

<p>Section SIE/GC</p> <p><b>e-drologie</b></p> <p><b>Cours d'Hydrologie Générale</b></p> <p><b>Propédeutique II, septembre 2004</b></p> <p><b>durée : 60 minutes</b></p> <p>Prof. A Musy, EPFL - ENAC/Hydrum - EPFL</p>	<p><b>NOM</b> :.....</p> <p><b>PRÉNOM</b> :.....</p> <p><b>SECTION</b> :.....</p> <p>Nombre de points : ..... / 18 points</p> <p><b>Note</b> : ..... / 6</p>
---	--

*Répondez uniquement dans l'espace prévu à cet effet !*

(2pts) 1. Quelle est la définition du temps de retour ? Exprimez-le de manière mathématique.

Soit un évènement particulier, par exemple que le débit d'une rivière dépasse une valeur donnée au cours d'une année donnée. La probabilité de cet évènement est une mesure de la vraisemblance de sa réalisation et elle est par convention comprise entre 0, lorsqu'il est impossible que l'évènement se produise et 1, lorsque sa réalisation est certaine.

Si  $p$  est la probabilité que l'évènement donné se produise au cours d'une année donnée, le temps de retour attaché à cet évènement est défini comme l'inverse de cette probabilité :  $T=1/p$ .

La notion de temps de retour fait référence à la notion de régularité ou de périodicité des évènements. Est-ce que cette affirmation est vraie ou fausse ? Justifier.

FAUX. Le temps de retour ne fait référence à aucune notion de régularité ou de périodicité et peut même s'appliquer à des évènements qui ne se sont pas produits et qui ne se produiront peut-être jamais à l'avenir.

Le temps de retour n'est qu'une autre façon d'exprimer, sous une forme qui se veut plus imagée, la probabilité d'un évènement à un moment donné.

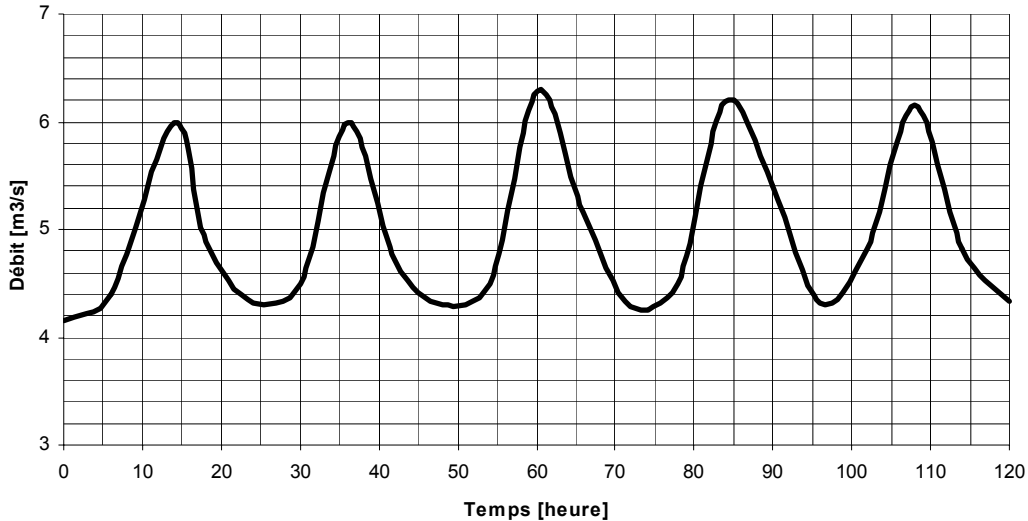
A durée de pluie égale, plus un évènement sera intense et plus son temps de retour sera grand. Est-ce que cette affirmation est vraie ou fausse ? Justifier.

VRAI- On se réfère à l'expression de la deuxième des deux lois générales de pluviosité et aux courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) : à durée de pluie égale, une précipitation sera d'autant plus intense que sa fréquence d'apparition sera petite (donc que son temps de retour sera grand).

(1pts) 2. L'infiltration effective de l'eau à un temps donné... (cochez la (les) bonnes réponses)

- ... est égale à l'infiltrabilité du sol pour des conditions spécifiques.
- ...varie dans le temps en fonction de l'état de saturation du sol.
- ... est toujours dénommée capacité d'infiltration.
- ... influence la capacité de ruissellement.
- .... peut être inférieure au taux d'infiltration maximal, si l'apport d'eau est limité.

(2pts) 3. La figure ci-dessous représente l'évolution des débits naturels pour un bassin versant suisse sur 5 jours.



A votre avis, quel est le régime hydrologique de ce cours d'eau ? Expliquer !

REGIME GLACIARE ou NIVALE (les deux réponses sont justes)

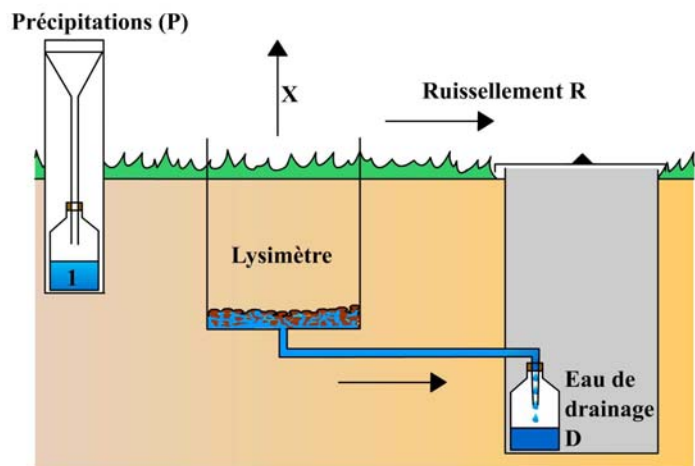
L'évolution des débits de la figure ci-dessous montre une oscillation marquée et régulière de 24 heures entre minima et maxima : le débit montre une forte variabilité entre le jour et la nuit avec un maximum vers midi (fonte de neige ou de glace) et un minimum au milieu de la nuit (nuit=arrêt de la fonte). Il y a donc un rapport direct avec la température ambiante et l'ensoleillement. Le régime glaciaire se caractérise entre autres par ce type d'oscillation du débit entre le jour et la nuit en saison chaude. Le régime nival de montagne présente sous une forme atténuée certaines des caractéristiques du régime glaciaire, notamment une grande variabilité journalière. Il est donc possible que ce soit aussi ce régime.

Il faudrait plus d'information sur l'évolution annuelle pour distinguer ces deux régimes. Si la période observée se situe au printemps il s'agit plutôt d'un régime nival, si elle se situe en été il s'agit plutôt d'un régime glaciaire (toute la neige ayant déjà fondue).

(2pts) 4. La figure ci-dessous décrit le dispositif expérimental (lysimètre) pour mesurer une grandeur hydrologique X.

(a) De quelle grandeur s'agit-il ?  
(cochez la (les) bonnes réponses)

- Evapotranspiration de Référence
- Evaporation
- Evapotranspiration Réelle
- Interception
- Evapotranspiration Maximale



(b) Quelle est l'équation du bilan hydrologique au niveau de ce dispositif ?

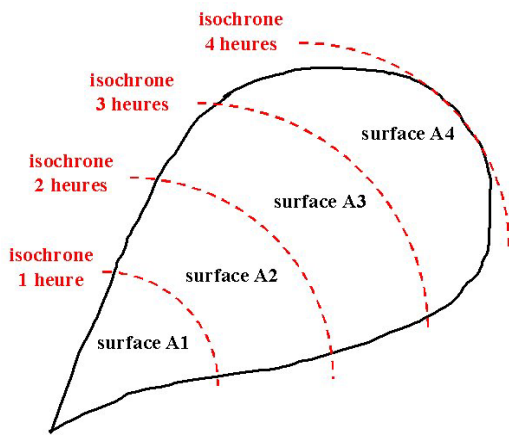
Le bilan hydrologique au niveau de ce dispositif peut s'écrire de manière simple :

$$\text{Entrée} - \text{Sortie} = \text{variation de stock} = 0$$

$$P - (R + D + \text{ETR}) = 0$$

Avec,  $R=0$  au niveau du lysimètre et  $X = \text{ETR}$ .

- (2pts) 5. Le bassin versant théorique représenté ci-dessous a une surface de 200 km<sup>2</sup>. Il est divisé en 4 zones de 50 km<sup>2</sup> chacune délimitées par des courbes isochrones équidistantes de 1 h.



- (a) Qu'est ce qu'une courbe isochrone ?

Courbe d'égale temps de concentration

- (b) A votre avis, pour quelle durée de pluie (uniforme et constante) le débit maximal serait-il atteint ?

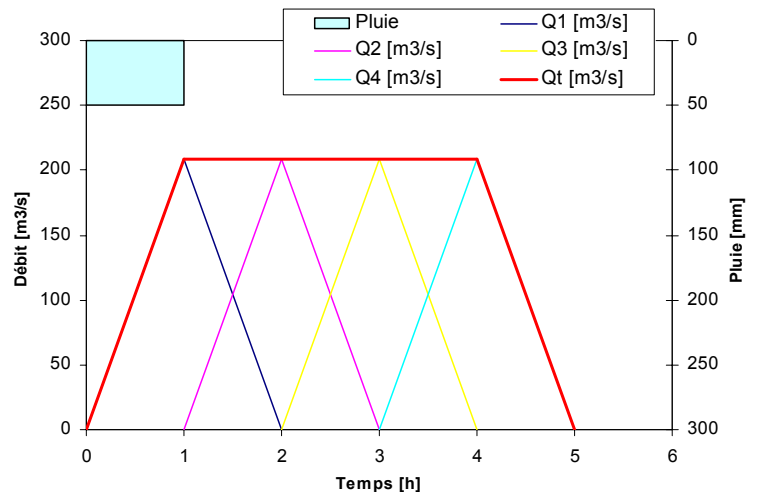
- 1 heure  
 2 heures  
 3 heures  
 4 heures

- (c) Justifier votre réponse !

Le débit maximal est atteint lorsque la durée de la pluie est égale au temps de concentration du bassin. Au bout de 4 heures toute la surface du bassin contribue au débit à l'exutoire.

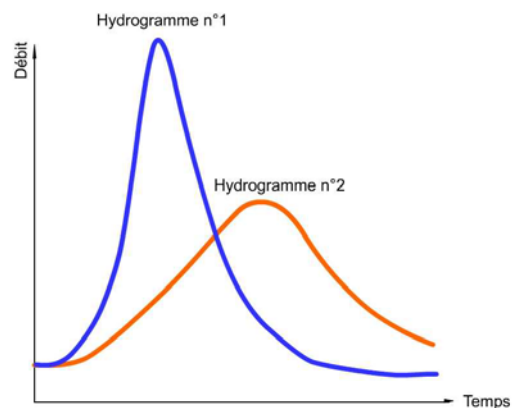
- (2pts) 6. Pour le bassin versant ci-dessus (question 5), on considère un coefficient de ruissellement de 30 % sur l'ensemble du bassin. Calculer et dessiner l'hydrogramme de crue résultant d'une pluie de 50 mm en 1 heure et tombée uniformément sur l'ensemble du bassin versant.

Temps [h]	Pluie [mm]	Q1 [m3/s]	Q2 [m3/s]	Q3 [m3/s]	Q4 [m3/s]	Qt [m3/s]
0	50	0	0	0	0	0
1		208.3	0	0	0	208
2		0	208.3	0	0	208
3			0	208.3	0	208
4				0	208.3	208
5					0	0



- (1pts) 7. La figure ci-dessous représente deux types de réponse hydrologique. Compléter avec le numéro de l'hydrogramme correspondant :

- 1 Réseau hydrographique développé  
 2 Bassin versant à faible relief  
 2 Géologie du bassin très perméable  
 1 Bassin versant urbain  
 2 Présence d'un barrage



- (2pts) 8. Remplissez le tableau ci-dessous avec les méthodes de mesures ponctuelle et continue pour les trois grandeurs hydrologiques citées.

	Mesure ponctuelle	Mesure en continue ou indirecte
Pluie	▶ Pluviomètre	▶ Pluviographe
Hauteur d'eau	▶ Limnimètre (échelle linimétrique)	▶ Limnigraphe (à flotteur, bulle à bulle)
Débit	▶ Méthodes "volumétriques" (ou jaugeage capacitif) ▶ Méthodes "d'exploration du champ de vitesse" (jaugeage classique) ▶ Méthodes "physico-chimiques"	▶ Méthodes "hydrauliques" ▶ Courbe de tarage $Q=f(H)$

- (2pts) 9. Une étude hydrologique a été menée sur un petit bassin versant de 500 ha. Le débit moyen annuel a été estimé à 35 l/s à l'exutoire.

Une commune envisage de construire une retenue de 1000 m<sup>2</sup> à l'exutoire de ce bassin versant (qui recueillerait la totalité des eaux du bassin). La région concernée se situe au niveau de l'isohyète 600 mm, et les mesures à partir d'un bac type Colorado donne une évaporation moyenne annuelle de 260 mm.

Admettant qu'il n'y a pas de perte par infiltration, ni d'autre affluent, estimer le volume d'eau moyen annuel disponible dans cette retenue.

Il s'agit de faire le bilan hydrologique au niveau de la future retenue de 1000 m<sup>2</sup>.

- **Les entrées :**
  - Précipitations directes sur le plan d'eau :  $P = 600/1\ 000 \times 1\ 000 = 600\ m^3$ .
  - Volume provenant de l'écoulement alimentant la retenue :  $R = 35/1\ 000 \times 24 \times 60 \times 60 \times 365 = 1\ 103\ 760\ m^3$ .
- **Les sorties (ou pertes) :**
  1. Evaporation à partir de la surface du plan d'eau de la retenue :  $E = 260/1\ 000 \times 1\ 000 = 260\ m^3$ .

Le bilan hydrologique au niveau de la future retenue peut s'écrire :

$$P+R = E+\Delta S \text{ avec } \Delta S = \text{Stock final} - \text{Stock initial}$$

Le stock initial étant nul et aucunes pertes ni apports étant à considérer, on a donc un volume moyen disponible :

$$S = P + R - E = 1\ 104\ 100\ m^3$$

(NB : pour ceux qui ont fait le calcul en lame d'eau : le volume disponible représente une lame d'eau de 3000 mm)

(2pts) **10.** Vous disposez d'une série de mesures de débits annuels sur les 50 dernières années pour un bassin versant donné. Vous savez qu'une intervention humaine a eu lieu il y a une dizaine d'année sur ce bassin versant. Quel type de contrôle pouvez-vous faire sur cette série pour vérifier si cette intervention a eu une influence sur vos données ? Expliquez la procédure !

Il faut vérifier l'**homogénéité** des données. Deux méthodes complémentaires :

1/ Tester graphiquement l'homogénéité des données des débits grâce à la méthode des **doubles cumuls**

- Il s'agit de choisir une station de référence et s'assurer qu'à cette station la série de débit ne présente pas d'inhomogénéité et est aussi longue.
- Application de la méthode des doubles cumuls. Il suffit de tracer un graphe des débits cumulés aux deux stations.

2/ Vérifier l'homogénéité des données à l'aide de **tests d'homogénéité** ou tests de comparaison d'échantillons

Procédure :

- On sépare la série des 50 débits annuels en deux échantillons : l'un avant l'intervention humaine qui a eu lieu sur le bassin versant, l'autre après.
- Puis on fait le test d'homogénéité de la moyenne qui se base sur la statistique de Student pour deux échantillons ou le test d'homogénéité de la variance qui correspond au test de Fisher-Snedecor

**11.** Question subsidiaire (cochez la (les) bonnes réponses)

Parmi les processus mentionnés ci-dessous, lesquels entrent en jeu pour expliquer le débit d'un cours d'eau lorsqu'il ne pleut pas ?

- L'écoulement dans la macroporosité du sol.
- L'écoulement depuis des stocks de surface (réservoir, glacier ...).
- L'écoulement latéral ou hypodermique.
- L'écoulement par dépassement de la capacité d'infiltration.
- L'écoulement par effet piston.
- L'écoulement par intumescence de la nappe.