

MIDI DE L'EAU
09/02/2021
Les tests d'infiltrations

*Pour les personnes
Néerlandophones, merci
de choisir le canal prévu
à cet effet*

Benoît GENTIL

*Facilitateur Eau pour
Bruxelles Environnement*



BRUXELLES ENVIRONNEMENT

IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

- I. Introduction**
- II. Présentation des différentes techniques à préconiser**
- III. Comment interpréter les résultats ?**
- IV. Questions / Réponses**



I. Introduction

II. Présentation des différentes techniques à préconiser

III. Comment interpréter les résultats ?

IV. Questions / Réponses

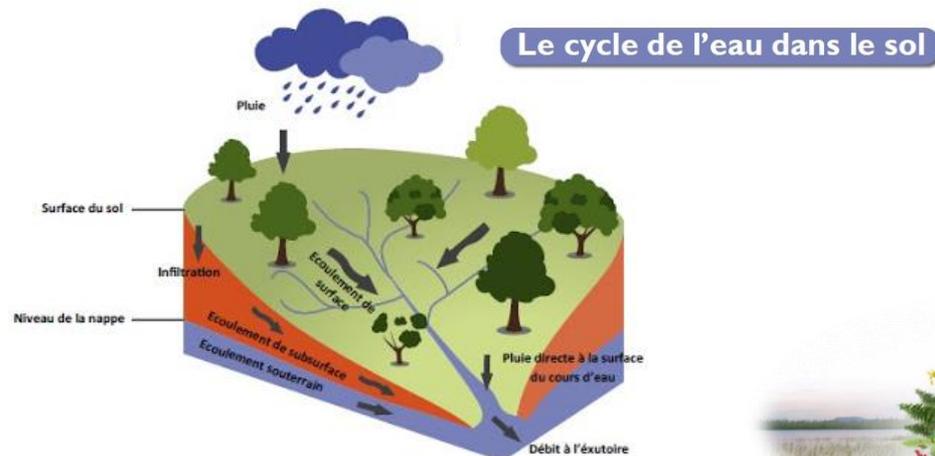


Introduction

- Pourquoi réaliser des tests d'infiltration ?
 - ▶ Concevoir un projet en accord avec l'évolution des règlements (RRU, RCU, PU, PE, ...).

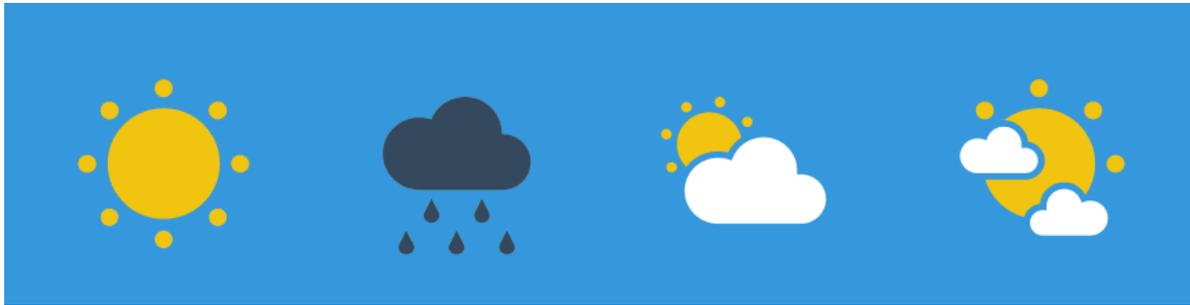


- ▶ Concevoir un projet avec une gestion de l'eau respectueuse de l'environnement.



Introduction

- Quand les réaliser ?
 - ▶ Le plus tôt possible
 - ▶ Impact de la météo ?



- Combien de tests prévoir ?
 - ▶ Multiplier le nombre d'essais pour interpréter au mieux les résultats
 - ▶ Terrain homogène ou hétérogène ? (étude cartographique)
 - ▶ Adapté au nombre de dispositif de gestion envisagé
 - ▶ Accessibilité ? Surface disponible ? Impétrants ?



Introduction

- Où les réaliser ?
 - ▶ Au droit des futurs ouvrages ou maillage du terrain
 - ▶ Accessibilité ? Surface disponible ? Impétrants ?
- À quelle profondeur ?
 - ▶ Adaptée au dispositif de gestion envisagé
 - ▶ Dans les horizons superficiels
- Quelle méthode privilégier ?
 - ▶ Méthode simple
 - ▶ Adaptée à l'ouvrage de gestion envisagé
 - ▶ Accessibilité ? Surface disponible ? Impétrants ?
 - ▶ Budget ?



I. Introduction

II. Présentation des différentes techniques à préconiser

III. Comment interpréter les résultats ?

IV. Questions / Réponses



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode classique)

- ▶ Objet et principe

Cet essai permet la détermination in-situ du coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique K) d'un sol et donc sa capacité d'infiltration, par application d'une charge hydraulique constante dans un forage réalisé à la tarière manuelle et via un récipient gradué.

- ▶ Matériel

- › une tarière à main de 150 mm de diamètre ;
- › un réservoir d'eau ;
- › un système d'alimentation avec flotteur et clapet ;
- › un récipient gradué ;
- › un mètre ;
- › un chronomètre ;
- › un stylo ou crayon ;
- › une ou plusieurs feuilles d'essai.



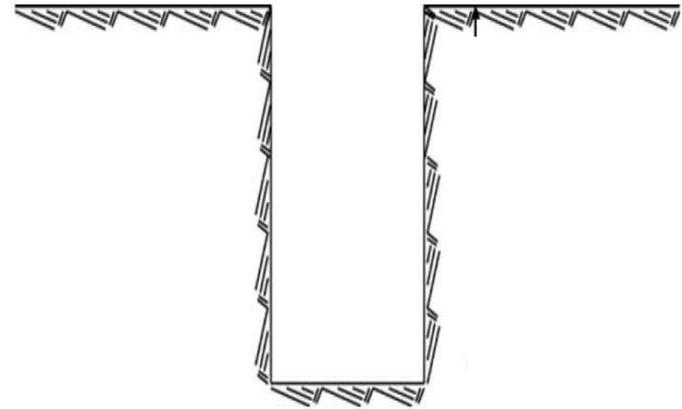
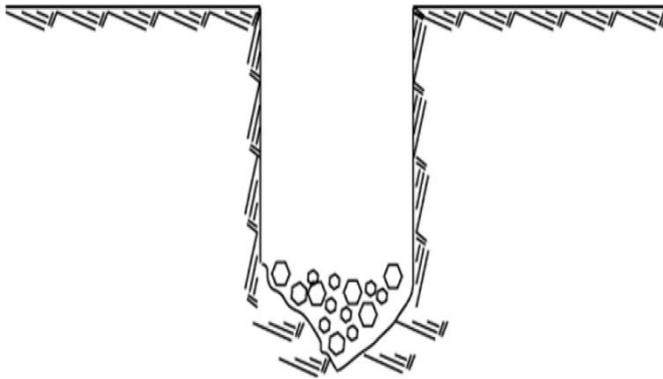
Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode classique)
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°1 : Creuser un forage vertical à l'aide de la tarière manuelle



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode classique)
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°2 : Nettoyer la cavité



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode classique)
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°3 : Mettre en place la cellule de régulation au fond du forage et remplir d'eau la cavité jusqu'au système d'alimentation



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode classique)
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°4 : Relever la variation de la hauteur d'eau du récipient gradué pendant 30 minutes puis reboucher le trou



Mesure du temps en minute (t)	Mesure du niveau d'eau en millimètre (h)
Départ t=0	h=
1 min	h=
2 min	h=
3 min	h=
4 min	h=
5 min	h=
10 min	h=
15 min	h=
20 min	h=
25 min	h=
30 min	h=



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode classique)
 - ▶ Calcul et expression des résultats

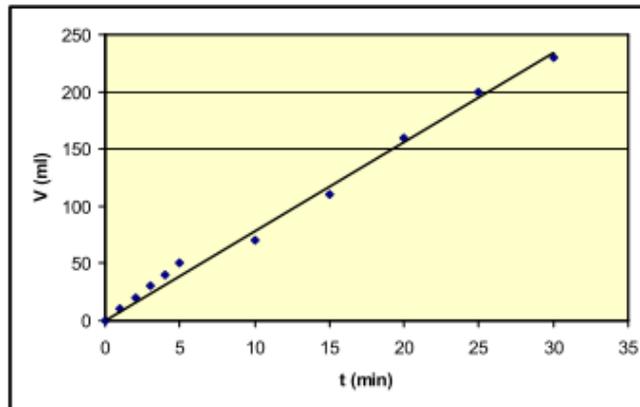
$$K = \frac{1000 \times V}{S_i \times t}$$

avec : K = Perméabilité en mm/h

V = Volume d'eau introduit pour assurer un volume constant dans la cavité en m³

S_i = Surface d'infiltration de la cavité en m²

t = Durée de l'essai en heure (h)



Représentation de la variation du volume absorbé en fonction du temps



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode tube)

- ▶ Objet et principe

Cet essai permet la détermination in-situ du coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique K) d'un sol et donc sa capacité d'infiltration, par application d'une charge hydraulique constante dans un forage réalisé à la tarière manuelle et via un tube gradué.

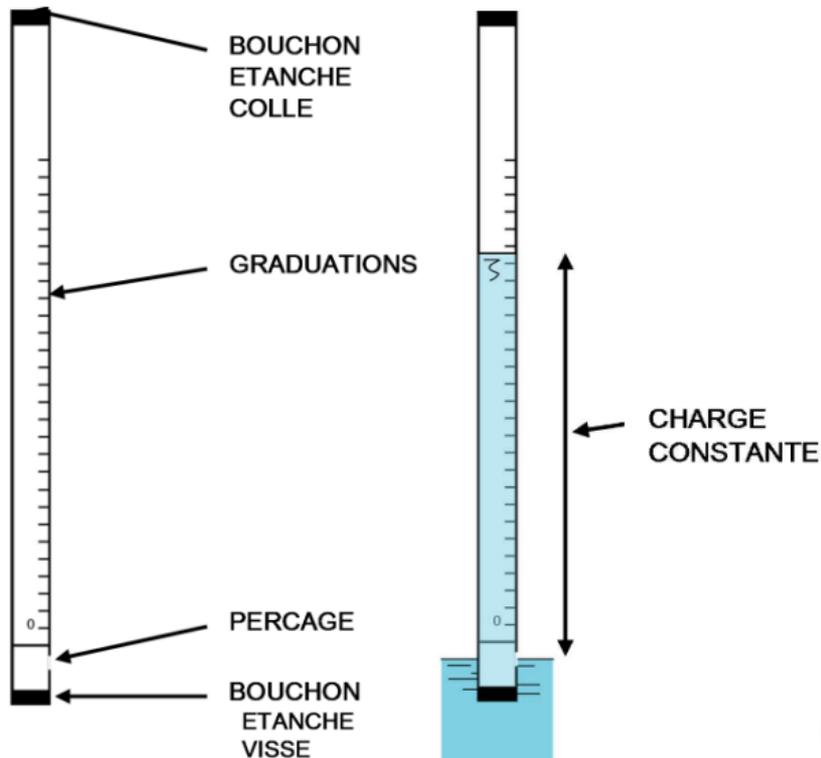
- ▶ Matériel

- › une tarière à main de 150 mm de diamètre ;
 - › un réservoir d'eau ;
 - › un tube Porchet de 1,50 m ;
 - › un système pour maintenir ce tube à la verticale ;
 - › un mètre ;
 - › un chronomètre ;
 - › un stylo ou crayon ;
 - › une ou plusieurs feuilles d'essai.



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode tube)
 - ▶ Matériel
 - › Zoom sur le tube Porchet de 1,50 m



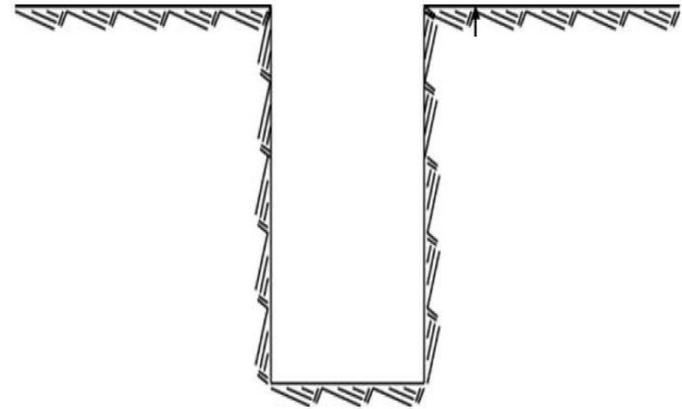
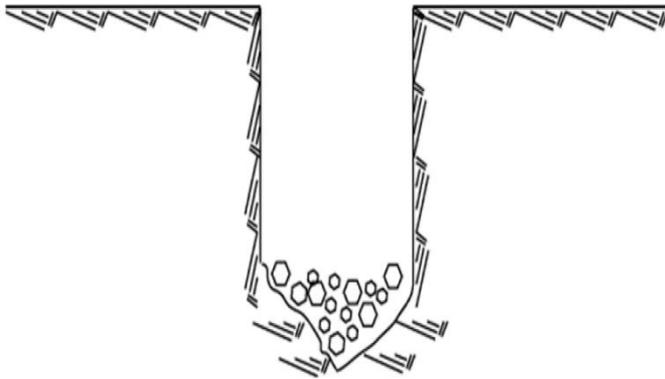
Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode tube)
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°1 : Creuser un forage vertical à l'aide de la tarière manuelle



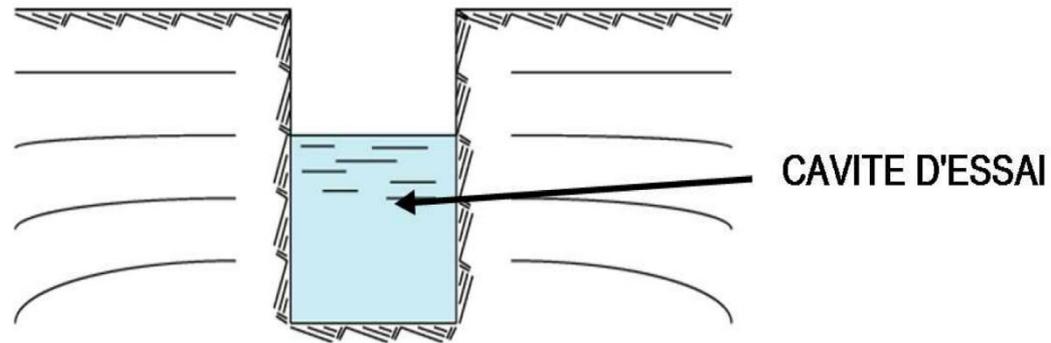
Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode tube)
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°2 : Nettoyer la cavité



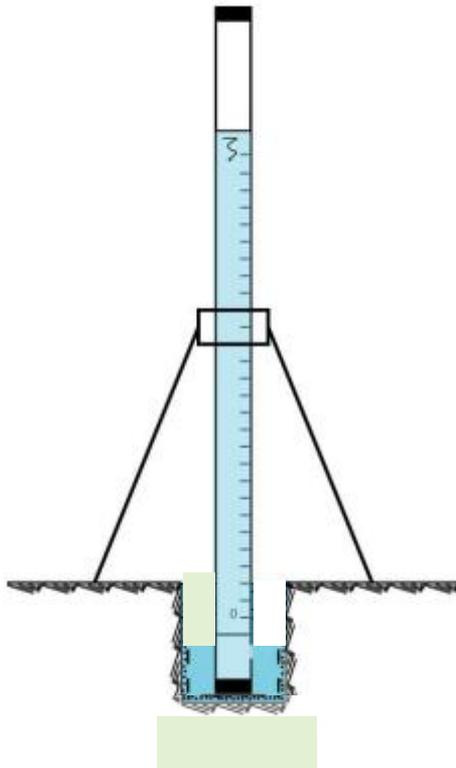
Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode tube)
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°3 : Remplir d'eau la cavité jusqu'à 20 cm à partir du fond de celle-ci



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode tube)
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°4 : Remplir le tube gradué d'eau clair puis mettre en place le système dans la cavité



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode tube)
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°5 : Relever la variation de la hauteur d'eau du tube gradué pendant 30 minutes puis reboucher le trou



Mesure du temps en minute (t)	Mesure du niveau d'eau en millimètre (h)
Départ t=0	h=
1 min	h=
2 min	h=
3 min	h=
4 min	h=
5 min	h=
10 min	h=
15 min	h=
20 min	h=
25 min	h=
30 min	h=



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type PORCHET (méthode tube)
 - ▶ Calcul et expression des résultats

$$K = \frac{d_i^2}{4DH + D^2} \times \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

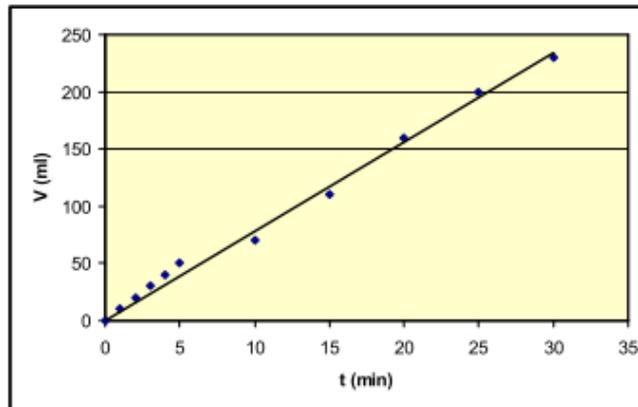
avec : K = Perméabilité en m/s

d_i = Diamètre inférieur du tube en m

D = Diamètre de la cavité en m

H = Hauteur d'eau dans la cavité en m

$\frac{\Delta h}{\Delta t}$ = Baisse du niveau d'eau dans le tube pendant le temps Δt en m/s



Représentation de la variation du volume absorbé en fonction du temps



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type MATSUO ou « essai à la fosse »

- ▶ Objet et principe

Cet essai permet la détermination in-situ du coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique K) d'un sol et donc sa capacité d'infiltration, par application d'une charge hydraulique variable (décroissante) dans une fosse rectangulaire creusée à la pelle mécanique.

- ▶ Matériel

- › une pelle mécanique de faible tonnage (type mini-pelle) ;
- › une bêche ou une pelle manuelle ;
- › un tasseau (ou mire graduée) ;
- › une citerne d'eau d'un volume adapté au nombre d'essais ;
- › un mètre ;
- › un chronomètre ;
- › un stylo ou crayon ;
- › une ou plusieurs feuilles d'essai.



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type MATSUO ou « essai à la fosse »
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°1 : Creuser une fosse de 0,4 à 0,5 m de large sur 1 à 1,5 m de long (allonge du bras de la pelle) à l'aide de la pelle mécanique



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type MATSUO ou « essai à la fosse »
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°2 : Nettoyer la cavité puis prendre les mesures moyennes de la fosse réalisée



Présentation des différentes techniques à préconiser

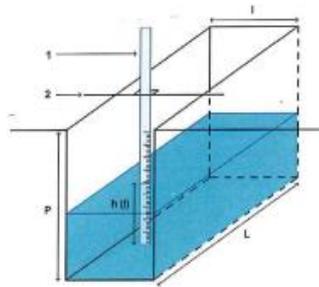
- Essai d'infiltration de type MATSUO ou « essai à la fosse »
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°3 : Poser le tasseau au sol en travers de la fosse puis remplir la fosse jusqu'à environ 5 cm en dessous de celui-ci



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type MATSUO ou « essai à la fosse »
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°4 : Relever la variation de la hauteur d'eau dans la fosse pendant 120 minutes puis reboucher le trou

Mesure du temps en minute (t)	Mesure niveau d'eau en mètre (h)
Départ T0	H=
5 min	
10 min	
15 min	
20 min	
25 min	
30 min	
45 min	
60 min	
75 min	
90 min	
105 min	
120 min	



P (m) =

L (m) =

I (m) =



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration de type MATSUO ou « essai à la fosse »
 - ▶ Calcul et expression des résultats

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln\left(\frac{h+C}{H_0+C}\right)$$

$$\text{avec } C = \frac{L \times l}{2 \times (L+l)}$$

avec : K = Perméabilité en m/s

C = Coefficient en m

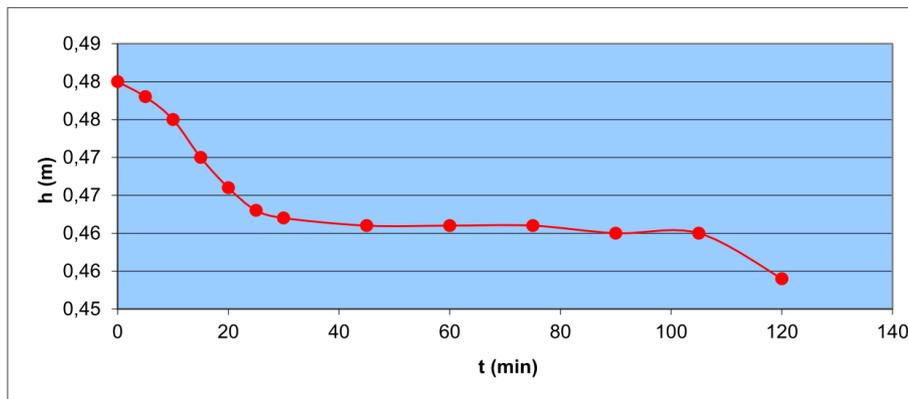
L = Longueur de la fosse en m

l = largeur de la fosse en m

H₀ = la hauteur du niveau d'eau à t = 0

h = la hauteur d'eau à l'instant t où la mesure a été effectuée en m

t = l'instant où la mesure a été effectuée en min



Représentation de la variation de la hauteur au sein de la fosse en fonction du temps



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration pour le tout à chacun

- ▶ Objet et principe

Cet essai de perméabilité permet la détermination in-situ du coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique K) d'un sol et donc sa capacité d'infiltration, par application d'une charge hydraulique variable dans un trou creusé à la bêche ou à la pelle.

- ▶ Matériel

- › une bêche ou une pelle ;
- › un tasseau d'environ 1 m marqué d'un repère au milieu ;
- › un tuyau d'arrosage ou un arrosoir ;
- › un mètre ;
- › un chronomètre ;
- › un stylo ou crayon ;
- › une ou plusieurs feuilles d'essai.



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration pour le tout à chacun
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°1 : Creuser un trou carré d'environ 30 x 30 cm à l'aide d'une pelle et/ou une bêche



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration pour le tout à chacun
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°2 : Nettoyer la cavité puis prendre les mesures moyennes du trou réalisé



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration pour le tout à chacun
 - ▶ Protocole
 - › Étape n°3 : Poser le tasseau au sol en travers de la fosse puis remplir le trou jusqu'à environ 5 cm en dessous de celui-ci



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration pour le tout à chacun

- ▶ Protocole

- › Étape n°4 : Relever la variation de la hauteur d'eau dans le trou pendant 90 minutes puis le reboucher

Mesure du temps en minute (t)	Mesure du niveau d'eau en millimètre (h)
Départ t=0	h=
5 min	h=
10 min	h=
15 min	h=
20 min	h=
25 min	h=
30 min	h=
45 min	h=
60 min (1h)	h=
75 min (1h15min)	h=
90 min (1h30 min)	h=



Présentation des différentes techniques à préconiser

- Essai d'infiltration pour le tout à chacun
 - ▶ Calcul et expression des résultats

Profondeur (m) = 0,5 m Longueur (m) = 0,3 m largeur (m) = 0,3 m

Calcul de la hauteur d'eau infiltrée (ΔH) en millimètre

$\Delta H = h$ (première valeur de t) – h (dernière valeur de t)

$\Delta H = \dots\dots\dots\text{mm}$

avec : ΔH = hauteur en mm

Calcul du Temps (T) en heure

Durée de l'essai 1 heure et 30 minutes

T = 1,5 h (adapter la valeur en cas d'infiltration plus rapide)

Calcul de la perméabilité (K)

$K = \Delta H \div T$

K =mm/h

avec : K = Perméabilité en mm/h, ΔH = hauteur infiltrée en mm et T = Durée de l'essai en h

Pour obtenir K en m/s on divise simplement K en mm/h par 3 600 000, exemple :

80 mm/h = 80/3600/1000 m/s soit $2,22 \cdot 10^{-5}$ m/s

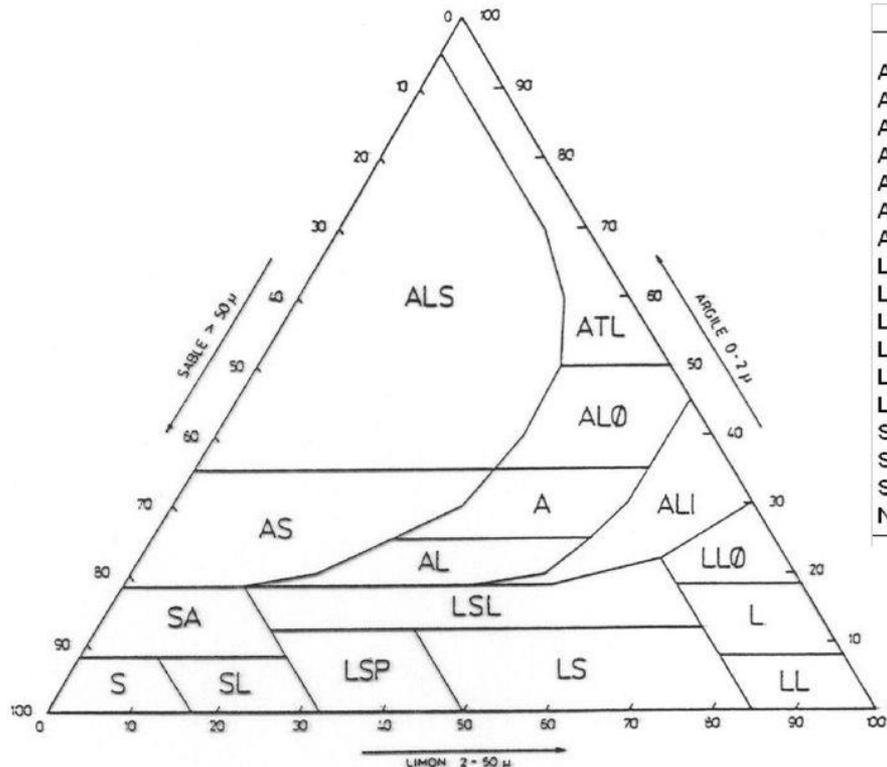


- I. Introduction
- II. Présentation des différentes techniques à préconiser
- III. Comment interpréter les résultats ?**
- IV. Questions / Réponses



Comment interpréter les résultats ?

Triangle textural belge



ATL	argile très lourde
ALS	argile lourde sableuse
ALO	argile lourde
ALI	argile limoneuse
A	argile
AS	argile sableuse
AL	argile légère
LLO	limon lourd
LLO	limon
LL	limon léger
LSL	limon sableux lourd
LS	limon sableux
LSP	limon sableux léger
SA	sable argileux
SL	sable limoneux
S	sable
NID	texture non identifiée



- I. Introduction
- II. Présentation des différentes techniques à préconiser
- III. Comment interpréter les résultats ?
- IV. Questions / Réponses**



Merci de votre
attention



BRUXELLES ENVIRONNEMENT

IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT