



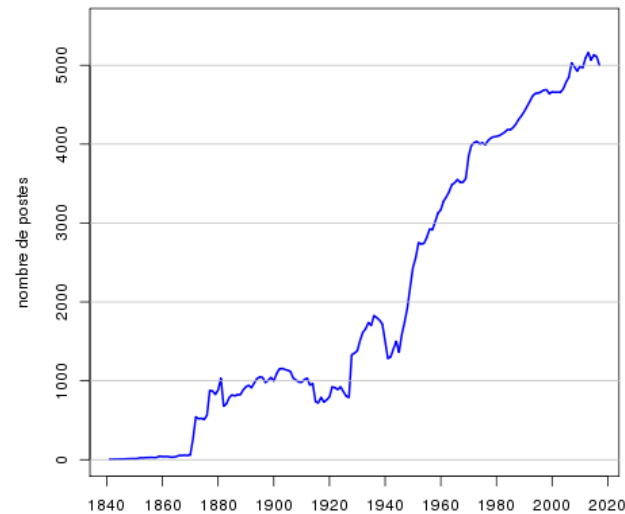
Analyse des extrêmes climatiques en France

Brigitte Dubuisson, Jean-Michel Soubeyroux
Météo-France,
Direction de la Climatologie et des Services Climatiques

- Les observations de référence pour l'analyse de l'évolution du climat
- Evolution de la température et des précipitations
- Evolution des extrêmes, diagnostics disponibles en montagne
- Conclusion et perspectives

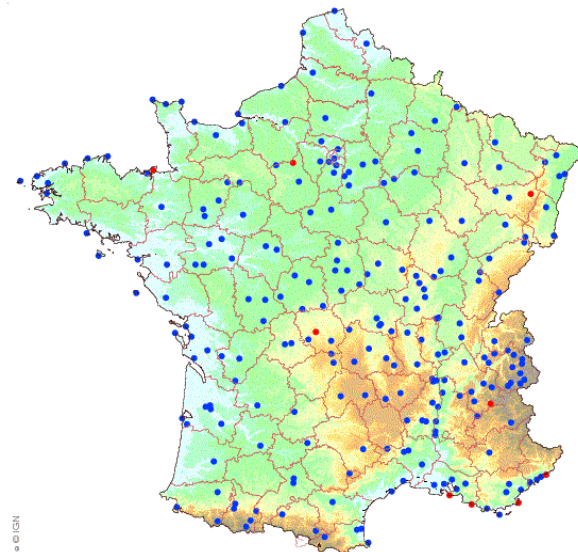
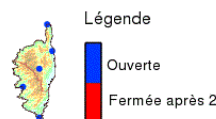
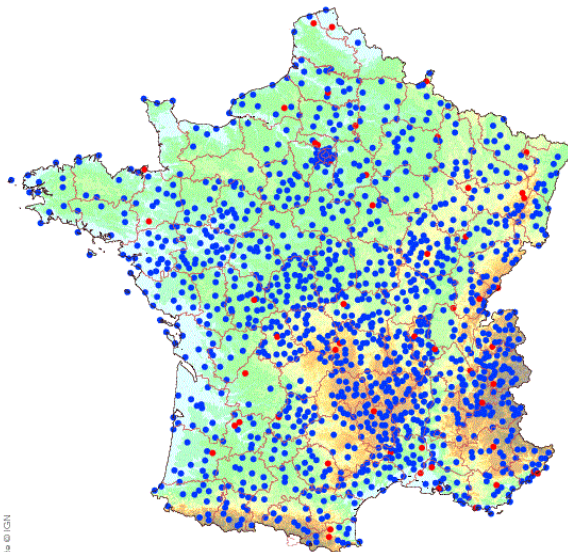
Les données - Base de Données Climatologiques 3

Précipitations journalières



Longues Séries de Précipitations brutes Quotidiennes (RR)
sur la FRANCE Métropolitaine
Période 1950 - 2008 à 2014

Longues Séries de Températures brutes Quotidiennes (TN,TX)
sur la FRANCE Métropolitaine
Période 1950 - 2008 à 2014



Les longues séries brutes météorologiques sont entachées de nombreuses **hétérogénéités dans les conditions de mesure**

- Déplacements
- changements d'instruments,
- de pratiques d'observation,
- d'environnement, ...



École Normale
Pau-Lescar, 1912



Aéroport de Pau-Uzein

Pour constituer des séries de référence, les séries doivent être contrôlées et corrigées de ces biais.

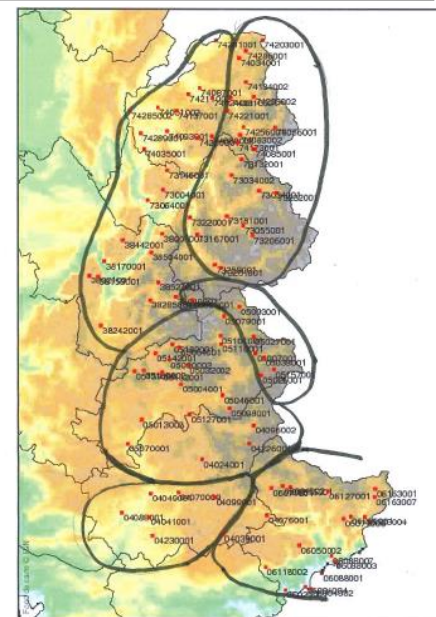
Méthode d'homogénéisation « relative » [HOMER](http://www.homogenisation.org), www.homogenisation.org (Mestre et al., 2013) - Aucune hypothèse sur l'évolution du signal climatique

- ~ 230 séries homogénéisées mensuelles de Tn, TX en métropole et 35 Outre-mer
- ~1100 séries homogénéisées mensuelles de précipitations en métropole et 95 Outre-mer

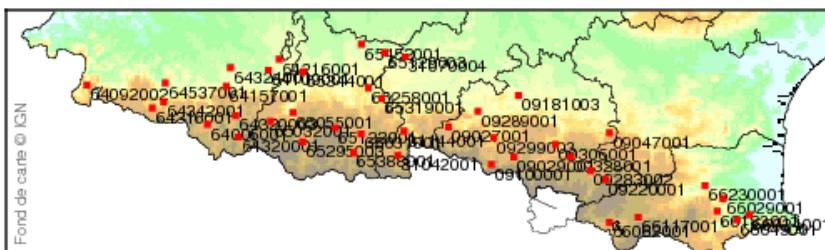
Séries disponibles sur les reliefs

exemple des précipitations

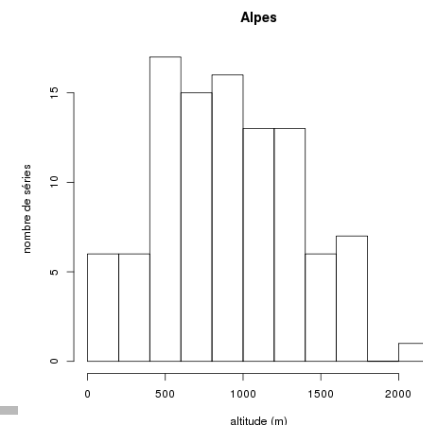
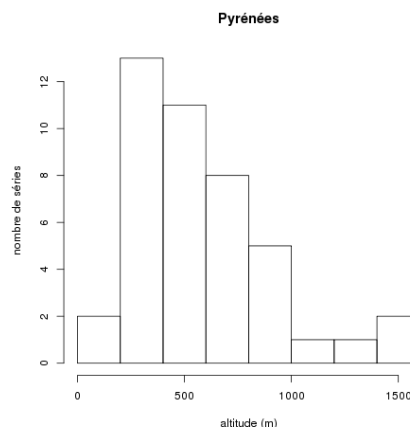
- importance des longues séries en altitude
- homogénéisation réalisées sur plusieurs zones
- sur les Pyrénées : 4 séries mensuelles homogénéisées au-dessus de 1000m, davantage dans les Alpes : 9 séries entre 1500 et 2006 m.



100 séries pointées



43 séries pointées



- indices adaptés aux diagnostics sur l'évolution des **EXTRÊMES** recommandés par l'OMM via CCL/CLIVAR/ETCCDI (Expert Team for Climate Change Detection Monitoring and Indices)

<http://www.clivar.org/organization/etccdi/indices.php>

- indices élaborés à partir de séries **QUOTIDIENNES**

- on définit des **Séries Quotidiennes de Référence (SQR)** en **sélectionnant** des séries quotidiennes fiables en utilisant les résultats de l'homogénéisation mensuelle.

- ~ 90 SQR de Tn, TX en métropole disponibles depuis 1961, et
 - ~ 450 SQR de précipitations en métropole

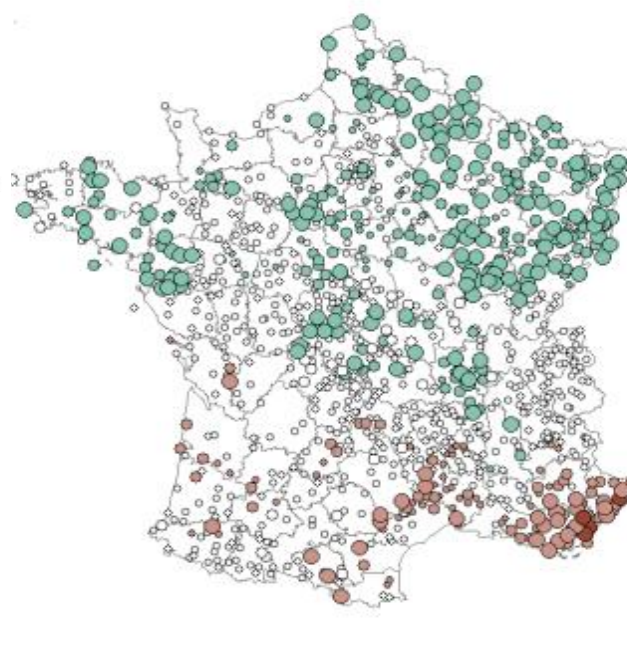
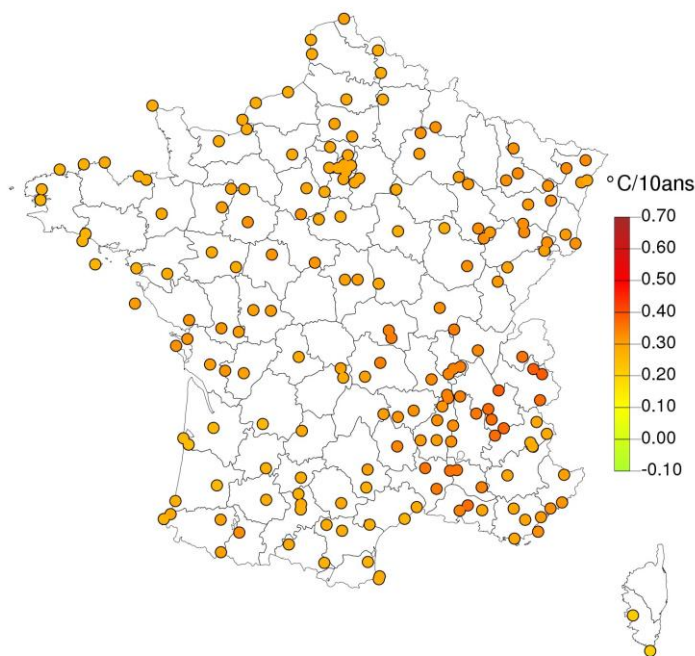
Quelle évolution en métropole ?

7

1959-2009

Tm (année)

Evolution observée du cumul annuel de précipitations sur la période 1959-2009



Couleur des symboles

- Augmentation
- Augmentation faible
- Pas d'évolution
- Diminution faible
- Diminution

Taille des symboles

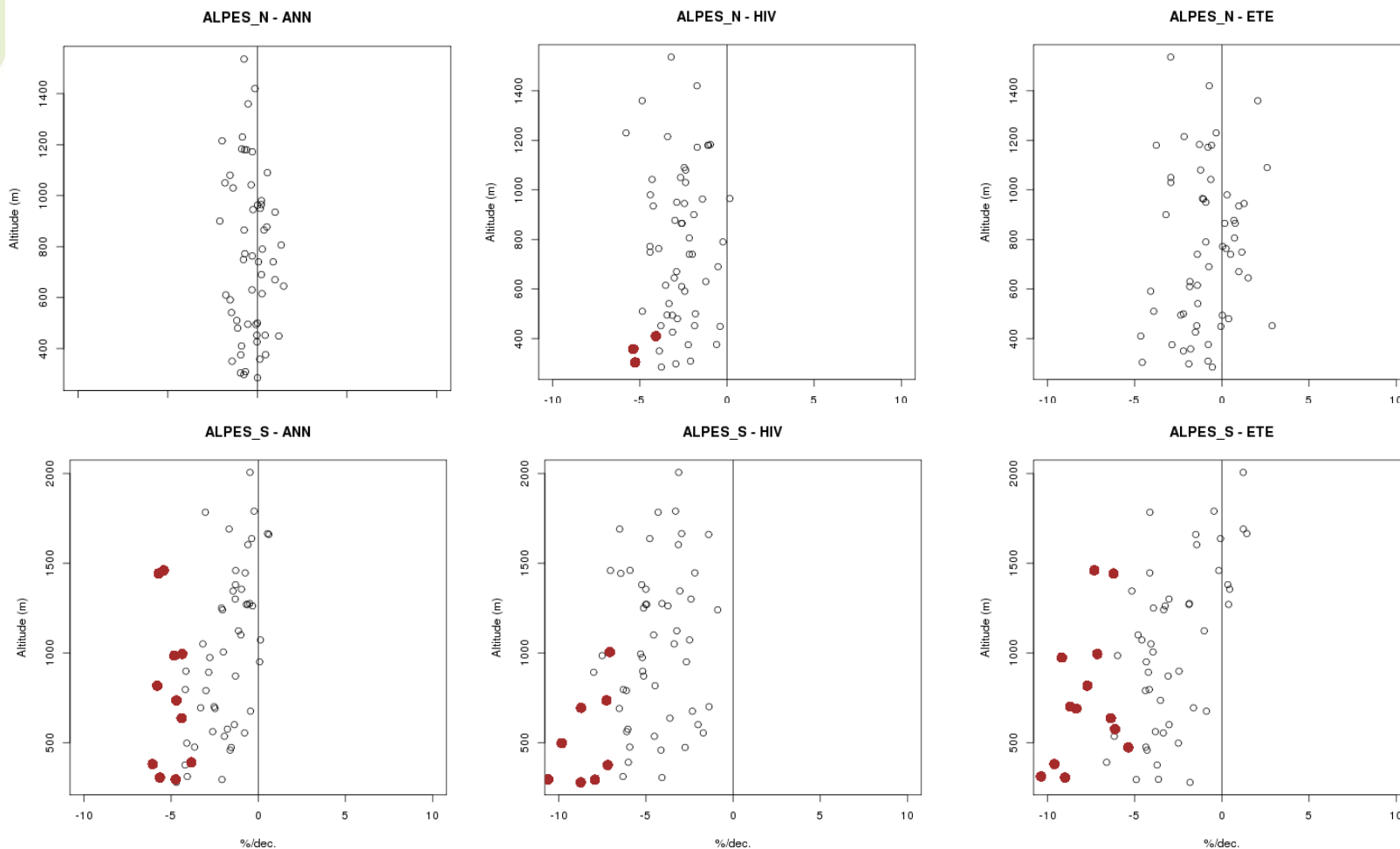
- Confiance élevée
- Confiance modérée
- Confiance faible

© Météo-France

- Réchauffement homogène sur la métropole, pour Tn et Tx, significatif à 95%
- Pas de contrastes spatiaux significatifs sur l'évolution de la température
- Réchauffement plus marqué au printemps (+0.33°C/dec) et en été (+0.42°C/dec).

Gibelin et al. 2014 : Evolution de la température en France depuis les années 1950 : Constitution d'un nouveau jeu de séries homogénéisées de référence, [La Météorologie](#) n°87 pp 45-53

- Evolution des précipitations variables selon les régions,
- Et selon les saisons



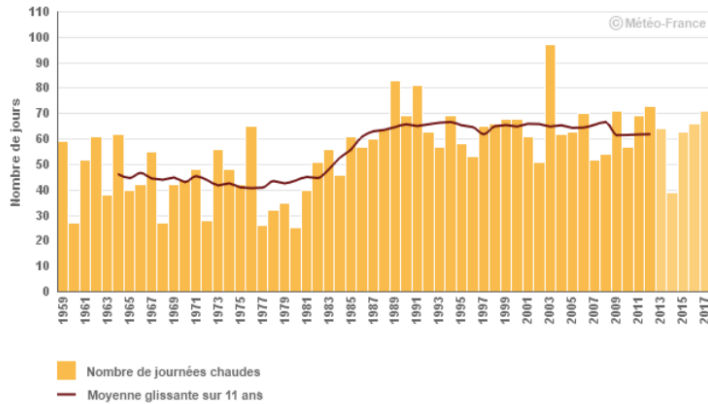
Sur les Alpes Suisses : https://www.meteosuisse.admin.ch/home/climat/le-climat-suisse-en-detail/tendances-observees-aux-stations.html?filters=rhs150m0_ns-section_season_1961-current

Evolution du nombre de journées chaudes ($T_x > 25^\circ\text{C}$) 9

Thônes

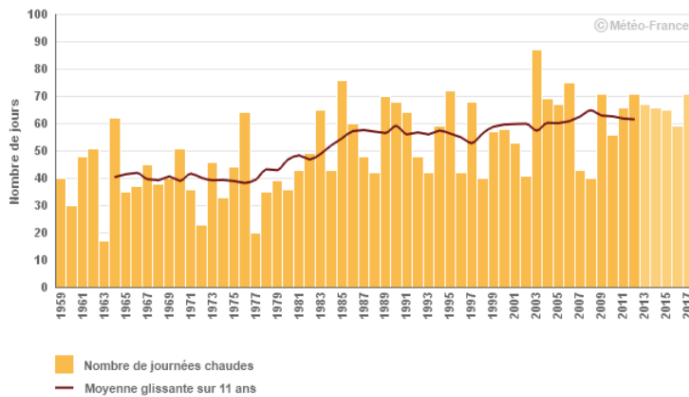
631 m.

Nombre de journées chaudes
Thônes

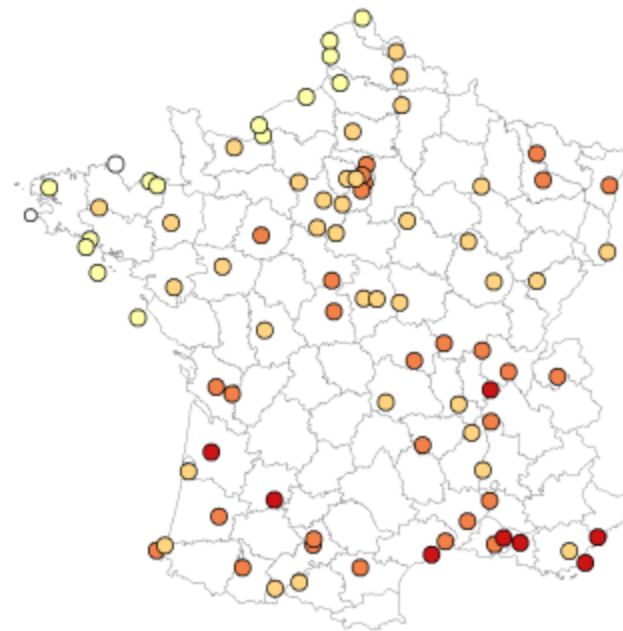


Tarbes-Ossun

Nombre de journées chaudes
Tarbes-Ossun



Evolution du nombre de journées chaudes sur la période 1961-2010



Évolution par décennie

- Pas d'évolution
- Hausse de 1 à 3 j
- Hausse de 3 à 5 j
- Hausse de 5 à 7 j
- Hausse supérieure à 7 j

Niveau de confiance

- Élevée
- Modérée
- Faible

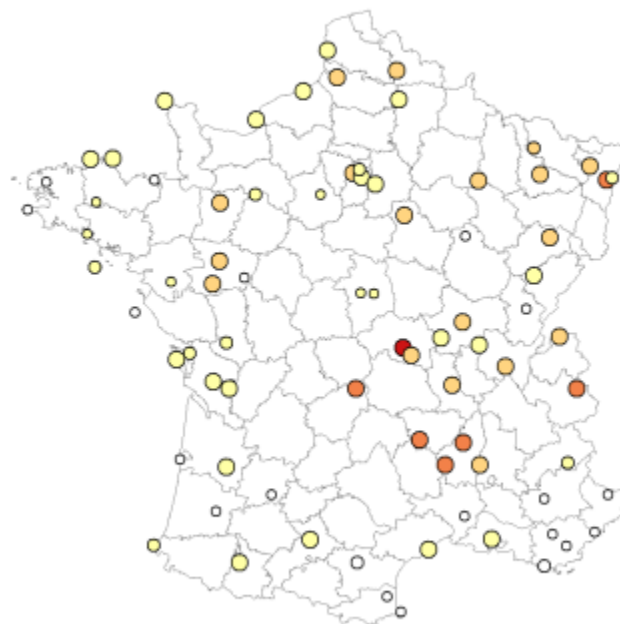
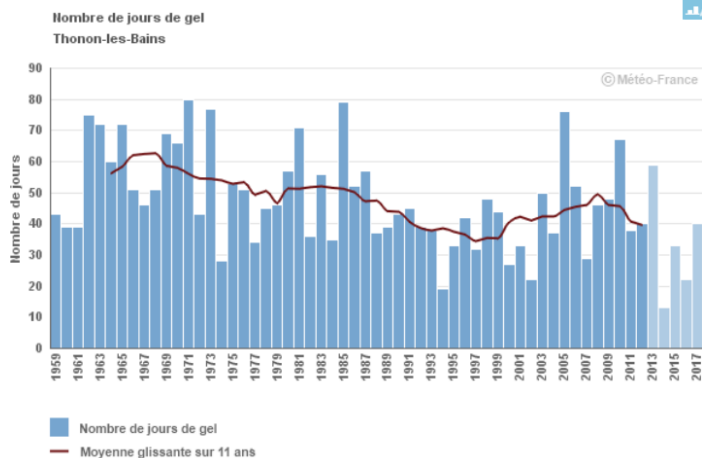
© Météo-France

Evolution du nombre de jours de gel ($T_n \leq 0^{\circ}\text{C}$)

10

Evolution du nombre de jours de gel sur la période 1961-2010

Thonon-les-Bains



Évolution par décennie

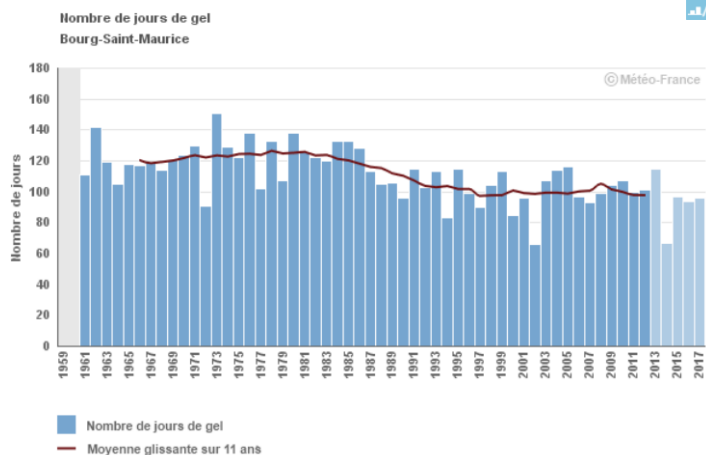
- Pas d'évolution
- Baisse de 1 à 3 j
- Baisse de 3 à 5 j
- Baisse de 5 à 7 j
- Baisse supérieure à 7 j

Niveau de confiance

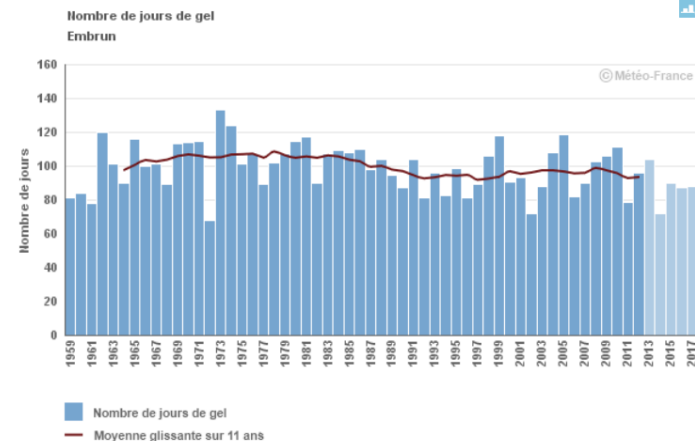
- Élevée
- Modérée
- Faible

© Météo-France

Bourg-Saint-Maurice



Embrun

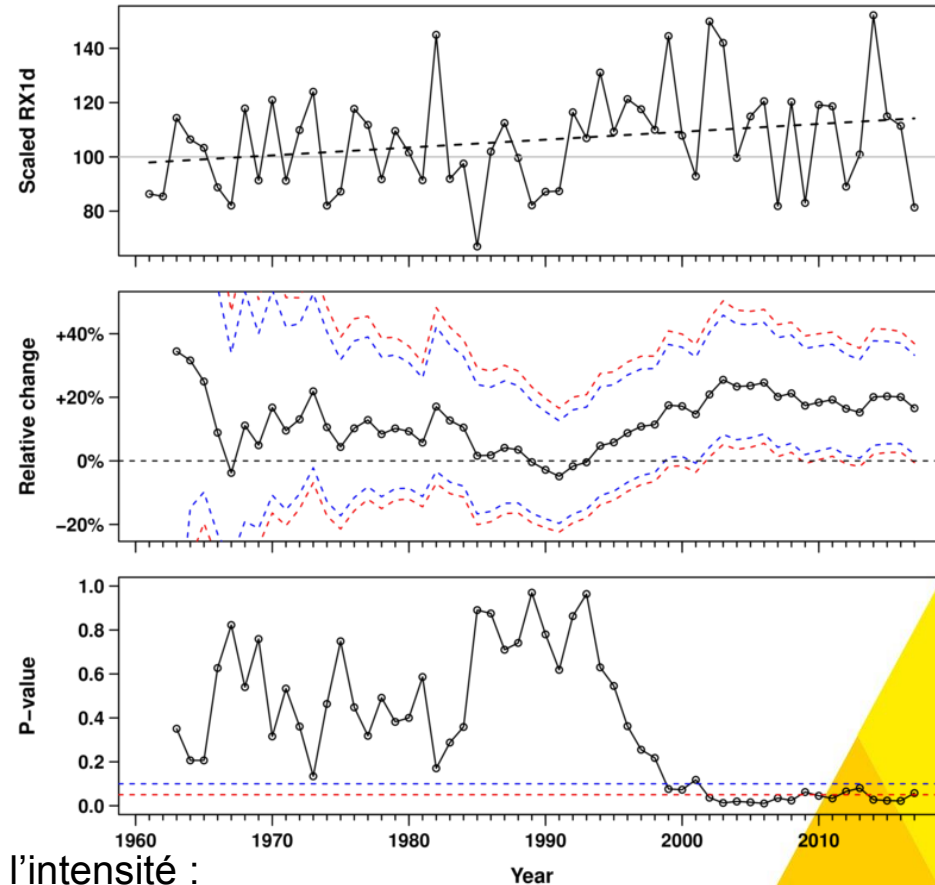
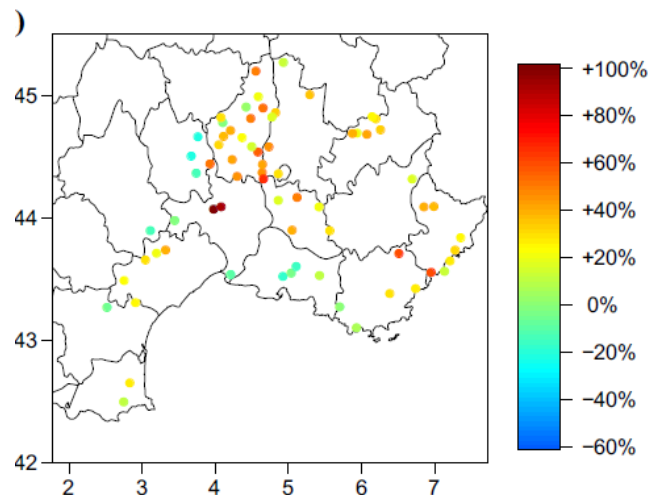


Universidad
Zaragoza

Intensité du maximum quotidien de précipitation 11

- forte variabilité spatiale et temporelle des précipitations

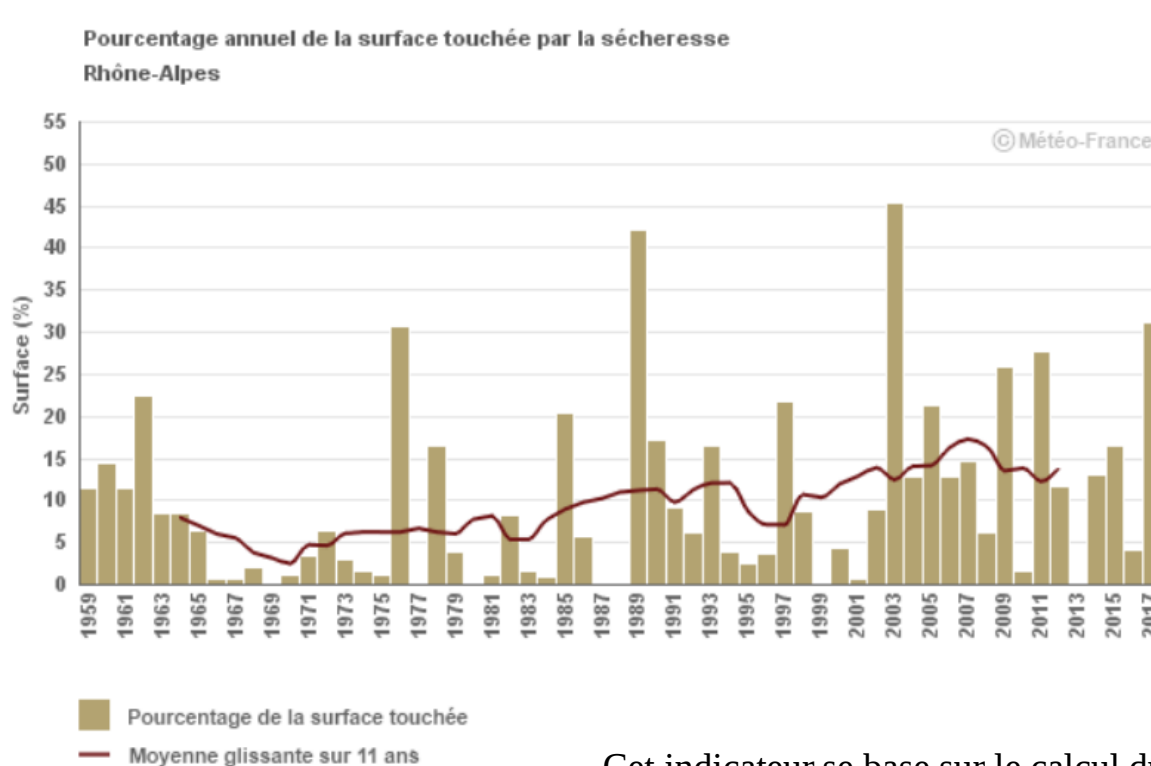
- régions méditerranéennes de la France touchées par des épisodes de pluies extrêmes pouvant apporter des quantités d'eau très importantes sur un court laps de temps



augmentation significative de l'intensité :
+17 % sur 1961-2017, [+2 %; +33%] au niveau de confiance 90 %

Ribes et al. 2018 : Observed increase of extreme daily rainfall in the French Mediterranean,
Climate Dynamics, DOI : 10.1007/s00382-018-4179-2 CLDY-D-17-00226.2

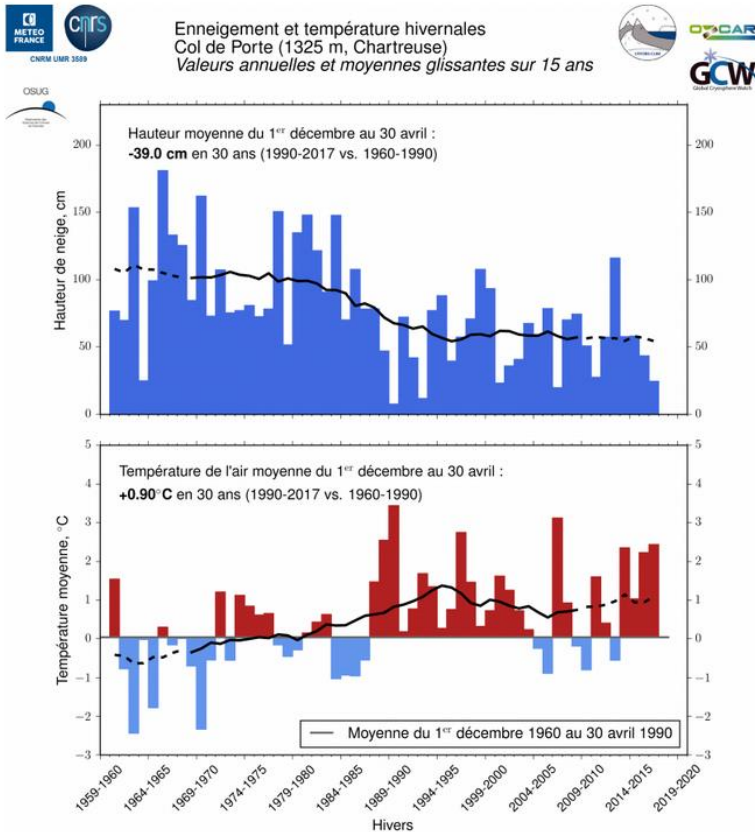
Cet indicateur rend compte de la sécheresse agricole (ou édaphique) : pourcentage en moyenne sur l'année de la surface du territoire où l'on a observé des conditions anormales d'humidité du sol.



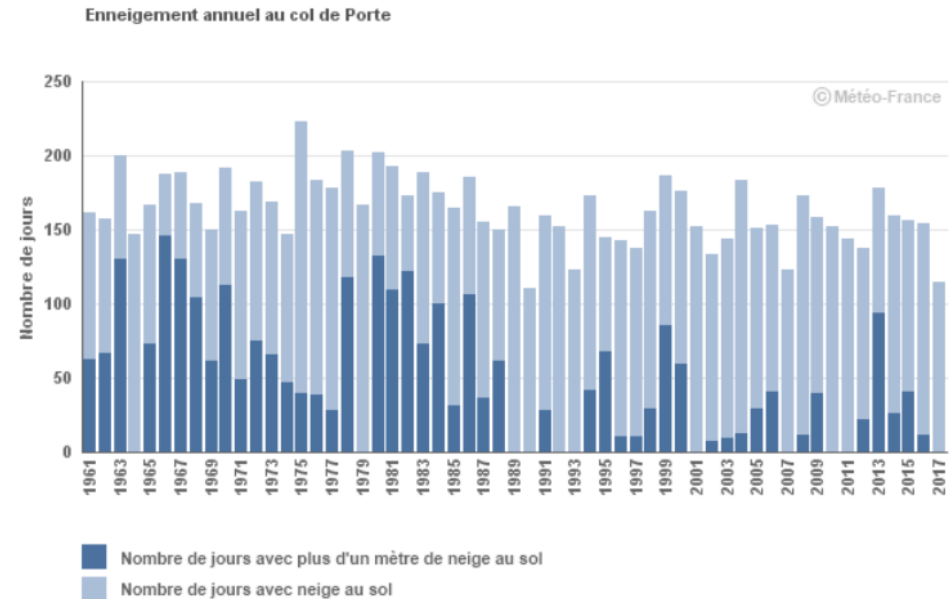
Cet indicateur se base sur le calcul du SSWI (Standardized Soil Wetness Index), indicateur standardisé de l'indice d'humidité des sols (SWI).

Enneigement

Hivers au Col de Porte (Massif de la Chartreuse, 1325 m.)



Crédits : Météo-France



Baisse de la durée de l'enneigement .

Ce diagnostic de diminution peut se généraliser à l'ensemble des zones de moyenne montagne en France.

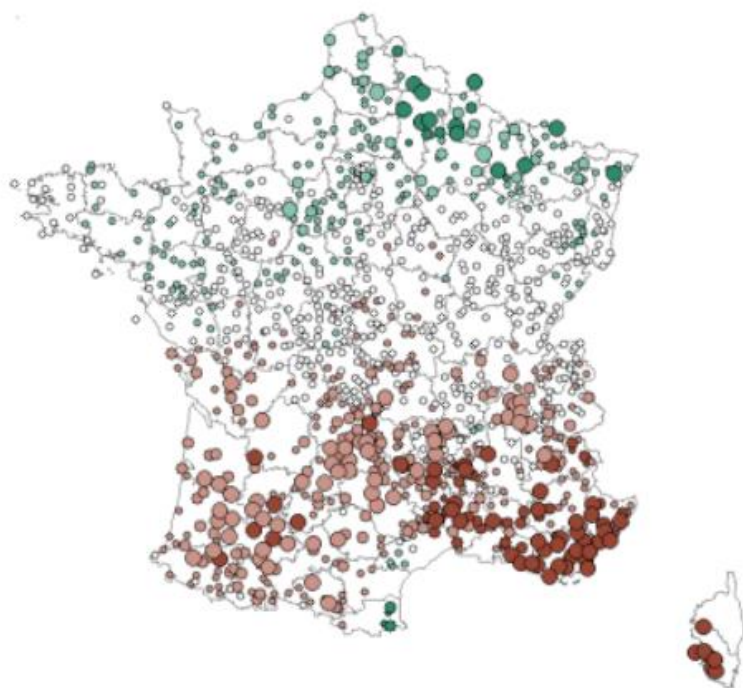
<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-montagne-et-glaciers#e3>

- Peu de longues séries disponibles en altitude et forte variabilité spatiale
- Nécessité de disposer de longues séries d'observations fiables (homogénéisées) pour l'analyse du climat et de son évolution
- Des diagnostics qui montrent :
 - sur les températures : un réchauffement général, plus marqué l'été que l'hiver, et des indices qui vont dans le sens du réchauffement : augmentation des journées chaudes, de la fréquence des vagues de chaleur, diminution des jours de gel,
 - sur les précipitations : une évolution difficile à caractériser à l'échelle de la station, ou du massif, en lien avec une très forte variabilité des précipitations mais, mise en évidence d'une intensification des pluies extrêmes sur le pourtour méditerranéen
 - sur la neige : une longue série disponible au col de Porte, baisse de la durée d'enneigement en moyenne montagne
- Diagnostics disponibles sur ClimatHD

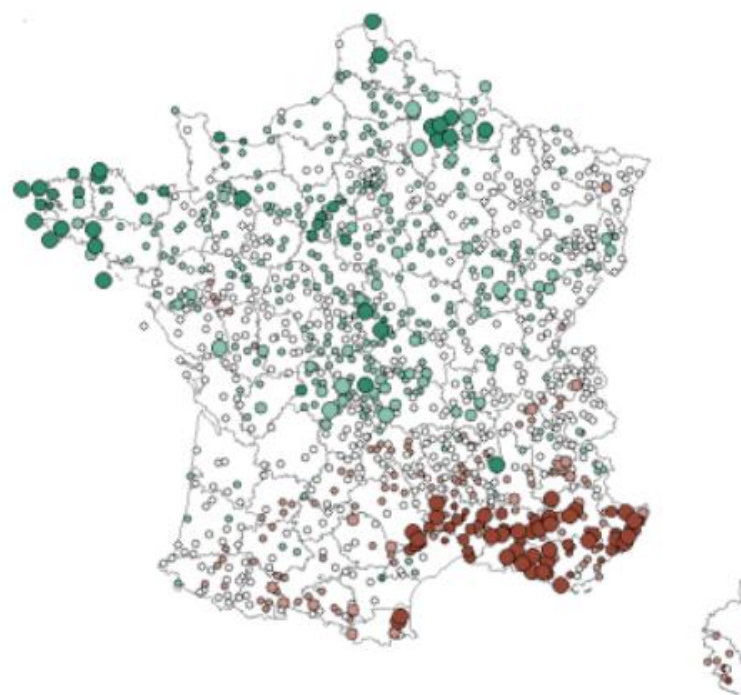
<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>



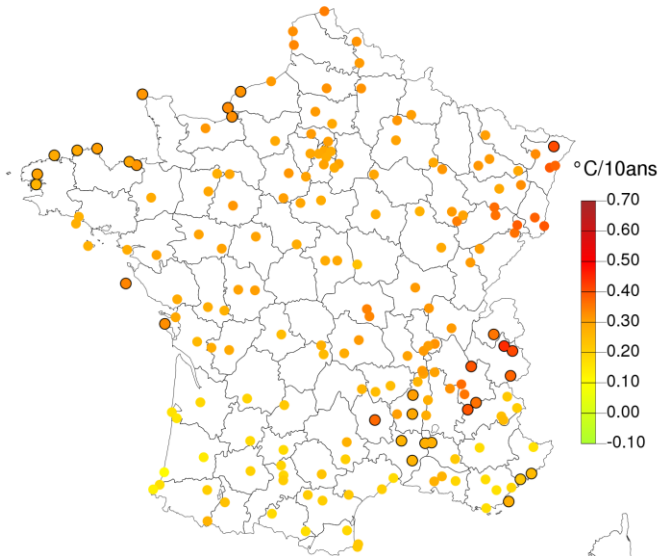
Evolution observée du cumul hivernal de précipitations sur la période 1959-2009



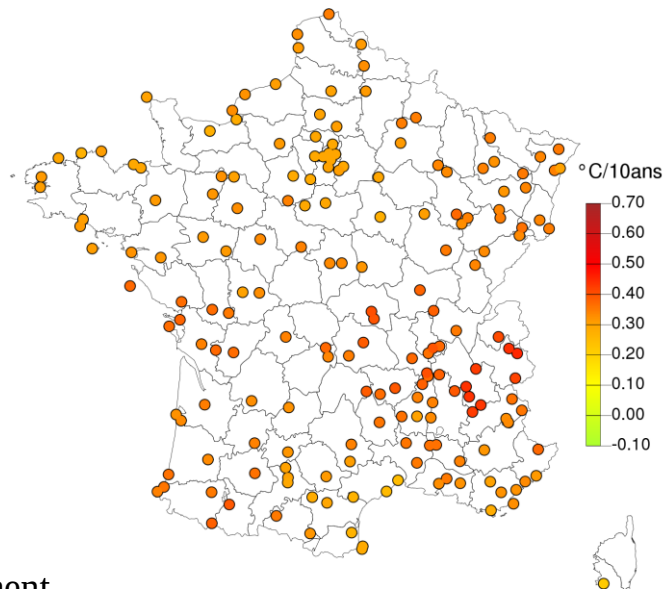
Evolution observée du cumul estival de précipitations sur la période 1959-2009



Tm (djf)



Tm (mam)

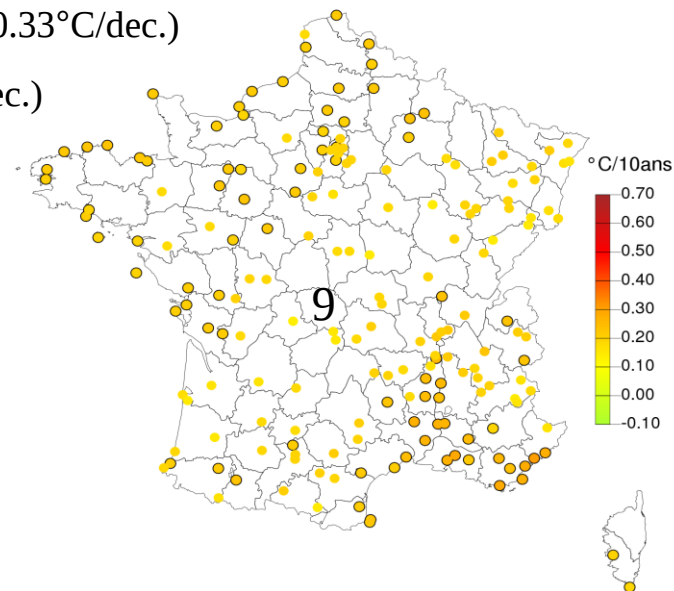
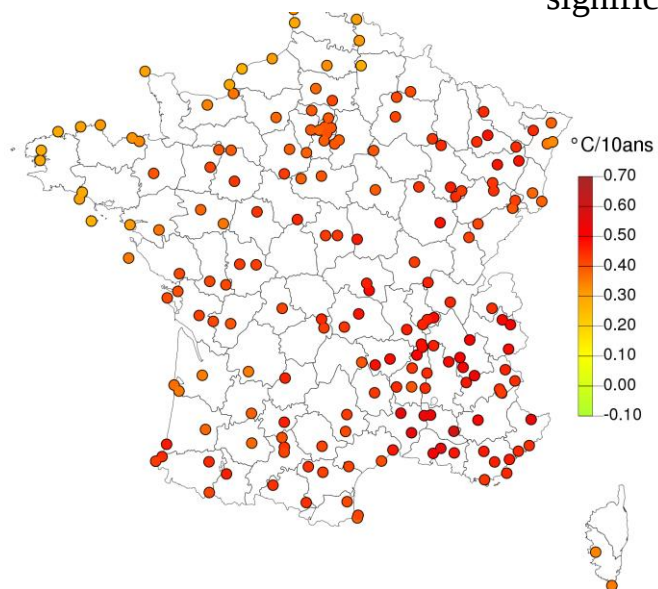


Réchauffement

significatif au **printemps** (+0.33°C/dec.)

et en **été** (0.42°C/dec.)

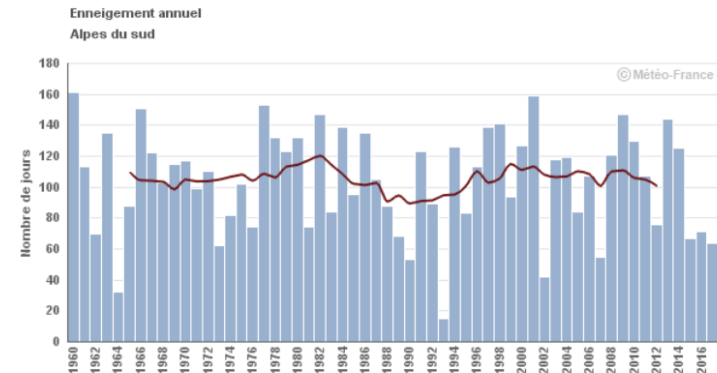
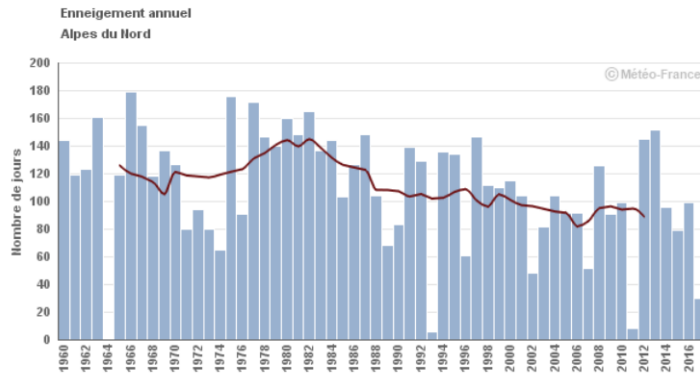
Tm (son)



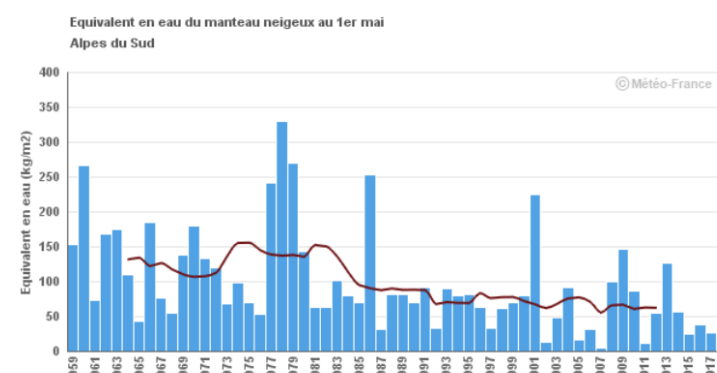
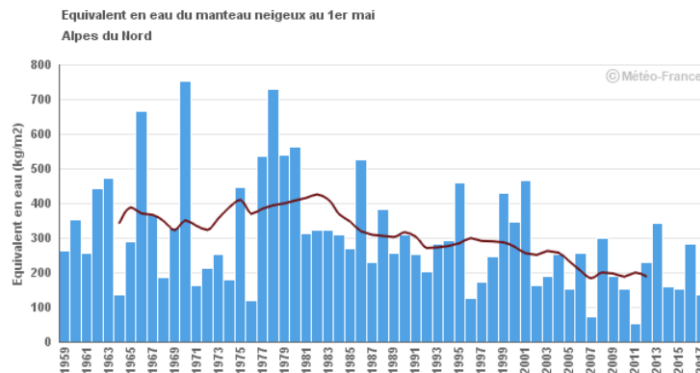
Enneigement - 2

Durée d'enneigement et stock nival

Données d'enneigement issues du modèle SAFRAN/CROCUS



Nombre de jours avec plus de 1 m. de neige au sol à 1800 m.



Equivalent en eau du manteau neigeux (kg/m^2) au 1^{er} mai au dessus de 1000 m. -
données Safran Surfex Modcou (SIM2)