



# Les singularités du climat et son évolution récente dans le massif des monts Dore et dans la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy

---

## Rapport d'étude (mai 2015)



Vue générale de la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy – Mai 2010 – Cliché F. Serre

Maîtrise d'ouvrage : Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne

Suivi technique : Thierry Leroy (conservateur de la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy)

Rédaction du rapport : Frédéric Serre

Etude financée par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie / DREAL Auvergne, réalisée par Frédéric SERRE, pour le compte du Syndicat mixte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne dans le cadre de la gestion de la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy.



## Remerciements

---

Nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui ont apporté leur soutien technique et scientifique pour la réalisation de cette étude sur le climat des monts Dore, en particulier Thierry Leroy, conservateur de la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy.

## Résumé

---

L'étude présente les principales caractéristiques climatiques du massif des monts Dore et de la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy, ainsi que les enjeux associés pour le développement actuel et futur du territoire. Le massif des monts Dore possède un climat frais, venté, très arrosé et enneigé surtout au-dessus de 1500 m d'altitude. Les précipitations intenses peuvent entraîner des crues torrentielles et des avalanches, à l'origine de dégâts matériels parfois importants. A l'échelle locale, les nuances climatiques sont marquées, en lien avec la topographie accidentée du massif, ce qui représente un facteur favorable pour la diversité biologique. De plus, le temps et les ambiances sont assez changeants en lien avec la position géographique du massif au carrefour des influences océaniques, continentales, méditerranéennes et nordiques. L'évolution du climat des monts Dore depuis ces dernières décennies semble confirmer les tendances observées à l'échelle globale, c'est-à-dire une diminution marquée des niveaux d'enneigement aux intersaisons et une hausse assez nette des températures. Un élargissement du champ géographique de l'étude à l'échelle des monts d'Auvergne ou des hautes terres du Massif central permettrait de préciser ces premiers résultats.

# Sommaire

---

Remerciements.....	1
Résumé.....	2
Introduction.....	4
1 - Les sources et les données exploitées.....	6
2 - Les traits généraux du climat.....	9
3 - Les types de temps et les ambiances.....	21
4 - L'évolution climatique depuis 1950.....	37
Conclusion.....	43
Références bibliographiques.....	44
Annexe – Tableaux des données climatiques.....	46

## Introduction

---

Localisé au nord des monts d'Auvergne, à moins d'une heure de trajet de Clermont-Ferrand, le massif des monts Dore est une montagne pastorale et touristique. L'activité pastorale passée et contemporaine explique la place centrale des surfaces en herbe dans les paysages et notamment la présence de vastes estives près des sommets dont la période d'occupation, entre mai et octobre, dépend étroitement de la durée de la saison végétative et donc du climat local. Mais les exploitants agricoles sont aujourd'hui très minoritaires dans la population active locale ; si les densités de population sont encore relativement élevées, notamment dans les communes de la vallée de la Haute Dordogne et dans la commune de Besse-et-Saint-Anastaise (20 à 50 hab./km<sup>2</sup>), c'est avant tout grâce à l'essor récent des activités centrées sur le bien-être et les loisirs qui attirent de nombreux touristes ou de proches citadins tout au long de l'année. En plus du thermalisme et des activités liées à la découverte de la nature et du territoire, en hiver, les paysages des montagnes enneigées et la neige en tant que support aux sports d'hiver sont considérés aujourd'hui comme une ressource majeure pour le développement local, malgré les contraintes qu'elle peut entraîner au quotidien pour les déplacements des habitants (routes enneigées, tourmentes).

Les traits du climat ont un impact non seulement sur les pratiques pastorales et sur le tourisme hivernal, mais également sur la richesse environnementale des monts Dore. En effet, la diversité topographique locale engendre une grande variété climatique à échelle fine : versants exposés au sud soumis à de très fortes amplitudes thermiques quotidiennes, vallons d'altitude exposés au nord-est conservant la neige pendant de longs mois, crêtes constamment ventées, etc. Ainsi la diversité des facteurs abiotiques explique-t-elle pour partie la diversité paysagère ainsi que la diversité des habitats (hêtraies, sapinières, landes, pelouses, prairies de fauche, tourbières, éboulis, falaises, eaux courantes, etc.) et des espèces animales et végétales inféodées. La richesse environnementale du massif des monts Dore est aujourd'hui reconnue par les scientifiques et les institutions, de telle sorte que deux espaces de protection ont été créés récemment, notamment pour limiter les risques d'urbanisation touristique dans les secteurs encore vierges de remontées mécaniques : les réserves naturelles nationales de Chaudefour (1991) et de Chastreix-Sancy (2007).

Enfin, le climat aggrave les risques naturels observés dans le massif, en particulier dans la vallée du Mont-Dore, habitée jusqu'à 1300 m d'altitude, et fréquentée par de nombreux skieurs en période de vacances scolaires. Associés à la topographie accidentée, les épisodes de fortes précipitations peuvent engendrer des dégâts significatifs, comme en mars 2006 pour les avalanches (parties de forêts et remontées mécaniques détruites, etc.) ou en janvier 2004 pour les crues torrentielles et les coulées de boue (route coupée, etc.)

La connaissance du climat des monts Dore et de son évolution représente donc un enjeu majeur pour le territoire en raison des implications dans les domaines économique, environnemental et sociétal. Pourtant, aucune étude ciblée sur les monts Dore n'existe à ce jour. Les travaux de climatologie de référence ont été réalisés à l'échelle du Massif central (Gachon 1946, Estienne 1956 et Staron 1993). A l'échelle des monts Dore, la question climatique est abordée dans les études ponctuelles centrées sur les risques naturels ou dans les documents de gestion des espaces naturels comme les plans de gestion des deux réserves naturelles du massif. L'obstacle majeur est de travailler à une échelle relativement fine avec le réseau des stations de Météo-France dont le maillage est insuffisant pour appréhender toutes les nuances climatiques en secteur de montagne. Par exemple, on ne dispose d'aucune station Météo-France au-dessus de 1400 m dans le massif.

L'étude conduite ici a pour objet d'essayer de pallier ces manques, de définir les traits généraux du climat des monts Dore, les nuances locales, notamment les particularités observées dans le périmètre de la réserve naturelle de Chastreix-Sancy, et enfin, d'appréhender l'évolution récente du climat local dans un contexte de changement climatique global.

Cette étude a été commandée par le Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, en tant que gestionnaire principal de la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy, et a été financée par le Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie et la DREAL Auvergne.

# 1. Les sources et les données exploitées

Le massif des monts Dore est un ancien stratovolcan de 600 km<sup>2</sup> qui présente une grande variété d'altitudes, de pentes et d'expositions (figure 1). Le cœur du massif est dominé par un ensemble de sommets et de crêtes parfois acérées qui culminent au puy de Sancy (1885 m). Cet ensemble est découpé par trois vallées principales remaniées par les processus d'érosion, notamment d'origine

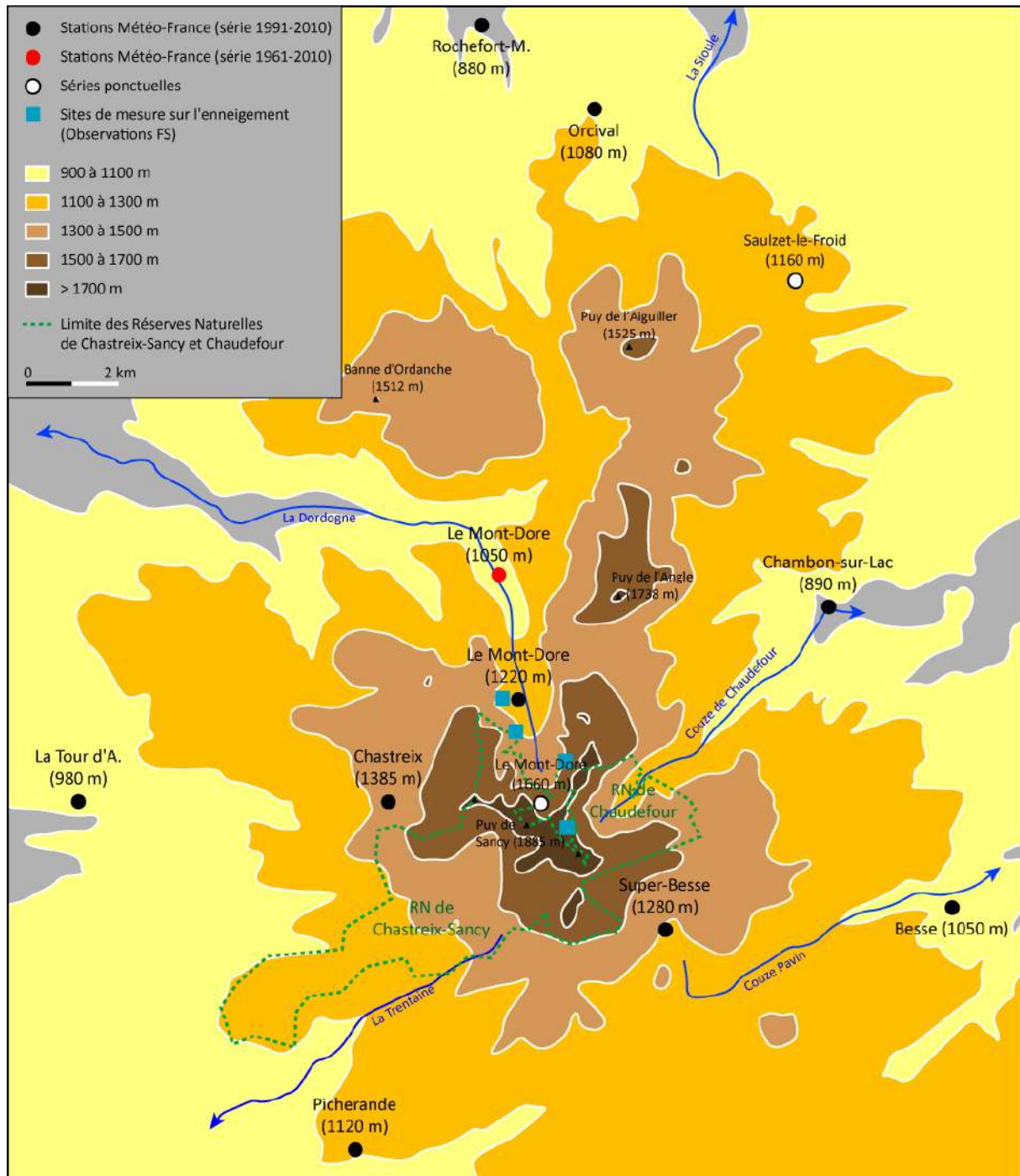


Figure 1 – Le massif des monts Dore et les sites de mesure météorologiques – Réalisation F. Serre

glaciaire: la vallée du Mont-Dore ou de la Haute Dordogne au nord, la vallée de la Fontaine Salée au sud-ouest et la vallée de Chaudefour au nord-est. Dans la partie septentrionale des monts Dore, les dénivellations sont moins marquées et les surfaces topographiques présentent souvent un caractère vallonné : au nord le massif de l'Aiguiller est un vaste plateau qui culmine à 1525 m, au nord-ouest le secteur de la Banne d'Ordanche (1512 m) s'étend entre Laqueuille et le lac du Guéry, au centre le massif adventif est constitué de sommets et de crêtes qui dépassent 1600 m d'altitude, alignés dans un axe méridien entre les cols de la Croix Morand et de la Croix Saint-Robert. Sur les marges occidentales, septentrionales et orientales, les altitudes s'abaissent progressivement à moins de 900 m.

La réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy s'étend sur 1895 ha dans la partie sud-ouest du massif des monts Dore. Les altitudes sont comprises entre 1100 m et 1885 m au sommet du puy de Sancy, dominant l'ample vallée de la Fontaine Salée, ouverte au sud-ouest, qui occupe une position centrale dans la réserve. Le périmètre de la réserve englobe également des secteurs très escarpés d'orientation nord ou nord-est, le val de Courre, le val d'Enfer et les ravins du puy de Cliergue localisés dans la partie amont de la vallée du Mont-Dore. Ces deux secteurs sont séparés par de hauts versants et par une ligne de crête qui dépasse 1700 m d'altitude entre le puy de Cliergue, la Tour Carrée, le puy Redon, le puy de Sancy et le puy de la Perdrix. L'altitude dépasse aussi 1700 m au sommet du puy de Paillaret, localisé entre la vallée de la Fontaine Salée et la station de ski de Super-Besse. Enfin, la réserve englobe aussi la partie sommitale du puy de Cacadogne au-dessus de la station de ski du Mont-Dore.



Figure 2 – Station automatique de Chastreix-Sancy localisée à 1385 m d'altitude. L'omniprésence des vents illustrée par la présence des congères sur la photo complique la mesure des précipitations et des épaisseurs de neige au sol – Février 2015 –  
*Cliché F. Serre*

D'une manière générale, il est difficile de connaître avec précision les caractéristiques des climats montagnards en raison de la carence des mesures exploitables. En effet, d'une part les postes de mesures en altitude sont peu nombreux, et d'autre part, la fiabilité même de ces mesures, en particulier celles des précipitations et des hauteurs de neige, est sujette à caution, pour des raisons techniques liées à l'instrumentation et aux conditions climatiques (vents forts, givre).

Ces carences touchent évidemment le massif des monts Dore où les données disponibles se raréfient considérablement au-dessus de 1300 m d'altitude. Le poste de mesure le plus élevé du réseau de Météo-France correspond à la station automatique de Chastreix-Sancy, localisée au sud-ouest des monts Dore, à 1385 m d'altitude (figure 2). Mais les mesures réalisées à Chastreix sont parfois difficilement exploitables. En effet, lors des épisodes de chutes de neige accompagnées de vents forts, une partie des précipitations échappe au pluviomètre. En plus du réseau Météo-France, on peut signaler l'installation depuis novembre 2014 d'une station météorologique automatique au pied du puy de Sancy, à 1660 m d'altitude, à l'initiative de l'association Infoclimat<sup>1</sup>. L'objectif était de pallier le manque de données à ces altitudes élevées, mais les vents forts et le givre fréquents perturbent là aussi régulièrement les mesures.

<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.



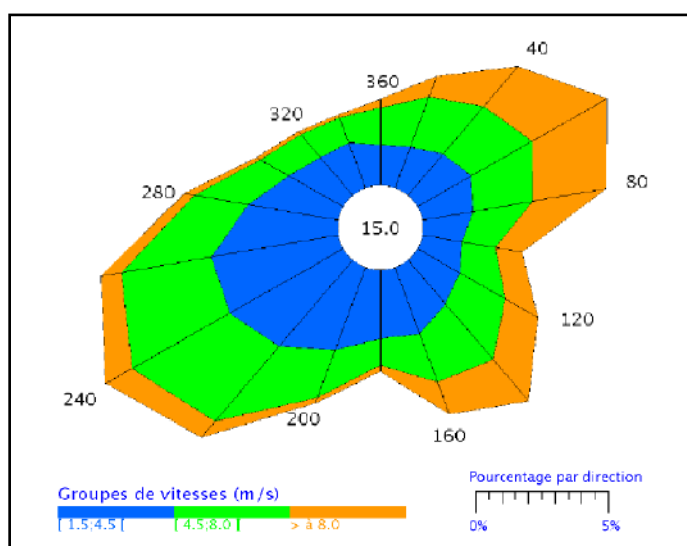
Non seulement le nombre de postes diminue en altitude, mais en plus, les séries de données sont parfois trop courtes pour envisager un traitement statistique. L'Organisation Météorologique Mondiale fixe à 30 ans la période nécessaire pour obtenir une photographie satisfaisante du climat, en lissant les effets de la variabilité interannuelle. Or dans les monts Dore, le nombre de séries disponibles sur cette période de 30 ans est trop faible, de telle sorte que nous avons choisi, par défaut, de retenir une période de référence de 20 ans seulement (1991-2010), afin de conserver une couverture spatiale suffisante. Au final, nous disposons de 10 séries complètes sur la période 1991-2010 (figure 1). Deux postes ont également été utilisés pour décrire des épisodes ponctuels : Pessade dont la série s'arrête en 1996 et la station automatique du Mont-Dore 1660 m en place depuis 2014 (figure 1). On le voit, certains secteurs du massif sont mal représentés, c'est le cas des plus hauts versants, au-dessus de 1400 m d'altitude, mais aussi de la vallée de la Fontaine Salée, de la vallée de Chaudfour, etc.

En ce qui concerne l'enneigement, les données disponibles sont encore plus éparpillées car seul le poste de Météo-France du Mont-Dore ville fournit des données exploitables sur une longue durée. Au-dessus de 1400 m, les mesures systématiques sont inexistantes. C'est pourquoi nous nous sommes appuyés sur des observations personnelles réalisées lors de travaux de recherche précédents (Serre, 2001) ainsi que sur des mesures récentes de hauteurs de neige réalisées à différents niveaux d'altitude (1200, 1300, 1500 et 1700 m) entre le fond de la vallée du Mont-Dore et les plus hauts versants (figure 1). Les sites de mesure ont été choisis en évitant les zones de suraccumulation ou de déflation excessive. A 1700 m, le site est localisé sur le versant nord du puy Ferrand. Certes, en l'absence de ligneux, le site est obligatoirement soumis aux vents, en particulier ceux de nord-est qui peuvent éroder le manteau neigeux, mais il reste représentatif de l'enneigement de l'ensemble du versant à cette altitude. A 1500 m, le site est localisé en limite de la réserve naturelle de Chastreix-Sancy, sur un replat sous le puy de Cacadoigne où les arbustes présents freinent le transport de la neige par le vent. D'ailleurs les professionnels locaux (gendarmes, Météo-France, pisteurs) considèrent ce site comme l'un des plus représentatifs à cette altitude. A 1300 m, le site est localisé près de la station de ski, en limite de la réserve naturelle de Chastreix-Sancy, à l'écart de l'axe de la vallée et des vents les plus forts à composante sud. A 1200 m, le site est localisé près du parking et du village des Longes, dans une clairière où le manteau neigeux est assez bien protégé des vents les plus forts à composantes sud. Même si ces mesures de neige sont trop récentes pour élaborer des statistiques sur la période de référence 1991-2010 retenue pour les précipitations et les températures, ces données permettent toutefois de combler des lacunes sur nos connaissances de l'enneigement dans les secteurs d'altitude. Nous avons travaillé ici par défaut sur une période de 10 ans, entre l'hiver 2004-05 et l'hiver 2013-14 qui semble bien enneigée. Par exemple au Mont-Dore ville, les médianes respectives pour les périodes 2004-05 – 2013-14 et 1980-81 – 2009-2010 (30 ans) sont de 83 et 73 jours d'enneigement. On notera en revanche que les épaisseurs maximales sont identiques sur les deux périodes. Il conviendra donc de rester prudent quant à la représentativité des valeurs fournies sur ces dix hivers.

Les difficultés s'accroissent quand il s'agit de travailler sur l'évolution du climat à partir de longues séries de données en zone de montagne (Bigot, Rome, 2010). Dans les monts Dore, seules quatre stations localisées au-dessus de 800 m disposent de séries continues depuis les années 1950 (figure 1): le Mont-Dore ville (températures, précipitations, neige), Besse-et-Saint-Anastaise (températures, précipitations, neige), Rochefort-Montagne (précipitations) et la Tour-d'Auvergne (précipitations). Mais ces stations ont connu plusieurs déplacements durant les dernières décennies qui impactent l'homogénéité des séries : trois déplacements pour les postes de Besse et de la Tour-d'Auvergne, quatre déplacements pour le poste de Rochefort-Montagne. C'est pourquoi, au final, nous avons retenu uniquement le poste du Mont-Dore ville : en effet, ce poste n'a connu qu'un seul déplacement géographique mineur (depuis l'école vers la rue Latru) sur la période 1951-2010, sans conséquence sur le plan climatique.

## 2. Les traits généraux du climat

Les travaux de recherche réalisés dans le passé à l'échelle du Massif central ont permis d'identifier les singularités climatiques qui caractérisent ce secteur de moyenne montagne : fraîcheur des températures, vents forts omniprésents, tourmentes de neige en hiver sur les hauts plateaux dénudés, etc. (Estienne, 1956 ; Gachon, 1946 ; Martonne (De), 1924 ; Staron 1993). Toutefois, dans le détail, les auteurs insistent sur l'influence inégale des circulations atmosphériques océaniques, continentales et méditerranéennes sur les régimes des températures et des précipitations, source de différenciation climatique entre le nord-ouest et le sud-est du Massif central. Les nuances climatiques locales dépendent aussi des facteurs orographiques, l'altitude et l'organisation du relief jouant sur la distribution spatiale des précipitations, des vents et des températures : on observe en particulier une nette opposition entre les bordures, très arrosées, et la partie médiane, moins humide et marquée par de fortes amplitudes thermiques saisonnières.



A l'échelle des monts Dore, la position géographique du massif permet de comprendre l'influence majeure de la « marée océanique » (Estienne, 1956), comme l'illustrent les directions des vents dominants à Chastreix-Sancy (figure 3). L'influence océanique se traduit en particulier par une pluviosité assez abondante tout au long de l'année. Les précipitations peuvent également être associées aux flux de sud, souvent très turbulents. Les flux continentaux sont associés dans le massif aux temps secs ou peu arrosés, frais en été et froids en hiver ; ils sont également très bien représentés sur la rose des vents de Chastreix-Sancy (figure 3) : les vents d'origine continentale ont une orientation dominante nord-est sur le site de mesure en raison de la configuration du relief. Enfin, on peut ajouter l'influence des régimes nordiques qui jouent un rôle déterminant sur la fréquence des apports neigeux en hiver dans les monts Dore (Serre, 2001). Par ailleurs, avec des altitudes sommitales supérieures à 1800 m et des lignes de crêtes orientées perpendiculairement aux flux humides de sud-ouest notamment, l'orographie constitue également un facteur explicatif majeur du climat local. Ainsi, de par sa position géographique septentrionale et de par ses altitudes élevées à l'échelle du Massif central, le massif des monts Dore connaît un climat rigoureux, comme le montre l'analyse des données climatiques récentes.

## 2.1. Les monts Dore : une montagne fraîche

Les températures sont basses dans les monts Dore : les moyennes annuelles varient entre 6,1 °C et 8 °C dans les postes de référence localisés entre 1000 et 1400 m d'altitude (tableau 1). Le gradient calculé à partir des deux stations géographiquement proches du Mont-Dore est de 0,59 °C pour 100 m d'altitude en moyenne dans l'année. Les écarts sont atténués en hiver et plus marqués au printemps (supérieurs à 0,7 °C pour 100 m en mars, avril et mai). Le froid se manifeste par un nombre élevé de jours de gel : 126 jours à Chastreix-Sancy, 107 jours au Mont-Dore ville. Le gel s'observe généralement entre octobre et mai dans ces deux postes, mais certaines années, il gèle aussi en juin ou en septembre.

Températures moyennes 1991-2010 (°C)	
Mont-Dore (1030 m)	8,0
Besse (1050 m / 1060 m)	8,0
Orcival (1080 m)	7,8
Mont-Dore (1220 m)	6,9
Super-Besse (1280 / 1310 m)	6,5
Chastreix (1385 m)	6,1

Tableau 1 – Températures moyennes annuelles en °C sur la période 1991-2010 – *Calculs effectués d'après les données de Météo-France – Réalisation F. Serre*

Les températures augmentent brutalement au printemps entraînant un réveil brutal de la végétation : on gagne 4,4 °C en moyenne entre les mois d'avril et de mai sur les différents postes de référence et encore 3,3 °C entre les mois de mai et de juin. Les troupeaux sont alors envoyés dans les estives et profitent de la saison végétative qui se prolonge en général jusqu'en octobre, avant la chute brutale des températures (-3,1 °C entre septembre et octobre et -4,9 °C entre octobre et novembre) accompagnée du retour des premières gelées, des premières neiges ou des premiers épisodes de givre (figure 4).



Figure 4 – Les premières neiges sur le plateau de Durbise – Octobre 2013 – *Cliché F. Serre*

La variabilité interannuelle la plus forte est observée à l'entrée et à la fin de l'hiver. Le mois de novembre correspond certaines années au prolongement de l'automne comme en 1994 (un jour de gel seulement à Chastreix-Sancy), ou bien à l'inverse à l'entrée franche dans l'hiver comme en 1998 (25 jours de gel à Chastreix-Sancy). Les mois de février et mars sont parfois très hivernaux comme en 2005 par exemple (température moyenne mensuelle inférieure à -3 °C dans les six postes de mesure), ou au contraire, marquent l'arrivée précoce du printemps comme en 1998 notamment (température moyenne mensuelle supérieure à 4 °C en février dans les six postes de mesure). Les régimes thermiques des intersaisons influent directement sur la dynamique du vivant : durée de la saison végétative, caractère précoce ou tardif des floraisons, activité des insectes, etc. (figure 5).



Figure 5 – Petite tortue (*Aglais urticae*) en activité dans les prairies des monts Dore au début de l'hiver – Novembre 2014 – Cliché F. Serre

Dans la réserve naturelle de Chastreix-Sancy, en extrapolant à partir des données des postes localisés à proximité immédiate (Chastreix-Sancy et le Mont-Dore 1200 m) et du gradient calculé ci-dessus à partir des deux postes du Mont-Dore, les températures moyennes annuelles varieraient entre 7,5 °C dans les parties les plus basses et 3 °C près des sommets. Mais la topographie locale très accidentée permet d'envisager une grande variété de régimes thermiques à échelle fine, en fonction de la pente, de l'exposition des versants ou de la nature du substrat. Cette diversité s'exprime notamment à travers des durées d'enneigement très inégales (voir *infra* p. 14).

## 2.2. Les monts Dore : une montagne très arrosée

D'une manière générale, le massif des monts Dore reçoit des précipitations abondantes tout au long de l'année. Dans les différents postes de mesure disponibles, la moyenne annuelle oscille entre 1200 mm et 2200 mm sur la période 1991-2010 (tableau 2). Le régime est typiquement océanique avec des précipitations bien présentes tout au long de l'année et des valeurs maximales relevées à la fin de l'automne et au début de l'hiver (octobre, novembre, décembre). Les précipitations sont également assez régulières d'une année sur l'autre, l'écart type vaut moins de 15 % de la moyenne arithmétique sur l'ensemble des stations. A l'échelle mensuelle, mars et janvier connaissent la plus forte variabilité interannuelle, à l'inverse, juillet et mai enregistrent des précipitations relativement homogènes d'une année sur l'autre.

L'étude de la géographie des précipitations montre une augmentation assez nette des volumes dans la partie centrale du massif. Dans la vallée du Mont-Dore, le poste localisé à 1200 m accuse un excédent de plus de 18 % par rapport au poste localisé en ville, alors que les deux postes sont éloignés de 2,5 km seulement. L'écart est probablement sous-estimé en lien avec la part plus importante des précipitations neigeuses en altitude, dont une partie peut échapper au pluviomètre en cas de vent. De plus, les volumes s'accroissent probablement de manière significative sur les

sommets et sur les plus hauts versants grâce aux fréquents épisodes de précipitations occultes, c'est-à-dire les gouttelettes déposées directement au sol dans un air saturé en humidité (figure 6), mais il est difficile d'être plus précis faute de mesures sur place. Enfin, la variabilité interannuelle des précipitations s'accroît d'ouest en est du massif et en altitude : à la Tour-d'Auvergne, le coefficient de variation est de 10 % contre 14,7 % à Super-Besse pour les précipitations annuelles (tableau 2).

	Moyennes annuelles en mm	Coefficient de variation en %
Rochefort-Montagne (880 m)	1203,0	12,9
Chambon-sur-Lac (890 m)	1300,4	13,6
Besse (1050 m / 1060 m)	1338,8	13,9
La Tour-d'Auvergne (980 m)	1489,8	10,1
Picherande (1120 m)	1660,4	10,3
Mont-Dore (1030 m)	1815,3	10,5
Mont-Dore (1220 m)	2144,1	11,1
Super-Besse (1280 / 1310 m)	2170,0	14,7

Tableau 2 – Précipitations annuelles sur la période 1991-2010 – Le coefficient de variation correspond à l'écart-type rapporté à la moyenne – *Calculs effectués d'après les données de Météo-France – Réalisation F. Serre*

Localisée au sud-ouest des monts Dore, la réserve naturelle de Chastreix-Sancy est directement soumise aux flux océaniques humides, comme le montrent les valeurs annuelles des postes localisés à proximité de la réserve qui oscillent entre 1700 mm (Picherande) et 2200 mm (Super-Besse et le Mont-Dore 1200 m). L'augmentation des précipitations en direction du cœur du massif signalée ci-dessus permet d'envisager des cumuls encore supérieurs près des sommets du puy de Sancy, du puy Ferrand ou du puy Gros.



Figure 6 – Givre sur les sommets du massif adventif – Décembre 2009 – *Cliché F. Serre*



### 2.3. Les fortes précipitations et les crues torrentielles

Les épisodes de fortes précipitations, certes moins fréquents et moins violents en comparaison avec les montagnes méditerranéennes, peuvent engendrer des crues torrentielles et des coulées de boue, en particulier dans les vallées de Chaudefour et du Mont-Dore. Par exemple, le 31 juillet 1994, des orages violents affectent le massif où l'on relève 160 mm en 6 h seulement à Super-Besse, 75 mm à Chambon-sur-Lac, 59 mm à Saulzet-le-Froid (Météo-France, 1994). Ces orages engendrent plusieurs ravinements et une crue majeure de la Couze de Chaudefour, comme en témoigne les journaux locaux: "[...] Tout est partie un dimanche en fin d'après-midi, de la vallée de Chaudefour. Des trombes d'eau entraînant la terre ont dévalé les flancs des puys Ferrand, des Crebasses, de Cacadogne et de Chambourguet, se sont enroulés autour de la dent de la Rancune, ont suivi le sentier de randonnée et rejoint la couze Chaudefour. Le torrent qui se jette plus bas dans le lac Chambon s'est gonflé de boue, de bois et a dévalé la pente vers le camping de Voissières, arrachant des arbres sur son passage, entaillant la route et multipliant son lit par 4 ou 5. Arrêté momentanément dans sa course par le pont qui dessert le camping de Voissières, obstrué par des troncs morts, il a déversé sur le côté des vagues de boue qui sont venues envahir une maison en pierres et la moitié du camping situé sur les rives gauche. Le torrent sauvage a poursuivi son cours jusqu'à Chambon-sur-Lac où il a envahi les rues. Il est entré dans une cinquantaine de maisons déposant sa boue et ses débris [...]". Extraits de La Montagne du 2 août 1994 (Préfecture du Puy-de-Dôme, 2008).



Figure 7 – Crues torrentielles de juillet 2013 dans la station de ski du Mont-Dore – Au poste du Mont-Dore 1200 m, le cumul des précipitations dans la journée du 23 juillet est supérieur à 60 mm (source Météo-France) – Cliché F. Serre

Pour la vallée du Mont-Dore, on peut citer l'exemple de janvier 2004 où l'on relève près de 160 mm de précipitations au poste du Mont-Dore ville entre le 8 et le 13. Ces fortes précipitations associées à la fonte des neiges génèrent plusieurs crues torrentielles et des coulées de boue; le 14 janvier, l'une d'entre elles traverse le village des Egravats et la route d'accès à la station de ski (D983) où 5500 m<sup>3</sup>

de débris seront ensuite évacués (Chahine et al., 2004). La vallée du Mont-Dore est également touchée par les orages estivaux qui peuvent engendrer des cumuls supérieurs à 50 mm en quelques heures ; les conséquences des crues sont d'autant plus dévastatrices quand les aménagements des cours d'eau ont été sous-dimensionnés, comme ici dans la station du Mont-Dore (figure 7).

Dans la réserve naturelle de Chastreix-Sancy, les épisodes de fortes précipitations peuvent aussi être à l'origine de crues torrentielles et de coulées de boue, comme en janvier 2004 sous le puy de Clergue ou en juillet 2013 et août 2014 dans le val d'Enfer (figure 8).



Figure 8 – Crues torrentielles d'août 2014 dans le val d'Enfer – Cliché F. Serre

Sur le plan écologique, la dynamique naturelle du ruisseau du val d'Enfer associée au régime des précipitations crée ainsi un habitat particulier au sein de la réserve naturelle : il se caractérise par la présence d'alluvions de différentes tailles (galets, éléments fins) mobilisés durant les phases de crues. La perturbation accidentelle du milieu par les crues peut être considérée comme un facteur favorable à l'installation d'une végétation pionnière, qui peut ainsi enrichir la diversité biologique locale.

#### 2.4. Un enneigement irrégulier

Les chutes de neige sont fréquentes dans le massif des monts Dore: on observe en général 40 à 70 jours de neige ou de pluies et neiges mêlées par hiver, dans la tranche basse du massif, entre 900 m et 1200 m d'altitude (Serre, 2001) : au Mont-Dore ville, dans un secteur privilégié, la valeur médiane est de 67 jours sur les six mois du semestre froid pour la période 1991-2010. Les chutes de neige se produisent essentiellement entre novembre et avril, mais il peut neiger tous les mois de l'année sur les plus hauts sommets (figure 9).

L'enneigement croît rapidement avec l'altitude. Schématiquement, au-dessous de 1500 m, les séquences d'enneigement continu qui s'étalent sur plusieurs semaines peuvent être entrecoupées par des périodes sans neige au sol associées aux redoux durables, même au cœur de l'hiver. La fonte répétée du manteau neigeux entre les différentes phases d'apports neigeux explique la faiblesse des épaisseurs. Au Mont-Dore ville par exemple, il faut remonter à l'hiver 1977-78 pour que le manteau dépasse le mètre. Certes les épaisseurs augmentent rapidement avec l'altitude : par exemple à la station de ski du Mont-Dore, à 1300 m d'altitude, on dépasse le mètre une année sur deux (période

2004-05 – 2013-14); mais on reste encore en retrait par rapport aux Alpes du Nord : par comparaison, au col de Porte, dans le massif de la Chartreuse, à 1340 m d'altitude, Météo-France relève sur la même période une valeur médiane de 120 cm pour les épaisseurs maximales.



Figure 9 – Chutes de neige tardives sur la massif adventif – Mai 2013 – Cliché F. Serre

Au-dessus de 1500 m, l'enneigement devient plus abondant. La neige s'installe souvent dans la dernière décade de novembre et persiste ensuite pendant cinq mois jusqu'au début du mois de mai : la durée du manteau neigeux est ainsi multipliée par deux par rapport au fond de vallée. Les épaisseurs maximales de l'hiver sont atteintes entre la fin du mois de février et le début du mois d'avril. Les effets plus limités des redoux expliquent un différentiel très marqué par rapport au fond de vallée : en versant nord du puy Ferrand, l'épaisseur maximale dépasse 2 m plus d'un hiver sur deux, une valeur cinq fois plus élevée par rapport à celle mesurée dans la ville du Mont-Dore ! Le différentiel est encore plus net quand on compare les valeurs médianes mesurées tout au long de l'hiver (figure 10).

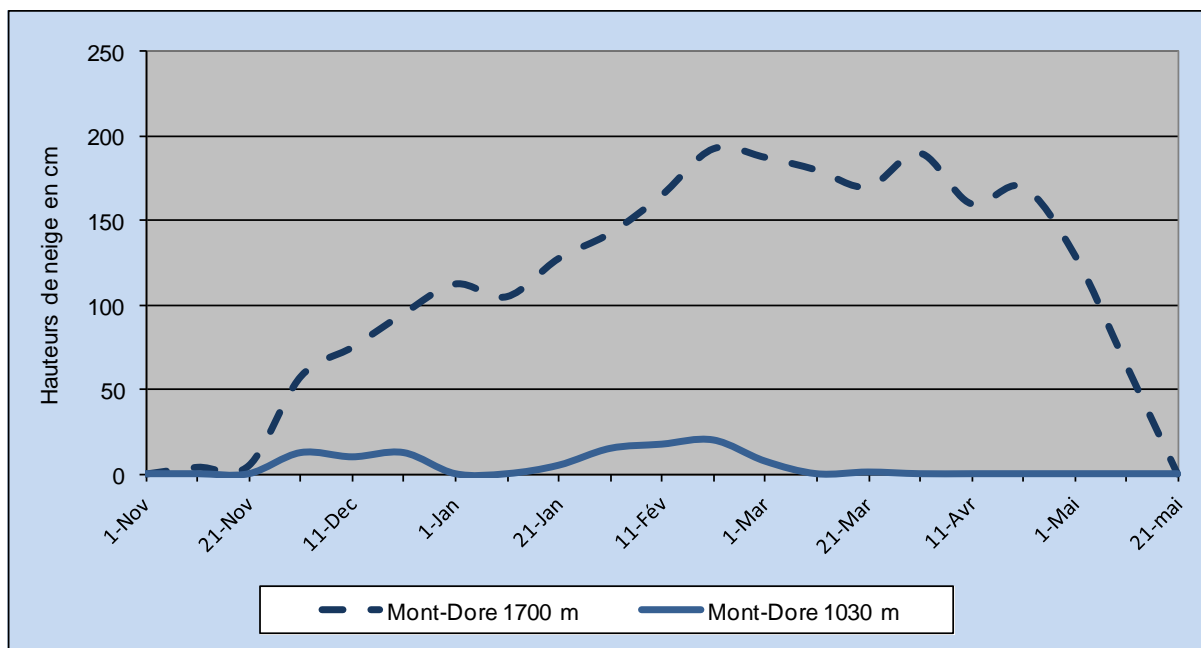


Figure 10 – Régimes d'enneigement dans le massif du Mont-Dore : valeurs médianes des hauteurs de neige mesurées au début de chaque décade sur la période 2004-05 – 2013-14 – Calculs effectués d'après les données de Météo-France et des observations personnelles – Réalisation F. Serre



Dans le détail, il existe une grande diversité de situations à échelle fine, en particulier en fonction de l'exposition des versants par rapport aux vents. En effet, dans les monts Dore comme sur l'ensemble des hautes terres du Massif central, les épaisseurs de neige sont fortement conditionnées par le transport de la neige par le vent au moment de la chute et postérieurement tant que la neige reste mobilisable par le vent (Serre, 2001). Par ailleurs, les vents à composante ouest ou sud associés aux redoux entraînent une fonte accélérée de la neige sur les versants les plus exposés.

Au final, les versants exposés à l'ouest et au sud connaissent un enneigement très précaire, surtout quand la pente trop forte - et a fortiori en présence de barres rocheuses - complique la tenue de la neige au sol. A l'inverse, les versants exposés au nord et à l'est, en particulier ceux de forme concave, conservent bien la neige. Ainsi la neige peut-elle ici se conserver tout l'hiver malgré les redoux, et assez tard dans la saison jusqu'à des altitudes relativement basses, inférieures à 1500 m. C'est le cas des versants nord-est localisés entre le puy de l'Aiguiller et le puy de la Croix Morand, sous la Montagne de Bozat, sous le col de la Croix Saint-Robert, etc. Les neiges tardives s'observent également sur les versants nord-est des plus hauts sommets et dans les couloirs d'avalanche. Dans ces trois situations, congères, hauts versants et couloirs d'avalanche, la neige persiste généralement jusqu'au mois de juillet. Exceptionnellement, la neige peut résister très localement jusqu'à l'hiver suivant, comme lors de l'hiver 2012-13.

L'enneigement est également très variable d'un hiver à l'autre, surtout à basse altitude. Sur la période récente par exemple, au Mont-Dore ville, on observe 127 jours de neige au sol en 2005-06, hiver caractérisé par la fréquence élevée des flux nordiques, contre 31 jours seulement l'hiver suivant en 2006-07, en lien avec une fréquence élevée de flux à composante sud. Il s'agit en fait des deux valeurs extrêmes enregistrées depuis le début des années 1960.

Enfin, malgré la faiblesse des dénivelés par rapport aux massifs des Alpes ou des Pyrénées, les chutes de neige abondantes provoquent parfois des avalanches dans le massif, essentiellement dans les vallées de Chaudesfour et du Mont-Dore. Ces avalanches ont parfois un impact sur la végétation et sur le milieu, en arrachant des blocs rocheux, les formations superficielles et la végétation qui les recouvrent, et en transportant ces débris sur plusieurs dizaines ou centaines de mètres.

Dans la réserve naturelle de Chastreix-Sancy, l'importance globale de l'enneigement a été évaluée à partir d'observations personnelles réalisées durant les hivers récents couplées aux données fournies par Météo-France à partir des postes de Picherande et de Chastreix-Sancy. Dans la Fontaine Salée, on peut estimer que la durée de la neige au sol dépasse deux mois dans les secteurs les plus bas de la réserve naturelle, vers 1100 m, et quatre mois vers 1400 m. Dans la vallée du Mont-Dore, la neige au sol persisterait quatre mois et demi vers 1300 m, cinq mois vers 1500 m et 6 mois vers 1700 m. A altitude équivalente, il semble que la fonte printanière est plus précoce sur les versants de la Fontaine Salée, plus exposés aux redoux humides et venteux.

En effet, d'une manière plus générale, comme dans l'ensemble du massif, l'enneigement est très sensible aux conditions géographiques locales, comme l'orientation des versants par rapport aux vents en particulier. Les crêtes ventées depuis le puy de Cliegue jusqu'au puy de Cacadogne, les versants exposés au sud qui dominent la vallée de la Fontaine Salée ainsi que les pentes très fortes accidentées de barres rocheuses comme les aiguilles du Diable connaissent un enneigement très précaire. Pendant les chutes de neige, les épaisseurs restent modestes en raison des pentes trop fortes ou du vent. Le sol est alors souvent recouvert ici par une simple pellicule de neige soufflée qui disparaît rapidement au premier redoux (figure 11).



Figure 11 – Transport de la neige par le vent sur les crêtes du puy de Cacadogne (RN Chastreix-Sancy) – Février 2014 – *Cliché F. Serre*

A l'inverse, les versants exposés sous les vents dominants accumulent de fortes quantités de neige. C'est le cas en particulier des versants est et nord qui dominent le val de Courre et le val d'Enfer. On observe également de fortes accumulations dans les vallons incisés sur les versants sud du puy de la Perdrix et sur le versant ouest du puy Gros ou bien sous forme de corniches près des cols (figure 12). Les plaques de neige tardives persistent aussi dans une moindre mesure en limite supérieure des forêts, comme dans les hêtraies localisées en versant nord-ouest sous la Montagne Haute et en versant ouest en contrebas du roc de Courlande et du mont Redon par exemple.



Figure 12 – Corniche résiduelle sous le puy Gros (RN Chastreix-Sancy) - Juillet 2013 - *Cliché F. Serre*

Les accumulations les plus durables sont observées au fond du couloir d'avalanche du val d'Enfer, au pied du puy Redon. Phénomène peu commun dans le massif, en 2013, le névé du val d'Enfer a même

résisté durant tout le semestre chaud, avant d’être recouvert par les neiges de l’hiver suivant, grâce à des conditions très favorables : hiver 2012-13 très bien enneigé, accumulation de très fortes épaisseurs de neige sur le site grâce aux avalanches du mois d’avril, printemps frais (mois de mai le plus froid enregistré au Mont-Dore ville depuis 1957), débris rocheux et boueux offrant une protection relative contre les chaleurs estivales (figure 13).



Figure 13 – Névé du val d’Enfer - Octobre 2013 - Cliché F. Serre

Au final, la variété des conditions d’enneigement joue probablement un rôle important pour expliquer la diversité locale des habitats et des espèces dans la réserve naturelle de Chastreix-Sancy, en particulier parce que la fonte des derniers névés, qui s’étale en général jusqu’en juillet, influence directement la période et la durée de la saison végétative.

### *2.5. Un massif soumis aux risques d’avalanches*

Les coulées de neige qui alimentent les névés de fin de saison sont observées presque tous les hivers, certaines sont parfois spectaculaires comme en mars 2006. En effet, l’hiver 2005-06 se caractérise par un enneigement cumulatif peu commun, en lien avec l’absence de redoux majeurs qui entraînent habituellement une purge régulière des versants les plus exposés aux avalanches durant l’hiver. Début mars, quelques jours avant les coulées de neige, on peut mesurer des hauteurs de neige de 150 cm à 300 cm entre 1300 m et 1700 m d’altitude en versant nord et nord-est, hors zones d’accumulations liées au vent où les épaisseurs sont encore plus importantes. Dans la nuit du 3 au 4 mars, la pluie remplace les chutes de neige, alourdissant le manteau neigeux : des ruptures se produisent alors sur de nombreuses pentes et engendrent des dégâts en forêt, en particulier dans la vallée de Chaudefour, ainsi que sur les remontées mécaniques de la station de ski du Mont-Dore. Ici, l’avalanche a purgé l’ensemble du val d’Enfer, depuis le puy Redon jusqu’au Pas de l’Ane avec une zone de dépôt s’étendant sur une vaste superficie jusqu’aux pistes de ski au pied de la station du Mont-Dore (figure 14).



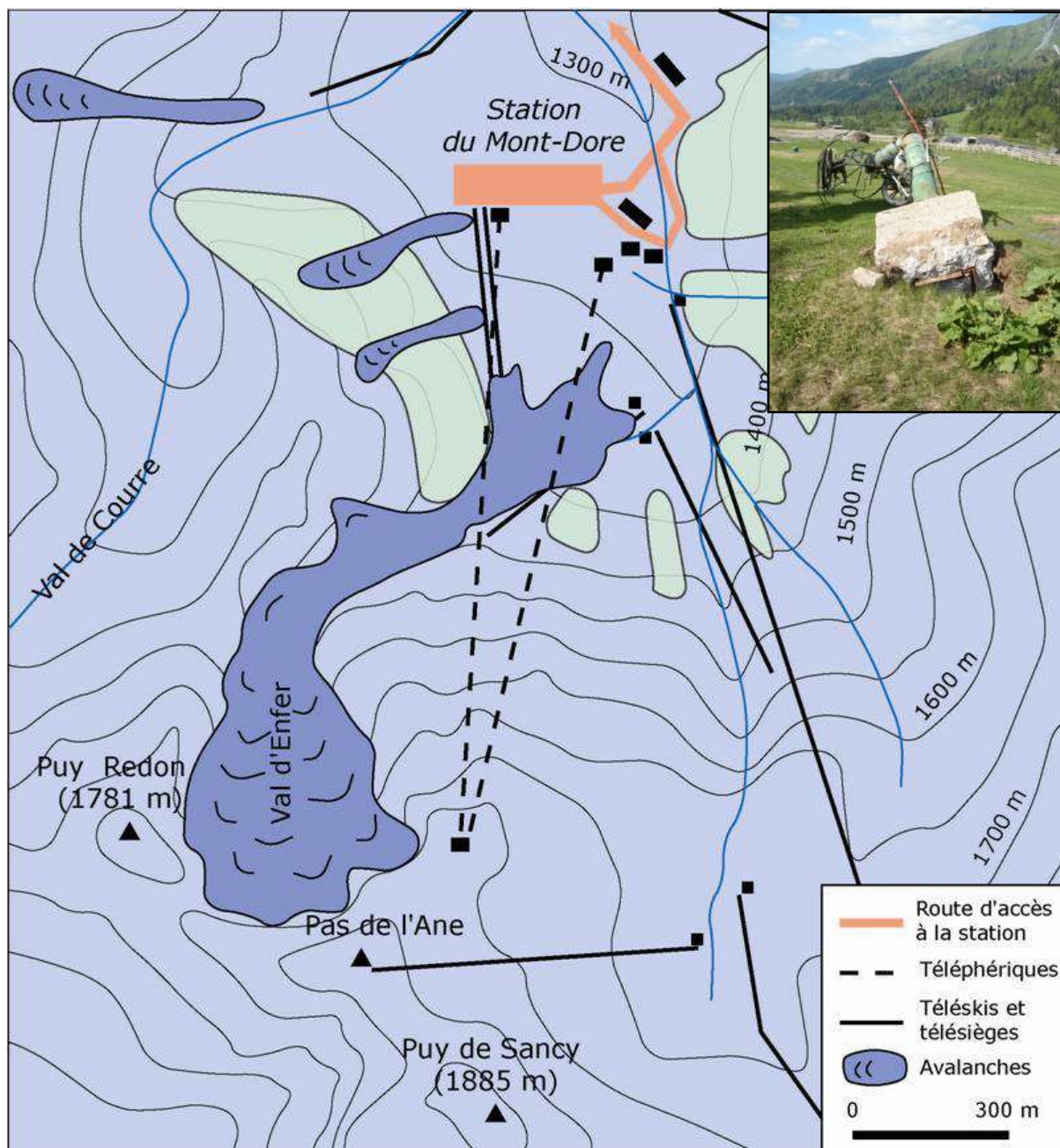


Figure 14 – Localisation des principales coulées de neige du 4 mars 2006 et dégâts occasionnés sur les pylônes de téléskis à la station du ski Mont-Dore - Réalisation F. Serre

Les différents indices recueillis sur place laissent supposer que l'avalanche du val d'Enfer de mars 2006 est un phénomène de récurrence faible. D'après le témoignage des professionnels (pisteur-secouristes, gendarmes de montagne, employés des remontées mécaniques, accompagnateurs en montagne), aucune avalanche n'était descendue aussi bas depuis un demi-siècle au moins. D'ailleurs le lendemain, l'événement est en première page du quotidien local La Montagne sous ce titre accrocheur « *une avalanche historique* ». Les observations de terrain semblent confirmer ces témoignages. En effet, des sapins et des hêtres localisés à la sortie du val d'Enfer et âgés de 60 à 90 ans ont été brisés, déracinés et déplacés par l'avalanche. Enfin, on observe que la partie supérieure d'un dyke a été fauchée par le passage de l'avalanche (figure 15).

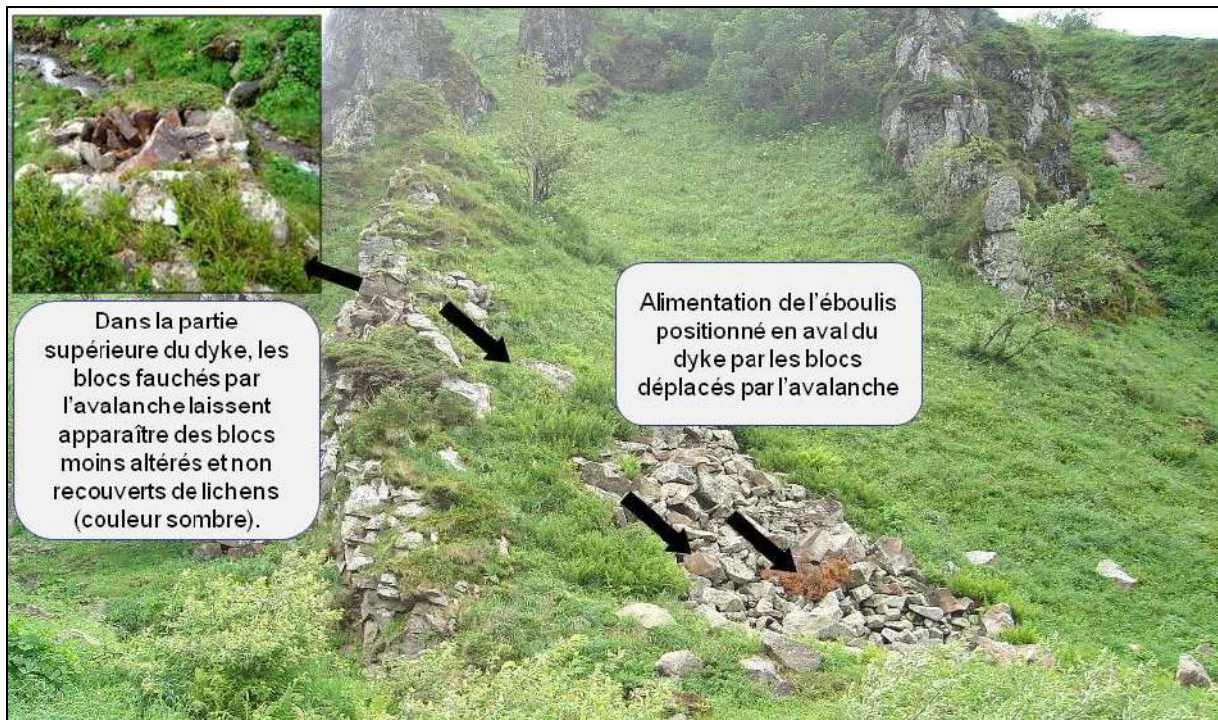


Figure 15 – Blocs rocheux arrachés à la surface d'un dyke lors du passage de l'avalanche du 4 mars 2006 – juin 2006 – Réalisation F. Serre

D'une manière plus générale, à l'échelle du massif des monts Dore, la vallée de Chaudefour (versants nord-est du Puy Ferrand), le val d'Enfer, le val de Courre ainsi que les versants nord-est et sud-ouest du puy de Sancy correspondent aux secteurs les plus exposés aux risques d'avalanche. Mais des coulées affectent aussi parfois les versants localisés au-dessus de la vallée de la Dordogne entre le Roc de Cuzeau et le plateau de Durbise, ceux localisés entre le puy de Clierge et le Capucin, voire certains versants des massifs de la Banne d'Ordanche et de l'Aiguiller.

L'exemple de mars 2006 montre que les dégâts provoqués par les avalanches sont parfois importants : bris et chablis dans les forêts (au pied du puy Ferrand dans la vallée de Chaudefour en particulier), destruction de remontées mécaniques (station de ski du Mont-Dore), routes coupées (corniche qui se détache sous le sommet du col de la Croix Morand par exemple). On dénombre aussi quelques victimes comme en 2001, 1973, 1972, etc. C'est pourquoi, près des domaines skiables, la plupart des départs sont aujourd'hui provoqués de manière préventive par les pisteurs artificiers dans le cadre du plan d'intervention et de déclenchement des avalanches.

## 2.6. Des vents forts omniprésents

Pour les voyageurs et les savants du XIXe s et du début du XXe s, les hautes terres du Massif central se caractérisent sur le plan climatique par l'omniprésence des vents forts : « *C'est qu'en effet l'Auvergne est battue d'un vent éternel et contradictoire, dont les vallées opposées et alternées de ses montagnes, animent, irritent les courants.* » (Michelet, 1875).

Les mesures réalisées à Chastreix-Sancy confirment ces observations empiriques. En effet, sur la période 1991-2010, les vents forts, définis par des vitesses maximales instantanées supérieures à 16 m/s, sont enregistrés un jour sur trois à l'échelle de l'année. La différence est assez nette entre les mois d'hiver où la fréquence des vents forts dépasse un jour sur deux (16 jours en moyenne en décembre et en janvier), et les mois d'été, beaucoup plus calmes (5 jours en moyenne en juillet et en



août). Evidemment, il existe un effet d'accélération sensible sur les crêtes comme celles du massif adventif par exemple, sur les sommets et aux passages des cols comme à la Cabane par exemple, entre le puy de Sancy et le puy Ferrand.

Si les vents forts sont souvent associés aux flux de sud-est ou de nord-est à la station de Chastreix-Sancy, à l'échelle du massif, les directions privilégiées dépendent de la topographie locale. Toutefois, les premières mesures de la station météorologique installée au pied du puy de Sancy à 1660 m d'altitude semblent confirmer que les vents forts sont associés en priorité aux flux à composante sud.

La fréquence élevée des vents forts constitue un trait marquant du climat local qui impacte le couvert végétal (forte évapotranspiration, bris répétés pendant l'hiver sur les feuillus, etc.) et les activités humaines (fermeture répétée des remontées mécaniques les plus exposées, congères sur les routes).

Au-delà de l'aspect habituel des vents forts, les événements extrêmes avec des vents supérieurs à 120 km/h généralisés sur l'ensemble du massif peuvent engendrer des dégâts importants en particulier dans les forêts de conifères (figure 16), comme en 1982 et 1999 par exemple (Jubertie, 2008).



Figure 16 – Dégâts associés à la tempête « Martin » de décembre 1999 dans la forêt domaniale du Guéry -  
*Cliché F. Serre*

Pour résumer, la rigueur climatique s'exprime surtout au cœur des monts Dore, au-dessus de 1500 m d'altitude. Ici, d'une part la neige, le gel et les vents forts deviennent omniprésents, et d'autre part, les épisodes de précipitations intenses (sous forme de pluie ou de neige) associés aux pentes fortes sont à l'origine de crues torrentielles et d'avalanches relativement fréquentes, en particulier autour du puy de Sancy et du puy Ferrand. En revanche, à la périphérie du massif, au-dessous de 1200 m d'altitude, les conditions climatiques sont plus clémentes.

Après l'analyse globale des singularités climatiques du massif, l'étude des ambiances météorologiques et paysagères permet d'appréhender de manière plus précise le caractère changeant du temps tel qu'il est vécu et perçu par les habitants, à travers une approche à la fois quantitative et sensible.

### 3. Les types de temps et les ambiances

Entre les temps calmes et ensoleillés et les sévères tempêtes de neige hivernales, le massif des monts Dore connaît toute une palette d'ambiances changeantes au fil de l'année et des saisons. La diversité des ambiances météorologiques est étroitement liée à la variété des conditions de circulation atmosphérique qui influent sur le climat local et régional (voir *supra* p. 9). Nous avons retenu cinq exemples à l'échelle mensuelle de situations atmosphériques et d'ambiances types : février 1995 représentatif des flux océaniques humides, janvier 1992 représentatif des flux continentaux, janvier 1996 représentatif des flux de sud, février 1999 représentatif des flux nordiques et mars 1994 représentatif des flux océaniques anticycloniques. Nous avons travaillé sur la période hivernale, de manière à pouvoir analyser les conditions d'enneigement pour chaque situation, en plus des paramètres conventionnels sur les températures, les précipitations et les vents.

#### 3.1. Les types de temps et les ambiances par flux océaniques humides : l'exemple de février 1995

A l'échelle de l'Europe, les flux océaniques sont représentés par des masses d'air qui circulent dans un flux zonal, entre des zones de hautes pressions, constituées d'un air doux et sec et localisées en Atlantique sud et en Europe méridionale, et des zones de basses pressions, constituées d'un air frais, humide et instable et localisées entre l'Islande, les îles britanniques et la Scandinavie (figure 17). La France et le Massif central se retrouvent souvent sur la trajectoire des perturbations atmosphériques nées de la rencontre entre ces deux masses d'air et alimentées en humidité par l'océan. Les recherches climatiques antérieures mettent toutes en avant l'influence prépondérante des flux océaniques dans la partie ouest du Massif central, en particulier l'influence des flux humides qui engendrent une part importante du total des précipitations (voir *supra* p. 9). La domination des flux océaniques apparaît clairement sur la rose des vents de Chastreix-Sancy présentée ci-dessus (figure 3). A l'échelle mensuelle, février 1995 est représentatif de cette situation puisque les vents à composantes ouest constituent 57 % du total des directions des vents mesurées à Chastreix-Sancy.

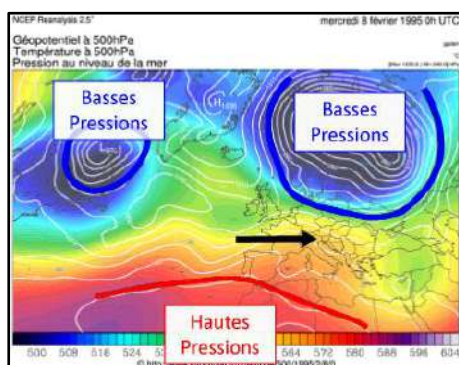


Figure 17 – Circulation atmosphérique en Europe par flux océanique – Exemple du 9 février 1995 – La palette des couleurs représente la pression atmosphérique en altitude, en atmosphère libre : les chiffres donnent l'altitude à laquelle on relève une pression de 500 hPa, en général autour de 5500 m. Les courbes blanches (isobares) correspondent à la pression atmosphérique au niveau du sol – Cartes produites par the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and the National Center for Atmospheric Research (NCAR), archivées sur le site Internet <http://www.infoclimat.fr> - Réalisation F. Serre

Le fait marquant en février 1995 est le volume considérable des précipitations : on enregistre entre 150 mm et 400 mm répartis sur 15 à 21 jours dans les stations de référence (figure 18), ce qui représente près du double par rapport à la moyenne de février calculée sur la période 1991-2010. Par ailleurs, les écarts liés à l'altitude s'accroissent : A Super-Besse, février 1995 est excédentaire de 115 %, contre 93 % « seulement » à Picherande et 80 % à Besse. La partie ouest et sud-ouest du massif directement soumise aux vents pluvieux est plus arrosée que la partie est et nord-est qui bénéficie de l'effet de foehn. Dans cette ambiance humide, les températures restent douces

globalement. L'excès est proche de 2 °C dans l'ensemble des postes disponibles ; il est un peu plus marqué à l'est et au nord-est du massif en lien avec l'effet de foehn (+2,8 °C à Orcival par exemple).

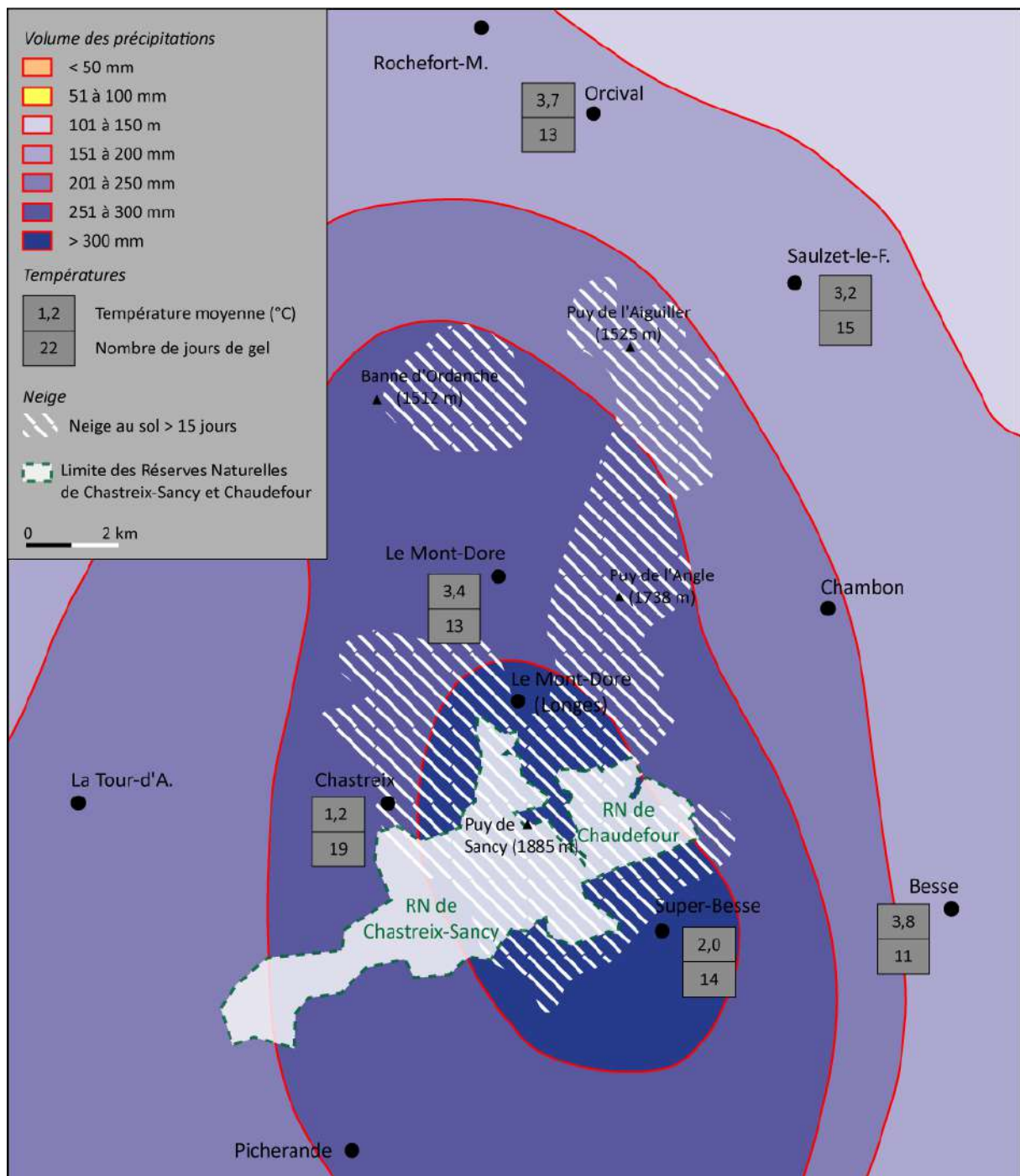


Figure 18 – Le temps dans les monts Dore par flux océaniques : l'exemple de février 1995 – *Calculs effectués grâce aux données de Météo-France - Réalisation F. Serre*

L'enneigement est très fluctuant tout au long du mois car la limite pluie – neige oscille entre 1000 m et les plus hauts sommets. Dans ces conditions, les chutes de neige et les cumuls restent anecdotiques au-dessous de 1200 m d'altitude : par exemple la hauteur maximale du manteau neigeux dépasse à peine 10 cm au Mont-Dore ville ou à Picherande. Au-dessus de 1300 m, la neige au sol persiste plus d'un jour sur deux mais les épaisseurs restent faibles. Les contrastes en termes d'enneigement et d'humidité sont assez marqués entre le cœur du massif et sa périphérie.



L'ambiance par flux océanique dans les monts Dore est nébuleuse et agitée. Les sommets disparaissent parfois pendant plusieurs jours dans une masse nuageuse sombre, accompagnée de précipitations abondantes poussées par un vent turbulent et violent sur les crêtes. En hiver, la neige peut remplacer la pluie à la faveur du basculement des vents du sud-ouest au nord-ouest, le manteau neigeux résiduel se transforme alors en plaques de glace sur lesquelles la neige fraîche glisse avant de s'accumuler sous forme de congères dans les replis du terrain. Par ailleurs, près des sommets, lors des épisodes de redoux humides, le givre peut s'accumuler sur des épaisseurs considérables sur tous les obstacles perpendiculaires aux vents : lisières de forêts, rochers, piquets de clôtures, etc. Les fortes accumulations de givre sont susceptibles d'occasionner des dégâts dans les forêts (bris). Des périodes d'accalmie relative peuvent toutefois se dessiner entre deux passages perturbés, laissant apparaître les jeux de lumière fugaces des premiers ou des derniers rayons du soleil entre les nuages et les reliefs (figure 19).



Figure 19 – Eclaircies passagères sur la Banne d'Ordanche entre deux passages pluvio-neigeux par flux océanique humide – Vue depuis les crêtes du Sancy - Janvier 2014 - Cliché F. Serre

### 3.2. Les types de temps et les ambiances par flux continentaux : l'exemple de janvier 1992

Les flux continentaux sont caractérisés schématiquement à l'échelle de l'Europe par la présence de zones de hautes pressions localisées en Europe du Nord ou sur les îles britanniques et par des zones de basses pressions localisées en Méditerranée (figure 20). Généralement, les masses d'air associées sont stables, sèches ou peu humides, fraîches en été et froides en hiver. Toutefois, on peut observer de véritables vagues de froid européennes quand les zones de hautes pressions s'étendent depuis la Scandinavie jusqu'à la Sibérie durant plusieurs jours successifs en hiver. A l'échelle de la France et du Massif central, dans ces conditions de circulation, les vents dominants sont orientés majoritairement

à l'est, c'est le cas notamment pendant le mois de janvier 1992 pour 64 % des directions des vents mesurées à Chastreix-Sancy.

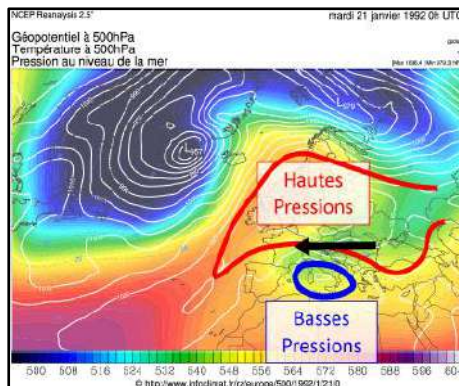


Figure 20 – Circulation atmosphérique en Europe et sur la France par flux continental – Exemple du 21 janvier 1992 – La palette des couleurs représente la pression atmosphérique en altitude, en atmosphère libre : les chiffres donnent l'altitude à laquelle on relève une pression de 500 hPa, en général autour de 5500 m. Les courbes blanches (isobares) correspondent à la pression atmosphérique au niveau du sol – Cartes produites par the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and the National Center for Atmospheric Research (NCAR), archivées sur le site Internet <http://www.infoclimat.fr> - Réalisation F. Serre

Dans les monts Dore, par flux continental, le temps est souvent assez dégagé et lumineux, en particulier dans la réserve naturelle de Chastreix-Sancy qui peut bénéficier de l'effet de foehn quand les vents sont orientés au nord-est. Les précipitations sont peu fréquentes, dans l'exemple de janvier 1992, dans les stations météorologiques disponibles sur le massif, on enregistre 4 à 5 jours de précipitations seulement et un volume inférieur à 50 mm, ce qui représente 20 à 30 % des totaux mensuels moyens de janvier calculés sur la période 1991-2010 (figure 21). Par ailleurs, les températures sont basses et les gelées fréquentes. Dans l'exemple de janvier 1992, si les valeurs minimales enregistrées sont inférieures à -10 °C dans l'ensemble des postes, le déficit mensuel est atténué en raison de la présence de hautes pressions d'origine subtropicale en début de mois (air plus doux par rapport aux flux continentaux). Dans le détail, la répartition des températures n'est plus dictée par l'altitude mais par la position géographique des stations. En effet, le froid est plus marqué à l'est des monts Dore : 27 jours de gel à Pessade contre 22 jours seulement à Chastreix-Sancy pourtant localisé 200 m plus haut en altitude mais en versant ouest. L'omniprésence des vents sur les sommets peut renforcer nettement l'impression de froid, en janvier 1992 par exemple, les vitesses instantanées mesurées oscillent le plus souvent entre 25 et 50 km/h à Chastreix-Sancy.

Comme les précipitations sont faibles, les apports neigeux sont modestes par flux continental. Mais le froid permet au manteau neigeux de persister durablement, en particulier au cœur de l'hiver quand les jours sont courts et le soleil bas sur l'horizon. Sur la carte de janvier 1992, la neige est présente plus d'un jour sur deux au-dessus de 1000 m d'altitude.

Enfin, la carte de janvier 1992 montre que les écarts thermiques, pluviométriques et d'enneigement à l'intérieur du massif sont atténués en flux continental : le nombre de jours de gel oscille entre 22 et 27 dans la majorité des stations de référence, le volume des précipitations entre 25 et 45 mm, etc.

Les ambiances météorologiques et paysagères associées aux flux continentaux sont assez originales, surtout en hiver. En effet, dans ces conditions atmosphériques, les sommets du massif des monts Dore apparaissent souvent comme des îles isolées au-dessus d'une mer de nuages recouvrant les bas pays voisins comme le bassin de la Limagne noyé sous les stratus ou les stratocumulus (figure 22). Ces ambiances frappent l'imagination des voyageurs, comme Pierre Jean-Baptiste Legrand d'Aussy dès le XVIIIe s : « *Alors, ayant arrêté mon cheval, pour jouir au moins du spectacle que pouvait m'offrir la Limagne dans ce moment brillant, je fus étonné de voir à cette plaine l'apparence d'une mer sans rivage. Un brouillard épais la couvrait au loin, et lui donnait cette ressemblance d'océan. Tout en était couvert excepté quelques langues de terre, qui plus élevées ou plus sèches paraissaient s'avancer dans cette mer comme des promontoires. Il n'y avait, au-dessus de la vapeur, que quelques*

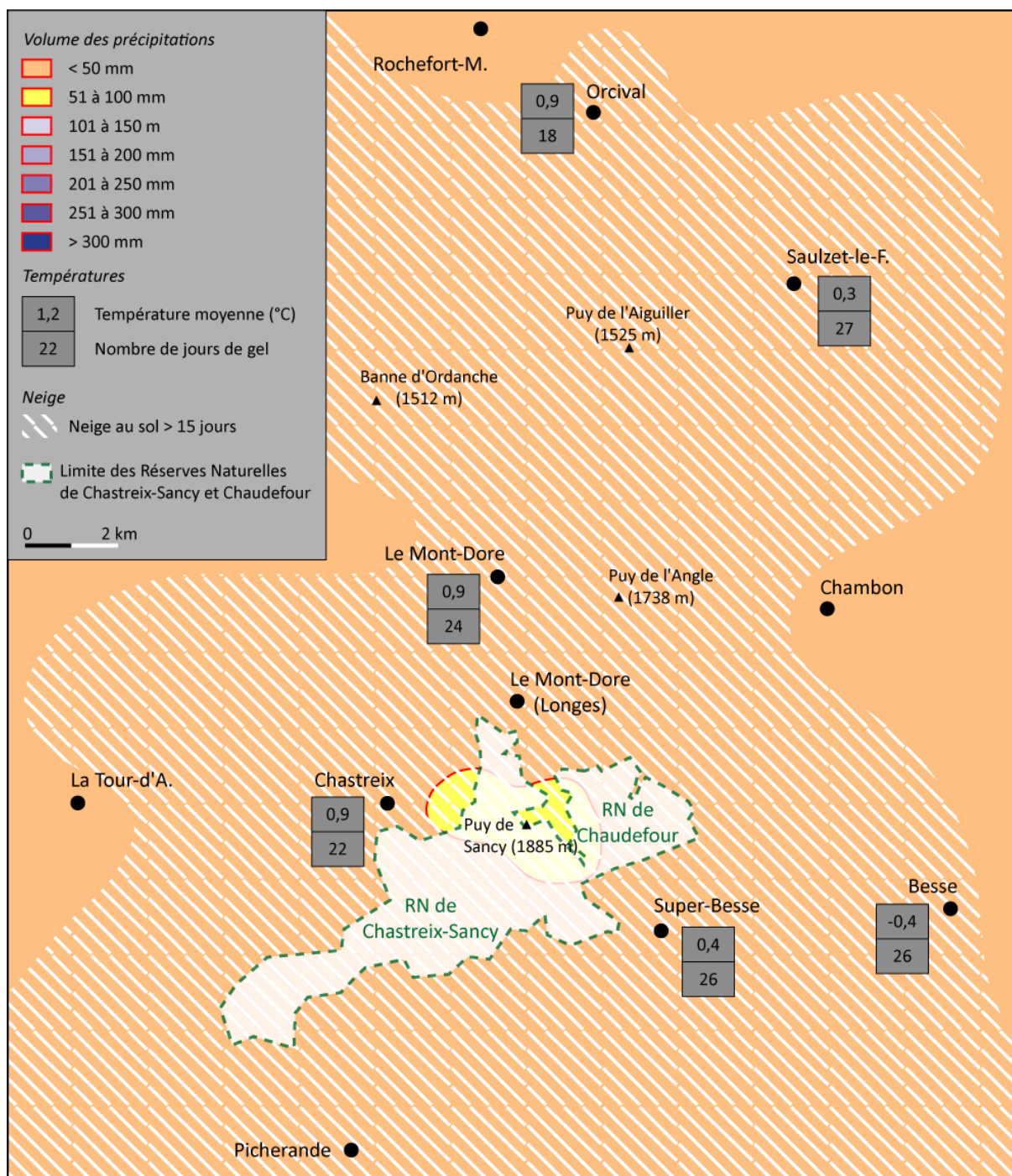


Figure 21 – Le temps dans les monts Dore par flux continentaux : l'exemple de janvier 1992 – *Calculs effectués grâce aux données de Météo-France - Réalisation F. Serre*

*monticules, et surtout celui de Clermont ; mais tandis que leur tête était éclairée par un soleil éclatant, leur pied baignait dans l'air humide, et l'on eût dit des îles au milieu des flots* » (Legrand d'Aussy, 1795). Dans le détail, différentes variantes de temps existent, les contrastes entre les secteurs de plaine et de montagne les plus saisissants sont liés à la circulation d'air froid à basse altitude surmontée par des apports d'air océanique plus doux en altitude. Il n'est alors pas rare d'observer des températures plus élevées en montagne qu'en plaine. Les inversions thermiques sont parfois spectaculaires, comme par exemple à la fin de la vague de froid de janvier 1985 où le 17 on relève une valeur minimale de -21 °C à Clermont-Ferrand – Aulnat à 330 m d'altitude, contre -11,5 °C « seulement » au Mont-Dore ville.





Figure 22 – Le massif du Sancy émerge au-dessus des stratus par flux continental d’hiver - Vue depuis le puy de l’Angle en direction du sud – Décembre 2009 – *Cliché F. Serre*

Dans ces conditions, depuis les crêtes des monts Dorés, on bénéficie de larges panoramas en direction des sommets des massifs voisins comme les monts du Cantal et les plateaux du Cézallier au sud, les monts du Forez à l’est ou l’alignement volcanique de la Chaîne des Puys au nord, qui s’élève ici et là au-dessus des nuages des basses couches (figure 23).



Figure 23 – Le sommet du puy de Dôme isolé dans la mer de nuages par flux continental d’hiver – Panorama en direction du nord depuis les crêtes du Sancy - Décembre 2012 – *Cliché F. Serre*

### 3.3. Les types de temps et les ambiances par flux de sud : l'exemple de janvier 1996

Schématiquement, à l'échelle de l'Europe, les flux méridiens à composante sud sont liés à la présence de zones de hautes pressions sur l'Europe centrale ou orientale et de zones de basses pressions sur le proche atlantique (figure 24). Les masses d'air associées sont douces et plus ou moins humides selon la localisation précise des centres d'action et la trajectoire des flux.

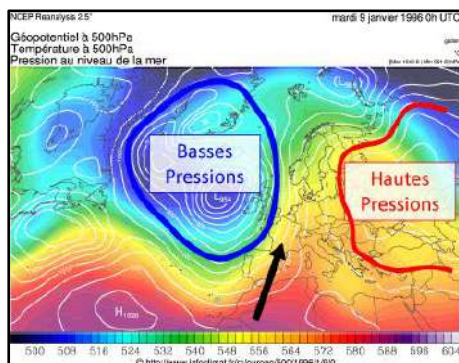


Figure 24 – Circulation atmosphérique en Europe et sur la France par flux de sud – Exemple du 9 janvier 1996 – La palette des couleurs représente la pression atmosphérique en altitude, en atmosphère libre : les chiffres donnent l'altitude à laquelle on relève une pression de 500 hPa, en général autour de 5500 m. Les courbes blanches (isobares) correspondent à la pression atmosphérique au niveau du sol – Cartes produites par the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and the National Center for Atmospheric Research (NCAR), archivées sur le site Internet <http://www.infoclimat.fr> - Réalisation F. Serre

Ces conditions de circulation générales sont propices à la mise en place de situations particulières dénommées épisodes « cévenols ». Ces situations atmosphériques se caractérisent par des zones de basses pressions centrées sur le bassin occidental de la Méditerranée, comme le golfe de Lion en particulier, et par des zones de hautes pressions qui stationnent sur l'est du pays. Entre ces deux principaux centres d'action, on observe alors sur la France un flux assez vigoureux de sud ou de sud-est, considérablement chargé en humidité en lien avec son passage au-dessus de la mer Méditerranée. Ces épisodes « cévenols » engendrent alors de fortes précipitations, localisées essentiellement sur le sud-est du pays, qui peuvent remonter ensuite de manière atténuée jusqu'au nord du Massif central et jusqu'aux monts Dore. L'exemple retenu pour illustrer le temps et les ambiances associés aux flux de sud est celui du mois de janvier 1996 où les vents méridionaux représentent 66 % des directions enregistrées à Chastreix-Sancy (figure 25).

Logiquement, la douceur constitue un des traits marquants du temps par flux à composante sud. Dans l'exemple de janvier 1996, les températures sont supérieures de 2,5 °C à 4 °C par rapport aux moyennes de janvier de la période 1991-2010 dans les postes météorologiques de référence. La douceur est plus marquée à l'est et au nord-est du massif, le nombre de jours de gel est notamment très faible, sans doute en raison des flux de sud et sud-ouest générateurs de foehn. Les précipitations se produisent souvent sous forme d'averses irrégulières, parfois accompagnées d'orages, notamment à l'automne. Dans l'exemple de janvier 1996, les volumes des précipitations mensuels sont proches des moyennes ou légèrement déficitaires et les intensités parfois importantes : par exemple le maximum en 24 h est supérieur à 60 mm à Super-Besse le 1<sup>er</sup> janvier. Le vent est souvent turbulent dans les vallées bien exposées comme celle du Mont-Dore, il devient même violent près des sommets. Ces observations empiriques sur le vent sont confirmées par les premiers relevés de la station météorologique nouvellement installée au pied du puy de Sancy, à 1660 m d'altitude. En effet, ici, depuis novembre 2014, les rafales qui dépassent 90 km/h sont presque toujours associées aux flux à composante sud.

Dans ces conditions, le manteau neigeux est mis à mal en hiver. La fonte est souvent généralisée en lien avec la douceur des températures et en raison des vents forts « mangeurs » de neige (20 jours de vents forts à Chastreix-Sancy en janvier 1996). En quelques jours, la végétation réapparaît sur de nombreuses pentes. Seuls les secteurs les plus élevés en altitude et les versants abrités des vents de

sud ou de sud-ouest peuvent conserver durablement la neige comme le montre l'exemple de janvier 1996 (figure 25).

La carte montre enfin que les écarts thermiques et pluviométriques sont assez élevés entre le cœur et la périphérie du massif.

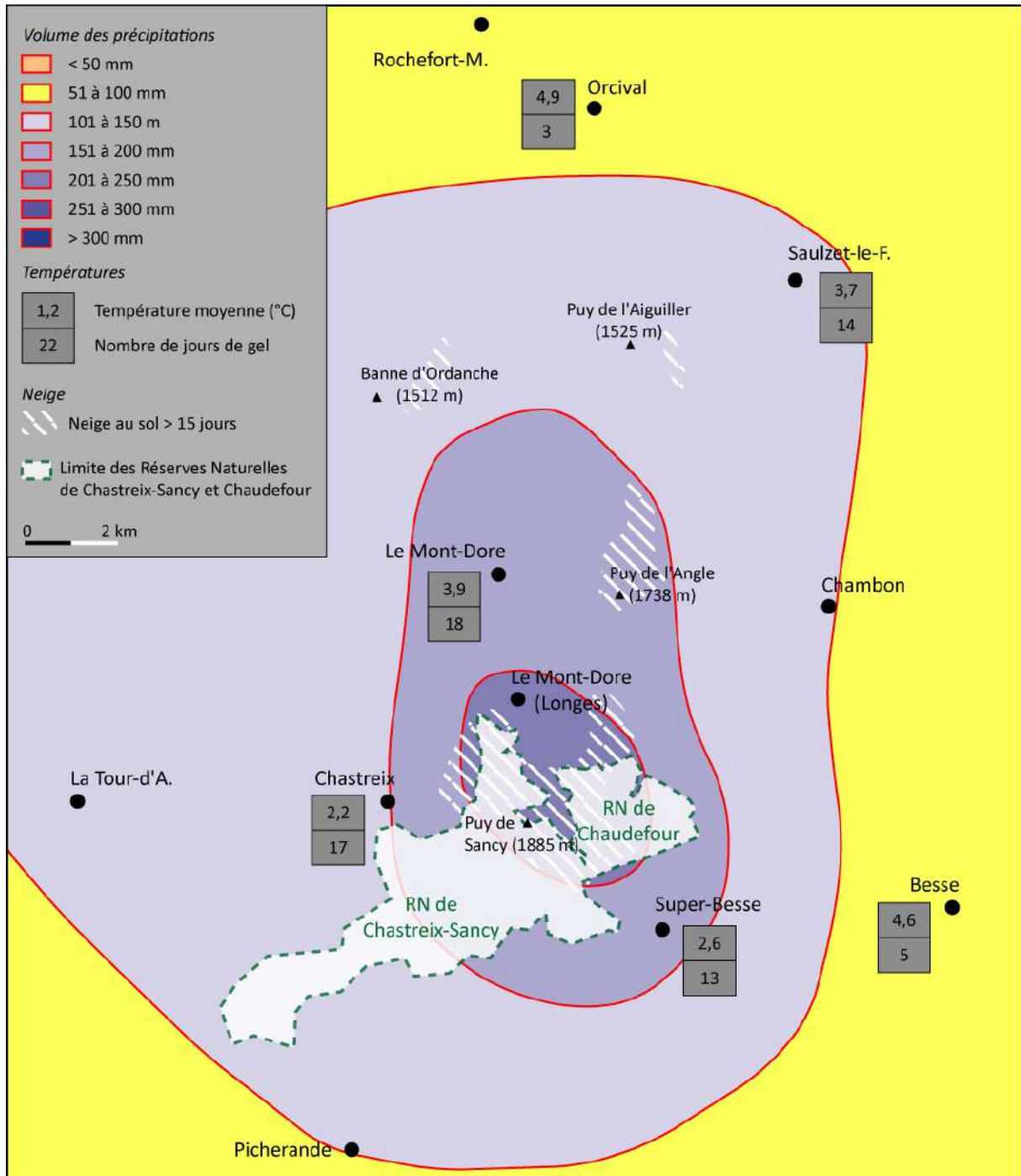


Figure 25 – Le temps dans les monts Dore par flux de sud : l'exemple de janvier 1996 – *Calculs effectués grâce aux données de Météo-France - Réalisation F. Serre*



Les ambiances associées aux flux de sud sont souvent mitigées : les nuages accompagnés d’averses alternent avec les éclaircies dans une grande douceur et le vent est omniprésent. Souvent, le plafond nuageux est suffisamment élevé (altocumulus, cumulus) pour laisser les cimes dégagées (figure 26).



Figure 26 – la station de ski de Super-Besse et la partie sud du massif des monts Dore déneigés suite à plusieurs jours de flux à composante sud - Vue depuis la Godivelle – Mars 2011 – Cliché F. Serre

### 3.4. Les types de temps et les ambiances par flux nordiques : l’exemple de février 1999

Les flux nordiques sont conditionnés par la présence de hautes pressions sur le proche atlantique, positionnées à des latitudes assez élevées, au sud du Groenland ou en Islande par exemple. Un courant de nord-ouest, provoquant l’arrivée d’une masse d’air polaire maritime (air frais et humide), alterne alors avec un courant de nord franc, qui peut lui drainer temporairement de l’air arctique très froid jusqu’en France. C’est la situation observée pendant le mois de février 1999 (figure 27) : à Chastreix-Sancy, on enregistre 38 % de vents à composante nord et 42 % à composante ouest sur l’ensemble du mois. Dans certains cas, les hautes pressions au départ localisées sur l’Atlantique

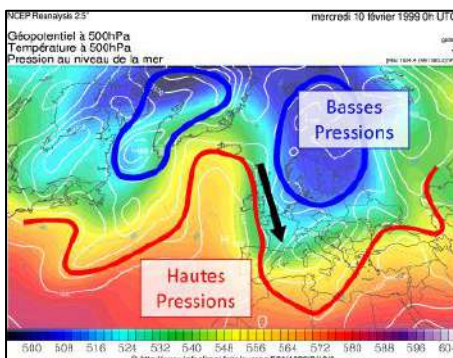


Figure 27 – Circulation atmosphérique en Europe et sur la France par flux de nord – Exemple du 10 février 1999 – La palette des couleurs représente la pression atmosphérique en altitude, en atmosphère libre : les chiffres donnent l’altitude à laquelle on relève une pression de 500 hPa, en général autour de 5500 m. Les courbes blanches (isobares) correspondent à la pression atmosphérique au niveau du sol – Cartes produites par the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and the National Center for Atmospheric Research (NCAR), archivées sur le site Internet <http://www.infoclimat.fr> - Réalisation F. Serre

peuvent basculer vers la Scandinavie, emprisonnant la masse d'air froid en altitude, plusieurs jours durant, sur l'Europe de l'Ouest. L'air froid d'altitude génère alors une situation instable propice au déclenchement des précipitations.

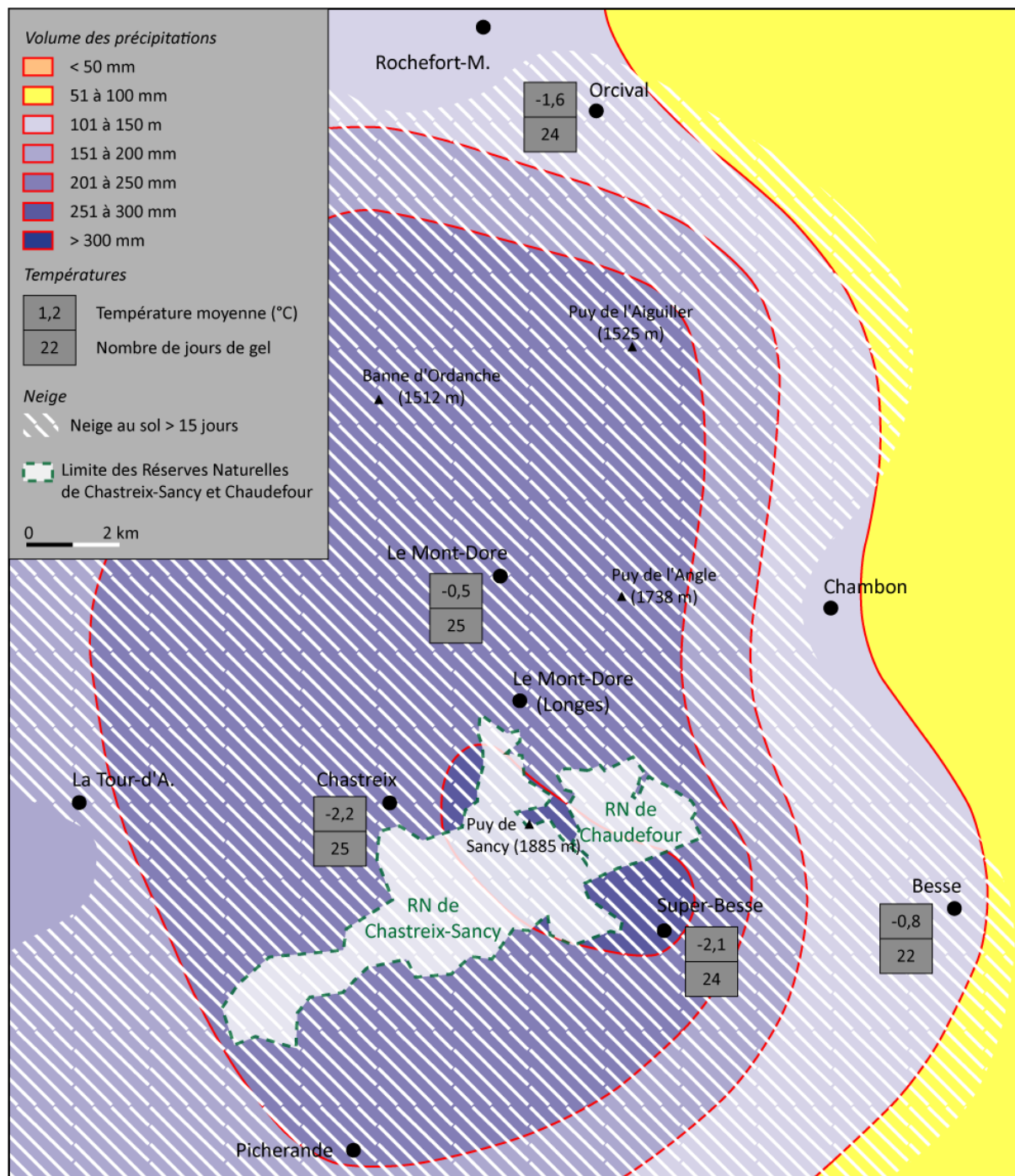


Figure 28 – Le temps dans les monts Dore par flux nordiques : l'exemple de février 1999 – *Calculs effectués grâce aux données de Météo-France - Réalisation F. Serre*

Dans les monts Dore, par flux nordique, les températures sont évidemment assez basses. Dans l'exemple de février 1999, les températures moyennes mensuelles restent négatives pour l'ensemble des postes météorologiques de la carte : elles accusent un déficit de 2 °C environ par rapport aux moyennes 1991-2010 (figure 28). Les gelées sont très nombreuses et les valeurs minimales peuvent descendre au-dessous de -10 °C : 22 jours de gel et -13 °C à Besse, 25 jours de gel et -14 °C au Mont-



Dore ville, etc. Le flux de nord-ouest amène des précipitations assez abondantes, dans l'exemple de février 1999, les volumes enregistrés varient le plus souvent entre 100 mm et 250 mm dans les différents postes, avec un gradient nord-ouest – sud-est assez marqué : 210 mm au Mont-Dore ville contre 120 mm à Besse.

Ces conditions de circulation atmosphérique sont très favorables à l'enneigement du massif en hiver. Dans l'exemple de février 1999, on dépasse 15 jours de neige au sol pour l'ensemble des postes témoins, sauf à Chambon-sur-Lac localisé sur la partie orientale du massif, à moins de 900 m d'altitude. Les épaisseurs maximales du manteau neigeux dépassent 30 cm à Besse et à la Tour d'Auvergne, 40 cm au Mont-Dore ville, 100 cm au pied des stations de ski du Mont-Dore et de Super-Besse à 1300 m d'altitude. Enfin, d'une manière plus générale, les flux nordiques occasionnent les chutes de neige précoces d'octobre et novembre ainsi que les chutes tardives d'avril et mai dans le massif.



Figure 29 – Le val d'Enfer suite aux abondantes chutes de neige en avril 2012 par flux de nord-ouest - Vue depuis la vallée du Mont-Dore – Avril 2012 – *Cliché F. Serre*

En termes d'ambiances, le ressenti est donc très hivernal pendant le semestre froid avec des chutes de neige fréquentes et parfois abondantes (figure 29). Les chutes de neige peuvent aussi conduire à la formation de nombreuses congères, dès qu'on quitte les fonds de vallée, en raison de l'omniprésence des surfaces topographiques planes recouvertes par une végétation basse (prairies, landes) qui n'opposent qu'une faible résistance à la bise ou à l'écir.

Les tourmentes et les congères constituent un trait singulier du climat à l'échelle des hautes terres du Massif central (Serre, 2001). Différents témoignages permettent de mesurer la place centrale de ces épisodes pour les habitants, comme la lecture des bulletins météorologiques remplis par les observateurs bénévoles de Météo-France, c'est le cas notamment à Pessade au nord-est du massif des monts Dore. En effet, les tourmentes compliquent la vie quotidienne des habitants, en particulier lors des déplacements, encore aujourd'hui, malgré les moyens techniques modernes de

déneigement et peuvent générer un sentiment d'insécurité et d'injustice chez les habitants (figure 30). Les tempêtes de neige alimentent tous les ans des récits, réels ou imaginaires, autour d'anecdotes ou d'événements parfois tragiques. C'est le cas notamment au col de la Croix Morand sur la route qui relie le Mont-Dore et Chambon-sur-Lac, où par exemple, durant le mois de février 2015, les propriétaires du buron du col restèrent bloqués huit jours consécutifs à cause de la neige (témoignage recueilli auprès des aubergistes) ! D'une manière plus générale, selon un dicton local, « *le col de la Croix Morand veut son homme tous les ans* » (Durand, 1946). C'est d'ailleurs pour prévenir des dangers de la tourmente que les autorités du Département du Puy-de-Dôme décidèrent, au début du XXe s, de construire plusieurs baraques de cantonniers, dont une au col de la Croix-Morand, où l'on sonnait la cloche pour aider les voyageurs égarés. Le bâtiment est aujourd'hui toujours en place, même si l'usage a changé puisqu'il s'agit désormais d'un gîte privé. Au final, tous ces témoignages, immatériels (récits, noms de lieux, vocabulaire, dictons) et matériels (baraques des cantonniers), construisent une mémoire collective autour de cette contrainte climatique spécifique, source de différenciation spatiale et sociale pour les habitants du territoire.



Figure 30 – Véhicule bloqué par la tourmente sur la route du col de la Croix-Morand – Décembre 2011 – Cliché F. Serre

Enfin, sur le plan paysager, pendant les périodes d'accalmie, lorsque le regard se porte en direction des plateaux du Cézallier, de l'Artense ou des Dômes, les horizons dégagés uniformément blancs participent à l'ambiance des grands espaces habituellement associée aux monts d'Auvergne.

### 3.5. Les types de temps et les ambiances par flux océaniques anticycloniques : l'exemple de mars 1994

Les flux océaniques anticycloniques se caractérisent par la présence de hautes pressions subtropicales à des latitudes assez élevées, qui englobent une grande partie du territoire français, et par des zones de basses pressions localisées entre le Groenland, l'Islande et la Scandinavie (figure 31). Le flux d'ouest humide est rejeté en Europe du Nord, tandis que plus au sud, le temps est sous l'influence directe des hautes pressions subtropicales, c'est-à-dire par des masses d'air doux,

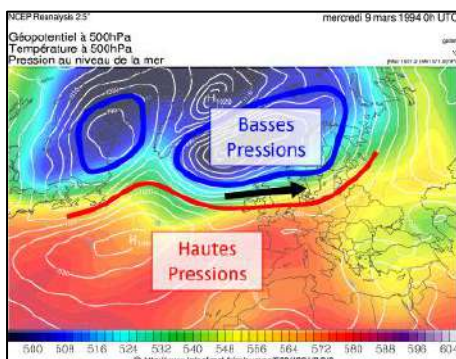


Figure 31 – Circulation atmosphérique en Europe et sur la France par flux océanique anticyclonique – Exemple du 9 mars 1994 – La palette des couleurs représente la pression atmosphérique en altitude, en atmosphère libre : les chiffres donnent l'altitude à laquelle on relève une pression de 500 hPa, en général autour de 5500 m. Les courbes blanches (isobares) correspondent à la pression atmosphérique au niveau du sol – Cartes produites par the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and the National Center for Atmospheric Research (NCAR), archivées sur le site Internet <http://www.infoclimat.fr> - Réalisation F. Serre

sec et stable. Les premières données fournies par la station météorologique installée à 1660 m au pied du puy de Sancy montrent que le taux d'humidité relative de la masse d'air est souvent inférieur à 20 % dans ces conditions. Cette situation a été observée en mars 1994, durant lequel les vents d'ouest ont représenté plus de la moitié des directions enregistrées sur l'ensemble du mois à Chastreix-Sancy.

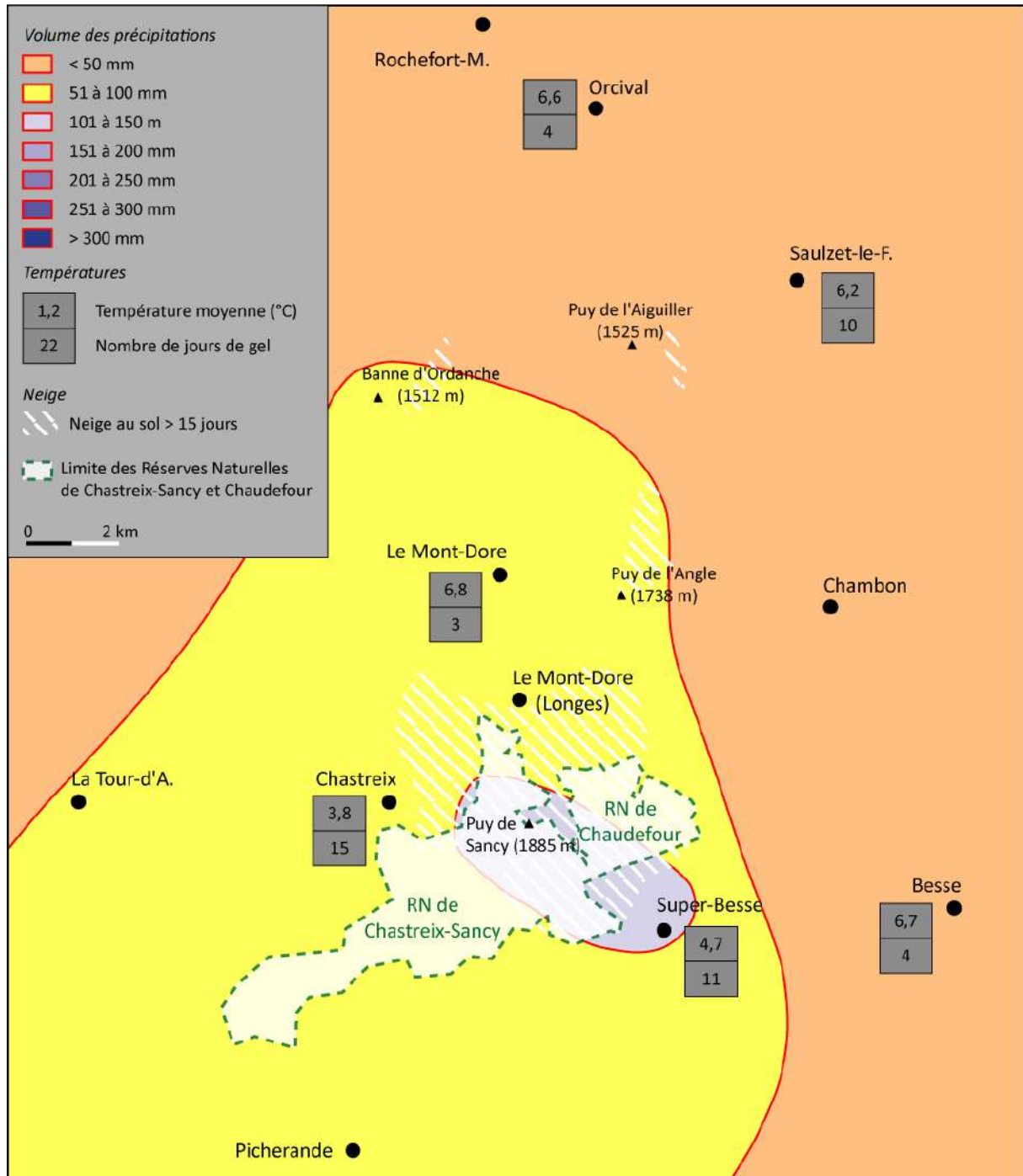


Figure 32 – Le temps dans les monts Dore par flux d'ouest anticycloniques : l'exemple de mars 1994 – *Calculs effectués grâce aux données de Météo-France - Réalisation F. Serre*

Dans ces conditions de circulation atmosphérique, la douceur est très marquée en montagne. Dans l'exemple de mars 1994, on note un excédent de 2 °C à 3 °C dans les différentes stations météorologiques disponibles par rapport à la moyenne 1991-2010 (figure 32). La douceur se

caractérise aussi par des températures maximales élevées et par la faiblesse du nombre de jours de gel en hiver. Dans l'exemple de mars 2014, les valeurs maximales atteignent 19 °C au Mont-Dore ville, 18 °C à Saulzet-le-Froid, 17° C à Besse, etc. Par flux océanique anticyclonique, le soleil prédomine et les précipitations, associées à des débordements temporaires des flux humides circulant à des latitudes plus septentrionales, sont peu fréquentes (figure 33). En mars 1994 par exemple, dans la plupart des postes exploités, il tombe entre 20 et 70 mm, sauf au cœur du massif où l'on dépasse 100 mm. Ces volumes représentent un déficit de l'ordre de 50 % pour la partie occidentale des monts Dore et de 70 % pour la partie orientale, par rapport aux moyennes 1991-2010. Enfin, le vent reste faible globalement : à Chastreix-Sancy, on relève 4 jours de vent fort seulement en mars 1994, pour une moyenne de 14 jours sur la période 1991-2010.

En hiver, la neige disparaît rapidement sur les versants ensoleillés. Par exemple en mars 1994, l'enneigement devient discontinu dès le début du mois à Super-Besse, à 1350 m d'altitude. En ubac, les apports des semaines ou des mois précédents permettent au manteau neigeux de résister plus longtemps. Dans l'exemple de mars 1994, les chutes de neige ont été assez abondantes en février : dans la vallée du Mont-Dore le manteau neigeux atteignait 30 cm dès 1050 m et 75 cm à 1300 m, il a ainsi pu résister presque jusqu'à la fin du mois au-dessus de 1300 m.



Figure 33 – Soleil dominant dans le massif des monts Dore par flux d'ouest anticyclonique – Vue depuis la ferme de l'Angle – Juillet 2010 – *Cliché F. Serre*

En conclusion, les situations décrites ci-dessus montrent que les nuances climatiques locales à l'intérieur du massif dépendent de la combinaison des conditions de circulation atmosphérique et des facteurs topographiques. Ces nuances sont observées essentiellement par flux océaniques humides. Dans ces conditions, un premier découpage permet de distinguer la partie occidentale des monts Dore, fraîche et très arrosée, et la partie nord orientale, moins humide. Un second découpage permet de distinguer le cœur du massif, froid, très arrosé, qui subit de fréquentes chutes de neige en hiver, et la périphérie, qui connaît un temps plus clément. Au contraire, les conditions météorologiques sont plus homogènes dans les monts Dore par flux continental ou anticyclonique.

Par ailleurs, ces exemples illustrent que le caractère changeant du temps observé tout au long de l'année constitue un des traits habituels du climat des monts Dore, au même titre que la fraîcheur des températures, la forte humidité, etc. Les excès climatiques ou les écarts aux valeurs « normales », sont donc liés à la persistance d'une situation atmosphérique donnée. Par exemple, à l'échelle mensuelle, les excès de précipitations enregistrés en décembre 2011 (valeur maximale au Mont-Dore ville depuis 1950 au moins) s'expliquent par la surreprésentation des flux océaniques humides durant le mois. De même, à l'échelle saisonnière, le froid persistant et les niveaux d'enneigement exceptionnels du semestre froid 2005-06 (voir supra p.18) s'expliquent par la fréquence élevée des flux nordiques et continentaux durant cette période.



## 4. L'évolution climatique depuis 1950

---

A l'échelle de la planète, les changements climatiques contemporains se manifestent d'abord par une hausse des températures de surface. Celle-ci a été estimée à 0,85 °C entre 1880 et 2012 (GIEC, 2013). Les précipitations tendent également à augmenter depuis les années 1950, et probablement depuis le début du XXe s, aux moyennes latitudes, dans l'hémisphère nord. Cette tendance climatique devrait se poursuivre dans les décennies à venir, à un rythme plus ou moins accéléré qui dépendra en particulier des réactions des sociétés, de leur volonté et de leur capacité à maîtriser les émissions de gaz à effet de serre : utilisation croissante des énergies renouvelables, lutte contre les gaspillages, développement des mobilités douces, etc. Les conséquences directes attendues du changement climatique sont parfois spectaculaires (GIEC, 2013): relèvement des niveaux des mers de 26 à 98 cm en fonction des différents scénarios, disparition de la banquise arctique en été au milieu du XXIe s, etc.

A l'échelle des montagnes françaises, les rapports d'études, assez nombreux, en particulier pour le massif alpin, confirment en partie cette tendance globale (MEDD – ORNEC, 2006 ; MEDD – ORNEC, 2008). Dans les Alpes, la température moyenne a augmenté à un rythme relativement élevé pendant le XXe s (hausse de 0,9° C), avec une accélération notoire depuis la fin des années 1980. La hausse est sensible en particulier en été et se traduit d'une manière plus générale par une diminution du nombre de jours de gel. En ce qui concerne les volumes des précipitations, aucune tendance claire ne se dégage. On observe en revanche une nette baisse des niveaux moyens d'enneigement à moyenne altitude, entre 1000 m et 2000 m. Les conséquences du changement climatique contemporain sur les événements extrêmes sont aujourd'hui mal appréhendés : quelle est l'évolution de la fréquence et de l'intensité des épisodes de fortes précipitations ? Les crues torrentielles et les avalanches associées pour partie aux fortes précipitations sont-elles aujourd'hui plus fréquentes ? Les difficultés à saisir cette réalité s'expliquent d'abord parce que les aléas météorologiques en jeu interviennent à des échelles fines, aussi bien dans le temps et dans l'espace, de telle sorte qu'ils échappent en partie au réseau d'observation conventionnel. En plus, il n'existe pas de longues séries statistiques sur les crues torrentielles et les avalanches. L'évolution semble très inégale dans l'espace, selon les régimes pluviométriques concernés (Wilhelm B., Arnaud F., Sabatier P. et al., 2012) et selon la vulnérabilité des sociétés. Les incertitudes sont également nombreuses sur l'évolution des conditions de circulation atmosphérique associée au changement climatique. Néanmoins, les recherches en cours tendent à montrer qu'en flux océanique (indice positif pour l'oscillation Nord- Atlantique), les hautes pressions subtropicales (masses d'air doux, sec et stable) remontent vers le Nord (Beniston, 2006). Ces modifications de la circulation atmosphérique expliqueraient les décalages entre les observations climatiques réalisées à l'échelle de l'hémisphère nord et celles réalisées à l'échelle régionale dans les Alpes depuis ces dernières décennies: hausse plus importante des températures et stabilité des précipitations au lieu de la hausse attendue.

L'évolution du climat des monts Dore s'inscrit-elle dans cette tendance lourde ? Nous avons tenté de répondre à cette question en analysant la seule série statistique exploitable sur une durée de 60 ans au Mont-Dore ville (voir *supra* p. 8).

#### 4.1. Une hausse sensible des températures

La hausse des températures mesurée au Mont-Dore est importante : on gagne 0,91° C entre les deux normales 1951-80 et 1981-2010<sup>2</sup>. Le graphique des températures moyennes annuelles montre la nette domination des années douces depuis le milieu des années 1980 (figure 34) : seules les années 2010 et 1996 sont déficitaires sur la période récente, les années les plus chaudes sont observées dans la période la plus récente (2003, 2006, 1997, etc.). Parallèlement, le nombre moyen de jours de gel est passé de 124 à 113. Toutefois, le relèvement des températures depuis le milieu des années 1980 apparaît d'autant plus spectaculaire qu'il succède à une période relativement fraîche entre la fin des années 1960 et le début des années 1980.

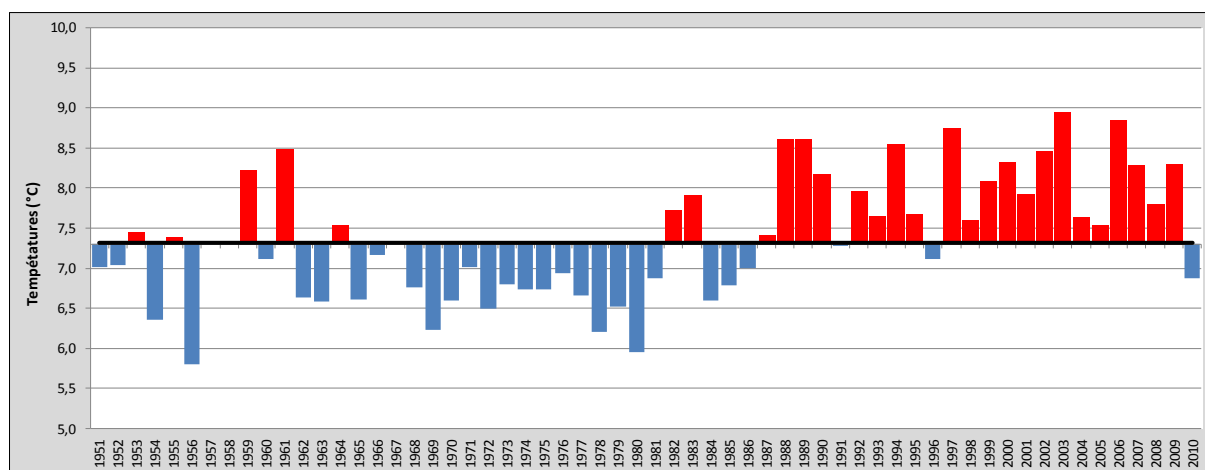


Figure 34 – Evolution des températures annuelles au Mont-Dore ville (1030 m) entre 1951 et 2010 – Les années excédentaires par rapport à la médiane sont représentées en rouge et les années déficitaires en bleu – *Calculs effectués grâce aux données de Météo-France - Réalisation F. Serre*

La hausse des températures est plus sensible en été (+1,4 °C) et au printemps (+1,1 °C). D'ailleurs les gels tardifs, en mai ou en juin, qui étaient presque systématiques sur la période 1951-80 (9 années sur 10) deviennent nettement moins fréquents sur la période 1981-2010 (moins de 3 années sur 4).

Enfin, si la variabilité interannuelle est stable à l'échelle annuelle, à l'échelle mensuelle, elle tend à diminuer en février et à augmenter en janvier et en mai.

#### 4.2. Des précipitations plus intenses

Si le graphique des précipitations ne permet pas de dégager de tendance aussi claire que celui des températures (figure 35), la comparaison des moyennes 1951-80 et 1981-2010 montre que précipitations mesurées sont en légère hausse (2,6 %), d'ailleurs la date des records annuels confirme cette tendance, 1994 pour le maximum, 1953 pour le minimum. A l'échelle saisonnière, la période récente se caractérise avant tout par une hausse marquée (> 10 %) des précipitations en automne et au printemps. Les valeurs maximales des 60 années étudiées sont majoritairement positionnées dans la période 1981-2010 et les valeurs minimales dans la période 1951-80.

<sup>2</sup> La comparaison avec d'autres stations nécessite de raisonner à l'échelle du Massif central. On observe ainsi une évolution proche avec les températures mesurées au sommet du Mont Aigoual (1567 m d'altitude), où la hausse est de 1 °C sur la même période.

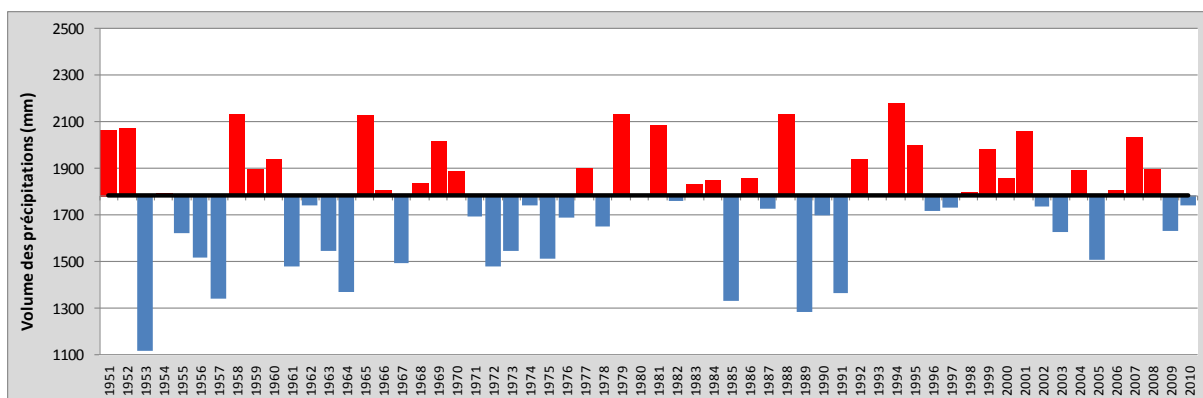


Figure 35 – Evolution des précipitations annuelles au Mont-Dore ville (1030 m) entre 1951 et 2010 – Les années excédentaires par rapport à la médiane sont représentées en rouge et les années déficitaires en bleu – *Calculs effectués grâce aux données de Météo-France - Réalisation F. Serre*

Les excès semblent moins marqués sur la période récente, en particulier pour les années peu humides. Par exemple, entre 1981 et 2010, on ne retrouve pas de longues séquences d’années déficitaires comme celles observées de 1961 à 1964 et de 1971 à 1976. A l’échelle des saisons, la variabilité interannuelle diminue surtout en automne, à l’inverse, elle s’accroît au printemps.

L’évolution des précipitations intenses, appréhendée à partir des maximums quotidiens (volume maximal des précipitations en 24 h), est plus significative. A l’échelle annuelle, la médiane des maximums quotidiens est de 63 mm sur la période 1951-80 contre 69 mm sur la période 1981-2010, soit un écart supérieur à 8 %. A l’échelle mensuelle, la médiane des maximums augmente systématiquement entre les deux périodes, sauf pour les mois de mai et d’août. Enfin, les maximums absolus sont enregistrés dans la plupart des cas durant la période la plus récente, janvier 1962 étant l’exception la plus remarquable : on enregistre 106 mm, soit la valeur la plus élevée de la série complète. La hausse de l’intensité des précipitations observée au Mont-Dore s’inscrit dans la tendance prévue à l’échelle globale, les quantités de vapeur d’eau contenues dans les masses d’air étant d’autant plus élevées que l’air est doux.

Il convient toutefois de rester prudent sur l’interprétation de ces résultats associés à des événements de faible récurrence : effets du changement climatique ou variabilité naturelle du climat ? C’est pourquoi il serait intéressant d’améliorer nos connaissances sur l’évolution des précipitations, d’autant plus que les impacts potentiels sur les risques naturels ne sont pas négligeables. A ce titre, l’une des pistes serait d’élargir le champ géographique des recherches aux monts d’Auvergne ou aux hautes terres du Massif central afin d’augmenter le nombre de séries de données climatiques exploitables. Par exemple, les postes de Saint-Jacques-des-Blats (monts du Cantal) et de Montgreleix (monts du Cézallier) possèdent des séries de données homogènes (pas de déplacements de postes) sur une longue durée

#### 4.3. Un enneigement plus précaire

A l’échelle du Massif central, une étude récente a permis de corroborer les tendances observées dans les autres massifs comme les Alpes, c’est-à-dire une baisse globale des niveaux d’enneigement depuis le milieu des années 1980 (Serre, 2010). Toutefois, dans le détail, ces travaux montrent aussi que le déficit est inégalement réparti durant la saison froide, épargnant le cœur de l’hiver. De plus, depuis le milieu des années 2000, certains hivers très enneigés (au niveau des records) échappent à cette tendance globale.



L'étude approfondie de la série du Mont-Dore ville permet de préciser ces premières conclusions. Le Mont-Dore est en effet le seul poste météorologique du massif qui possède une longue série de données sur la neige au sol. Néanmoins, contrairement aux températures et aux précipitations, les lacunes sont assez nombreuses dans les années 1950, ce qui nécessite de travailler sur une période de 50 ans seulement, entre 1960 et 2010. L'évolution des niveaux d'enneigement est appréhendée en particulier en comparant les 25 hivers de la période 1960-61 – 1984-85 aux 25 hivers de la période 1985-86 - 2009-10. Les calculs sont effectués sur l'ensemble du semestre froid, entre novembre et avril.

Sans surprise, la durée et l'épaisseur du manteau neigeux ont diminué ces dernières décennies. On dénombre 80 jours de neige sol en moyenne, pendant la saison froide, entre 1960 et 1985, contre 67 jours sur la période 1985-2010 (baisse de 16 %). On observe notamment sur le graphique la fréquence élevée des hivers peu enneigés à partir de la fin des années 1980 (figure 36). Dans le même temps, la valeur médiane des épaisseurs maximales est passée de 50 cm à 45 cm. Les variations d'épaisseur semblent donc moins spectaculaires. La baisse est sensible surtout au début et à la fin de la saison froide : au mois de décembre par exemple, sur la période 1961-85, on mesure 17 jours de neige au sol et une épaisseur maximale de 25 cm contre 12 jours et 14 cm aujourd'hui. Seuls les deux mois les plus froids, janvier et février, sont jusqu'à présent relativement épargnés par la baisse des niveaux d'enneigement. Cette évolution est cohérente avec la hausse des températures, qui intervient d'abord dans les phases d'apports neigeux : la part des précipitations solides diminue au profit des précipitations liquides durant les épisodes pluvio-neigeux, fréquents sur l'ensemble des hautes terres du Massif central vers 1000 m d'altitude (Serre, 2001). De plus, les températures plus élevées accélèrent la fonte du manteau neigeux.

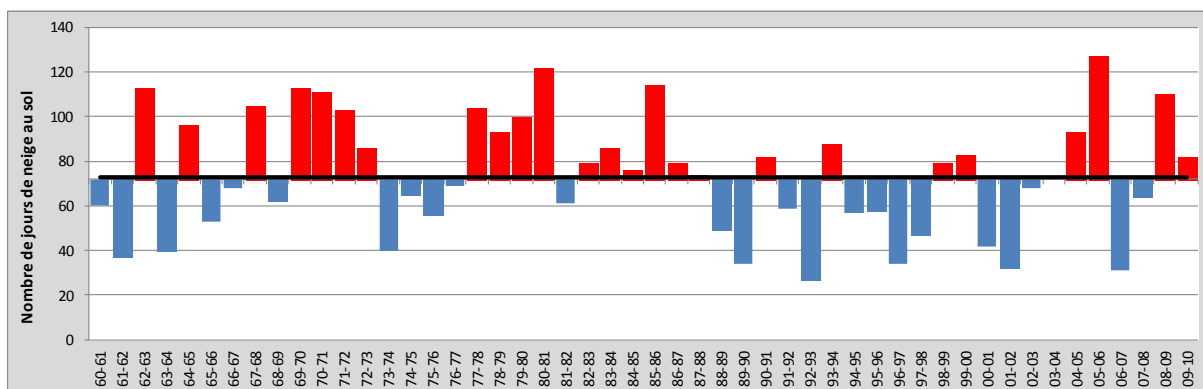


Figure 36 – Evolution du nombre de jours de neige au sol au Mont-Dore ville (1030 m) entre 1961 et 2010 – Les années excédentaires par rapport à la médiane sont représentées en rouge et les années déficitaires en bleu – Calculs effectués grâce aux données de Météo-France - Réalisation F. Serre

Enfin, contrairement aux températures et aux précipitations, la variabilité interannuelle s'est accrue sur la période récente. Par exemple, depuis le début des années 2000, on observe de nombreux hivers excessifs. S'il n'est pas surprenant de trouver des hivers très peu enneigés comme 2006-07 et 2001-02 durant cette dernière décennie, 2008-09 et plus encore 2005-06, le plus enneigé des 50 hivers étudiés, apparaissent comme des anomalies dans un contexte de réchauffement climatique. Il convient de rester prudent quant à l'interprétation de ces résultats. Dans le cas de l'hiver 2005-06, c'est le maintien durable de conditions de circulation atmosphériques particulièrement favorables qui explique les records d'enneigement mesurés dans le massif : flux nordiques dominant, avec des périodes de chutes de neige alternant avec de longues périodes de calme, et une absence de redoux océaniques entre la fin du mois de novembre et le début du mois de mars. Dans l'état actuel des connaissances, il faut associer cet hiver remarquable à la variabilité interannuelle naturelle du climat, et non aux conséquences induites par les changements climatiques sur la circulation atmosphérique,

puisqu'à ce jour, les travaux conduits sur le sujet ne donnent pas de résultats suffisamment probants (voir *supra* p. 37).

Si les données instrumentales ne permettent guère de remonter avant les années 1950, quelques témoignages humains (iconographies, récits de voyage) peuvent constituer un complément pour mieux appréhender les climats passés. On peut s'appuyer notamment sur les témoignages relatifs à l'enneigement résiduel printanier ou estival aux XVIII<sup>e</sup> s et XIX<sup>e</sup> s.

Depuis les dernières décennies, la neige est absente du massif au cœur de l'été, au mois d'août en particulier : les derniers névés facilement visibles pour les visiteurs disparaissent en juin ou en juillet et les chutes de neige tombent sur les sommets jusque début juillet, ou après la mi-septembre. Au contraire, dans le passé, la neige semble constituer une composante paysagère même au cœur de l'été. Ainsi, P. J.-B. Legrand d'Aussy (1794) écrit-il : « le 10 août [1787] il y avait sur les montagnes voisines des bains de la neige qui n'était pas fondue ». En juillet 1923, une photographie ancienne nous montre le Sancy enneigé comme aujourd'hui on peut l'observer au mois de mai (*Maurice Busset, dans la neige, au col du Sancy, sous une chaleur torride (8 juillet 1923)*, Collection Maurice Busset, Archives Départementales du Puy-de-Dôme, Photothèque). L'année suivante, en août 1924, A. Luquet signale une abondante chute de neige au-dessus de 1400 m dans les monts Dore (Luquet, 1926). Ces différents témoignages semblent ainsi confirmer la contraction des niveaux d'enneigement contemporains.

Evidemment, les résultats de l'analyse conduite à partir des données du Mont-Dore ville mériteront d'être affinés dans le futur, en intégrant les données des années récentes, ou en élargissant l'aire d'étude à l'ensemble des monts d'Auvergne ou des hautes terres du Massif central par exemple. Cette démarche permettrait d'augmenter le nombre de séries exploitables, tout en restant dans un contexte climatique cohérent. L'amélioration des connaissances sur les changements climatiques représente un enjeu majeur aujourd'hui pour le développement des territoires montagnards et justifie la mobilisation des acteurs publics et privés locaux.

D'abord, sur le plan socioéconomique, le changement climatique menace directement le tourisme hivernal des secteurs de montagne (OCDE, 2007 ; Paccard, 2009): niveaux d'enneigement naturel insuffisants et températures trop douces pour le fonctionnement des canons à neige pour la pratique des loisirs associés à la neige, paysages peu attractifs pour des visiteurs qui associent la montagne en hiver aux ambiances blanches, etc. Or le massif des monts Dore, où l'activité ski joue un rôle important dans l'économie locale et dont les domaines skiables sont localisés dans la tranche d'altitude la plus sensible aux changements (1200 – 1800 m), semble particulièrement menacé par la hausse des températures.

En revanche, la hausse des températures et du CO<sub>2</sub> peut avoir des effets bénéfiques à court terme sur l'activité pastorale et sylvicole : augmentation des productions d'herbe dans les prairies de fauche, croissance accélérée des essences forestières en particulier du hêtre, etc. Dans le massif, les conséquences des changements climatiques pourraient ainsi se traduire par la remontée des prairies de fauche en altitude. Toutefois, ces impacts positifs sont discutés en raison de l'évolution des ressources en eau disponibles pour la végétation : par exemple, dans certains secteurs de montagne, on observerait une altération de la qualité des fourrages de printemps, la pression sur la ressource en eau dans le sol étant d'autant plus forte que la durée de la saison végétative augmente (Bigot, Rome, 2010).

Si l'augmentation des précipitations intenses et leurs conséquences sur les risques naturels associés sont encore discutées dans les Alpes, l'analyse des données du Mont-Dore semble mettre en évidence une tendance plus claire qui fait écho aux interrogations actuelles des acteurs concernés

par la gestion des risques naturels dans le massif, suite à la répétition d'événements comme les crues torrentielles de l'été 2014 et celles de l'été 2013.

Enfin, en termes de diversité biologique, le changement climatique en zone de montagne devrait entraîner une remontée de certaines espèces avec l'altitude, même si les modalités précises de l'adaptation des espèces aux changements sont encore incertaines. Dans les monts Dore, on peut notamment s'interroger sur l'extension potentielle de la hêtraie, sur les menaces qui pèsent sur les habitats associés aux zones humides (rythmes d'évaporation), etc. Les deux réserves naturelles de Chastreix-Sancy et de Chaudefour pourraient ainsi servir de véritable laboratoire naturel pour étudier ces questions, dans la mesure où certains secteurs évoluent aujourd'hui indépendamment de toute intervention humaine directe.

## Conclusion

---

Le climat des monts Dore et de la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy est caractéristique d'une moyenne montagne sous influence océanique : frais, nébuleux et humide, venté et bien enneigé en hiver. Au-delà des traits généraux, même si les dimensions du massif sont modestes, les nuances climatiques s'expriment à différentes échelles. A l'échelle locale, on peut opposer la périphérie du massif, où les conditions climatiques sont encore relativement clémentes, et la partie centrale, en particulier les secteurs où l'altitude dépasse 1500 m, domaine des vents forts, des précipitations abondantes et de l'enneigement persistant. A l'échelle des versants, des écarts sensibles s'observent selon les pentes et les expositions. Ils se traduisent en particulier par les différences d'enneigement, persistant plus de la moitié de l'année sur les hauts versants exposés au nord et à l'est, précaire sur les versants exposés aux vents forts de composante ouest et sud. Par ailleurs, les excès qui sont liés aux fortes précipitations, essentiellement sous forme d'orage en été, sont à l'origine de phénomènes d'érosion sur les crêtes et les versants escarpés, en particulier dans le val d'Enfer, sous le puy Ferrand et les sommets voisins, touchés par des crues torrentielles, des avalanches, des coulées de boue ou des éboulements. La diversité climatique et les phénomènes d'érosion naturelle participent à la diversité des milieux des monts Dore et de la réserve naturelle, et par-là-même, à la diversité des habitats des espèces. A ce titre, il serait intéressant d'entreprendre un suivi sur la localisation des névés tardifs afin d'étudier les habitats et les espèces associés à ces milieux spécifiques.

L'évolution climatique récente dans le massif des monts Dore s'inscrit dans la tendance observée à l'échelle globale : relèvement assez net des températures en particulier en été et au printemps et baisse sensible des niveaux enneigement aux intersaisons. Sur le plan écologique, la répartition et la diversité des habitats et des espèces pourraient être impactées par le changement climatique, soit directement en raison de l'évolution des conditions des milieux, soit indirectement en raison de l'évolution potentielle des pratiques pastorales et sylvicoles. C'est le cas notamment des habitats subalpins présents dans le massif dont la pérennité pourrait être menacée. Sur le plan socioéconomique, la diminution des niveaux d'enneigement déjà observée, et qui devrait s'accroître dans les décennies à venir, conduit à s'interroger sur l'évolution des pratiques, de la fréquentation et des aménagements associés aux sports d'hiver et à l'alpinisme. Ces pratiques de loisirs constituent aujourd'hui un enjeu fort pour le territoire, car elles représentent à la fois un atout économique pour le développement local et une source de tensions entre les élus, les professionnels du tourisme et les protecteurs de la nature. Les tendances sont moins affirmées pour les précipitations. Des travaux complémentaires pour comparer la récurrence passée et actuelle des épisodes de fortes précipitations permettraient d'apporter des éléments de réponses aux acteurs locaux qui s'interrogent aujourd'hui sur la gestion des risques de crues torrentielles et sur la viabilité des aménagements en place dans le domaine de la maîtrise de l'eau.



## Références bibliographiques

---

- 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. Contraintes climatiques dans les Préalpes françaises : évolution récente et conséquences potentielles futures [En ligne]. *EchoGéo*, 2010, 14.  
URL : <http://echogeo.revues.org/12160> (consulté le 13 juin 2014)
- Chahine M., Laigle D., Mathon C. et al., 2004. *Les égravats, commune du Mont-Dore (63), analyse bibliographique et proposition d'un programme d'études détaillées relatives aux mouvements de terrain*. Rapport d'étude, BRGM - CEMAGREF, CETE de Lyon, 79 p.
- Durand A., 1946. *La vie rurale dans les massifs volcaniques des Dores, du Cézallier, du Cantal et de l'Aubrac*, Aurillac : Imprimerie moderne, 530 p.
- Estienne P., 1956. *Recherches sur le climat du Massif central français*. Paris : Météorologie Nationale, 242 p.
- Gachon L., 1946. Les variétés régionales du climat dans le Massif central et le vrai Massif central climatique. In: *Les Études rhodaniennes*. Vol. 21, n° 1-2, p. 33-53.
- GIEC, 2013. *Résumé à l'intention des décideurs, Changements climatiques 2013 : les éléments scientifiques*. 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 Stocker, T.F., 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.
- Gunnel Y., *Ecologie et société*, A. Colin, Paris, 2009, 415 p
- Juberty F., 2008. L'impact de la tempête « Martin » sur le couvert forestier en Auvergne. Origine des chablis et logique de reconstitution [En ligne]. *Physio-Géo*, Vol. 2, 20 p.  
URL : <http://physio-geo.revues.org/1014> (consulté le 14 décembre 2014).
- Leroy T., Devroye P., Sandron L. et al., 2013. *Réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy : plan de gestion 2014-2018 (tome 1 et 2 + annexes)*. Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, Office national des Forêts, DREAL Auvergne, 158 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.
- Legrand d'Aussy P. J.-B., 1794. *Voyage fait, en 1787 et 1788, dans la ci-devant Haute et Basse Auvergne, aujourd'hui départements du Puy-de-Dôme, du Cantal et partie de celui de la Haute-Loire*. Paris : Le Directeur de l'imprimerie des Sciences et Arts.
- Luquet A., 1926. *Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne : les associations végétales du Massif des Monts-Dores*. Saint-Dizier : Et. André Brulliard, 266 p.
- 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.

- MEDD - ONERC, 2008. *Changement climatiques dans les Alpes : impacts et risques naturels*. Rapport technique n° 1 de l'ONERC, Paris, 100 p.
- Météo-France, 1992. *Bulletin climatologique mensuel du Puy-de-Dôme*, Aulnat : centre départemental de Météo-France, n° 397, 12 p.
- Météo-France, 1994. *Bulletin climatologique mensuel du Puy-de-Dôme*, Aulnat : centre départemental de Météo-France, n° 423, 12 p.
- Météo-France, 1994. *Bulletin climatologique mensuel du Puy-de-Dôme*, Aulnat : centre départemental de Météo-France, n° 427, 12 p.
- Météo-France, 1995. *Bulletin climatologique mensuel du Puy-de-Dôme*, Aulnat : centre départemental de Météo-France, n° 434, 12 p.
- Météo-France, 1996. *Bulletin climatologique mensuel du Puy-de-Dôme*, Aulnat : centre départemental de Météo-France, n° 445, 8 p.
- Météo-France, 1999. *Bulletin climatologique mensuel du Puy-de-Dôme*, Aulnat : centre départemental de Météo-France, n° 482, 8 p.
- Michelet J., 1875. *Tableau de la France : géographie physique, politique et morale*. Paris : Lacroix, 84 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, Editions OCDE, 136 p.
- Paccard P., 2009. Réchauffement climatique et ressource neige en domaines skiables. *Collection EDYTEM – Cahiers de Géographie*, n° 8, p. 181-192.
- Planton S., Bopp L., Brun E. et al., 2015. Evolution du climat depuis 1850 [En ligne], *La Météorologie*, n°88, février 2015, 55 p.  
URL : <http://hdl.handle.net/2042/56361> (consulté le 27 avril 2015)
- Préfecture du Puy-de-Dôme, 2008. *Plan de prévention des risques d'inondation du bassin de la Couze Chambon*[En ligne].  
URL : <http://www.puy-de-dome.gouv.fr/plan-de-prevention-des-risques-d-a430.html> (consulté le 4 janvier 2015)
- 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.
- Staron G., 1993. *L'hiver dans le Massif Central français – Etude de climatologie et d'hydrologie*, Saint-Etienne : Publications de l'Université de Saint-Etienne, 403 p.
- Wilhelm B., Arnaud F., Sabatier P. et al., 2012. Changements climatiques et crues torrentielles en montagne : quelles relations ? 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. 769-774.

## Annexe – Tableaux des données climatiques

Températures moyennes en °C sur la période 1991-2010													
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jlt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Besse (1050 m / 1060 m)	1,1	1,4	4,0	6,3	10,5	13,9	16,0	16,1	12,2	8,9	3,9	1,3	8,0
Super-Besse (1280 / 1310 m)	0,0	-0,1	2,2	4,3	8,7	12,1	14,1	14,3	10,6	7,7	2,9	0,7	6,5
Chastreix (1385 m)	-0,3	-0,6	1,7	4,0	8,6	11,9	13,8	14,0	10,3	7,3	2,4	0,2	6,1
Mont-Dore (1030 m)	1,2	1,5	4,1	6,4	10,7	13,9	15,8	15,7	11,9	8,8	4,1	1,7	8,0
Mont-Dore (1220 m)	0,3	0,2	2,8	4,9	9,3	12,5	14,5	14,6	11,0	8,1	3,2	0,8	6,9
Orcival (1080 m)	1,1	1,1	3,7	5,9	10,3	13,7	15,7	15,9	12,0	8,9	3,8	1,4	7,8

Calculs effectués d'après les données de Météo-France

Nombre moyen de jours de gel sur la période 1991-2010													
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jlt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Chastreix (1385 m)	24,3	22,5	19,0	13,7	3,2	0,3	0,0	0,0	0,7	5,0	15,9	21,5	125,9
Mont-Dore (1030 m)	22,4	19,9	15,4	9,5	1,8	0,1	0,0	0,0	0,6	4,0	13,4	19,9	106,7

Calculs effectués d'après les données de Météo-France

Précipitations moyennes en mm sur la période 1991-2010													
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jlt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Besse (1050 m / 1060 m)	119,6	103,1	96,7	114,8	107,4	98,0	95,1	91,8	111,0	124,2	142,6	134,7	1338,8
Super-Besse (1280 / 1310 m)	197,9	183,7	179,9	174,8	158,2	148,0	143,8	133,7	166,3	204,4	242,7	236,4	2170,0
Chambon-sur-Lac (890 m)	117,7	101,8	95,6	112,4	101,9	99,1	95,4	88,0	105,7	116,5	135,3	130,9	1300,4
Mont-Dore (1030 m)	158,8	145,5	138,3	158,5	141,6	132,4	127,8	121,2	145,7	168,4	197,8	179,1	1815,3
Mont-Dore (1220 m)	183,8	168,3	171,2	184,0	167,4	154,9	150,6	142,3	170,8	202,0	233,7	215,1	2144,1
La Tour-d'Auvergne (980 m)	124,6	114,0	105,2	124,1	112,4	116,5	117,2	113,0	130,4	135,4	160,8	136,2	1489,8
Picherande (1120 m)	144,3	133,1	128,5	129,4	126,4	119,1	118,3	117,7	144,7	154,6	176,9	167,5	1660,4
Rochefort-Montagne (880 m)	91,9	84,6	82,6	106,9	94,9	105,8	102,7	102,6	106,2	102,5	118,6	103,7	1203,0
Précipitations maximales en 24 h (en mm) - Valeurs médianes sur la période 1991-2010													
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jlt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Mont-Dore (1030 m)	31,0	33,1	31,0	31,4	32,1	29,8	28,3	27,3	38,4	38,6	34,5	37,5	68,6

Calculs effectués d'après les données de Météo-France

Enneigement médian annuel sur la période 1991-2010		
	Nombre de jours de chutes de neige	Nombre de jours de neige au sol
Chambon-sur-Lac (890 m)	42	
La Tour-d'Auvergne (980 m)	46	53
Picherande (1120 m)	59	79
Mont-Dore (1030 m)	67	75

Calculs effectués d'après les données de Météo-France

Températures et précipitations sur la période 1951-2010 au Mont-Dore (1030 m)													
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jlt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Températures moyennes (°C)	0,6	0,9	3,1	5,6	9,6	12,9	15,1	14,7	12,1	8,5	3,8	1,4	7,4
Nombre moyen de jours de gel	23,4	21,4	18,4	11,5	2,6	0,2	0,0	0,0	0,5	4,6	14,9	21,4	118,7
Précipitations moyennes (mm)	166,5	148,3	142,2	141,0	156,3	129,8	112,1	123,8	131,0	154,8	174,0	183,8	1763,6
Précipitations - Médianes des maxima en 24 h (en mm)	31,0	32,3	29,7	25,7	32,1	27,2	27,9	31,4	33,9	37,1	34,3	37,0	65,6

Calculs effectués d'après les données de Météo-France