

Cours d'analyse géotechnique des sites urbains et naturels

Examen  
5 décembre 2008

**CORRIGÉ**

**Question 1. Questions sur le cours**

1.1. Vers 8200 ans avant l'époque actuelle, un grand lac issu de la fonte de la calotte glaciaire après la dernière glaciation occupait le milieu de l'Amérique du Nord. Son volume est estimé à 100.000 milliards ( $10^{14}$ ) de mètres cubes. Il s'est déversé assez rapidement dans les océans, dont il a diminué sensiblement la salinité pour plus d'un siècle. Cette variation de salinité a modifié les courants dans l'océan atlantique et abaissé les températures pendant toute cette période.

1.2. La figure représente les variations du ruissellement moyen dans les Alpes entre la fin du 20<sup>ème</sup> siècle et la fin du 21<sup>ème</sup> siècle. Elle montre que le ruissellement va augmenter en hiver (du 320<sup>ème</sup> jour au 90<sup>ème</sup> jour) et diminuer le reste du temps. Les variations par trimestre sont moins marquées, et les valeurs annuelles cumulées restent presque constantes, comme le montre un autre diagramme donnant l'évolution des précipitations. On peut conclure que l'érosion et les inondations seront accrues à la fin de l'hiver et que les périodes de sécheresse augmenteront en fin d'été.

**Question 2. Stabilité des pentes**

2.1 Le mécanisme de rupture (glissement de type plan) est représenté sur la figure 2.1.

2.2. Le glissement a été probablement provoqué par la montée de l'eau dans la pente.

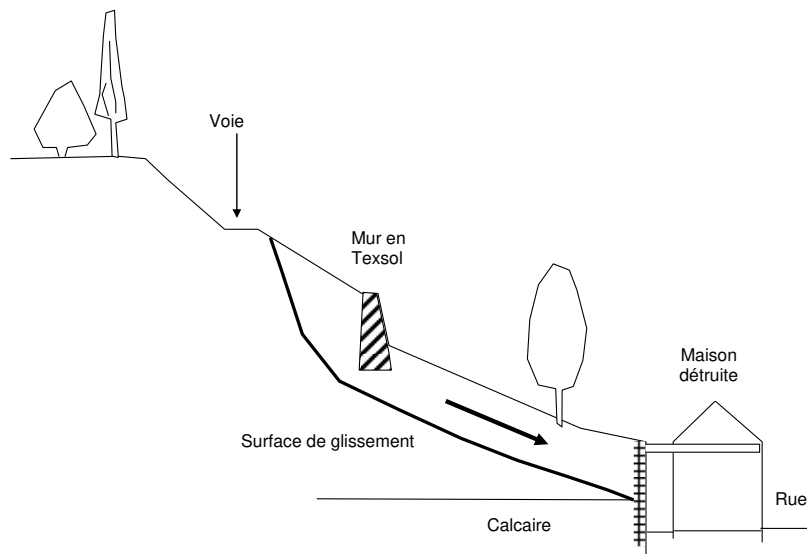


Figure 2.1. Mécanisme de rupture

2.3. Le bloc en mouvement est représenté sur la figure 2.2. On peut calculer les forces indiquées sur la figure :

$$W = 19.3.30 = 1710 \text{ kN/m}$$

(pour une tranche d'1m dans la direction perpendiculaire à la figure)

$$N = W \cos \beta = 1710 \cos 30 = 1481 \text{ kN/m}$$

$$T = W \sin \beta = 1710 \sin 30 = 855 \text{ kN/m}$$

$$U = (\gamma_w h_w \cos^2 \beta)(30 / \cos \beta) = (10 \cdot 30 \cos 30) h_w = 260 h_w$$

$$N' = N - U = 1481 - 260 h_w$$

$$T_{\max} = c' \cdot 30 / \cos \beta + N' \tan \varphi' = 173 + 1481 \tan 28 - 260 h_w \tan 28$$

$$T_{\max} = 173 + 787 - 138 h_w.$$

En l'absence d'eau :  $T = 855 \text{ kN/m} < T_{\max} = 173 + 787 = 960 \text{ kN/m}$ . La pente est stable.

La pente devient instable pour  $h_w = 1 \text{ m}$ . En fait, la hauteur d'eau devait être plus forte et le mur en Texsol a retenu la pente jusqu'à ce que sa déformation fasse casser les fils en traction. C'est pour cela que la pente s'est d'abord un peu déplacée, le temps que la résistance en traction du mur soit mobilisée. Puis, dans une seconde phase, la pente a glissé de façon importante, quand le mur s'est cassé et sa contribution à la stabilité a disparu.

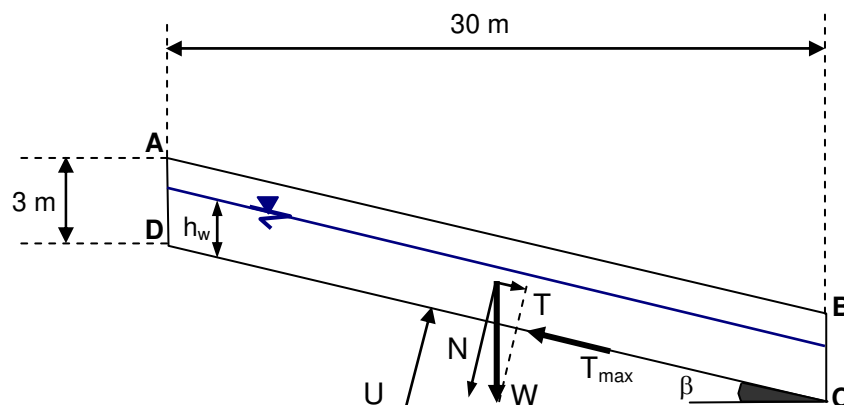


Figure 2.2. Équilibre du bloc ABCD sur la pente

### Question 3. Hydrogéologie

Le tableau du haut de la figure contient les valeurs suivantes (les valeurs en gras sont les valeurs calculées) :

Piézomètre N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cote TN (NGF)	399,85	383,85	378,49	395,52	390,04	379,22		399,5	385
Mesure (prof. en m)		17,10	6,72	21,49	16,39	6,31		20,61	1,05
Niveau d'eau NGF	<b>399,85</b>	<b>366,75</b>	<b>371,77</b>	<b>374,03</b>	<b>373,65</b>	<b>372,91</b>	375,03	<b>378,89</b>	<b>383,95</b>

Piézomètre N°	10	11	12	13	14	15	16	17	
Cote TN (NGF)	390,71	386,82	383,79	379,72	381,53	377,95	375,78	388,76	
Mesure (prof. en m)	17,46	13,61	10,64		9,17	6,55	3,94	14,45	
Niveau d'eau NGF	<b>373,25</b>	<b>373,21</b>	<b>373,15</b>		<b>372,36</b>	<b>371,40</b>	<b>371,84</b>	<b>374,31</b>	

Ces valeurs sont reportées sur les deux profils AB et A'B' de la figure 3.1.

On voit que la pente de la surface piézométrique est dirigée de la rivière vers la nappe et du lac vers la nappe. Cela indique que la nappe est alimentée à la fois par la rivière et par le lac (il y a des pompages dans la nappe).

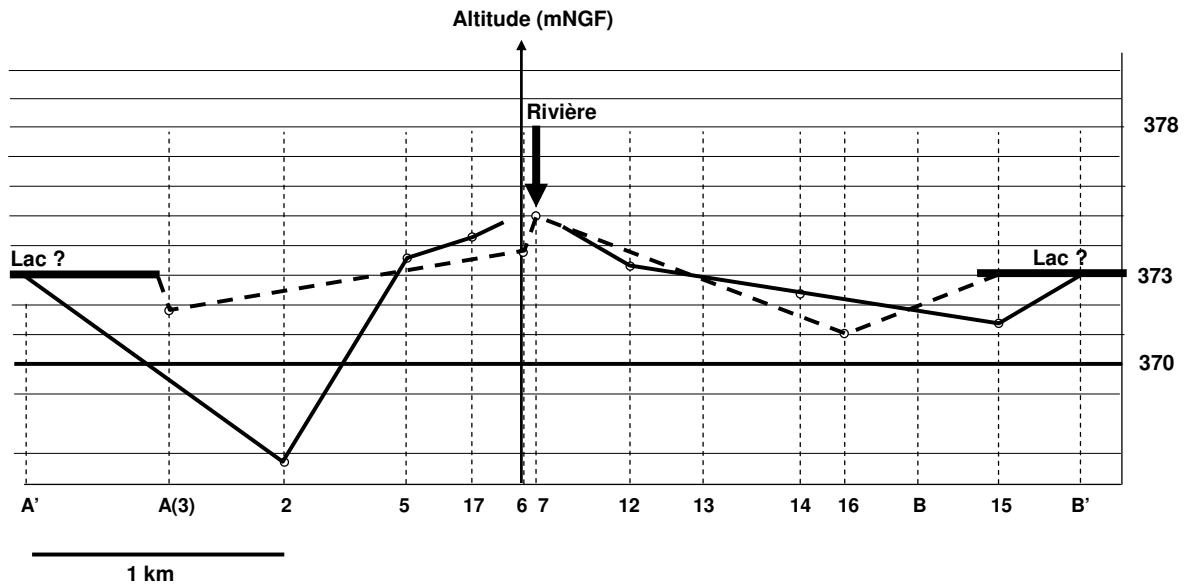


Figure 3.1. Surface piézométrique entre A et B, d'une part, et entre A' et B', d'autre part.

#### Question 4. Reconnaissance géotechnique

Les couches définies sur les profils pénétrométriques de la figure 4.2 sont reportées sur la figure 4.1.

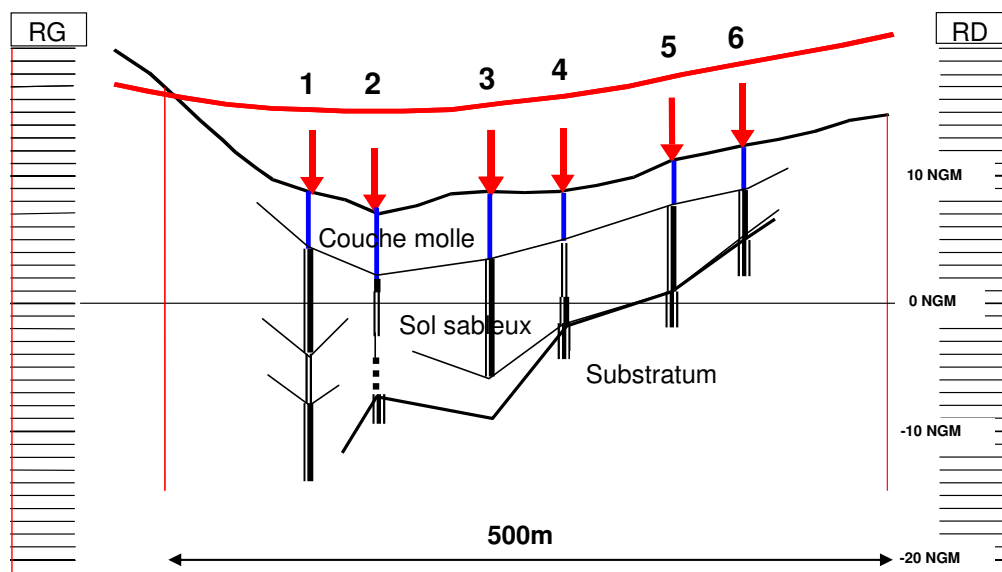


Figure 4.1. Position des sondages pénétrométriques sur le tracé

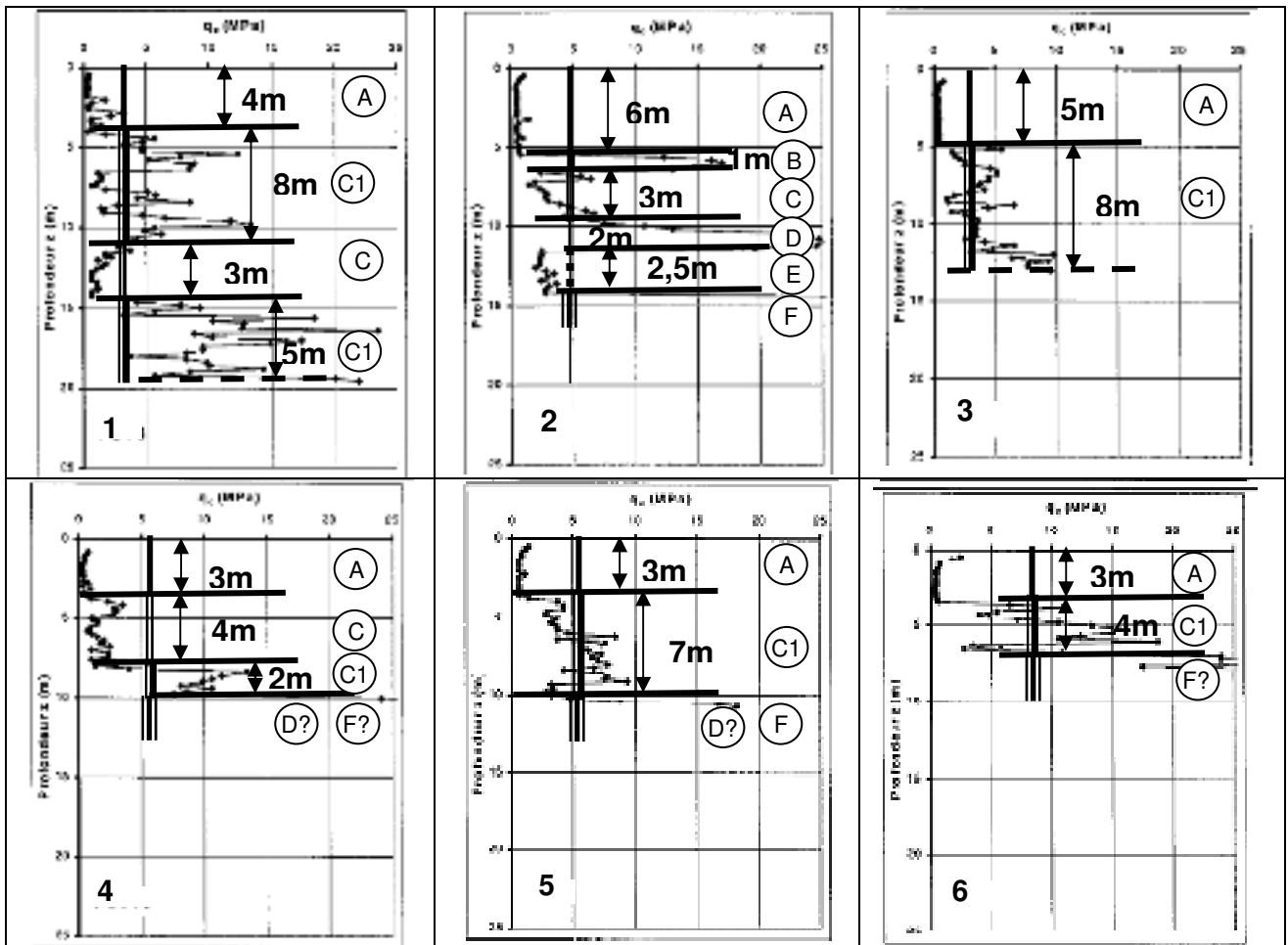


Figure 4.2. Résultats des sondages pénétrométriques (résistance de pointe  $q_c$ )