

Exercice n° HA 0706

Estimation du « Base Flow Index » pour le bassin de la Broye à Payerne – Calcul du débit de base à l'aide de deux techniques de séparation des d'écoulements

Avant propos

Le bureau d'ingénieurs pour lequel vous travaillez vous charge de l'étude des étiages du bassin de la Broye à Payerne (surface du bassin versant de 392 km²) en vue de l'estimation du débit atteint ou dépassé en moyenne 347 jours par an Q_{347} .

Selon l'article 59 de la LEaux, « en l'absence de mesures suffisantes pour évaluer le débit du cours d'eau, le débit Q_{347} est déterminé selon d'autres méthodes, telles que l'observation d'événements hydrologiques ou la simulation ». L'une de ces méthodes peut être la régionalisation du Q_{347} pour une région donnée par exemple : cette technique consiste à établir une relation entre certaines caractéristiques des bassins versants (« variables explicatives ») et leur débit Q_{347} dans le cas présent (« variable réponse »). Le rapport entre le débit de base et le débit total (« **Base Flow Index** ») est une variable explicative qui est utilisée dans certaines études de régionalisation, ce qui nécessite l'estimation en continu du débit de base à partir de l'hydrogramme total observé à l'exutoire d'un bassin versant.

Objectifs de l'exercice :

- Effectuer une séparation d'écoulements en appliquant deux méthodes de séparation connues.
- Calculer le « **Base Flow Index** ».

Questions :

En vous basant sur les mesures de débit journalier faites sur le bassin versant de la Broye de 1996 à 1999 (figure 1), on vous demande de répondre aux questions suivantes :

Question 1. Séparer l'écoulement de la crue du débit de base en utilisant la méthode de l'Institut d'Hydrologie de Wallingford, U.K. [Institute of Hydrology 1980] (cf. rappel ci-dessous).

Question 2. Séparer l'écoulement de la crue du débit de base en utilisant un filtre passe-bas selon la formule de Chapman (cf. rappel ci-dessous).

Question 3. Estimer le débit de base puis calculer le « Base Flow Index » pour les deux techniques de séparation d'écoulements. Comparer les résultats.

Données de l'exercice

L'exercice porte sur l'analyse des étiages des bassins de la Broye à Payerne. L'évolution des débits moyens journaliers pour la Broye à Payerne (1996-1999) est représentée dans la figure 1. Les données de cet exercice sont regroupées dans le fichier Excel « HA0706_enonce.xls ».

Hydrogramme de la Broye à Payerne 1996-1999

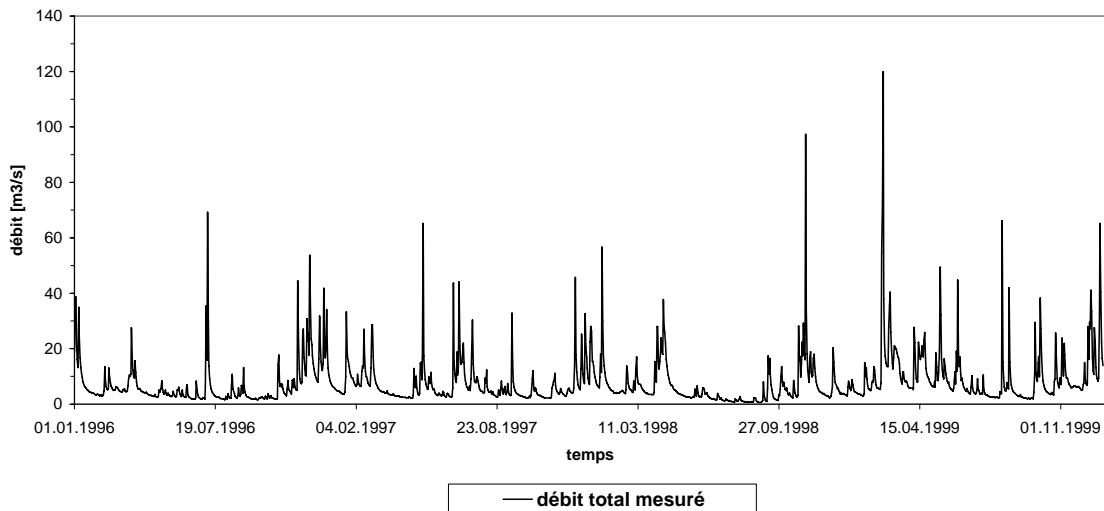


Figure 1 : Débits moyens journaliers enregistrés pour la Broye à Payerne (entre 1996 et 1999).

Rappel : Techniques de séparation des écoulements

▪ Institute of Hydrology [Institute of Hydrology 1980]

Cette technique permet l'estimation du débit de base par de simples règles de séparation et de « lissage » appliquées à l'hydrogramme total observé et qui sont dans l'ordre :

1. Identification des débits moyens journaliers minimaux Q_{min} par période de 5 jours pour la série de débits dans son entier.
2. Pour la série constituée des débits minimaux $Q_{min k}$, $k = 2$ à $N-1$, détermination des « turning points » $Q_{TP i}$, $i = 1$ à n , définis tels que :

$$Q_{min (k-1)} > 0.9 \cdot Q_{min k} = Q_{TP i}$$

$$Q_{min (k+1)} > 0.9 \cdot Q_{min k} = Q_{TP i}$$

3. le débit de base est calculé par interpolation linéaire entre les « turning points ». Il faut bien sur vérifier que le débit de base ainsi estimé est inférieur ou égal au débit total observé.

▪ Chapman [Chapman 1991]

La formule de Chapman [Chapman 1991] donne le débit filtré selon la formule suivante :

$$f_k = af_{k-1} + b(y_k - cy_{k-1})$$

où :

$$a = (3\alpha - 1) / (3 - \alpha)$$

$$b = 2 / (3 - \alpha)$$

$$c = \alpha$$

f_k : débit filtré au pas de temps k [m^3/s].

f_{k-1} : débit filtré au pas de temps $k-1$ [m^3/s].

y_k : débit total au pas de temps k [m^3/s].

y_{k-1} : débit total au pas de temps $k-1$ [m^3/s].

Le paramètre α peut être estimé par $\alpha = e^{-\Delta t/T}$ où Δt est le pas de temps (en heures) et T la constante de récession de la décroissance exponentielle (en jours). Il est égal à l'inverse de l'exponentielle du coefficient de tarissement (coefficient de tarissement exprimé en jours).

Il faut encore contrôler que l'écoulement rapide « filtré » f_k doit être supérieur ou égal à zéro.

▪ Références

Institute of Hydrology, 1980. *Low flow studies, Res. Rep. 1*. Institute of Hydrology, Wallingford, U.K.

Chapman T. G., 1991. *Comment on "Evaluation of automated techniques for base flow and recession analyses"*. Water Resources Research, Vol. 27, n° 7, 1483-1484.