

<p>Section SIE/GC</p> <p><b>e-drologie</b></p> <p><b>Cours d'Hydrologie Générale</b></p> <p><b>Propédeutique II, Septembre 2003</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>
---	---

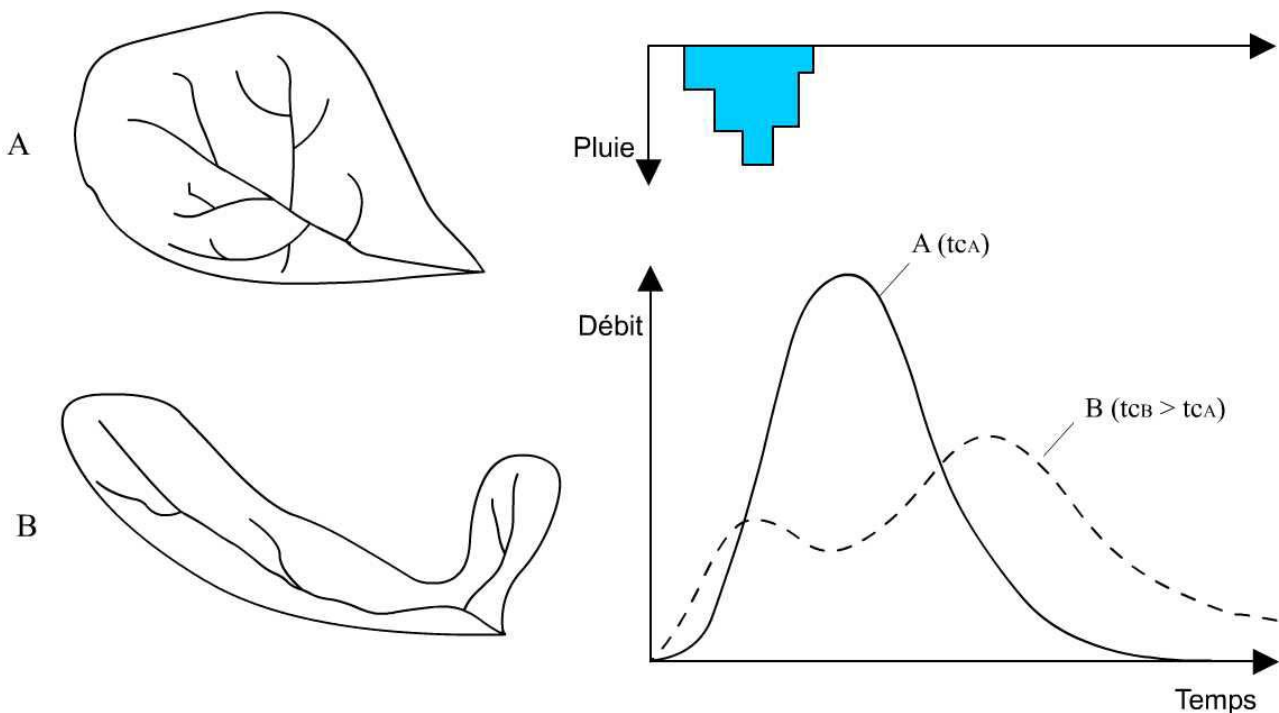
*Répondez uniquement dans l'espace prévu à cet effet !*

(1pts) 1. A la suite d'une période de sécheresse prolongée (comme celle de cet été 2003), si une précipitation de forte intensité se produisait, quel serait à votre avis le processus hydrologique dominant ? Justifier

Suite à un période de sécheresse, le sol va être sec et compacté ce qui limitera l'infiltration et favorisera l'écoulement de surface selon le processus de Horton. L'eau arrivera plus rapidement au cours d'eau, et cela pourra provoquer des crues rapide.

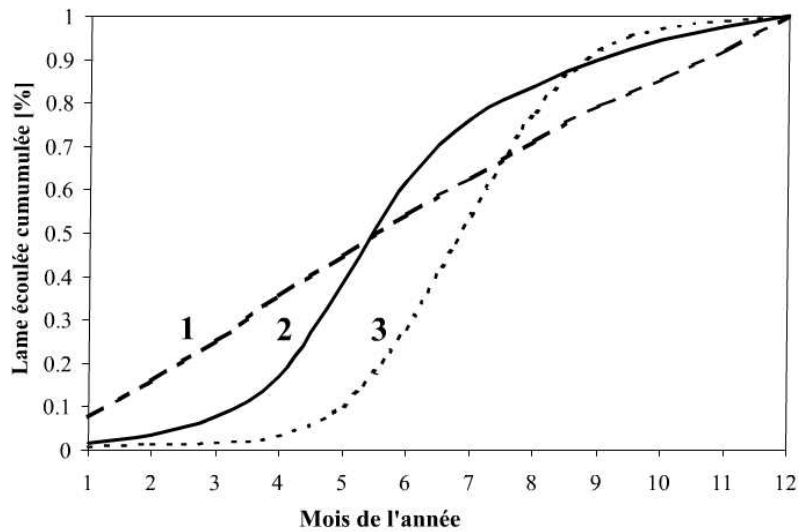
(2pts) 2. Dessiner et expliciter la réaction hydrologique des deux bassins ci-dessous soumis à une même pluie uniformément répartie. Ces bassins sont de caractéristiques morphologiques identiques (pente, altitude), de même occupation du sol mais de forme différentes.

Exprimer sur le dessin de droite les différences essentielles entre ces deux comportements.



La réaction du bassin A est plus rapide que celle du bassin B ( $t_{CA} < t_{CB}$ ). Le débit de pointe du bassin A est alors plus élevé. Pour le bassin B on observe une première pointe correspondant à la réaction du petit sous-bassin.

(2pts) 3. La figure ci-dessous présente 3 courbes qui correspondent à 3 types de cours d'eau de l'hémisphère nord.



Compléter avec le chiffre correspondante :

- 2 Cours d'eau de montagne (moyenne altitude)
- 3 Cours d'eau de haute-montagne (haute altitude).
- 1 Cours d'eau de plaine (en suisse)

Quelles explications pouvez-vous apporter aux différences observées ?

Les différences observées s'expliquent par la nature des précipitations (liquide ou solide) qui dépend des variations de température au cours de l'année et entre régions d'altitudes différentes.

En plaine, les précipitations sont sous forme de pluie et assez bien réparties sur l'année : le cours d'eau de plaine présente ainsi un régime hydrologique régulier.

Pour les régions d'altitude, les températures sont très variables. Lorsqu'elles sont faibles ( $t < 0^{\circ}\text{C}$ ) les précipitations sont sous forme de neige et constituent un stock de neige (ou de glace). Si la température s'élève ce stock temporaire fond et alimente alors les cours d'eau (au printemps pour la neige, et en été pour la glace). Les cours d'eau 2 et 3 sont ainsi respectivement caractéristiques d'un régime nival et glaciaire.

(2pts) 4. La méthode des doubles cumuls peut être utilisée pour le contrôle de la représentativité des données pluviométriques acquises aux stations pluviométriques d'une même région. Cette affirmation est elle exacte ? Justifier.

NON.

La méthode des doubles cumuls ne sert pas au contrôle de la représentativité des données d'une même région mais est une méthode graphique d'analyse de l'homogénéité de la relation entre deux séries chronologiques. On vérifie l'homogénéité des données de la station à tester en les corrélant avec celles de la station de référence (station témoin dont la série est homogène).

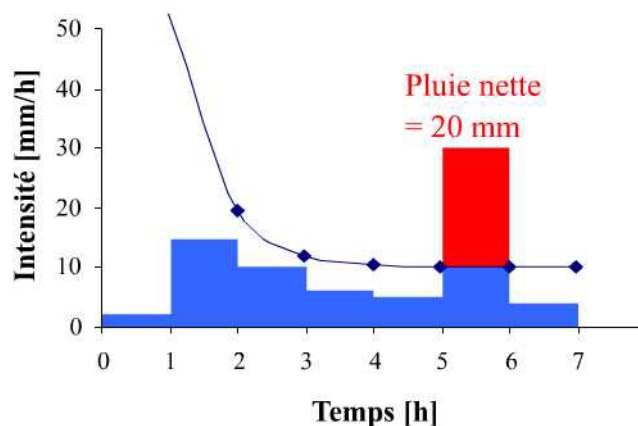
Citer au moins deux origines possibles d'erreurs systématiques dans une série de données de pluies.

L'origine des erreurs systématiques dans une série de données de pluies est le plus souvent liée :

- A des **erreurs instrumentales** (erreurs de captation, erreurs de l'instrument, erreurs dues aux rejaillissements, pertes par mouillage, erreurs dues à l'évaporation dans le récipient, erreurs propres aux pluviographes...)
- A des phénomènes extérieurs qui perturbent la mesure (erreurs de **positionnement** de l'appareil, **changement d'observateur**...).

(2pts)

5. Un pluviomètre a enregistré une précipitation totale de 72 mm dont le hyétogramme est représenté ci-dessous.



A l'aide d'une fonction d'infiltration de Horton (cf. indications ci-dessous), calculer le temps  $t_c$  qui s'écoule entre le début de la précipitation et le début du ruissellement. Quel est le nom de ce temps  $t_c$  ?

Le temps qui s'écoule entre le début de la précipitation et le début du ruissellement et le **temps de submersion**.

Lorsque  $f(t)=i(t)$  on a atteint le seuil de submersion, et  $t_c=5$  heures

Calculer le coefficient de ruissellement de cet événement. A quel occupation du sol pourrait il correspondre ?

$C_r = \text{Pluie Totale} / \text{Pluie nette} = 72/20 = 28\%$ . Le coefficient de ruissellement de cet événement pourrait correspondre à des prés ou des terrains cultivés.

Pour cette pluie, **dessiner sur le graphique ci-dessus la lame ruisselée** selon l'hypothèse de Horton.

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],

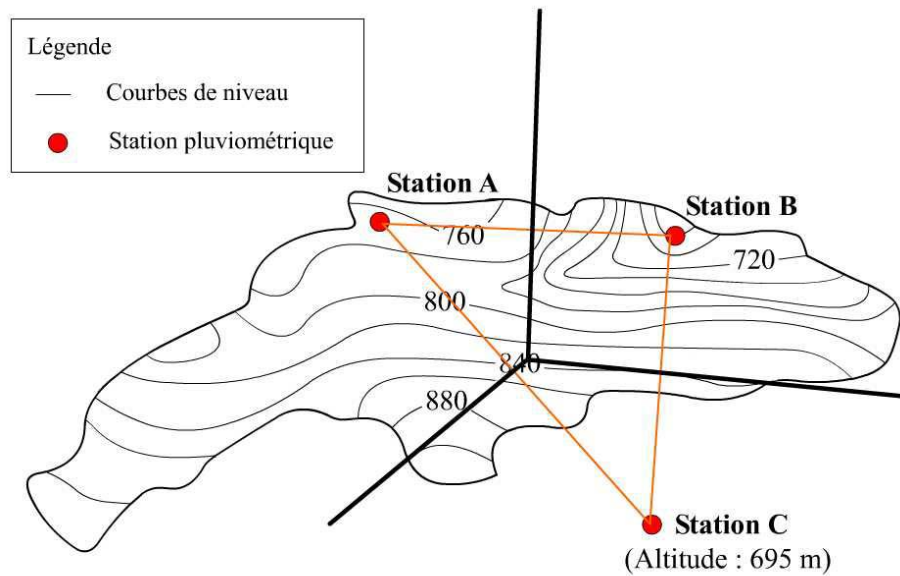
$f_0$  : capacité d'infiltration initiale [mm/h],  $i_0 = 200$  mm/h,

$f_f$  : capacité d'infiltration finale [mm/h],  $i_f = 10$  mm/h,

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

$\gamma$  : constante empirique, fonction de la nature du sol [h<sup>-1</sup>] ;  $\gamma = 1.5$  h<sup>-1</sup>.

- (2pts) 6. Sur le bassin versant ci-dessous, les pluies sont enregistrées sur 3 stations pluviométriques A, B et C. Les pluies annuelles moyennes sur les 3 stations (A, B et C) sont respectivement de 1100, 1130 et 1015 mm.



- a) Esquisser le principe de la méthode des polygones de Thiessen sur le graphique ci-dessus
- b) Calculer la pluie annuelle moyenne sur le bassin versant selon la méthode de Thiessen sur la base des pluies annuelles moyennes des 3 stations et sachant que les superficies des 3 polygones associés (à A, B et C) sont respectivement de 185 ha, 102 ha et 48 ha.

La pluie annuelle moyenne sur le bassin versant selon la méthode de Thiessen est une moyenne pondérée. La précipitation moyenne pondérée  $P_{moy}$  pour le bassin, se calcule en effectuant la somme des précipitations  $P_i$  de chaque station, multipliées par leur facteur de pondération (aire  $A_i$  des polygones), le tout divisé par la surface totale  $A$  du bassin.

**La précipitation moyenne est donc de 1097 mm.**

- c) Que pensez vous du résultat ? Est-il satisfaisant ? Expliquer.

NON. Le résultat n'est pas satisfaisant.

La méthode des polygones de Thiessen n'est pas adaptée dans ce cas à cause de la topographie et de la mauvaise répartition des stations de mesures. Les trois stations A, B et C se situent en dessous de 780 m alors que plus de la moitié du bassin se situe à plus de 800 m. Or en milieu de montagne la pluie est fortement influencée par le relief (gradient altimétrique, effet de blocage orographique...).

- (2pts) 7. La notion de temps de retour permet de répondre à la question « Est ce que l'événement considéré se produira dans une année future en particulier ». Que pensez vous de cette affirmation ? Justifier.

L'affirmation est FAUSSE. Cette notion ne permet pas de prédire l'avenir !

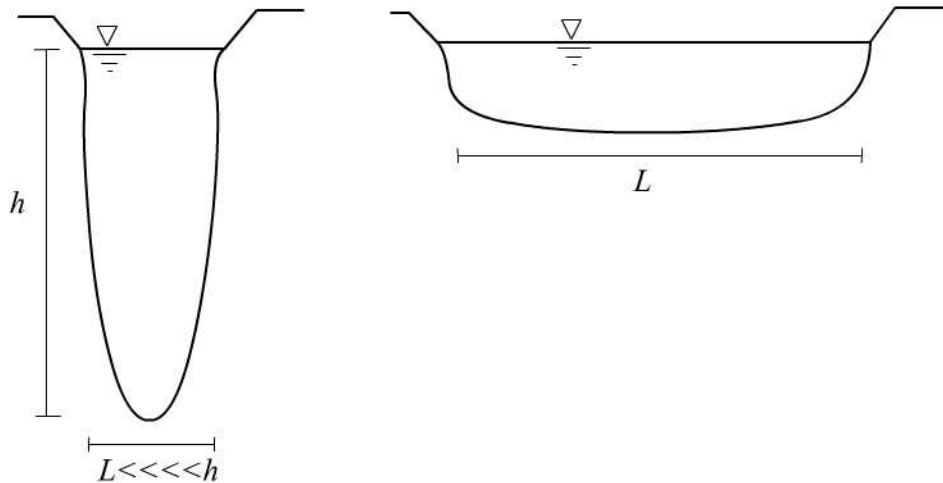
La notion de temps de retour permet de répondre à la question « Quelle est la probabilité pour qu'un événement particulier (ou une valeur particulière) se produise ? ». Le temps de retour est la moyenne à long terme du temps ou du nombre d'années séparant un événement de grandeur donnée d'un second événement d'une grandeur égale ou supérieure.

Pour une même pluie, le temps de retour de la hauteur totale de pluie est toujours le même que le temps de retour de l'intensité moyenne de la pluie. Est-ce exact ? Expliquer.

NON.

Ces deux grandeurs peuvent avoir des temps de retour très différents. Elles sont certainement liées mais pas strictement dépendantes puisque pour une même lame précipitée, l'intensité moyenne de la pluie peut être très différente.

- (2pts) 8. La figure ci-dessous présente deux lacs de volumes équivalents mais de configurations distinctes (sections longitudinales différentes) . Ils se situent dans la même zone climatique.



**Profil en long lac A**

**Profil en long lac B**

- d) Pour lequel de ces deux lacs l'évaporation sera la plus intense ? Justifier.

De par sa plus faible profondeur et sa plus grande étendue, le lac B est soumis à une évaporation plus importante que celle du lac A.

L'évaporation d'une surface d'eau libre dépend notamment des propriétés physiques et géométriques de cette surface, c'est à dire son étendue et sa profondeur. Les différences entre ces deux lacs se situent au niveau de ces deux propriétés. L'étendue de la surface d'eau libre va jouer un rôle important sur les quantités évaporées puisque l'évaporation, à vitesse du vent égale, est proportionnelle à la surface évaporante ainsi qu'à l'humidité relative. La profondeur de la surface d'eau libre va aussi jouer un rôle essentiel sur la capacité de cette dernière à emmagasiner de l'énergie mais pas forcément sur les volumes évaporés.

- e) Pour lequel de ces deux lacs le laminage des crues sera le plus important? Justifier.

Le lac B présentera un laminage de crue plus important que le lac A.

En effet, de part sa morphologie un même volume d'eau provoquera une plus faible augmentation de hauteur d'eau dans le lac B que dans le lac A et donc un laminage plus important dans le lac B.

- (2pts) 9. Pour l'année 2001, les données suivantes sont disponibles pour un bassin versant de 71 km<sup>2</sup> :  
Précipitations : 1300 mm ; Evaporation : 600 mm ; Débit moyen annuel : 1,8 m<sup>3</sup>/s
- a) Calculer la variation de stock  $\Delta S$  et en déduire le stock à disposition à la fin de l'année 2001 en admettant un stock initial de 200 mm.

L'équation du bilan hydrologique est la suivante :  $P-E=R\pm\Delta S$ .

De suite, on obtient la variation de stock  $\Delta S$  qui s'écrit :  $\Delta S=P-R-E = -100$  mm (avec dans notre cas  $P=1300$  mm,  $E=600$  mm,  $R=1,8$  m<sup>3</sup>/s = 800 mm).

Sachant que le stock initial  $S_0$  est de 200 mm, on a :  $S_{\text{final}}=S_0+ \Delta S = 200-100=100$  mm

Cette variation de stock  $\Delta S$  négative exprime le fait que **la nappe se soit déchargée** durant l'année, et cela de façon significative.

- b) L'année suivante alors que les valeurs moyennes des précipitations et de l'évaporation ont été sensiblement les mêmes, le débit moyen annuel a diminué. Pouvez expliquer ce phénomène ?

Dans l'équation du bilan hydrologique cela signifie que la variation de stock est positive et donc que le stock a augmenté à la fin de l'année.

Dans le cas où ce stock correspondrait à des réserves d'eau souterraines, on peut imaginer que les pluies de cette année ont permis de recharger ces réserves souterraines qui avaient fortement diminué l'année précédente. On peut avoir le même raisonnement en imaginant un stock correspondant à de la glace ou de la neige.

- (1pts) 10. Quelle est l'utilité du cylindre externe dans l'infiltromètre à double cylindre ?

Le cylindre externe est rempli d'eau de façon à saturer le sol autour du cylindre central et ainsi limiter également l'écoulement latéral de l'eau infiltrée dans le sol à partir de ce dernier. On favorise ainsi un flux vertical de l'eau dans le cylindre central.

11. Questions subsidiaires (cochez la (les) bonne(s) réponse(s)):

- a) Sur un terrain de golf, l'ETR est proche de l' $ET_0$  ...
- lorsque le terrain de golf est bien arrosé.
  - lorsque le terrain de golf est peu arrosé.
  - lorsqu'il fait nuit et que l'évaporation est quasi nulle.
- b) Parmi les idées suivantes quelle(s) sont celles qui vous paraissent importantes pour installer une station de mesure des débits ?
- A une grande variation de débit doit correspondre une faible variation de hauteur d'eau.
  - La section de la rivière aux abords de la station de mesures doit être stables.
  - La section doit être située dans une partie du cours d'eau où tous les écoulements se concentrent, même pour des fortes crues.
  - La vitesse doit être perpendiculaire à la section de jaugeage.
  - Le site doit être accessible à tout moment.