

## Exercice n° HA 0115 - Corrigé

### Séparation des écoulements en deux composantes à l'aide de l'Oxygène 18 - Application au bassin versant de la Haute-Mentue (VD, Suisse)

#### Données de l'exercice :

Les mesures fournies ont été faites dans la partie forestière du bassin de la Haute-Mentue, dans les bois du Jorat à l'exutoire du sous-bassin de Bois-Vuacoz (24 ha). Les teneurs en oxygène 18, de la nappe, de la pluie arrivant au sol et de l'eau du sol sont données dans le tableau 1 -énoncé. Les débits et les teneurs en oxygène 18 enregistrés à l'exutoire du sous-bassin de Bois-Vuacoz sont donnés dans le Tableau 2 -énoncé. Les hauteurs de précipitations sont également reportées dans ce tableau.

Le fichier Excel « HA0115\_enonce.xls » contient les données de l'événement du 8-9 septembre 1993. Le corrigé se trouve aussi le fichier Excel « HA0115\_corrige.xls »

#### Question 1. Rappel sur l'utilisation des traceurs

Pour l'utilisation de modèles de mélange isotopiques à deux composantes et un traceur, les hypothèses suivantes sont avancées :

- l'eau « ancienne » est caractérisée par une valeur isotopique unique ou de variation connue, de même que l'eau « nouvelle »
- le signal isotopique de l'eau « ancienne » est significativement différent de celui de l'eau « nouvelle »
- la contribution de l'eau du sol est négligeable ou prise en compte
- la contribution de l'eau stockée en surface est négligeable

L'utilisation de traceurs environnementaux comme la silice et le calcium est sujette aux mêmes hypothèses, auxquelles s'ajoute celle de la non-réactivité des traceurs avec l'environnement qu'ils traversent, ceci du moins à l'échelle de temps de l'événement étudié.

#### Question 2. Séparation des écoulements en deux composantes.

##### ⊙ Méthode à appliquer : modèle mathématique de mélange à deux composantes

Les deux composantes à identifier sont l'eau « ancienne » (i.e. présente dans le bassin versant avant le début de l'épisode pluvieux) et l'eau « nouvelle » qui provient des précipitations.

Le modèle mathématique de mélange consiste à exprimer la conservation du débit à l'exutoire du bassin (équation 1), ainsi que de la masse du traceur observé pour effectuer cette séparation (équation 2).

$$Q_t = Q_a + Q_n \quad (1)$$

$$\delta_t \cdot Q_t = \delta_a \cdot Q_a + \delta_n \cdot Q_n \quad (2)$$

$Q_t$  : débit total mesuré à l'exutoire, en [l/s]  
 $Q_a$  : débit de l'eau « ancienne », en [l/s]  
 $Q_n$  : débit de l'eau « nouvelle », en [l/s]  
 $\delta_t$  : concentration du traceur dans l'écoulement total à l'exutoire  
 $\delta_a$  : concentration du traceur dans l'eau « ancienne »  
 $\delta_n$  : concentration du traceur dans l'eau « nouvelle »

La résolution de ce système est immédiate et l'on obtient :

$$Q_a = Q_t \cdot \frac{\delta_t - \delta_n}{\delta_a - \delta_n} \quad (3)$$

$$Q_n = Q_t - Q_a \quad (4)$$

On peut ainsi calculer pour chaque pas de temps le débit généré par l'eau « ancienne » ; le débit de crue (eau « nouvelle ») peut en être déduit par soustraction du débit total. Comme on ne dispose pas de mesures pour chaque heure, on procède à une interpolation linéaire des débits et de la concentration du traceur observé entre les mesures à défaut d'autres informations.

### ⊙ Résultats :

Les résultats de la séparation des écoulements avec l'oxygène 18 sont présentés dans la figure 1.

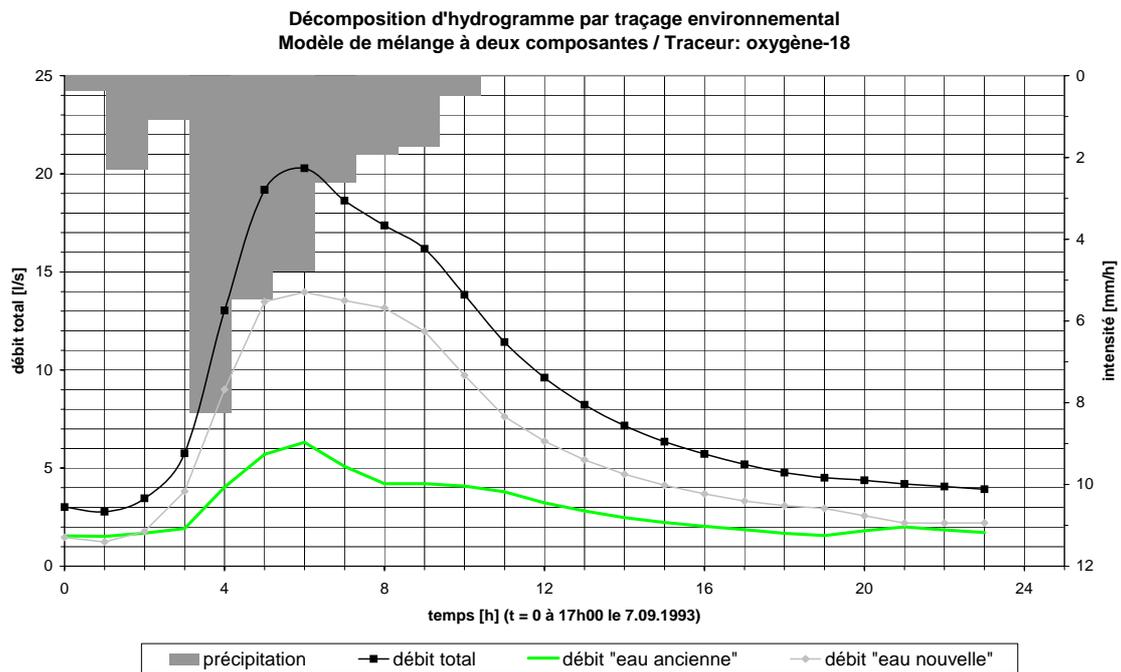


Figure 1 : Séparation par traceur environnemental (oxygène-18) des écoulements pour l'événement du 8-9 septembre 1993 – bassin versant de Bois-Vuacoz (Haute-Mentue)

### Calcul du coefficient de ruissellement :

La lame totale précipitée est de 29 mm. Le volume ruisselé est facilement obtenu en faisant la différence entre le débit total et le débit de base estimé, puis en intégrant cette valeur sur le pas de temps de 1 heure. En divisant le volume ruisselé par la surface du bassin versant (25 ha), on obtient une valeur de la lame ruisselée de 2.1 mm. Finalement on calcule le **coefficient de ruissellement** en faisant le rapport entre la lame ruisselée et la lame totale précipitée et on obtient **Cr=7%**.