

Planche 5.11 Etiages – débits moyens minimaux sur plusieurs jours

Introduction

Selon [4], l'étiage est un niveau d'eau ou un débit nettement inférieur à la valeur moyenne calculée sur une longue période. Cette définition n'étant pas quantitative, les valeurs seuils dépendent de la problématique considérée et d'autres paramètres décrivant les caractéristiques des eaux, comme la température: par exemple, un certain niveau d'étiage peut déjà poser problème à la navigation alors qu'il ne perturbe pas encore le déversement des eaux usées. De même, de faibles débits menacent davantage la faune piscicole lors d'une canicule que par des températures fraîches.

Divers paramètres permettent de décrire les conditions d'étiage [9]: en Suisse, c'est le débit Q_{347} qui a force de loi pour la gestion de l'eau (v. planche 5.8). Cependant, selon la problématique, le débit minimal, la durée pendant laquelle le débit demeure inférieur à une valeur seuil ou encore le volume déficitaire par rapport à une valeur seuil peuvent également être importants [5]. En outre, il est souvent intéressant de savoir à quel moment de l'année un étiage survient (saisonnalité).

Lorsqu'on utilise des données sur les débits dans le domaine des étiages, il faut être conscient que l'erreur de mesure relative y est plus importante que dans le cas de débits moyens. Proportionnellement, de légères variations du niveau d'eau se répercutent fortement sur les débits qui en sont déduits, surtout lorsque les chenaux sont larges et peu profonds. A quelques stations de mesure des débits, on essaie de minimiser l'erreur de mesure en aménageant des chenaux d'étiage [8].

Le paramètre d'étiage NMxQ

Le paramètre d'étiage NMxQ indique le plus faible débit moyen sur x jours consécutifs durant une année d'étiage (moyenne minimale calculée sur x jours). Comme dans les eaux alpines les étiages ont souvent lieu en hiver, il est nécessaire d'utiliser ce qu'on appelle des années d'étiage. Si l'on travaillait avec des années civiles, les paramètres d'étiage annuels seraient fréquemment soumis à des dépendances statistiques. Celles-ci apparaissent lorsqu'une période sèche s'étend au-delà du terme de l'année fixé. En effet, deux étiages entrent alors dans la statistique, un pour chacune des deux années consécutives, alors qu'il s'agit en réalité d'une seule période de sécheresse. De telles dépendances sont inacceptables en statistique. L'analyse présentée ici se réfère donc à une année d'étiage qui dure du 1^{er} mai au 30 avril, puisqu'en raison de la fonte des neiges, c'est rarement en avril et en mai que les débits sont les plus faibles.

Cette planche met l'accent sur le paramètre NM7Q, c'est-à-dire sur le plus faible débit moyen sur 7 jours consécutifs durant une année d'étiage (v. fig. 2). On peut aussi choisir des moyennes sur d'autres périodes – par ex. de 1, 14 ou 30 jours (v. tab. 1) [2,3]. Le paramètre NM7Q présente l'avantage de se situer dans un même ordre de grandeur que la moyenne journalière minimale, tout en étant moins exposé aux erreurs de mesure ou aux perturbations à court terme d'origine humaine, qui sont atténuées. Par contre, les moyennes calculées sur de plus longues périodes (NM14Q, NM30Q) ont l'inconvénient d'inclure souvent des débits momentanément élevés, surtout dans les cours d'eau du Plateau et du Jura (v. fig. 2).

Les trois cartes de cette planche représentent différents aspects du paramètre NM7Q. Elles s'appuient sur les données de stations fédérales de mesure des débits. Afin d'en garantir la comparabilité, on a utilisé dans tous les cas les données mesurées durant la période 1984–2003. Le choix de cette période repose sur l'actualité des données ainsi que sur leur disponibilité.

Débits et débits spécifiques moyens

La carte des débits et débits spécifiques moyens renseigne sur les débits d'étiage auxquels on peut s'attendre en moyenne dans divers bassins versants. Le débit spécifique NM7q (NM7Q divisé par la surface du bassin versant) est utilisé pour supprimer l'influence de la grandeur du bassin

versant, et donc pour pouvoir mieux comparer spatialement les données. Ce paramètre est représenté en couleur pour tous les bassins versants qui ne sont pas ou guère influencés par l'activité humaine, pour autant qu'ils ne se situent pas à l'étranger et que les données soient assez sûres. Les bassins versants partiels sans station de mesure en amont sont hachurés. Malgré la variabilité obtenue, quelques motifs spatiaux se dégagent de la carte. De façon générale, les NM7q les plus faibles s'observent dans le Jura et l'ouest du Plateau, les plus importants dans les Alpes. Pour l'heure, cette répartition – de même que la variabilité parfois à petite échelle – est encore impossible à expliquer de façon concluante. Le débit d'étiage en provenance d'un bassin résulte d'un rapport très complexe entre les facteurs les plus divers, comme la quantité et la répartition des précipitations, la température de l'air, l'évapotranspiration, la capacité de rétention d'eau du sol et du sous-sol. La valeur moyenne du débit NM7Q est représentée pour l'ensemble des stations ayant mesuré les débits durant la période 1984–2003, et donc aussi pour celles moyennement ou fortement influencées.

Aujourd'hui, seul un petit nombre de nos cours d'eau ont encore un écoulement naturel; les autres sont influencés à divers degrés par des lacs de retenue, des centrales électriques, des régularisations de lacs (v. planche 5.3), des rejets d'eaux usées par des stations d'épuration ou des dérivations pour l'utilisation de l'eau potable ou l'irrigation (v. planche 5.10). En ce qui concerne les étiages, on distingue les trois degrés d'influence suivants:

- 1) influence nulle à faible: aucune influence notable n'est relevée dans le bassin versant;
- 2) influence moyenne: il existe des influences dans le bassin versant, mais elles ne sont pas repérables dans les données relatives aux étiages et ont donc peu d'importance (par ex. prélèvements d'eau potable);
- 3) influence forte: il existe des influences dans le bassin versant, qui sont également repérables dans les données relatives aux étiages (v. fig. 1). Les lacs de retenue et les dérivations en sont généralement la cause.

Part au débit moyen

La carte qui représente la part au débit moyen situe les débits d'étiage dans le comportement général d'écoulement de leur bassin versant respectif en les comparant aux conditions d'écoulement moyennes. De plus, elle explicite le domaine de variation de la plus faible moyenne sur 7 jours. C'est la part du paramètre d'étiage NM7Q au débit moyen (MQ) de la période 1984–2003 qui y est figurée (NM7Q divisé par MQ). Les colonnes bleues représentent un écoulement au comportement plutôt équilibré, les colonnes vertes et jaunes des étiages s'écartant davantage de MQ. Plus les précipitations sont temporairement stockées sous forme de neige, plus l'écoulement est déséquilibré. Ceci explique pourquoi la part du débit NM7Q au débit moyen est plus faible dans les bassins versants situés en altitude que dans ceux qui sont plus bas.

Saisonnalité

La troisième carte décrit la saisonnalité du débit NM7Q, c'est-à-dire la répartition temporelle de son apparition dans l'année. L'orientation du trait rouge marque la date moyenne d'apparition. Le couleur du secteur du cercle indique la saison. La longueur du trait est une appréciation de l'intensité de la saisonnalité: si le NM7Q apparaît chaque année exactement à la même date, le trait a une longueur de 1 sur le cercle de rayon unité, alors que si son apparition dans l'année est entièrement due au hasard, sa longueur est de 0. Ces deux paramètres sont calculés avec les méthodes de la statistique directionnelle [6].

La carte explicite entre autres le rapport entre le type de régime et la saisonnalité des étiages. Dans les bassins versants alpins, c'est généralement au semestre d'hiver que les débits sont les plus faibles, lorsque les précipitations sont stockées sous forme de neige. Par contre, dans les bassins versants du Plateau et du Jura, les étiages sont fréquents en été et en automne. Leurs dates d'apparition y varient cependant plus fortement qu'en région alpine.

Séries chronologiques d'un choix de stations

Dans les graphiques des séries chronologiques, l'évolution du paramètre d'étiage NM7Q est représentée pour six stations disposant de longues périodes de mesure. A gauche se trouvent trois stations qui correspondent à différents types de régimes (v. planche 5.2) et qui ne sont pas influencées par l'activité humaine. La moyenne glissante sur vingt ans montre que les données ne varient guère sur des périodes d'une certaine longueur et surtout qu'elles ne présentent aucune tendance. On peut donc considérer la période 1984–2003 retenue pour la carte comme représentative d'une plus longue période. Le filtrage passe-bas de la moyenne sur neuf ans fait davantage ressortir les variations à court terme des valeurs annuelles d'étiage [7]. A droite sont illustrées les séries chronologiques de trois stations fortement influencées par des lacs de retenue à partir d'une certaine date. Pour la Viège et le Rhône, la gestion des réserves a entraîné une augmentation des débits au semestre d'hiver, et donc des NM7Q plus élevés. Dans le cas de la Drance de Bagnes, le NM7Q a chuté suite à des dérivations dans d'autres bassins versants (v. planches 5.3 et 5.10).

Temps de retour du NMxQ: l'exemple des années sèches 1947 et 2003

Les temps de retour se basent sur un calcul statistique des probabilités et indiquent la fréquence moyenne d'un certain événement. Les années sèches 1947 et 2003 sont comparées sur les cartes de la figure 3 au moyen des paramètres NM7Q, NM14Q et NM30Q. Un secteur bleu foncé signifie par exemple que le NMxQ correspondant survient en moyenne moins souvent que tous les 100 ans. Pour chacune des deux années sèches, on a représenté toutes les stations alors en service et disposant d'une période de mesure d'au moins 30 ans; quelques stations livrent des données pour les deux années. Les situations météorologiques de 1947 et 2003 étaient comparables: ces deux années, il est tombé de janvier jusqu'en automne nettement moins de précipitations que la moyenne sur une longue période et les mois d'été étaient bien plus chauds que la normale. En raison du déficit de précipitations combiné à des taux élevés d'évaporation, de nombreux cours d'eau du Plateau et du Jura ont subi des étiages, ceci surtout en été et en automne. La comparaison des deux années montre que la situation d'étiage était nettement plus sévère en 1947 qu'en 2003 [1,5].

Bibliographie

- [1] **BUWAL, BWG, MeteoSchweiz (2004):** Auswirkungen des Hitzesommers 2003 auf die Gewässer. Schriftenreihe Umwelt Nr. 369:43–44, Bern.
- [2] **DVWK (1983):** Niedrigwasseranalyse. Teil 1: Statistische Untersuchung des Niedrigwasser-Abflusses. DVWK-Regeln 120/1983, Hamburg.
- [3] **DVWK (1992):** Niedrigwasseranalyse. Teil 2: Statistische Untersuchung der Unterschreitungsdauer und des Abflussdefizits. DVWK-Regeln 121/1992, Hamburg.
- [4] **Loat, R., Meier, E. (2003):** Wörterbuch Hochwasserschutz. Bern.
- [5] **Marti, Ph., Kan, C. (2003):** Vergleich der Trockenjahre 1947 und 2003 – ein Anwendungsbeispiel der Niedrigwasser-Datenbank NQStat. In: Wasser–Energie–Luft 95. Jg. Heft 11/12:333–336. Baden.
- [6] **Pfaundler, M., Wüthrich, T. (2006):** Saisonalität hydrologischer Extreme. Das zeitliche Auftreten von Hoch- und Niederwasser in der Schweiz. In: Wasser–Energie–Luft 98. Jg. Heft 2:77–82. Baden.
- [7] **Schönwiese, C.-D. (2000):** Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler. 3. Auflage:257–264, Stuttgart.
- [8] **Sigrist, B. (1996):** Die Messung extremer Pegelstände. Hydrologische Mitteilung Nr. 24, Bern.
- [9] **Tallaksen, L., Van Lanen, H. (2004):** Hydrological Drought. Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. In: Developments in Water Science 48:139, Amsterdam.