

Exercice n° HA 0809 - Corrigé

Prédétermination des débits de crue de 10, 20 et 100 ans par la méthode du GRADEX – Application au bassin versant du Parimbot (FR, Suisse)

Données de l'exercice :

L'exercice porte sur le bassin versant du Parimbot à Auboranges de 385 ha. Les caractéristiques de l'ajustement sur une loi de Gumbel des précipitations journalières maximales annuelles se trouvent dans le tableau 1-énoncé. La série chronologique des débits moyens journaliers maxima annuels (entre 1964 et 1984) ainsi que celle des coefficients de pointes sont regroupées dans le tableau 2-énoncé. Les données nécessaires à la réalisation de cet exercice sont aussi regroupées dans le fichier Excel « HA0809_enonce.xls » ou dans le fichier Excel « HA0809_feuillecalcul.xls » qui est à compléter. Les résultats sont disponibles sur le fichier Excel « HA0809_corrige.xls ».

Question 1 : Ajustement des débits moyens maxima annuels sur une loi de Gumbel

La procédure d'ajustement des valeurs maximales annuelles selon une distribution de Gumbel est la suivante :

1. Classer par ordre croissant les valeurs retenues,
2. Associer à chaque valeur un rang r ,
3. Associer à chaque valeur une probabilité cumulée de non-dépassement F (formule de Hazen par exemple).
4. Pour chaque valeur retenue $x_{[r]}$, calculer la variable réduite de Gumbel u ,
5. Estimer les paramètres a et b de la droite d'ajustement par la méthode graphique ou par la méthode des moments.
6. Représenter graphiquement les couples $(u, x_{[r]})$ et (u, x_q) , avec $x_{[r]}$ la valeur observée de rang r et x_q la valeur estimée correspondante.

Avec un ajustement par la méthode des moments, on a alors une estimation des paramètres a_1 et b_1 ($a_1 = 0.6$ et $b_1 = 0.1$) et on obtient une représentation graphique des couples (u_i, x_i) de la série des débits moyens journaliers maxima annuels (cf. figure 1).

Question 2 : Estimation des débits moyens et des débits de pointe de temps de retour 10 et 20 ans par la méthode statistique

Les résultats obtenus pour l'ajustement précédent sont des débits maximaux moyens. Il s'agit donc de multiplier ces valeurs de débits par le coefficient de pointe moyen (coefficient de pointe=débit de pointe/débit moyen) pour obtenir le débit maximum instantané. Dans le cas de cet exercice, il n'y a que 6 coefficients de pointe. La meilleure approximation du coefficient de pointe moyen reste donc la moyenne. Si un nombre très grand de coefficients était disponible, il s'agirait d'en faire une analyse statistique. On obtient ainsi un coefficient moyen $\cong 5,94$. A partir de l'ajustement statistique de la question 1, on calcul alors :

$$Q_{10\text{moy}} = 0,9 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow Q_{10\text{max}} = 5,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{20\text{moy}} = 1 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow Q_{20\text{max}} = 5,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

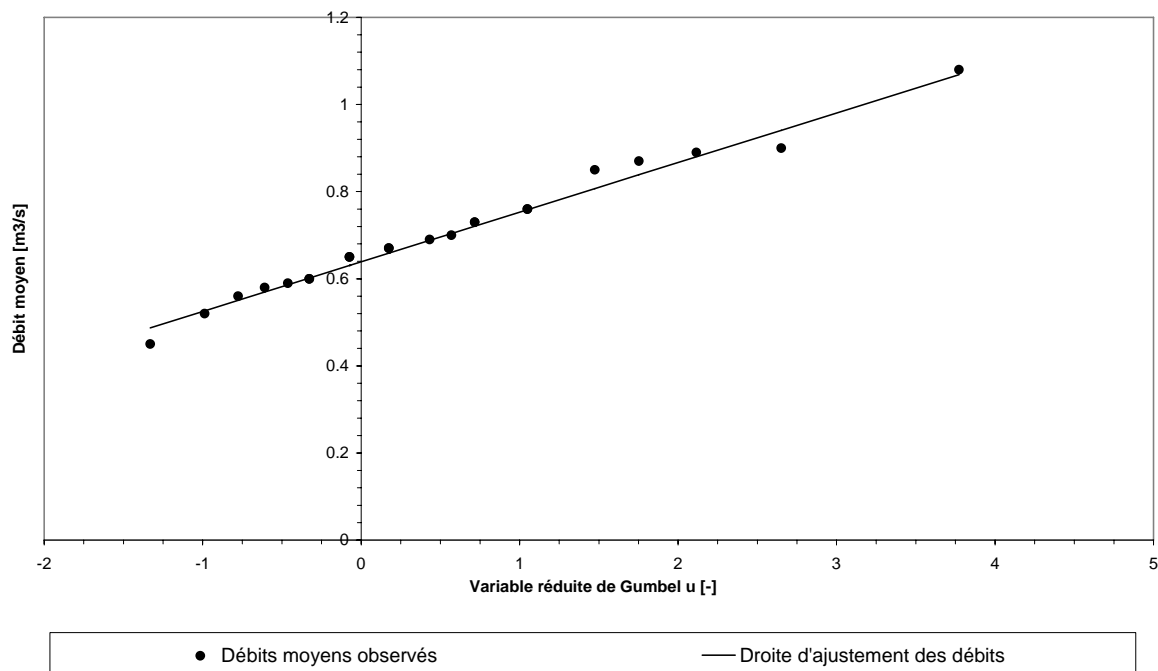


Figure 1. Ajustement graphique du modèle (calcul des paramètres « a » et « b » de la droite d'ajustement de Gumbel par la méthode des moments)

Question 3 : Estimation des débits moyens et des débits de pointe de temps de retour 20 et 100 ans par la méthode du GRADEX

L'ajustement des précipitations selon la loi de Gumbel étant fait, on peut alors tracer la fonction de répartition de la loi de distribution des débits moyens journaliers maximaux, comme la parallèle la droite des pluies ($b_2 = b = 10$) et passant par le point correspondant au débit moyen journalier de temps de retour 10 ans. Il ne faut pas oublier de convertir les valeurs de débit journalier (en m^3/s) en lame écoulée (en mm) afin de pouvoir appliquer la méthode du GRADEX. Ici le débit moyen de temps de retour 10 ans est donné dans la question 2 : $Q_{p(10)} = 5,3 m^3/s = 20.1 mm/24h$.

En appliquant la loi d'ajustement extrapolée des débits pour les temps de retour 20, 50, 100 et 500 et en faisant la conversion adéquate pour avoir des valeurs en m^3/s , on obtient des valeurs de débits moyens journaliers. Il faut encore calculer les débits de pointe en multipliant les valeurs de débits trouvées précédemment par le coefficient de pointe.

Les résultats sont présentés dans le tableau 1 et la figure 2 ci-dessous :

Tableau 1. Débits moyens maximums journaliers et débit de pointe de temps de retour 20, 50, 100 et 500 ans

T	QT [mm/24h]	QT [m^3/s]	Qp [m^3/s]
20	27.3	1.2	7.2
100	43.6	1.9	11.6

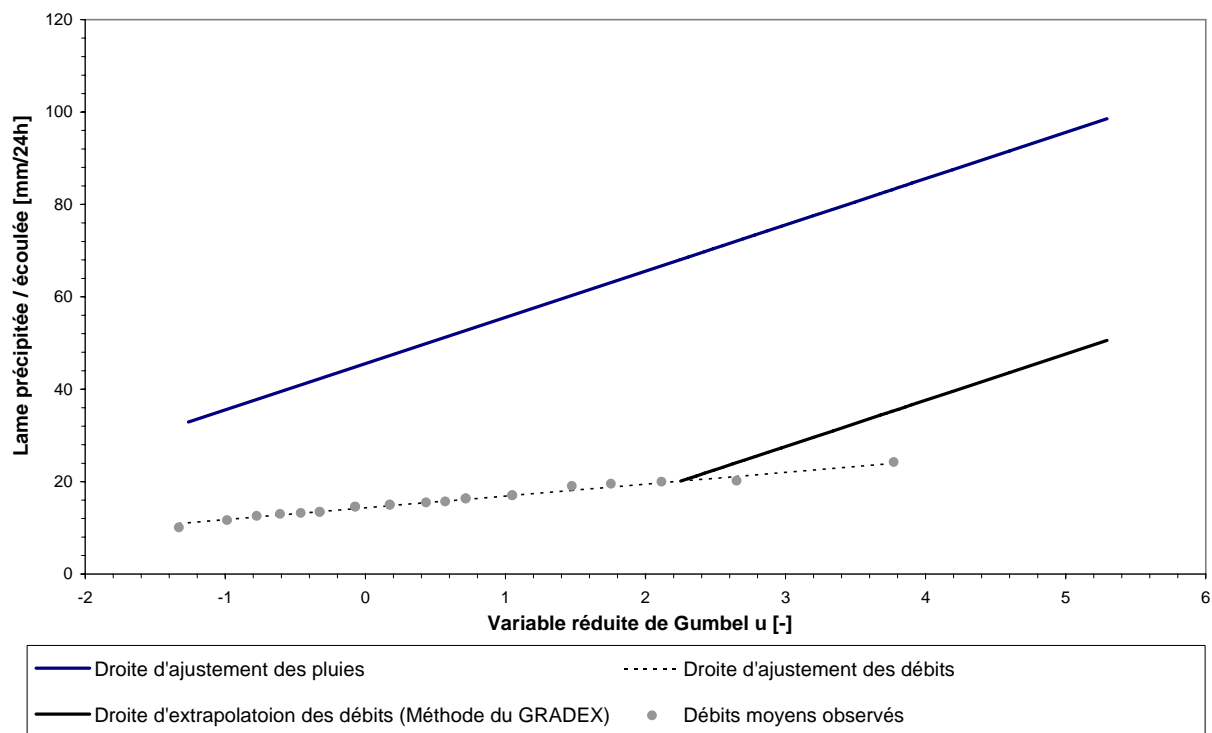


Figure 2. Gradex des pluies (paramètres « a » et « b » de la droite d'ajustement de Gumbel de l'énoncé) et droite d'extrapolation pour les débits.

Question 4 : Commentaires

Pour $T = 20$ ans, l'ajustement statistique des débits nous donne un débit de pointe égal à $5.8 \text{ m}^3/\text{s}$. Par la méthode du Gradex, on obtient $7.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Pour $T = 20$ ans, la valeur la plus sûre est obtenue par ajustement statistique des débits. Avec 10 ans de données, l'extrapolation à un temps de retour égal à 20 ans est raisonnable.

Pour $T = 100$ ans, la méthode du Gradex donne ici des résultats plus fiables, car l'extrapolation est contrôlée par le gradient de l'ajustement des observations pluviométriques.