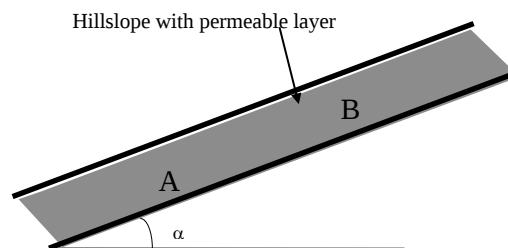


## Semaine 4

### Exercice 4\_1

- (a) Consider flow within a permeable layer down a straight section of hillslope, as indicated in the diagram below. Normally, we consider flow to be either vertical or horizontal, so that we can model the system easily as 1D. In this case, treat the flow along the slope as being uniform, i.e., there are no variations in the flow in the transverse (cross-slope) direction. The  $z$  axis is oriented with the positive direction being vertically upward.



Point A is located at  $z = 1$  m and B at  $z = 2$  m, while  $\alpha = 3^\circ$ . Piezometers measure the water level at A to be 1.5 m and that at B to be 2.5 m (above a common datum, i.e., a horizontal line in the above figure, located 1 m below A). If the hillslope (composed of unconsolidated sand) is 1 m in width, what is the total discharge through it? Hint: In using Darcy's law for this problem, the two measurements give  $H$  at the two locations. The distance used in the gradient calculation is the along-slope distance between A and B.

- (b) (optional, not an exam-type question) Darcy's law, in 2D vector form, is  $\mathbf{q} = i\mathbf{q}_x + \mathbf{k}q_z$ , where  $\mathbf{i}$  and  $\mathbf{k}$  are unit vectors in the  $x$  and  $z$  directions, respectively. If the  $x$ - $z$  Cartesian coordinate system is rotated through an angle  $\alpha$ , what is the form of Darcy's law in the new system? Note that, it is clear that the form of Darcy's law must be the same, can you prove it?

### Exercice 4\_2

La mesure de la conductivité hydraulique à saturation  $K_s$  en laboratoire peut se faire sur une colonne de sol verticale homogène non remaniée placée sur une grille.

- (a) Si la colonne fait 1 m de haut, qu'on soumet son extrémité supérieure à une charge constante de 10 cm (méthode à charge constante), et que l'eau peut s'écouler librement en bas de colonne:
- Déterminer la valeur de  $K_s$ , sachant qu'en régime permanent le flux mesuré au bas de la colonne vaut 110 cm/jour
  - Que vaut la charge de pression en un point situé à 25 cm au-dessus du fond de la colonne ?
- (b) On utilise la même colonne mais en laissant la charge varier au cours du temps (méthode à charge variable). Calculer  $K_s$  sachant qu'au début de l'essai ( $t = 0$ ) la charge d'eau à la surface du sol vaut 10 cm et qu'après une heure le niveau d'eau a baissé de 5 cm.

**Exercice 4\_3**

Soit un écoulement permanent sous une charge de 1 m d'eau à travers 2 couches de sol superposées de 50 cm d'épaisseur chacune. La conductivité hydraulique à saturation de la couche supérieure vaut  $10^{-4}$  cm/s et celle de la couche inférieure  $10^{-5}$  cm/s.

Calculez le flux au bas de la colonne et la charge hydraulique et de pression à l'interface entre les couches.

Effectuez les mêmes calculs en inversant les couches. Commentez les résultats.