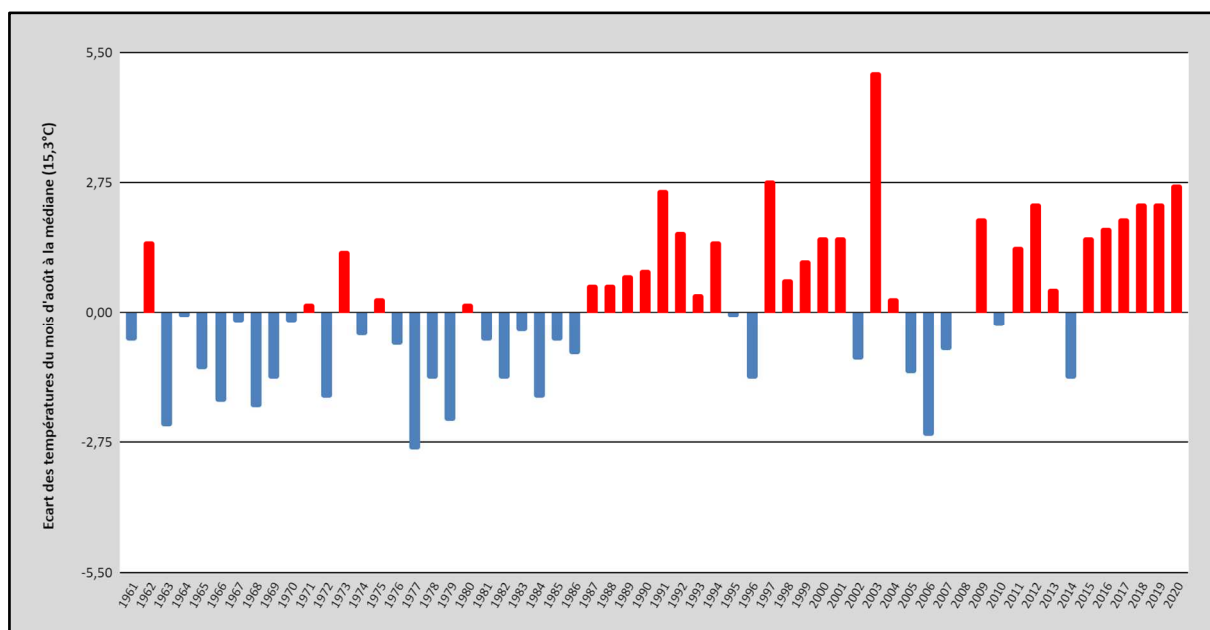
A l'échelle des saisons, la hausse des températures est plus sensible au printemps (1,6 °C) et en été (1,5 °C), entre 1961-90 et 1991-2020, au Claux (figure 11). Parmi les valeurs spectaculaires, on peut citer les moyennes mensuelles du mois d'août, systématiquement supérieures à 17 °C depuis 2016, alors que cette valeur n'a jamais été atteinte sur la période 1961-90 (figure 12). C'est d'ailleurs aux mois d'août et de juin que la hausse du nombre de jours chauds est la plus marquée (5 jours en plus en août) et au printemps que la baisse du nombre de jours de gel est la plus importante (5 jours en moins en mars, quasi disparition du gel en juin). La tendance est similaire au Mont-Dore avec une hausse plus importante des températures au printemps (1,9 °C) et en été (1,5 °C).



**Figure 11 – Evolution des températures moyennes printanières au Claux entre 1961 et 2020.**

Les températures excédentaires par rapport à la médiane 1961-2020 (6,4°C) sont représentées en rouge, les années déficitaires en bleu.

Calculs effectués d'après les données de Météo-France sur la période 1961-2020 – Réalisation F. Serre.



**Figure 12 – Evolution des températures moyennes du mois d'août au Claux entre 1961 et 2020.**

Les températures excédentaires par rapport à la médiane 1961-2020 (15,3 °C) sont représentées en rouge, les années déficitaires en bleu.

Calculs effectués d'après les données de Météo-France sur la période 1961-2020 – Réalisation F. Serre.



Indépendamment des données climatiques, la hausse des températures se manifeste par une modification du calendrier des cycles végétatifs. Par exemple à Marcenat, alors que la mise en herbe des troupeaux se réalisait au milieu du mois d'avril dans les années 1980, désormais, les parcelles peuvent être pâturées dès la fin du mois de mars, d'après le témoignage d'un conseiller en agronomie de la chambre d'agriculture du Cantal (entretien réalisé en novembre 2019, Corrigou, Hue, Pujol et al., 2020). La hausse des températures se manifeste aussi par une modification de la répartition géographique de la faune et de la flore, comme en témoignent les naturalistes du massif voisin des monts Dore : remontée en altitude de certaines espèces comme le Trolle d'Europe, arrivée de nouvelles espèces thermophiles comme des insectes de la famille des Pompilidae (Conférence organisée en janvier 2020 par la Réserve Naturelle de Chastreix-Sancy). Ces observations illustrent la vulnérabilité des écosystèmes au réchauffement climatique. Elles interrogent la capacité de résilience des écosystèmes ainsi que la pérennité des services gratuits rendus par la nature (rôle des insectes pollinisateurs, etc.).

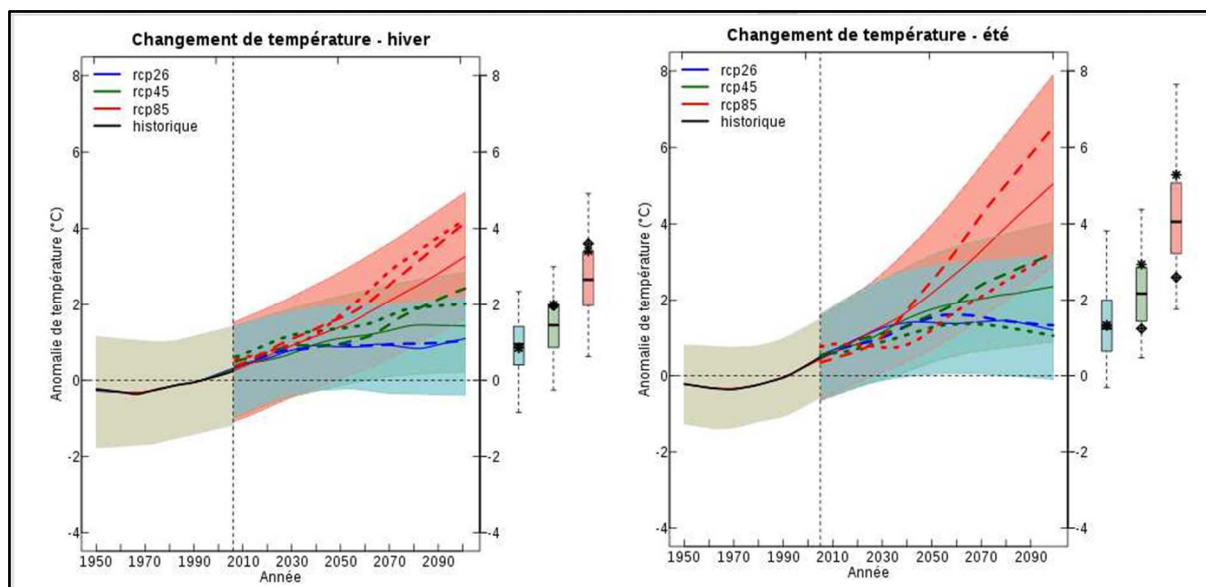
### **4.3. L'évolution des températures au XXIème siècle**

D'après les rapports d'étude commandés par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et coordonnés par J. Jouzel (2012, 2014), cette tendance au réchauffement accéléré devrait se confirmer dans les décennies à venir. Les résultats présentés dans ces deux rapports s'appuient sur des modèles météorologiques développés par le Centre National de Recherches Météorologiques de Météo-France et par l'Institut Pierre Simon Laplace, en collaboration avec l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques. Ces modèles proposent plusieurs scénarios en fonction des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère à l'échelle de la planète : le scénario RCP 2,6 correspond à une réduction des GES grâce à une politique efficace de lutte contre l'émission des GES, le scénario RCP 8,5 correspond à une augmentation sensible des GES en l'absence de politique environnementale, le scénario RCP 4,5 est un scénario intermédiaire<sup>4</sup>. Les modèles et les scénarios proposés permettent ainsi d'appréhender l'évolution climatique à moyen terme, en France et à l'échelle régionale. Les projections des modèles peuvent être présentées sous forme de courbes de tendance : la figure 13 illustre ainsi l'évolution prévue des températures au cours du XXIème siècle, à l'échelle de la France, en fonction des modèles et des scénarios d'émission de gaz à effets de serre (Jouzel, 2014).

Dans le détail, les scénarios pour 2021-50 prévoient une hausse de 0,9 °C à 2,3 °C par rapport à la période 1961-1990 sur le quart sud-ouest et le quart sud-est de la France, qui recouvrent tous les deux le Département du Cantal ; en parallèle, le nombre de jours de vague de chaleur augmenterait tandis que le nombre de jours de gel diminuerait (Jouzel, 2012). L'amplitude assez large entre les valeurs prévues pour chaque indicateur (températures moyennes, nombre de jours de chaleur, nombre de jours de gel, etc.) s'explique par une double incertitude : celle liée aux différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et celle liée aux méthodes de calculs propres à chaque modèle, en raison de la complexité des paramètres atmosphériques, hydrologiques, géographiques, biologiques, anthropiques en jeu et de leurs interactions. D'après les observations de terrain et les résultats des analyses conduites au Claux et au Mont-Dore pour la période 1961-2020, on se dirige probablement vers le haut des fourchettes envisagées par les modèles pour 2021-50, c'est-à-dire une hausse supérieure à 2 °C par rapport à 1961-90 pour les températures moyennes annuelles.

---

<sup>4</sup> Le sigle RCP (Representative Concentration Pathway) représente le forçage radiatif, exprimé en Watt par m<sup>2</sup>, lié à l'augmentation des GES dans l'atmosphère.



**Figure 13 – Projections sur l'évolution des températures hivernales et estivales en France relativement à la période de référence 1976-2005 - Source J. Jouzel (2014).**

Les moyennes de chaque scénario (RCP 2,6 en bleu, RCP 4,5 en vert et RCP 8,5 en rouge) sont accompagnées de leurs dispersions (enveloppes colorées correspondant à l'intervalle 5%-95%). La courbe noire représente la moyenne d'ensemble des simulations "historiques" de cinquante modèles climatiques couplés (CMIP5) de 1950 à 2005, et l'enveloppe colorée associée à la dispersion de cet ensemble. Les lignes discontinues et pointillées correspondent aux évolutions respectives pour les simulations Aladin-Climat et WRF. Les diagrammes en boîte donnent les distributions moyennes sur la période 1971-2100 (minimum, 25<sup>ème</sup> centile, 50<sup>ème</sup> centile et maximum), et sont accompagnés des moyennes 2071-2100 pour le modèle corrigé Aladin- Climat (astérisques noirs) et le modèle corrigé WRF (losanges noirs).

Réalisation J. Jouzel (2014)

#### L'évolution des températures dans les territoires du SYTEC

- Une hausse des températures moyennes annuelles de 1°C entre 1961-1990 et 1991-2020 d'après les données du Claux
- Une hausse des températures plus marquée au printemps et en été accompagnée d'une hausse du nombre de jours chauds en été et d'une baisse du nombre de jours de gel au printemps
- Une tendance à la hausse des températures qui devrait se poursuivre dans les décennies à venir à un rythme soutenu

## 5. L'évolution des précipitations et la question des ressources en eau

D'après les travaux du GIEC (2013), aux moyennes latitudes, dans l'hémisphère nord, les précipitations tendent à augmenter depuis les années 1950, et probablement depuis le début du XXe s, mais les inégalités régionales et locales sont assez sensibles. Sur les cartes mises en ligne par Météo-France, on observe une évolution contrastée des cumuls de précipitations à l'échelle de la France : le nord du pays apparaît plus arrosé et le sud moins arrosé. La ligne de partage entre ces deux tendances opposées traverse le Massif central et les monts d'Auvergne (figure 14). La lecture de la carte laisse donc supposer une évolution hétérogène des précipitations dans le Cantal. On s'interrogera également sur l'impact de cette évolution sur les ressources en eau pour les habitants du territoire.

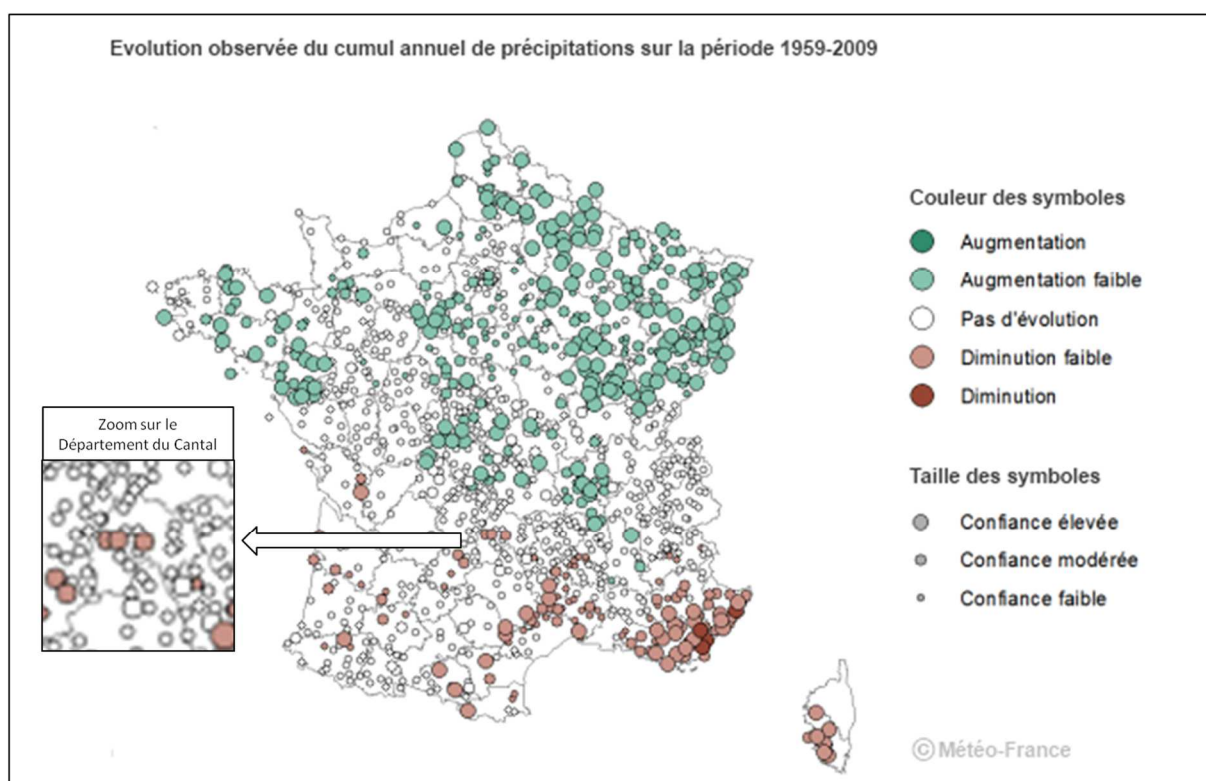


Figure 14 – Evolution des précipitations moyennes annuelles entre 1959 et 2009 - Source Météo-France - (<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>)

### 5.1. Une évolution contrastée des précipitations à l'échelle du territoire d'étude

L'analyse des données du Cantal oriental confirme ces inégalités spatiales (tableau 4). Quatre séries sont exploitables sur la période 1961-2020 : Talizat, Le Claux, Deux-Verges et Auvers. De par leur position géographique, ces quatre postes garantissent une bonne représentativité du secteur d'étude : Talizat dans la partie centrale représente le climat d'abri, Le Claux dans les monts du Cantal le climat océanique à l'ouest, Deux-Verges au sud et Auvers à l'est le climat océanique dégradé du nord de l'Aubrac d'une part et de la Margeride d'autre part. Les comparaisons des séries entre elles ainsi qu'avec le poste du Mont-Dore ne présentent pas de rupture d'homogénéité, même au Claux malgré le changement de site de mesure en 2014.

A l'échelle de l'année, entre 1961 et 2020, les précipitations sont en légère augmentation dans les postes de Talizat et de Deux-Verges et en baisse dans les postes d'Auvers et du Claux. A l'échelle des saisons, dans les quatre postes témoins, les volumes de précipitations diminuent au printemps et en hiver, et à l'inverse, augmentent en automne, en particulier en novembre (tableau 4). L'évolution des précipitations intenses est également assez hétérogène. L'analyse de chacun des postes permet de détailler les tendances locales.

	Evolution des cumuls de précipitations entre 1961-1990 et 1991-2020 en %				
	Année	Hiver	Printemps	Été	Automne
Talizat – 980 m	+1,2	-6,2	-6,8	-0,2	+14,1
Deux-Verges - 1100 m	+0,7	-7,8	-3,6	+3,4	+8,9
Auvers - 1130 m	-6,4	-16,3	-19,5	-1,7	+8,0
Le Claux – 1050 m	-4	-5,5	-11,1	-3,2	+3,0

**Tableau 4 - Evolution des précipitations dans le Cantal oriental entre 1961 et 2020** - *Calculs effectués d'après les données de Météo-France sur la période 1961-2020 – Réalisation F. Serre*

A l'ouest des territoires du SYTEC, les données du Claux, ainsi que celles de Saint-Jacques-des-Blats analysées dans une étude antérieure (Serre, 2018), représentatives du climat océanique, montrent une baisse des précipitations hivernales. Comme elles constituent la part majoritaire du volume annuel (29 % au Claux entre 1991 et 2020), celui-ci diminue aussi, même si les niveaux restent élevés (supérieurs à 1500 mm au Claux pour 1991-2020). Les épisodes de fortes précipitations semblent également moins sévères : au Claux par exemple, les précipitations maximales en 24 heures dépassent 73 mm une année sur deux sur la période 1961-90, alors que ce seuil passe à 61 mm seulement sur la période 1991-2020. De même, le maximum absolu à l'échelle de l'année comme des saisons est enregistré sur la période la plus ancienne, 1961-90, sauf en automne (tableau 5). A contrario, l'intensité des épisodes de fortes précipitations a légèrement augmenté en hiver entre 1961-90 et 1991-2020 : la valeur médiane des précipitations maximales en 24 heures passe ainsi de 53 à 56 mm entre 1961-90 et 1991-2020.

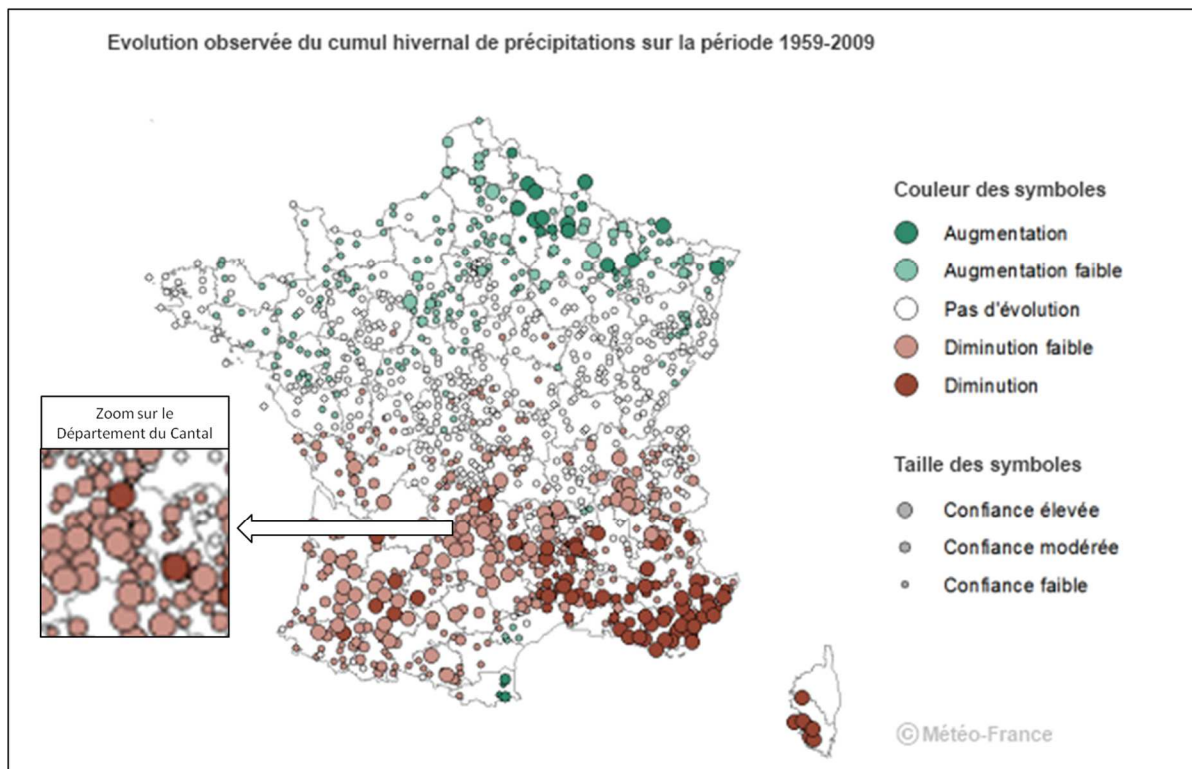
A Talizat, poste représentatif du climat d'abri au coeur des territoires du SYTEC, et à Deux-Verges, poste représentatif du climat océanique dégradé, la hausse des précipitations automnales est sensible : le gain est de 14 % à Talizat entre 1961-90 et 1991-2020. Elle explique la hausse globale des précipitations à l'échelle annuelle dans ces deux postes. Toutefois, cette hausse annuelle reste très contenue - on pourrait parler de stabilité - en raison de la baisse enregistrée pendant le reste de l'année, en particulier en hiver. D'après les données de Deux-Verges, les épisodes de fortes précipitations semblent moins intenses (tableau 5).

Enfin, dans la partie orientale des territoires du SYTEC, Auvers, représentatif du climat océanique dégradé, enregistre la baisse la plus nette des précipitations annuelles, hivernales et printanières. On observe même une modification du régime saisonnier qui tend à se rapprocher de celui défini pour le climat d’abri : la part des précipitations automnales et estivales a nettement augmenté entre 1961-90 et 1991-2020, passant de 48 % à 54 %, de même que les intensités maximales enregistrées durant ces deux saisons (tableau 5) : la valeur record est de 132 mm en été sur la période 1991-2020 contre 76 mm sur la période 1961-1990 ; en automne, les valeurs respectives sont de 103 mm et 77 mm. Toutefois, contrairement au climat d'abri, le volume annuel des précipitations reste encore élevé, supérieur à 1000 mm.

		Evolution des précipitations maximales en 24 h entre 1961-1990 et 1991-2020 - Valeurs records en mm				
		Année	Hiver	Printemps	Été	Automne
Deux-Verges - 1100 m	1961-90	101	59	101	84	87
	1991-20	81	53	47	81	63
Auvers - 1130 m	1961-90	94	94	88	76	77
	1991-20	132	73	54	132	103
Le Claux – 1050 m	1961-90	123	123	108	80	93
	1991-20	115	96	95	80	115

**Tableau 5 - Evolution des précipitations intenses dans le Cantal oriental entre 1961 et 2020 -**  
*Calculs effectués d’après les données de Météo-France sur la période 1961-2020 – Réalisation F. Serre*

L'exemple d'Auvers interroge l'emprise géographique du climat d'abri, marqué par les traits de la continentalité, qui pourrait à terme augmenter. A l'inverse, l'emprise géographique de l'influence océanique et donc du climat océanique semble diminuer. En effet, la baisse des précipitations hivernales entre 1961-90 et 1991-2020 est d'autant plus marquée qu'on se dirige vers l'est du secteur d'étude. Ces résultats locaux sont cohérents avec ceux publiés dans une étude précédente conduite sur le territoire du PNR des volcans d'Auvergne (Serre, 2018) et avec ceux observés à l'échelle nationale, comme le montre la carte de l'évolution des précipitations hivernales entre 1959 et 2009 produite par Météo-France (figure 15). Ils pourraient s'expliquer par l'évolution des conditions de circulation atmosphérique en Europe occidentale et en France. En effet, des recherches montrent qu'en flux d'ouest, les hautes pressions subtropicales (masses d'air doux, sec et stable) s'étendent aujourd'hui davantage vers le nord de la France et de l'Europe aux dépens des flux humides (Beniston, 2006).



**Figure 15 – Evolution des précipitations moyennes hivernales entre 1959 et 2009 - Source Météo-France - (<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>)**

L'évolution inégale des précipitations observée à l'échelle locale invite à rester prudent sur les projections climatiques pour les décennies à venir. D'ailleurs les modélisations actuelles ne permettent pas de dégager de tendance claire sur le secteur d'étude, qu'il s'agisse des volumes de précipitations ou des sécheresses météorologiques (nombre de jours successifs inférieurs à 1 mm), sauf pour les épisodes de fortes précipitations qui seraient un peu plus fréquents (Jouzel, 2012). Pourtant, pour les territoires, la question de l'évolution des précipitations, associée à celle de la ressource en eau, est essentielle au regard des enjeux domestiques, agricoles, touristiques, écologiques, etc. Sur le plan climatique, la ressource en eau dépend non seulement des apports sous forme de précipitations, mais aussi des pertes par évapotranspiration. Or l'augmentation des températures constatée ces dernières décennies entraîne une hausse de l'évapotranspiration dans le Massif central (SIDAM et COPAMAC, 2020). On peut donc supposer que les ressources en eau sont impactées par les changements climatiques dans le secteur d'étude, l'analyse des écoulements via les débits des cours d'eau permet d'apporter des éléments de réponse.

## **5.2. L'évolution des débits des cours d'eau**

Les territoires du SYTEC sont drainés par deux cours d'eau majeurs : l'Alagnon, au nord, qui prend sa source dans les monts du Cantal, et la Truyère, au sud, qui prend sa source dans les monts de la Margeride. L'anthropisation de la Truyère entraîne une régulation artificielle des débits (barrages de Grandval, Lanau, Sarrans). Sur l'Alagnon, la station hydrologique de Joursac offre une série d'observations complète entre 1961 et 2020, représentative d'un bassin-versant de 310 km<sup>2</sup>, dont les résultats sont présentés ci-dessous (tableau 6 et figure 12). D'autres stations hydrologiques sont localisées sur les affluents de la Truyère ou de l'Alagnon, mais les bassins-versants correspondants, de faible dimension, ne sont pas assez représentatifs.

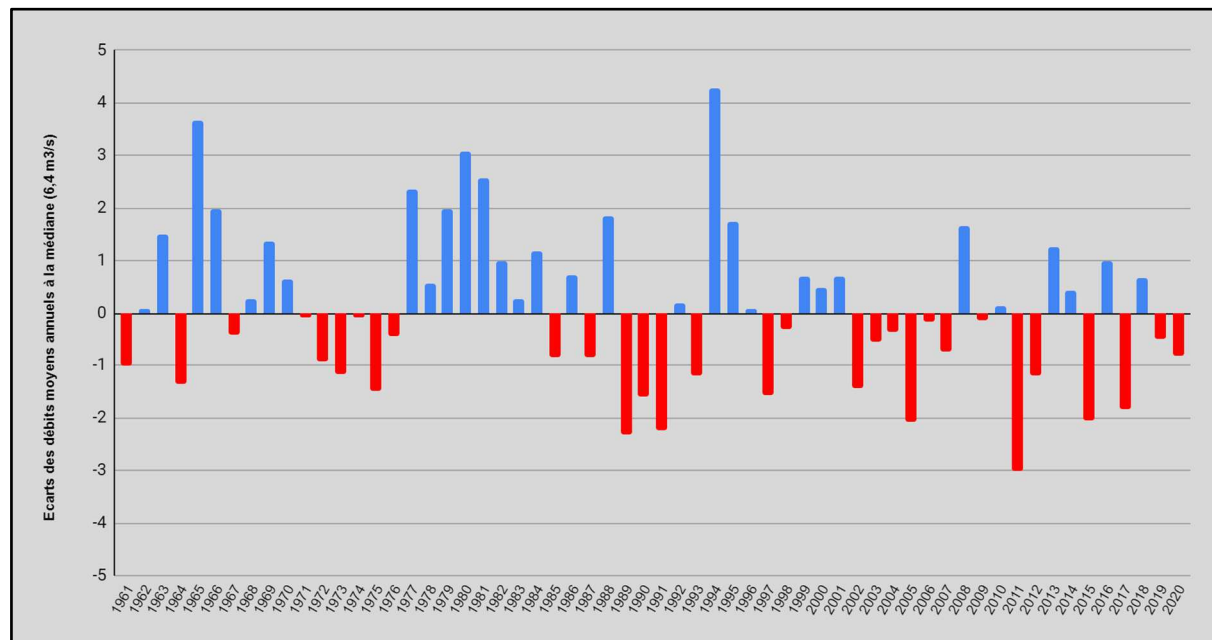
	Evolution des débits entre 1961-1990 et 1991-2020 en %		
	Moyenne annuelle (module)	Nombre de jours d'étiages sévères (débit inférieur à 0,73 m <sup>3</sup> /s)	Nombre de jours de fortes crues (débit supérieur à 35,2 m <sup>3</sup> /s)
L'Alagnon (Joursac)	-9,8	+35	-26

**Tableau 6 - Evolution des débits, des étiages et des crues sur l'Alagnon entre 1961 et 2020**

Les étiages sévères et les fortes crues sont définis par les débits qui correspondent au centile de la série 1961-90 (valeur observée un jour sur cent).

*Calculs effectués d'après les données de la banque hydrologique - Réalisation F. Serre.*

Sur l'Alagnon, les débits moyens annuels ont baissé de 9,8 % entre 1961-90 et 1991-2020 (tableau 6) avec une fréquence accrue des années déficitaires sur la période récente (figure 16). L'évolution de la fréquence des évènements extrêmes corrobore cette tendance, avec une augmentation du nombre de jours d'étiages sévères, et, à l'inverse, une diminution du nombre de jours de fortes crues (tableau 6). Avec 67 jours d'étiages sévères répartis entre juillet et octobre, l'année 2019 se démarque nettement, notamment par rapport à d'autres années marquées par la sécheresse, comme 1976 où l'on en dénombre "seulement" 35, répartis entre juin et août.



**Figure 16 - Evolution des débits sur l'Alagnon entre 1961 et 2020**

Les débits excédentaires par rapport à la médiane 1961-2020 (6,4 m<sup>3</sup>/s) sont représentés en bleu, les débits déficitaires en rouge.

*Calculs effectués d'après les données de la banque hydrologique - Réalisation F. Serre.*



A l'échelle saisonnière, l'évolution des débits suit partiellement l'évolution des précipitations, avec notamment une hausse de 4,4 % sur l'Alagnon en automne. Mais la baisse des débits au printemps et en été est beaucoup plus prononcée en valeur relative par rapport à la baisse des précipitations. Par exemple, au poste météorologique de Talizat, alors que la baisse des précipitations est de 6,8 % au printemps et de 0,2 % en été entre 1961-90 et 1991-2020, la baisse des débits de l'Alagnon est respectivement de 19,2 % et de 14,8 %.

L'évolution des débits doit être interprétée avec prudence en raison de la complexité du fonctionnement des bassins-versants. Celui-ci dépend d'un système d'interrelations complexes entre les facteurs climatiques (régimes des précipitations, évapotranspiration), les facteurs hydrologiques (écoulements, stockage), les facteurs géomorphologiques, les facteurs anthropiques tels que les prélèvements, l'artificialisation des milieux, les pratiques agricoles et sylvicoles et leurs impacts sur le couvert végétal, etc. Malgré ces réserves, pour expliquer le décalage entre l'évolution des précipitations et des écoulements, on peut supposer que la hausse des températures et de l'évapotranspiration entraîne une diminution des réserves en eau et des écoulements, en particulier au printemps et en été, durant la période où les besoins en eau de la végétation sont maximums. De même, on peut supposer que la baisse des niveaux d'enneigement en altitude explique partiellement la baisse des débits printaniers.

Certes, ces résultats sont issus de l'analyse d'un seul cours d'eau. Mais ils s'inscrivent dans la tendance observée dans les bassins-versants voisins de la Cère et de la Maronne (Serre, 2018), ainsi qu'à l'échelle plus large du sud de la France (Giuntoli, Maugis, Renard, 2012). D'une manière plus générale, les projections conduites à l'échelle de la France prévoient une baisse des débits de 10 à 40 % selon les bassins-versants, au milieu du XXI<sup>e</sup> s, par rapport à la période 1961-1990 (Martin, Salas y Méliá, Badeau et al., 2015). Parallèlement, le risque de sécheresse s'aggraverait de manière significative dans la seconde moitié du XXI<sup>e</sup> s, non seulement en été, mais aussi pendant les saisons intermédiaires et hivernale (Soubeyroux, Kitova, Blanchard et al., 2012).

La baisse des débits enregistrée en été, en période d'étiage, est préoccupante pour les gestionnaires des territoires. Le débit moyen de l'Alagnon (à Joursac) au mois d'août est ainsi passé de 2 à 1,5 m<sup>3</sup>/s entre les deux périodes 1961-90 et 1991-2020 (pour un module proche de 6,4 m<sup>3</sup>/s). Au-delà des valeurs moyennes, ce sont les événements extrêmes qui sont redoutés, comme la sécheresse de l'été 2019 aux conséquences multiples : restrictions d'usage de l'eau dans de nombreuses communes, achat de foin par les éleveurs locaux, départ anticipé des bêtes des estives à la fin de l'été, impacts sur les loisirs, tensions sociales liées à l'accès à l'eau, etc. Le monde agricole est particulièrement inquiet : *"Des sécheresses comme celle de cette année, personne n'en a vu, même pas les anciens [...]. Avant on ne manquait jamais d'eau, aujourd'hui les sources sont tarées. On est obligé de ravitailler les bêtes avec des tonnes à eau"* (entretien réalisé en novembre 2019 auprès d'un agent de remplacement de la chambre d'agriculture du Cantal, Corrigo, Hue, Pujol et al., 2020). Des menaces pèsent aussi sur le fonctionnement et la pérennité des tourbières et des espèces inféodées, dont nombre d'entre elles sont rares et protégées. La baisse des ressources en eau impacte enfin le quotidien des habitants, comme en témoigne la mairesse de Laveissière, obligée de fermer les fontaines cet été, alors que les habitants les utilisent habituellement pour arroser les jardins (entretien réalisé en novembre 2019, Corrigo, Hue, Pujol et al., 2019).

Dans le domaine de l'agriculture, une réflexion est déjà engagée pour adapter les pratiques. Deux stratégies peuvent être distinguées. La première vise à atténuer le manque d'eau pendant les sécheresses grâce à la construction de retenues collinaires. Mais cette approche est potentiellement source de tension avec les autres usagers : pertes par évaporation dans les retenues, impacts sur les écoulements et les ressources en eau dans les secteurs localisés à l'aval des bassins-versants. Une deuxième approche vise à transformer les pratiques agricoles : plantations d'arbres dans les parcelles pour limiter l'évapotranspiration, modification des prairies semées (trèfle remplacé par la luzerne), décalage des dates de fauche (plus précoces au printemps), augmentation des surfaces fourragères et baisse des cheptels, mais avec des contraintes financières fortes dans ces deux derniers cas.

En plus des impacts sur les ressources en eau, les changements climatiques interrogent également les acteurs du territoire sur les ressources nivales et le devenir des activités de loisirs neige.

L'évolution des précipitations et la question des ressources en eau dans les territoires du SYTEC

- Une évolution inégale des précipitations
- Une baisse sensible et généralisée des précipitations hivernales et printanières
- Une baisse des précipitations hivernales plus marquée à l'est du secteur d'étude
- Une hausse généralisée des précipitations automnales surtout dans la partie médiane et orientale du secteur d'étude
- Une baisse des débits de l'Alagnon et une augmentation des périodes d'étiages sévères

## 6. L'évolution de l'enneigement et les impacts sur les activités de loisirs neige

---

L'évolution de l'enneigement est un enjeu important pour le territoire. En effet, la neige et les loisirs associés représentent une composante forte du cadre de vie pour de nombreux habitants (valeur d'agrément, source de distraction, élément identitaire) ainsi qu'un vecteur d'attractivité pour les touristes en hiver (figure 17). Les retombées économiques des loisirs neige ne sont donc pas négligeables : emplois et revenus dans les domaines de l'accompagnement des pratiquants, de l'hébergement, de la restauration, des services du quotidien, etc.



**Figure 17 – Le Plomb du Cantal et le haut du domaine skiable de la station de ski du Lioran - Cliché F. Serre (mars 2014)**

A l'échelle du Massif central, certains élus, professionnels et pratiquants ont longtemps considéré que les hivers peu enneigés étaient simplement liés à la variabilité interannuelle climatique ("cycle climatique"), en référence aux souvenirs des hivers peu enneigés des années 1960. Toutefois, les mentalités évoluent, et désormais, de nombreux habitants sont convaincus du changement : "*Nous, quand on parle avec les anciens, ce n'est pas l'été qu'ils s'en rendent compte [des changements climatiques] mais c'est plus l'hiver. Avant il y avait 2 mètres de neige et maintenant il y en a plus. Moi je pense que c'est à ce niveau-là que c'est le plus choquant pour les gens, c'est l'hiver, c'est la neige, c'est de moins en moins rude, plus court*" (entretien réalisé en novembre 2019 auprès d'un éleveur de Valette, Corrigou, Hue, Pujol et al., 2020). Depuis les années 2010, plusieurs études permettent d'appréhender de manière plus objective l'évolution récente des niveaux d'enneigement (Serre, 2010 ; Serre 2014 ; ORECC, 2017 ; Serre 2018). Ces travaux montrent clairement la précarité grandissante de l'enneigement dans le Massif central et questionnent la pérennité des activités socio-économiques dépendantes des loisirs neige. Face à ces constats, deux stratégies d'adaptation sont aujourd'hui privilégiées par les professionnels et les élus. La première vise à maintenir une offre neige en s'appuyant sur les progrès techniques et les canons à neige. Elle nécessite de lourds investissements que seules les stations de ski alpin peuvent envisager. La seconde vise à diversifier les activités

proposées aux visiteurs, en s'appuyant sur des équipements souvent tournés vers les loisirs de pleine nature à sensation forte, qui peuvent fonctionner toute l'année : tyrolienne, accrobranche, VTT, etc.

Quelle est l'évolution de l'enneigement dans les territoires du SYTEC et quelles sont les conséquences pour les loisirs neige ? Afin de répondre à ces questions, seules deux séries de données climatiques couvrant la totalité de la période 1961-2020 ont pu être exploitées : Deux-Verges en Aubrac et Auvers en Margeride.

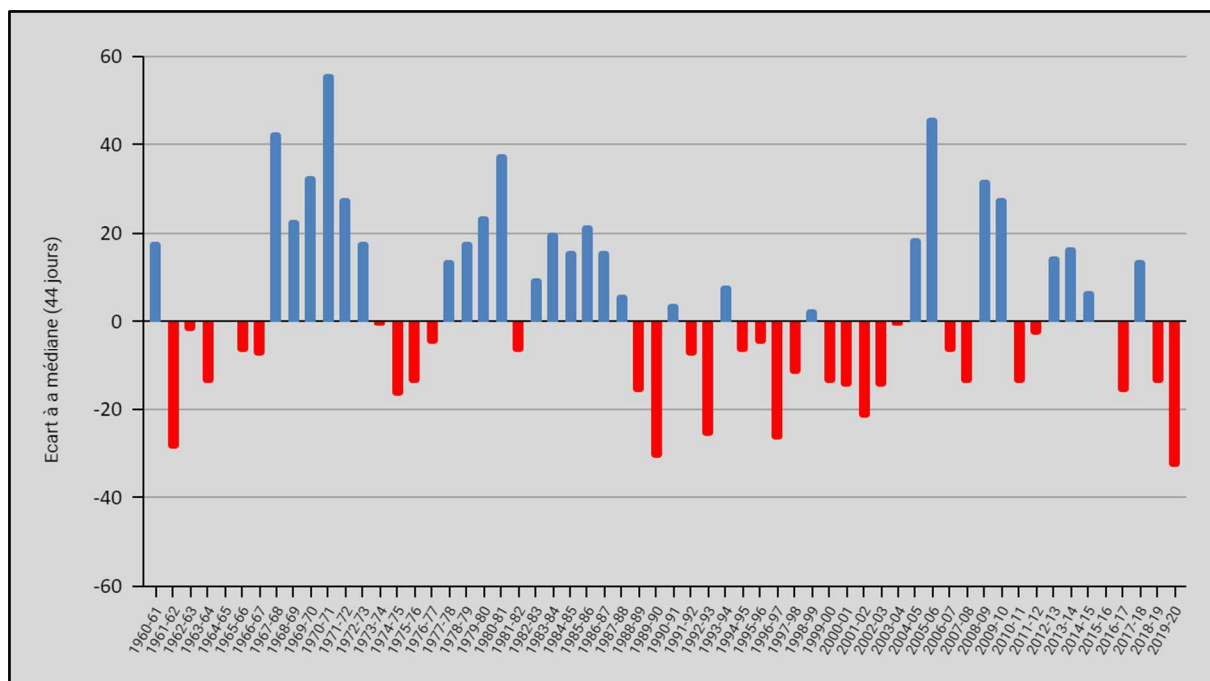
### 6.1. Une baisse marquée des niveaux d'enneigement

Sur le plan méthodologique, nous avons retenu quatre indicateurs pour appréhender l'évolution de l'enneigement. Les deux premiers indicateurs, standards, correspondent au nombre de jours de neige au sol et aux épaisseurs maximales du manteau neigeux durant l'hiver. Les deux autres indicateurs permettent de définir les périodes favorables aux loisirs neige : nombre de jours où les épaisseurs du manteau neigeux dépassent 30 cm (ski alpin) et nombre de jours où les épaisseurs dépassent 10 cm (pratiques nordiques comme la raquette à neige, le ski de fond, la luge). Toutes les valeurs sont calculées sur la période de l'année la plus enneigée, c'est-à-dire décembre - mars.

	Evolution des valeurs médianes entre 1961-90 et 1991-2020 en %			
	Nombre de jours de neige au sol	Epaisseur maximale du manteau neigeux (cm)	Nombre de jours où le manteau neigeux dépasse 10 cm	Nombre de jours où le manteau neigeux dépasse 30 cm
Auvers	-36	-38	-32	-91
Deux-Verges	-31	-35	-61	-100

**Tableau 7 - Evolution de l'enneigement en hiver entre 1961 et 2020 (période décembre - mars) -**  
Calculs effectués d'après les données de Météo-France - Réalisation F. Serre

La baisse des niveaux d'enneigement est très marquée dans les deux postes témoins (tableau 7 et figure 18). En effet, la baisse dépasse les 30 % entre 1961-90 et 1991-2020 pour le nombre de jours de neige au sol et les épaisseurs maximales. A titre d'exemple, à Auvers, la valeur médiane est de 87 jours de neige au sol sur la période 1961-1990 contre 56 jours pour la période 1991-2020, soit une baisse de 31 jours entre les deux périodes. La baisse est encore plus spectaculaire lorsqu'on s'intéresse aux périodes favorables à la pratique des loisirs neige. Cette évolution s'explique par la hausse des températures, dont les conséquences sont doubles. D'abord, la part des précipitations solides diminue au profit des précipitations liquides durant les fréquents épisodes pluvio-neigeux. La mairesse de Laveissière confirme : "*Le changement climatique, il nous impacte plus l'hiver à cause du manque de neige. Il suffit d'une augmentation de 1 °C pour qu'il ne neige pas et que ce soit de l'eau*" (entretien réalisé en novembre 2019, Corrigou, Hue, Pujol et al., 2020). Ensuite, les températures plus élevées accélèrent la fonte du manteau neigeux, en particulier au printemps. La baisse significative des précipitations hivernales et printanières doit concourir également à cette évolution (voir supra).



**Figure 18 – Evolution du nombre de jours de neige au sol à Deux-Verges entre 1961 et 2020.**

Les hivers (décembre-mars) excédentaires par rapport à la médiane 1961-2020 (44 jours) sont représentés en bleu, les hivers déficitaires en rouge.

Calculs effectués d'après les données de Météo-France sur la période 1961-2020 – Réalisation F. Serre

Toutefois, cette baisse des valeurs médianes n'implique pas la disparition des hivers fortement enneigés, comme en 2005-06 et 2008-09, en lien avec des conditions de circulation atmosphérique favorables à composante nordique : par exemple, entre le 1er décembre 2008 et le 30 mars 2009, l'enneigement reste continu à Auvers et les épaisseurs dépassent constamment 30 cm au pied des pistes de ski au Lioran. Plus récentes encore, on peut citer les fortes chutes de neige de décembre 2020 et janvier 2021 (figure 19). D'une manière plus générale, même si la carence des données en altitude incite à la prudence, il semble que la baisse des niveaux d'enneigement est moins marquée au-dessus de 1200 - 1300- m. Par exemple, au Lioran, à 1240 m, on dénombre encore 90 jours de neige au sol entre décembre et mars, une année sur deux, sur la période 1990-2020 (voir supra).



**Figure 19 – La fraise à neige en action pour désenclaver les hameaux de la commune de Malbo bloqués par des congères qui atteignent parfois 2,5 m de hauteur en janvier 2021 – Source : La Montagne (janvier 2021)**

## 6.2. Le devenir des activités de loisirs neige : une adaptation nécessaire

L'avenir des loisirs neige, questionné par la diminution des ressources nivales, fait souvent la une de l'actualité ces derniers hivers, comme dans un article récent du journal La Montagne ([article en ligne du 23 février 2020](#)). Ces interrogations préoccupent en premier lieu les acteurs locaux. Certains refusent de céder au catastrophisme. Ainsi, Pierre Leduc, Directeur de la SAEM du Lioran, indique : "*On constate un changement climatique avec une augmentation des températures, quoi qu'il faut relativiser car nous avons eu un hiver très froid il y a deux ans, notamment en février. On peut parler d'un changement climatique, il est peut-être trop tôt pour parler d'un réchauffement climatique. Il y a des aléas climatiques et des variations saisonnières. On constate que l'enneigement est de plus en plus déficitaire*" (entretien réalisé en novembre 2019, Corrigou, Hue, Pujol et al., 2020). A l'inverse, au PNR des Volcans d'Auvergne, on s'inquiète davantage des changements climatiques. Ainsi, Eve Alcaïde, chargée de mission "tourisme durable et activités de pleine nature", interroge-t-elle les projets de retenue d'eau complémentaire à la station de ski du Lioran pour les canons à neige et ses conséquences sur l'usage de l'eau dans les années à venir : "[A propos des sécheresses] *Pour le moment ce sont des épiphénomènes, donc la tension est ponctuelle et éphémère. Ce qui est sûr, c'est que ces évènements vont s'accroître (durée et importance) et cela va générer des tensions autour de l'usage de l'eau.*" (Entretien réalisé en décembre 2019, Corrigou, Hue, Pujol et al., 2020). On le voit, la perception des changements climatiques et de leurs impacts peut alimenter des discours parfois contradictoires, source de tensions sociales, entre protecteurs de l'environnement, professionnels de la neige, élus, habitants.

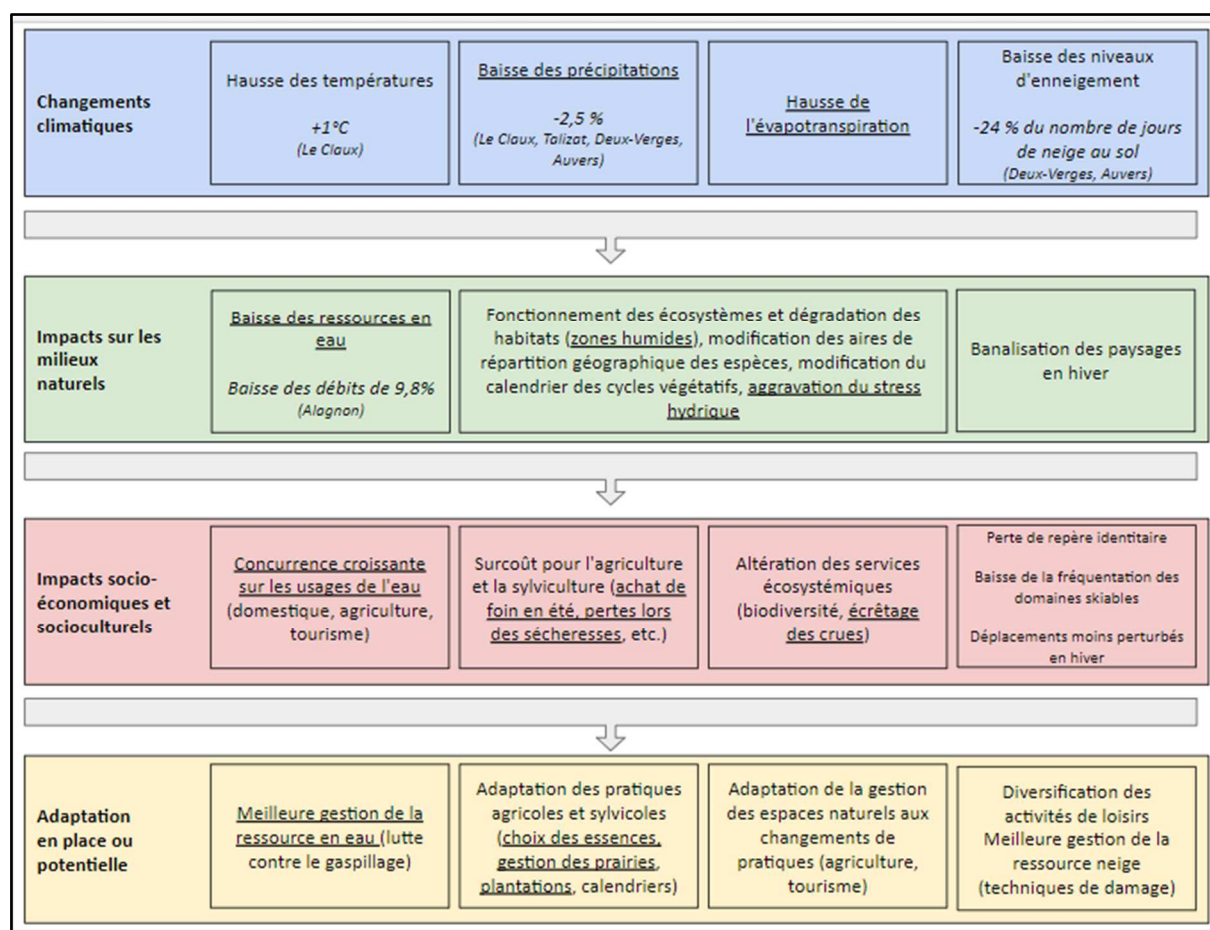
En complément du regard porté par les acteurs sur les changements climatiques, l'étude des données statistiques montre une diminution sensible des jours favorables à la pratique du ski sur le court terme dans les monts du Cantal (Serre, 2018). C'est le cas en particulier dans la majorité des domaines nordiques localisés à une altitude inférieure à 1300 m. Dans ces conditions, seuls les sites de Prat-de-Bouc et du col de Serre conserveraient un enneigement suffisant pour assurer 60 à 90 jours de ski, indépendamment des fermetures des pistes liées à d'autres aléas, comme les tempêtes de neige. Au Lioran, pour le ski alpin, depuis plusieurs décennies déjà, l'enneigement artificiel pallie la faiblesse des niveaux d'enneigement naturel, notamment sur la période des vacances de Noël. Mais les hivers les plus récents, en particulier 2019-20, illustrent la difficulté croissante à fabriquer la neige en début de saison et à maintenir durablement le manteau neigeux, dans un contexte de hausse des températures.

### L'évolution de l'enneigement et les impacts sur les activités de loisirs neige dans les territoires du SYTEC

- Une baisse marquée des niveaux d'enneigement au-dessous de 1200 m d'altitude
- Une menace forte pour la pérennité de la majorité des domaines skiables implantés sur le territoire
- Certains hivers récents sont encore très enneigés en lien avec la variabilité interannuelle des conditions de circulation atmosphérique
- Des incertitudes sur les rythmes d'évolution à l'échelle locale, en particulier au-dessus de 1200 m d'altitude, en raison du faible nombre de séries de données de référence

## 7. Changements climatiques et impacts sur le territoire : synthèse

Les manifestations des changements climatiques, leurs impacts et les solutions d'adaptation potentielles ou déjà en place sur les territoires du SYTEC sont présentés de manière synthétique dans le schéma de la chaîne d'impacts ci-dessous (figure 19). La chaîne d'impacts est un outil d'aide à la décision, dont la construction repose sur une approche prospective et transversale de la gestion territoriale, qui s'inscrit pleinement dans la logique du projet de développement durable porté par le SYTEC. Dans le cadre de cette approche multidimensionnelle, à la fois sociale, environnementale et économique, l'intégration dans les politiques publiques des solutions pour s'adapter aux changements climatiques requiert la mobilisation collective des différents acteurs du territoire : élu, monde professionnel, habitants, chercheurs, etc.



**Figure 19 – Chaîne d'impacts des changements climatiques dans les territoires du SYTEC**

Les valeurs de températures, de précipitations, d'enneigement et de débits représentent l'évolution entre les deux périodes 1961-90 et 1991-20 à partir des postes de référence cités. *Calculs effectués d'après les données de Météo-France et de la banque hydrologique sur la période 1961-2020 – Réalisation F. Serre*

L'analyse des données climatiques et les retours d'expérience des acteurs de terrain montrent que la baisse des ressources en eau et des ressources nivales représentent un sujet majeur pour l'avenir des territoires du SYTEC : baisse des précipitations hivernales et printanières, sécheresses estivales sévères, baisse rapide des niveaux d'enneigement. Les conséquences sont multifformes. Elles touchent



aussi bien le quotidien des habitants (aménités environnementales), le tourisme hivernal, la biodiversité, l'agriculture, avec de nombreuses interactions entre ces différents domaines, comme en témoigne cet ancien éleveur : *"Ici on a une flore riche et diversifiée et c'est en train de tout détruire. Ici, jamais vous n'auriez vu quelqu'un labourer, à part pour faire un coin de jardin. Maintenant il y a beaucoup de personnes qui labourent pour mettre de l'artificiel, parce que la plante endémique disparaît"* (entretien réalisé en novembre 2019 ; Corrigou, Hue, Pujol et al., 2020). De toute évidence, dans le domaine de la production agricole plus que dans n'importe quel autre, il est souhaitable de penser l'adaptation de manière transversale, en intégrant les enjeux environnementaux (maintien de la biodiversité, gestion des ressources en eau), sociaux (pérennité des emplois, cadre de vie des habitants) et économiques (commercialisation des produits agricoles en circuit court, paysages support au tourisme de pleine nature). C'est aussi le cas pour le tourisme hivernal où la réussite des stratégies d'adaptation dépendra notamment de leur intégration dans le territoire, au cœur des monts du Cantal : diversification et complémentarité des offres en matière de loisirs et de culture, attention portée aux impacts environnementaux des nouvelles activités de loisirs proposées en hiver (randonnée et fragilité des sols).

## Conclusion

---

Les changements climatiques impactent aujourd'hui la qualité de vie des habitants et le développement socioéconomique des territoires du SYTEC : augmentation du nombre de jours de chaleur en été, diminution des niveaux d'enneigement et menaces sur les domaines skiables, aggravation du risque de sécheresse et menaces sur l'agriculture et la sylviculture, etc. Toutefois, les changements climatiques se manifestent de manière inégale sur les territoires, en particulier l'évolution des régimes de précipitations et d'enneigement.

Afin d'améliorer les connaissances sur ces questions, il est important de conserver un maillage suffisant de stations de mesures météorologiques au sol, surtout quand on dispose déjà de longues séries de données sur plusieurs décennies. A ce titre, les postes comme Deux-Verges (aujourd'hui doublé par une station automatique), Laveissière (pour l'enneigement en altitude en particulier), Le Claux, Talizat, Auvers (hors territoires du SYTEC), voire, dans une moindre mesure, Malbo, Marcenat, Murat, Saint-Flour et Autrac (hors territoires du SYTEC) méritent une attention particulière. Or certains de ces postes, comme Auvers, sont désormais fermés, malgré la motivation des observateurs à poursuivre leurs relevés.

Les territoires peuvent jouer un rôle pour maintenir le réseau d'observation météorologique en s'appuyant sur les organismes institutionnels (Météo-France) ou sur les initiatives citoyennes. Dans ce cadre, on peut citer par exemple le programme scientifique et pédagogique PHENOCLIM, porté par le Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude (CREA), visant à enrichir les connaissances sur les changements climatiques et leurs impacts en zone de montagne. On peut également évoquer l'association INFOCLIMAT, qui coordonne et soutient techniquement voire financièrement la mise en place de stations météorologiques auprès des particuliers ou des institutions dans le but de mettre à disposition gratuitement les observations réalisées. Des partenariats ont ainsi été noués auprès de communes, de départements ou de sociétés privées, comme à La Bourboule ou au Mont Ventoux par exemple.

## Bibliographie et sitographie

---

Beniston M., 2006. Mountain weather and climate: a general overview and a focus on climatic change in the alps. *Hydrobiologia*, n° 562, p. 3-16.

Bigot S., Rome S., 2010. [En ligne]. Contraintes climatiques dans les Préalpes françaises : évolution récente et conséquences potentielles futures *EchoGéo*, 2010, 14 [Consulté en juillet 2018]. Disponible sur <http://echogeo.revues.org/12160>

Corrigou S., Hue P., Pujol E. et al., 2020. *Changements climatiques et perspectives territoriales - Les stratégies d'adaptation face aux changements climatiques : bassins de vie de Riom-ès-Montagnes et de Murat*. Rapport d'étude Master 2, Université de Limoges, 108 p.

Estienne P., 1956. *Recherches sur le climat du Massif central français*. Paris : Météorologie Nationale, 242 p.

Gibelin A.-L., Dubuisson B., Corre L. et al., 2014. Évolution de la température en France depuis 1950. *La Météorologie*, n° 87, p. 45-53.

GIEC, 2013. *Changements climatiques 2013 : les éléments scientifiques - Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Sous la dir. de T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley. Cambridge : Cambridge University Press, 27 p.

GIEC, 2019. *Réchauffement planétaire de 1,5°C - Résumé à l'attention des décideurs*. - Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté, Sous la dir. de V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla.

Giuntoli I, Maugis P., Renard B., 2012. *Évolutions observées dans les débits des rivières en France*, ONEMA, 8 p.

Lesaffre B., Lejeune Y., Morin S. et al., 2012. Impact du changement climatique sur l'enneigement de moyenne montagne : l'exemple du site du col de Porte en Chartreuse. In : Association Internationale de Climatologie, *les climats régionaux : observation et modélisation*, XXV<sup>ème</sup> colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Grenoble, 5 au 8 septembre 2012, Sous la dir. de Bigot S. et Rome S., AIC, p. 475-480.

Jouzel J. (Dir.), 2012. *Le climat de la France au XXI<sup>e</sup> siècle. Volume 2 - Scénarios régionalisés : indices de référence pour la métropole 1<sup>ère</sup> édition - février 2012*. Rapport d'étude. Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, 99 p.

Jouzel J. (Dir.), 2014. *Le climat de la France au XXI<sup>e</sup> siècle. Volume 4 - Scénarios régionalisés : édition 2014 pour la métropole et les régions d'outre-mer*. Rapport d'étude. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 62 p.

Martin E., Salas y Méliá D., Badeau V. et al., 2015. Impacts, adaptation et vulnérabilité des systèmes naturels et humains en Europe, *La Météorologie*, n° 88 ; p. 83-95.

MEDD – ONERC, 2006. *Recensement des études concernant les effets du climat et du réchauffement climatique sur les espaces de montagne en France métropolitaine*. Note technique n°4, Paris, 50 p.

OCDE, 2007. *Changements climatiques dans les alpes européennes Adapter le tourisme d'hiver et la gestion des risques naturels*. Sous la dir. de Shardul Agrawala, Éditions OCDE, 136 p.

ORECC – Auvergne-Rhône-Alpes, 2017. *Etat des connaissances tourisme et changement climatique en Auvergne-Rhône-Alpes*, rapport d'étude, 28 p.

Planton S., Bopp L., Brun E. et al., 2015. Evolution du climat depuis 1850 [En ligne], *La Météorologie*, n° 88, février 2015, p. 48-55.

Poiraud A., 2020. *Le changement climatique sur le Cézallier : point bibliographique*. Rapport d'étude. Aydat : Pnr des Volcans d'Auvergne, 24 p.

Serre F., 2001. *La neige dans le Massif central : une contrainte pour la gestion des territoires ?* Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise Pascal, 203 p.

Serre F., 2010. *L'évolution de l'enneigement dans le Massif central*. Rapport d'étude, Conférence permanente du tourisme en Massif central – Commission n°9 « Observatoire des données neige sur le Massif central », Clermont-Ferrand : DATAR Massif central, 37 p.

Serre F., 2014. Les singularités du climat et son évolution récente dans le massif des monts Dore, *Revue des sciences naturelles d'Auvergne*, 78, p.51-74.

Serre F., 2018. *Les changements climatiques dans le Pnr des Volcans d'Auvergne (secteur Cantal) et les impacts sur les loisirs neige*, Rapport d'étude, Aydat : Pnr des Volcans d'Auvergne, 49 p.

Soubeyroux J.-M., Kitova N., Blanchard M. et al., 2012. Sécheresses des sols en France et changement climatique, *La Météorologie*, n° 78, p. 21-30.

Staron G., 1993. *L'hiver dans le Massif Central français - Étude de climatologie et d'hydrologie*, Saint-Etienne : Publications de l'Université de Saint-Etienne, 403 p.

*EauFrance*. [En ligne]. Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie, [Consulté en avril 2022]. Disponible sur <https://www.eaufrance.fr/>

*Géoportail*. [En ligne]. IGN, [Consulté en avril 2020]. Disponible sur <https://www.geoportail.gouv.fr/>

*Infoclimat – Réseau Static*. [En ligne]. INFOCLIMAT, [consulté en avril 2022]. Disponible sur <https://www.infoclimat.fr/stations/static.php>

*INSEE – Statistiques locales*. [En ligne]. INSEE, [consulté en avril 2020]. Disponible sur <https://www.insee.fr/fr/statistiques>

*Météo-France – Météo et climat*. [En ligne]. Météo-France, [Consulté en avril 2022]. Disponible sur <http://www.meteofrance.com/accueil>

*PHENOCLIM – Les sciences participatives en montagne*. [En ligne]. Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude, [Consulté en mai 2020]. Disponible sur <https://phenoclim.org/fr>

*Le SIDAM et la COPAMAC au service de l'agriculture du Massif central*. [En ligne]. Service interdépartemental pour l'animation du Massif central - Conférence des présidents des organisations agricoles du Massif central, [Consulté en avril 2020]. Disponible sur <https://www.sidam-massifcentral.fr/developpement/ap3c/>