METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Climat de la région Rhône-Alpes

Ce document a été réalisé par Météo-France pour la DREAL Rhône-Alpes

Météo-France Centre-Est
Division Développements-Etudes-Climatologie

Auteurs : Annick Auffray
Alain Brisson
Agnès Tamburini
Valérie Dziak
Véronique Maloisel
Sophie Martinoni-Lapierre

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

TABLE DES MATIERES

I. CLIMAT ACTUEL DE LA REGION RHONE-ALPES 3

1.1- Généralités 3

1.2-Température 5

1.3- Précipitations 13

1.4- La neige 21

1.5- Vents 22

1.6- Evènements climatiques extrêmes 26

II. EVOLUTION RECENTE DU CLIMAT EN RHONE-ALPES 30

2.1- Evolution des températures et des précipitations 30

2.2- Evolution de l'enneigement 32

III. CLIMAT FUTUR : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE DE L'EVOLUTION ATTENDUE DU CLIMAT EN RHONE-ALPES 35

3.1- Rappels sur le changement climatique 35

3.2- Changement climatique en Rhône-Alpes : les principales évolutions attendues au XXI^{ème} siècle 41

3.2.1- Températures 41

3.2.2- Précipitations 42

3.2.3- Enneigement / glaciers 43

3.2.4- Evènements extrêmes 43

I. CLIMAT ACTUEL DE LA REGION RHONE-ALPES

1.1- Généralités

Située dans un pays au climat tempéré, la région Rhône-Alpes s'étend du nord au sud entre les latitudes allant de 46,5° à 44°.

Elle est soumise à des influences climatiques variées auxquelles s'ajoutent les effets du relief. En effet, la frontière ouest de la région est à quelques 400 km de l'Océan Atlantique, la limite sud à moins de 100 km de la Méditerranée ; quant à l'est, la montagne domine avec les massifs des pré-Alpes et des Alpes occupant le nord de la Drôme, la moitié est de l'Isère et les deux départements de Savoie. On retrouve des reliefs dans l'Ain avec les contreforts sud du Jura ainsi qu'à l'ouest de la région en bordure occidentale des départements de l'Ardèche et de la Loire avec cette fois, les premiers contreforts du Massif Central. Tous ces reliefs s'organisent autour d'une vaste zone de plaine orientée nord-sud et dans laquelle coulent le Rhône et la Saône.

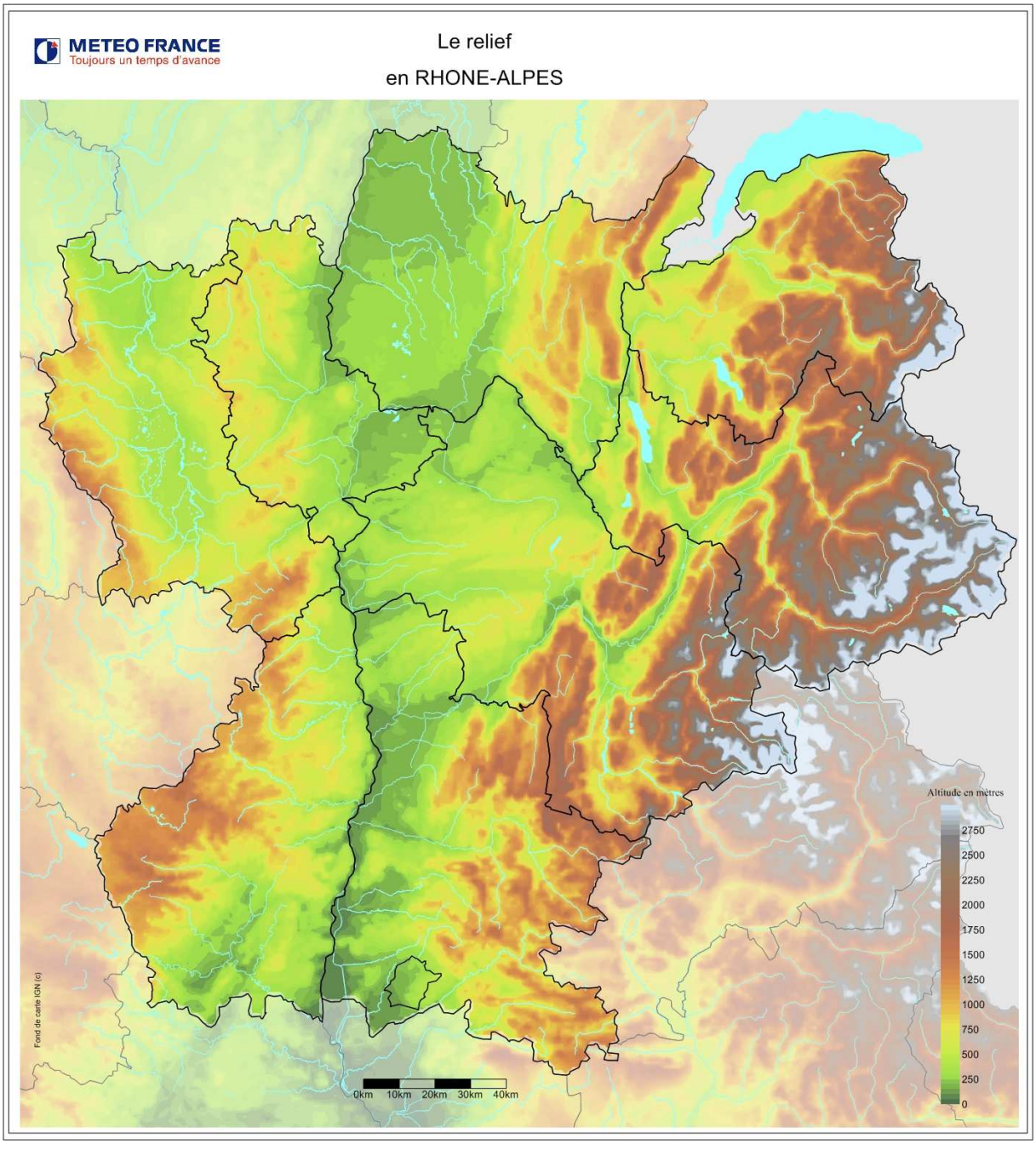
L'influence de l'océan atlantique se fait sentir loin dans les terres. En région Rhône-Alpes, ce sont les reliefs exposés à l'ouest qui arrêtent la plupart des perturbations océaniques et reçoivent donc des quantités de précipitations importantes.

L'influence continentale couvre une bonne partie de la région. Caractérisée par des hivers froids avec du soleil en montagne et des brouillards ou nuages en plaine (Val de Saône, région lyonnaise et vallées alpines) par temps calme. Les étés sont chauds en plaine, toutefois les nuits restent fraîches dans les vallées alpines.

L'influence méditerranéenne est sensible jusqu'à Valence avec des hivers doux et un fort ensoleillement suivis d'étés chauds et plutôt secs ; les précipitations se produisant principalement à l'automne et au printemps.

En montagne, c'est l'altitude qui commande le climat, la température s'abaissant d'environ 6 degrés pour une élévation de 1000 mètres. Les précipitations sont plus importantes sur le versant au vent que sur le versant sous le vent des massifs.

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



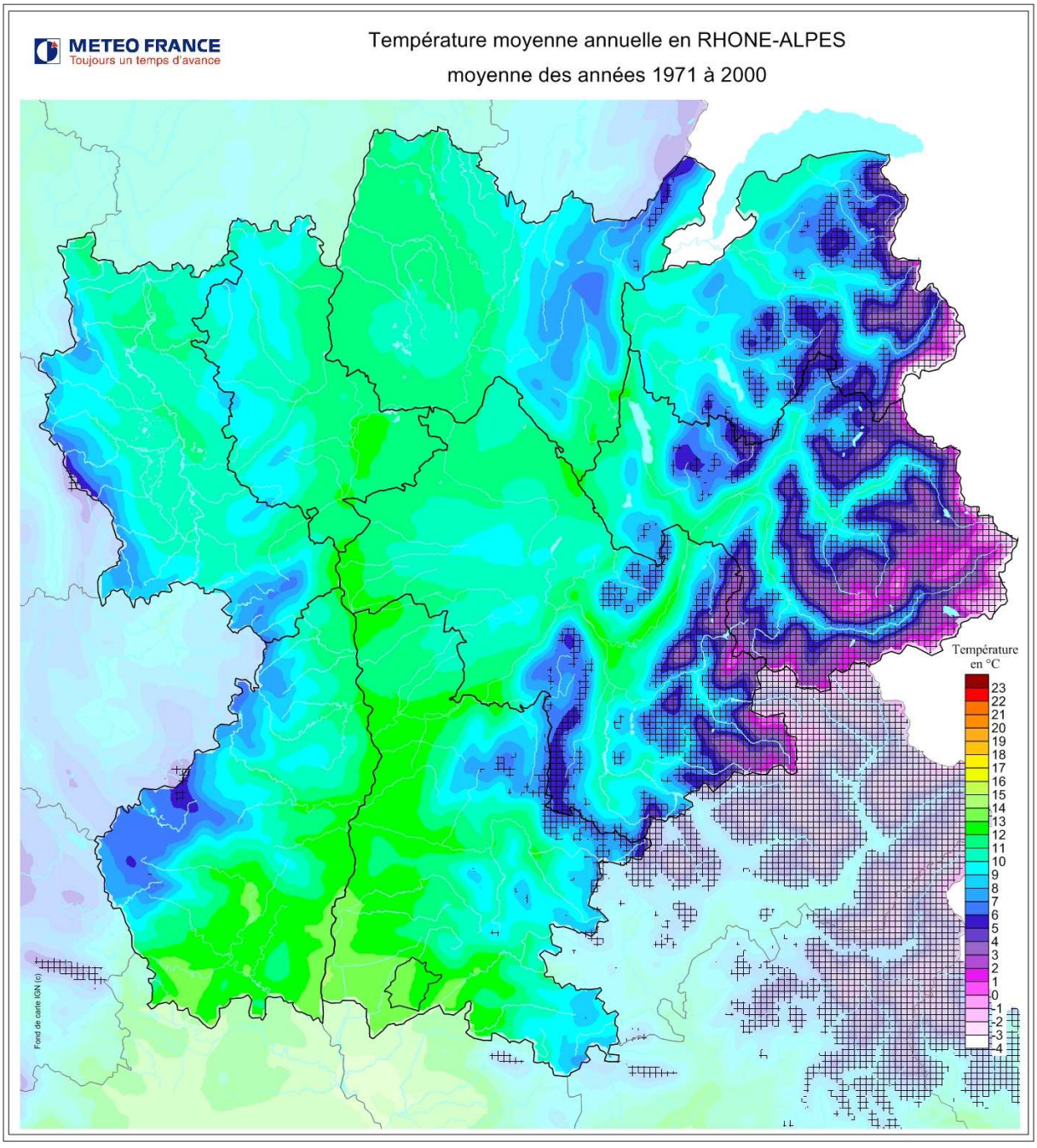
1.2-Température

Les températures sont soumises aux diverses influences climatiques qui affectent la région Rhône-Alpes.
Les températures moyennes annuelles se situent entre 5°C et 15°C. On trouve les plus fortes moyennes annuelles au sud de la région sous influence méditerranéenne, les plus faibles sur les reliefs soumis au climat de montagne.
En remontant du sud au nord de Rhône-Alpes hors relief, l'influence du climat méditerranéen qui s'exprime dans la Drôme, en Ardèche et jusque dans la moyenne vallée du Rhône laisse peu à peu la place à l'influence continentale sensible dans les plaines de l'Ain et du Forez. Dans les Alpes, le sillon alpin, situé entre les Préalpes et les Alpes en Isère et Savoie, présente des températures annuelles moyennes clémentes (12,3°C de température moyenne annuelle pour Grenoble Saint Geoirs, 12,4°C à Albertville) comparées à celles des vallées alpines de Tarentaise et Maurienne (seulement 7, 4° C de température moyenne annuelle à Modane).

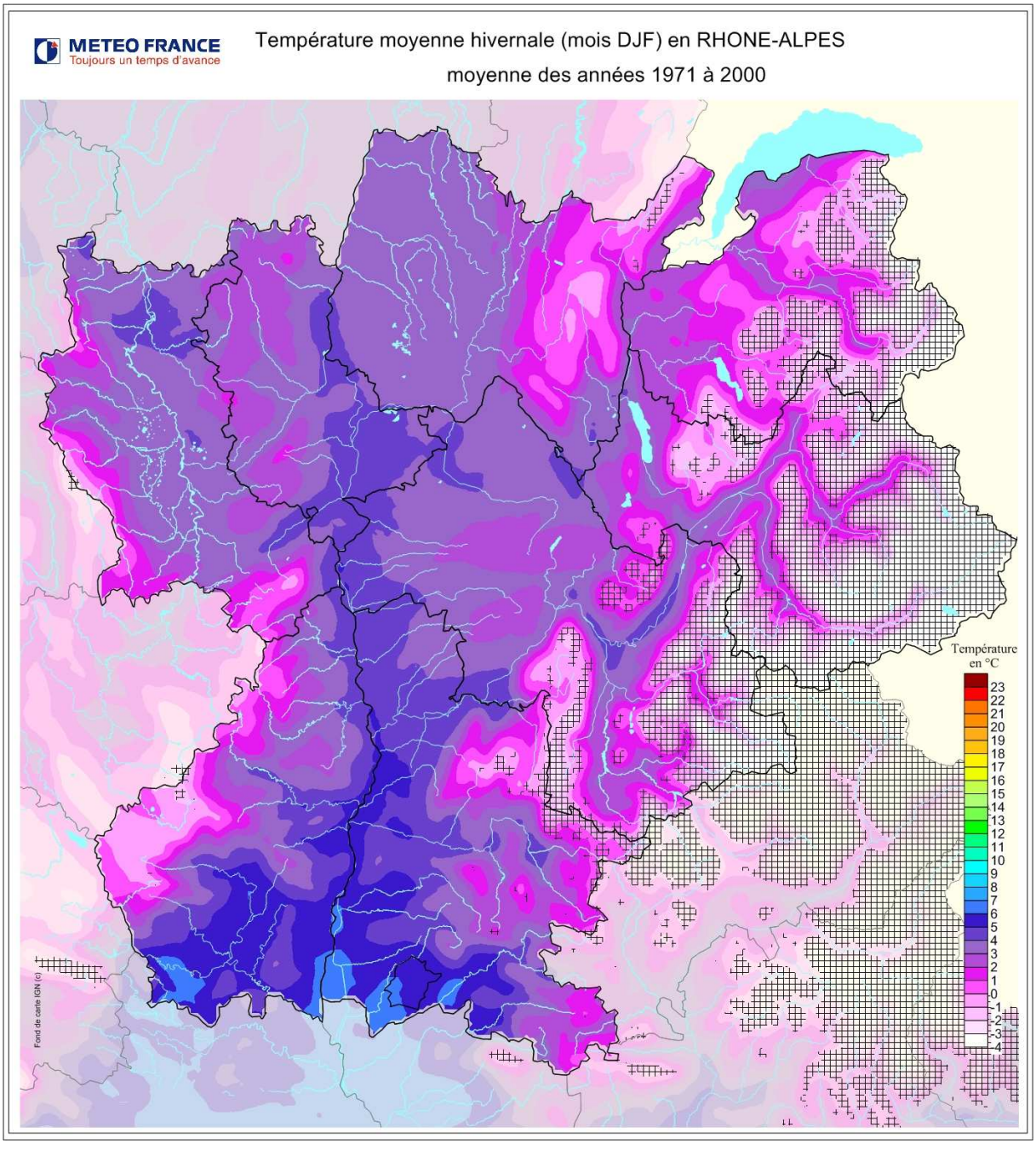
Une analyse saisonnière des températures moyennes annuelles montre l'influence très nette du climat méditerranéen sur le sud de la région. En toutes saisons, le sud des départements de la Drôme et de l'Ardèche, hors zone de relief, se singularisent par les températures moyennes bien plus élevées que partout ailleurs dans la région : en juillet à Montélimar, la température moyenne mensuelle de ces 10 dernières années est de 23,5°C, en janvier la moyenne est de 5,6° C alors qu'à Bron elle est respectivement de 22,4°C et 4,2°C.
Les hivers sont rudes en altitude et les étés y sont plus frais qu'en plaine. En effet, on note un écart, en moyenne estivale, pouvant dépasser 5° C entre un site en plaine de Lyon par exemple et la région d'Hauteville dans le département de l'Ain : en juillet, on a vu que la moyenne mensuelle des températures à Bron est de 22,4°C alors qu'elle n'est que de 16,9°C à Hauteville.

L'analyse des moyennes annuelles des températures minimales et maximales quotidiennes corroborent le fait que le climat méditerranéen est bien présent en sud Drôme-Ardèche, les moyennes annuelles de températures maximales peuvent dépasser les 20°C (exemple : Buies les baronnies 20,6°C) alors que les moyennes annuelles de températures minimales ne descendent pas en-dessous de 7°C (Valence Chabeuil 7,8°C).
Ailleurs dans la région on retrouve la dualité zone de plaines, zone de reliefs. Sur l'ensemble de la région la température annuelle moyenne des températures maximales varient de 10°C à 18°C (dans le Rhône, Bron 17,5°C et Les Sauvages : 13°C ; dans la Loire, Saint Etienne : 16,8°C et Le col de la Loge : 10,7°C) et la température annuelle moyenne des températures minimales varient de 1°C à 9°C (en Haute Savoie, Annecy : 6,2° C et Chamonix 1,6° C ; en Isère, Grenoble Saint Geoirs : 6,3° C et Villard de Lans : 2,3° C).

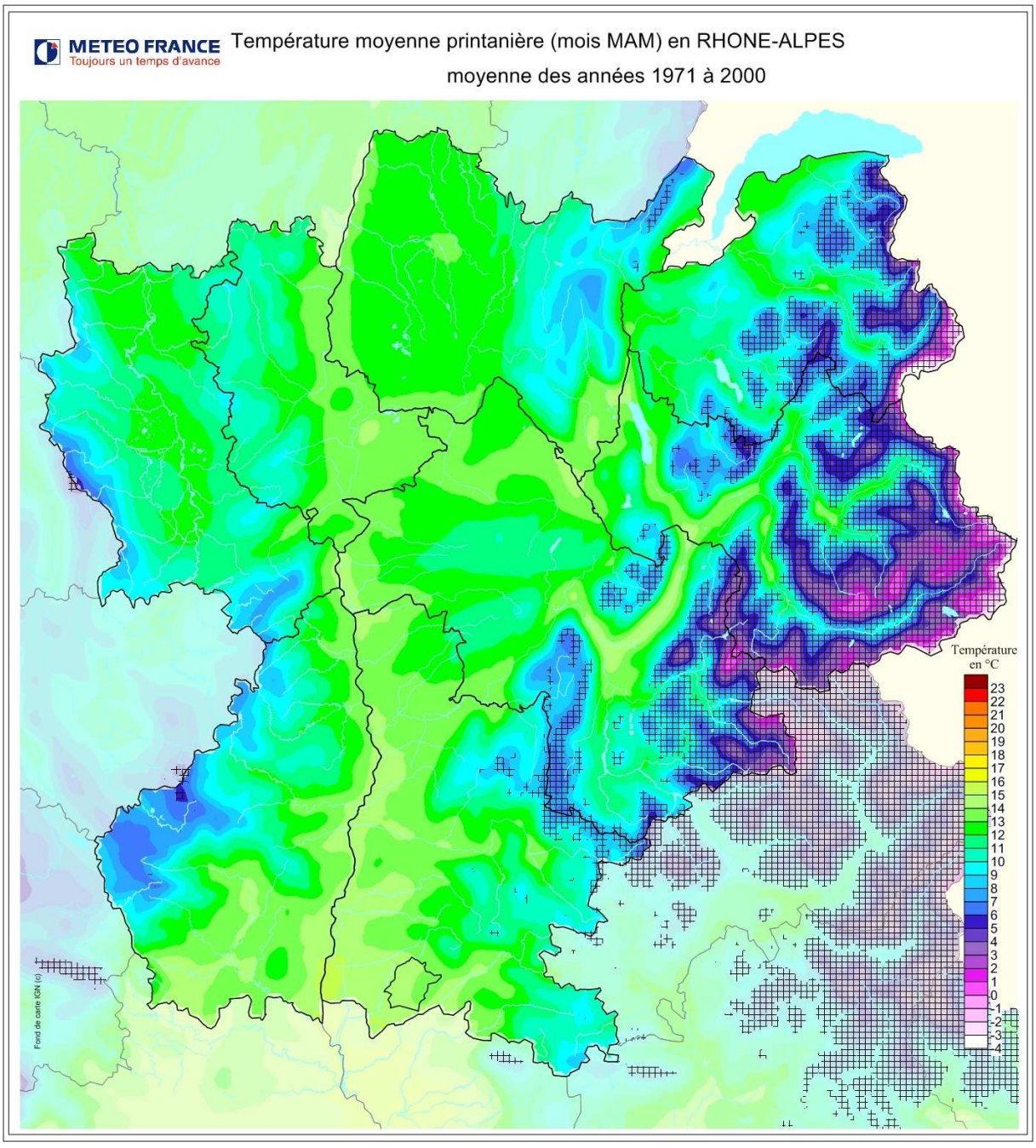
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



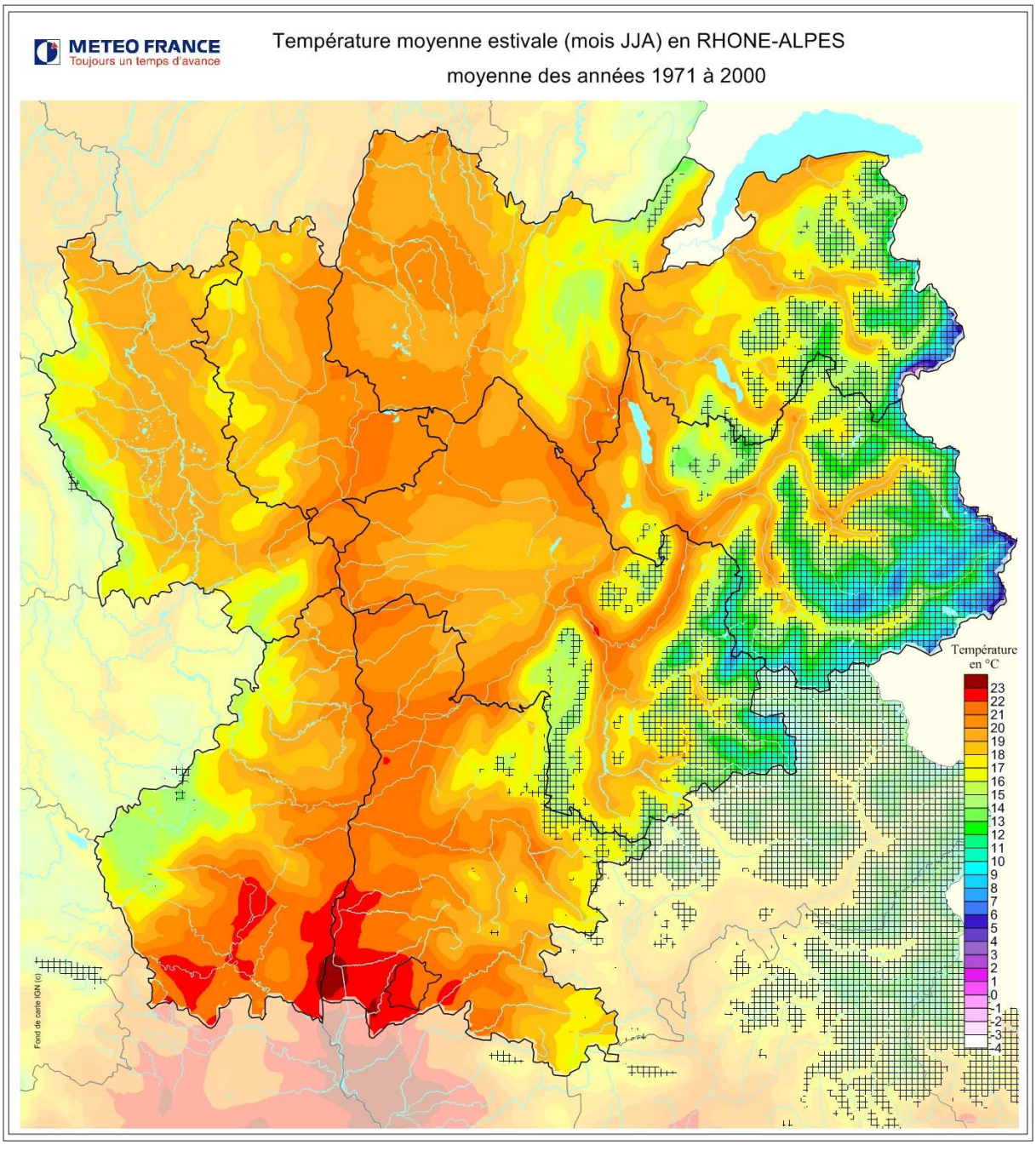
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



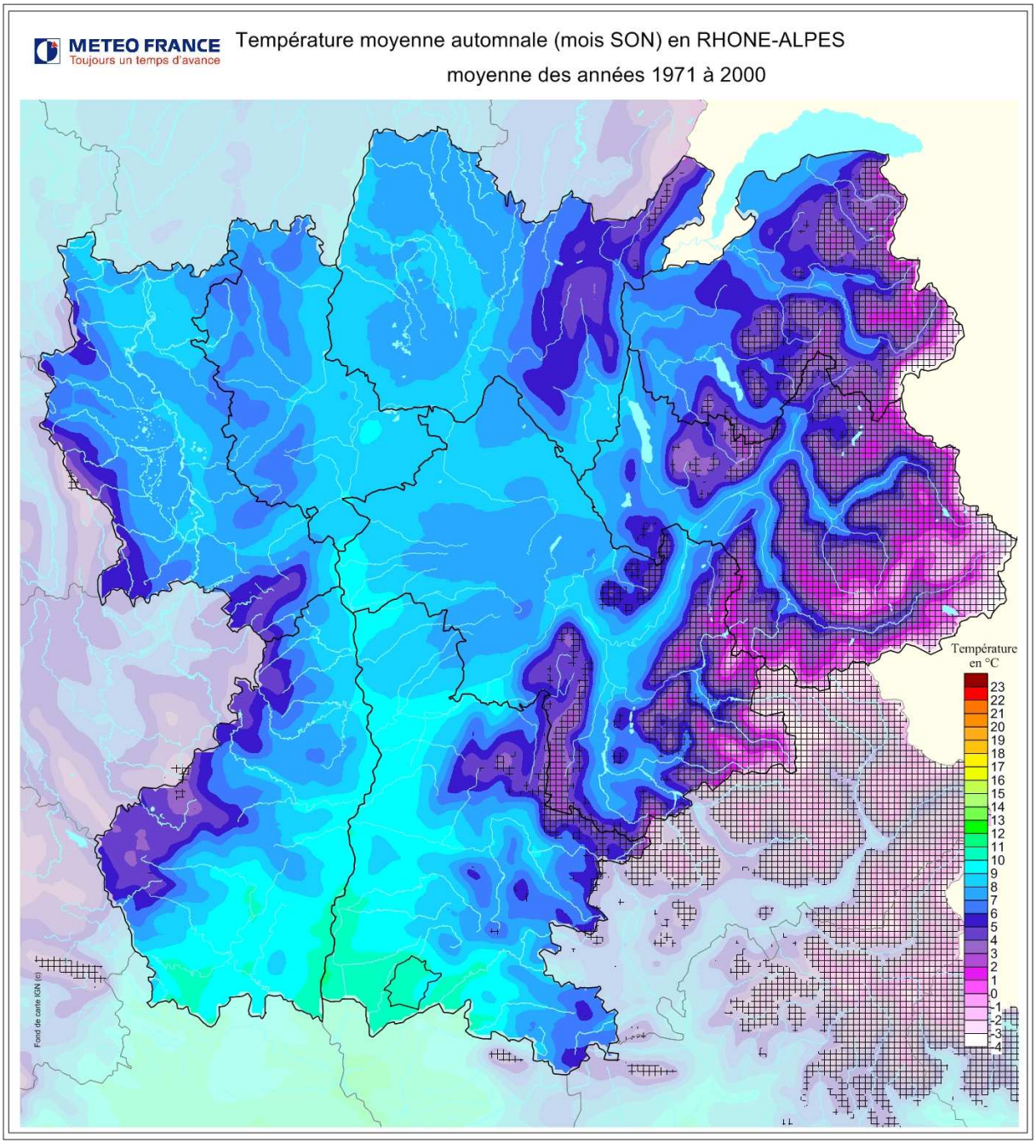
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



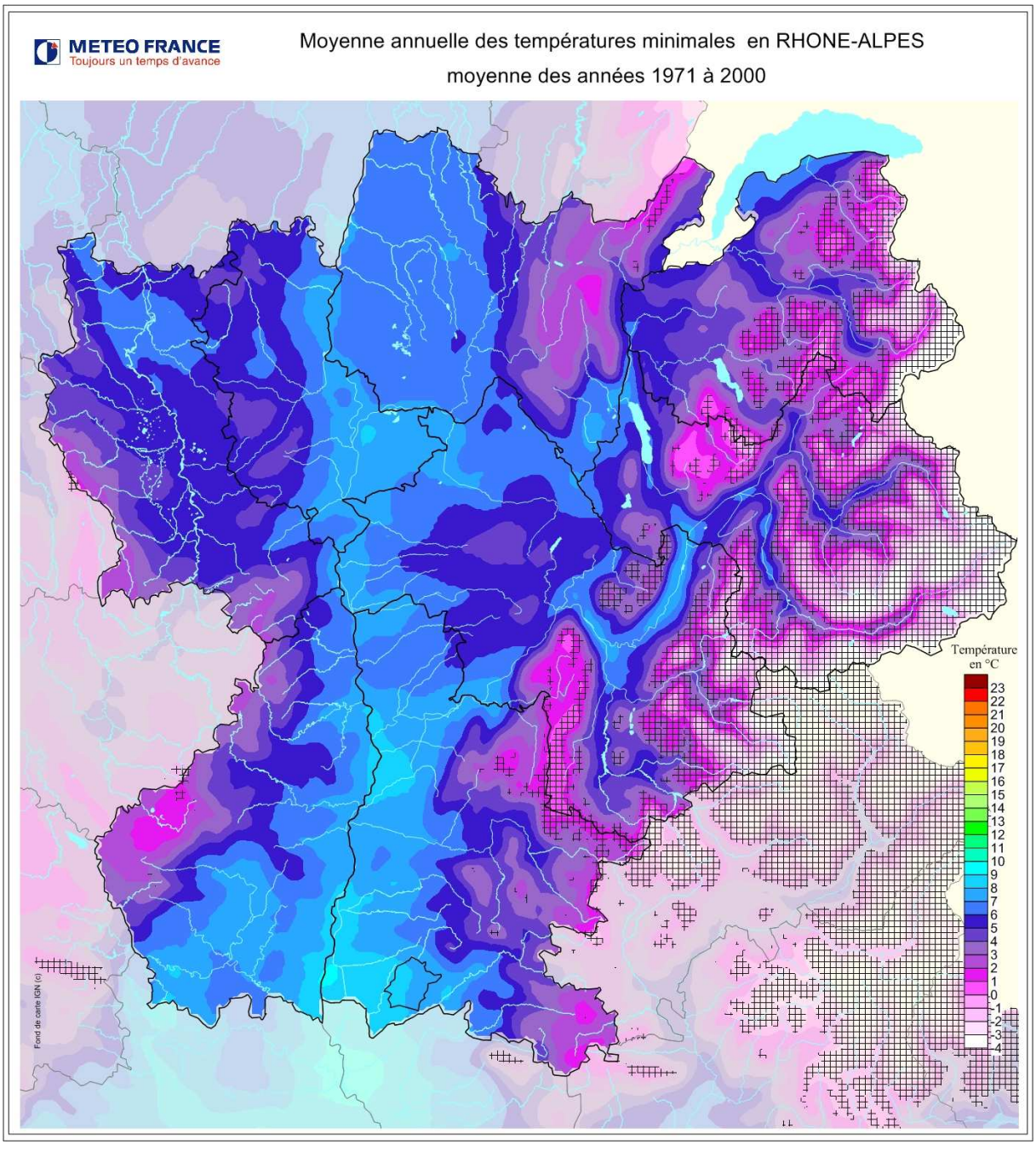
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



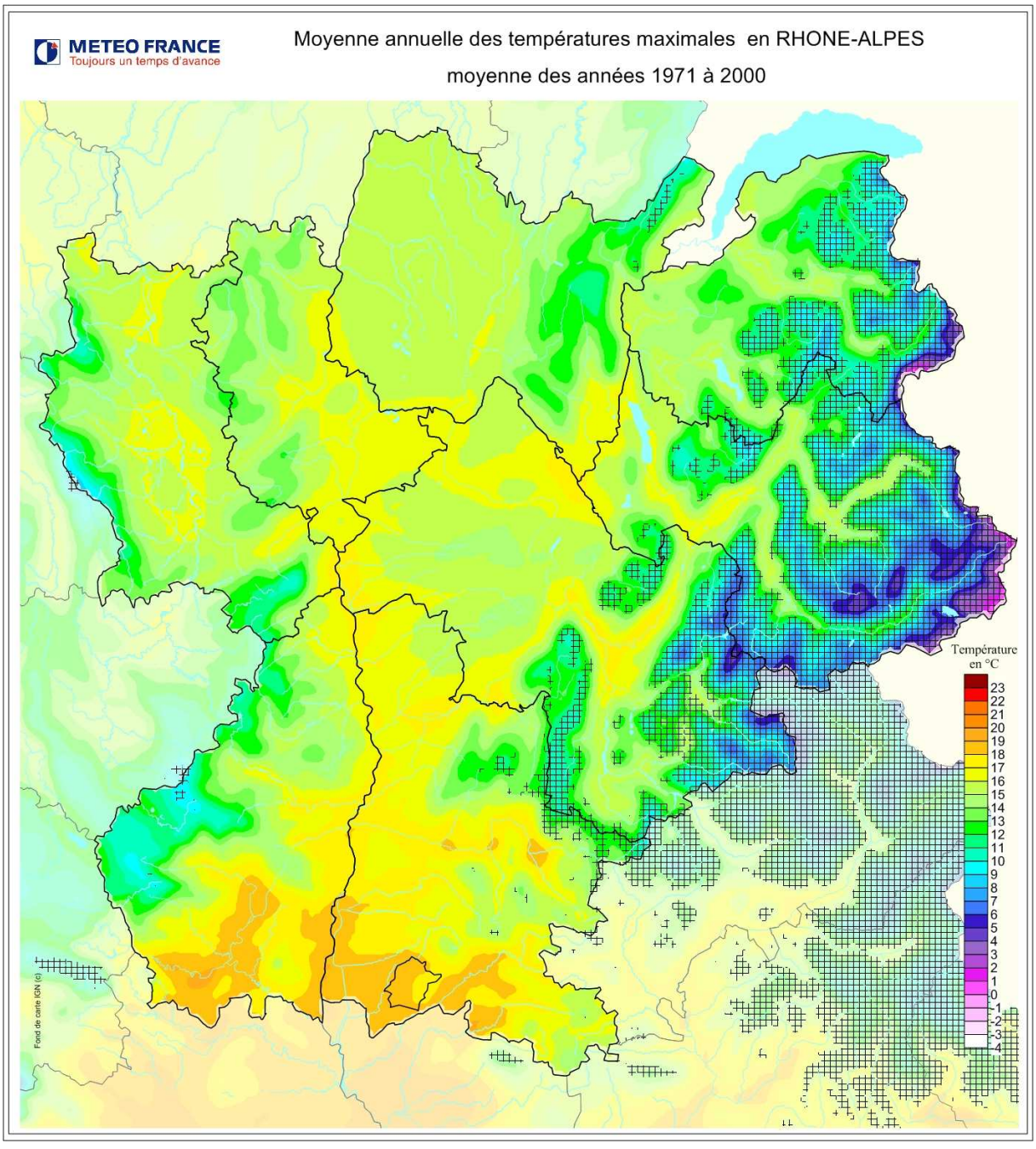
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



1.3- Précipitations

Le régime des précipitations est commandé par les différentes influences climatiques présentées au début de ce document.

Le cumul annuel moyen varie de moins de 700 mm en plaine à plus de 2000 mm sur les reliefs. La zone la moins arrosée de toute la région est la plaine du Forez et de Roanne. En effet, cette plaine étroite est bien abritée derrière les monts du Forez qui arrêtent les précipitations liées au régime océanique.

En allant du Sud au Nord et en exceptant le relief, les zones de plaines sont tout d'abord soumises à un climat méditerranéen, avec une légère influence océanique qui se fait sentir jusqu'aux Préalpes. En progressant vers le nord, l'influence méditerranéenne s'atténue pour laisser progressivement la place à une tendance plus continentale qui s'additionne à l'influence océanique toujours présente. **Ce mélange d'influences donnent en plaine des cumuls annuels moyens variant de 700 mm à 1200 mm avec des zones de faible pluviométrie comme la plaine de Lyon, le val de Saône ou encore le Tricastin plus au sud**. A l'approche des reliefs, ces cumuls annuels en augmentant illustrent l'effet de l'altitude combiné à l'influence océanique ou méditerranéenne. La nature des précipitations en plaine témoigne de l'influence continentale sur la région Rhône-Alpes, en effet, on relèvera des hauteurs de neige plus importantes au nord qu'au sud de cette région. (cf. paragraphe sur la neige)

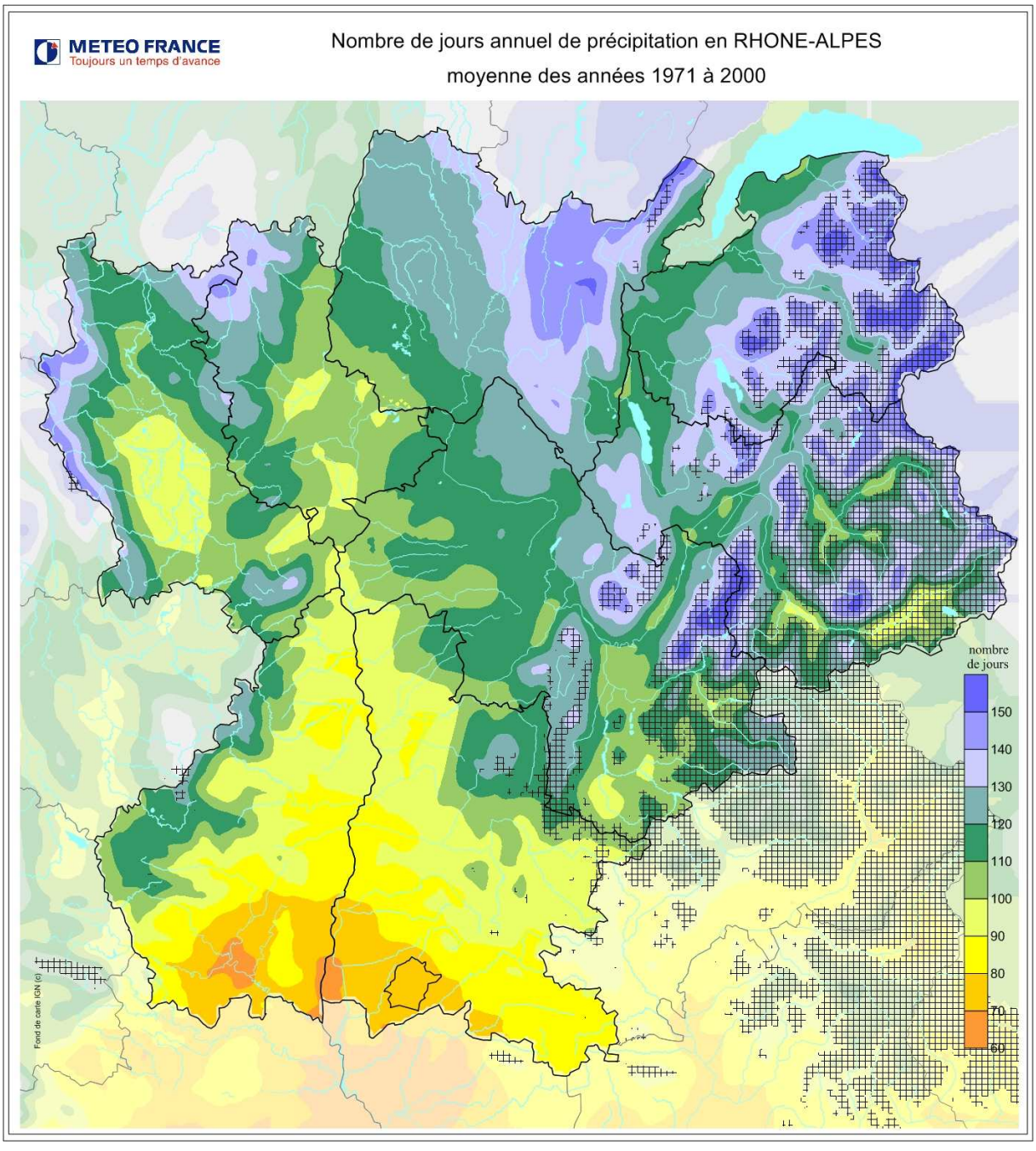
Les zones les plus arrosées sont les zones de reliefs. On distingue les monts du Forez, la Cévenne vivaroise, les contreforts sud du massif du Jura, les Préalpes et le massif des Alpes.
Les Préalpes du sud et les contreforts des Cévennes connaissent un régime méditerranéen, les maxima de précipitations se produisent à l'automne avec les épisodes cévenols, les moyennes trimestrielles dépassent les 500 mm sachant qu'au cours de ces épisodes, il n'est pas rare de relever plus de 250 mm de pluie en moins de 24 heures sur les reliefs du Vivarais. (Exemple : on a relevé 283,5 mm à Loubaresse pour la seule journée du 20 septembre 1980)
Les autres régions montagneuses de Rhône-Alpes subissent plutôt une influence océanique et arrêtent les perturbations océaniques sur leurs versants ouest protégeant les versants est par effet de Foehn. On observe de très forts cumuls annuels sur le Jura Méridional, les Préalpes et les Alpes, ces cumuls varient de 1500 mm à plus de 2000 mm selon l'altitude, avec des précipitations réparties tout au long de l'année.
Les vallées alpines se distinguent par rapport aux reliefs qui les entourent par des cumuls annuels moyens de précipitations modestes, de 900 mm à 1100 mm en Tarentaise et Vanoise, et encore moins en Maurienne avec des valeurs allant de 750 mm à 1000 mm. (Exemple : on recueille en moyenne 939 mm annuels à Lans le bourg et 887 mm annuels à Bessans en Haute Maurienne)

Une analyse saisonnière des cumuls de précipitations montre que c'est en hiver que les zones de plaines reçoivent le moins de précipitations. Les cumuls trimestriels moyens n'excédent guère les 200 mm et peuvent ne pas dépasser les 120 mm. Ces cumuls en plaine augmentent sensiblement en été mais le sud Rhône-Alpes sous influence méditerranéenne

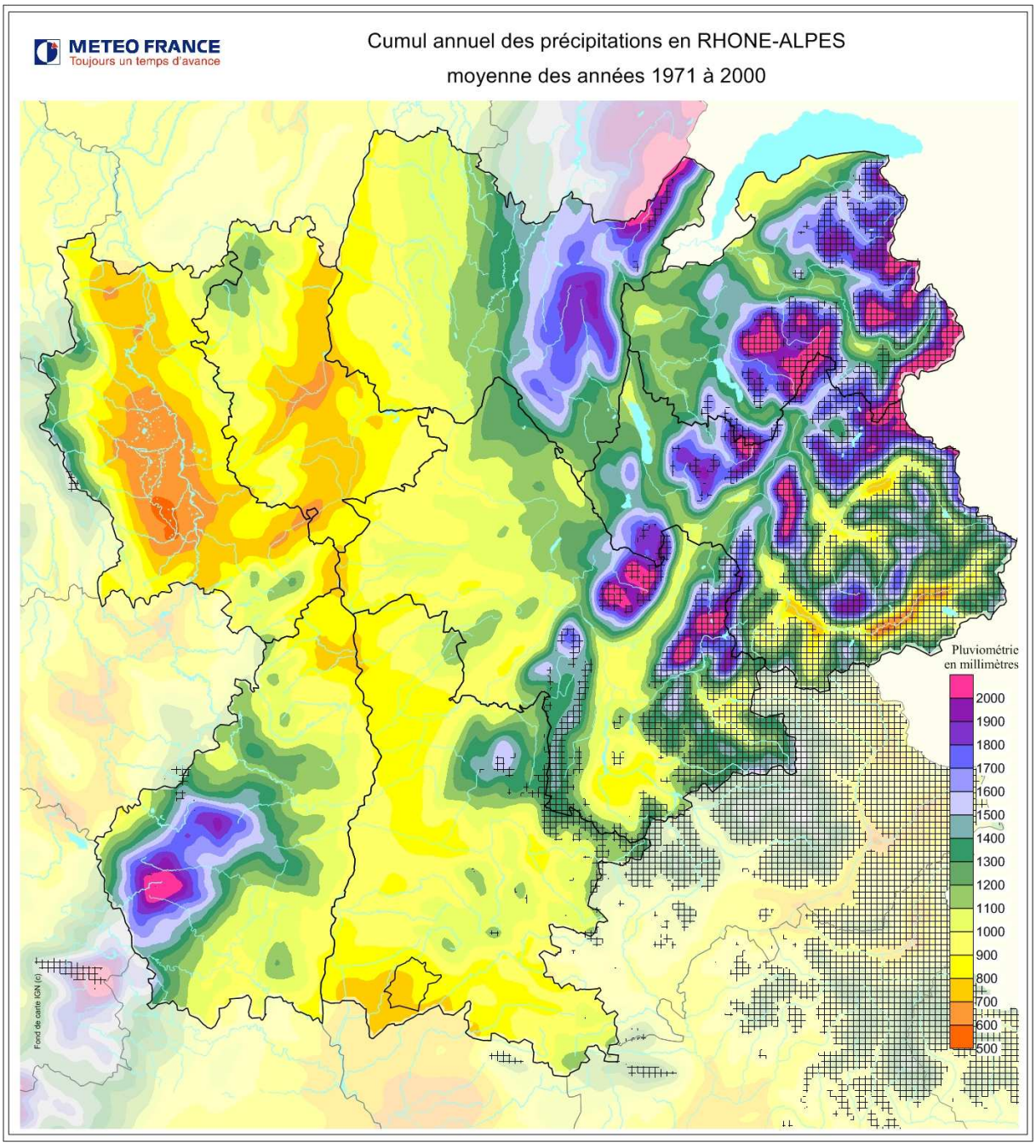
reste assez sec avec des cumuls trimestriels moyens ne dépassant pas les 160 mm dans les plaines de Drôme-Ardèche. **C'est à l'automne que les plaines reçoivent les plus forts cumuls avec toutefois une exception : la plaine de Forez qui reste en retrait avec en moyenne moins de 200 mm**. Au printemps, c'est à nouveau la plaine du Forez et de Roanne qui présente la pluviométrie la plus faible mais il faut y ajouter la plaine de Lyon et le Val de Saône.

Enfin, sur l'ensemble des zones en altitude, c'est durant les mois d'été qu'il pleut le moins et il fait même sec sur les reliefs de Drôme et Ardèche, départements sous influence méditerranéenne, au printemps les reliefs sont plus arrosés bien que plus modestement qu'en automne et en hiver. Les cumuls automnaux importants sur le Vivarais illustrent la survenue d'épisodes cévenols évoqués plus haut.

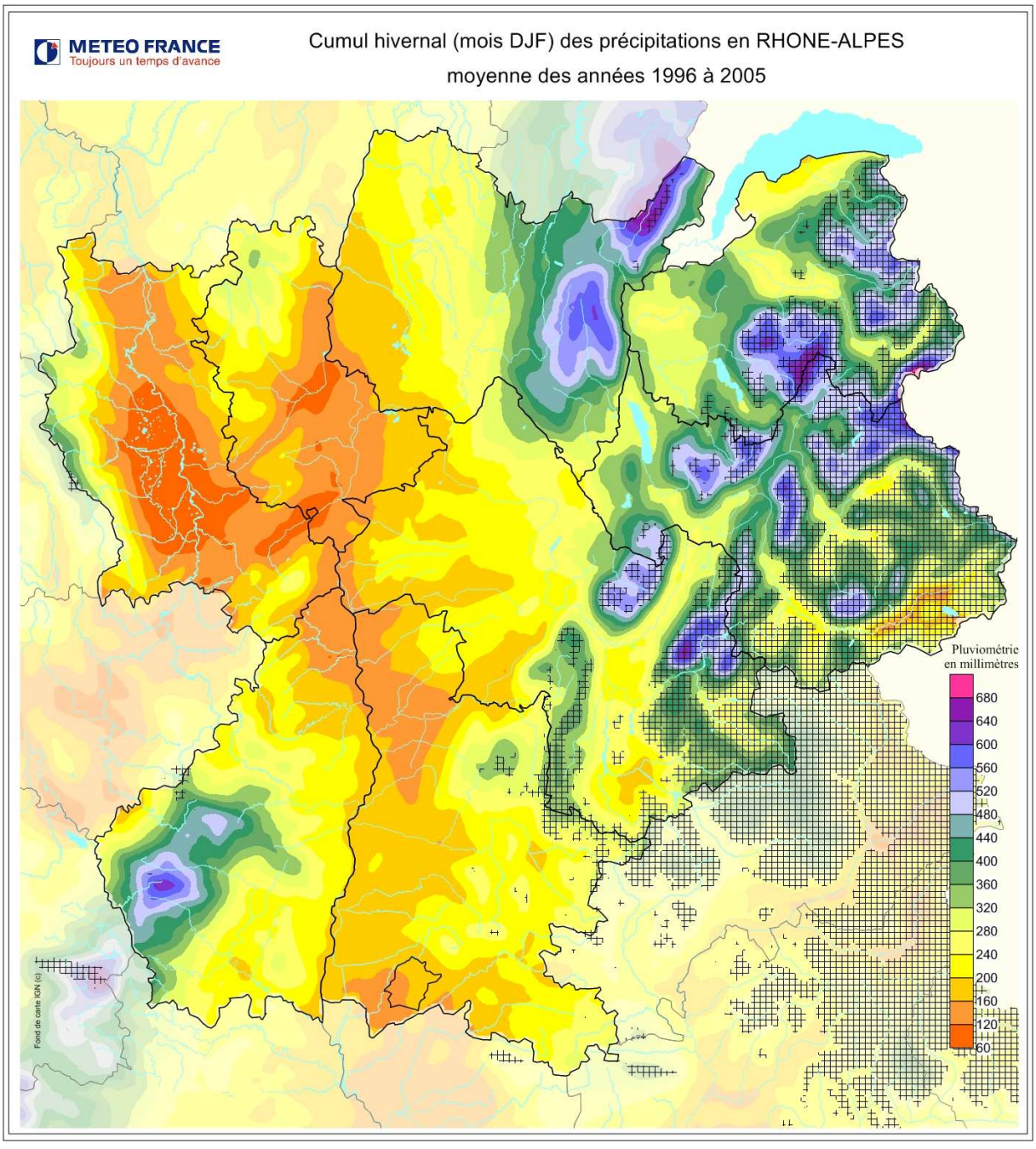
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



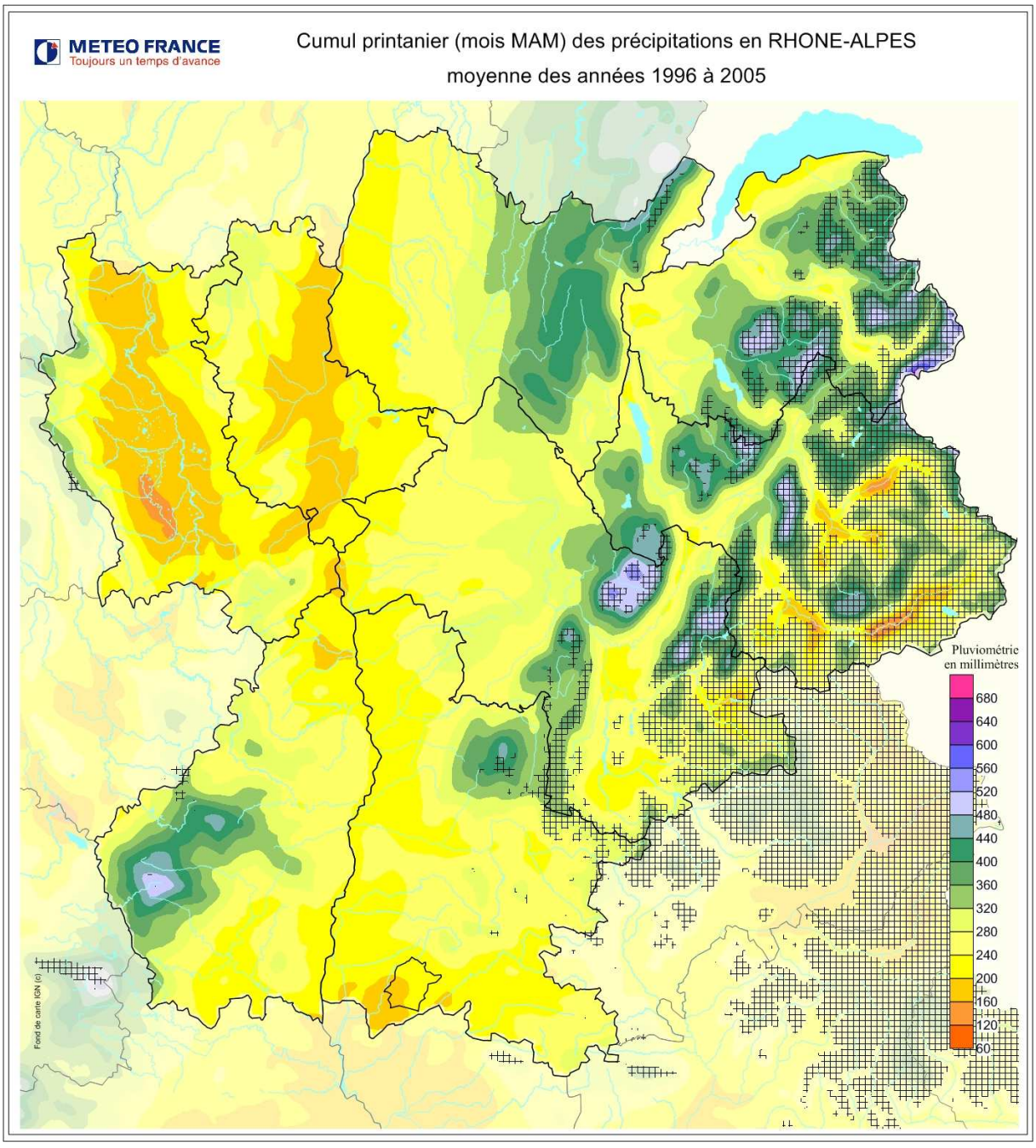
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



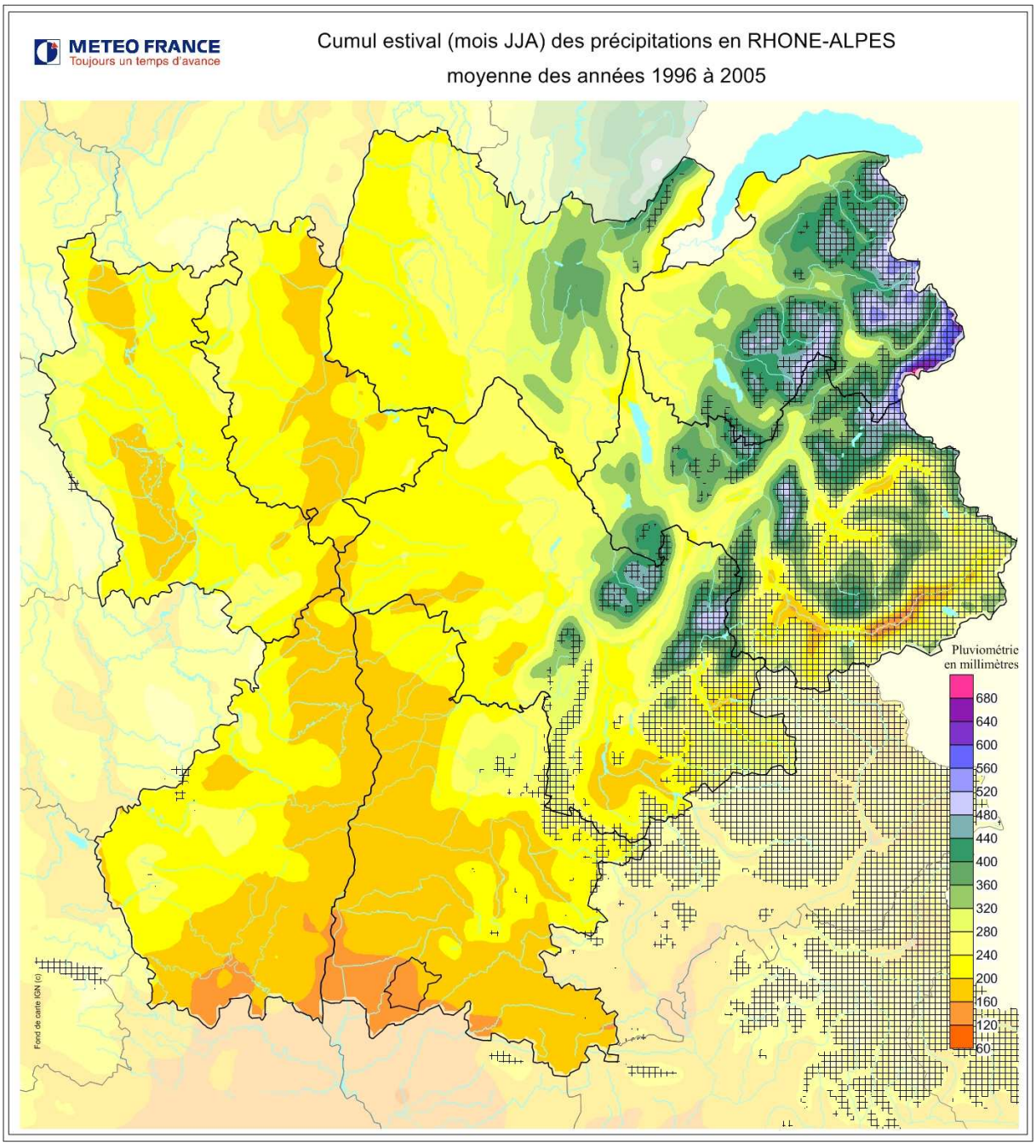
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



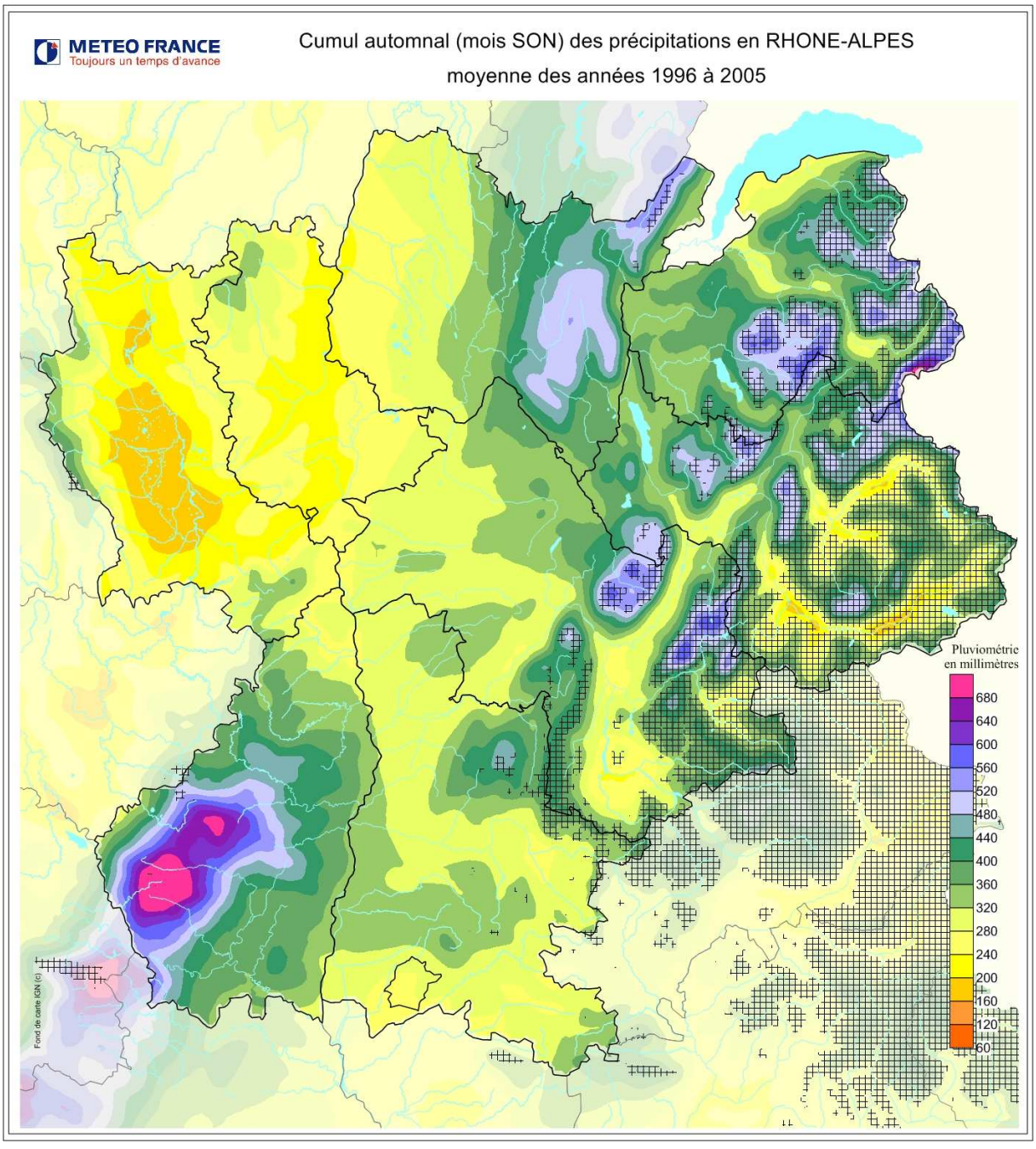
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



1.4- La neige

Les précipitations neigeuses constituent un facteur climatologique important dans les régions montagneuses. En Rhône-Alpes elles s'observent aussi en plaine.
L'analyse des données de ces 50 dernières années (depuis 1960) nous informe sur la fréquence d'occurrences de neige en Rhône-Alpes. **Le nombre de jours où il neige dépend directement de la latitude et de l'altitude du lieu. Il neige plus souvent à Ambérieu qu'à Montélimar et plus souvent à Chamonix qu'à Grenoble.**

Quelques chiffres :

SITE	Nombre minimum de jours de neige entre début octobre et fin mai	Nombre maximum de jours de neige entre début octobre et fin mai	Valeur moyenne en nbre de jours
AMBERIEU (250 m)	5	40	18,8
BRON (197 m)	4	44	18,6
SAINT ETIENNE (400 m)	8	56	25,2
GRENOBLE ST GEOIRS (384 m)	2	50	25,8
CHAMONIX (1042 m)	19	74	49,6
MONTELIMAR (73 m)	0	23	8,3

SITE	Nombre minimum de jours avec au moins de 10cm de neige au sol entre octobre et mai	Nombre maximum de jours avec au moins de 10cm de neige au sol entre octobre et mai	Valeur moyenne en nbre de jours
AMBERIEU	0	20	2,6
BRON	0	16	1,6
SAINT ETIENNE	0	19	2,3
GRENOBLE ST GEOIRS	0	23	3
CHAMONIX	2	144	78
MONTELIMAR	0	16	1

Quelques hauteurs de neige remarquables en plaine, en Rhône-Alpes :

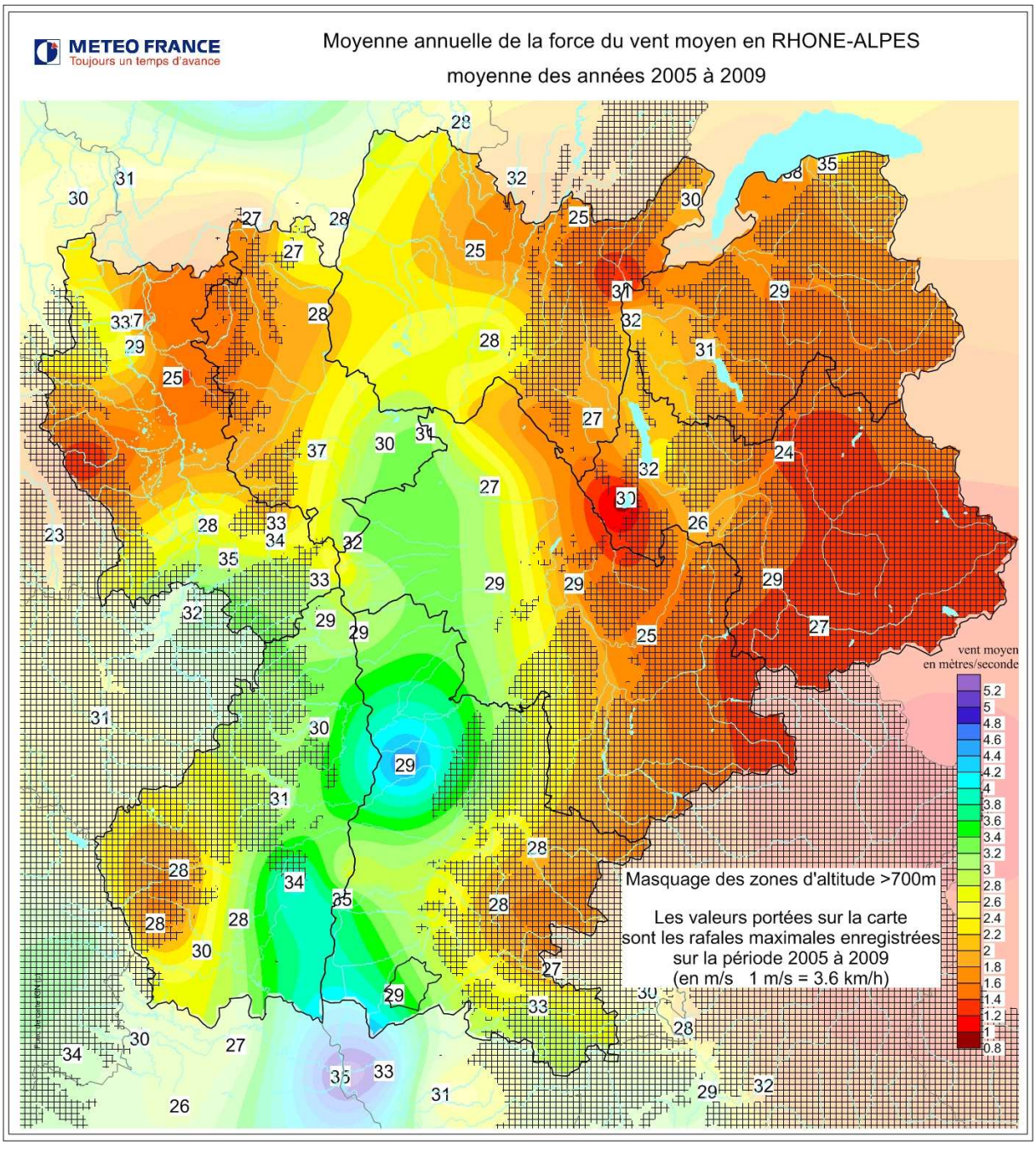
Hauteur totale de neige	site	date
32 cm	Ambérieu	Le 12 janvier 1964
60 cm	Montélimar	Le 30 décembre 1970
33 cm	Bron	Le 31 décembre 1970
69 cm	Grenoble Saint Geoirs	Le 11 décembre 1990
28 cm	St Etienne Bouthéon	Le 7 janvier 1994
30 cm	Montélimar	Le 28 janvier 2006

1.5- Vents

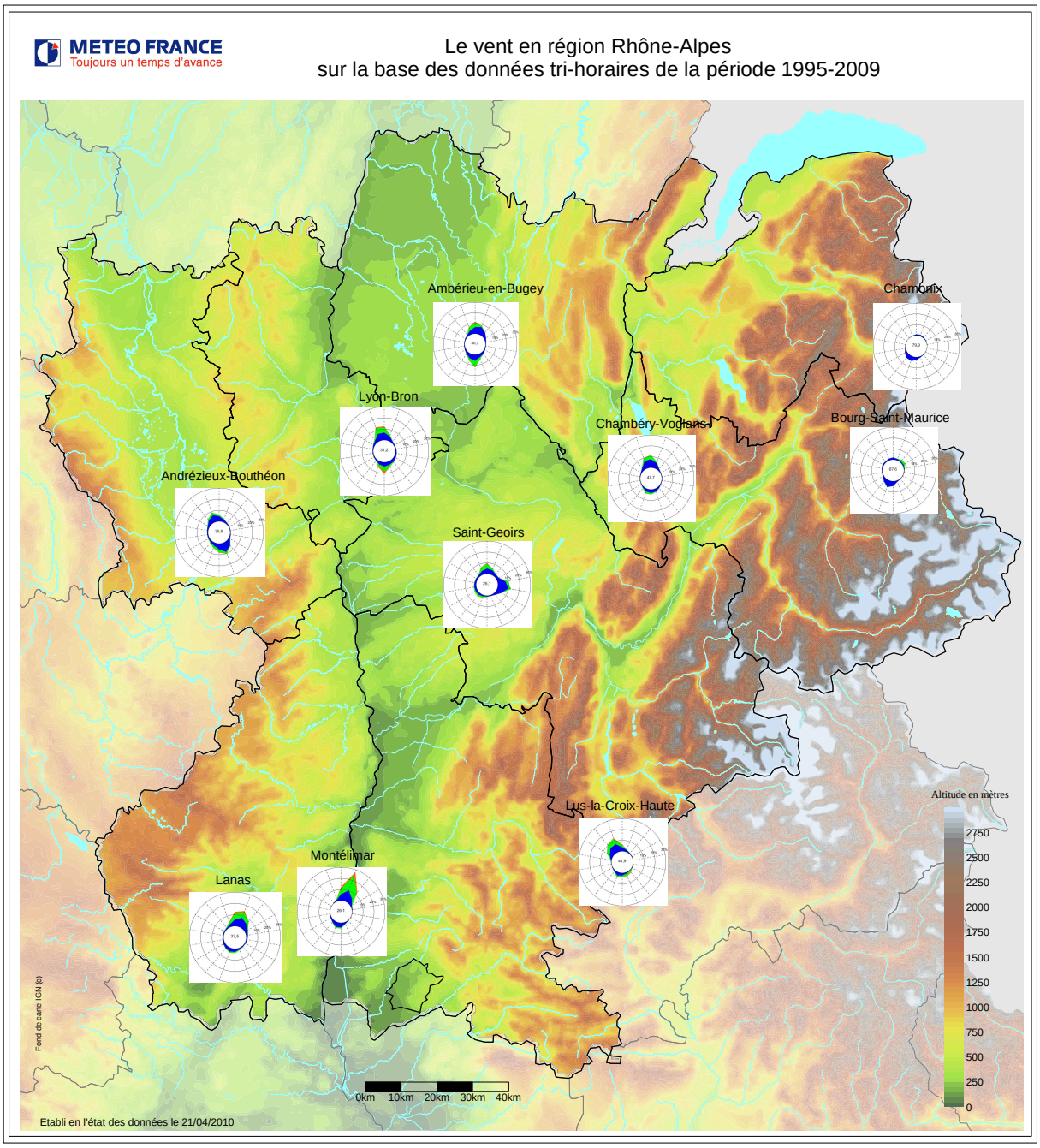
La région Rhône-Alpes est délimitée à l'est comme à l'ouest par d'importants reliefs, elle s'organise autour d'une grande plaine orientée nord-sud allant de Macon à Pierrelatte**. Les déplacements des masses d'air en plaine, autrement dit les vents, sont par conséquent le plus souvent orientés du nord au sud ou au contraire du sud au nord. En zone montagneuse, la présence du relief et l'orientation des vallées entre ces reliefs ont une influence directe sur l'écoulement des masses d'air.**
Comparons par exemple les roses des vents de Bron site en plaine et d'Annecy site en plaine mais situé en bordure des reliefs des Préalpes du nord. On constate que la rose des vents de Bron est orientée nord-sud avec une légère prédominance des vents de nord alors que la rose des vents d'Annecy est orientée parallèlement à l'axe du relief le plus proche : nord-est/sud-ouest. D'autre part, la classe des vents forts est pratiquement absente à Annecy alors qu'elle représente près de 5% des cas à Bron. Annecy bénéficie d'une situation protégée du fait des reliefs environnants au contraire de Bron situé au nord de la vallée du Rhône où les masses d'air circulent librement dans l'axe de la vallée.
Le site de Saint-Etienne-Bouthéon au sud de la vallée du Forez bénéficie des mêmes conditions d'orientation que Bron, mais la vallée est plus étroite et les masses d'air circulent moins rapidement que dans la grand vallée voisine du Rhône (classe de vents forts : environ 1% des cas). A Ambérieu, site légèrement protégé par les premiers contreforts du Jura, l'axe nord-sud est toujours privilégié avec une classe de vents forts moins représentée qu'à Bron (un peu plus de 2% des cas).
En descendant dans la vallée du Rhône, le rétrécissement de la vallée provoque une accélération du vent, c'est l'effet venturi. Ainsi, au niveau de la basse vallée du Rhône on trouve des sites où la classe de vents forts est plus importante : Montélimar présente près de 6% de cas avec des vents à plus de 8 m/s. Par contre, à Lanas à l'écart de l'axe de la vallée et protégé par les premiers contreforts du Massif Central au nord, la classe de vents forts est moindre : moins de 4% des cas.
Le site de Lus la Croix haute situé à un peu plus de 1000 mètres d'altitude au niveau d'un col présente une rose des vents à forte composante nord ouest et une classe de vents forts proche de 4%, une composante de sud plus modeste complète cette rose.
L'étude des roses des vents des sites de montagne dans les deux Savoies nous montre que les vents forts en zone de montagne sont peu fréquents (hors sommets). Dans les vallées, il n'y a pas de vents forts ce que confirme la climatologie à échelle fine du modèle Méso-NH (cf. glossaire) qui montre que le vent moyen à 10 mètres au dessus du sol ne dépasse pas les 5 m/s sur l'ensemble des vallées savoyardes et iséroises.
Les autres roses des vents présentées dans ce documents sont le reflet de la géographie du site (Grenoble-Saint-Geoirs à l'entrée d'une vallée, Chambéry dans une vallée orientée nord-sud, ou encore Bourg Saint Maurice)

Le nombre moyen annuel de jours de vents forts (rafales dépassant les 90 km/h) varie donc avec la situation géographique en Rhône-Alpes. C'est à Montélimar qu'on observe le plus fréquemment des rafales de plus de 25 m/s : avec 5 occurrences en moyenne annuelle. A Bron la moyenne n'est plus que de 3 occurrences annuelles, et on tombe à une occurrence en moyenne annuelle à Grenoble-Saint-Geoirs et Saint-Etienne-Bouthéon.

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



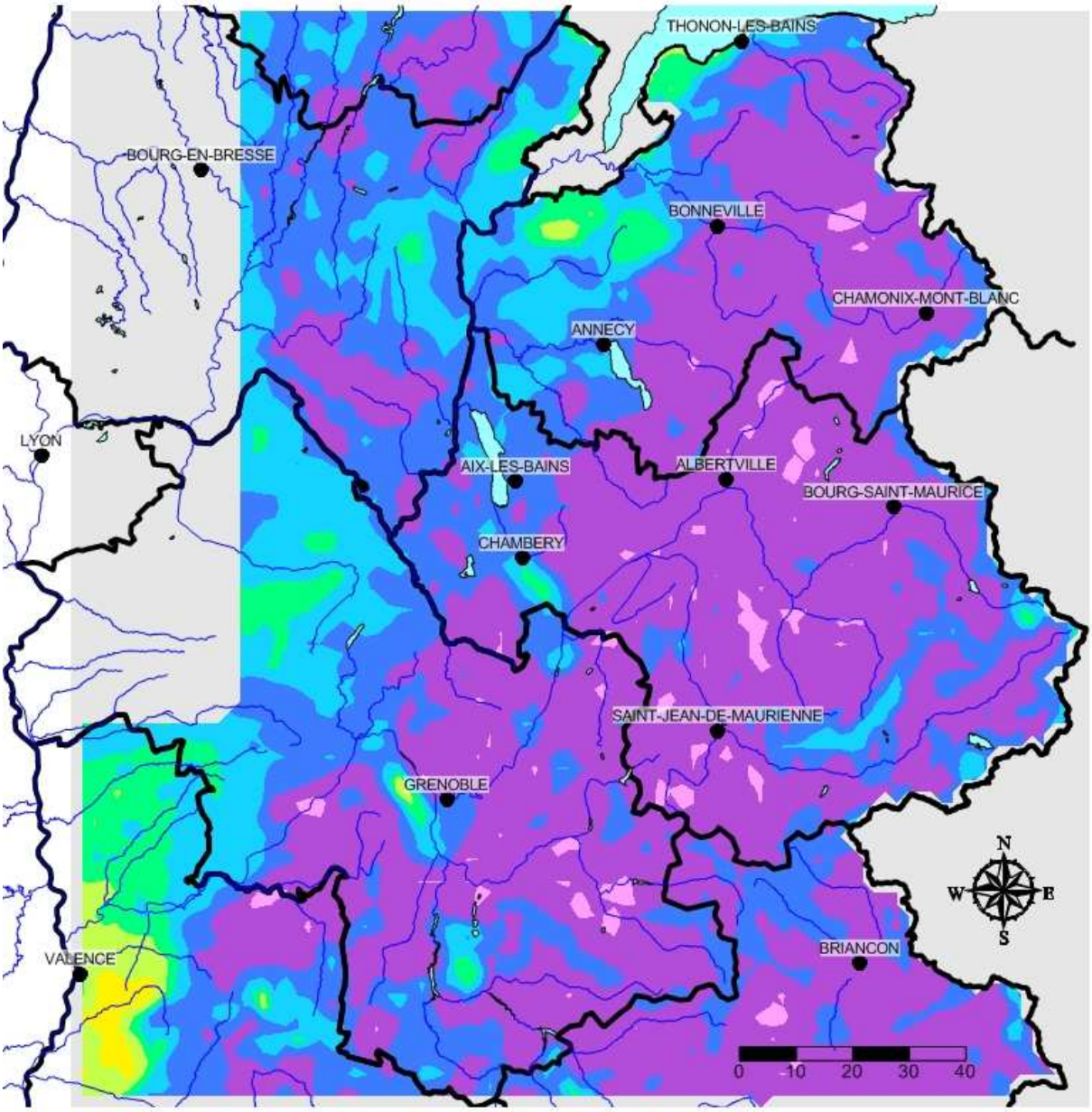
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Climatologie du vent à échelle fine calculée avec le modèle Méso-NH



Vent moyen à 10 mètres en km/h

0 2.5 5 7.5 10 12.5 15

1.6- Evènements climatiques extrêmes

Les températures

Les deux tableaux qui suivent présentent les moyennes de nombre de jours où les températures minimale ou maximale ont dépassé des seuils caractéristiques.

Pour les températures maximales quotidiennes nous calculons les moyennes de nombre de jours où ce paramètre a dépassé les 35 °C puis les 30 °C. Ces moyennes sont établies sur la période de référence de calcul des normales climatologiques soit : 1971-2000 et sur la période décennale plus récente : 1999-2008.

Outre l'impact des divers régimes climatiques qui influent sur la région Rhône-Alpes, la simple lecture des chiffres ci-dessous nous montre clairement l'influence du réchauffement climatique sur l'occurrence de valeurs remarquables de température maximale au cours de la dernière décennie.

Site/moyenne	Moyenne annuelle du nombre de jours TX > 35℃ sur 1971-2000	Moyenne annuelle du nombre de jours TX > 35℃ sur 1999-2008	Moyenne annuelle du nombre de jours TX > 30℃ sur 1971-2000	Moyenne annuelle du nombre de jours TX > 30℃ sur 1999-2008
AMBERIEU (250m)	0,8	2,8	15,3	22,5
GRENOBLE St GEOIRS (384m)	0,3	2,5	12,7	20,7
LYON BRON (197m)	1,1	3,9	18	28,2
LYON St EXUPERY (235m)	0,6	3,1	14,4	25,1
St ETIENNE (400m)	1,1	2,9	15,6	22,2
CHAMBERY (235m)	0,3	2,4	13,2	22,1
BOURG St MAURICE (865m)	0,3	1,3	10,4	20,2
CHAMONIX (1042m)	0,1	0	2,5	5
MONTELIMAR (73m)	2,7	5,6	30,8	40,1

Pour les températures minimales, nous calculons la moyenne du nombre de jours où la valeur de ce paramètre est inférieure à 0 °C puis inférieure à -10 °C entre les mois de septembre et mai. **De même que pour les températures maximales, outre l'effet des régimes climatiques, l'influence du réchauffement climatique de cette dernière décennie est perceptible. Toutefois, l'hiver froid de 2005 atténue cette perception pour des sites comme Grenoble Saint Geoirs et dans une moindre mesure Chamonix.**

Site/moyenne	Moyenne annuelle du nombre de jours TN < 0℃ sur 1971-2000	Moyenne annuelle du nombre de jours TN < 0℃ sur 1999-2008	Moyenne annuelle du nombre de jours TN < -10℃ sur 1971-2000	Moyenne annuelle du nombre de jours TN < -10℃ sur 1999-2008
AMBERIEU (250m)	71,9	68,8	1,9	1,9
GRENOBLE St GEOIRS (384m)	67,5	70,4	1,7	1,8
LYON BRON (197m)	50	43,9	0,7	0,3
LYON St EXUPERY (235m)	71,9	46,7	0,8	0,2
St ETIENNE (400m)	69	58,7	1,8	1,1
CHAMBERY (235m)	67,3	66,6	0,8	0,6
BOURG St MAURICE (865m)	110,4	97,3	6,3	5,2
CHAMONIX (1042m)	156,2	143,3	23,8	26,2
MONTELIMAR (73m)	27,7	25,1	0,2	0

Ci-après **quelques valeurs remarquables de températures maximales élevées ou de températures minimales basses** en plaine.

En Hiver

- En janvier 1985, on descend à **-23 °C à Saint Etienne** (altitude 400m) alors qu'on y avait relevé -22,5°C en février 1956 ; en janvier 1985, au sude de la région, on descend tout de même à -14,5°C à Montboucher tout près de Montélimar.
- En janvier 1971, on mesure **-27°C à Grenoble St Geoirs**, -25°C à Ambérieu, -19,1°C à Lyon Bron et plus au sud -12,6°C à Pierrelatte.
- Mars 2005 est très froid avec -12,7°C dans la Drôme à Rochefort-Samson, -15°C dans la Loire à Boen sur Lignon de même qu'à la Mure sur Azergue dans le Rhône.

En été

- En août 2003 (canicule), on relève 40,3°C à Ambérieu, 42,3°C à Aubenas et **47°C à Mirabel en Ardèche**, 41,1°C à Montélimar, 41°C à la Côte St André en Isère, 40,8°C à Saint-Etienne, 40,5°C à Lyon-Bron, 40°C à Cran Gevrier en Haute-Savoie, 40°C à Albertville.

Les précipitations

Nous retiendrons comme valeur remarquable la hauteur de précipitation quotidienne quand sa valeur dépasse les 20 mm. Le tableau qui suit présente les moyennes du nombre de jours où la hauteur de précipitation est supérieure à 20 mm sur la période de référence des normales climatologiques soit 1971-2000 et sur la période décennale plus récente : 1999-2008.

L'analyse du tableau ci-dessous montre l'impact des différences influences climatiques sur l'occurrence de valeurs remarquables de hauteur de précipitation dans la région Rhône-Alpes. Contrairement aux paramètres de température, le paramètre précipitations ne montre pas une évolution nette durant la dernière décennie par rapport à la période trentenaire 1971-2000.

Site/moyenne	**Moyenne annuelle du nombre de jours de cumul de pluie quotidienne > 20mm sur 1971-2000**	**Moyenne annuelle du nombre de jours de cumul de pluie quotidienne > 20mm sur 1999-2008**
AMBERIEU (250m)	12,6	14,4
GRENOBLE St GEOIRS (384m)	11,3	9,8
LYON BRON (197m)	8,7	9
LYON St EXUPERY (235m)	9,1	9,4
St ETIENNE (400m)	7,2	8,1
CHAMBERY (235m)	16,4	15,3
BOURG St MAURICE (865m)	11,3	11,5
CHAMONIX (1042m)	15,3	18,6
MONTELIMAR (73m)	13	13,6

Quelques valeurs remarquables de précipitations quotidiennes en plaine (altitude < 500m) :

- Le 11 octobre 1988, dans la Drôme, on recueille 280mm à Montboucher (altitude : 136m).
- Le 4 octobre 1995, en Ardèche, on relève 316mm à Barnas (altitude : 480m).
- Le 14 février 1990, dans l'Ain, on mesure 139mm à Belley (altitude 277m).
- Le 25 septembre 1999, en Isère et en Haute-Savoie, on recueille 200mm à la Côte Saint André (altitude : 340m) et 120mm à Cran Gevrier (altitude 426m).
- Le 12 novembre 1996, dans la Loire et le Rhône, on mesure près de 100mm à Lyon Saint Exupéry (altitude : 235m) et Saint Etienne (altitude : 400m).
- Le 26 novembre 1983 en Savoie, on relève près de 100mm à Ugine (altitude 425m).

Ces valeurs sont remarquables pour des hauteurs de précipitations en plaine. En revanche, dès qu'on monte en altitude, les cumuls en 24 heures aux dates ci-dessus sont bien plus conséquents.

Les vents

Les évènements remarquables concernant le vent qui viennent immédiatement à l'esprit sont d'une part, les tempêtes de Noël 1999 qui, bien qu'un peu moins fortes en Rhône-Alpes qu'ailleurs en métropole, ont toutefois donné de très fortes rafales de vent (144 km/h au col des Sauvages dans le Rhône, à 831 mètres d'altitude), et d'autre part la récente tempête nommée Xynthia qui, à ce même col, a donné des rafales de 140 km/h.

Autres valeurs remarquables en plaine :
Le 5 juillet 1993 à Montélimar (73m), on relève des rafales de près de 137 km/h.
Le 26 février 1997 à Lyon Saint Exupéry (235m), on mesure des rafales à près de 130 km/h.
Mais c'est à Chambéry (235m) qu'on relève la plus forte valeur de notre région : en effet le 24 mars 1986, on mesure un vent à près de 173 km/h.

II. Evolution récente du climat en Rhône-Alpes

2.1- Evolution des températures et des précipitations

Sur la région Rhône-Alpes, nous disposons de plusieurs séries de températures minimales et maximales homogénéisées sur la période 1953-2009 sur les départements du Rhône, de l'Ain et de la Loire. **En étudiant les séries homogénéisées, nous obtenons une tendance à la hausse de l'ordre de 0,36 degrés par décennie pour les températures minimales, de l'ordre de 0,25 degrés par décennie pour les températures maximales sur la période 1953-2009**. Cette valeur se situe en fait dans un intervalle de confiance à 95% allant de 0,28 à 0,45 degrés par décennie pour les températures minimales de Bron par exemple, allant de 0,14 à 0,38 degrés par décennie pour les températures maximales de Bron.

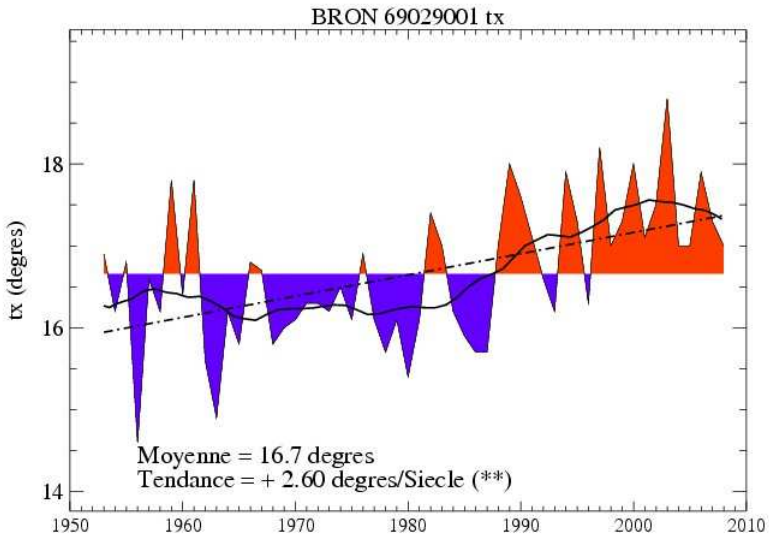
Voici un récapitulatif des tendances des séries étudiées sur la période 1953-2009 exprimées en degrés par décennie et leur intervalle de confiance à 95%:

	TN (évolution en degré par décennie)	**Intervalle de confiance à 95%**	**TX (évolution en degré par décennie)**	**Intervalle de confiance à 95%**
Château-Gaillard (250m)	0,36	0,27-0,45	0,25	0,14-0,37
Bron (197m)	0,36	0,28-0,45	0,26	0,14-0,38
Mornant (345m)	0,36	0,28-0,45	0,25	0,14-0,37
St-Genis-Laval (290m)	0,34	0,26-0,45	0,26	0,14-0,38
Andrézieu-Bouthéon (400m)	0,36	0,27-0,45	0,25	0,13-0,37
Moyenne	**0,35**		**0,25**	

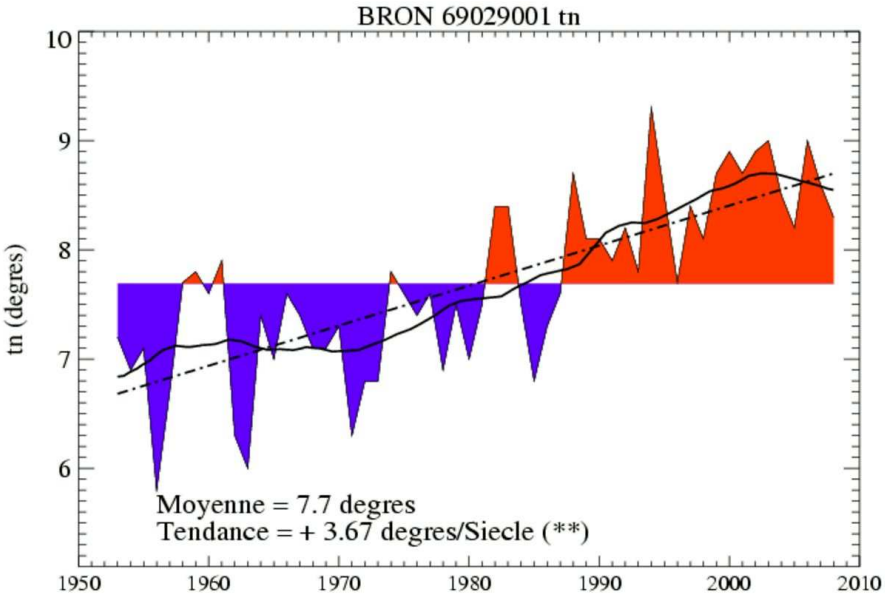
Les études en cours sur les zones montagneuses de Savoie, Haute-Savoie et Isère montrent que cette tendance est légèrement plus faible à cause de l'altitude mais reste tout de même du même ordre de grandeur.

Inversement, en zone à caractère plus méditerranéen comme sur la Drôme ou l'Ardèche, cette tendance à la hausse est légèrement plus forte mais reste aussi du même ordre de grandeur, c'est-à-dire dans l'intervalle de confiance à 95% de (0,26-0,45) pour les températures minimales, (0,13-0,38) pour les températures maximales en degrés par décennie et sur la période étudiée : 1953-2009. **Ainsi sur ces 57 années étudiées, la hausse des températures minimales s'élève à 2 degrés tandis que celle des températures maximales s'élève à 1,4 degré**. Ces coefficients à la hausse ne peuvent pas être extrapolés sur d'autres périodes.

Les graphes des séries homogénéisées des températures maximales puis minimales de Bron sont tracés ci-après.



L'ajustement des séries permet de calculer la tendance associée, à la hausse en l'occurrence.



Concernant les précipitations, les séries sont en cours d'homogénéisation pour Rhône-Alpes, ce qui ne permet pas de calculer des tendances comme sur les températures.
On peut cependant affirmer que les tendances seront moins marquées que celles sur les températures. Cela doit nous inciter à une interprétation plus prudente des simulations pour le climat futur.

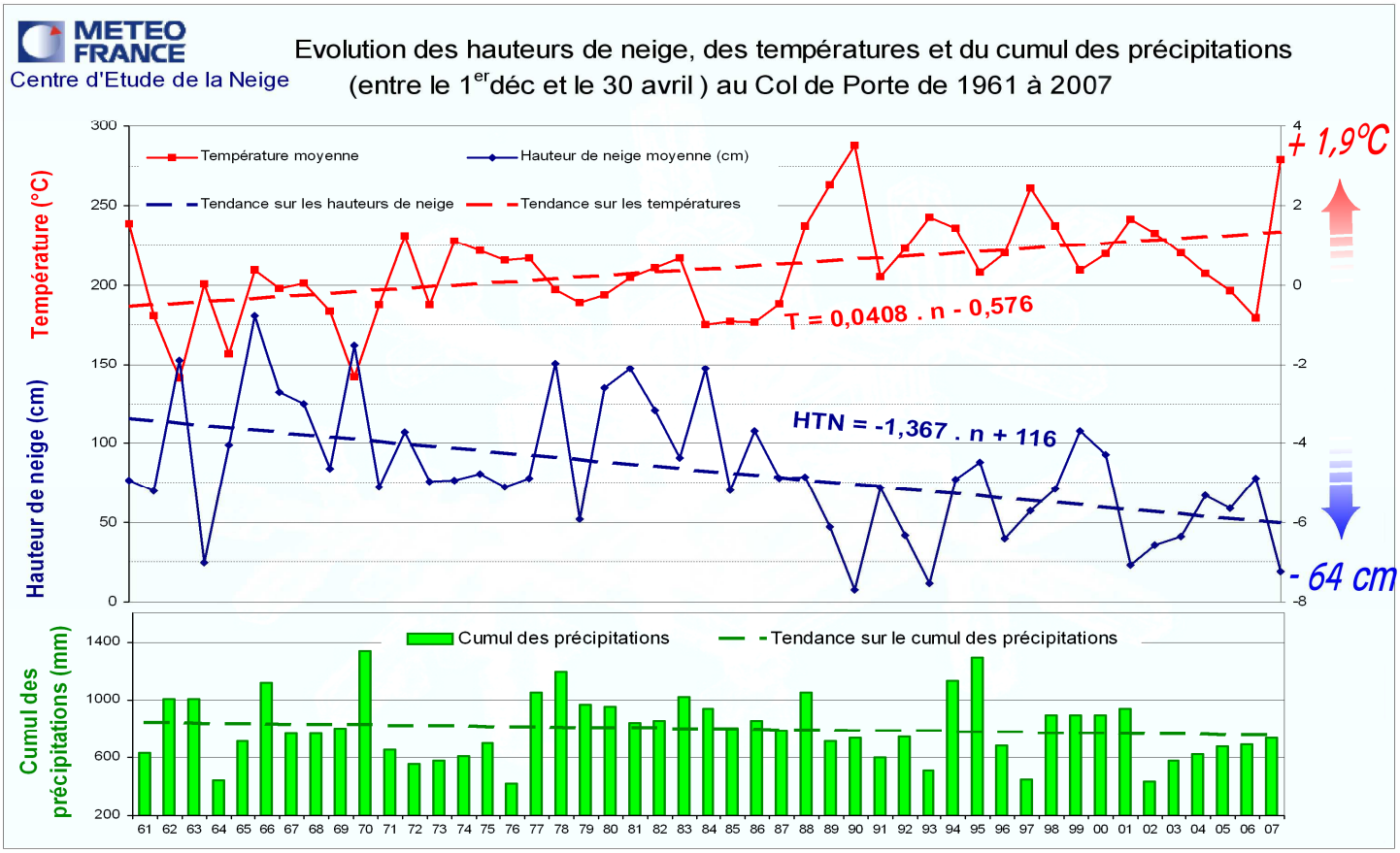
2.2- Evolution de l'enneigement

Le suivi de l'enneigement sur les dernières décennies montre que, malgré une absence de signal net sur les précipitations, on observe :

- **une baisse marquée de l'enneigement à basse altitude (< 1800m) : de 30 à 50% à 1500 m en hauteur de neige et en nombre de jours avec neige au sol;**
- **pas vraiment de tendance au-dessus de 2000 m.**

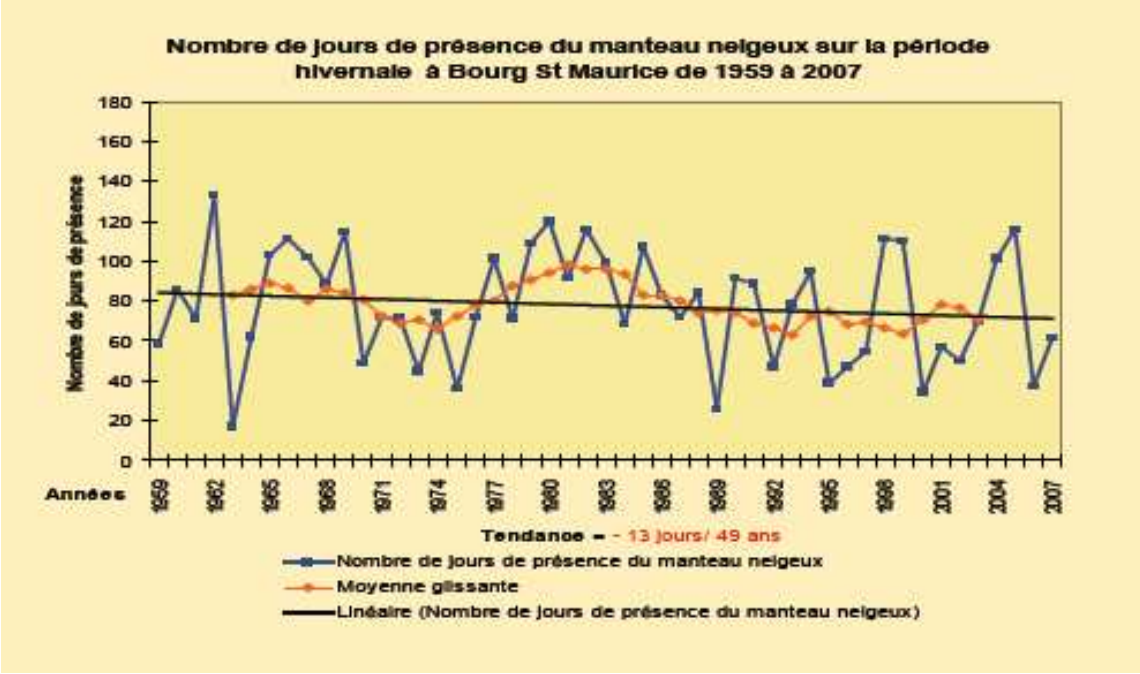
Les paragraphes suivants rendent compte de l'évolution de l'enneigement pour plusieurs points de mesures des hauteurs de neige en Rhône-Alpes.

La station du Col de Porte située à 1325 m , à proximité de Grenoble, est une station de mesure historique du manteau neigeux. Elle fait ici l'objet d'une représentation spécifique associant les mesures de température et de précipitation. Ces mesures témoignent d'une nette baisse des hauteurs de neige en 48 ans (-64 cm) et d'une augmentation marquée des températures sur la même période (+1.9°C). La tendance sur les précipitations est peu marquée sur ce poste.



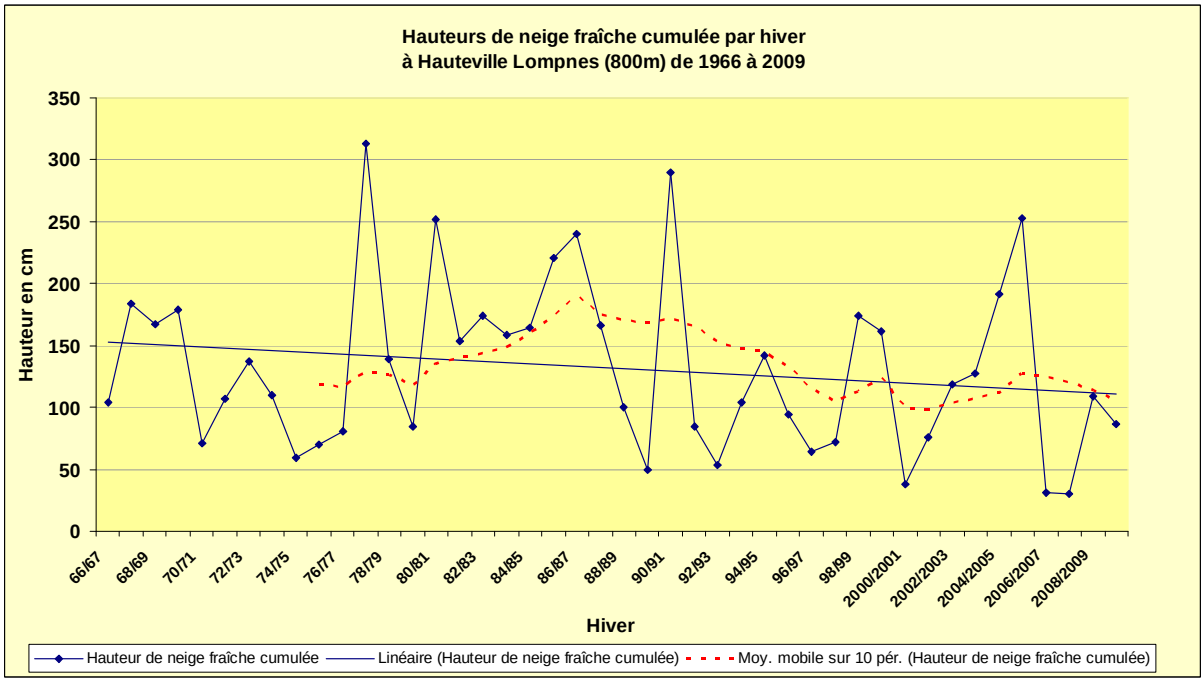
Une étude[1] détaillée de l'évolution du manteau neigeux en Savoie a été menée sur une dizaine de postes inférieurs à 1800 m et deux postes à plus haute altitude (Courchevel et La Plagne). La grande tendance qui en résulte est une diminution des apports de neige fraîche (- 30% sur la période 1959-2008). Cette diminution n'a pas été régulière au cours du temps et ne se traduit pas de la même façon suivant que la station est située sur un versant exposé ou au contraire en fond de vallée. Les fonds de vallée subissent moins cette diminution des apports de neige fraîche.
Sur l'intervalle d'étude, jusqu'au milieu des années 70 la baisse est faible. Au début des années 80 (période de l'or blanc) une augmentation très sensible des cumuls est observée qui s'achève à la fin des années 80. Ensuite, la baisse est régulière et connaît même une accélération depuis le début des années 2000.
Cette évolution s'explique par une baisse des précipitations hivernales, plus sensible sur l'avant-saison (novembre et décembre) que sur les mois suivants.
Elle s'explique également par une hausse des températures qui est d'autant plus notable que les versants sont exposés.

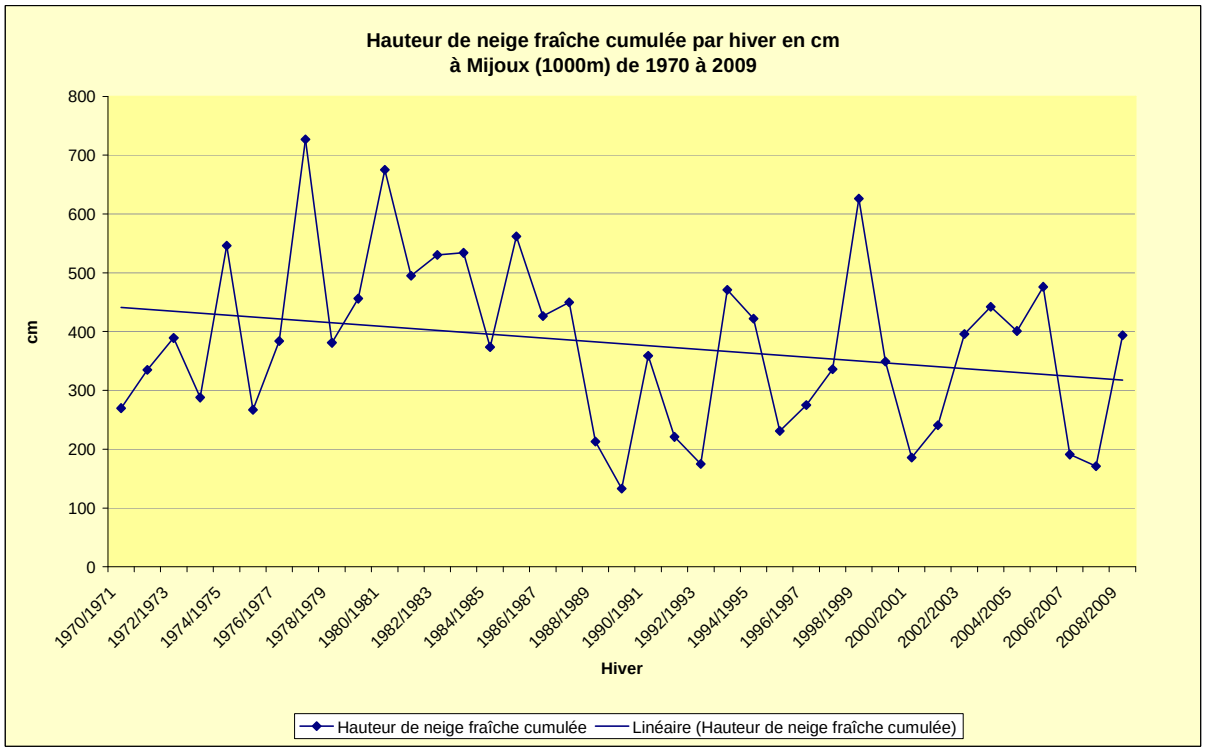
Au final, le manteau neigeux de la Savoie a cumulé toutes ces contraintes et s'est réduit en nombre de jours de présence (-10 à -37 jours suivants les stations) et en hauteurs maximales (de -36 à -50%) sur les postes étudiés.



[1] POINARD Aude, VIEZ Denis, *Evolution du manteau neigeux en Savoie – Composantes et influences - Période 1959 – 2008*, Météo-France, Juillet 2008.

La diminution des cumuls de neige fraîche est aussi sensible dans l'Ain, comme en témoigne les graphiques suivants.
La baisse représente environ 40 cm à Hauteville et 120 cm à Mijoux.





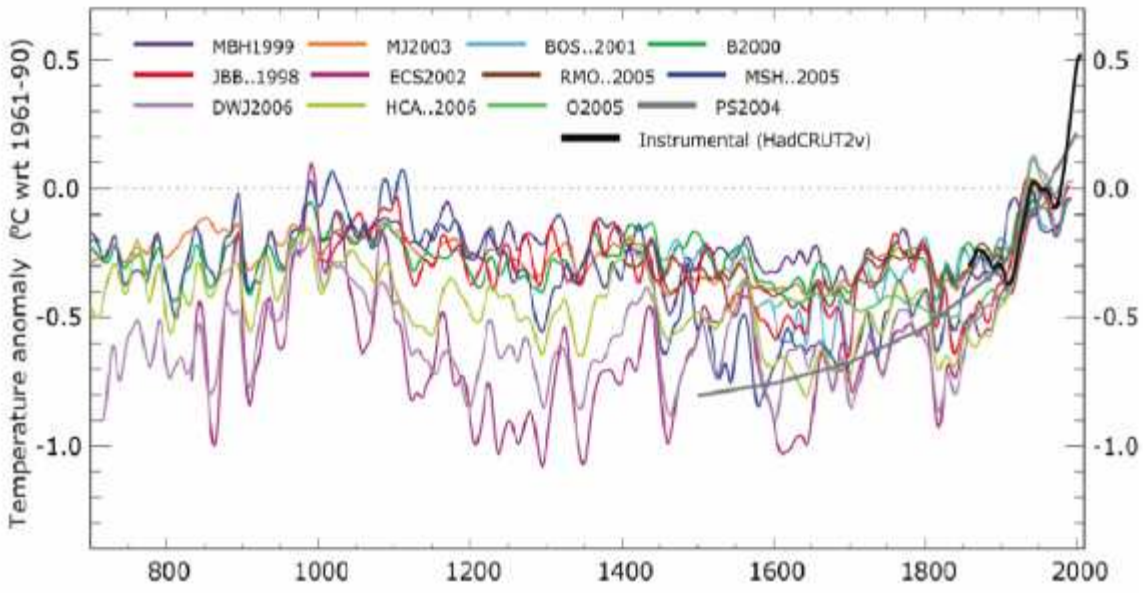
III. Climat futur : analyse bibliographique de l'évolution attendue du climat en Rhône-Alpes

3.1- Rappels[2] sur le changement climatique

3.1.1- Le constat : le climat se réchauffe

D'après le GIEC, *« le réchauffement du système climatique est sans équivoque »*.
Les scientifiques ont reconstruit l'évolution de la température au cours du dernier millénaire dans l'hémisphère Nord grâce à des mesures indirectes (cernes des arbres, coraux, carottes de glace, relevés historiques...).
On observe au cours des cent dernières années (1906-2005) que la température moyenne à la surface de la Terre a augmenté d'environ 0,74 °C.
Le réchauffement observé au cours des 50 dernières années est deux fois plus rapide que celui observé entre 1906 et 2005.

L'augmentation moyenne de la température à la surface de la Terre par décennie est de 0,13°C (à 0,03 °C près) au cours des 50 dernières années.



Reconstitution de l'anomalie de température moyenne de surface (écart de température moyenne par rapport à la période 1961-1990) de l'hémisphère Nord depuis l'an 1000 (source GIEC 2007).

[2] Les textes et graphiques de ce chapitre sont issus des travaux du GIEC et principalement du quatrième rapport d'évaluation du GIEC publié en 2007 et accessible depuis le site: http://www.ipcc.ch

3.1.2- La cause : les gaz à effet de serre

Qu'est-ce que l'effet de serre ?

La majeure partie des rayonnements solaires traverse l'atmosphère et chauffe directement la surface de la Terre. En retour, notre planète renvoie de la chaleur vers l'espace sous forme de rayonnement infrarouge. Les gaz à effet de serre, présents naturellement dans l'atmosphère, retiennent une partie de ce rayonnement terrestre et le renvoient vers le sol, provoquant ainsi un réchauffement de la basse atmosphère.

Si l'on émet des gaz à effet de serre supplémentaires dans l'atmosphère, la surface terrestre se réchauffe davantage.

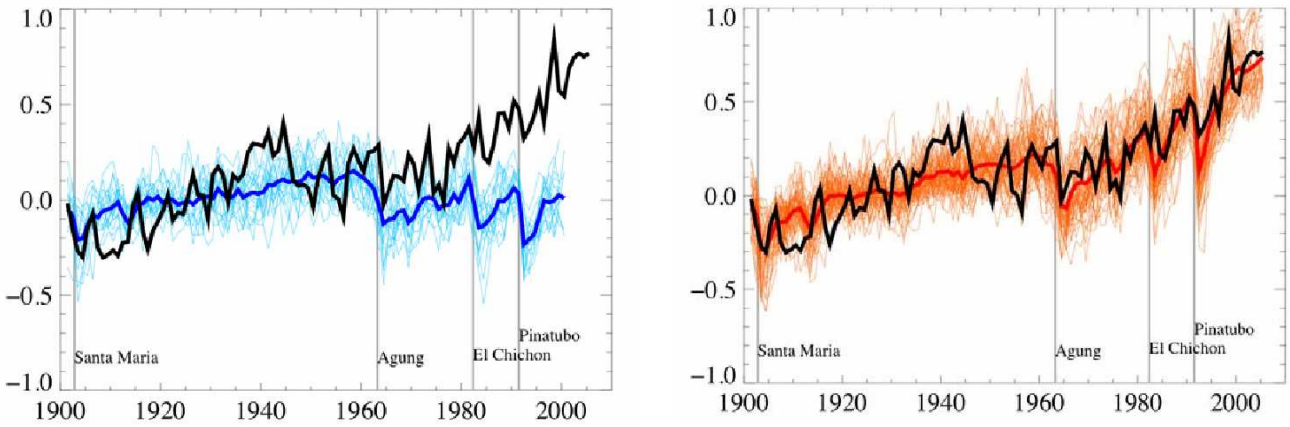
Quelle sont les facteurs naturels pouvant faire varier la température ?

Certains facteurs naturels sont susceptibles de faire varier la température à la surface de la Terre :

- La variabilité interne du climat. Elle est due en particulier aux interactions des différentes composantes du système climatique (atmosphère, océans, banquise, végétation...).
- Le rayonnement solaire arrivant sur la Terre. Il varie selon l'orbite terrestre, les modifications de l'inclinaison de l'axe des pôles et l'activité solaire.
- L'activité volcanique. Certains gaz émis dans l'atmosphère par les éruptions volcaniques deviennent des particules qui absorbent une partie du rayonnement solaire.

Mais ces variations ne suffisent pas à expliquer le réchauffement observé.

La comparaison entre les observations et les simulations du climat permet d'attribuer l'essentiel du réchauffement climatique des 50 dernières années aux gaz à effet de serre d'origine humaine. En effet, les simulations qui ne prennent pas en compte l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre liées aux activités humaines ne parviennent pas à reproduire correctement le climat observé durant les 100 dernières années.



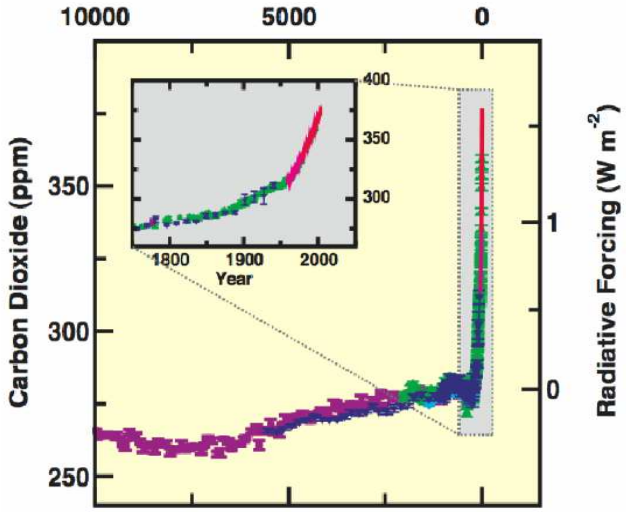
Variations de la température moyenne globale en surface observées (courbe noire) et simulées (courbes bleues ou rouges).
Dans le graphe de gauche, seuls les forçages naturels sont pris en compte dans les simulations.
Dans le graphe de droite, les forçages naturels et anthropiques sont pris en compte.
(Source : GIEC 2007).

Des gaz à effet de serre additionnels d'origine humaine

L'étude de la composition chimique de l'atmosphère révèle que la teneur de certains gaz à effet de serre augmente rapidement depuis le milieu du XIX ème siècle. Par exemple, la concentration du gaz carbonique est passée de 280 ppmv (parties par million volume) au début de l'ère industrielle à près de 380 ppmv en 2005.

L'industrialisation a conduit nos sociétés à des rejets massifs de ces gaz. Un habitant de pays développé rejette jusqu'à 20 tonnes de CO2 par an (Amérique du Nord). Un habitant de pays moins développé rejette moins de 2 tonnes de CO2 par an (Afrique, Asie du sud, Asie pacifique en développement). (Source Ademe 2002)

Cette production de gaz carbonique excède la capacité d'absorption de la nature. Répartie sur l'ensemble de la planète, elle renforce l'effet de serre naturel et contribue ainsi à réchauffer progressivement le climat terrestre.



Concentration de CO2 sur les 10 derniers milliers d'années (GIEC, 2007)

Des gaz à effet de serre naturels et d'origine humaine

Les principaux gaz à effet de serre	
Gaz	**Principale source directe (naturelle ou liée aux activités humaines)**
Vapeur d'eau	premier gaz à effet de serre présent naturellement dans l'atmosphère
Dioxyde de carbone	émis par les éruptions volcaniques et les feux de forêts ou de brousse et issu de la combustion des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) et de la déforestation
Méthane (CH4)	émis par les marécages et issu de divers processus de fermentation (ruminants, rizières, décharges)
Protoxyde d'azote	émis naturellement en particulier par les sols et issu des engrais et de divers procédés chimiques
Halo carbures (chlore, brome, fluor)	utilisés dans l'industrie du froid, les bombes aérosols et la fabrication de mousses plastiques

3.1.3- Le climat futur

Évolution des émissions de gaz à effet de serre : plusieurs scénarios possibles
D'ici 2050, la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère pourrait avoir pratiquement doublé par rapport à l'ère industrielle, avec une concentration de l'ordre de 500 ppmv.
A l'horizon 2100, il existe une grande disparité entre les scénarios optimistes et pessimistes : la concentration atmosphérique de gaz carbonique devrait se situer entre 540 et 840 ppmv.
Plusieurs scénarios de développement industriel, économique et démographique ont été établis en 1990.

Les scénarios de type A correspondent à une croissance démographique et économique rapide. Les scénarios de type B supposent que des mesures environnementales seront prises dans l'avenir.

En outre, deux types de scénarios existent pour l'évolution technologique :

- type 1 : transfert de technologie (passage des énergies fossiles à des énergies non émettrices de gaz à effet de serre)
- type 2 : pas de transfert de technologie.

Ainsi, le scénario B1 est le plus optimiste des scénarios proposés, avec une concentration en CO2 en 2100 de 550 ppm. Le scénario A2 est le plus pessimiste des scénarios proposés et simule la situation qu'il adviendrait si aucune mesure n'était prise pour restreindre les émissions de gaz à effet de serre. Dans ce scénario la concentration en CO2 en 2100 est de 840 ppm. Le scénario A1B est un scénario intermédiaire, dans lequel la concentration en CO2 en 2100 est de 770 ppm.

Un réchauffement marqué et rapide en 2100 : entre + 1,1 et + 6,4°C
Si l'on prend en considération la meilleure estimation de chacun des scénarios, l'estimation du réchauffement est estimée entre 1,8 et 4°C à l'échelle du globe.
Dans le rapport publié en 2007, les experts du GIEC prévoient que la croissance mondiale et le développement économique associé auront pour effet la poursuite des rejets massifs de gaz à effet de serre. Leur accumulation dans l'atmosphère amplifiera le réchauffement climatique dans le futur.

Selon les experts, la hausse de la température moyenne simulée par les différents modèles de climat (français ou étrangers) d'ici 2100 pourrait être comprise entre 1,1 et 6,4°C. Cette fourchette de réchauffement s'explique par l'incertitude due aux divers scénarios d'émissions de gaz à effet de serre et aux modèles simulant l'évolution du climat.
Les résultats des simulations montrent également des variations du régime des pluies. Ces valeurs moyennes cachent également des disparités notables selon les régions.

Le réchauffement simulé pour le prochain siècle est remarquable par sa rapidité. L'étude des carottes de glace prélevées en Antarctique ou au Groenland sur quelques centaines de milliers d'années révèle en effet que **l'écart de température moyenne du globe entre une ère glaciaire et une ère interglaciaire n'est que de 4 à 6°C.**

Évolution du climat en Europe de l'ouest et en France métropolitaine
Des simulations récentes pour l'ouest de l'Europe prévoient pour la fin du XXI e siècle (scénarios A2 et B2 du Giec) :

- En été, un réchauffement marqué et une diminution des précipitations sur les régions méditerranéennes. Le risque de sécheresse sur le sud de la France, l'Espagne et l'Italie devrait être accru.
- En hiver, une augmentation des précipitations sur toute la façade atlantique.

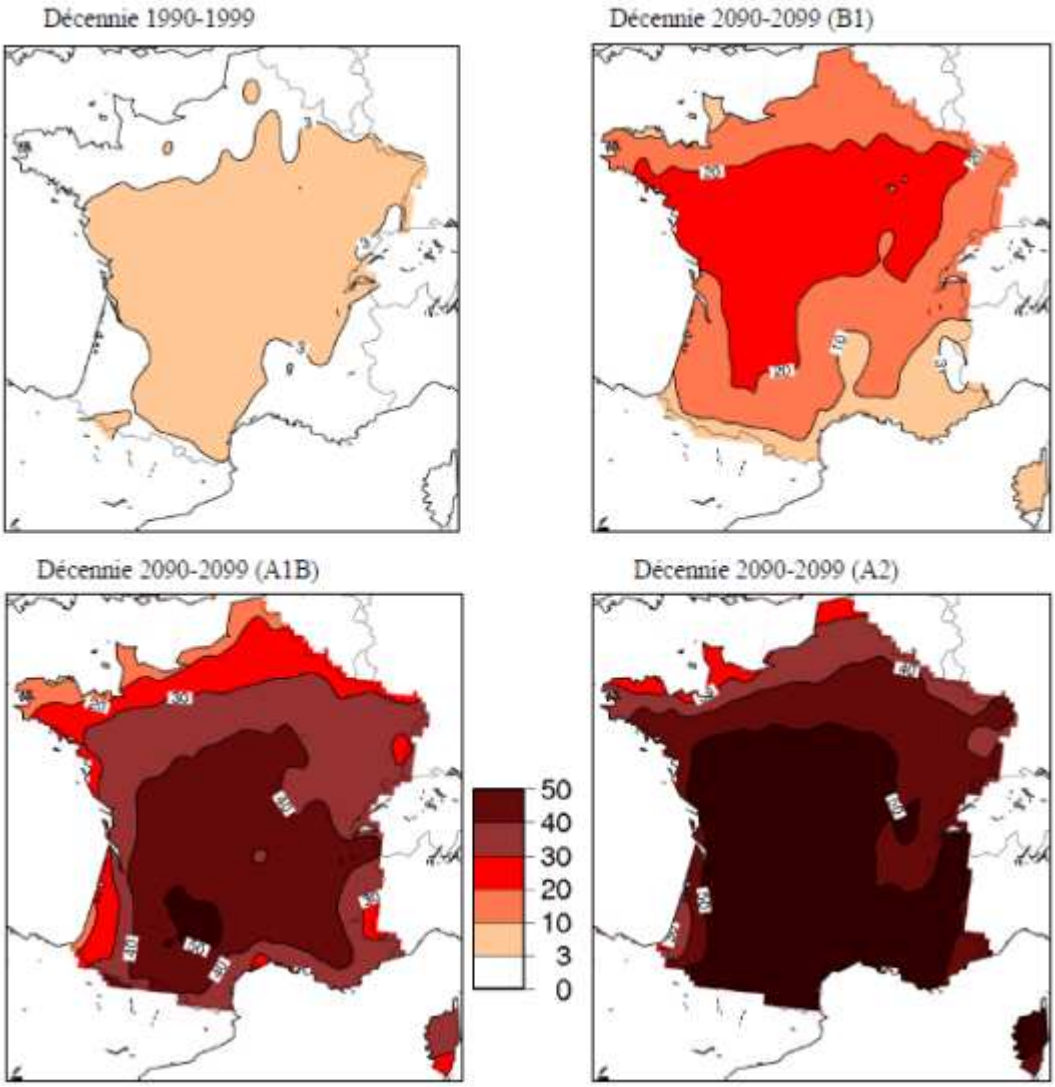
Vers une multiplication des événements extrêmes ?
Le rapport du Giec de 2007 prévoit une faible augmentation des pluies intenses aux moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère Nord l'hiver, une augmentation des canicules et une diminution des vagues de froid.

Mais, pour les autres phénomènes extrêmes comme par exemple les cyclones, aucune tendance ne se dégage de façon très précise.
Les études statistiques menées sur les cinquante dernières années ne montrent pas de tendance nette à l'augmentation pour les cyclones tropicaux dans l'Atlantique nord, les tempêtes en France et les épisodes de pluies diluviennes dans le Sud-est de la France.
Les toutes dernières projections sembleraient montrer, non pas un accroissement du nombre de cyclones, mais une intensification de l'activité des cyclones les plus violents dans l'Atlantique Nord.

L'état des recherches ne permet pas non plus d'affirmer une augmentation de l'intensité et du nombre global de tempêtes, orages ou épisodes de grêle en France.

Des canicules plus fréquentes en été en France
Les climatologues français ont récemment cherché à déterminer si des vagues de chaleur comme celle d'août 2003 pourraient se multiplier d'ici la fin du XXI e siècle. Ils ont choisi pour cette simulation climatique un scénario d'émissions de gaz à effet de serre plutôt pessimiste (scénario A2 du Giec, pas de ralentissement des émissions).

Les simulations prévoient une augmentation très nette du nombre de canicules estivales en France. Les journées de très forte chaleur (température maximale supérieure à 35°C) devraient devenir beaucoup plus fréquentes à la fin du XXIe siècle : en moyenne, de 20 à 40 journées (selon le scénario) par été à Paris (contre moins de 3 actuellement) et de 25 à 55 journées à Toulouse (contre 3 à 5 actuellement).



Nombre de jours par an avec températures maximales supérieures à 35°C en France : dernière décennie du 20 ème siècle comparée à la dernière décennie du 21ème siècle, selon les 3 scénarios A2, A1B et B1 (copyright Météo-France 2007)

3.2- Changement climatique en Rhône-Alpes : les principales évolutions attendues au XXI^{ème} siècle

Ce chapitre repose sur une analyse bibliographique qui a pour objectif de faire ressortir les principales évolutions attendues du climat en Rhône-Alpes afin de mieux cerner les enjeux de l'adaptation au changement climatique.
Cette première analyse devra être complétée par une exploitation plus précise des simulations du modèle ARPEGE-CLIMAT pour disposer d'éléments quantitatifs.
Ce sera l'objet d'un second volet d'étude sur le climat futur en Rhône-Alpes.

Les principales sources documentaires utilisées pour rédiger ce paragraphe sont :
- *Etude des effets du changement climatique sur le Grand Sud-est*, MEDCIE Grand Sud-est, mai 2008.
- Boé J., 2009, *Cycle hydrologique et changements climatiques sur la France : mécanismes, incertitudes, impacts sur la ressource en eau*, La Météorologie – n°66 – août 2009.
- Ricard D. et al, 2009, Impact du changement climatique sur les événements de pluie intense du bassin méditerranéen, La Météorologie – n°67 – novembre 2009.
- Déqué M., 2007, *Frequency of precipitation and temperature extremes over France in an anthropogenic scenario: Model results and statistical correction according to observed values*, Global and Planetary Change, 57, 1-2, 16–26.

3.2.1- Températures

Réchauffement
L'exploitation des simulations d'ARPEGE-Climat version 4 sur le Grand Sud-est[3], menées pour l'étude MEDCIE, montre que **l'augmentation moyenne des températures pourra atteindre**, selon le scénario le plus pénalisant[4] à chaque horizon parmi A2, A1B et B1:

- plus de 2°C en 2030,
- plus de 3°C en 2050,
- **plus de 5°C en 2080**.

C'est l'été qui est la saison la plus exposée au réchauffement. A partir de 2080, les autres saisons subissent également un fort réchauffement. Celui-ci peut atteindre + 4°C en hiver et au printemps à l'horizon 2080.

En termes de contrastes géographiques :

- le relief alpin connaîtra la hausse la plus sensible à court terme (jusqu'à + 2.1°C en été pour les Alpes) ;
- la plaine entre le Massif Central et les Alpes deviendra très sensible au réchauffement à partir de 2050 ;
- le réchauffement sera généralisé à l'horizon 2080.

[3] Le Grand-Sud-est couvre les régions Auvergne, Rhône-Alpes, PACA, Languedoc-Roussillon et Corse.
[4] Le scénario A2, qui est le plus pessimiste en termes d'émission de gaz à effet de serre, s'accompagne d'émissions de polluants et d'aérosols qui entraîneront un effet « parasol » limitant l'effet de serre dans les premières décennies du XXIème siècle. En conséquence, ce n'est pas ce scénario qui s'avère le plus pénalisant à l'horizon 2030 pour les températures, mais le scénario A1B. A l'horizon 2080 en revanche, c'est bien le scénario A2 qui conduit aux plus fortes hausses de température.

Nombre de jours avec une température estivale maximale > ou = à 35°C.
Sur la période de référence (1971-2000) ce nombre de jours est, en moyenne, inférieur à 2 sur une année dans l'ensemble de la région Rhône-Alpes.
En 2080, le scénario B1 prévoit une moyenne de 4 jours de températures estivales maximales supérieures ou égales à 35°C pour la région Rhône-Alpes.
Le scénario A1B envisage une influence chaude qui pourrait atteindre le nord de Rhône-Alpes, et avoir pour conséquence jusqu'à 9 jours de températures estivales maximales supérieures ou égales à 35°C dans cette zone.
Le scénario A2, le plus pessimiste, prévoit jusqu'à 16 jours >=35°C dans les zones sensibles (sud Drôme-Ardèche).

3.2.2- Précipitations

Les tendances simulées pour les précipitations doivent faire l'objet d'une interprétation prudente dans la région Rhône-Alpes.
En effet, la confrontation des simulations d'une vingtaine de modèles[5] climatiques montre une augmentation nette des précipitations à l'horizon 2080 sur le nord de l'Europe et une diminution au sud ; cela quelque soit la saison.
Entre ces deux zones où plus de 80% des modèles s'accordent sur le changement de signe, demeure une zone assez large dans laquelle les modèles ne s'accordent pas en termes de tendance. La localisation de cette zone de « divergence » fluctue selon les saisons. Elle est ainsi plus au nord en été et plus au sud en hiver.
De part sa position intermédiaire en Europe, la région Rhône-Alpes se situe dans la zone de « divergence » des modèles pour toutes les saisons sauf l'été (où la limite, remontant vers le nord, permet d'avoir un accord des modèles sur le changement de signe). Cela signifie que des incertitudes importantes demeurent sur l'évolution du paramètre précipitation en Rhône-Alpes.
De telles restrictions d'interprétation ne s'appliquent pas à la température pour laquelle les simulations sont concordantes.

Cumul annuel
Les simulations réalisées sur la zone Grand Sud-est pour l'étude MEDCIE montrent que **le cumul annuel tend à diminuer sur toute cette zone: jusqu'à 300 mm sur la Région Rhône-Alpes à l'horizon 2080**.

Contrastes saisonniers

- En hiver, la baisse des précipitations « efficaces » (>= 10 mm par jour) est particulièrement significative (notamment sur le relief alpin : jusqu'à -8 jours en 2080).
- Il en sera de même en été, avec 6 jours de moins de précipitations « efficaces » sur le relief alpin, et jusqu'à 1.50 mm/jour en moins en moyenne en 2080.
- Au printemps, la région Rhône-Alpes sera la moins touchée par la baisse des précipitations : la majeure partie du territoire devrait connaître une évolution constante

[5] Projections climatiques mis en œuvre par une vingtaine de groupe de modélisation climatique dans le monde.

par rapport au scénario de référence, et le relief pourrait connaître une hausse des précipitations.

Contrastes géographiques :

- Le relief sera le plus concerné par la baisse des précipitations.
- Le sud de la région sera le plus exposé à l'allongement des périodes sèches.
- La Vallée du Rhône sera relativement moins concernée par la baisse des précipitations.

3.2.3- Enneigement / glaciers

Le réchauffement climatique aura un impact marqué en moyenne montagne et plus faible à haute altitude en hiver. En moyenne montagne, même une augmentation des précipitations ne suffirait pas à compenser l'augmentation de température.
Dans le futur, la couverture neigeuse va diminuer en durée (de l'ordre de plusieurs semaines pour des altitudes proches de 1 500 m), en extension spatiale et en épaisseur.

Les glaciers alpins sont globalement en récession depuis 1840 et cette récession s'est accélérée depuis les années 1980 (réchauffement estival).
Pour des réchauffements de l'ordre +3°C au milieu du siècle à venir, la plupart des glaciers seraient très fortement réduits. Il ne resterait alors qu'une seule zone de glaciers significatifs dans le massif du Mont-Blanc.

3.2.4- Evènements extrêmes

Tempête

Aucune tendance n'est observée sur les dernières décennies concernant le nombre où l'intensité des tempêtes. Les projections effectuées jusqu'à présent ne suggèrent pas de modification du nombre ou de l'intensité des tempêtes pour le siècle à venir.

Pluies intenses

Les départements au sud de Rhône-Alpes sont soumis, à l'automne, à des précipitations intenses dites « pluies cévenoles » qui affectent le bassin méditerranéen.
L'impact du changement climatique sur les événements de précipitations intenses du bassin méditerranéen demeure du domaine de la recherche ; les modèles de climats globaux ayant encore beaucoup de progrès à faire pour rendre-compte correctement des épisodes convectifs intenses.

Les simulations menées dans le cadre du projet de recherche CYPRIM[6] confirment que les précipitations automnales sur le sud-est de la France diminuent en moyenne à la fin du XXI[è] siècle.

[6] CYclogenèse et PRécipitations Intenses en région Méditerranéenne

Elles indiquent également que les précipitations extrêmes augmentent légèrement au même horizon.
Si, en moyenne sur l'automne, les précipitations diminuent, l'augmentation de la variabilité du climat méditerranéen conduit à une augmentation des cumuls maximaux, ce qui pourrait se traduire par des crues éclair plus fortes qu'aujourd'hui.

Sécheresse

Le nombre consécutif de jours secs par été serait augmentée de 10 jours à l'horizon 2080 par rapport à la situation de référence sur la période 1961 – 1990 (selon un scénario A2).
Au final, le nombre consécutif de jours secs par été serait compris entre 20 et 30 pour la région Rhône-Alpes.

Feux de forêt

Les feux de forêt constituent un risque important en France. Météo-France établi un indice de feu Météo permettant de caractériser le danger météorologique d'incendie au pas de temps quotidien. Il s'agit de l'Indice Feu Météo (IFM).
Plus la valeur de l'IFM est élevée plus les conditions météorologiques sont propices aux incendies. On retiendra que le risque d'incendie est faible pour un IFM inférieur à 20, réel au-dessus de cette valeur et très élevé au-dessus de 60.

Le suivi de cet indicateur sur la période 1958 – 2008 a montré que le grand Sud-est avait subi une augmentation du risque de feux non seulement en été mais aussi durant le printemps.
A l'horizon 2060 (sur la base des évolutions simulées pour les scénarios A1B, A2 et B1), la hausse de l'IFM sera supérieure à 3 points d'indice sur l'ensemble des zones de plaine et de moyenne montagne en France. Dans le Sud-est et en Rhône-Alpes en particulier, cette hausse sera nettement plus marquée et supérieure à 6 points d'indice en valeur absolue.
Cela correspond à une hausse globale de l'IFM de l'ordre de 75% par rapport à la moyenne 1961-2000.
A l'horizon 2090, la hausse est colossale : le risque météorologique d'incendie est globalement doublé.

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

GLOSSAIRE

Climat tempéré : la France est un pays de climat tempéré car elle se situe sur le passage des perturbations créées par le conflit entre les masses d'air chaud nées au sud du 30°N et les masses d'air froid nées au nord du 60°N. Alors qu'elles frappent toute la France en hiver, elles ont une circulation plus septentrionale en été et laissent à l'écart la moitié sud de la France.

Climat océanique : il se caractérise par des pluies fréquentes en toutes saisons, rarement très intenses, et par la douceur de la température (hiver clément, été plutôt frais)

Climat continental : il se caractérise par des contrastes de températures importants. L'hiver est plutôt sec et rude, les pluies d'été sont souvent orageuses.

Climat méditerranéen : il se caractérise par de fréquentes sècheresses estivales et un très bon ensoleillement. Les températures sont élevées en été, l'hiver est doux. Les vents locaux, Mistral et Tramontane, sont souvent violents ; les précipitations, tombant sous forme d'averses sont relativement abondantes sauf sur le littoral.

Climat montagne : il se caractérise par des variations de températures importantes au cours de l'année ainsi qu'au cours d'une même journée. Les vents et les précipitations pluvieuses ou neigeuses sont essentiellement soumis aux effets du relief local.

Les saisons météorologiques :
Hiver : décembre-janvier-février
Printemps : mars-avril-mai
Eté : juin-juillet-août
Automne : septembre-octobre-novembre

Zone de plaines (voire plateaux) si altitude inférieure à 500 mètres
Au dessus de 500 mètres, on parle de zone moyenne montagne et **zone de montagne**

Les paramètres météorologiques :
Précipitations : La mesure des précipitations est l'évaluation de la lame d'eau qui parvient au sol : 1 litre/m2 correspond à une lame d'eau de 1 mm. Météo-France mesure les hauteurs de précipitations en de nombreux endroits car c'est un paramètre à forte sensibilité spatiale.

Températures : La température est le résultat ses différents échanges d'énergie qui affectent tous les corps (rayonnement, convection, conduction, évaporation…). En moyenne, à la surface du globe, la température en surface est de 15°C avec d'énormes variations en fonction du lieu et de la saison. A Météo-France, on conserve entre autre, les valeurs de température moyenne, minimale et maximale pour une journée en tout point où ce paramètre est mesuré.

Vent : c'est le mouvement horizontal de l'air, il résulte de la répartition des pressions à la surface de la Terre. A Météo-France, il est mesuré à 10 mètres au dessus du sol pour limiter l'influence des obstacles et reliefs.
La rose des vents : elle indique la répartition des vents en un lieu donné suivant leur direction (d'où vient le vent) et leur vitesse (en mètres / seconde). Chaque secteur d'un rose indique la fréquence des vents dans cette direction, par groupe de vitesse. On considère trois groupes de vitesses : vents de plus de 8 m/s, vents entre 4,5 et 8 m/s, vents entre 1,5 et 4,5 m/s, au dessous de 1,5 m/s on parle de vents calmes.

La mesure de hauteur de neige : on distingue la hauteur de neige fraîche de la hauteur de neige totale. La première est l'épaisseur d'une couche de neige recueillie sur une planche à neige préalablement balayée pendant une durée déterminée (exemples : 3h, 6h, 24h); la deuxième est l'épaisseur de la couche de neige tombée sur une planche à neige depuis le début de l'épisode neigeux (on ne nettoie jamais la planche à neige).

Modèle MESO-NH :
Le modèle Méso-NH est un modèle de recherche non-hydrostatique qui permet d'appréhender les phénomènes météorologiques de petite échelle tels que les brises, les effets orographiques localisés.
Ce modèle ne possède pas de profondeur d'archive et est utilisé sur un nombre restreint de situations-type; une étude de classification des types de temps de style nuée dynamique a permis de sélectionner 95 dates représentatives des situations-type et de leurs occurrences.
Ceci permet en particulier de reconstituer des roses des vents de qualité.
Sur la région météorologique Centre-Est, les données vents Méso-nh sont disponibles sur les Alpes du sud, les Alpes du nord, l'Auvergne et la Bourgogne sur une grille de maille 2 km.
La carte ci-dessous représente les différents domaines sur lesquels les roses Méso-nh sont disponibles à 10, 50 et 100m.

Effet de Foehn : l'air en se soulevant au flanc de la montagne se refroidit, la vapeur d'eau qu'il contient condense jusqu'à donner des précipitations au vent de la montagne. L'air en redescendant sous le vent de la montagne se réchauffe et donc s'assèche limitant de ce fait les précipitations sous le vent de la montagne.