

Planche 3.4 Variations spatio-temporelles de l'équivalent en eau de la couche de neige

Introduction

Par équivalent en eau de la couche de neige, on désigne l'épaisseur de la lame d'eau qui couvrirait le sol, si la neige fondait complètement et que rien ne s'écoulait, ni ne s'évaporait. Cette grandeur est le plus souvent exprimée en millimètres. Un équivalent en eau de 1 mm représente 1 kg/m^2 . L'équivalent en eau de la couche de neige décrit en fait la réserve en eau, accumulée sous forme de précipitations neigeuses, au cours d'un certain nombre de jours, de semaines ou de mois. La signification de cette grandeur est exposée plus en détail à la planche 3.3.

Bases de données

Comme base de données, on dispose des mesures effectuées aux 53 stations de l'EPF-Z et de l'ENA/EPF-Z où est mesuré l'équivalent en eau de la couche de neige (mesures bimensuelles, parfois hebdomadaires), aux 72 stations de l'ISM où sont mesurées l'épaisseur de la neige (HS) ainsi que l'épaisseur de nouvelle neige (HN) (deux fois par jour) et encore aux 35 stations de l'ENA avec mesures journalières de HS et HN. La planche 3.1 donne une vue générale complète du réseau des stations. Aux stations où seules des hauteurs de neige sont mesurées, les valeurs d'équivalents de la neige fraîche et de la couche totale doivent être calculées à l'aide du modèle de [5] modifié par [6].

Cartes des équivalents en eau

Les cartes représentant les valeurs d'équivalents en eau de la couche de neige donnent un aperçu des valeurs moyennes prises, dans le long terme, par cette variable, aux quatre dates fixes du 1^{er} janvier, du 1^{er} mars, du 1^{er} avril et du 1^{er} mai. En principe ces valeurs se réfèrent à la période 1961–1985, mais on a tout de même utilisé des stations supplémentaires, avec des durées d'observation plus courtes, si celles-ci atteignaient au moins vingt ans. Les cartes sont basées sur une grille à mailles carrées de 2 km de côté et représentent des valeurs classées de l'équivalent en eau. La classe supérieure, ouverte vers le haut, couvre les valeurs supérieures à 1250 mm. Cette classe regroupe les mailles d'altitude élevée où, en général, la répartition de la couche de neige est rendue irrégulière par l'action du vent et des avalanches. Les points d'appui ayant servi à l'interpolation ont été indiqués au moyen de symboles, ce qui permet de distinguer entre les équivalents en eau mesurés et ceux qui ont été calculés à partir de hauteurs de neige, totales ou nouvelles. Pour ces stations de mesure, les valeurs à long terme des équivalents en eau moyens, minimaux et maximaux sont représentés sur la planche 3.3.

Les cartes montrent que les valeurs les plus élevées apparaissent vers la fin de l'hiver, dans les régions élevées des parties orientales et centrales du versant nord des Alpes. La région où l'on observe les plus fortes valeurs se situe vers la source des principaux cours d'eau, le Rhône, le Tessin, la Reuss et l'Aar. Des valeurs plus basses, à altitude égale, se rencontrent dans la partie occidentale du versant nord des Alpes, dans le Valais méridional et en Engadine.

Méthode

La méthode utilisée pour l'interpolation spatiale est le krigeage à trois dimensions, utilisant des fonctions aléatoires intrinsèques d'ordre un ainsi que la covariance généralisée [3], les 160 stations évoquées plus haut servant de points d'appui. En partant du modèle topographique RIMINI, on a interpolé dans les 3 dimensions, avec une résolution de $2 \text{ km} \cdot 2 \text{ km}$. On a utilisé neuf stations pour le calcul des valeurs de chaque élément de surface. Les longueurs différentes des séries ont été compensées par les poids attribués lors du krigeage. Un supplément d'information a pu être

introduit lors d'interpolations dans la 3^{ème} dimension (altitude), quand on disposait des résultats de réseaux de mesure spéciaux, comme au Wägital (entre 900 m et 1800 m d'altitude, [2]), dans l'Alptal (entre 1140 m et 1450 m, [4]), dans la région Linth-Limmern (1800 m à 2900 m) et dans la vallée de Dischma (entre 1600 m et 2100 m d'altitude).

Séries chronologiques des équivalents en eau

Pour un choix de stations, la figure 1 représente des séries chronologiques de l'équivalent en eau, aux quatre dates fixes du 1^{er} janvier, 1^{er} mars, 1^{er} avril et 1^{er} mai. Pour chacune de ces séries on a tracé une courbe, en lissant sur cinq ans les valeurs relevées à ces dates-là, au moyen d'un filtre gaussien passe-bas. Ces courbes subissent des variations présentant une quasi périodicité de dix ans environ. A vrai dire, ces variations se remarquent déjà dans les chroniques des hauteurs de neige (comparer avec la planche 3.1). Les hivers ayant présenté des valeurs élevées ont été par exemple ceux de 1944/45, 1950/51, 1965/66, 1974/75, 1981/82 et 1987/88. A la fin des années 1980 et au début des 1990, on constate une tendance à des hivers pauvres en neige, du moins aux stations situées à des altitudes relativement basses. Mais l'hiver 1991/92 a apporté à nouveau, pour la plupart des stations, des valeurs supérieures à la moyenne. A la station de haute altitude du Weissfluhjoch, on ne peut déceler aucune tendance particulière.

Réserves en eau de quelques bassins versants

La figure 2 représente les valeurs moyennes des réserves en eau nivale des bassins fluviaux du Rhin, de l'Aar et de la Limmat. Elles ont été représentées en fonction de l'altitude, aux échéances du 1^{er} janvier et du 1^{er} avril. Pour chaque bassin, la courbe des réserves nivales dépend fortement de la courbe hypsographique et, à altitude égale, les différences régionales de l'équivalent en eau restent secondaires. Comme on a utilisé une version «généralisée» du modèle d'altitude RIMINI (maille de 2 km • 2 km), il peut y avoir de faibles écarts dans les altitudes, par rapport à d'autres planches de l'Atlas.

Influence de la forêt sur l'équivalent en eau de la couche de neige

En forêt, l'évaluation des équivalents en eau de la couche de neige constitue un problème encore mal résolu. En effet presque toutes les stations de mesure se trouvent en zone découverte. D'une manière générale cependant on peut dire qu'en raison principalement des pertes par interception, les valeurs de l'équivalent en eau de la couche de neige sont plus basses en forêt qu'en terrain découvert. On observe pourtant des exceptions dans les régions où les valeurs sont plutôt basses. Les valeurs de la figure 3 représentent des mesures de comparaison, faites soit sur 4 paires de parcours de mesure dans l'Alptal (entre 1140 m et 1450 m d'altitude, période 1984–1994), soit sur quinze autres paires, dans les monts hessois de l'Allemagne (entre 100 m et 800 m d'altitude, période 1971–1981 [1]). La comparaison a porté chaque fois sur un parcours en forêt de conifères et sur un parcours en terrain découvert, aussi semblables que possible l'un à l'autre, tant du point de vue de l'exposition que de l'altitude. Les conclusions que l'on peut tirer de la figure 3 ne devraient donc pas être transférées, sans quelques précautions, à d'autres régions ou à des forêts feuillues.

Bibliographie

- [1] **Brechtel, H. M., Rapp, J., Scheele, G. (1984):** Der Einfluss des Waldes und der Landnutzung auf die Schneeansammlung und Schneeschmelze in den Hessischen Mittelgebirgen. In: DVWK-Mitteilungen, Nr. 7:567–574, Hamburg.
- [2] **Fischer R. et al. (1994):** Zeitliche und räumliche Variationen der Schneeverhältnisse im Wägital im Zeitraum 1943–1993. Berichte und Skripten, Geographie ETH, Nr. 53, Zürich.

- [3] **Jensen, H. (1989):** Räumliche Interpolation der Stundenwerte von Niederschlag, Temperatur und Schneehöhe. Zürcher Geographische Schriften, Nr. 35, Zürich.
- [4] **Keller, H. M., Strobel, T., Forster, F. (1984):** Die räumliche und zeitliche Variabilität der Schneedecke in einem schweizerischen Voralpental. In: DVWK-Mitteilungen, Nr. 7:257–284, Hamburg.
- [5] **Martinec, J. (1977):** Expected snow loads on structures from incomplete hydrological data. In: Journal of Glaciology Vol. 19, No. 81:185–195, Cambridge.
- [6] **Rohrer, M. (1992):** Die Schneedecke im Schweizer Alpenraum und ihre Modellierung. Zürcher Geographische Schriften, Nr. 49, Zürich.