

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

14-GE-A2 Hydrogéologie

- 1) **(10 points)** Lors d'un essai en laboratoire, un volume de 936 cm^3 de sable sec est déposé dans un contenant initialement vide. La masse combinée du contenant et du sable est 2718 grammes. On ajoute ensuite de l'eau jusqu'à ce que le sable soit complètement saturé. La masse totale du contenant, de l'eau et du sable est alors 3030 grammes.
- Calculez la porosité du sable.
 - Sachant que la masse volumique globale du sable saturé est 2222.5 kg/m^3 , calculez la masse volumique du sable. Donnez votre réponse en kg/m^3 .
- 2) **(20 points)** La Figure 1 montre deux piézomètres, A et B, installés dans un aquifère de surface ayant une épaisseur de 30 m et dont la conductivité hydraulique est $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$. L'écoulement de l'eau dans l'aquifère est horizontal. Les deux piézomètres sont orientés dans le sens de l'écoulement et séparés par une distance horizontale de 250 m. Le point de mesure au piézomètre A est situé à 4 m au-dessus de la base de l'aquifère. La pression de l'eau souterraine à ce point, mesurée avec une sonde à pression, est 205.8 kPa. Le point de mesure dans le piézomètre B est à 2 m au-dessus de la base de l'aquifère et le niveau d'eau mesuré dans le piézomètre est à 2 m sous la surface du sol.
- Pour chaque piézomètre, calculez la charge de pression, la charge d'élévation et la charge hydraulique.
 - Calculez le débit spécifique dans l'aquifère et indiquez si l'écoulement est de A vers B ou de B vers A.
 - Si l'eau dans le piézomètre B était plutôt salée que douce, avec une masse volumique de 1035 kg/m^3 , calculez la charge hydraulique en B.

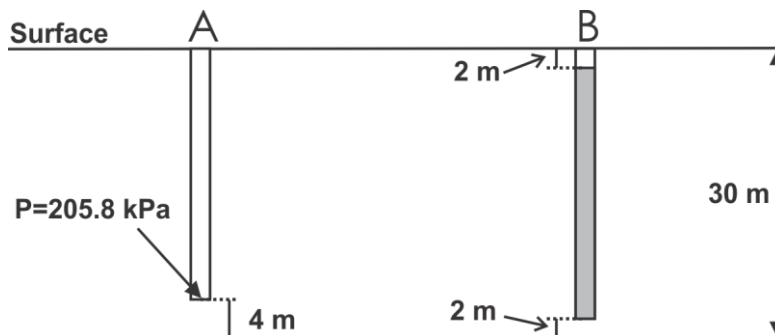


Figure 1. Coupe verticale dans un aquifère contenant les piézomètres A et B.

- 3) (15 points) La Figure 2 montre l'hydrogramme d'une rivière pour une période de 2 années consécutives, du 1er janvier de la première année jusqu'au 31 décembre de la deuxième année. Le débit mesuré dans la rivière est montré par la ligne pleine et le débit de base, déterminé à partir de la séparation visuelle de l'hydrogramme, est montré par la ligne pointillée. Le bassin versant associé à la rivière a une superficie de 2500 km^2 .
- Calculez la constante de récession pour la rivière.
 - Calculez le volume potentiel d'eau souterraine supplémentaire qui aurait pu alimenter le cours d'eau si la récession à la fin de l'hiver de l'année 2, qui se termine entre les jours 420 et 440, avait été complète. Pour les fins de calcul, supposez que la récession est complète lorsque le débit atteint 10% de la valeur du débit initial, mesuré au début de la récession.
 - La porosité de drainage des matériaux dans lesquels est située la surface libre sur le bassin versant est en moyenne égale à 0.25. Calculez la diminution du niveau de la surface libre qui aurait résulté de la récession complète calculée en b), en supposant que la diminution du niveau provient du drainage du milieu poreux.

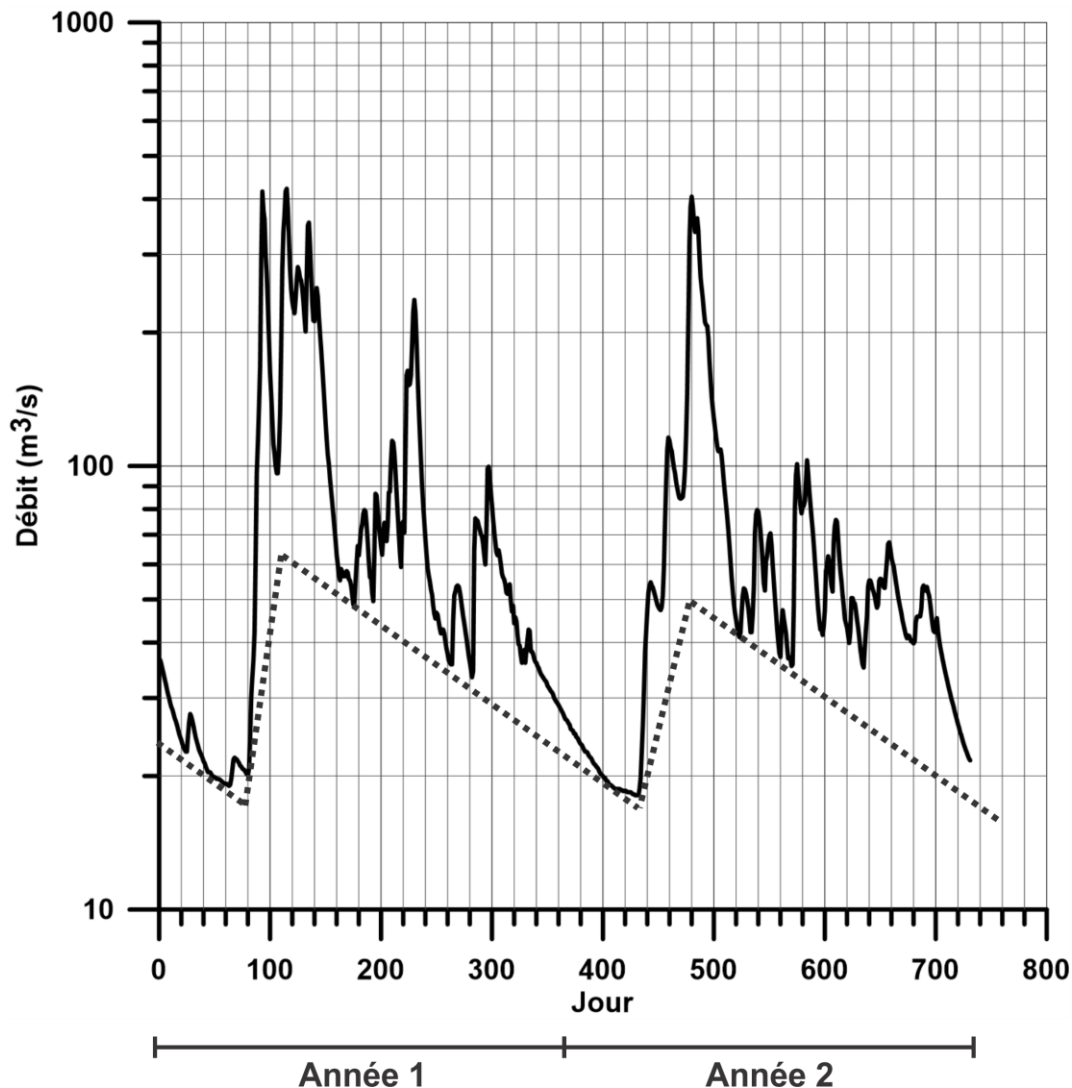


Figure 2. Hydrogramme d'une rivière sur une période de 2 ans.

- 4) (15 points) Le tableau suivant montre les mesures faites dans un nid de 3 piézomètres qui ont été installés à des profondeurs différentes dans le même forage. Pour chacun des 3 piézomètres A, B et C, calculez
- La charge d'élévation (en mètres)
 - La charge de pression (en mètres)
 - La charge hydraulique (en mètres)
 - La pression de fluide (en Pascals)
 - Le gradient hydraulique vertical entre A et B et entre B et C.

Tableau 1. Mesures prises dans 3 piézomètres.

Mesure	Piézomètre		
	A	B	C
Élévation du sommet (m)	200	200	200
Profondeur du point de mesure à partir du sommet (m)	60	20	10
Profondeur du niveau d'eau à partir du sommet (m)	44	12	6

- 5) (20 points) Une ville planifie la construction d'un puits de pompage municipal. Le puits de pompage sera localisé dans un aquifère confiné d'une épaisseur de 10 m dont la transmissivité est $275 \text{ m}^2/\text{jour}$ et le coefficient d'emmagasinement est 2.5×10^{-4} . Le débit de pompage prévu est $3.5 \text{ m}^3/\text{min}$. Le puits de pompage sera à une distance de 500 m de résidences où des puits domestiques individuels sont utilisés pour l'approvisionnement en eau.
- Quel sera le rabattement dans les puits résidentiel créé par le puits de pompage après 120 jours de pompage? Supposez des conditions d'écoulement en régime transitoire.
 - Calculez le rabattement qu'on observerait si on suppose plutôt que l'aquifère est semi captif, et qu'il y a transmission d'eau à travers une couche confinante de 10 m d'épaisseur dont la conductivité hydraulique est 0.01 m/jour .
- 6) (20 points) La Figure 3 illustre le rabattement mesuré dans un puits d'observation en fonction du temps lors d'un essai de pompage dans un aquifère confiné. Les rabattements mesurés sont aussi indiqués dans le Tableau 2. Le puits d'observation est situé à 130 m du puits de pompage et un débit de pompage de $250 \text{ m}^3/\text{jour}$ a été utilisé pour l'essai. Calculez la transmissivité T et le coefficient d'emmagasinement S de l'aquifère.

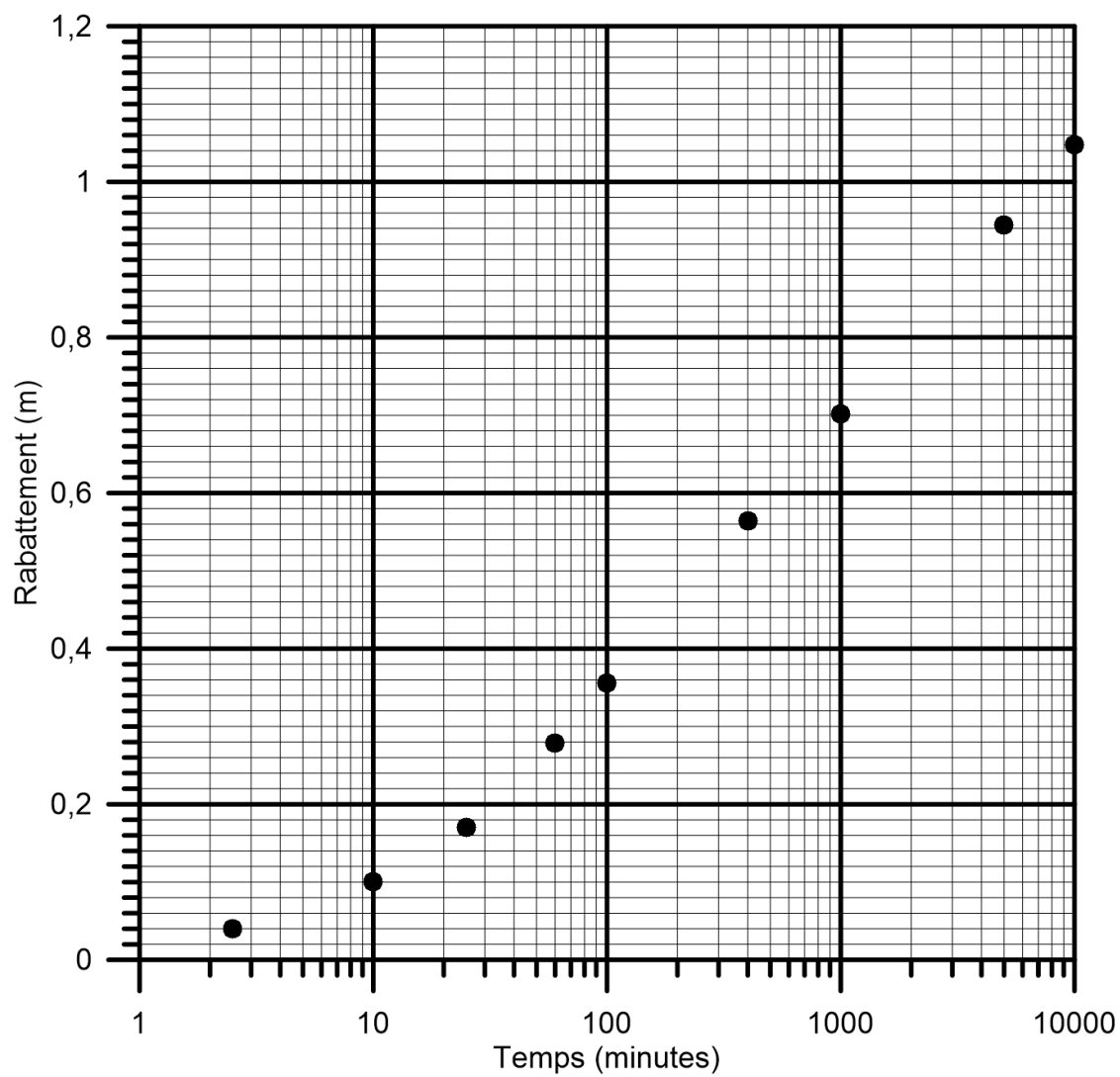


Figure 3. Rabattement dans un puits d'observation.

Tableau 2. Rabattement dans un puits d'observation.

t (min)	2.5	10	25	60	100	400	1000	5000	10000
s (m)	0.04	0.1	0.17	0.279	0.356	0.564	0.702	0.944	1.048