

Exercice n° HG 0304 - Corrigé

Calcul du coefficient d'abattement de la pluie – Application au bassin versant de la Lütschine (BE, Suisse)

Données de l'exercice

On dispose de 4 séries de pluies maximales enregistrées à pas de temps journalier sur 4 stations du bassin versant de la Lütschine (BE, Suisse - 379 km²) et pour la période de 1961 à 1993 (tableau 1-énoncé). Ces données sont également disponibles dans un fichier Excel « HG0304_enonce.xls ». Le corrigé est aussi dans un fichier Excel « HG0304_corrige.xls ».

Question 1 : Calcul du coefficient d'abattement des pluies

☉ Méthode à appliquer : Coefficient d'abattement

De nombreuses définitions différentes de coefficients d'abattement existent. Il est possible de calculer des coefficients d'abattement pour des événements pluvieux particuliers généralement épicentrés : calculés en prenant comme référence ponctuelle l'épicentre de la pluie. La lame d'eau moyenne peut être calculée sur une surface centrée sur l'épicentre ou correspondre à la lame d'eau moyenne maximale de l'événement ...

Le terme de coefficient d'abattement ou de coefficient de réduction recouvre aussi une autre définition d'origine française qui semble mieux convenir au problème de calcul des pluies moyennes à partir d'observations de longue durée à un poste pluviométrique. Supposons connue la répartition statistique des averses ponctuelles en un lieu donné. Le problème de recherche de la pluie moyenne sur une surface peut se poser de la façon suivante: étant donnée une pluie ponctuelle en un point arbitraire de la surface et sa probabilité de non-dépassement, quelle est la pluie moyenne de même probabilité sur cette surface?

On peut donc définir le coefficient d'abattement dit « probabiliste » comme le rapport de la pluie moyenne de fréquence donnée à la pluie ponctuelle de même fréquence :

$$K = \frac{P_m}{P} \quad (1)$$

K	: coefficient d'abattement
P _m	: pluie moyenne sur la surface, de fréquence donnée
P	: pluie ponctuelle de même probabilité

Cette définition implique qu'en chaque point, la pluie suit une même loi de probabilité. Cette condition d'isotropisme de la pluie sur la surface est assez bien respectée pour une région homogène et peut s'appliquer dans le cas de petits bassins versants.

☉ Démarche et résultats

Etape 1 : Calcul des pluies journalières moyennes maximales sur le bassin. Pour chaque événement, on calcul la moyenne pondérée des intensités journalières maximales mesurées pour les quatre postes pluviométriques (considérés comme étant représentatifs de la pluie tombant sur la surface du bassin). Les facteurs de pondération ne sont autres que les proportions de la surface que l'on a attribuées à chaque pluviomètre selon l'altitude.

Etape 2 : Ajustement statistique pour les cinq séries de données (4 séries pour les stations et une série pour la moyenne calculée). Pour chaque série, la démarche est la suivante :

- Trier les valeurs dans l'ordre croissant.
- Attribuer un rang à chaque valeur (Remarque : comme chaque série comporte 30 valeurs, la variable réduite peut être calculée une fois pour toutes, ne dépendant que du rang).
- Calcul de la fréquence empirique pour chaque rang (Hazen).
- Calcul de la variable réduite « u » du Gumbel.
- Représentation graphique des couples (u_i, x_i) de la série à ajuster
- Ajustement d'une relation linéaire de type $x_q = a + bu_q$ aux couples (u_i, x_i) (figure 1) et en déduire les deux paramètres a et b . Avec un ajustement de type graphique (à l'œil), on a alors une estimation des paramètres a et b .

Il est intéressant de représenter ensuite chaque station sur un graphique avec la moyenne, pour examiner leur comportement.

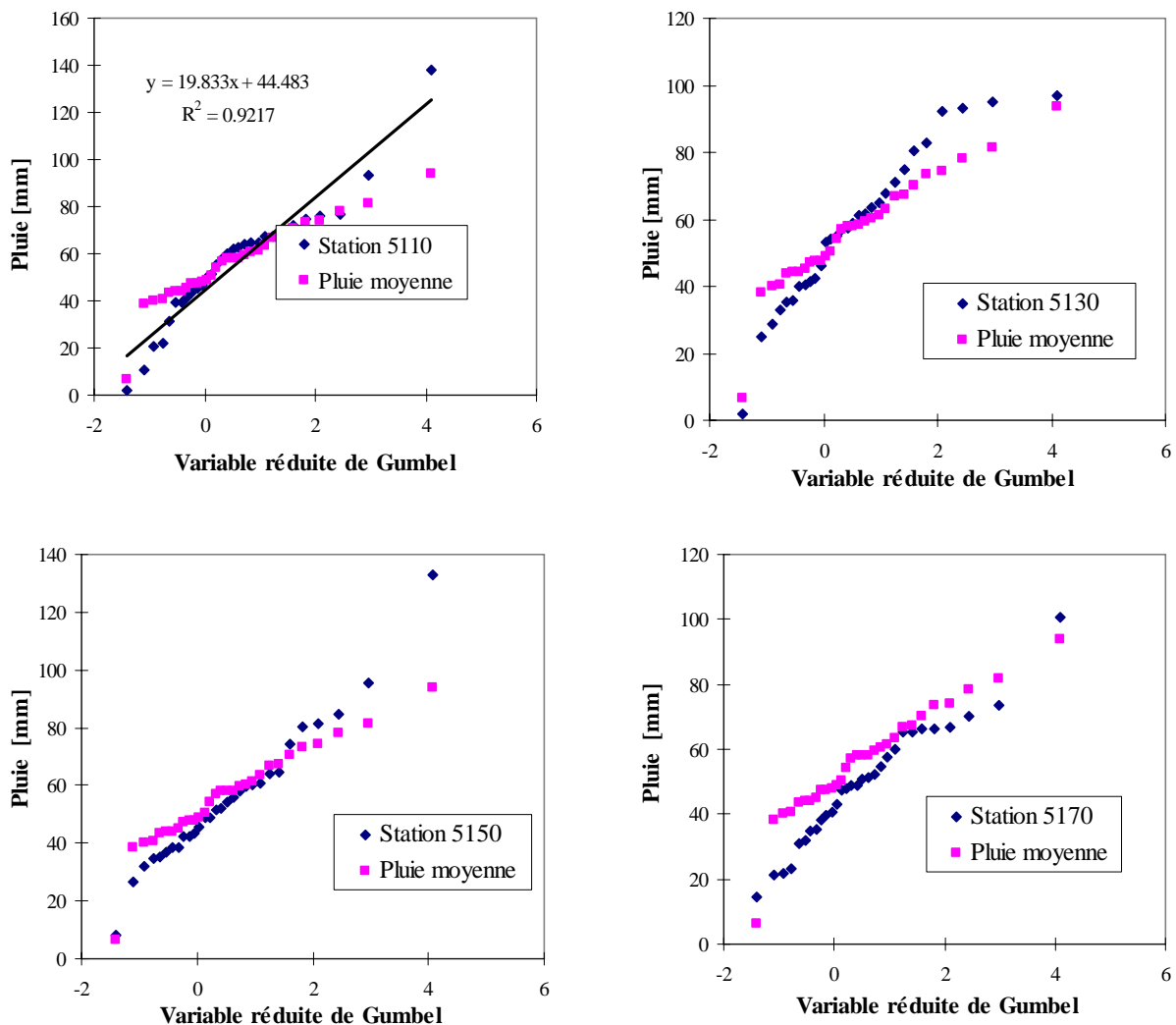


Figure 1. Ajustement graphique des modèles

Etape 3 : Utilisation du modèle statistique pour estimer les intensités journalières maximales de différents temps de retour T . Par exemple pour $T=5, 10$ et 20 ans.

- Calcul de la fréquence de non-dépassement pour T donné.
- Calcul de la variable réduite de Gumbel correspondante.
- Calcul du quantile correspondant d'après la relation linéaire (avec a et b fournis par l'étape 2 précédente)

La lame d'eau moyenne sur une durée donnée et de période de retour donnée peut être alors comparée à l'intensité ponctuelle

Etape 4 : Calcul du coefficient d'abattement. Pour chaque station pluviométrique et pour un temps de retour donné, on peut calculer le coefficient d'abattement d'après la relation (1) ci-dessus.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Temps retour	u	Station 5110		Station 5130		Station 5150		Station 5170		Pluie moy P[stat]
		P[stat]	K	P[stat]	K	P[stat]	K	P[stat]	K	
5	1.50	74	91%	73	92%	73	93%	63	108%	68
10	2.25	89	86%	86	89%	87	89%	73	105%	77
20	2.97	103	83%	99	87%	100	86%	84	103%	86

On peut constater immédiatement que le coefficient d'abattement décroît alors que le temps de retour croît. Cela signifie que plus un événement est rare, donc probablement violent, plus une pluie ponctuelle a de chances d'être importante par rapport à la moyenne qui tombera sur un bassin versant.

Remarques :

- ◆ Cet exercice porte sur des pluies de 24 heures, par conséquent les différences spatiales s'en trouvent peut-être un peu émoussées par rapport à un pas de temps plus fin.
- ◆ Le coefficient d'abattement compare la moyenne à des événements ponctuels, il est donc généralement inférieur à l'unité, car une pluie a plus de chances d'être importante en un endroit que sur tout un bassin.
- ◆ Le bassin versant de la Lütschine est relativement étendu, ce qui explique les disparités importantes d'un pluviomètre à l'autre.
- ◆ les valeurs d'une ligne du tableau ci-dessus ont le même temps de retour, mais il s'agit d'une moyenne statistique, ce qui n'implique pas que ces pluies ont lieu en même temps aux quatre endroits du bassin !

Question 2 : Autres calculs du coefficient d'abattement des pluies?

De nombreux auteurs ont cherché à établir une relation entre les pluies ponctuelles et la pluie moyenne sur une surface. La plupart des formules établies par les Anglo-saxons mettent la pluie moyenne en relation avec la pluie ponctuelle mesurée au point d'intensité maximum ou au point de plus forte précipitation. Or les précipitations mesurées sur un bassin ne le sont que rarement au point d'intensité maximale. De telles formules exigent par conséquent une étude du comportement des averses et le tracé des isohyètes pour déterminer le lieu et la valeur du maximum de précipitation.

Le problème de ces formules empiriques est que les seules grandeurs à intervenir sont la superficie du bassin et la durée de la pluie. En revanche, il existe d'autres formules, par exemple, la formule du ministère français de l'agriculture, qui font intervenir le temps de retour sous forme de la probabilité de dépassement. Cependant, elles ne peuvent généralement pas s'appliquer telle quelle. Il s'agit par exemple de vérifier dans quelles conditions et pour quel type de milieu elles ont été établies. L'idéal est de trouver une formule établie pour la région sur laquelle on travaille.