

## 1. L'été caniculaire 2003 mis en contexte

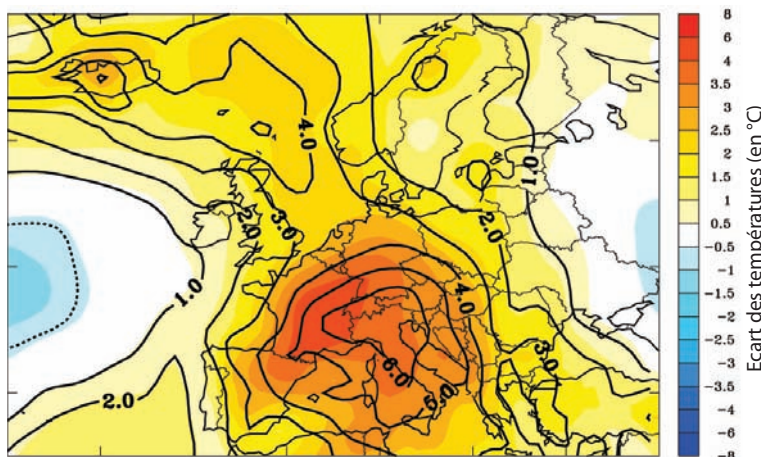


Figure 1: Ecart des températures estivales moyennes (juin, juillet, août) par rapport à la moyenne de 1961–1990 (en °C) en Europe. Les lignes indiquent l'anomalie comme nombre de déviations standards du même intervalle de temps de 1961–1990.

Source: Mark Liniger, MétéoSuisse

### Plus chaud et plus sec que la moyenne

La canicule de l'été 2003 fut dans de grandes parties de l'Europe un événement extrême qui dépasse toutes les données connues (figure 1). Même en considérant les incertitudes relatives aux informations sur le climat des siècles passés, l'été 2003 fut très probablement dans toute l'Europe le plus chaud depuis au moins cinq cents ans [2,3]. Une nouvelle reconstitution des températures d'été dans les hautes Alpes montre que 2003 fut probablement même l'été le plus chaud du dernier millénaire [4]. En Suisse, les températures de l'été météorologique (moyenne des mois de juin, juillet et août) se sont situées 4.0 à 5.5 °C au-dessus des températures estivales moyennes de 1864–2003. Les étés les plus chauds dans les séries de mesures furent dépassés de 2 à 3 °C [5,6] (figure 2). Dans l'ensemble de l'Europe, les mois de juin, juillet et août pris isolément furent aussi les plus chauds depuis au moins 1659 [2]; si ces températures mensuelles moyennes furent à tel point extrêmes, cela tient aussi au fait que la canicule est tombée sur les mois de juin et d'août [5,6]. La nuit, les températures qui se sont écartées le plus des valeurs normales furent celles mesurées aux altitudes les plus basses. L'après-midi, les plus hautes températures ont été atteintes en des lieux où l'ensoleillement est le plus long [7].

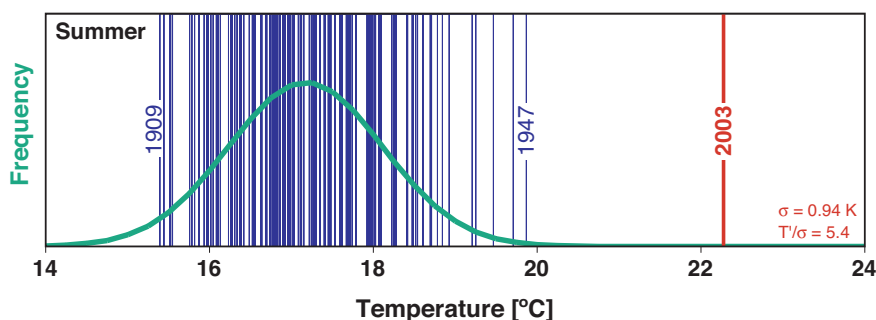
En climatologie, on distingue entre périodes de chaleur de longue durée et vagues de chaleurs. L'été 2003 constitue une période de chaleur. Une vague de chaleur désigne une séquence continue de plusieurs jours pendant lesquels un seuil donné (p.ex. 28 °C) est dépassé, comme cela fut le cas par exemple pendant les deux premières semaines d'août. Dans de grandes parties de

l'Europe, l'été 2003 a posé de nouveaux critères en matière de périodes et vagues de chaleur.

L'été 2003 n'a pas été seulement exceptionnellement chaud, il fut aussi très sec. Dans le contexte des cinq cents dernières années, l'été 2003 a été le plus sec dans les Alpes et au-delà [8]. La France, l'Italie, l'Allemagne, la Suisse, l'Autriche, la Slovaquie, la Belgique et la République tchèque ont été les plus touchées. Toutefois, cette sécheresse n'a pas été seulement un phénomène estival. Elle a commencé déjà en février, et les précipitations se sont faites presque toujours aussi rares pendant les mois suivants [5,6]. En Suisse, les quantités de pluie ont été inférieures à la moyenne à long terme dès le mois de février; en juin, elles n'ont atteint que la moitié de cette moyenne. L'évaporation fut de ce fait moins abondante, ce qui a encore renforcé le réchauffement de l'air [9]. Ce n'est qu'en octobre que de vastes régions de la Suisse ont reçu des précipitations nettement supérieures à la moyenne [5,6]. Au Tessin et dans les vallées du sud des Grisons, des quantités de pluie supérieures à la moyenne ne sont tombées qu'en novembre et décembre. En 2003, la durée d'ensoleillement a été supérieure à la moyenne non seulement en été, mais aussi chaque mois dans presque toutes les stations météorologiques suisses [10].

Du point de vue météorologique, la forte chaleur et la sécheresse de mai à octobre 2003 s'expliquent par la fréquence élevée de zones de haute pression subtropicales au-dessus de l'Europe centrale; elles ont déterminé le temps sur le continent presque en permanence. Les perturbations atlantiques ont été déviées plus loin vers le nord et n'ont atteint que sporadiquement

Figure 2: Distribution des températures mesurées en été en Suisse de 1864–2003. La courbe verte montre la distribution de Gauss correspondante. Les valeurs indiquées au coin inférieur à droite représentent la déviation standard ( $\sigma$ ) et l'écart pour 2003 normalisé par la déviation standard de 1864–2000 ( $T/\sigma$ ).



Source: Schär et al., 2004 [12]

la région des Alpes. En juin, c'est surtout la durée de la canicule, plus que les températures, qui fut exceptionnelle. La canicule de juin s'est prolongée tout le mois. Juillet fut plus modéré du point de vue des températures, mais néanmoins très chaud. Il fut comparable en maints endroits à l'été de 1983, le plus chaud que l'on avait connu jusqu'alors. Le dernier tiers de juillet a apporté un temps variable, avec de fréquentes averses et orages. Il a été suivi – du 1er au 13 août 2003 – par la vague de chaleur la plus extrême que la Suisse a connue depuis le début des mesures systématiques. Un anticyclone bloquant, situé au-dessus de l'Europe du Nord, détournait les perturbations atlantiques loin vers le nord. Et le mouvement d'air descendant associé à cette haute pression desséchait en permanence les masses d'air au-dessus de l'Europe centrale. Alors que les périodes de chaleur sont associées généralement à des vents du sud-ouest, en 2003 un courant d'est a fait souffler continuellement une légère bise [5,6].

L'été caniculaire ne fut pas seul à être exceptionnel en 2003. Des conditions presque toujours extrêmes se sont substituées à l'influence régulatrice de l'Atlantique proche et ont déterminé l'évolution du temps en Suisse. Elles ont entraîné un type de temps caractéristique des régions climatiques continentales, c'est-à-dire des régions sur lesquelles la mer n'exerce pas d'influence régulatrice. C'est ainsi que le printemps et l'automne ont passé par des changements rapides de basses vers de hautes températures et inversement. Les fortes chaleurs et la sécheresse en été

sont aussi caractéristiques d'un climat continental.

Au total, 2003 a été trop chaud et trop sec: en moyenne de toute la Suisse, 2003 vient en second, après 1994, dans l'inventaire des années les plus chaudes depuis 1864 [5]. La précipitation annuelle n'a atteint le plus souvent que 70 à 85% des quantités annuelles normales. Ce qui fait de 2003 l'une des dix années les plus sèches depuis 1900 dans de vastes parties du pays [11].

#### L'influence du rayonnement

Pendant les mois de juin, juillet et août de l'été 2003, étant donné la persistance de l'anticyclone des Açores, la couverture nuageuse dans l'espace alpin fut de 18% inférieure à la moyenne des dix années précédentes. La conséquence en fut une insolation globale moyenne de 265 watts par m<sup>2</sup>. Cette valeur est de 11% supérieure à celles des étés précédents. Les températures de pointe de l'été 2003 tiennent donc à l'important apport de rayonnement solaire de courte longueur d'onde (ainsi qu'à des processus de rétroaction) sous un ciel plus dégagé qu'en moyenne. Par contre, l'augmentation à long terme de la température n'est pas causée par une augmentation de l'insolation, mais par le transport d'air chaud en direction de l'Europe et par le rayonnement atmosphérique de grande longueur d'onde. L'augmentation globale du rayonnement de grande longueur d'onde est très probablement due à l'accroissement des gaz à effet de serre anthropiques dont l'action est encore renforcée par un fort effet de rétroaction faisant intervenir la vapeur d'eau.

### Où situer l'été 2003 sur l'échelle des extrêmes?

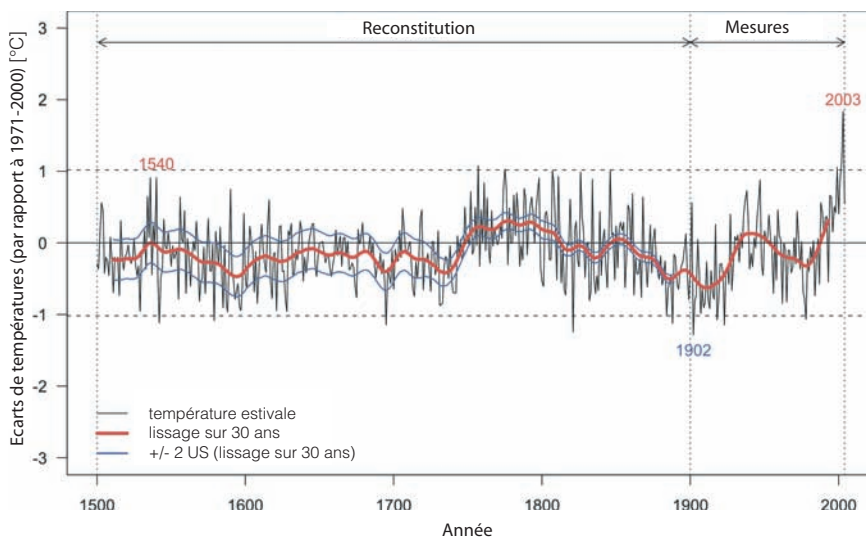
Des séries de mesures instrumentales existent en Suisse depuis la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle [12]. La combinaison de mesures effectuées depuis 1900 avec des données climatiques naturelles (cernes annuels des arbres) et historiques a permis par la suite d'effectuer des reconstitutions de la température en Europe et dans l'espace alpin remontant jusqu'à 1500 [2,13].

La représentation des températures estivales reconstruites (1500–1900) et mesurées (1901–2004) montre que les températures estivales de l'ensemble de l'Europe entre 1500 et 1750 étaient plus

basses que celles de la période de 1971–2000. Une phase plus chaude aux environs de 1800 a été suivie d'un refroidissement jusqu'au début du 20<sup>e</sup> siècle. Le réchauffement pendant le 20<sup>e</sup> siècle s'est déroulé en deux phases, la première s'étendant environ de 1910–1940 et la seconde à partir des années 70 [2,13].

L'été 2003 fut dans toute l'Europe de 2 °C plus chaud que la moyenne de 1971–2000 et a battu ainsi tous les records (figure 3). Même en prenant en compte les incertitudes des reconstitutions de la température, l'été 2003 fut très probablement le plus chaud depuis au moins cinq cents ans.

Figure 3: Ecart par rapport à la période de 1971–2000 des températures estivales moyennes en Europe de 1500–2004 (en °C). Les données de 1901–2004 se fondent sur des mesures instrumentales, celles de 1500–1900 sont des reconstitutions statistiques. La courbe rouge représente des valeurs lissées, la courbe bleue indique les incertitudes de la reconstitution. L'été le plus froid en Europe est marqué en bleu, le plus chaud en rouge. Le célèbre été torride de 1540 est également marqué comme exemple.



Source: Luterbacher et al. 2004, actualisé [2,3]