

Planche 5.8 Eléments pour la détermination du débit Q_{347}

Introduction

Pendant longtemps, dans la montagneuse Helvétie où abonde l'eau, les étiages n'ont pas figuré parmi les thèmes favoris de la recherche hydrologique. Mais maintenant cette situation a changé: l'accroissement de la population, ses besoins et ses aspirations, tout cela a conduit à une exploitation plus poussée des ressources en eau. Aussi sommes-nous désormais mis en demeure de n'utiliser l'eau que pour autant que cela reste écologiquement acceptable. Faisant craindre l'augmentation de la fréquence des situations hydrologiques extrêmes, la menace de changements climatiques a réveillé l'intérêt pour les étiages, dans la perspective de scénarios de gestion et de protection des eaux. Par ailleurs, l'utilisation de la notion de débit Q_{347} dans la loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux) a déclenché toute une série de recherches dans les universités comme dans les services spécialisés cantonaux ou fédéraux. Le débit Q_{347} est une des données de base permettant de fixer des débits résiduels convenables à l'aval de prises d'eau ou de retenues (art. 31–33 LEaux).

Définition du débit Q_{347}

A la différence de ce qui se passe avec une crue, un étiage peut être décrit par de nombreux paramètres. Le législateur a choisi le débit Q_{347} , une grandeur devant être établie statistiquement et qui est effectivement publiée de façon standard dans divers annuaires hydrologiques. L'art. 4 LEaux définit le débit Q_{347} comme «le débit d'un cours d'eau atteint ou dépassé pendant 347 jours par année, dont la moyenne est calculée sur une période de dix ans et qui n'est pas influencé sensiblement par des retenues, des prélèvements ou des apports d'eau». Cela signifie que le débit Q_{347} doit être obtenu à partir de mesures, en traçant la courbe des débits classés, appelée aussi courbe ou ligne de durée. Il s'agit en fait d'un polygone des effectifs cumulés [1]. La courbe de durée représente des observations de même poids statistique, classées selon leur grandeur (fig. 1). Le débit Q_{347} représente donc le débit atteint ou dépassé dans 95% des cas, c'est-à-dire non atteint dans 5% des cas.

Variabilité temporelle et spatiale

Les processus produisant le débit sont contrôlés par les caractéristiques climatiques et physiographiques du bassin versant. Etant donné la diversité de ces éléments en Suisse, la durée et le niveau des débits d'étiage varient d'une région à l'autre. Les figures 1 à 5 reflètent ces différences régionales en se basant sur quatre exemples: la Lütschine et la Simme pour l'espace alpin, la Töss pour le Plateau et la Birse pour le Jura. Dans les bassins des Alpes, l'étiage se limite à la période d'octobre à mars. Pour les bassins du Plateau et du Jura, cette période se concentre sur l'été et l'automne mais, néanmoins, l'étiage peut se produire au cours de n'importe quel mois de l'année, comme le montre la figure 2, avec des moyennes sur une longue période et la figure 3 avec les débits moyens journaliers d'une seule année. La raison à cela réside dans les différents processus participant à l'écoulement. Dans les Alpes, les précipitations de l'hiver sont stockées à la surface du sol sous forme de neige et de glace. Les débits les plus bas ont lieu à ce moment-là. Le rayonnement et la température de l'air en tant que facteurs climatiques, la pente, l'exposition et l'altitude comme facteurs physiographiques caractéristiques des bassins, voilà ce qui détermine le niveau et la durée de la période d'étiage. Le stockage d'eau souterraine caractérise les processus d'étiages des bassins du Plateau et du Jura. Les réserves se constituent principalement en hiver et au printemps, en fonction des précipitations et de la fonte des neiges. Les étiages se produisent lorsque ces réservoirs se vident, mais ils peuvent être interrompus par des épisodes de précipitations. Les différences entre Plateau et Jura sont à chercher dans la complexité des caractéristiques hydrologiques.

Conditionné par les périodes sèches ou humides, et aussi par les épisodes froids, le débit Q_{347} est soumis à des variations naturelles (fig. 4), qui se marquent aussi bien dans les séries des valeurs annuelles du débit Q_{347} que dans celles des moyennes sur dix ans. Dans un bassin des Alpes, le rapport entre valeurs maximale et minimale du débit Q_{347} annuel peut atteindre 4 au maximum, pour une longue période. Avec les valeurs moyennes sur dix ans, ce rapport se situe entre 1.3 et 1.5. La méthode de calcul des valeurs moyennes exerce un fort amortissement. Les rapports correspondants pour le Plateau sont significativement plus élevés: pour les valeurs annuelles, ils atteignent une valeur de 10, et une valeur de 2.5 pour les moyennes sur dix ans [1].

La définition même du débit Q_{347} fait que toutes les années n'interviennent pas dans la même mesure dans la formation de la valeur moyenne de la période. La figure 5 montre cela de façon particulièrement évidente. Ici aussi, la différence entre l'espace alpin et la région Plateau/Jura saute aux yeux.

Régionalisation du débit Q_{347}

Malgré la présence de réseaux de mesure d'une densité appréciable, la pratique quotidienne montre toujours et encore qu'à l'endroit précis où est prévue une intervention dans un cours d'eau, ou dans le tronçon où il faudrait fixer des débits résiduels, les débits ne sont pas connus avec précision et qu'il faut les estimer. Au Service hydrologique et géologique national, les premiers travaux sur la question ont montré qu'en raison de leur régime unimodal simple, avec des étiages annuels bien marqués, les bassins du domaine alpin se prêtaient mieux à l'estimation d'étiages que ceux du Plateau, du Jura et des régions basses du sud des Alpes, où en raison des conditions géologiques et climatiques on peut rencontrer des situations plus complexes. Les résultats de cette étude, valables pour l'espace alpin, ont été publiés en 1992, sous forme de recommandations [1]. Quant à la procédure d'estimation elle-même, elle l'a été sous forme d'un logiciel [2]. En raison de quelques lacunes et de l'absence d'une procédure applicable au Plateau et au Jura, la question de l'estimation du débit Q_{347} dans l'ensemble de la Suisse a été reprise en 1995. Non seulement les réseaux tant fédéraux que cantonaux disposaient alors de nouvelles données, mais l'émergence de systèmes d'informations géographiques a amélioré considérablement la situation sur le plan des paramètres décrivant les caractéristiques des bassins versants. Ces recherches ont débouché sur des procédures d'estimation différenciées selon les régions, permettant de modéliser le Q_{347} sur la base de caractéristiques climatiques et physiographiques du bassin versant [3].

Contenu de la carte

La carte constitue une synthèse de l'information disponible aux stations de mesure et des estimations du Q_{347} faites en certains points du réseau hydrographique, à l'aide des procédures mises au point. Ces points d'estimation se situent à l'intersection du réseau hydrographique avec les limites des petits bassins versants (bassins de base) de la planche 1.2. Sur la carte sont représentés aussi bien les Q_{347} aux stations de mesure que les valeurs calculées aux points d'estimation. Afin de prendre en compte la précision des estimations et d'obtenir une image cartographique consistante, on a arrondi les valeurs Q_{347} calculées en ces points et on les a accordées aux valeurs des stations de mesure disponibles, selon des règles bien définies [3]. Les stations de mesure forment la base de la carte. En ce qui concerne les symboles, toutes les stations pour lesquelles une valeur de Q_{347} peut être calculée sont signalées comme telles, pour autant que trois années de mesures au moins soient disponibles et que les débits ne soient pas sensiblement influencés. Les stations cantonales font exception, en ce sens qu'elles figurent sur la carte même si elles n'apportent pas encore trois années de mesure mais que leur maintien est assuré. Les stations pour lesquelles une valeur mesurée correspondant à la période standard 1984–1993 peut être représentée constituent l'élément principal de cette carte. Sur la base de certains critères [3], il a été décidé de faire aussi figurer sur la carte les valeurs mesurées à d'autres stations, même si leur période de mesure se situe en dehors de la période standard. Cette période standard de 10 ans 1984–1993 représente un optimum, compte tenu de l'actualité de l'information et du nombre de stations disponibles. Un système de numérotation permet d'identifier tous les emplacements de mesure et les points d'estimation figurant dans la planche. Selon l'art.

31, al. 1 LEaux, le débit résiduel minimal a été fixé à une valeur constante à partir d'un Q_{347} de 60 000 l/s. Pour cette raison, les grands cours d'eau sont indiqués spécialement sur la carte, à partir des emplacements où cette condition est satisfaite.

Contenu du tableau

La carte est accompagnée d'un tableau qui reprend les éléments de la carte et les complète, pour autant que cela aide à la compréhension ou soit indispensable pour pouvoir effectuer d'autres estimations. Ce tableau est organisé selon l'ordre hydrographique et suit, pour les subdivisions plus poussées, l'ordre des bassins pour le calcul du bilan (voir carte). A l'intérieur de ces bassins, une numérotation courante des stations de mesure et des points d'estimation assure le lien entre carte et tableau. Pour les stations de mesure, on a déterminé le Q_{347} de la période standard 1984–1993, lorsqu'elle était disponible, et de toute la période d'exploitation de la station. Ceci permet de placer la période standard dans le contexte d'une période d'exploitation plus étendue. Pour les points d'estimation, une valeur de débit est calculée selon la procédure d'estimation, puis est harmonisée aux stations de mesure. La surface du bassin versant est une donnée utile pour les interpolations. Elle ne manque que là où sa détermination n'est pas possible pour des raisons géologiques ou hydrogéologiques. Des remarques complètent l'information sur les stations et sur les bassins versants.

Utilisation

La carte sert entre autres choses de base à la détermination des débits résiduels, en fonction des données disponibles:

- Les débits Q_{347} déterminés aux stations de mesure et indiqués dans la carte permettent (au besoin après actualisation des séries de mesures utilisées) de fixer les débits résiduels minimaux selon l'art. 31, al. 1 LEaux.
- Les débits modélisés aux points d'estimation ne représentent qu'une estimation grossière pour l'avant projet. Cette estimation peut être affinée à l'aide d'autres méthodes que les modèles utilisés pour l'élaboration de la carte. On peut par exemple utiliser les données de stations situées en aval ou encore les données provenant de campagnes de mesures. La méthode la mieux adaptée à une situation particulière sera toujours basée sur des considérations scientifiques, et plus particulièrement hydrologiques.
- La précision de débits Q_{347} obtenus par interpolation dépend des données utilisées (mesures ou valeurs estimées).

Le cas échéant, les valeurs estimées devront être corroborées par des mesures de courte durée, sur au moins trois ans. Une publication de l'OFEFP [4] explique en détail la procédure permettant de déterminer le débit Q_{347} , qui permettra à son tour de fixer des débits résiduels minimaux selon les art. 31–33 LEaux.

Bibliographie

- [1] **Aschwanden, H. (1992):** Die Niedrigwasserabflussmenge Q_{347} – Bestimmung und Abschätzung in alpinen schweizerischen Einzugsgebieten. Hydrologische Mitteilung der Landeshydrologie und -geologie, Nr. 18, Bern.
- [2] **Aschwanden, H. (1992):** Ein MS-DOS-Programm zur Berechnung von Mittelwerten des Abflusses und der Abflussmenge Q_{347} . Technischer Bericht Nr. 1992/2-50, Landeshydrologie und -geologie, Bern.
- [3] **Aschwanden, H., Kan, C. (1999):** Die Abflussmenge Q_{347} – eine Standortbestimmung. Hydrologische Mitteilung der Landeshydrologie und -geologie, Nr. 27, Bern.
- [4] **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1999):** Sicherung angemessener Restwassermengen. Bern.