

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2018

Toute documentation permise

Calculatrices : modèles autorisés seulement

Durée de l'examen : 3 heures

14-EN-A3 – GENIE GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Question 1 – Propriétés des sols (5 points)

Une analyse granulométrique a été réalisée sur un échantillon de sable et donne $D_5=0.12$ mm, $D_{10}=0.16$ mm, $D_{60}=0.46$ mm. L'échantillon, d'un volume de 388 cm^3 , est déposé sur une tare dont la masse est de 110 g. La masse de l'échantillon et de la tare est initialement de 843 g. Après un séjour de 24h à l'étuve (à 105°C), la masse de l'échantillon et de la tare 721 g. Sachant qu'un essai au pycnomètre indique une masse volumique des particules minérales composant le sol de 2475 kg/m^3 , déterminez :

- a) la conductivité hydraulique saturée;
- b) la masse volumique en place;
- c) la teneur en eau ;
- d) la porosité;
- e) l'indice des vides ;
- f) le degré de saturation.

Question 2 - Essai en colonne (5 points)

Un perméamètre de 20 cm de rayon est utilisé pour réaliser un essai à différence de charge constante sur un échantillon cylindrique composé de 2 sols différents (voir la Figure 1). Les cotes illustrées sur la Figure 1 correspondent aux élévations des éléments du montage par rapport au plancher. La conductivité hydraulique du sol 1 est $1 \times 10^{-5}\text{ cm/s}$. Sachant que le débit total d'eau circulant dans le perméamètre est de $1\text{ cm}^3/\text{min}$, quelle est la charge hydraulique au Point A, c'est-à-dire 148 cm au-dessus du plancher?

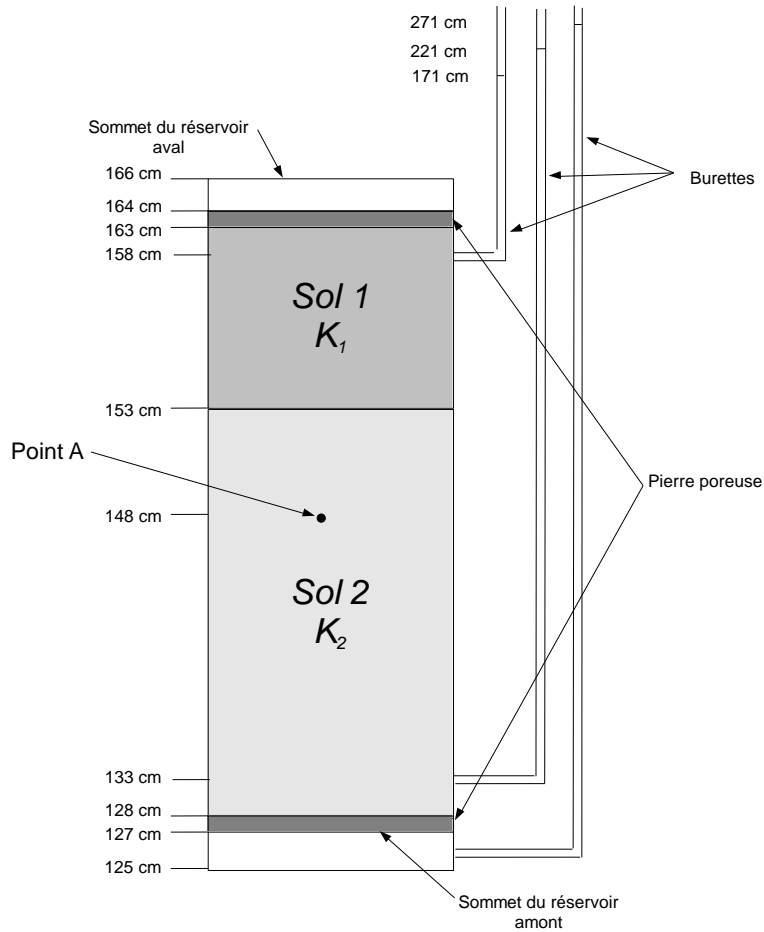


Figure 1: Perméamètre et cotes des éléments du montage.

Question 3 - Essai de pompage par paliers (5 points)

Un essai de pompage par paliers a été réalisé sur un puits crépiné pour lequel le niveau statique était de 24.5 m. Les charges hydrauliques mesurées à la fin de chaque palier ainsi que le débit moyen des paliers sont présentés au tableau 1.

- En supposant que les pertes de charge s'expriment par une relation de type $BQ + CQ^2$, que valent les coefficients de perte de charge B et C du puits? Utilisez la Figure 2 pour répondre à cette question.
- Quelles sont les pertes de charge associées au puits et celles associées à l'aquifère pour le troisième palier de pompage?

Tableau 1 - Résultats d'un essai de pompage par paliers

Palier	Q Débit du palier (m ³ /min)	h Charge hydraulique stabilisée (m)
1	1.69	19.71
2	2.08	18.26
3	2.54	16.32
4	3.06	13.77
5	3.37	12.11

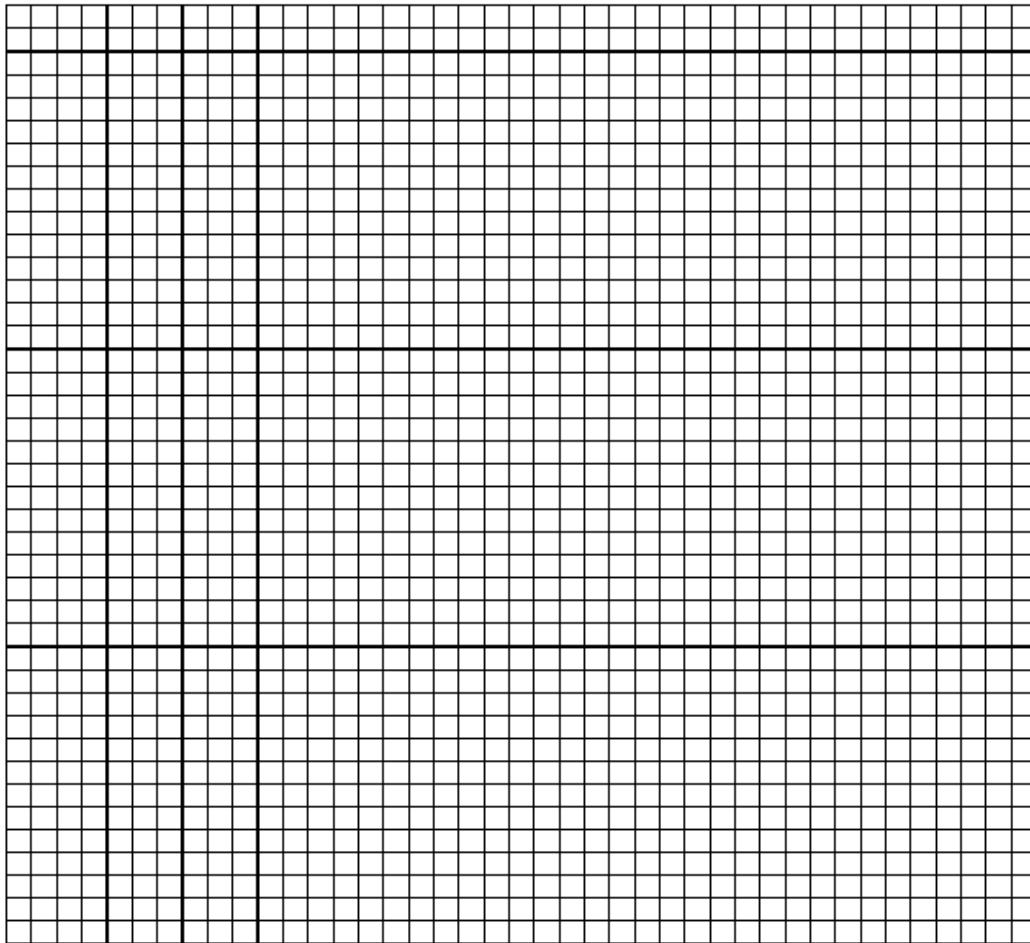


Figure 2 : Pour la Question 3.

Question 4 - Piézométrie (5 points)

La figure 3 présente la topographie d'un site et la géométrie d'un aquifère à nappe libre de sable pour lequel on vous demande d'étudier l'écoulement des eaux souterraines. Des crépines de 5 m de longueur sont installées à la base de la couche de sable directement sur un till parfaitement imperméable. Le résultat d'un relevé des niveaux d'eau (exprimé par rapport au sommet du piézomètre) est donné au Tableau 2.

- Sur la figure 3, indiquez la charge hydraulique à côté de chaque piézomètre et tracez les équipotentiels pour des charges de 35, 40, 45, 50 et 55 m.
- Utilisez une interpolation linéaire de la charge afin de calculer la magnitude et la direction du gradient hydraulique entre les piézomètres 7, 9 et 11.

Tableau 2 - Résultat d'un relevé des niveaux d'eau

Piézomètre	Coordonnée (m)	Coordonnée (m)	Élévation du terrain naturel (m)	Distance entre le sol et le sommet du piézomètre (m)	Profondeur du niveau statique (m)
PZ-12-01			45,4	0,8	1,0
PZ-12-02			44,2	0,5	1,5
PZ-12-03			41,3	0,7	2,7
PZ-12-04			45,0	0,55	0,55
PZ-12-05			51,2	0,9	5,8
PZ-12-06			62,3	0,7	5,6
PZ-12-07	208	-89	36,3	0,5	1,2
PZ-12-08			40,1	2,3	0,2
PZ-12-09	237	- 72	41,2	0,4	4,3
PZ-12-10			37,2	3,5	0,2
PZ-12-11	241	-107	43,4	0,4	5,7

Figure 3: Topographie et localisation des piézomètres de l'aquifère

