



## Documentation de MétéoSuisse sur les produits de données

# Température moyenne suisse

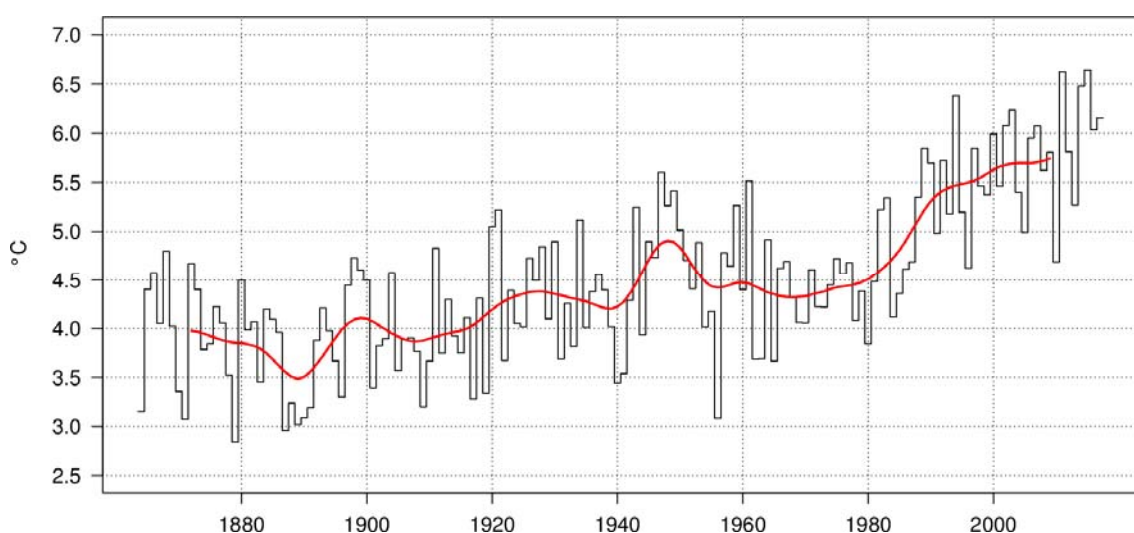


Illustration 1 : valeurs annuelles de la température moyenne suisse de 1864 à 2017. Les valeurs de chaque année sont en noir, tandis que la moyenne pondérée sur 20 ans (filtre gaussien passe-bas) est en rouge.

**Variable** Moyenne pour toute la Suisse de la température moyenne mensuelle (en degrés Celsius mesurée à 2 mètres au-dessus du sol). Des valeurs moyennes sont calculées pour différentes périodes (saison, semestre, année) à partir des valeurs mensuelles.

**Usage** Surveillance du climat, classification des valeurs individuelles dans l'évolution à long terme.

**Aperçu** La température moyenne suisse décrit la moyenne des températures mesurées en Suisse sur l'ensemble des régions de plaine et pour différentes altitudes. Les données de différentes stations de mesures sont combinées en fonction de leur représentativité. La température moyenne suisse est utilisée pour analyser et communiquer l'évolution des températures à long terme en Suisse.

**Observations générales sur les données** Les données du réseau SwissMetNet de mesures sont utilisées pour calculer la température moyenne suisse. [SwissMetNet](#) comprend actuellement quelque 160 stations automatiques de mesures au sol de MétéoSuisse. 29 stations avec une longue série de mesures jusqu'en 1864 ont été sélectionnées pour un usage climatologique. Elles appartiennent au Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN; Begert et al., 2007). Pour choisir les stations NBCN, les critères comme la longueur de la série de données, la répartition spatiale représentative au-dessus de la Suisse, ainsi que la grande disponibilité de différents paramètres de mesures, mais aussi les perspectives sur la pérennité du site de mesures et la qualité des données ont été utilisés. En raison des compromis utilisés dans la sélection, seules 19 stations NBCN subsistent avec des données qui sont disponibles

depuis 1864 sans interruption. La température moyenne suisse est calculée à partir de ces 19 stations disposant de série homogénéisées de mesures. L'utilisation de données homogénéisées est importante dans le contexte de l'évolution à long terme et de la surveillance du climat. Pour homogénéiser des données, on tient compte des déplacements de stations, des changements d'instruments de mesures et d'autres modifications des conditions de mesures. La méthode de l'homogénéisation à MétéoSuisse est documentée dans Bergert et al. (2003, 2005).

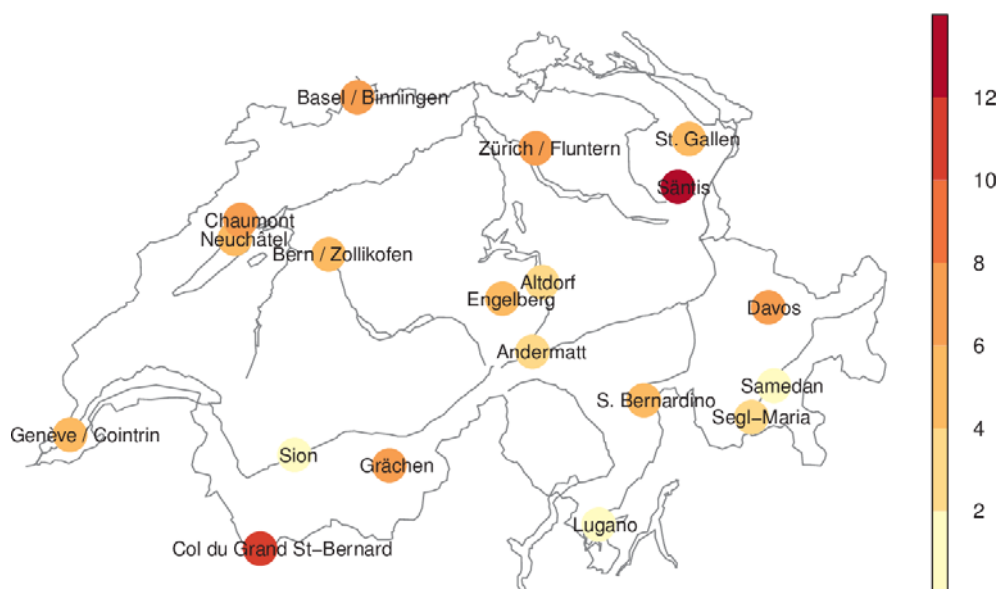


Illustration 2 : stations de mesures du réseau climatique suisse avec des mesures de températures sans interruption depuis 1864 et leur pondération (en %) dans la température moyenne suisse.

MétéoSuisse calcule, en se basant sur les données de SwissMetNet, des analyses spatiales de la température au-dessus de la Suisse avec une grille d'une résolution de 2 km. A partir de 1981, grâce un nombre constant et relativement élevé de stations, ces données de grille sont uniformes et d'une grande précision. Les données de grilles de la température moyenne mensuelle entre 1981 et 2004 ont été utilisées comme référence pour la calibration de la méthode statistique, qui estime une moyenne spatiale pour la Suisse à partir des données des stations existantes. Les données de grilles et la méthodologie du grillage sont décrites dans les descriptions de produit qui sont disponibles sur le site internet de MétéoSuisse ([www.meteosuisse.ch](http://www.meteosuisse.ch)) et dans Frei (2014).

## Méthode

La température moyenne suisse d'un mois est estimée en recourant à une combinaison linéaire (moyenne pondérée) des mesures de la température dans les 19 stations NBCN. Les stations utilisées, ainsi que les coefficients (pondération) sont indépendants du temps. Les coefficients ont été déterminés en utilisant les méthodes statistiques d'analyse des composantes principales et la régression linéaire, dans lesquelles les valeurs moyennes spatiales de la grille de température servent de référence pour la période allant de 1985 à 2004 (valeur cible de la régression linéaire). Pour éliminer l'influence du cycle annuel, le modèle linéaire pour les déviations de la température par rapport à la moyenne de la période 1981-2010 a été modélisé.

La colinéarité de la variable exposée (séries de mesures de la station) peut être enlevée avec l'analyse des composantes principales et par conséquent, le nombre des variables exposées dans le modèle de régression est limité. La relation linéaire

entre les composantes principales retenues et les moyennes de grille est déterminée avec les régressions multiples. Le poids des stations individuelles peut être dérivé à partir des coefficients du modèle de régression et les charges de l'analyse des composantes principales. La température moyenne suisse est une moyenne pondérée des stations de mesures, qui se rapproche le plus des moyennes de grille.

La Suisse est divisée en différentes régions climatiques. Concernant l'évolution de la température à long terme, des différences apparaissent entre le Nord et le Sud des Alpes et selon l'altitude. Pour cette raison, une température moyenne a été calculée en utilisant la même méthode que pour l'ensemble de la Suisse pour les trois sous-régions suivantes : Nord des Alpes au-dessous de 1000 m, Nord des Alpes au-dessus de 1000 m et Sud des Alpes. Le Sud des Alpes comprend le canton du Tessin, mais aussi la région du Simplon et les vallées du sud des Grisons. Chacune des 19 stations sont incluses pour les sous-régions. En cas d'influence faible dans une sous-région, la pondération correspondante est très petite. Des pondérations négatives sont possibles en raison d'échantillons spatiaux inverses dans la répartition des températures. Une description détaillée de la méthodologie pour calculer la température moyenne suisse est disponible dans Begert & Frei (2018).

**Public cible** cf. usage

**Précision et interprétation** Seules 20 années ont été utilisées à partir des données disponibles de 1981 à 2014 en haute résolution sous forme de grille pour estimer la pondération des stations de mesures. Les 14 autres années ont été mises à disposition afin d'évaluer la précision de la température moyenne suisse en comparaison avec les points de grille. Il se trouve que les valeurs mensuelles de la température moyenne suisse prévue peuvent s'écarter de  $\pm 0.1$  degré environ des «vraies» moyennes en point de grille (root mean squared error). En été et selon les agrégations (saison, semestre, année), l'erreur possible a même tendance à être encore plus réduite.

L'incertitude sur les valeurs moyennes des sous-régions est, à une exception près, dans la même grandeur que pour la moyenne de la superficie totale des terres. Pour le Sud, l'erreur est légèrement plus grande, de l'ordre de  $\pm 0,2$  degré. Même dans les sous-régions, l'erreur a tendance à être plus réduite en été qu'en hiver.

La sous-région Sud de la Suisse comprend des régions en haute altitude (crête principale des Alpes). Par conséquent, elle est en moyenne plus froide que le Nord de la Suisse en dessous de 1000 m. Ce constat est pris en compte dans l'interprétation de la moyenne de la région en comparaison avec les autres régions.

En raison de leur résolution spatiale limitée (2 km), les petites structures de la topographie suisse comme les crêtes montagneuses et les petites régions avec des lacs d'air froid, ne sont pas couvertes dans les données de grilles. De ce fait, ainsi qu'en raison des incertitudes de l'interpolation spatiale, la température moyenne déterminée à partir des données de grille peut s'écarter de la moyenne effective. Pour les grandes régions examinées (ensemble de la Suisse et sous-régions), les différences sont probablement faibles, mais finalement pas claires. Les erreurs énumérées ci-dessus sont donc légèrement sous-estimées en raison des incertitudes effectives.

**Produits ap-** Sur le site de MétéoSuisse, des graphiques concernant la moyenne des précipita-

## parentés

tions suisse sont également disponibles. Ceux-ci sont, encore pour le moment, basés sur la moyenne non-pondérée des données de stations à partir d'anomalies d'une période de référence. Il est prévu d'affiner la méthodologie pour les précipitations en utilisant la même méthode que pour les températures.

Sur la base de données de grille à partir de 1981 et de longues séries de mesures, des sets de longues et constantes séries de données suisses à haute résolution ont été reconstruits à MétéoSuisse jusqu'en 1864. La méthodologie utilisée *reduced space optimal interpolation* est décrite dans Schmidli et al. (2001) et Schiemann et al. (2010). Une série chronologique des moyennes de grilles de ce set de données seraient envisageable en tant qu'alternative au moyenne des stations disponibles. Nos comparaisons montrent que les différences par rapport à la moyenne des stations pondérées décrites sont très réduites. La différence moyenne (root mean squared error) est inférieure à  $\pm 0.1$  degré pour toutes les saisons.

## Version

<http://www.meteosuisse.admin.ch/home/climat/le-climat-suisse-en-detail/temperature-moyenne-suisse/donn%C3%A9es-de-la-temperatur-moyenne-suisse-depuis-1864.html>

## Disponibilité

La température moyenne suisse est publiée sur le site internet de MétéoSuisse dans un fichier texte. Le set de données est identifié de manière unique par un DOI (Digital Object Identifier). La série de données est complétée au début de chaque mois avec la valeur mensuelle du mois précédent. Les valeurs historiques restent essentiellement inchangées. Au début d'une nouvelle année, les résultats du travail d'homogénéisation sont officialisés à MétéoSuisse. Il est alors possible que les valeurs historiques d'une station de mesure aient été modifiées en raison d'adaptation dans les nouvelles conditions de mesures. De telles modifications se manifestent dans certains cas également au niveau de la température moyenne suisse. Dans un tel cas, le set de données contient un nouveau DOI. Les versions plus anciennes de sets de données restent encore disponibles sur le site internet de MétéoSuisse.

## Références

- Begert M, Seiz G, Schlegel T, Musa M, Baudraz G, Moesch M. 2003. Homogenisierung von Klimamessreihen der Schweiz und Bestimmung der Normwerte 1961-1990. Schlussbericht des Projekts NORM90. Veröffentlichung der MeteoSchweiz, 67, 170 p.
- Begert M, Schlegel T, Kirchhofer W. 2005. Homogeneous temperature and precipitation series of Switzerland from 1864 to 2000. *International Journal of Climatology*, 25: 65-80. <https://doi.org/10.1002/joc.1118>
- Begert M, Seiz G, Foppa N, Schlegel T, Appenzeller C, Müller G. 2007. Die Überführung der klimatologischen Referenzstationen der Schweiz in das Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN). *Arbeitsberichte der MeteoSchweiz*, 215, 43 p.
- Begert M, Frei C. 2018. Long-term area-mean temperature series for Switzerland - Combining homogenized station data and high resolution grid data. *International Journal of Climatology*, 38: 2792-2807. <https://doi.org/10.1002/joc.5460>
- Frei C. 2014. Interpolation of temperature in a mountainous region using nonlinear profiles and non-Euclidean distances. *International Journal of Climatology*, 34: 1585-1605. <https://doi.org/10.1002/joc.3786>
- Schiemann R, Liniger MA, Frei C. 2010. Reduced space optimal interpolation of daily rain gauge precipitation in Switzerland. *J. Geophys. Res.* 115: D14109. <https://doi.org/10.1029/2009JD013047>
- Schmidli J, Frei C, Schär C. 2001. Reconstruction of mesoscale precipitation fields from sparse observations in complex terrain. *J. Clim.* 14: 3289-3306.

Septembre 2018