

## 2.5. Les fortes précipitations

Christoph Frei

En Suisse, les fortes précipitations sont soit courtes et intenses, associées alors à des orages, soit moins intenses et d'une durée de plusieurs jours, associées dans ce cas à des systèmes météorologiques stationnaires. Les précipitations extrêmes peuvent donner lieu à des crues, des débordements, des laves torrentielles et des glissements de terrain. Pendant le 20<sup>e</sup> siècle, les précipitations journalières intenses ont augmenté dans de grandes parties du Plateau et de la bordure nord des Alpes. Il n'est pas possible de se prononcer sur d'éventuels changements des précipitations extrêmes. La majorité des modèles prévoit que l'intensité moyenne des précipitations et la fréquence des précipitations journalières intenses augmenteront à l'avenir. En cas d'intensification du cycle de l'eau, les fortes précipitations de longue durée pourraient augmenter avant tout dans les Alpes.

### Types de fortes précipitations en Suisse

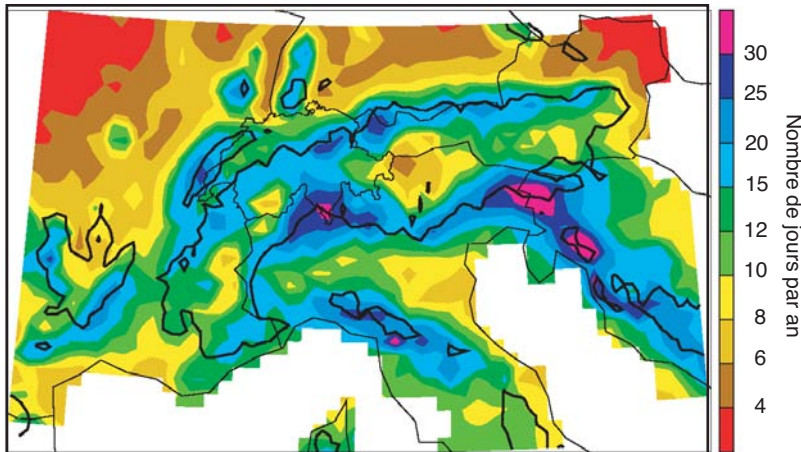
Il existe en Suisse en gros deux types de fortes précipitations: les unes sont intenses et de courte durée, les autres plus persistantes, mais moins intenses.

Les fortes précipitations de courte durée (une à quelques heures) et de grande intensité (40-80 mm par heure) se produisent avant tout en été en relation avec des orages et se limitent au passage orageux proprement dit (jusqu'à quelques dizaines de kilomètres). Des événements extrêmes de ce type peuvent faire déborder des petits cours d'eau et provoquer des laves torrentielles en montagne (cf. chap. 2.7. et 2.8.). Des zones habitées peuvent être inondées si la capacité du système d'évacuation des eaux usées est dépassée. Ces précipitations intenses sont accompagnées parfois de grêle (cf. chap. 2.6.). L'orage du 15 août 1997 à Sachseln est un exemple d'un événement extrême de ce type.

Les précipitations de longue durée (un à plusieurs jours) mais de moindre intensité (100-400 mm par jour) peuvent se produire toute l'année. Elles sont associées à des systèmes météorologiques à grande échelle, intenses et/ou plus ou moins stationnaires. Des pluies persistantes extrêmes peuvent provoquer des crues, faire déborder de grands cours d'eau et des lacs et déclencher des laves torrentielles et des glissements de terrain (cf. chap. 2.7. et 2.8.). Des exemples sont les pluies de mai 1999 en Suisse orientale, d'octobre 2000 en Valais et au Tessin et d'août 2002 en Europe centrale. Sous forme de neige, les précipitations persistantes extrêmes peuvent causer de grosses avalanches dans un vaste périmètre (cf. chap. 2.9.).

En général, les dommages dus aux fortes précipitations ne sont pas immédiats, mais résultent d'effets subséquents, tels que crues, glissements et avalanches (cf. chap. 2.7., 2.8. et 2.9.), ou secondaires, tels que la grêle (cf. chap. 2.6.). Ainsi ces dommages ne dépendent pas seulement de la durée et de l'intensité des précipitations, mais aussi de la constitution de la région (p.ex. humidité préexistante) et de phénomènes concomitants (p.ex. fonte des neiges).

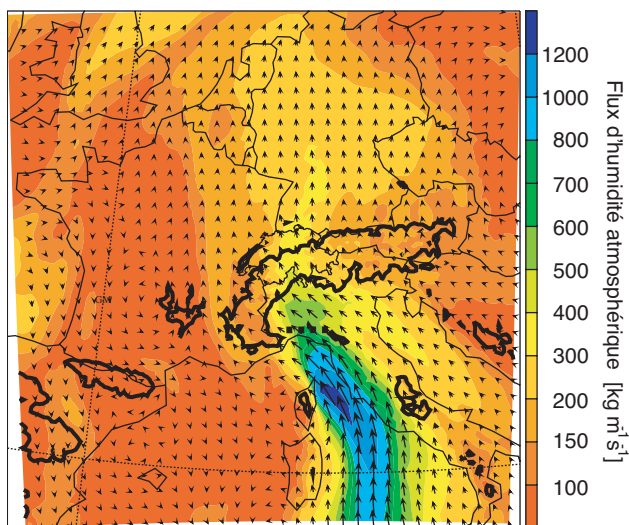




**Figure 29:** Fréquence climatologique des précipitations journalières de plus de 20 mm par jour dans l'arc alpin (1971-1990, nombre de jours par an).

### Climatologie

En Suisse, la topographie est un facteur important des fortes précipitations. Le relief peut favoriser p.ex. des situations de barrage ou d'ascendance thermique. La topographie détermine ainsi largement la fréquence et la répartition géographique de la pluie. Les précipitations journalières de 20 mm par jour ou plus sont plus fréquentes sur la bordure nord ou sud des Alpes et dans le Jura que sur le Plateau et dans les vallées intra-alpines (figure 29). Le nombre élevé d'événements au Tessin (en gros deux fois plus que sur le Plateau) est exceptionnel dans l'arc alpin.



**Figure 30:** Flux d'humidité intégré sur la colonne atmosphérique, le 15 octobre 2000. Du 12 au 16 octobre, une quantité d'eau estimée à l'équivalent du lac Léman fut transportée par l'atmosphère vers les Alpes méridionales.

Au Tessin, les fortes précipitations sont particulièrement fréquentes en automne. A cette saison, des fronts et des zones dépressionnaires parviennent au bassin méditerranéen en passant plus au sud qu'en été et entraînent ainsi de l'humidité vers les Alpes méridionales. Lors des fortes précipitations d'octobre 2000, une quantité d'eau estimée à l'équivalent du volume du lac Léman fut ainsi transportée en cinq jours vers les Alpes (figure

30). Le Valais et le Puschlav aussi sont souvent concernés par de tels événements dus à des courants du sud.

### Tendances observées au 20<sup>e</sup> siècle

Les précipitations dans les Alpes varient fortement d'année en année. Suivant la saison et la région, les années humides et sèches diffèrent d'un facteur 2 à 4. Des observations indiquent qu'au 20<sup>e</sup> siècle, les précipitations moyennes ont augmenté en hiver de 20-30% dans les Alpes septentrionales et occidentales.<sup>1</sup> Tandis qu'elles ont diminué dans une proportion semblable en automne dans les Alpes méditerranéennes.

Les données sur les tendances en matière de précipitations extrêmes ne peuvent pas être fiables, car les événements rares se prêtent mal à une approche statistique (cf. chap. 1.4.). Les analyses de tendances ne portent donc que sur des événements plus fréquents, dont l'intensité est beaucoup plus faible. En Suisse, la plupart des stations à long terme du Plateau et de la bordure nord des Alpes ont enregistré une augmentation des précipitations journalières intenses (temps de retour de 30 jours) en hiver et en automne (figure 31).<sup>2</sup> Cette tendance est significative pour quelque 30% des stations. Les augmentations se situent dans une fourchette de 20 à 80% en 100 ans. Des tendances similaires ont été décelées pour des précipitations intenses d'une durée de 2 à 5 jours. Les précipitations journalières intenses d'été ne font pas

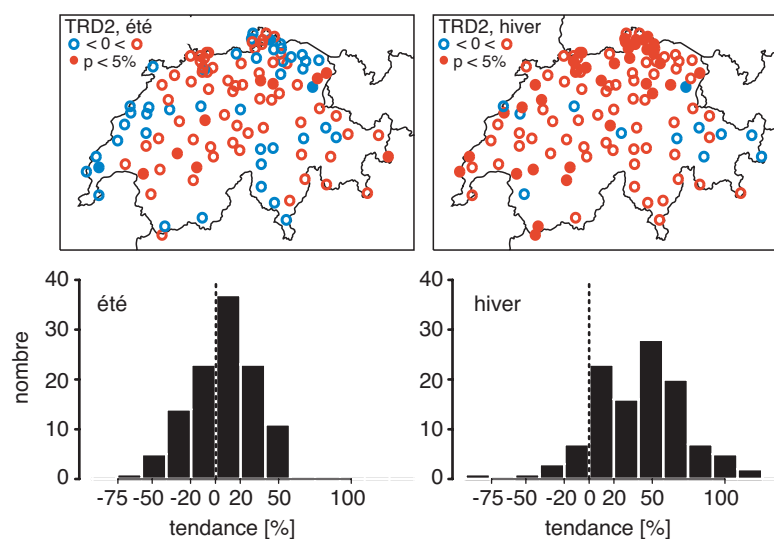
apparaître de changements systématiques (figure 31). Mais on ne peut exclure des tendances de l'intensité des orages d'été. La courte durée des orages permettrait d'obtenir des données plus significatives sur les tendances de l'intensité horaire des précipitations. Mais la résolution temporelle des mesures à long terme n'est pas suffisante.

Comme en Suisse, on observe en Europe voisine une augmentation des précipitations moyennes et intenses en hiver.<sup>3</sup> La diminution de la moyenne et l'augmentation des événements intenses constatées en automne au sud des Alpes sont confirmées également par des études de tendances en Italie.<sup>4</sup>

### Changements consécutifs aux changements climatiques globaux

On distingue trois chaînes d'actions différentes par lesquelles les changements climatiques globaux peuvent influencer sur les fortes précipitations:

- On s'attend à ce que les changements climatiques entraînent un réchauffement plus marqué dans les régions polaires que sous les tropiques et qu'ils accroissent l'humidité de l'air. Ces deux facteurs peuvent influencer sur l'intensité, la fréquence et la trajectoire des zones dépressionnaires aux latitudes moyennes. Ces modifications seraient couplées à celles de la répartition géographique et de l'intensité des précipitations en Europe, arc alpin inclus.
- Aux latitudes moyennes, le réchauffement de l'atmosphère va de pair avec une augmentation de la teneur en vapeur d'eau d'env. 6% par degré (loi de Clausius-Clapeyron). On admet aujourd'hui comme relativement certain que l'intensification du cycle hydrologique qui en résulte contribue à accroître l'intensité moyenne des précipitations et qu'elle exerce un effet plus que

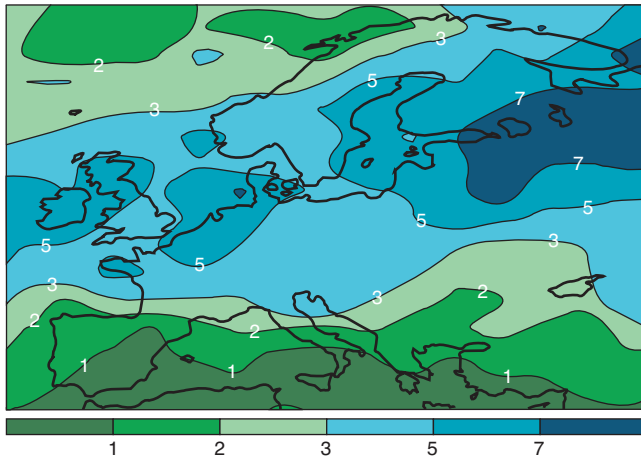


**Figure 31:** Tendances de la fréquence des précipitations journalières intenses (en moyenne un événement par mois) dans 110 stations pluviométriques de Suisse de 1901 à 1994. En haut: augmentation en rouge, diminution en bleu. Les cercles pleins désignent les stations où le changement est statistiquement significatif. En bas: histogramme du pourcentage de changement de la probabilité depuis 1901 pour toutes les stations.<sup>2</sup>

proportionnel sur la fréquence des fortes précipitations.<sup>5</sup>

- L'intensification du cycle hydrologique va aussi de pair avec un renforcement de l'évaporation. Dans des régions telles que le bassin méditerranéen, où la saison sèche dure longtemps, il pourrait s'ensuivre une diminution de la teneur du sol en eau en été et en automne. Cela peut influencer sur la thermodynamique de la troposphère inférieure et sur les précipitations. L'ordre de grandeur de cet effet et son rôle possible dans l'espace alpin ne sont pas encore bien compris.

Les caractéristiques des fortes précipitations de la seconde moitié du 21<sup>e</sup> siècle ont été examinées pour différents scénarios climatiques globaux. La majorité des résultats indique un accroissement global de l'intensité moyenne des précipitations et de la fréquence des précipitations journalières intenses.<sup>6</sup> Cette tendance est confirmée en Europe par les analyses basées sur des modèles régionaux. Ceux-ci indiquent une augmentation du maximum annuel de précipitation journalière de 10-25%, ainsi qu'un accroissement d'un facteur 2 et plus de la fréquence, celle-ci dépassant les extrêmes annuel et cinquantennal actuels des précipitations.<sup>8</sup> Une analyse détaillée de 19 modèles climatiques globaux montre que les hivers extrêmement riches



**Figure 32:** Changement relatif de la fréquence des hivers extrêmement humides en cas de doublement du  $\text{CO}_2$  atmosphérique. Des précipitations d'hiver, qui se produisent aujourd'hui en moyenne tous les 40 ans, augmentent d'un facteur 3 à 5 en Europe centrale et septentrionale. Synthèse de simulations sur 19 modèles climatiques.<sup>7</sup>

en précipitations (temps de retour actuel de 40 ans) pourraient même devenir 3 à 5 fois plus fréquents (figure 32)<sup>7</sup>. Ces augmentations sont attendues pendant le semestre d'hiver sur tout le continent européen et en été avant tout en Europe centrale et septentrionale.

L'augmentation des fortes précipitations, prévue par de nombreux modèles, s'interprète en premier lieu comme conséquence d'un cycle hydrologique stimulé par le réchauffement global (chaîne d'actions b). On considère aujourd'hui l'intensification du cycle hydrologique comme probable sur tout le continent pendant le semestre d'hiver.<sup>9</sup> Dans l'arc alpin, il pourrait s'ensuivre une augmentation des fortes précipitations de longue durée. Celles-ci ne dépendent pas que de la situation météorologique, mais aussi de la quantité d'humidité amenée par l'atmosphère. Les événements extrêmes de l'automne sur le versant sud des Alpes pourraient compter dans cette catégorie.

Il y a cependant de grandes différences entre modèles au sujet des changements à l'échelon régional. Elles découlent du fait que les trajectoires et intensités des zones dépressionnaires (chaîne d'actions a) changent différemment selon les modèles. Aussi ne sait-on pas encore au juste comment et où l'intensification du cycle hydrologique est compensée ou renfor-

cée en Europe par d'éventuelles modifications de la dynamique à grande échelle. Les données quantitatives pour l'arc alpin sont donc tout au plus de grossières estimations.

Fournir des données qualitatives ou quantitatives sur les fortes précipitations d'été dans les Alpes n'est pas possible actuellement. Les modélisations heure par heure font défaut et les modèles comportent des erreurs systématiques importantes pour l'été. En outre, les interactions entre hydrologie du sol, végétation et précipitations d'été (chaîne d'actions c) sont mal comprises; et les modèles disponibles les représentent de façon peu précise.

- 1 Schmidli, J., C. Schmutz, C. Frei, H. Wanner, and C. Schär, Mesoscale precipitation variability in the Alpine region during the 20th century. *Int. J. Climatol.*, 22, 1049–1074, 2001.
- 2 Frei C. and C. Schär, Detection probability of trends in rare events: Theory and application to heavy precipitation in the Alpine region. *J. Clim.*, 14, 1568–1584, 2001.
- 3 Frich P., L. V. Alexander, P. Della-Marta, B. Gleason, M. Haylock, A. M. G. Klein Tank, and T. Peterson, Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Res.*, 19, 193–212, 2002.
- 4 Brunetti M., M. Maugeri, and T. Nanni, Variations of temperature and precipitation in Italy from 1866 to 1995. *Theor. Appl. Climatol.*, 65, 165–174, 2000.
- 5 Frei C., C. Schär, D. Lüthi, and H. C. Davies, Heavy precipitation processes in a warmer climate, *Geophys. Res. Lett.*, 25, 1431–1434, 1998.
- 6 Kharin V. V. and F. W. Zwiers, Changes in the extremes in an ensemble of transient climate simulations with a coupled Atmosphere-Ocean GCM. *J. Climate*, 13, 3760–3788, 2001.
- 7 Palmer T. N. and J. Räisänen, Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate, *Nature*, 415, 512–514, 2002.
- 8 Durman C. F., J. M. Gregory, D. C. Hassell, R. G. Jones, and J. M. Murphy, A comparison of extreme European daily precipitation simulated by a global and a regional climate model for present and future climates, *Q. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 127, 1005–1015, 2001.
- 9 Cubasch U., G. A. Mehl et al., Projections of future climate change. Chapter 9 in: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 525–582, 2001.