

Planche 1.4 Précipitations, températures et écoulement au cours des derniers siècles

Introduction

La présente planche montre des reconstitutions des conditions de précipitations et de température de l'air dans la région alpine à partir de 1659 ainsi que des niveaux d'eau et des débits documentés ou mesurés à partir de 1500 dans un choix de quelques bassins versants. Une partie consacrée aux méthodes met en évidence la particularité et l'importance des sources de données historiques pour l'analyse des conditions climatiques et d'écoulement du passé.

Données de base

Les cartes, séries temporelles et tableaux de la double page reposent sur des reconstitutions climatiques statistiques de [8], effectuées à l'aide d'une analyse en composantes principales et d'une régression multiple et calibrées avec des données instrumentales du 20^e siècle (HISTALP resp. CRU TS 2.1 [4,9]). Les reconstitutions se basent sur une combinaison de longues séries de données instrumentales et d'informations sur le climat tirées de sources écrites historiques et d'archives naturelles (cernes, conditions de gel, carottes de glace, etc.), les jeux de données pour les précipitations et la température étant indépendants les uns des autres. Comme les précipitations sont très hétérogènes spatialement, elles ne peuvent pas être reconstituées avec autant de précision que la température (à 2 m au-dessus du sol). En Suisse, certaines séries de mesures de la température remontent à 1752 (Genève) et à 1754 (Bâle), alors que le relevé systématique des précipitations date de 1863 (cf. planche 2.1²). Plus l'on remonte dans le passé, plus les données disponibles pour la présente reconstitution climatique se raréfient, plus l'imprécision augmente et plus la variabilité diminue. Il s'agit donc d'être prudent dans le traitement des reconstitutions réalisées pour l'époque antérieure à 1750.

En raison des entrées tramées, les calculs des séries temporelles se réfèrent à un espace un peu plus grand que celui montré sur les cartes (v. fig. 3). Le zonage s'inspire du projet HISTALP [4,9]; l'analyse englobe certaines parties des régions nord-ouest et sud-ouest qui y sont définies. Celles-ci sont appelées ici «nord des Alpes» et «sud des Alpes», alors que, pour simplifier, la zone entière de la carte est nommée «région alpine».

Les diagrammes des événements historiques de crue et d'étiage (fig. 1) ont été produits à l'aide d'un choix de données et de sources bibliographiques (notamment [1,5,7,10,12,15,17]) ainsi que de la banque de données électronique EuroClimHist [11]. L'Office fédéral de l'environnement a fourni les valeurs mesurées [3]. La plus longue série continue des niveaux d'eau, respectivement des débits, de Suisse est celle du Rhin à Bâle (depuis 1808). La densité des stations dans les bassins versants suisses augmente à partir du début du 20^e siècle (cf. planche 5.1²). L'ensemble des séries de mesures ont été reprises inchangées, de sorte que les éventuelles imprécisions et hétérogénéités des vieilles séries (p. ex. conversion de niveaux d'eau en débits, rythmes différents des relevés, modification du type d'appareils de mesure, etc.) se sont maintenues.

Variations de la température et des précipitations

Les trois cartes de la rangée supérieure représentent les conditions de précipitations et de température moyennes de 1901 à 1950. Si l'on a choisi cette période de référence, c'est parce qu'elle se situe dans le temps instrumental et ne présente guère de tendances significatives en ce qui concerne les précipitations. Quelques tendances se dessinent cependant dans l'évolution de la température. Pour la représentation cartographique, une interpolation à partir des grilles d'origine (10' • 10' pour les précipitations, 0.5° • 0.5° pour les températures) a été réalisée à l'aide de la méthode du plus proche voisin (Nearest Neighbour Method). Les isolignes et les surfaces sont à interpréter en conséquence; si elles permettent une comparaison suprarégionale, elles ne fournissent aucun renseignement ultra-précis sur les conditions locales.

La deuxième rangée de cartes documente (pour toute l'année de même que pour l'hiver et pour l'été) la répartition spatiale moyenne de la température et des précipitations sur chaque fois 50 ans (première période 1659–1700) en tant qu'écart par rapport à la période de référence. Deux périodes de 50 ans étaient plutôt sèches (1751–1800 et 1851–1900) et deux autres plutôt humides (1801–1850 et 1951–2000), la période de 1659–1700 présentant une image semblable à celle de la période de référence.

Comme le montrent les séries temporelles, les étés avaient tendance à être plus mouillés avant 1800 (par rapport aux quantités de pluie pour l'ensemble de l'année) et plus secs à partir de 1950. Les derniers hivers ont en revanche été plus pluvieux que durant la période de référence, surtout au nord des Alpes. Or, dans les reconstitutions des précipitations, la variabilité diminue sensiblement de 1750 à 1659 environ. Les périodes extrêmes tombant à cette époque ont donc tendance à être sous-estimées.

Les tableaux 1 et 2 font ressortir les années, les hivers et les étés les plus secs et les plus humides au centre de la région alpine. Dans la rangée inférieure, les écarts des précipitations et de la température par rapport à la période de référence sont représentés pour certaines de ces années sous forme de cartes séparées.

Les cartes et les séries temporelles révèlent que jusqu'en 1900 il faisait majoritairement plus froid que durant la période de référence. Ceci est surtout vrai pour le nord des Alpes ainsi que pour les moyennes annuelles et estivales, alors que des températures plus élevées ont été reconstituées pour le sud des Alpes et les moyennes hivernales. Dans la région alpine, c'est généralement vers 1700 et vers 1880 que se trouvent les années les plus fraîches. Une hausse marquée des températures s'observe à partir de 1900 environ. Les phases de chaleur extrême apparaissent (sauf en hiver) vers le milieu du 20^e siècle et dans les dernières décennies.

Événements historiques de crue et d'étiage

La notion de «crues historiques» peut se définir de différentes façons. Il peut s'agir d'une part d'événements ayant eu lieu avant le début du relevé systématique des débits et d'autre part d'événements extraordinaires ou très rares, présentant une période de récurrence de 100 ans ou plus [5]. Dans cette planche, c'est la première définition qui est utilisée.

Les données historiques et instrumentales à la base de la figure 1 renferment diverses informations: les mesures concernent le débit ou le niveau d'eau, alors que les descriptions des événements se rapportent en grande partie aux dégâts. Comme ces deux aspects ne peuvent pas être mis directement en relation [14], les périodes ont été clairement séparées dans les diagrammes. Cela permet d'estimer l'évolution des fréquences et des intensités dans le temps et d'intégrer les événements modernes dans le contexte historique. Les crues historiques de la figure 1 ont été représentées en fonction de l'intensité des dégâts causés (modérés ou graves). Les étiages cités sont uniquement listés, sans être différenciés selon leur ampleur. Si des séries de mesures sont disponibles, un étiage n'est consigné que lorsque la plus faible moyenne sur 7 jours de l'année en question dépasse le quantile à 5 % de la série de mesures.

En procédant à ce type d'estimation, il faut aussi tenir compte des interventions humaines croissantes dans le réseau hydrographique ainsi que des changements de perception de la société. L'exemple du lac de Zurich montre clairement comment le niveau d'eau a été équilibré depuis le début des mesures et maintenu stable depuis 1950 environ par des corrections, des régulations et la construction de centrales électriques. Il y a 150 ans, un niveau de crue tel que celui atteint par le lac de Zurich en 1999 pouvait encore être considéré comme normal. Par ailleurs, les décalages dans la saisonnalité des événements sont à interpréter avec prudence. Le nombre de crues enregistrées dans les cours d'eau représentés semble avoir diminué notamment en automne, mais augmenté en été.

Les informations utilisées pour les diagrammes s'appuient sur des mesures instrumentales ou sur diverses sources historiques. Les extraits de la figure 2 indiquent les sources d'information possibles: les anciennes données de mesures systématiques ont été relevées par la section hydrométrique de l'Inspectorat fédéral des travaux publics. Le diagramme représente les niveaux d'eau les plus bas du lac Majeur de 1867 à 1896. Avant le relevé officiel, il était courant de

marquer des événements isolés au moyen de repères de hautes et de basses eaux. L'une de ces marques, bien connue, se trouve à Bâle sur le Oberer Rheinweg. Le théologien zurichois Wolfgang Haller tenait dans les années 1545–1576 un journal météorologique. Contenant des données historiques qualitatives, ce type de document livre des données climatiques continues, qu'il est souvent aussi possible de quantifier [10]. Le dernier extrait montre la «Metzgerstein» de Zurich, qui, avant sa destruction en 1823, émergeait lors des étiages. La légende rapporte qu'une beuverie a eu lieu à son sommet en février 1585.

En fonction des données de base, des méthodes de traitement et de la qualité des résultats, il est possible de distinguer divers types de données (tab. 3). La caractérisation présentée ici suit l'exemple d'auteurs tels que [2,5,6,10,12,16].

Circulation atmosphérique, précipitations, crues et étiages

Pour les diverses raisons évoquées plus haut, il est difficile d'établir des corrélations directes entre la fréquence des événements et les conditions climatiques, ceci d'autant plus que le climat de la région alpine présente de grandes variabilités. Au niveau de plusieurs décennies (p. ex. pour les cartes des périodes de 50 ans), on utilise donc l'approche des schémas de circulation changeants [8,13,14,16].

Les conditions climatiques extrêmes d'une année particulière peuvent fournir des indications sur les antécédents d'un événement, notamment par rapport à l'accumulation de neige, à la saturation du sol ou au niveau des eaux souterraines et des lacs. Les années humides ne sont toutefois pas toujours riches en inondations, ce qui signifie que des moyennes des précipitations élevées ne s'accompagnent pas forcément de pointes de crue extrêmes: 1977 a été de loin l'année la plus arrosée dans l'ensemble de la zone d'étude, mais il ne s'agit pas d'une année catastrophique extraordinaire, même si les dégâts ont été importants. En 1720, l'année la plus humide au nord des Alpes, des crues sont attestées sur la Reuss et l'Aar, tandis que 1960, l'année la plus pluvieuse au sud des Alpes, n'était pas une année de crue [12].

La prédisposition aux événements extrêmes dépend plutôt de conditions saisonnières moyennes extraordinaires: suite à deux étés extrêmement mouillés, d'importantes crues ont ainsi été enregistrées sur le Rhin, le Rhin alpin, l'Aar et la Reuss l'automne 1852, de même que sur le Rhin alpin et le Tessin l'automne 1890.

Les relations entre les périodes pauvres en précipitations et les basses eaux sont plus évidentes. Des étiages sont en effet rapportés pour toutes les années ou saisons sèches figurant sur les cartes. Par exemple, le Rhin à Bâle a atteint son niveau le plus bas en juin 1949, le lac de Zurich en août 1706, le Rhin en hiver 1779 ou, à nouveau, le Rhin et le lac de Zurich en janvier 1858.

Bibliographie

- [1] **Ambrosetti, W. et al. (1994):** La piena del Lago Maggiore nell'autunno 1993: un evento di portata secolare. Istituto italiano di idrobiologia, Verbania Pallanza.
- [2] **Brazdil, R. et al. (2005):** Historical climatology in Europe – The state of the art. In: Climatic Change 70(3):363–430, Dordrecht.
- [3] **Bundesamt für Umwelt BAFU (2009):** Hydrologische Daten: www.hydrodaten.admin.ch
- [4] **Efthymiadis, D. et al. (2006):** Construction of a 10-min-gridded precipitation data set for the Greater Alpine Region for 1800–2003. In: J. Geophys. Res. Vol. 111(D1), Washington.
- [5] **Gees, A. (1997):** Analyse historischer und seltener Hochwasser in der Schweiz: Bedeutung für das Bemessungshochwasser. Diss. Geographisches Institut der Universität Bern.
- [6] **Glaser, R. (2008):** Klimageschichte Mitteleuropas: 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Darmstadt.
- [7] **Hügli, A. (2007):** Aarewasser: 500 Jahre Hochwasserschutz zwischen Thun und Bern. Bern.
- [8] **Luterbacher, J. et al. (2004):** European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes Since 1500. In: Science 303(5663):1499–1503, Washington.
- [9] **Mitchell, T.D., Jones, P.D. (2005):** An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. In: Int. J. Climatol. 25(6):693–712, Chichester.
- [10] **Pfister, C. (1999):** Wetternachhersage: 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496–1995). Bern.
- [11] **Pfister, C. et al. (2008):** Euro-Climhist. A Data-Base on past Weather and Climate in Europe and its Human Dimension. Historisches Institut der Universität Bern.
- [12] **Röthlisberger, G. (1991):** Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft Birmensdorf.
- [13] **Schmocker-Fackel, P., Naef, F. (2010):** More frequent flooding? Changes in flood frequency in Switzerland since 1850. In: Journal of Hydrology, 3, Amsterdam.
- [14] **Sturm, K. et al. (2001):** Floods in Central Europe since AD 1500 and their Relation to the Atmospheric Circulation. In: Petermanns Geographische Mitteilungen 148 (6):18–27, Gotha.
- [15] **Vischer, D. (2003):** Die Geschichte des Hochwasserschutzes in der Schweiz: von den Anfängen bis ins 19. Jahrhundert. Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, Bern.
- [16] **Wanner, H. (2004):** Dynamic and socioeconomic aspects of historical floods in Central Europe. In: Erdkunde 58, no. 1:1–16, Bonn.
- [17] **Weingartner, R., Pfister, C. (2007):** Wie ausserordentlich war das Niederwasser im Winter 2005/06? Eine hydrologisch-historische Betrachtung des Rheinabflusses in Basel. In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 51, Heft 1:22–26, Koblenz.
- [18] **Wetter, O., Pfister, C., Weingartner, R. (in Vorbereitung):** Hydrological floods over the last 740 years in the Upper Rhine basin.