

Exercice n° HA 0703 - Corrigé

Estimation du Q_{347} et de quelques débits d'étiage caractéristiques du bassin du Parimbot (FR, Suisse) à partir de la courbe des débits classés

Données de l'exercice :

Les chroniques de débits moyens journaliers enregistrés pour le Parimbot à la station d'Ecublens (FR, Suisse) entre 1979 et 1993 sont dans la Figure 1 – énoncé et dans le document Excel « HA0703_enonce.xls ». La définition des valeurs du débit résiduel minimal en fonction du Q_{347} selon la loi de protection des eaux (LEaux) suisse se trouvent dans la Figure 2 – énoncé. Le corrigé de l'exercice se trouve également dans un document Excel « HA0703_corrige.xls ».

Question 1. Construction de la courbe des débits

☉ Méthode à appliquer : Construction de la courbe des débits classés par la méthode globale sur une longue période

La courbe des débits classés représente le nombre de jours (ou le pourcentage du temps) durant lesquels la valeur du débit moyen journalier Q , figurant en ordonnée, a été atteinte ou dépassée.

Les débits journaliers observés sur les n années (comptant N valeurs) traitées sont classés par ordre décroissant. Pour un débit Q , la fréquence annuelle est donnée par le rapport $x/(N/365)$, la grandeur x correspond au nombre de jours pendant les n années où ce débit Q a été dépassé (c.a.d. le rang).

☉ Démarche et résultats :

On choisit de représenter le nombre de jour durant lesquels la valeur du débit moyen journalier Q en ordonnée a été atteinte ou dépassée (et non le % du temps).

Etape 1 : Nombre de données de débits moyens journaliers. $N= 5479$ (15 années de mesures)

Etape 2 : Classer les données par ordre décroissant et donner un rang r à chaque valeur.

Etape 3 : Calcul de la fréquence annuelle pour chaque débit Q .

$$f_r = \frac{r}{N} \times 365 \quad \text{avec} \quad \left\{ \begin{array}{l} f_r : \text{fréquence annuelle (en nombre de jour),} \\ r : \text{rang,} \\ N : \text{Nombre de données de débits moyens journaliers.} \end{array} \right.$$

Rang	date (j.mm.aaaa)	débit moyen journalier [l/s]	% du temps (r/N).100	fréquence annuelle (r/N).365
1	02.14.90	7237.8	0.018252	0.07
2	02.07.84	6323.1	0.036503	0.13
3	01.28.79	5231.4	0.054755	0.20
4	01.24.80	5122.5	0.073006	0.27
5	04.06.83	5031.4	0.091258	0.33
6	02.04.80	4297.8	0.109509	0.40
...

Etape 4 : Représentation graphique de la courbe des débits classés (figure 1).

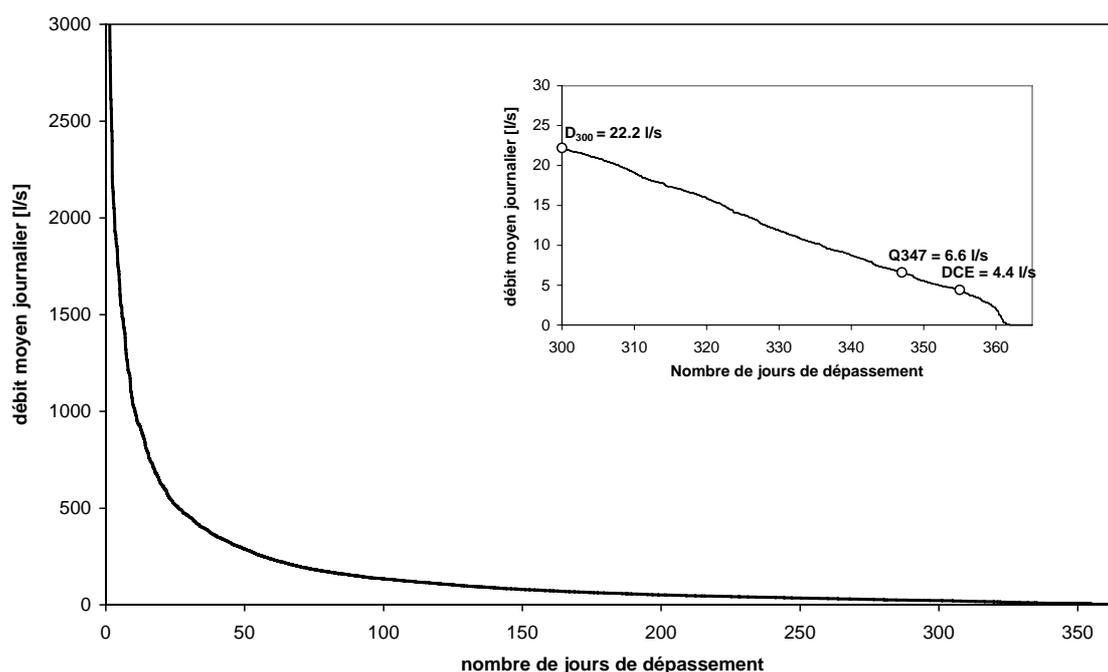


Figure 1. Courbe des débits classés (méthode globale) et débits caractéristiques d'étiage.

Question 2. Estimation des débits d'étiage caractéristiques (DCE, DC10 et Q₃₄₇ moyen)

☉ Méthode à appliquer : Lire les débits caractéristiques d'étiage à partir de la courbe des débits classés

Afin de caractériser le régime d'étiage d'un cours d'eau, on définit habituellement des débits caractéristiques d'étiage moyen :

- **Débit caractéristique d'étiage (DCE)** : débit journalier dépassé en moyenne 355 jours par an.
- **Débit caractéristique de 10 mois (DC10)** : débit journalier dépassé en moyenne 10 mois par an.
- **Q₃₄₇ (ou Q95%)** : débit atteint ou dépassé, en moyenne, pendant 347 jours par an (soit 95% du temps).

Ces différents débits sont déterminés à partir de la courbe des débits classés d'une rivière.

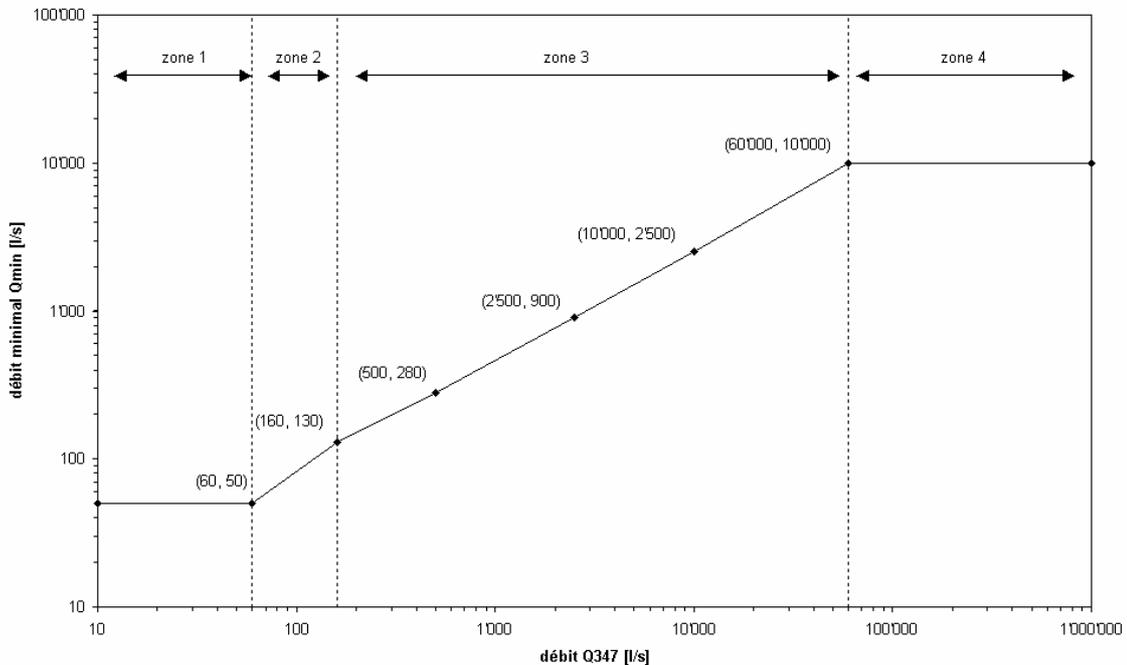
☉ Résultats :

- Débit caractéristique d'étiage (DCE) : environ 4.4 l/s.
- Débit caractéristique de 10 mois (DC10) (on prend Q₃₀₀): environ 22.2 l/s.
- Q₃₄₇ moyen : environ 6.6 l/s.

Question 3. Possibilité d'accorder une concession de pompage ?

☉ Méthode à appliquer : Article de la loi (LEaux) sur les valeurs de débits résiduels minimaux à respecter lors de prélèvements.

Un article de la loi sur la protection des eaux en Suisse (LEaux) fournit les valeurs **seuils** de débits résiduels minimaux à respecter lors de prélèvements à partir du débit Q_{347} (cf. figure 2).



- Zone 1 : débit minimal fixe
- Zone 2 : débit minimal valant $0.8 * Q_{347}$
- Zone 3 : débit minimal adapté à la formule de Matthey
- Zone 4 : débit minimal fixe

Figure 2 : Définition des valeurs du débit résiduel minimal en fonction du Q_{347}

☉ Résultats :

La valeur du Q_{347} (6.7 l/s) se situe dans la zone 1 de la figure proposée dans la donnée de l'exercice ; de ce fait le débit minimal à garantir est de 50 l/s. Cela signifie qu'un pompage de 30 l/s est autorisé pour autant que le débit après pompage (dénommé débit résiduel) ne soit pas inférieur à cette valeur seuil de 50 l/s.

☉ Attention !

La définition des débits résiduels minimaux n'est pas la même suivant l'importance du cours d'eau.

Question 4. Construction de la courbe des débits classés par une deuxième méthode et comparaison des résultats

⊙ Méthode à appliquer : Construction de la courbe des débits classés par la méthode de la moyenne des courbes annuelles.

On peut établir pour chacune des n années d'observation, une courbe annuelle des débits classés. La courbe sur l'ensemble de la période est ensuite obtenue en calculant pour chaque fréquence (jour de dépassement), la moyenne des débits des n courbes annuelles. La valeur du Q_{347} , lue sur une telle courbe, correspondra donc à la moyenne arithmétique des n valeurs Q_{347} annuelles.

Bien que le Service Hydrologique et Géologique National (SHGN) conseille d'utiliser la méthode globale pour calculer le Q_{347} , de la loi suisse de protection des eaux (LEaux), cette méthode est intéressante et peut être utilisée dans d'autres circonstances, car elle permet de visualiser les incertitudes sur les débits caractéristiques d'étiage (cf. figure 3).

⊙ Résultats :

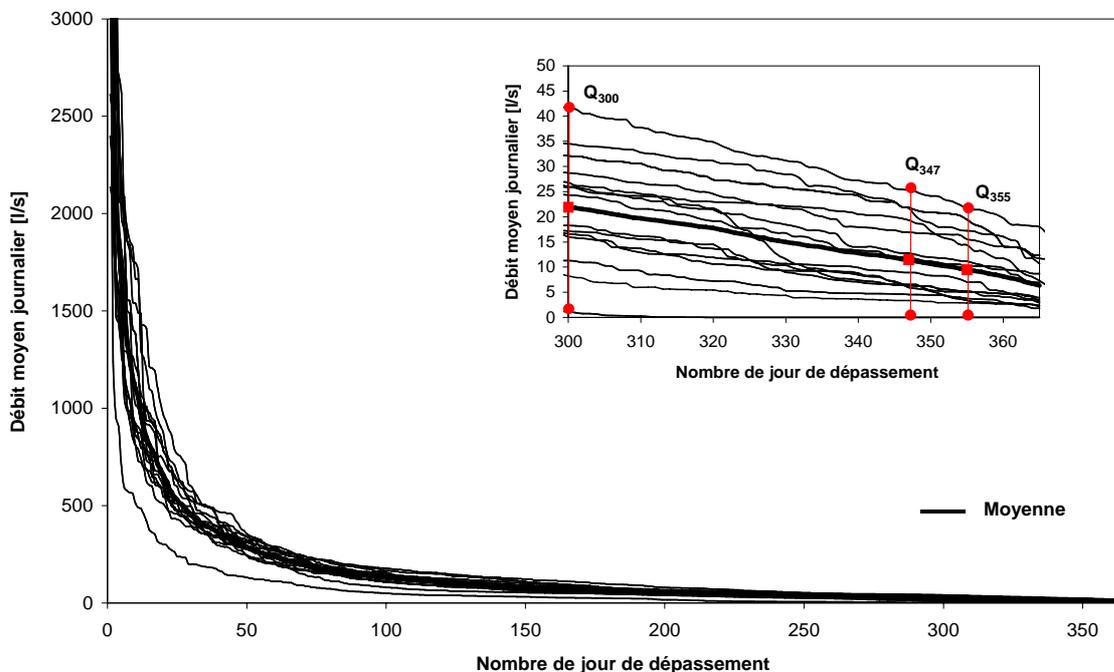


Figure 3. Courbe des débits classés (méthode de la moyenne des courbes annuelles) et débits caractéristiques d'étiage.

- Moyenne des Q_{347} annuels : environ 11.4 l/s.

Cette valeur du Q_{347} moyen est le double de celle obtenue par la méthode globale, mais elle reste dans le même ordre de grandeur !