

Résumé de cours

Aménagements hydrauliques 1



Source : <https://ormvah.com/>

Table des matières

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduction | 5 |
| 1.1 | XX | 5 |
| 1.2 | Crues | 5 |
| 2 | Analyse de séries de données de débits | 7 |
| 2.1 | Explication | 7 |
| 2.2 | Séries annuelles, avec débits maximaux | 7 |
| 2.2.1 | Procédure pour déterminer et extrapoler les temps de retour | 7 |
| 2.3 | Séries gonflées | 9 |
| 2.4 | Séries tronquées | 9 |
| A | Formules | 11 |
| A.1 | Conversion volumes | 11 |
| A.2 | Conversion débits | 11 |
| A.3 | Temps de retour | 12 |
| A.4 | Loi de Gumbel – Séries annuelles | 12 |
| A.5 | Loi de Gumbel – Séries tronquées | 13 |
| B | Calculer un Q pour un T_{retour} donné – Séries annuelles | 15 |

Chapitre 1

Introduction

1.1 XX

1.2 Crues

Chapitre 2

Analyse de séries de données de débits

2.1 Explication

2.2 Séries annuelles, avec débits maximaux

L'étude est la marche à suivre conveniennet pour des séries statistiques avec un débit maximal annuel!

Cela veut dire que pour chaque année (et chaque mois) nous avons le débit maximal, le tout sur une période donnée (plusieurs années) (ex. Tab. 2.1)

| Année | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Juin | Jui | Aoû | Sep | Oct | Nov | Dec |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1965 | 11 | 10 | 14 | 15 | 160 | 205 | 205 | 350 | 145 | 84 | 21 | 18 |
| 1966 | 17 | 19 | 17 | 47 | 105 | 175 | 155 | 150 | 97 | 125 | 25 | 20 |
| 1967 | 17 | 19 | 20 | 39 | 145 | 320 | 240 | 210 | 110 | 75 | 38 | 35 |
| 1968 | 19 | 15 | 21 | 53 | 125 | 205 | 220 | 115 | 140 | 57 | 185 | 40 |
| 1969 | 15 | 13 | 14 | 32 | 120 | 205 | 190 | 175 | 82 | 65 | 45 | 22 |
| ... | | | | | | | | | | | | |
| 1992 | 14 | 13 | 17 | 62 | 110 | 290 | 225 | 215 | 175 | 75 | 46 | 38 |
| 1993 | 28 | 42 | 38 | 49 | 125 | 200 | 180 | 150 | 460 | 170 | 37 | 27 |

TABLE 2.1 – Tableau avec les débits maximums pour chaque mois entre les années 1965 et 1993

2.2.1 Procédure pour déterminer et extrapoler les temps de retour

1. Vérification de la stationnarité des données statistiques :

- Tracer le graphique des débits maximum par années comme la Fig XX
- Vérification que cela ne varie pas en fonction des années (courbe de tendance)
- Visualiser l'évolution des crues de pointe en fonction des années donne un bon aperçu d'une dérive quelconque
- ⚠ Si les données ne sont pas stationnaires; cela ne sert à rien de continuer la procédure pour déterminer les débits extrapolés

2. Vérification de l'homogénéité des données statistiques :

- Tracer le graphique des débits maximum par années comme la Fig XX

- Vérification optionnelle (car implique d'avoir les débits maximaux mensuels)
- Vérification que cela ne varie pas en fonction des années (courbe de tendance)
- Visualiser l'évolution des crues de pointe en fonction des années donne un bon aperçu d'une dérive quelconque

3. Calcul des temps de retour T :

- (a) Classer les débits par ordre décroissant (du plus grand au plus petit)
- (b) Inscrire le rang de chaque débit
- (c) Calculer le temps de retour selon la formule choisie (cf. Tab. A.1)
Conseil : utiliser la [formule de Hazen](#)

4. Calcul des paramètres de la loi de Gumbel :

Appelé aussi ajustement statistiques

- (a) Calcul de la fonction $F(Q_{obs})$
- (b) Calcul des divers paramètres des données statistiques :
 - Moyenne des débits observés $\bar{Q}_{obs} = \Sigma Q_{obs_i}$
 - Ecart-type de la moyenne $\sigma_{Q_{obs}}$ (Excel : ECARTYPE.STANDARD())
 - Paramètre $a = \bar{Q}_{obs} - 0.5772 \cdot b$
 - Paramètre $b = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot \sigma_{Q_{obs}}$
- (c) Calcul du débit Gumbel :
 - i. $U = -\ln(-\ln(F(Q_{obs})))$
 - ii. $Q_{Gumbel} = a + b \cdot U$
- (d) Créer le graphique **GRAPHO1** avec les éléments suivants :
 - Abscisse : U (variable réduite de la loi de Gumbel)
Échelle logarithmique
 - Ordonnée : Débit [m³/s]
 - Données : débits annuels mesurés / débits Gumbel
- (e) Créer le graphique **GRAPHO2** avec les éléments suivants :
 - Abscisse : Temps retour [années]
Échelle logarithmique
 - Ordonnée : Débit [m³/s]
 - Données : débits annuels mesurés / débits Gumbel

5. Extrapolation d'un débit en fonction du temps de retour :

- (a) Reprendre les paramètres a et b déterminer plus tôt
- (b) Fixer les temps de retour $T_{extrapolé}$ souhaités (5, 10, 20, 30, 50, 100, 300 ans)
- (c) Calcul de $F(Q) = 1 - \frac{1}{T_{extrapolé}}$
- (d) Calcul de $U = -\ln(-\ln(F(Q)))$
- (e) Calcul de $Q_{extrapolé} = a + b \cdot U$
- (f) Ajouter la donnée $Q_{extrapolé}$ sur les **GRAPHO1** et **GRAPHO2**

2.3 Séries gonflées

Une série gonflée est une série de données statistiques où nous avons 2 ou plus débits maximaux par année.

2.4 Séries tronquées

Une série tronquée est une série de données statistiques où les débits sont supérieurs à Q_{seuil} .

⚠ Si le seuil est trop bas, on prend des débits très fréquents et des débits extrêmes; qui ne sont peut-être pas homogène.

On prend les séries tronquées pour obtenir les débits fréquents de temps de retour faible; voire inférieur au temps de retour années.

Privilégiez les séries tronquées aux séries gonflées.

Annexe A

Formules

A.1 Conversion volumes

| m^3 | | | dm^3 | | | cm^3 | | | mm^3 | | |
|-------|--|----|--------|-------|-----|--------|------|------|--------|--|--|
| | | | hL | daL | L | dL | cL | mL | | | |
| | | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| | | 0. | 0 | 0 | 1 | | | | | | |

A.2 Conversion débits

$$\begin{aligned}
 1 \text{ ms}^{-3} &= 1000 \text{ Ls}^{-1} \\
 &= 3.6 \times 10^3 \text{ mh}^{-3} \\
 &= 3.6 \times 10^6 \text{ Lh}^{-1}
 \end{aligned}$$

A.3 Temps de retour

| Nom | Formule | Notes |
|------------|----------------------------|--------------------|
| Weibull | $\frac{n+1}{r}$ | Utilisée aux USA |
| Médiane | $\frac{n+0.365}{r-0.3175}$ | |
| Hosking | $\frac{n}{r-0.35}$ | |
| Blom | $\frac{n+0.25}{r-0.375}$ | |
| Cunnane | $\frac{n+0.20}{r-0.40}$ | |
| Gringorten | $\frac{n+0.12}{r-0.44}$ | |
| Hazen | $\frac{n}{r-0.5}$ | Utilisée en France |

TABLE A.1 – Différentes formules de calculs des temps de retour

A.4 Loi de Gumbel – Séries annuelles

| # | Paramètres | Formules | Commentaires |
|---|---------------------------------|--|---|
| 1 | \bar{Q}_{mes} | $\bar{Q}_{\text{mes}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=0}^n Q_i$ | Moyenne des débits mesurés |
| 2 | $\sigma_{\bar{Q}_{\text{mes}}}$ | $\sigma_{\bar{Q}_{\text{mes}}} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=0}^n (Q_i - \bar{Q}_{\text{mes}})^2}$ | Ecart-type de la moyenne des débits mesurés |
| 3 | a | $a = \bar{Q}_{\text{mes}} - 0.5772 \cdot b$ | |
| 4 | b | $b = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot \sigma_{\bar{Q}_{\text{mes}}}$ | |
| 5 | $F(Q)$ | $F(Q) = 1 - \frac{1}{e^{-\frac{Q-a}{b}}}$ | |
| 6 | $F(Q)$ | $F(Q) = e^{-e^{-\frac{Q-a}{b}}}$ | |
| 7 | Q | $Q = a + b \cdot U$ | Débit selon la loi de Gumbel |
| 8 | U | $U = -\ln[-\ln(F(Q))]$ | Variable réduite de Gumbel |

TABLE A.2 – Ajustement statistique par la loi de Gumbel

A.5 Loi de Gumbel – Séries tronquées

| # | Paramètres | Formules | Commentaires |
|----|---------------------------------|--|---|
| 1 | \bar{Q}_{mes} | $\bar{Q}_{\text{mes}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=0}^n Q_i$ | Moyenne des débits mesurés |
| 2 | $\sigma_{\bar{Q}_{\text{mes}}}$ | $\sigma_{\bar{Q}_{\text{mes}}} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=0}^n (Q_i - \bar{Q}_{\text{mes}})^2}$ | Ecart-type de la moyenne des débits mesurés |
| 3 | a_{exp} | $a_{\text{exp}} = \bar{Q}_{\text{mes}} - b_{\text{exp}}$ | |
| 4 | b_{exp} | $b_{\text{exp}} = \sigma_{\bar{Q}_{\text{mes}}}$ | |
| 5 | λ | $\lambda = \frac{\text{nombre de débits}}{\text{nombre de valeurs}}$ | |
| 6 | a | $a = a_{\text{exp}} + b_{\text{exp}} \cdot \ln(\lambda)$ | |
| 7 | $F(Q)$ | $F(Q) = 1 - \frac{1}{T}$ | |
| 8 | $F(Q)$ | $F(Q) = e^{-e^{-\frac{-(Q-a)}{b}}}$ | |
| 9 | Q | $Q = a + b \cdot U$ | Débit selon la loi de Gumbel |
| 10 | U | $U = -\ln[-\ln(F(Q))]$ | Variable réduite de Gumbel |

TABLE A.3 – Ajustement statistique par la loi exponentielle et la loi de Gumbel

Annexe B

Calculer un Q pour un T_{retour} donné – *Séries annuelles*