

Exercice n° HA 0204 - Corrigé

Différentes fonctions de production appliquées à un événement pluie – débit – Application à la région de Payerne (VD, Suisse)

Données de l'exercice :

L'exercice porte sur les données pluie – lame ruisselée pour un bassin versant voisin regroupées dans le Tableau 1. Les données de cet exercice sont aussi regroupées dans le fichier Excel « exercice « HA0204_enonce.xls ». Le corrigé de l'exercice se trouve également dans un document Excel « HA0204_corrige.xls ».

Question 1. Vérification de la valeur du Curve Number

© Méthode à appliquer : Calcul de la pluie nette (et donc de la lame ruisselée) par la méthode du Curve Number

L'hypothèse principale de la méthode SCS (Soil Conservation Service) est que le rapport des pertes réelles sur les quantités d'eau ruisselées est égal au rapport des pertes maximales potentielles sur le ruissellement maximum potentiel.

Ceci peut s'écrire simplement comme suit :

$$\frac{P_n}{P - P_n - I_a} = \frac{P - I_a}{S} \quad (2)$$

- P = Précipitation totale (Pluie brute)
- I_a = Pertes initiales avant submersion (parfois considérée comme $I_a = 0.2 \cdot S$)
- P_n = Pluie nette (Précipitation participant au ruissellement Q)
- $P - P_n - I_a$ = Pertes additionnelles. Ce sont les précipitations infiltrées après le début du ruissellement
- $P - I_a$ = Ruissellement maximum potentiel.
- S = Pertes maximales potentielles

Et la pluie nette P_n (ou le ruissellement Q) s'exprime par :

$$P_n = \frac{(P - I_a)^2}{P + S - I_a} \quad (3)$$

Afin de standardiser les courbes représentant la pluie nette en fonction de la pluie brute, le SCS a introduit un paramètre sans dimension se nommant "Curve Number" (CN). Ce paramètre est normé tel que $0 < CN \leq 100$ et rapporté en unités métriques. Plusieurs expressions de CN ont été obtenues suivant les conditions antécédentes d'humidité. On a ainsi :

a) Conditions normales: $CN(II) = \frac{25400}{S + 254} \quad (4)$

b) Conditions sèches: $CN(I) = fct(CN(II)) \quad (5)$

c) Conditions humides: $CN(III) = fct(CN(II)) \quad (6)$

Enfin, le Soil Conservation Service a établi des relations entre les valeurs du Curve Number en fonction du type et de l'utilisation de différents sols. On en déduit S pour une condition antécédente d'humidité donnée.

⊙ Démarche et résultats

Pour juger de l'adéquation entre la lame ruisselée calculée avec une valeur de 80 pour le CN et la lame ruisselée observés de l'énoncé, la démarche suivante vous est proposée :

Etape 1. Pour chaque pluie totale, calculer la lame ruisselée par la méthode du *Curve Number* proposé par le Soil Conservation Service (SCS) avec $CN=80$ et pour des conditions normales.

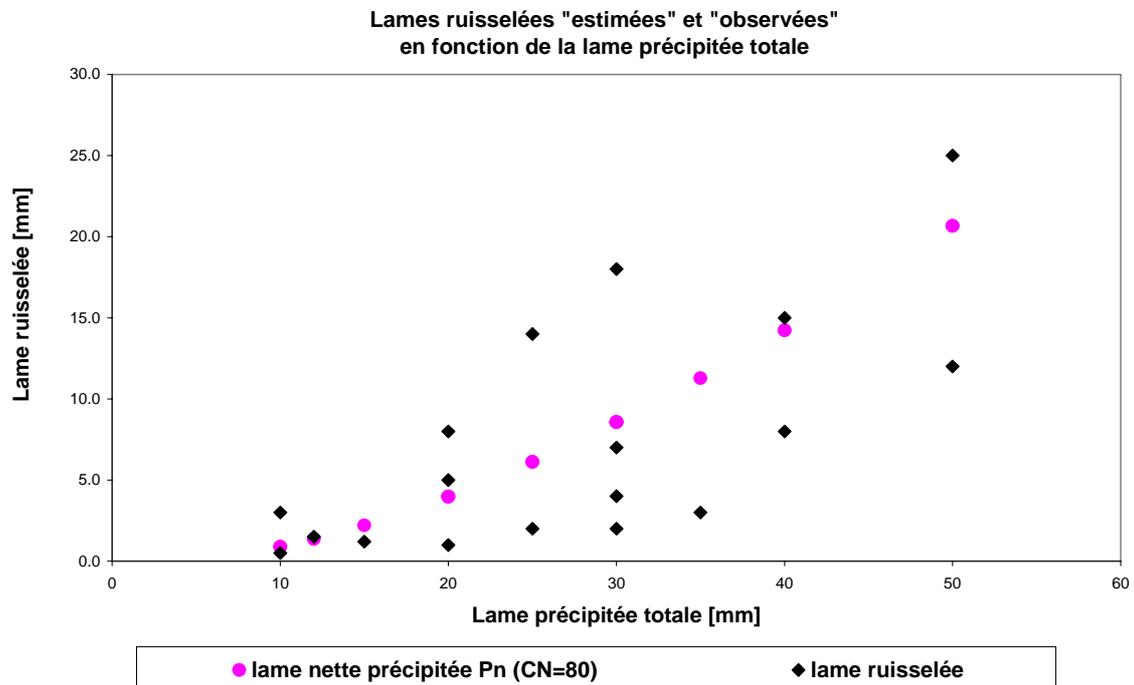
- Estimation des pertes maximales potentielles S d'après l'équation (4).

$$CN(II) = \frac{25400}{S + 254} \text{ soit } S = \frac{25400}{CN(II)} - 254 = 63.5 \text{ mm}$$

- Estimation des pertes initiales. On fixe pour le bassin considéré des pertes initiales I_a de 2 mm.
- Estimation des lames nettes précipitées P_n (Q_n) d'après l'équation (3) pour chaque pluie totale.

Etape 2. Reporter sur un même graphique les lames ruisselées estimées précédemment et celles proposées dans l'énoncé en fonction de la lame précipitée totale.

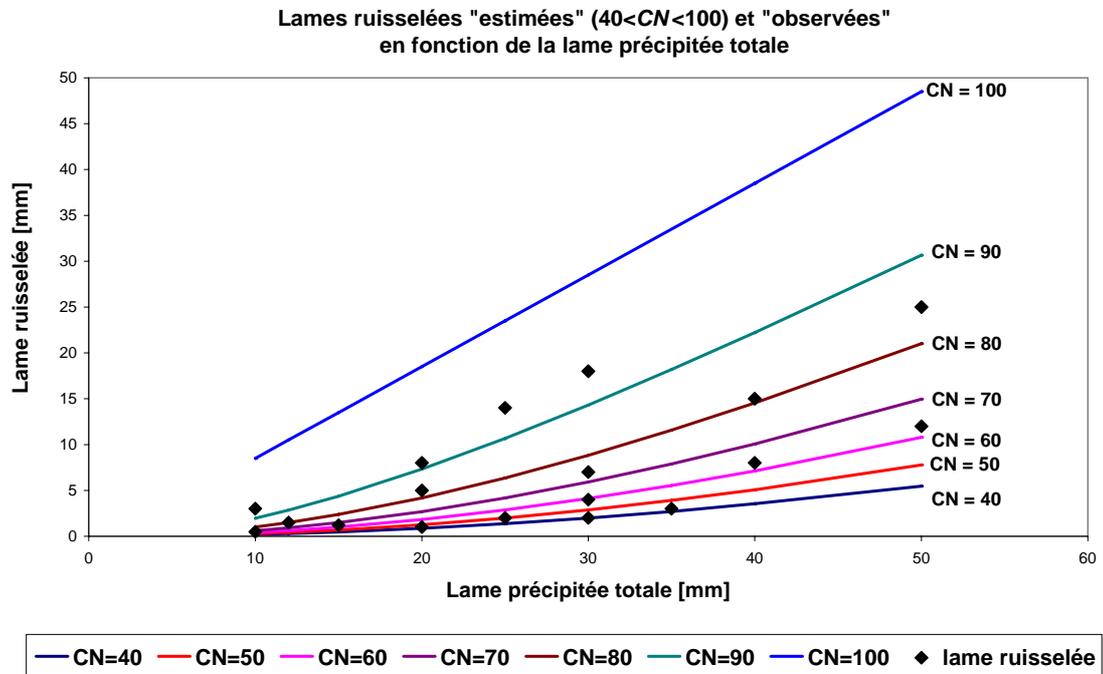
Il ressort de cette figure que la dispersion des points est importante autour de la courbe $CN = 80$. Pour une même valeur de pluie, il peut y avoir plusieurs valeurs de lames ruisselées. La valeur de 80 pour le *Curve Number* ne semble donc pas adéquate et on peut donc conclure que le choix de CN était mauvais.



Question 2. Estimation d'une valeur de CN représentative des observations

On peut maintenant essayer de calculer une meilleure valeur de *CN*, par tâtonnement successif. Avec une feuille de calcul, il est aisé de faire varier la valeur de *CN* jusqu'à ce que la courbe ainsi déterminée passe bien par le nuage de points donné.

Cependant le nuage de points étant très dispersé, il n'est pas évident de trouver une valeur unique comme le montre la figure ci-dessous.



En effet, pour une même pluie totale, on a enregistré différentes valeurs de lame ruisselée. Ceci est lié à l'influence des conditions antécédentes d'humidité sur la quantité d'eau ruisselée : pour une même quantité de pluie, si celle-ci tombe sur un sol déjà gorgé d'eau, le ruissellement sera important. Au contraire si le sol est initialement sec, l'infiltration sera plus importante et la quantité d'eau ruisselée moindre.

Finalement le choix d'un *CN* dépendra des conditions antécédentes d'humidité considérées : on peut faire passer une courbe par le bas ou le haut du nuage de points.