

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2018

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

14-EN-A3 Génie géotechnique et hydrogéologique

Question 1 (4 points)

Un essai de pompage à débit constant de $60 \text{ m}^3/\text{h}$ et un essai de remontée ont été réalisés au moyen d'un puits de 20 cm de diamètre. Celui-ci est aménagé dans un aquifère granulaire homogène et isotrope qu'il traverse complètement. L'aquifère possède une épaisseur constante de 10 m. Les rabattements sont mesurés durant les essais à un piézomètre situé à une distance de 55 m du puits. Les rabattements mesurés à ce piézomètre sont illustrés à la Figure 1.1 (rabattement-temps) et à la Figure 1.2 (rabattement résiduel).

- 1 a) Déterminer la conductivité hydraulique et le coefficient d'emmagasinement spécifique de cet aquifère à l'aide de la méthode de Cooper-Jacob (rabattement-temps).
- 1 b) Sur la base des résultats obtenus en a), discutez du matériau géologique composant cet aquifère et de son niveau de confinement.
- 1 c) Sur la base des résultats obtenus en a), quelle est la condition d'utilisation de la méthode approximative de Cooper-Jacob si toutes les autres hypothèses de Theis sont respectées ? À partir de quel temps est-elle satisfaite ?
- 1 d) Déterminer la conductivité hydraulique de cet aquifère à l'aide de la méthode du rabattement résiduel.

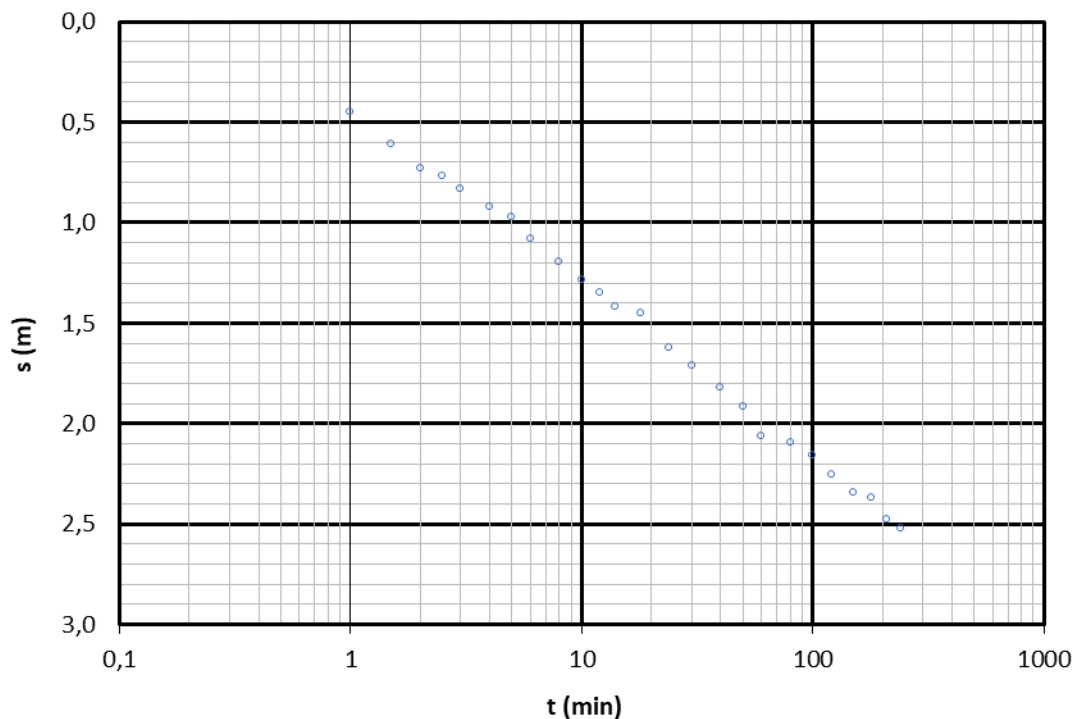


Figure 1.1: Rabattement mesuré en fonction du temps

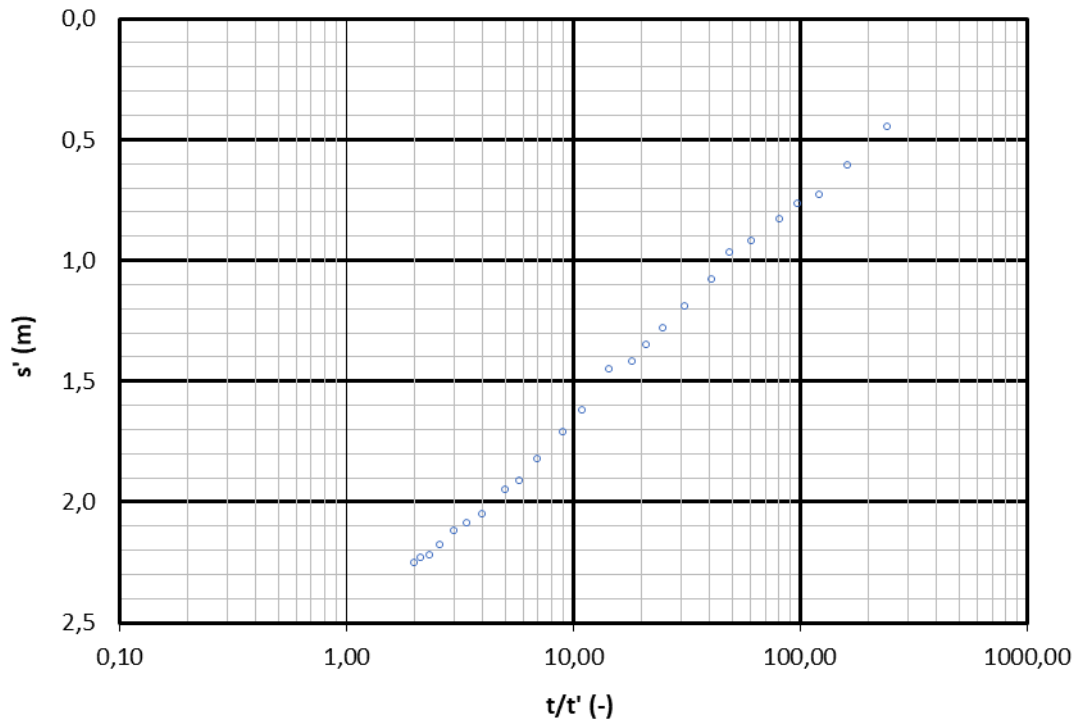


Figure 1.2: Rabattement résiduel mesuré en fonction du temps

Question 2 (4 points)

Un essai de consolidation a été réalisé sur un échantillon non remanié d'argile. Pour une contrainte de 170 kPa, un indice des vides de 0.89 a été mesuré, tandis qu'un indice des vides de 0.73 a été mesuré pour une contrainte de 315 kPa. Pour cette gamme de contraintes, la conductivité hydraulique de l'argile est de 3.5×10^{-11} m/s. Tracez, sous la forme d'un graphique présentant des points à tous les 2 m de profondeur, le tassement d'une couche de 10 m d'argile. Considérez que la couche est drainée à sa base et à son sommet.

Question 3 (5 points)

L'analyse granulométrique d'un échantillon de sable donne $D_5=0.10\text{mm}$, $D_{10}=0.14\text{mm}$, $D_{60}=0.42\text{mm}$. L'échantillon prélevé sur le terrain est transféré dans un moule cylindrique d'un diamètre de 7 cm et d'une hauteur de 8.5 cm. Le sable est ensuite saturé par capillarité à partir de la base de l'échantillon et soumis à des essais de laboratoire. L'échantillon est déposé sur une tare dont la masse est de 110 g. La masse de l'échantillon et de la tare est initialement de 723 g. Après un séjour de 24h à l'étuve (à 105°C), la masse de l'échantillon et de la tare 601 g. Sachant qu'un essai au pycnomètre indique une masse volumique des particules minérales composant le sol de 2525 kg/m^3 , déterminez pour cet échantillon sa conductivité hydraulique saturée, sa masse volumique en place, sa teneur en eau, sa porosité et son indice des vides, son degré de saturation, sa masse volumique sèche, sa masse volumique humide.

Question 4 (3 points)

Un échantillon de sable (15 cm de diamètre et 25 cm de hauteur) est testé dans un perméamètre à différence de charge constante. L'eau traverse le sable sous une différence de charge égale à 6 cm. En 9 minutes on recueille 580 cm³ d'eau.

- 1 a) Faites un schéma de l'appareil et de l'essai en y indiquant clairement toutes les dimensions utiles. Quel est le gradient hydraulique durant l'essai entre l'amont et l'aval de la cellule?
- 1 b) Quelle est la conductivité hydraulique du sable présent dans la cellule? La valeur obtenue est-elle plausible pour ce matériau?
- 1 c) Des essais réalisés sur la totalité de l'échantillon présent dans le perméamètre ont montré que les volumes d'eau pelliculaire, adsorbée et gravitaire étaient respectivement de 125, 355 et 975 cm³. Quelle est la vitesse moyenne de l'eau dans l'échantillon?

Question 5 - Piézométrie (4 points)

La figure 5.1 présente la topographie d'un site pour lequel on vous demande d'étudier l'écoulement des eaux souterraines. Le site est bordé au sud-est par un lac en lien hydraulique avec l'aquifère alors qu'une faille (imperméable) est-ouest borde le site au nord. Des piézomètres sont installés dans cet aquifère à nappe libre et le résultat d'un relevé piézométrique est donné au tableau 5.1.

- 2 a) Sur la figure 5.1, indiquez la charge hydraulique à côté de chaque piézomètre et tracez les équipotentiels pour des charges 100, 105, 110 et 115 m.
- 1 b) Discutez du système hydrogéologique et de votre modèle conceptuel. Expliquez le raisonnement derrière le positionnement de vos équipotentiels.
- 1 c) Utilisez une interpolation linéaire de la charge afin de calculez la magnitude et les composantes est-ouest et nord-sud du gradient hydraulique entre les piézomètres 3, 7 et 9.

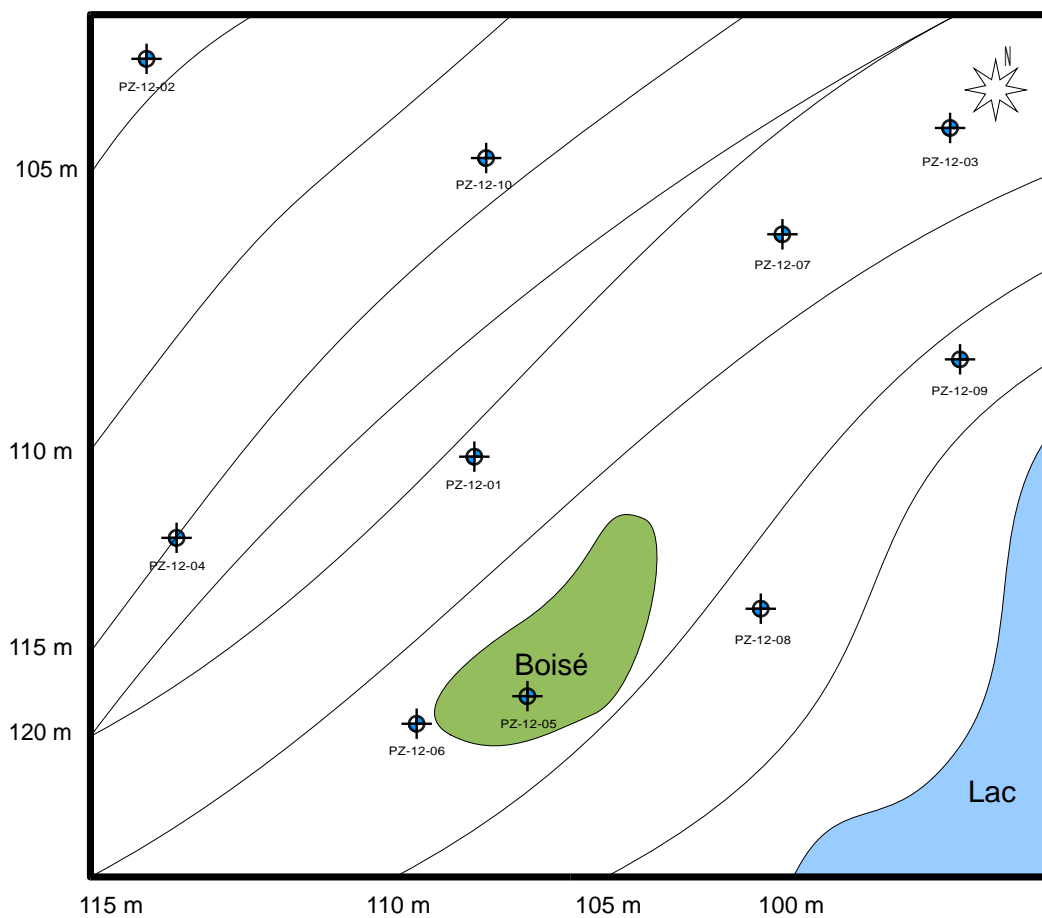


Figure 5.1: Topographie et localisation des piézomètres de l'aquifère

Tableau 5.1 - Résultat d'un essai de pompage par paliers

Piézomètre	Coordonnée Est (m)	Coordonnée Nord (m)	Élévation du terrain naturel (m)	Margelle (m)	Profondeur du niveau statique (m)
PZ-12-01	780	910	118	1,2	1,7
PZ-12-02	90	60	103	0,9	2
PZ-12-03	1800	210	117	1,1	1,2
PZ-12-04	200	1100	115	0,95	0,95
PZ-12-05	900	1400	112	1,3	4.2
PZ-12-06	660	1520	113,8	1,1	1,2
PZ-12-07	1440	440	117,8	0,9	1,6
PZ-12-08	1400	1240	109	0,8	2,3
PZ-12-09	1820	700	109,5	1	1,7
PZ-12-10	720	200	114	1,1	2