

Cours d'analyse géotechnique des sites urbains et naturels

Examen

26 novembre 2012

CORRIGÉ

Question 1. Analyse des formations géologiques d'un site

1. Pour établir la coupe géologique de la vallée de la Tinée, on peut utiliser la carte géologique de la France, qui représente les affleurements de toutes les couches autres que les terrains superficiels. En l'absence de carte géologique, il faut relever les affleurements des terrains et les pendages des différentes roches, ainsi que les terrains rencontrés par des forages, verticaux ou inclinés. On peut aussi utiliser la géophysique pour détecter les interfaces des couches de modules différents.

2. Les formations principales sont un massif de gneiss, roche métamorphique qui représente le substratum de la région, et des roches sédimentaires diverses, qui ont été soulevées pendant la formation du massif alpin. Les pentes sont plus faibles dans les roches marneuses.

3. Les phénomènes de surface sont des chutes de pierres et de blocs, qui concernent principalement les grès et les calcaires, avec des éboulements possibles des falaises sommitales, des glissements dans les marnes et les éboulis, la reptation des pentes lors des cycles de gel et dégel et des ravinements localisés dans les éboulis et les terrains marneux

Question 2. Sismique réfraction

1. Les vitesses des ondes dans les couches 1 et 2 valent : $V_1 = 800$ m/s et $V_2 = 4000$ m/s. La couche 1 a pour épaisseur $h_1 = 10$ m. L'onde qui part du point A se réfracte sur l'interface (BC) si l'angle d'incidence i_c est tel que $\sin i_c = V_1/V_2$. Elle peut ensuite remonter vers le point D, après avoir parcouru une distance $x = BC$ sur l'interface. On peut calculer

$$\sin i_c = V_1/V_2 = 800/4000 = 0,2$$

$$i_c = 11,54 \text{ degrés}$$

$$\cos i_c = 0,98$$

$$a = h_1 \tan i_c = 2,04$$

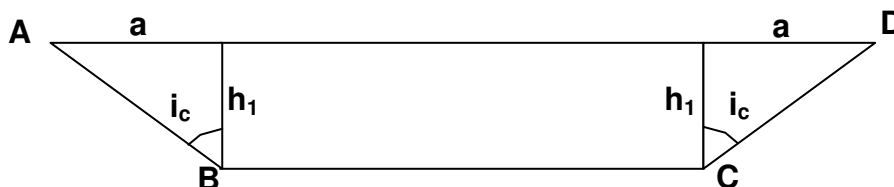
$$AB = h_1/0,98 = 10,2$$

$$AD = 2a + x = 4,08 + x = X.$$

Les ondes directes parcourent la distance AD en un temps $t_1 = X / V_1$.

L'onde réfractée sur l'interface des couches 1 et 2 parcourt la distance ABCD en un temps

$$t \text{ égal à } t_{12} = \frac{AB}{V_1} + \frac{x}{V_2} + \frac{BC}{V_1} = \frac{20,4}{800} + \frac{x}{4000}.$$



L'onde réfractée rattrape l'onde directe à la distance $AD = X$ telle que $t_1 = t_{12}$. On obtient

$$\frac{X}{V_1} = \frac{20,8}{V_1} + \frac{X-4,08}{V_2} \text{ d'où } X \left(\frac{1}{800} - \frac{1}{4000} \right) = \frac{20,8}{800} - \frac{4,08}{4000}$$

$$X = \frac{0,025}{0,001} = 25 \text{ m .}$$

Le temps correspondant vaut :

$$t_{12} = t_1 = \frac{25}{800} = 0,03125 \text{ s .}$$

2. La courbe dromochronique du massif représente le temps t d'arrivée de la première onde en fonction de la distance X . Elle est représentée sur la figure 1.

Le premier segment a pour équation $t = X/800$.

Le deuxième segment a pour équation

$$t = \frac{20,8}{800} + \frac{X - 4,08}{4000} = \frac{X}{4000} + \frac{20,8}{800} - \frac{4,08}{4000} = \frac{X}{4000} + 0,025 \text{ s .}$$

t (ms)

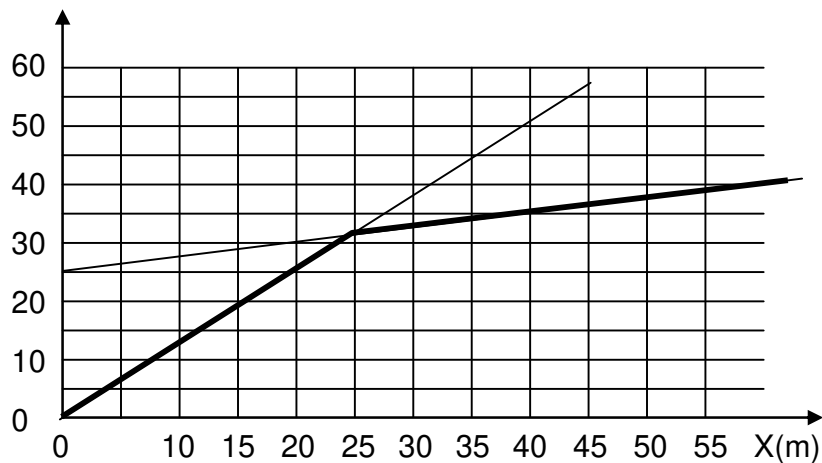


Figure 1. Courbe dromochronique

Question 3. Dépouillement d'une courbe pressiométrique

La courbe pressiométrique déduite des mesures est représentée sur la figure 2.

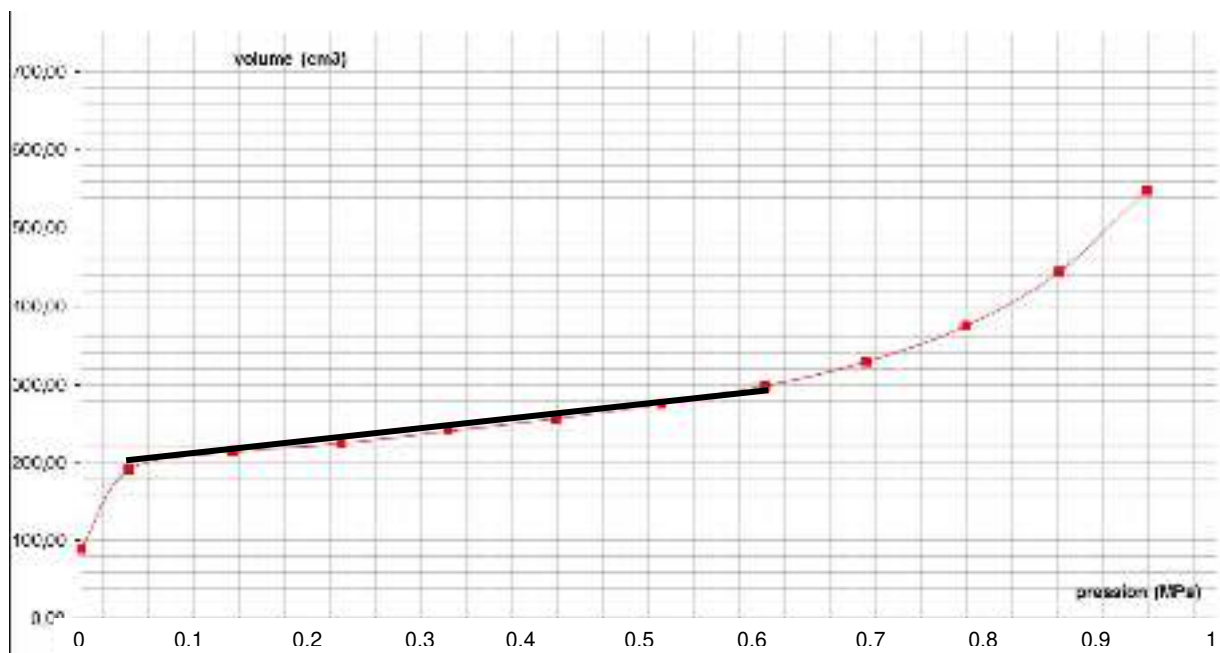


Figure 2. Courbe pressiométrique corrigée

La courbe pressiométrique n'atteint pas le double du volume de la cavité ($V_o = V_s + \Delta V_o$ soit $V_o = 500 + 200 = 700 \text{ cm}^3$), qui correspond à $\Delta V = \Delta V_o + 200 = 900 \text{ cm}^3$. On ne peut donc déterminer la pression limite de façon fiable.

Le module pressiométrique Ménard est égal à

$$E_M = 2(1+\nu)(V_s + \Delta V_m) \Delta p / \Delta V_e,$$

où ν est le coefficient de Poisson du sol (pris conventionnellement égal à 0,33), V_s est le volume initial de la sonde et ΔV_m la variation de volume moyenne du domaine pseudo-élastique

La zone pseudo-élastique va de (0,4 MPa ; 200 cm³) à (6 MPa, 290 cm³). On obtient donc

$$E_M = 2(1+0,33) \left(500 + \frac{290 + 200}{2} \right) \frac{600 - 40}{290 - 200} = 2.1,33.745 \frac{560}{90} = 12,33 \text{ MPa} .$$

Question 4.

Compte tenu des évolutions prévues dans le climat du globe terrestre, quelles nouvelles situations seront vécues par les ingénieurs chargés de l'aménagement du territoire ?

L'évolution prévue du climat doit produire, principalement, un réchauffement des températures, une modification du régime des pluies et l'élévation du niveau des mers.

Le réchauffement des températures aura principalement des effets sur la limite des sols gelés (montagnes et zones septentrionales des continents) et les effets du dégel de sols. En France, cela concerne surtout les sommets des zones alpines. Le réchauffement climatique risque aussi de modifier l'exploitation des stations de sports d'hiver.

La modification du régime des pluies, avec un transfert vers l'hiver et une augmentation des pluies intenses (concentration géographique et dans le temps) vont poser des problèmes plus importants d'inondations, mais aussi de glissements de terrain et coulées de boues.

L'élévation du niveau des mers provoquera l'inondation des zones basses de la planète. Il y en a quelques-unes en France.