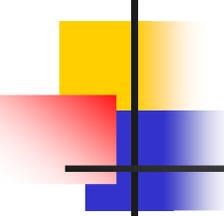


Dallage (Suite)

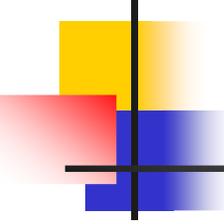
- ESSAIS DE SOL



ESSAIS DE SOL, généralités 1/2

Les **essais de reconnaissance** sont répertoriés en plusieurs familles :

- les **sondages** (à la pelle mécanique, à la tarière ou carottés), qui permettent d'apprécier la tenue du terrain, et d'en fournir une coupe,
- les **essais in situ** (au pénétromètre dynamique ou statique, au piézocône ou au pressiomètre), qui permettent le repérage des couches compressibles, l'appréciation de certains paramètres hydrauliques et l'évaluation de la capacité portante et du tassement des sols,
- les **relevés piézométriques**, qui permettent le suivi des fluctuations des nappes phréatiques et des circulations d'eau dans le sol. Ils sont indispensables si l'enquête préalable révèle la présence d'eau souterraine à faible profondeur,
- les **essais en laboratoire** (essais d'identification, de sensibilisation à l'eau, de comportement, ou de compressibilité à l'oedomètre), qui permettent l'analyse granulométrique, la mesure de la teneur en eau, de l'équivalent sable, de l'aptitude au compactage ou l'évaluation du temps de consolidation d'un échantillon de sol intact ou remanié,
- les **essais à la plaque**, qui permettent de déterminer la valeur du module de réaction du sol, qui est le rapport d'une pression par l'enfoncement de la plaque. Ils permettent d'évaluer la déformabilité et la compacité du sol, mais ne donnent pas d'informations en profondeur.



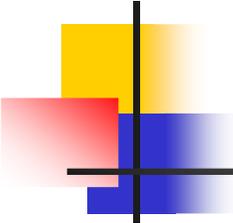
ESSAIS DE SOL, généralités 2/2

Il faut distinguer les essais de surface :

- Essai à la plaque

et les essais en profondeur :

- Pressiomètre de Ménard,
- Pénétrromètre statique ou dynamique
- SPT...



ESSAIS DE SOL, essais à la plaque 1/2

- L'essai standard est l'essai de Westergaard :
 - on mesure l'**enfoncement e** d'une plaque de **diamètre 75 cm** sous une **pression p = 0,7 bar**,
 - on calcule le module de réaction de Westergaard **$K_w = p / e$** en bars/cm ou en MPa/m.
Exemple: si e = 1mm, $K_w = 7$ bars/cm.
- L'essai couramment réalisé est l'essai LCPC :
 - on mesure de l'enfoncement **w1** en mm d'une plaque de **diamètre 60 cm** sous une pression **p = 2,5 bars**, lors d'un premier chargement,
 - on mesure de l'enfoncement **w2** en mm de la même plaque sous une pression **p = 2 bars**, lors d'un second chargement,
 - on calcule les modules de déformations **$EV1 = 1125 / w1$** et **$EV2 = 900 / w2$** en bars,
 - on calcule le rapport de compactage **$k = EV2 / EV1$** , (ne pas confondre avec K_w),

Notons qu'un premier chargement à p = 0,7 bar, permettrait de calculer un module de réaction :

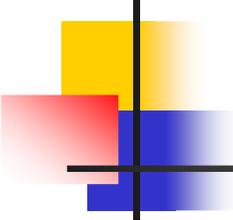
$$K = 0,7 / e \text{ et de déduire } K_w = 60 / 75 \cdot K$$

Approximativement, on peut aussi dire que : **$K_w \approx EV1 / 55$** . (Bars/cm et bars)

- Pour un dallage en chambre froide, compte tenu du tassement de l'isolant sous l'effet des charges appliquées au dallage, le module de réaction du sol devra être corrigé pour le calcul.

ESSAIS DE SOL, essais à la plaque 2/2

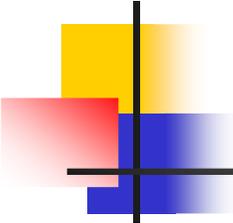
Portance	Examen visuel (essieu de 13t)	Indice portant CBR en %	Module de déformation à la plaque EV2 en MPa	Module de réaction du sol Kw en bars/cm	Type de sols	
P₀	Circulation impossible, sol inapte très déformable	CBR < 3	EV2 < 15	Kw < 3	Argiles fines saturées, sols tourbeux, sols à faible densité sèche, sols contenant des matières organiques, etc...	
P₁	Ornières derrière l'essieu de 13t, sol déformable	3 < CBR < 6	15 < EV2 < 30	3 < Kw < 5	Limons plastiques, argileux et argiloplastiques, argiles à silex, alluvions grossières, etc...Sols très sensibles à l'eau.	
P₂	Pas d'ornières derrière l'essieu de 13t	Sol déformable	6 < CBR < 10	30 < EV2 < 50	5 < Kw < 6	Sables alluvionnaires argileux ou fins limoneux, graves argileuses ou limoneuses, sols marnés contenant moins de 35% de fines.
P₃		Sol peu déformable	10 < CBR < 20	50 < EV2 < 120	6 < Kw < 7	Sables alluvionnaires propres avec fines < 5%, graves argileuses ou limoneuses avec fines < 12%.
P₄		Sol très peu déformable	20 < CBR < 50	120 < EV2 < 250	7 < Kw < 15	Matériaux insensibles à l'eau, sables et graves propres, matériaux rocheux sains, etc... Chaussées anciennes.
P₅		Sol très peu ou pas déformable	50 < CBR	250 < EV2	15 < Kw	Graves propres et compactées e > 30cm, chaussées anciennes, roches.



LES PLATES FORMES 1/2

- La couche de forme peut être constituée :
 - soit **par le sol en place** lorsque ses caractéristiques géomécaniques sont suffisantes,
 - soit **par apport de matériaux** de qualité appropriée, soigneusement compactés, dans le cas contraire.
- La couche de forme a pour objet de remplir une ou plusieurs des fonctions suivantes :
 - permettre la **circulation** pendant les travaux,
 - **protéger** les couches sous-jacentes,
 - réaliser une **substitution de matériaux médiocres** ou organiques,
 - garantir de bonnes **performances mécaniques** sur les premiers décimètres du sol,
 - **homogénéiser l'appui du dallage** sur le sol,
 - assurer une **coupure de capillarité**,
 - obtenir une **grande résistance** en surface, au voisinage des rives et angles de panneaux.

Notons que, comme le dallage, la couche de forme reste un élément superficiel mince ; on ne peut généralement pas compenser la médiocrité d'un sol d'assise par une couche de forme performante.



LES PLATES FORMES 2/2

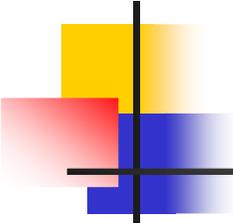
- Les **matériaux utilisés**, de qualité acceptable, sont issus généralement de la région dans laquelle on se trouve pour des raisons économiques.

Ceux que l'on rencontre le plus fréquemment sont :

- les sols sableux et graveleux avec des fines non argileuses et des gros éléments,
- les sols comportant des fines non argileuses et des gros éléments,
- les sols insensibles à l'eau,
- les craies,
- les calcaires rocheux,
- les roches siliceuses,
- les roches magmatiques et métamorphiques...

- Les caractéristiques les plus couramment vérifiées **d'une couche de forme de bonne qualité** pour un dallage à usage industriel courant sont les suivantes :

- un module de déformation $EV2 > 120$ MPa, et $EV2 / EV1 < 2$,
- un $Kw > 7$ bars/cm,
- un compactage > 98 % de l'Optimum Proctor Modifié,
- une tolérance de planimétrie de ± 1 cm,
- des caractéristiques mécaniques homogènes
- pas de points durs (fondations...).



ESSAIS DE SOL

La nature du sol peut conduire à préconiser des techniques particulières de réalisations de dallages ou d'amélioration du support.

C'est notamment le cas pour les sols organiques, gonflants, les sols constitués de matériaux de récupération, les sols sujets à consolidation ou dont le régime des eaux n'est pas acceptable.

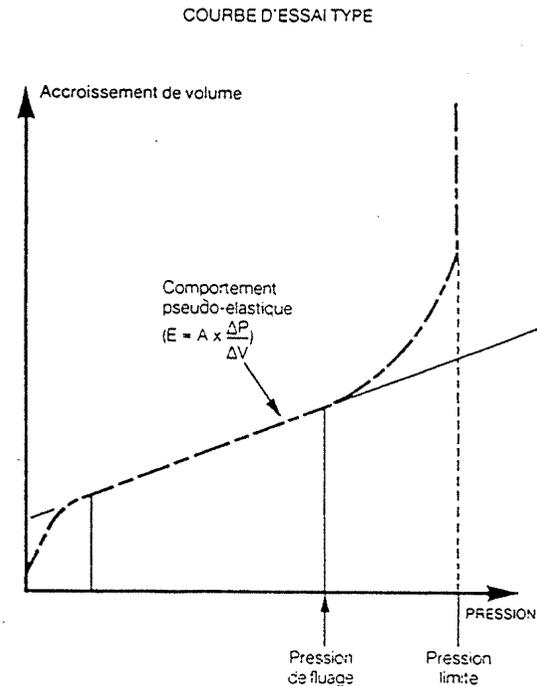
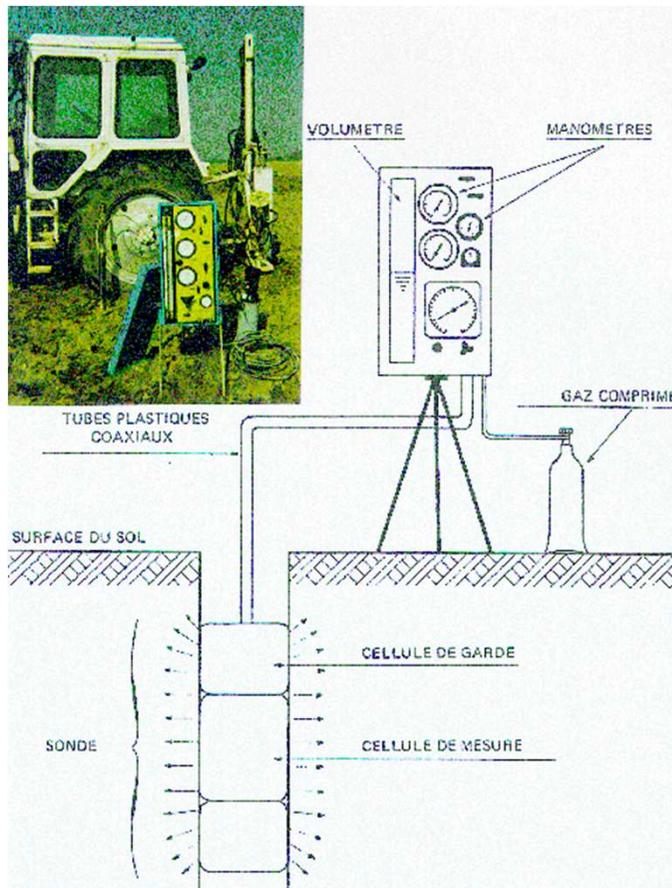
On emploie alors différentes techniques d'amélioration comme :

- le pré-chargement,
- le drainage,
- le traitement à la chaux et au ciment,
- le compactage dynamique,
- les colonnes ballastées,
- les pieux....

ESSAIS DE SOL, pressiomètre 1/3

Une sonde est gonflée dans un forage.

On mesure la relation entre le volume de la sonde et la pression nécessaire pour obtenir ce volume.



Le module pressiométrique E_m est la pente de la partie linéaire de la courbe

ESSAIS DE SOL, pressiomètre 2/3

En fonction des caractéristiques du sol, il est possible de déduire le module d'Young E à partir du module pressiométrique E_m

$$E = E_m / \alpha$$

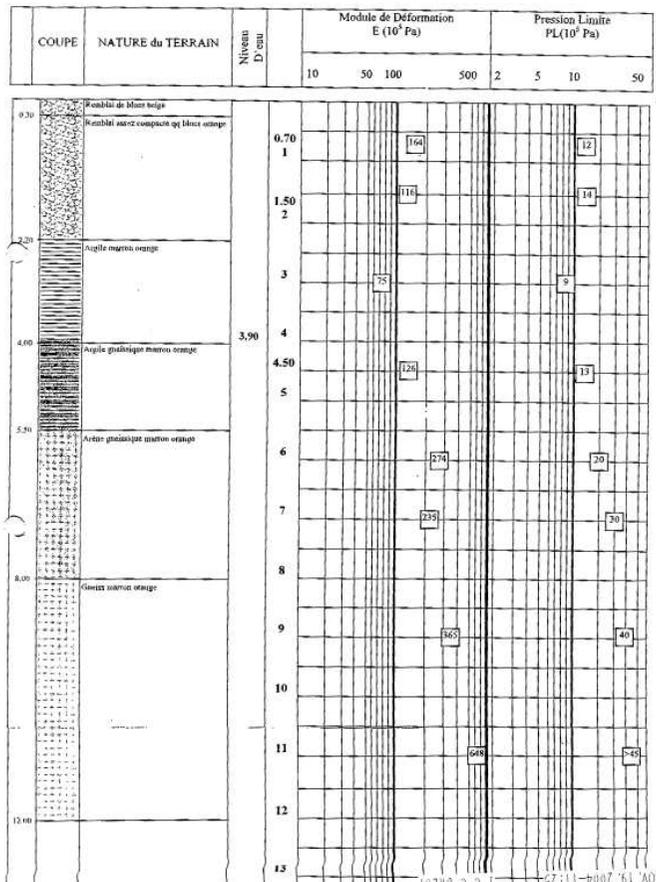
Tableau 10 – Coefficient rhéologique α [47]

Type	Tourbe	Argile		Limon		Sable		Sable et gravier		Type	Roche
	α	E/p_c	α	E/p_c	α	E/p_c	α	E/p_c	α		α
Surconsolidé ou très serré.....		> 16	1	> 14	2/3	> 12	1/2	> 10	1/3	Très peu fracturé.....	2/3
Normalement consolidé ou normalement serré.....	1	9 à 16	2/3	8 à 14	1/2	7 à 12	1/3	6 à 10	1/4	Normal.....	1/2
Sous-consolidé altéré et remanié ou lâche.....		7 à 9	1/2	5 à 8	1/2	5 à 7	1/3			Très fracturé ..	1/3
										Très altéré	2/3

ESSAIS DE SOL, pressiomètre 3/3

CHANTIER : DOUARNENEZ - WELDOM
 Références : 32134 04 32219
 Dates : 23 06 2004
 Cote : 52.58

S 3



Exemple de résultat d'essais
(valeur indicatives)

	Em	Pl
Mauvais	de 1 à 5 MPa	De 0.1 à 0.5 MPa
Moyen	de 5 à 15 MPa	De 0.5 à 1 MPa
Bon	De 15 à 150 MPa	De 1 à 3 MPa
Excellent (sol incompressible)	Au delà de 150 MPa	Au delà de 3 MPa

ESSAIS DE SOL, pénétromètre 1/2

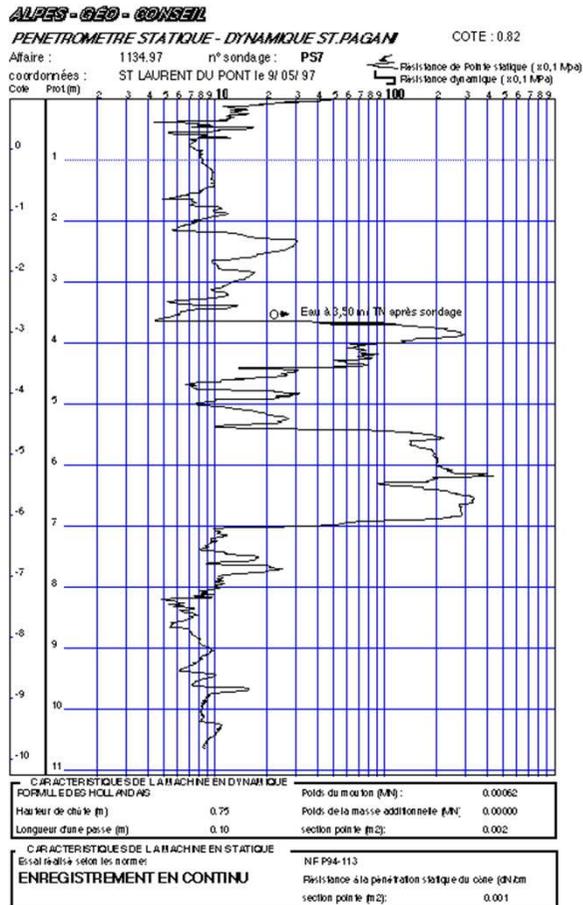
Dispositif d'essai au pénétromètre statique

Le pénétromètre statique est équipé d'une pointe d'une section de 10 cm² comportant 3 éléments télescopés permettant de mesurer l'un après l'autre :

- l'effort sur la pointe,
- le frottement sur le manchon (2^o partie),
- l'effort total sur l'ensemble du train de tiges.



ESSAIS DE SOL, pénétromètre 2/2



La courbe représente la valeur de q_c (résistance de pointe) en continu.

Par analogie on peut calculer le tassement

$$\Delta h = \frac{h \Delta \sigma'}{\alpha q_c}$$

Avec

Δh tassement

h : épaisseur de la couche compressible

$\Delta \sigma'$: variation de contrainte effective

α : coefficient de corrélation variant de 1,5 à 10 suivant le sol (ne pas confondre avec le coefficient rhéologique de l'essai pressiométrique)

q_c : résistance en pointe

Cet essai ne permet pas de calculer les déformations d'un sol argileux.

Il donne des indications sur les tassements des sols sableux