

Exercice n° HA 0110

Séparation des écoulements par traçage environnemental - Application au sous-bassin versant de la Corbassière (VD, Suisse)

Avant propos :

Au cours de ces trente dernières années, le traçage environnemental a été largement utilisé pour la décomposition des hydrogrammes. Cette technique permet de déterminer l'origine des eaux qui composent les hydrogrammes de crues. L'application de cette technique a conduit à une nouvelle conception des processus hydrologiques. Le résultat le plus probant est certainement la mise en évidence qu'en climat tempéré, les crues sont composées souvent en grande partie par de l'eau préexistante, c'est-à-dire de l'eau qui était présente dans le bassin avant le début des précipitations. De plus il semblerait que cette eau suit des écoulements de subsurface pour rejoindre la rivière.

Dans ce cadre, le bassin de la Haute-Mentue (figure 1) fait l'objet d'un suivi particulier par le laboratoire d'HYDrologie et AMénagements de l'EPFL (ISTE/HYDRAM) depuis de nombreuses années.

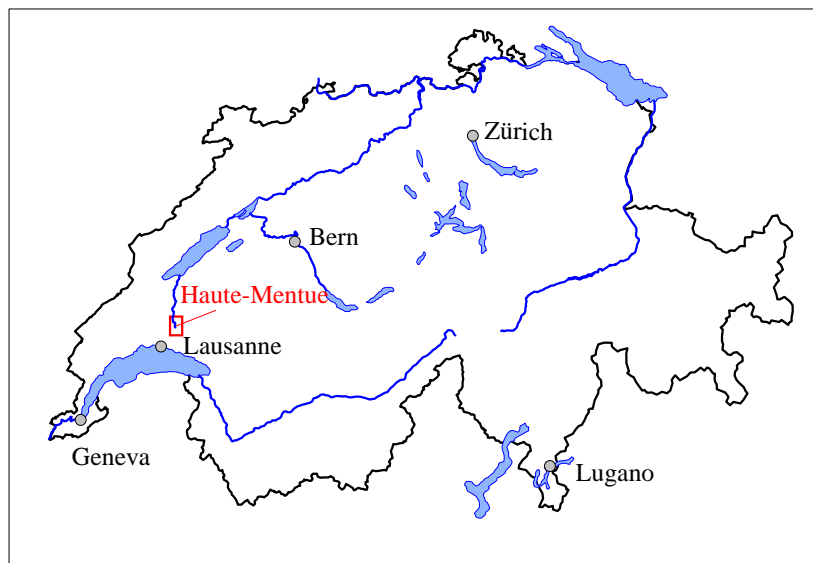


Figure. 1 Localisation de la Haute-Mentue, bassin de recherche de l'Institut de l'ISTE/HYDRAM.

Objectifs de l'exercice :

- Effectuer une séparation d'écoulements par la méthode graphique.
- Effectuer une séparation d'écoulements grâce à un traçage de l'oxygène 18 (18O).
- Effectuer une séparation d'écoulements grâce à l'utilisation de deux traceurs

Questions

En vous basant sur les mesures (tableau 1, tableau 2 et figure 2) faites sur le bassin de la Corbassière (sous-bassin de 185 ha de la Haute-Mentue), on vous demande de répondre aux questions suivantes :

Question 1. Séparer par la méthode graphique l'écoulement rapide de crue (le ruissellement) de l'écoulement lent (débit de base).

Question 2. Séparer l'hydrogramme de crue en deux composantes (eau nouvelle, eau préexistante) en utilisant l'oxygène 18 comme traceur.

Question 3. Séparer l'hydrogramme de crue en trois composantes (eau de pluie, eau du sol acide et eau souterraine). Indication : Il faut concevoir un système de trois équations à trois inconnues

Données de l'exercice

L'exercice porte sur les mesures faites lors de l'événement du 7/8/9 juillet 1996 dans la partie forestière du bassin de la Haute-Mentue, plus particulièrement à l'exutoire du sous-bassin de la Corbassière de 185 ha. L'altitude de ce sous-bassin varie entre 800 et 925 mètres. Le substratum est composé de molasse gréseuse carbonatée (Burdigalien) recouverte par une épaisseur variable de moraine de fond. Les sols sont de type brun acide avec une texture sablo-limoneuse. L'épaisseur moyenne des sols est approximativement d'un mètre.

Les mesures réalisées à l'exutoire du sous-bassin de la Corbassière sont :

- Les teneurs de la nappe, de la pluie arrivant au sol et de l'eau du sol. Elles sont données dans le tableau 1.
- Les débits et les teneurs en oxygène 18, Silice et Calcium de l'événement du 7/8/9 juillet 1996 (Tableau 2).

Le fichier Excel « HA0110_enonce.xls » contient les données de l'événement du 7/8/9 juillet 1996.

Tableau 1. Teneurs en oxygène 18, Silice et Calcium pour différentes composantes de l'écoulement.

	oxygène-18	Silice	Calcium
	[d ⁰ / ₀₀]	[mg/l]	[µeq/l]
Débit de base (a)	-10.3	9.9	2600
Pluie (b)	-6.62	0	50
Eau du sol (c)	-6.00	8	300

(a) L'eau souterraine peut être raisonnablement caractérisée par les échantillons du débit de base avant cette période pluvieuse (débit observé dans la rivière le avant le 7 juillet 1996).

(b) Le signal chimique de la pluie arrivant au sol est défini selon les échantillons de pluvio-lessivats récoltés pendant la période d'étude.

(c) Malgré une forte variabilité chimique de l'eau du sol, la concentration en oxygène 18 suivante peut être considérée comme représentatives de la période étudiée.

Tableau 2. Précipitations (P), débits (Q) et teneurs en oxygène 18 (18O), Silice et Calcium enregistrés lors l'événement du 9 septembre 1993 sur le sous-bassin de la Corbassière.

date & heure (aa.mm.jj - hh:mm)	P [mm/h]	Q [l/s]	18O [d ⁰ /‰]	Silice [mg/l]	Calcium [µeq/l]
1996.07.07-12:00:00	1.20	33.63			
1996.07.07-13:00:00	0.61	34.38	-10.30	9.36	2238.50
1996.07.07-14:00:00	0.45	35.19			
1996.07.07-15:00:00	0.46	36.71	-10.34	9.28	2233.50
1996.07.07-16:00:00	2.59	42.29			
1996.07.07-17:00:00	0.88	54.18		9.26	2253.00
1996.07.07-18:00:00	6.55	93.78			
1996.07.07-19:00:00	3.33	160.98		9.26	2311.50
1996.07.07-20:00:00	3.21	218.77			
1996.07.07-21:00:00	3.53	273.67		8.89	2222.50
1996.07.07-22:00:00	3.30	376.51			
1996.07.07-23:00:00	4.34	473.05	-10.01	6.91	1723.00
1996.07.08-00:00:00	3.75	471.91			
1996.07.08-01:00:00	2.29	398.38	-9.42	6.47	1107.50
1996.07.08-02:00:00	1.01	324.12			
1996.07.08-03:00:00	1.43	280.94		6.67	1179.50
1996.07.08-04:00:00	0.90	251.55			
1996.07.08-05:00:00	1.17	254.55	-10.48	6.55	1109.50
1996.07.08-06:00:00	1.09	277.22			
1996.07.08-07:00:00	1.93	284.27		6.53	1103.00
1996.07.08-08:00:00	1.44	299.67			
1996.07.08-09:00:00	1.28	324.50		6.54	1094.00
1996.07.08-10:00:00	0.40	312.87			
1996.07.08-11:00:00	0.85	284.41		6.68	1132.00
1996.07.08-12:00:00	0.16	275.16			
1996.07.08-13:00:00	0.16	259.00	-10.22	6.85	1185.00
1996.07.08-14:00:00	0.10	241.44			
1996.07.08-15:00:00	0.02	219.94		7.48	1381.50
1996.07.08-16:00:00	0.02	198.45			
1996.07.08-17:00:00	0.02	177.69			
1996.07.08-18:00:00	0.02	160.83			
1996.07.08-19:00:00	0.02	145.45		6.75	1331.00
1996.07.08-20:00:00	0.02	133.99			
1996.07.08-21:00:00	0.02	124.02	-10.22	5.58	1123.00
1996.07.08-22:00:00	0.02	114.84			
1996.07.08-23:00:00	0.02	107.78		5.88	1030.00
1996.07.09-00:00:00	0.02	101.27			
1996.07.09-01:00:00	0.11	96.84			
1996.07.09-02:00:00	0.03	93.11			
1996.07.09-03:00:00	0.03	90.72		7.94	1541.00
1996.07.09-04:00:00	0.03	86.97			
1996.07.09-05:00:00	0.03	83.59	-10.22	8.11	1642.00
1996.07.09-06:00:00	0.00	80.44			
1996.07.09-07:00:00	0.00	78.02		8.31	1706.00
1996.07.09-08:00:00	0.00	75.70			
1996.07.09-09:00:00	0.00	72.85		8.34	1776.50
1996.07.09-10:00:00	0.00	70.67			
1996.07.09-11:00:00	0.00	68.64		8.36	1780.00
1996.07.09-12:00:00	0.00	65.63			
1996.07.09-13:00:00	0.00	62.81		8.41	1821.50
1996.07.09-14:00:00	0.00	59.66			
1996.07.09-15:00:00	0.00	57.80	-10.19	8.44	1873.50
1996.07.09-16:00:00	0.00	54.77			
1996.07.09-17:00:00	0.00	52.84		8.59	1899.00

Hyétogramme-hydrogramme de l'événement du 7 au 9.07.96 à Corbassière

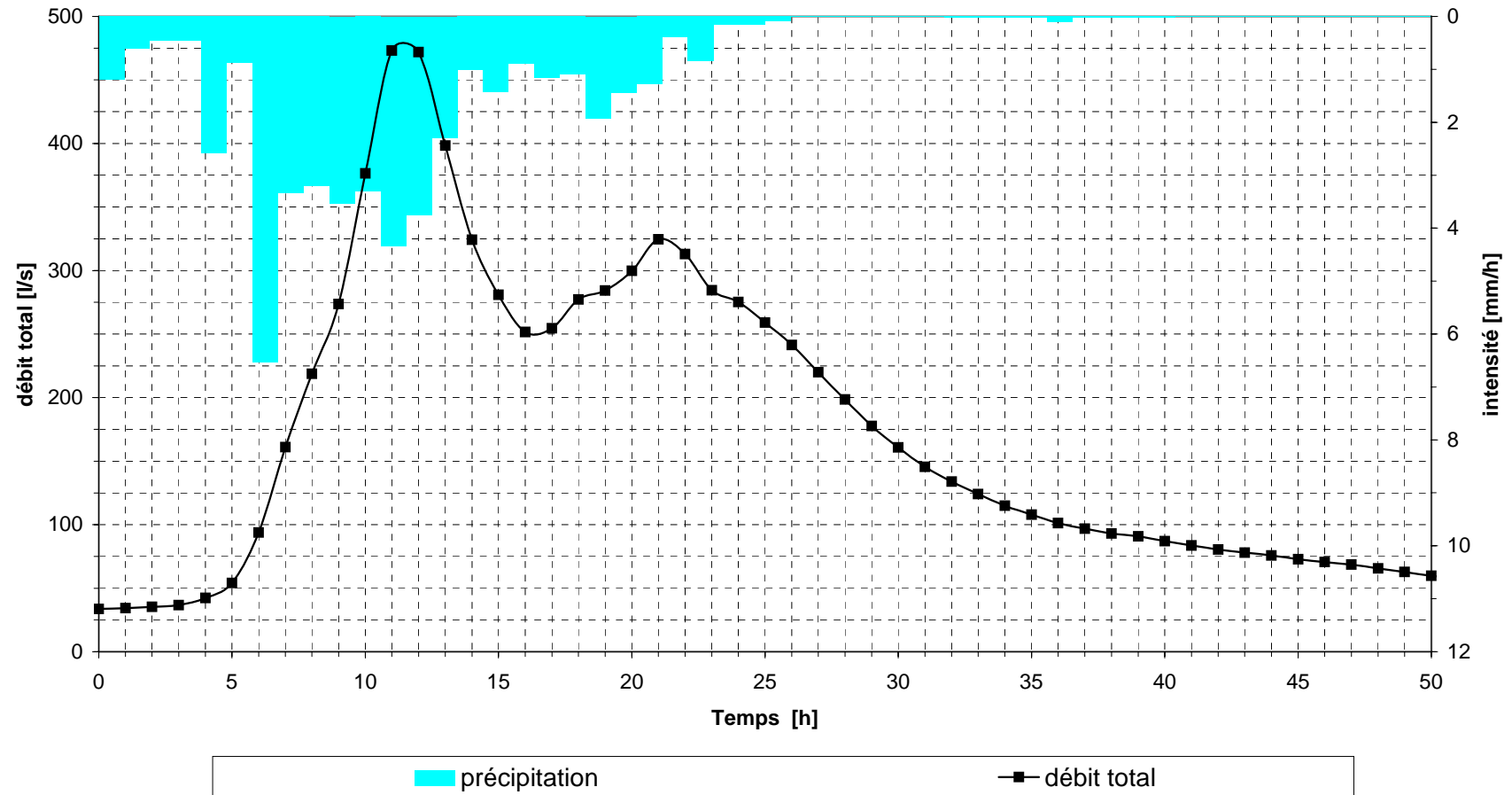


Figure 2. Crue du 7 au 9 septembre 1996 sur le sous-bassin de la Corbassière.