

<p>Section SIE/GC</p> <p><b>e-drologie</b></p> <p><b>Cours d'Hydrologie Générale</b></p> <p><b>Propédeutique II, juillet 2004</b> durée : 60 minutes</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. Dans un cours d'eau donnée, un débit moyen annuel de 20 m<sup>3</sup>/s est atteint 25 fois au cours des 50 dernières années. Quel est le temps de retour de ce débit ?

$F=25/50 = 0.5$  soit  $T=2$  ans

Si ce débit est atteint en 2004, a t'il plus de chance de se produire en 2006 ? Justifier !

NON. Le temps de retour donne la probabilité pour qu'en moyenne l'évènement arrive tous les deux ans. La probabilité d'apparition est donc la même chaque année et égale à 50%.

- (2pts) 2. Pour une année hydrologique, un bassin versant d'une superficie de 100 km<sup>2</sup> reçoit des précipitations correspondant à une hauteur d'eau de 1000 mm. Sachant que le débit moyen mesuré à l'exutoire du bassin est de 2.8 m<sup>3</sup>/s, on vous demande de répondre aux questions suivantes :

Pour cette année hydrologique, quel est le volume d'eau total écoulé à l'exutoire (en m<sup>3</sup>) ?

Volume d'eau = nombre de secondes en un an × débit moyen = 88300800 m<sup>3</sup>

Quel est le coefficient de ruissellement ?

$Cr = \text{nombre de secondes en un an} \times \text{débit moyen} = 88\%$

Quelle sont les pertes en eau dues à la combinaison des effets de l'évaporation, la transpiration et l'infiltration (en mm).

Utilisation du résultat précédent,  $Cr = 88\%$

Soit  $\text{Perte}\% = Cr * \text{Pluie} = 117 \text{ mm}$

OU

Utilisation de l'équation du bilan hydrologique :  $\text{Pertes} = (ET+I) = P-R+/-\Delta S$

Avec :  $P = 1.00E+08 \text{ m}^3$  et  $R = 8.83E+07 \text{ m}^3$

Hypothèse :  $\Delta S = 0$  (pas de variation de stock)

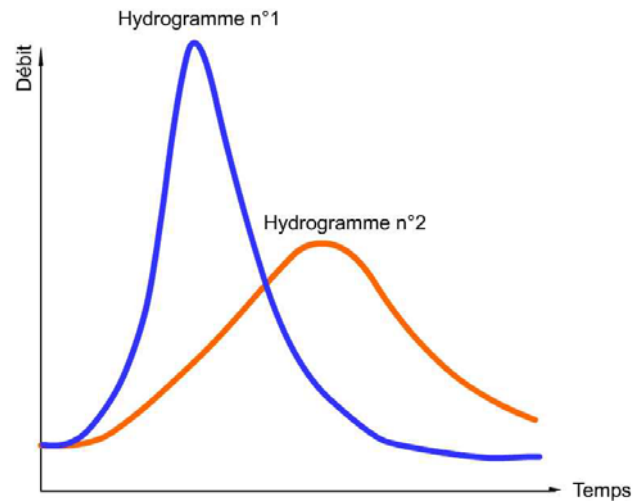
D'où :

$ET+I = 1.17E+07 \text{ m}^3$

Soit = 116.992 mm

(1pts) 3. La figure ci-dessous représente deux types de réponse hydrologique. Compléter avec le numéro de l'hydrogramme correspondant :

- 1 Bassin versant caractérisé par une forte densité de drainage
- 2 Bassin versant allongé
- 1 Forte humidité antécédente
- 1 Bassin versant caractérisé par un sol fortement gelé
- 2 Bassin versant caractérisé par une végétation abondante



(2pts) 4. L'eau interceptée par la végétation peut se répartir en trois catégories. Lesquelles ?

- Une partie est directement évaporée à partir de la plante ou absorbée par celle-ci : il s'agit donc de pertes au niveau du bilan hydrologique.
- Une autre partie atteint le sol à travers l'écran végétal par égouttage de la végétation (throughfall).
- Une troisième partie enfin circule le long des branches et ruisselle sur les troncs avant d'atteindre le sol (stemflow) : ces deux dernières catégories constituent une précipitation différée, mais pas une perte du point de vue hydrologique.

Toute l'eau interceptée par la végétation est-elle soustraite au ruissellement de surface ? Expliquer.

NON. (voir ci-dessus) Une partie de l'interception est effectivement à l'origine d'une évaporation qui s'ajoute à l'évapotranspiration du bassin versant, augmentant de façon notable les pertes par évapotranspiration. Une autre partie de la pluie qui est interceptée atteint en revanche le sol et peut participer au ruissellement sous certaines conditions.

(1pts) 5. Pour mesurer le débit d'un écoulement naturel (cours d'eau, canal, dérivation...), il existe quatre grandes catégories de méthodes : 1/ méthodes volumétriques, 2/ méthodes d'exploration du champ de vitesse, 3/ méthodes hydrauliques et 4/ méthodes physico-chimiques. A quelle catégorie correspondent les méthodes ci-dessous ? Compléter avec le chiffre correspondant :

- 3 déversoirs calibrés
- 2 jaugeage au moulinet
- 4 méthode de l'injection à débit constant
- 3 canaux jaugeurs
- 2 jaugeage au flotteur

(2pts) 6. Quelle est la différence entre le traitement primaire des données et le contrôle des données ?

Le traitement primaire des données est le traitement des données brutes recueillies par un observateur ou un instrument de mesures afin de les rendre lisibles/exploitable (passage d'un enregistrement d'un pluviomètre à un hyétogramme par exemple). Il comprend également un contrôle primaire des données (par exemple détecter d'éventuelles erreurs de saisie) à l'exclusion de tous traitements statistiques

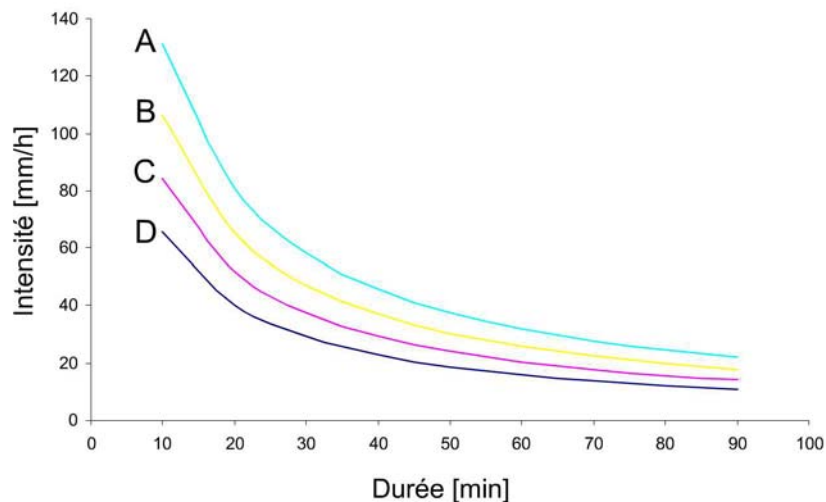
Le contrôle des données est le contrôle de la fiabilité et la précision de ces dernières à l'aide d'outils statistiques. Le contrôle permet de valider les données avant leur organisation au sein d'une banque de données pour leur mise à disposition à des fins opérationnelles.

Quelles hypothèses peut-on vérifier lors d'un contrôle qualitatif des données? En citer au moins deux.

Lorsqu'on contrôle des séries de données, on veut en générale vérifier un certain nombre d'hypothèses qui doivent en principe être vérifiées. Parmi celles-ci, citons :

- Les mesures reflètent les vraies valeurs -
- Les données sont consistantes -
- La série de données est stationnaire -
- Les données sont homogènes -
- La série de données est aléatoire et simple -
- La série doit être suffisamment longue

(2pts) 7. Le graphique ci-dessous représente pour la même station les courbes IDF établies sur une période de 10 ans.



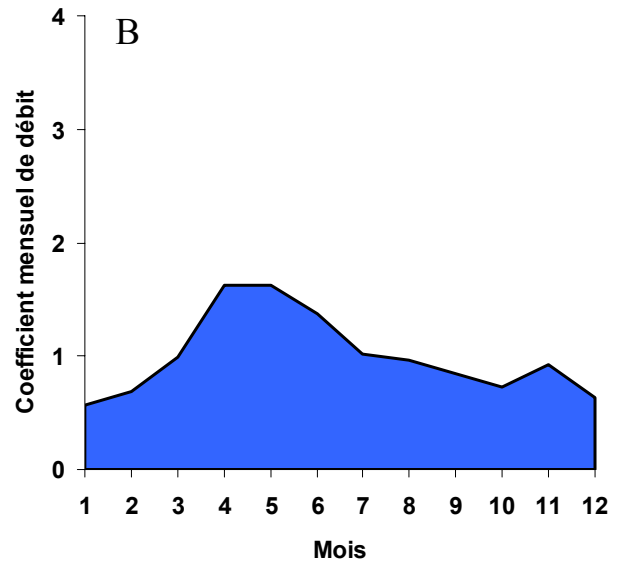
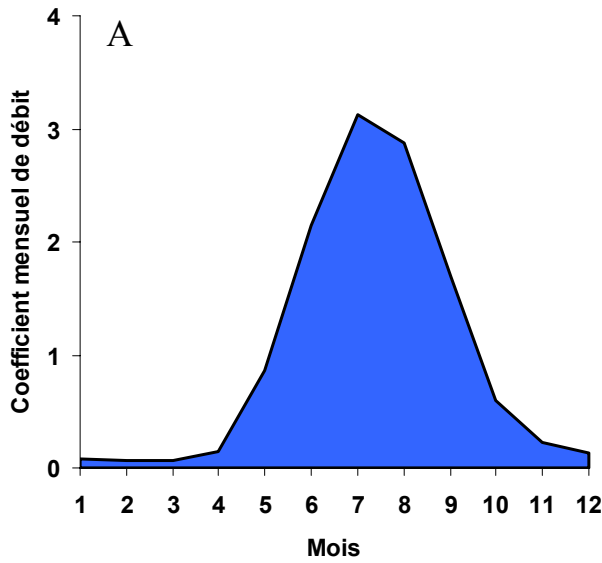
Compléter avec la lettre correspondante (A, B, C ou D) :

- |   |        |
|---|--------|
| C | 2 ans  |
| D | 1 ans  |
| A | 10 ans |
| B | 5 ans  |

On a mesuré sur cette même station une pluie de 30 mm en 45 minutes. Quel est son temps de retour ?

$P = 30$  mm  
 $\Delta T = 45$  min  
Soit  $i = 40$  mm/h et  $T \cong 10$  ans

(2pts) 8. Soit deux bassins versants A et B situés en Suisse.



Quel est le régime hydrologique du bassin A ?

Régime simple glaciaire

Quel est le régime hydrologique du bassin B ?

Régime mixte (nivo-pluvial)

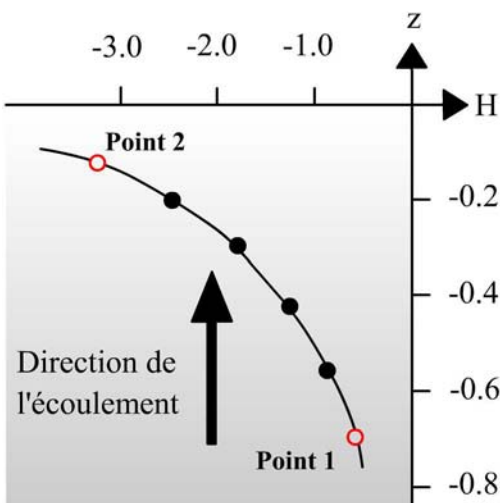
Expliquer la différence entre ces deux régimes.

Mode et nombre de sources d'alimentation.

Bassin A : Une seule source d'alimentation : fusion massive en été de(s) glacier(s), provoquant une crue très importante.

Bassin B : Deux sources d'alimentation. Fonte de la neige au printemps + pluie d'Automne.

(2pts) 9. Une batterie de tensiomètres placés à diverses profondeurs a permis d'établir le profil de charge totale suivant :



(a) Sur quel principe repose la détermination du sens des écoulements ?

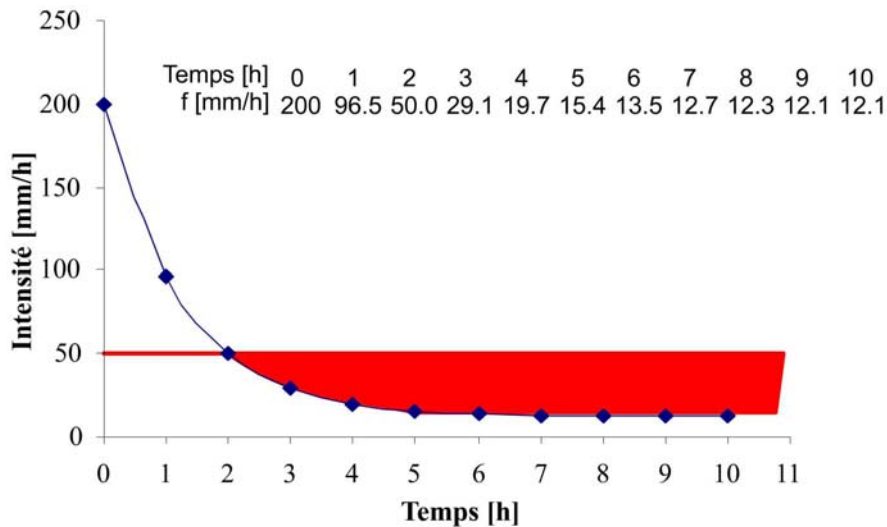
La loi de Darcy dans le cas d'un écoulement vertical s'écrit :  $q = -K(\theta) \partial H / \partial z$

Sachant que l'écoulement se produit dans la direction des potentiels décroissants, et comme on a dans notre cas le potentiel total qui augmente avec la profondeur, l'écoulement se fait donc dans la direction de z, c.a.d, vers le haut conformément à :

$$\partial H / \partial z = 0.6 / 2.5 < 0 \Rightarrow q > 0$$

(b) Dessiner sur le profil ci-contre la direction de l'écoulement avec une flèche.

(2pts) 10. Pour un sol limoneux, une étude de terrain a permis de réaliser le graphique ci-dessous qui montre l'évolution du taux d'infiltration en fonction du temps.



D'après ces observations, on vous demande de calculer le paramètre  $\gamma$  de la fonction d'infiltration de Horton (cf. indications ci-dessous) qui décrit le mieux l'infiltration dans ce sol.

D'après les données expérimentales, on déduit :

$f_0$  : capacité d'infiltration initiale [mm/h],  $f_0 = 200$  mm/h,  
 $f_f$  : capacité d'infiltration finale [mm/h],  $f_f = 12$  mm/h .

On peut ensuite calculer  $\gamma$  pour un point de la courbe avec l'équation de Horton :

$$f(t) = f_f + (f_0 - f_f) \cdot e^{-\gamma t} \text{ Soit : } \gamma = \frac{\ln(f(t) - f_f) - \ln(f_0 - f_f)}{-t} \text{ On obtient : } \gamma = 0.8 \text{ h}^{-1}.$$

Indications :

Fonction de Horton :

$$f(t) = f_f + (f_0 - f_f) \cdot e^{-\gamma t}$$

$f(t)$  : capacité d'infiltration au temps t [mm/h],

$f_0$  : capacité d'infiltration initiale [mm/h],

$f_f$  : capacité d'infiltration finale [mm/h],

t : temps écoulé depuis le début de l'averse [h],

$\gamma$  : constante empirique, fonction de la nature du sol [ $\text{h}^{-1}$ ] ;

Pour une précipitation constante d'intensité moyenne de 50 mm/h, quel serait le temps nécessaire au démarrage du ruissellement selon le processus de Horton (dessiner sur le graphique ci-dessus la lame ruisselée selon l'hypothèse de Horton) ?.

Lorsque  $f(t) = i(t) = 50$  mm/h, on a atteint le **seuil de submersion**. On peut lire sur le graphique :  $t = 2$  heures, ou on obtient alors en utilisant la fonction de Horton :

$$t = -\ln \left[ \frac{50 - 12}{200 - 12} \right] / -0.8 = 2 \text{ heures}$$

Ainsi, le ruissellement se produirait au bout de 21 min depuis le début de l'averse.

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

On peut estimer des données manquantes à une station de mesure...

- en remplaçant la valeur manquante par la valeur calculée à l'aide de régressions entre plusieurs stations.
- à partir de la méthode des débits spécifiques maximaux.
- à partir des valeurs provenant de stations voisines soumises aux mêmes conditions climatiques et situées dans la même zone géographique.
- à l'aide de l'équation simplifiée du bilan hydrologique.
- ou  en remplaçant la valeur manquante par celle de la station la plus proche. (car pas souvent réalisé !)