PN ASIRI - Expérimentations en vraie grandeur

Laurent Briançon

le cnam

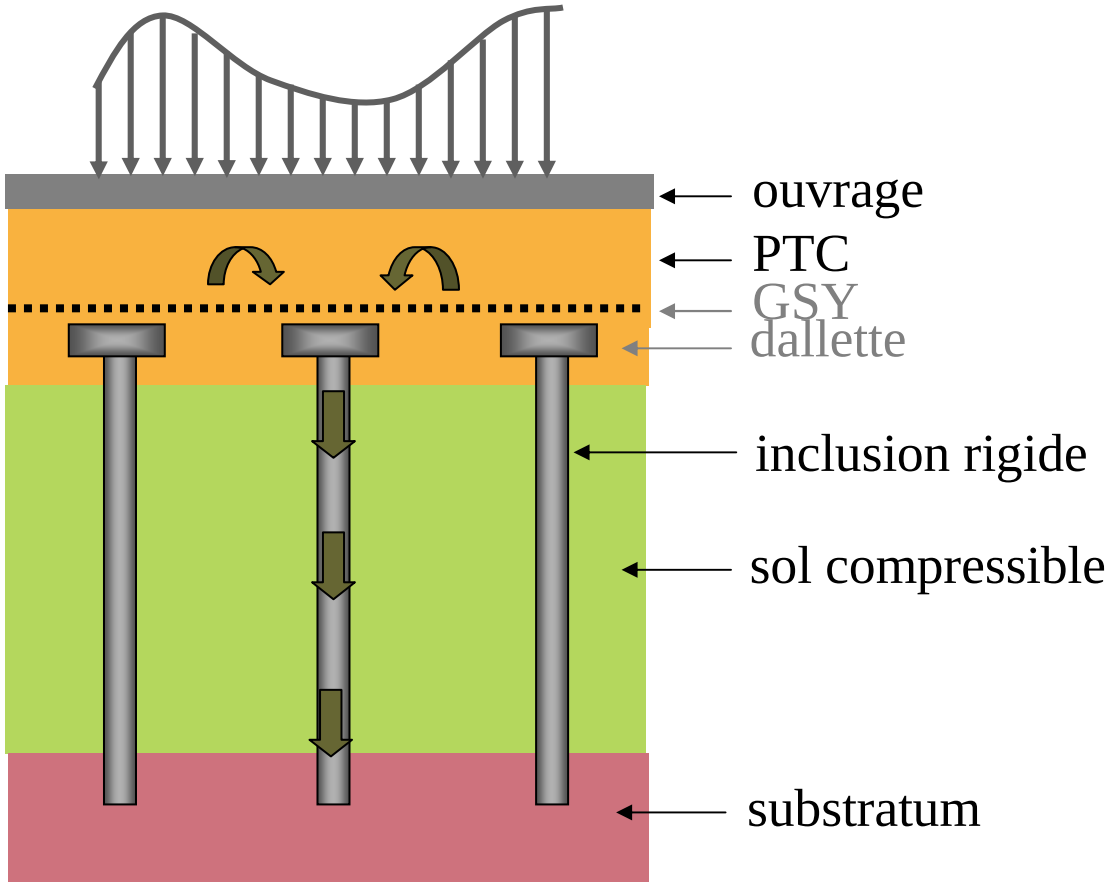
A.S.I.RI

Projet National

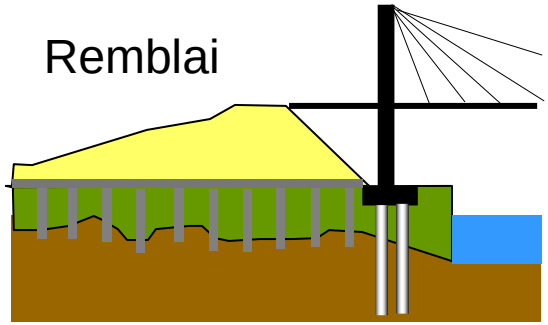
Amélioration des Sols par Inclusions Rigides

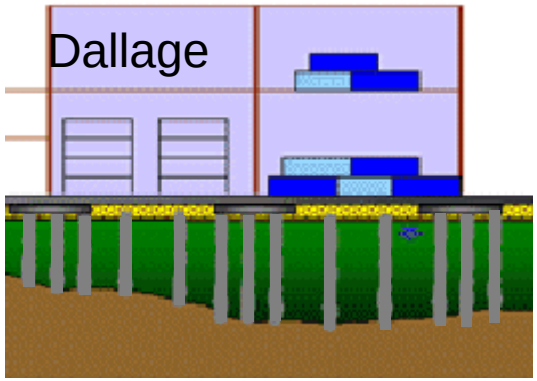
Opération du Réseau Génie Civil et Urbain

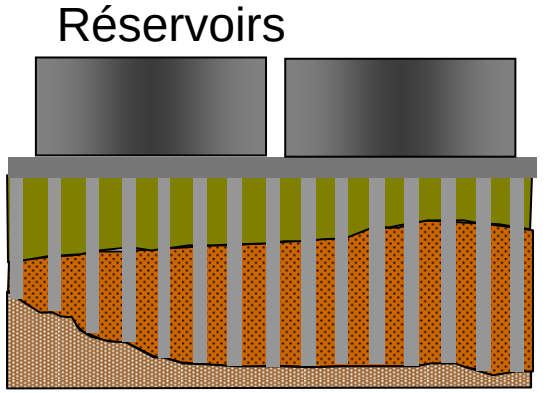
Principe


ouvrage
PTC
GSY
dallette
inclusion rigide
sol compressible
substratum

Domaines d'application







⇨ Mécanismes différents selon les applications

Remblai : charge uniforme, dissipation des tassements dans le corps du remblai
Dallage : charges ponctuelles, critère de tassement strict, risque de poinçonnement
Réservoirs : charge uniforme variable, critère de tassement strict

Pourquoi ces expérimentations ?

Pour caler les modélisations numériques existantes ou développées à l'occasion de ce projet (Benchmarks) et les modélisations physiques

Pour comprendre les mécanismes

Transfert de charge dans la PTC
Comportement des éléments du renforcement

Pour définir l'instrumentation type à utiliser pour des chantiers réels

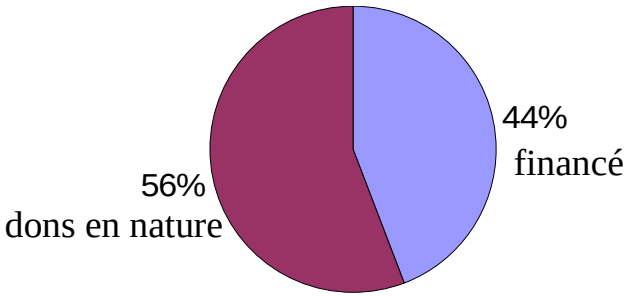
Les deux expérimentations

Site de Saint Ouen l'Aumône (Port autonome de Paris)

Dallages sur IR

4 plots

374 k€



13 partenaires

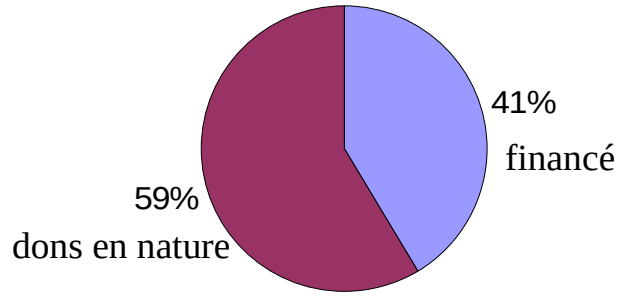
février 2006 - juin 2007

Site de Chelles (Conseil Général de Seine et Marne)

Remblais sur IR

4 plots

361 k€

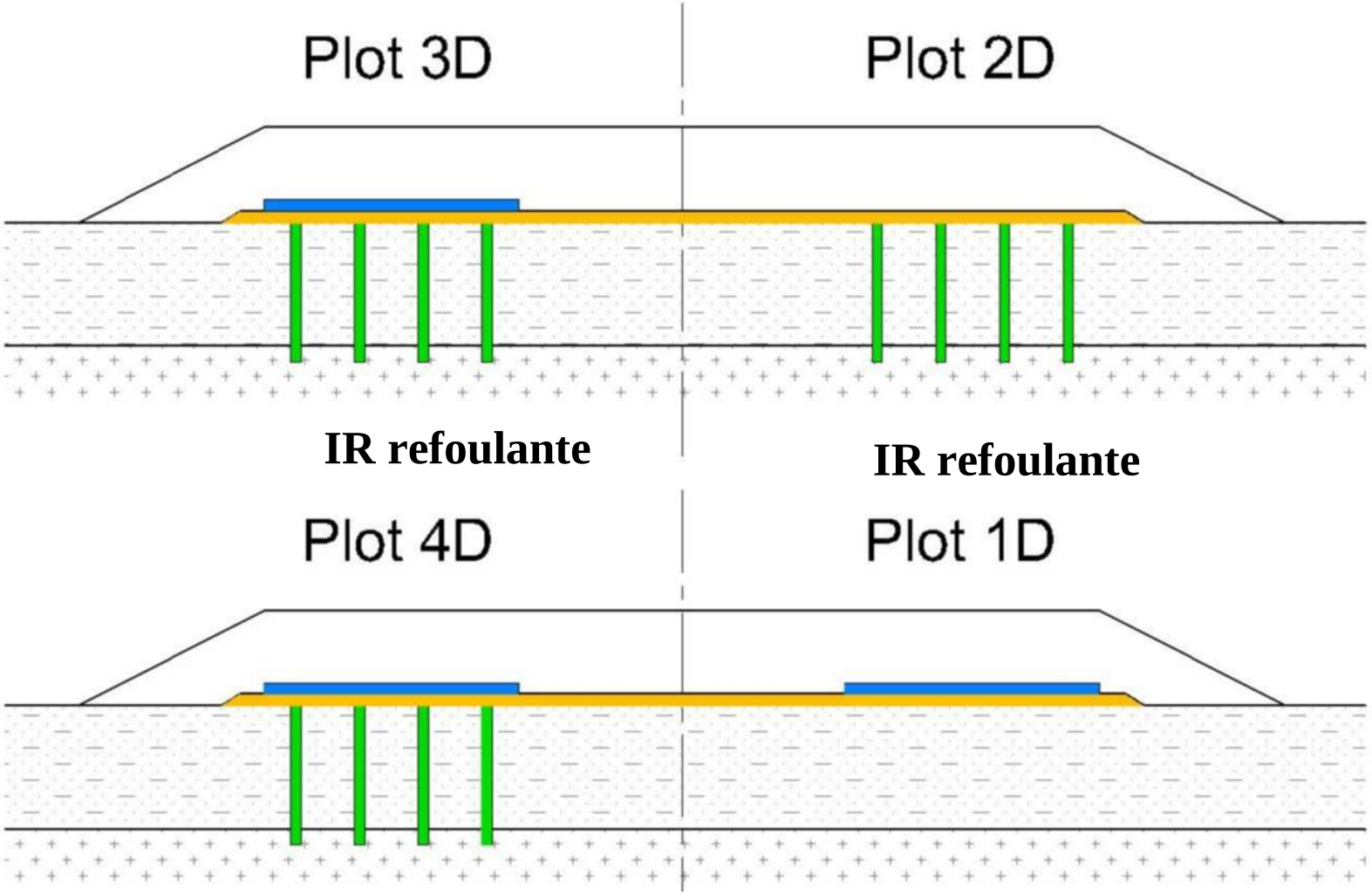


10 partenaires

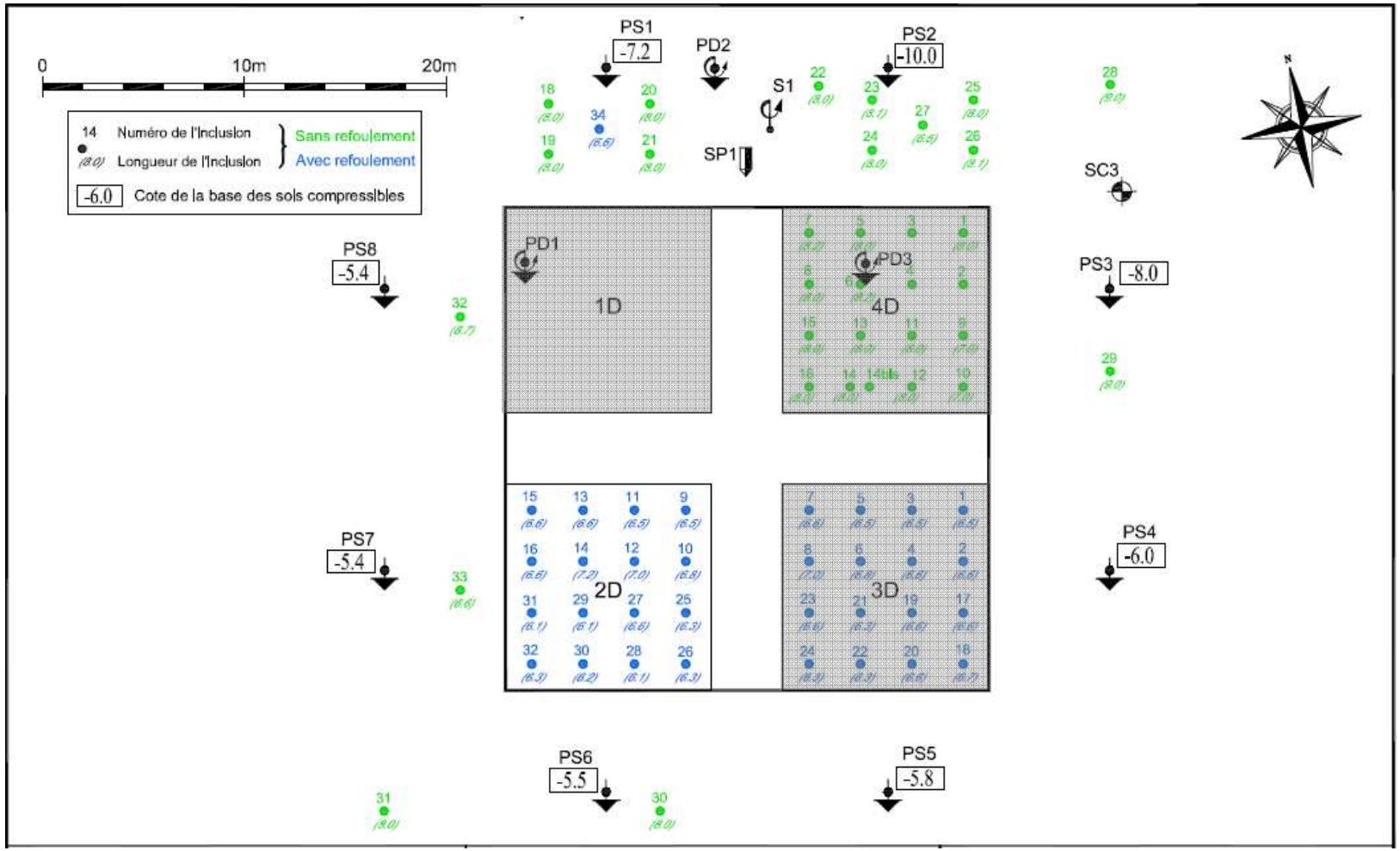
juin – décembre 2007

Dallages. Présentation

Dallages. Présentation



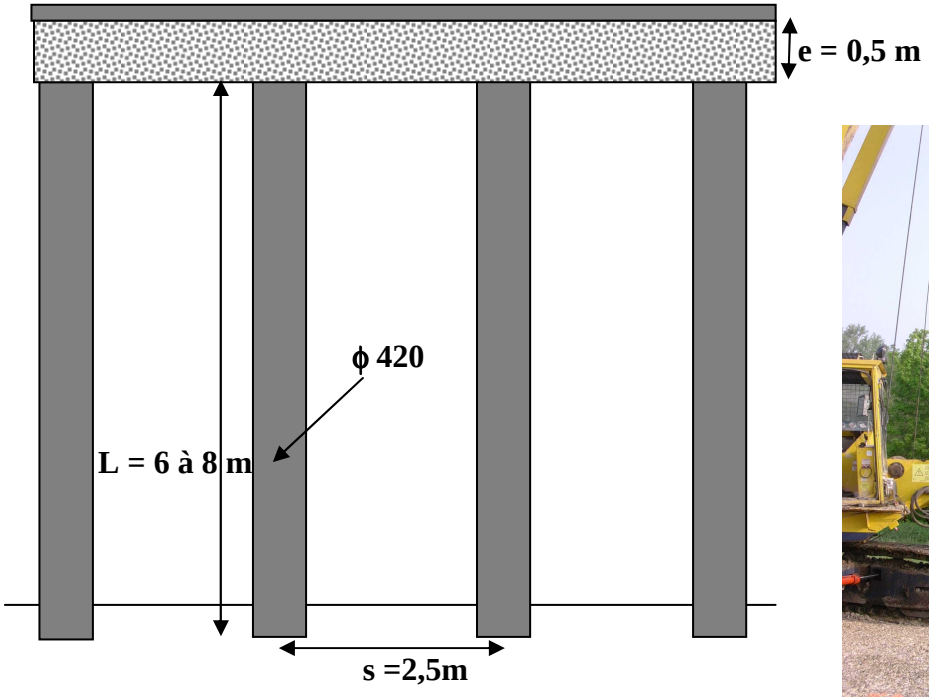
Dallages. Implantation des plots



Remblai 1 : 1,5 m
Remblai 2 : 2,5 m

Dallages fibrés
(e = 17 cm)

PTC granulaire
(h = 50 cm)

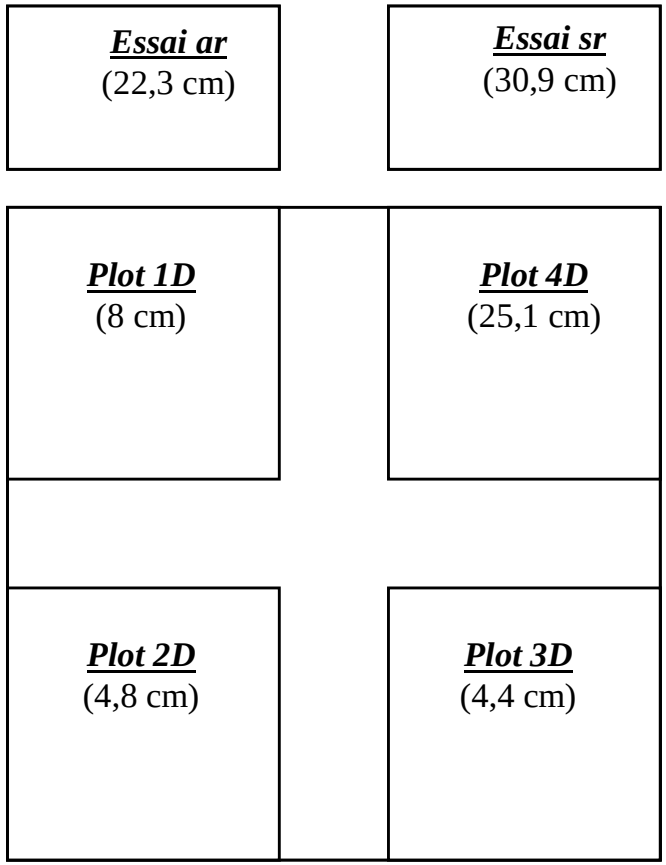


IR refoulantes (Ménard)

IR non refoulantes (Keller)

Dallages. Présentation

Site présentait un horizon compressible assez hétérogène

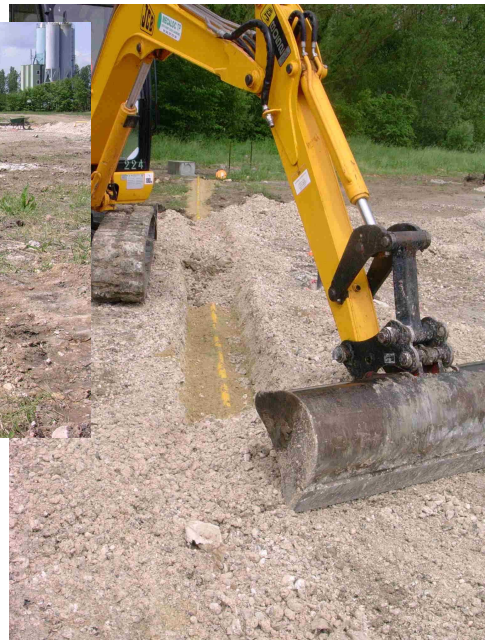


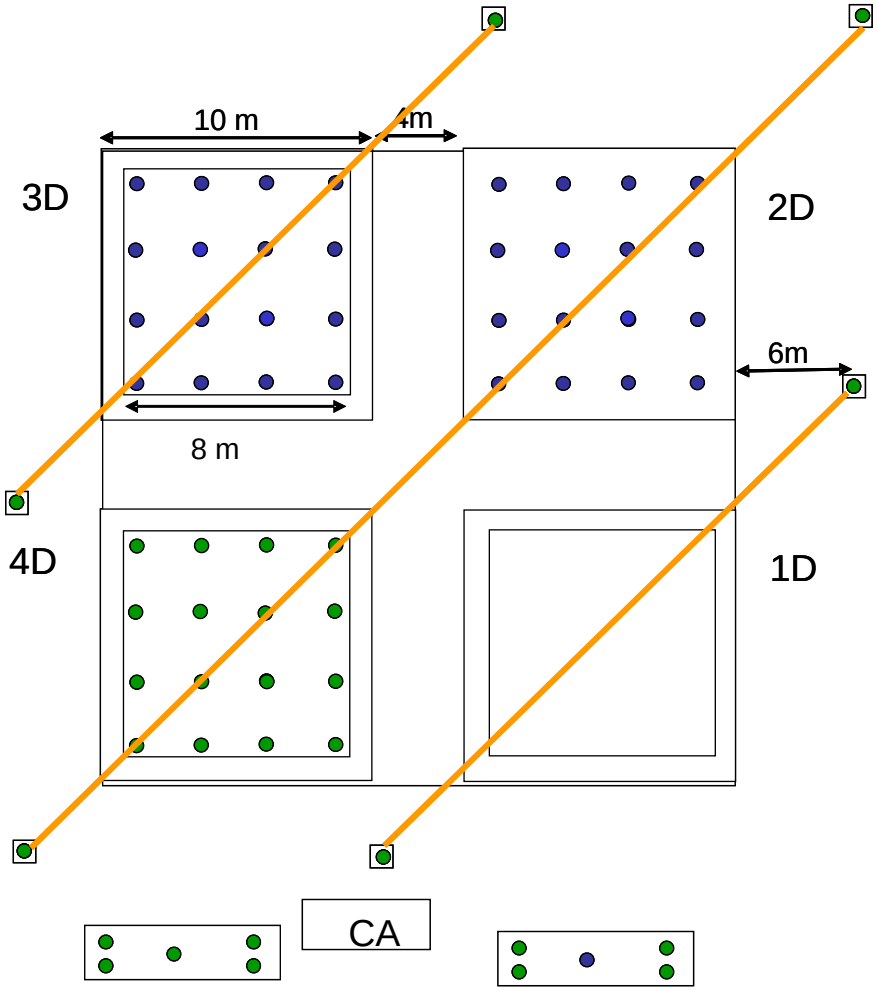
Difficultés pour comparer les plots entre eux.

Importance d'une bonne caractérisation géotechnique

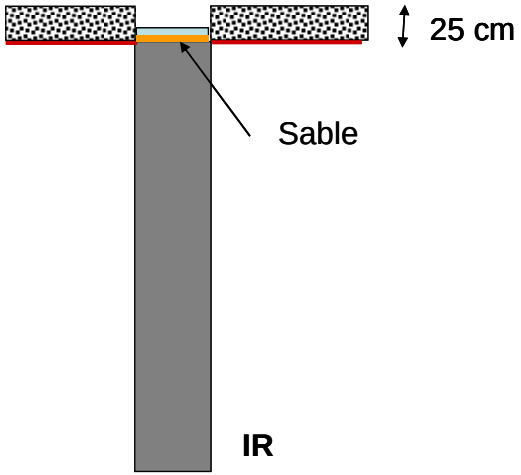
Pénétromètre statique s'est avéré bien adapté

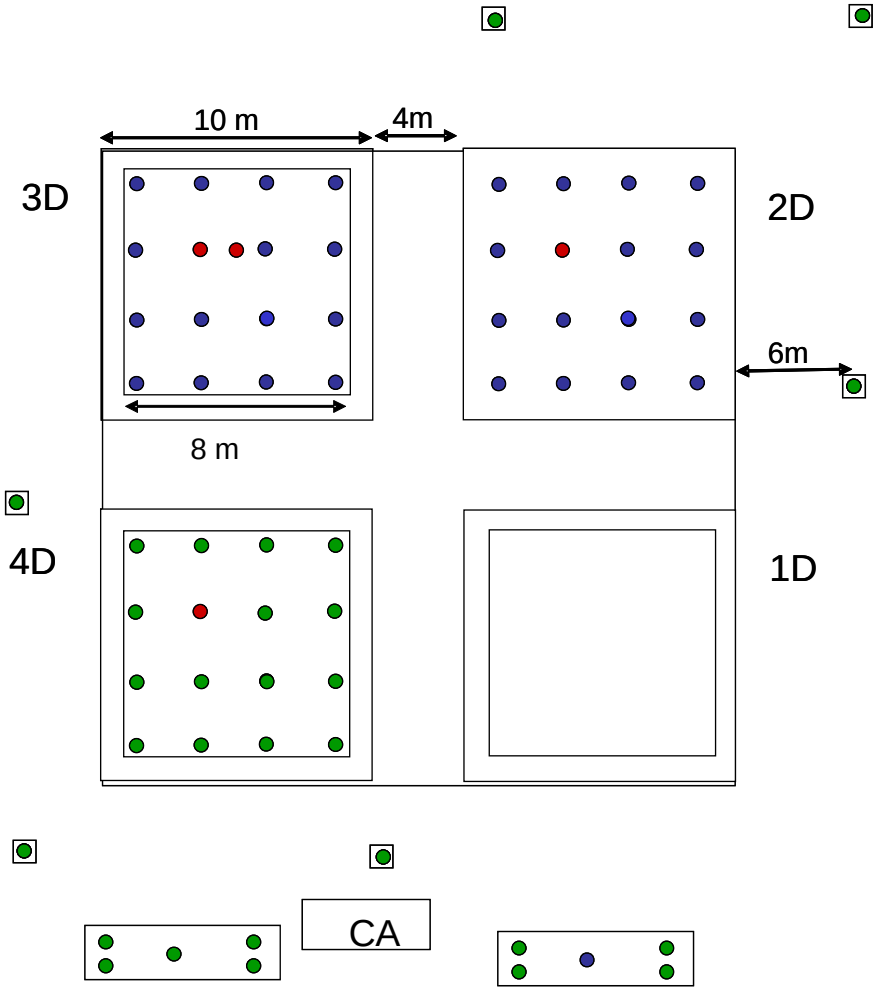
Dallages. Instrumentation





Dallages. Instrumentation



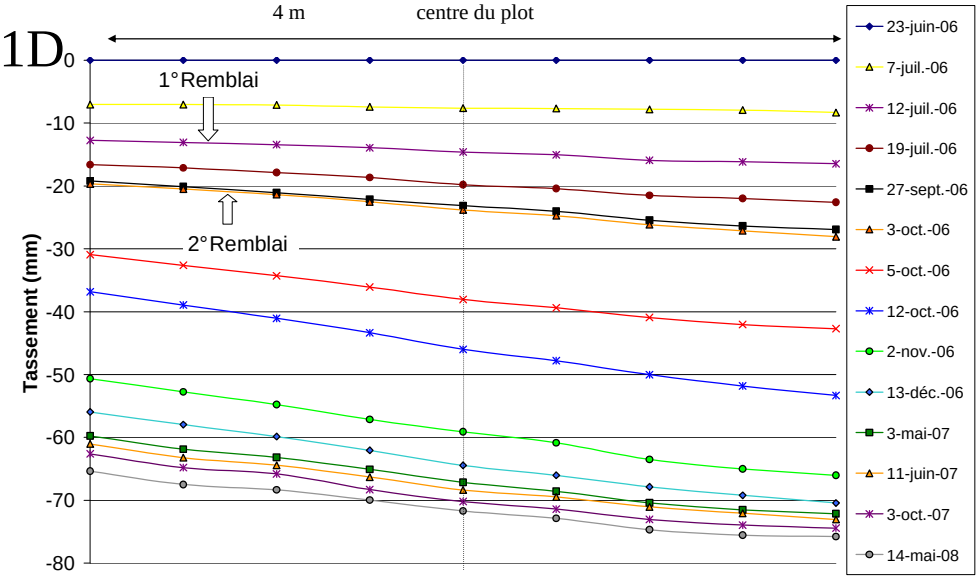


Dallages. Essais de chargement

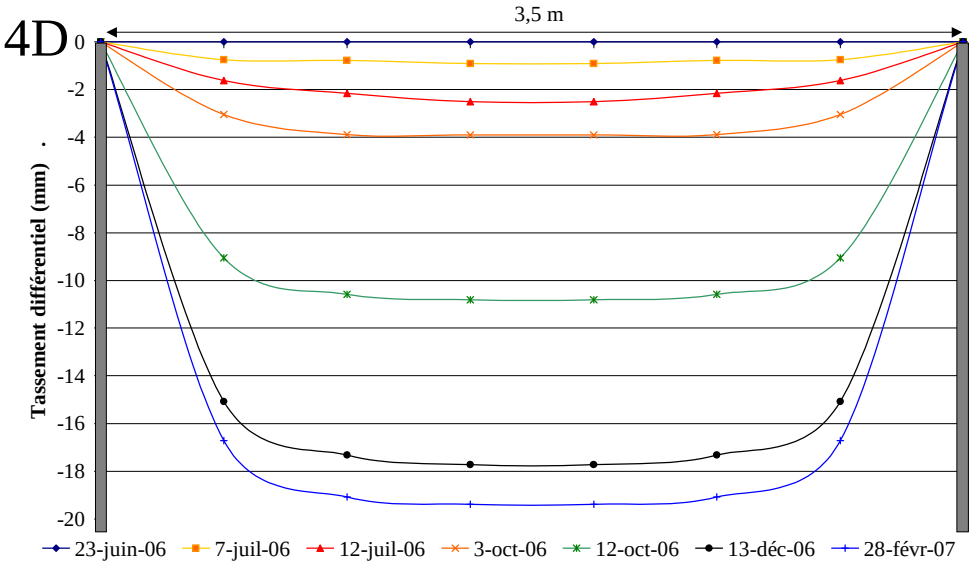
Type d'inclusion	charge limite Q_u (kN)	charge fluage Q_c (kN)	tassement sous Q_c *(mm)*
Inclusion non refoulante	400	300	8,89
Inclusion refoulante	500	425	15,24

Dallages. Mesures de tassement

Tassement 1D

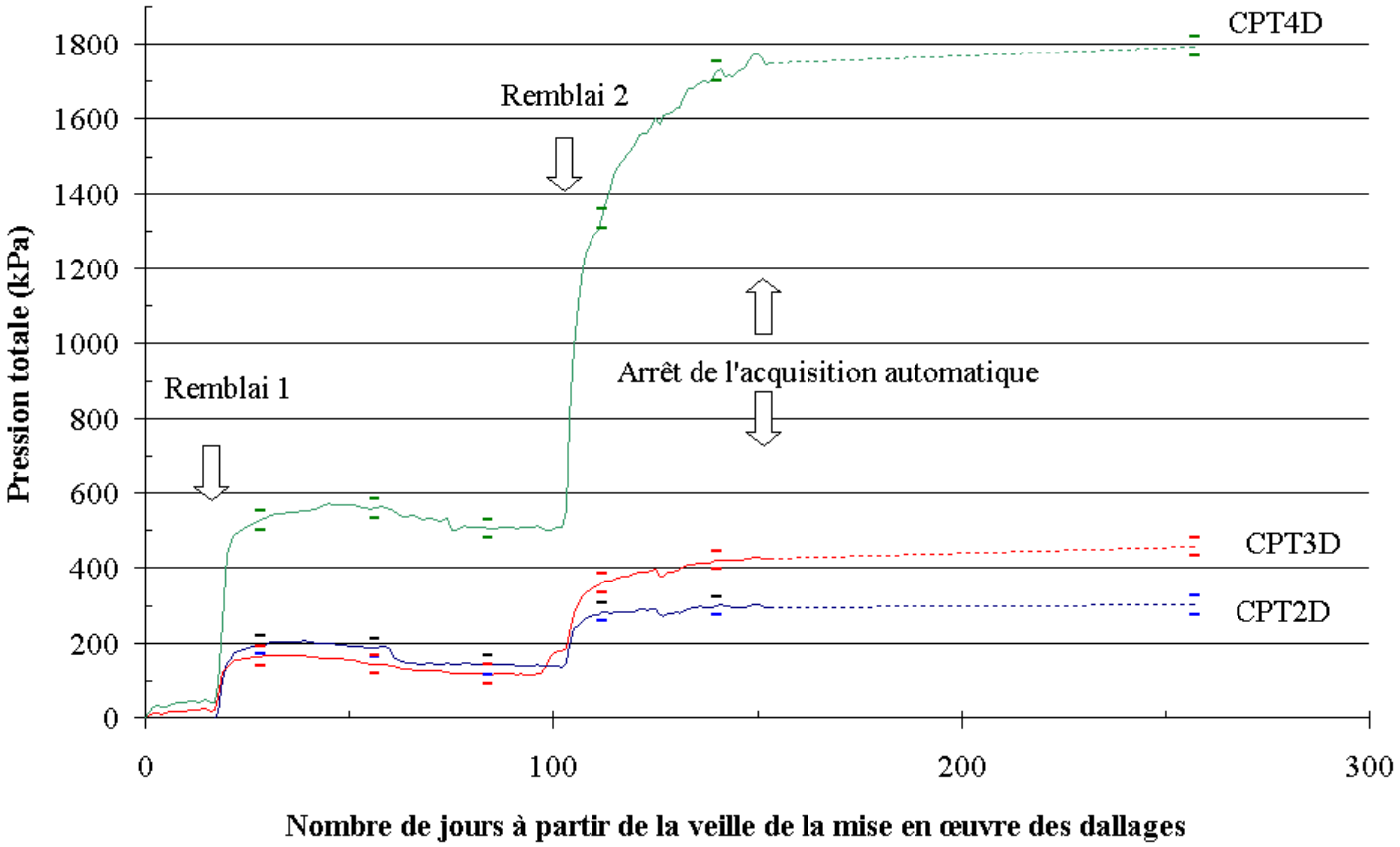


Tassement 4D

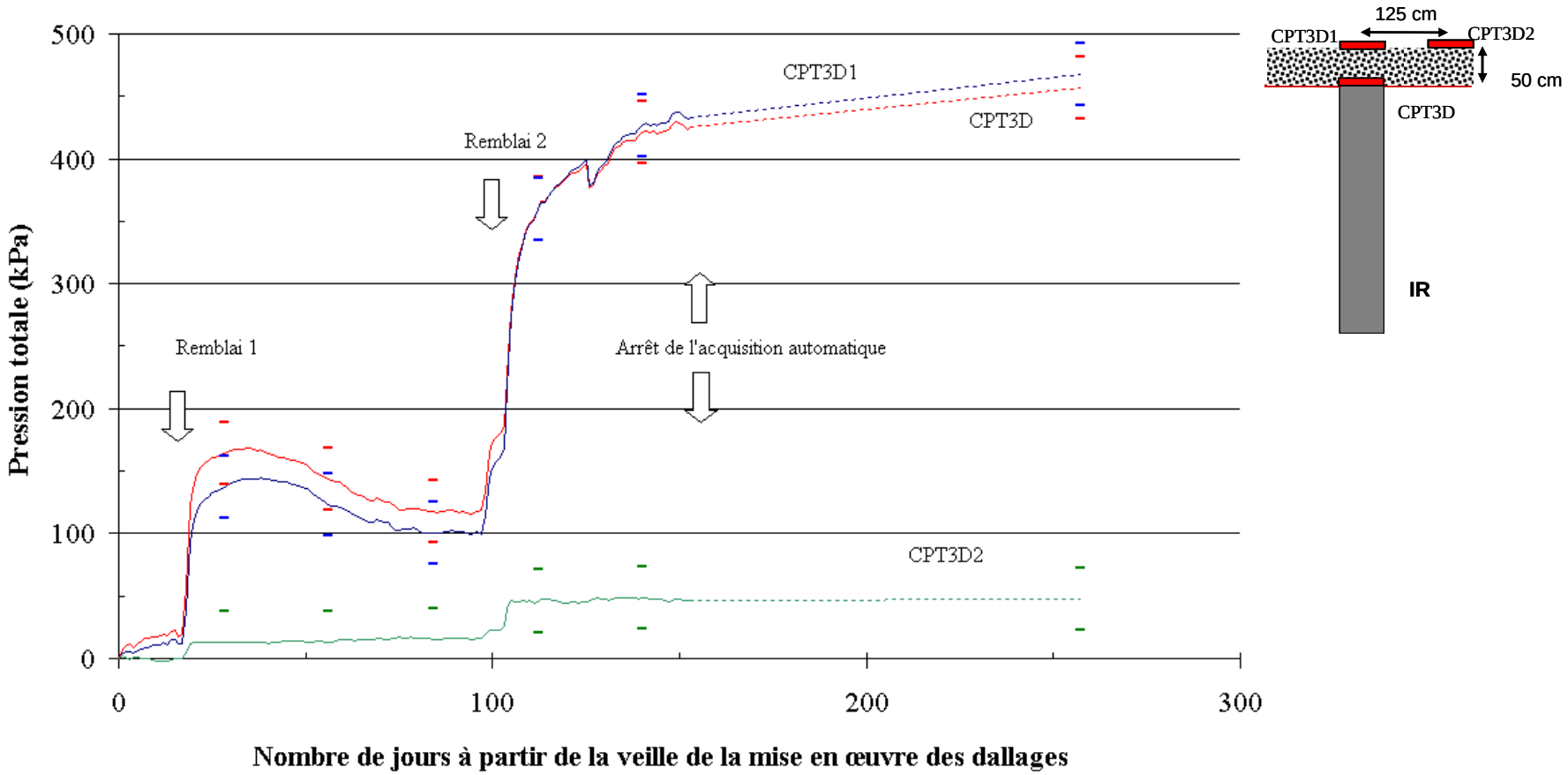


⇨ Profil plat

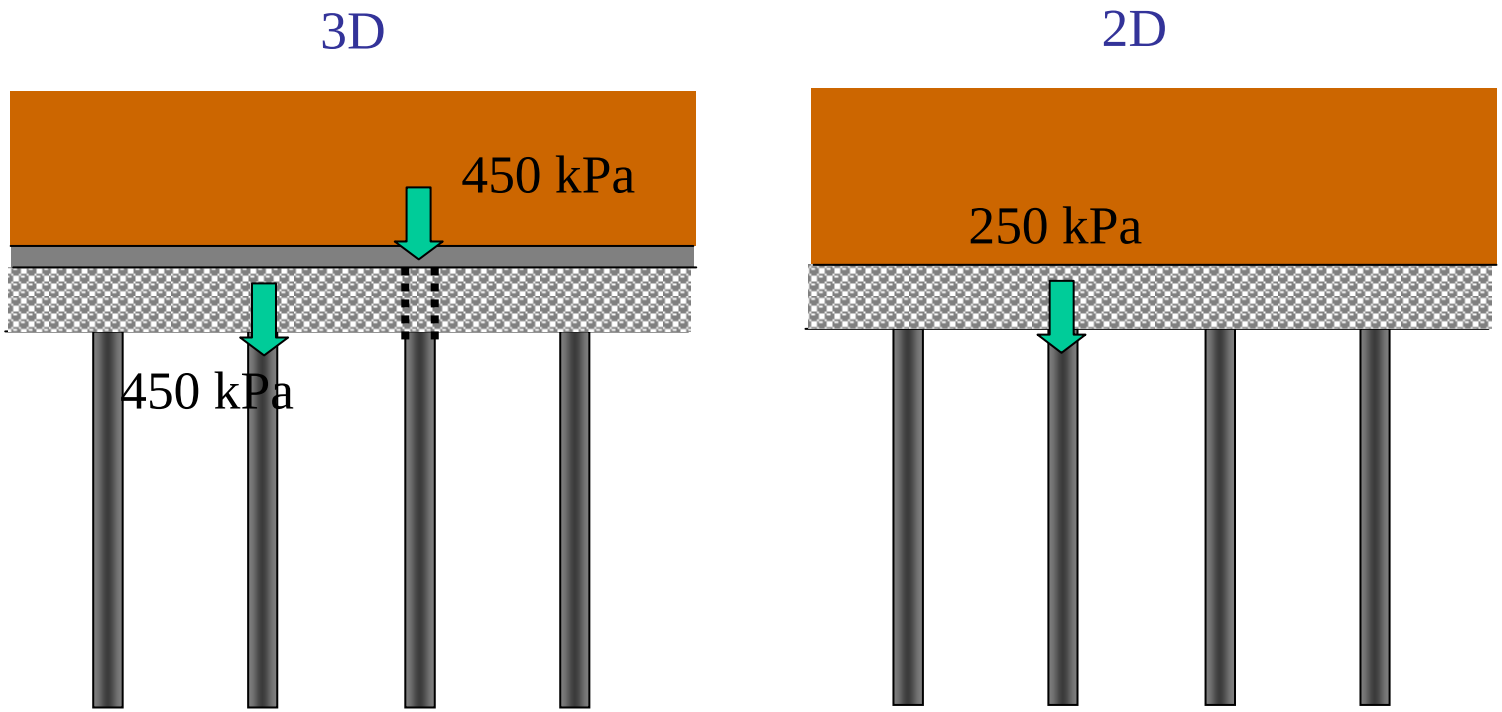
Dallages. Mesures de la contrainte



Dallages. Mesures de la contrainte



Dallages. Analyse



Mécanismes différents avec ou sans dallage
Même contrainte sur l'IR et en sous face du dallage

Dallages. Bilan Instrumentation

Suivi permanent lors de la pose

CPT : ok

Piges tassomètriques :

- difficulté à la mise en œuvre et pour le suivi
- ordre de précision pas adapté à la mesure

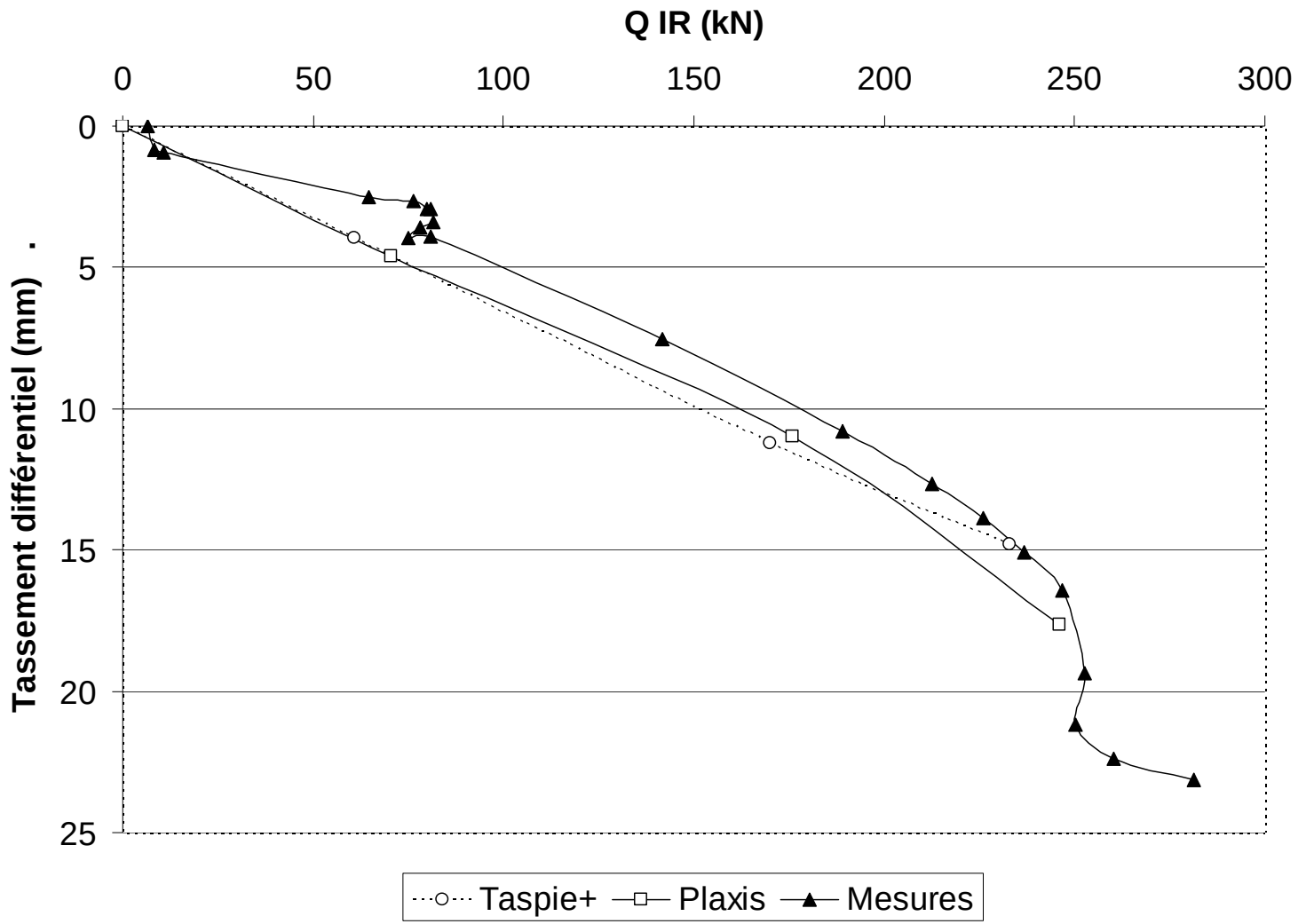
Inclinomètres horizontaux :

- adaptés à la mesure
- lourds pour le suivi et la mise en oeuvre

⇨ Capteurs enfouis

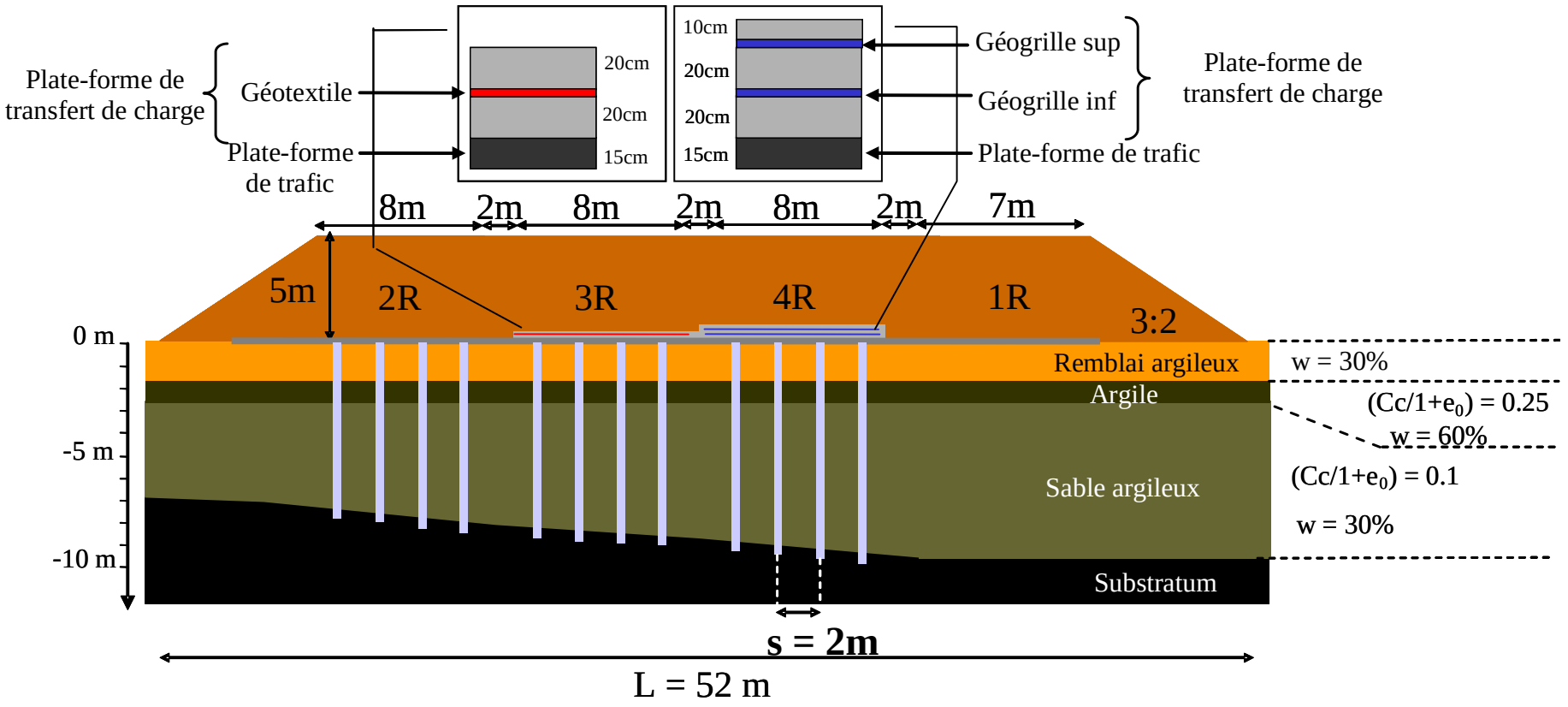
Dallages. Mécanismes modélisés

4D



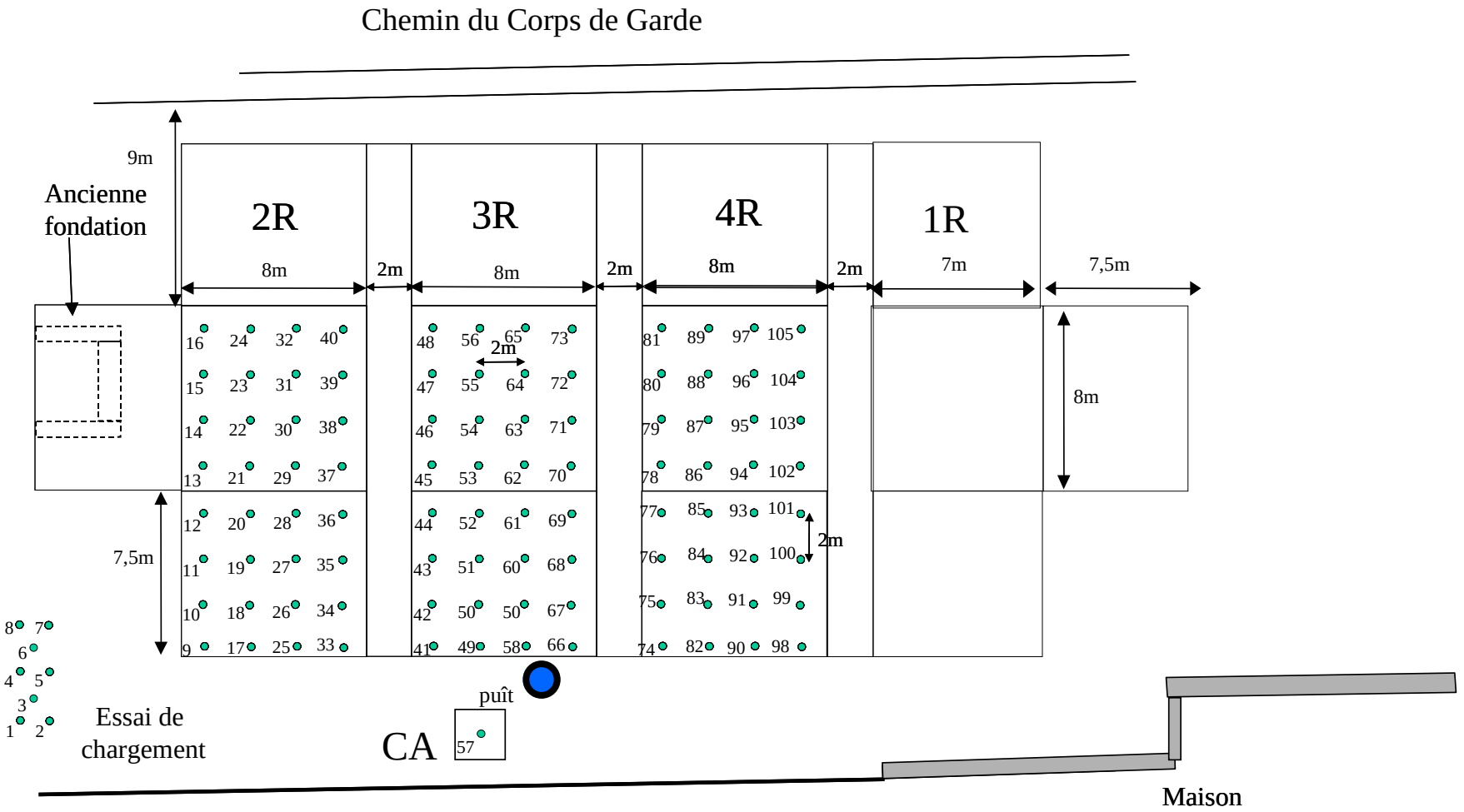
Remblai. Présentation

Remblai. Présentation



IR refoulantes (ϕ 380)

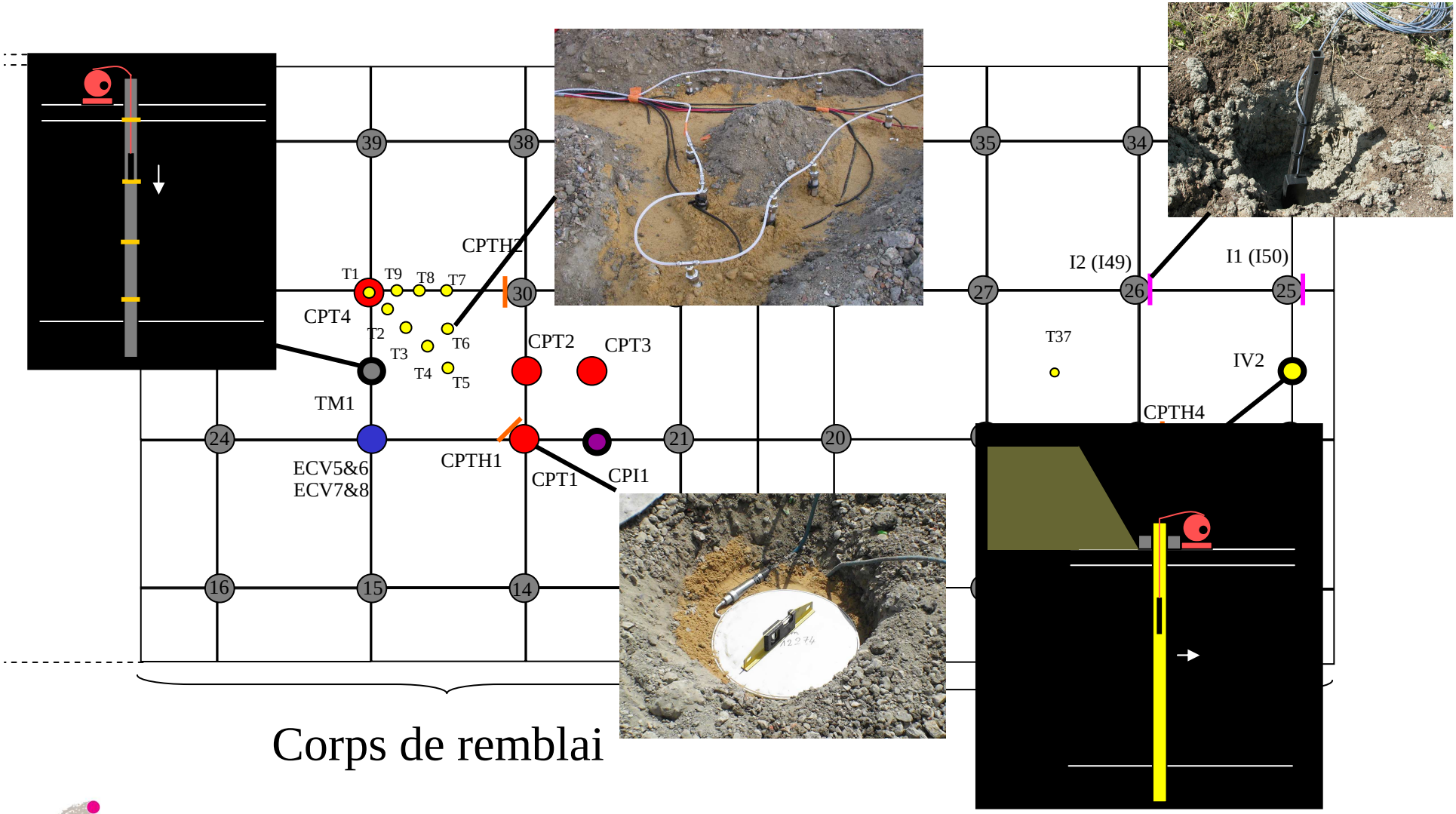
Remblai. Présentation



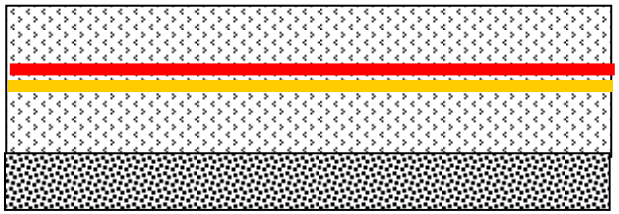
Inclusion Rigide

Remblai. Présentation

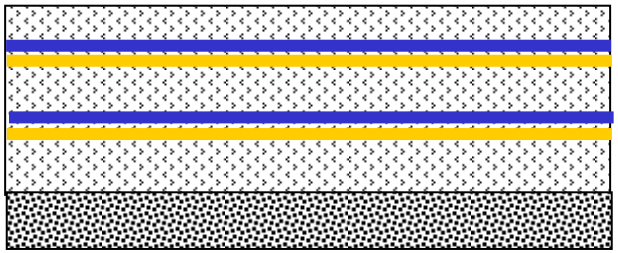
Remblai. Instrumentation



Remblai. Instrumentation

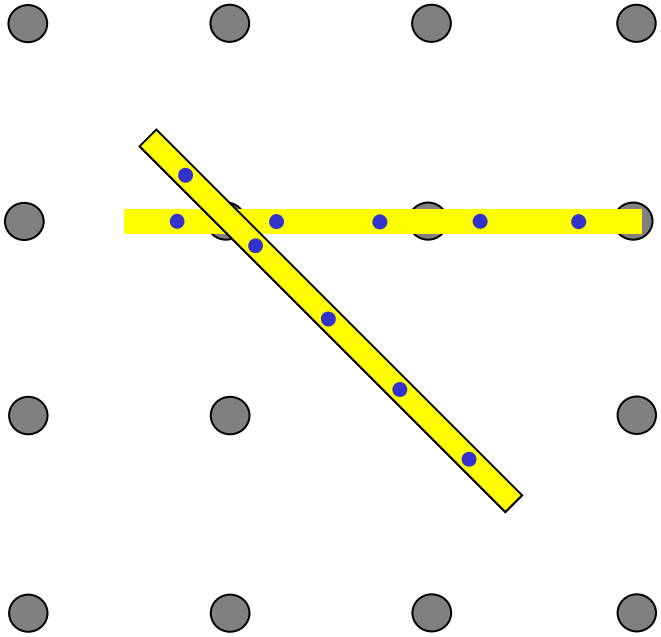


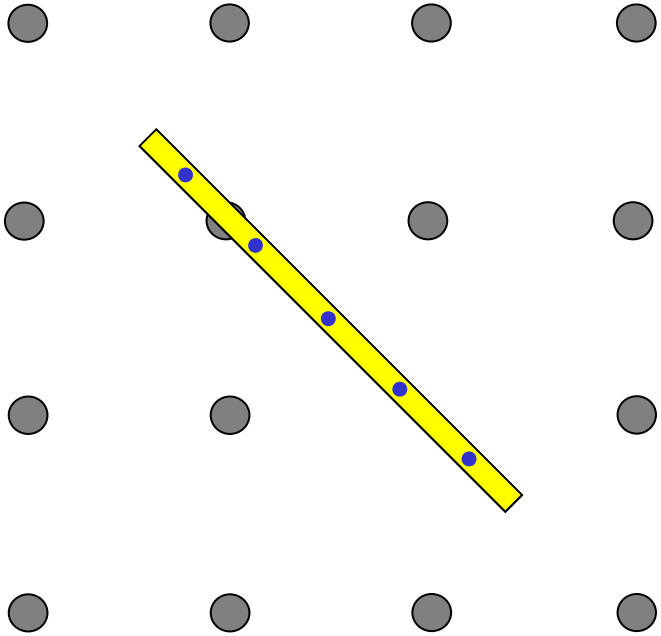
GTX
GEODETECT



GGRsup
GEODETECT

GGRinf
GEODETECT



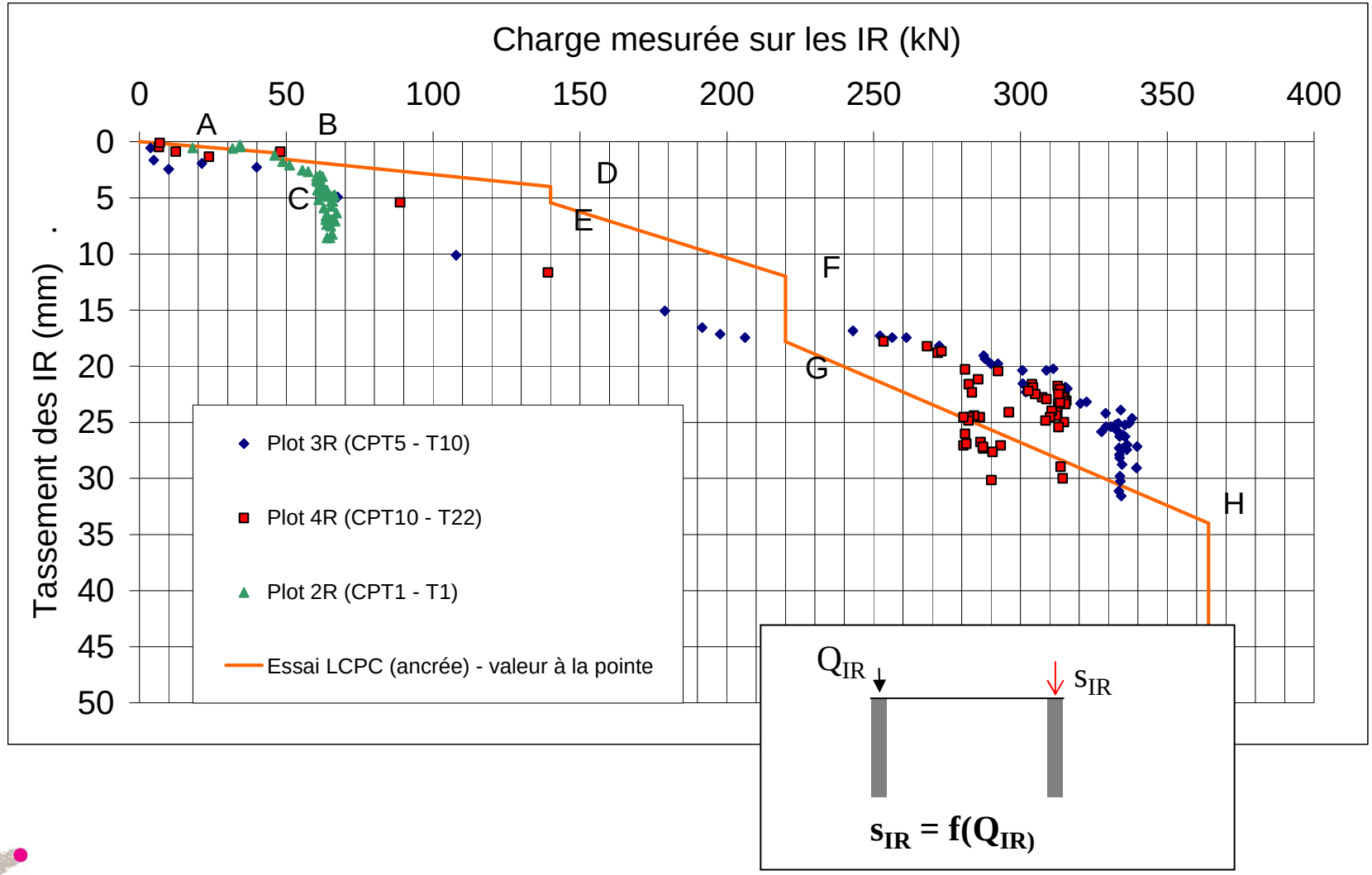


A.S.I.RI
Projet National
Amélioration des Sols par Inclusions Rigides
Opération du Réseau Génie Civil et Urbain

PLOT 3R

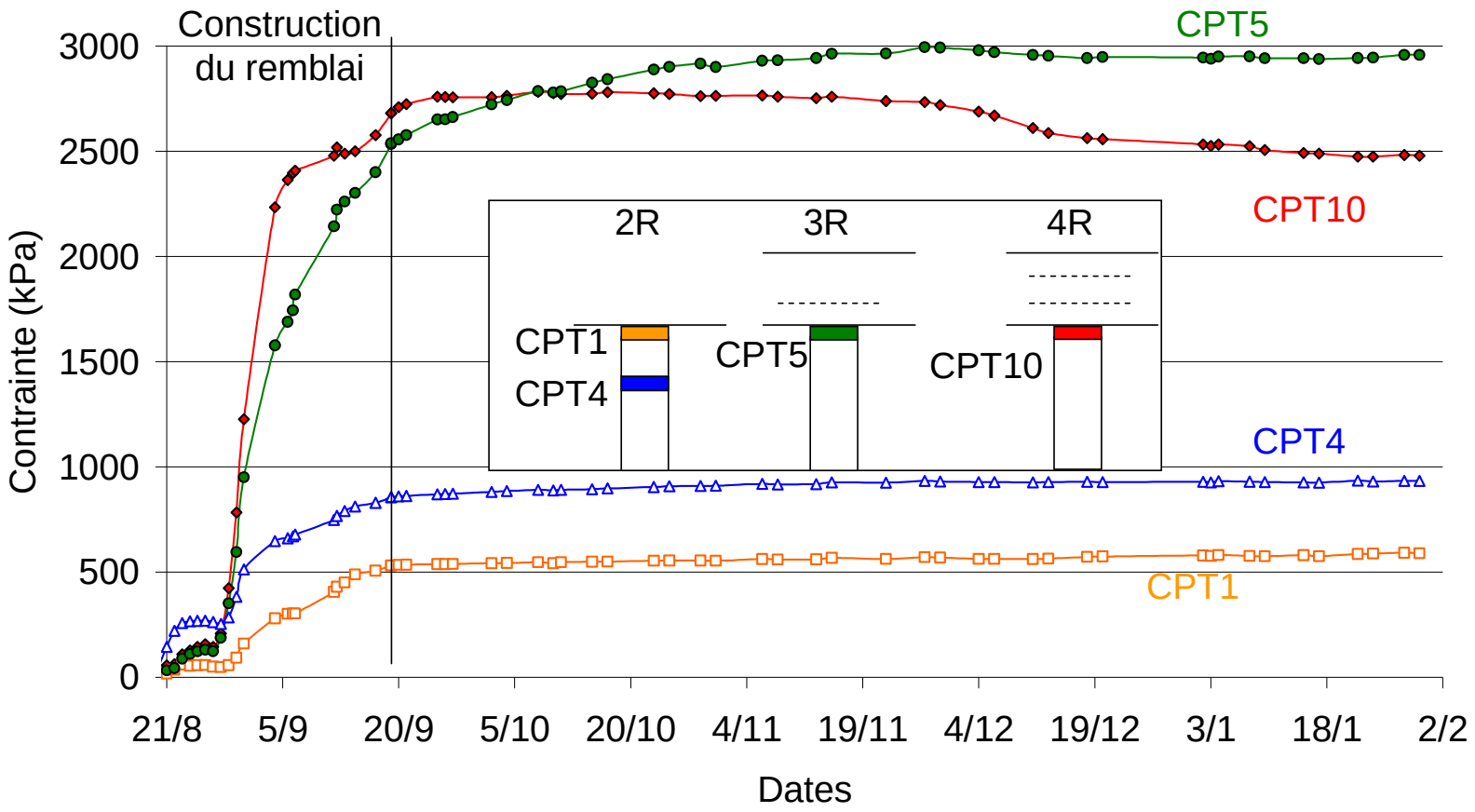
PLOT 4R

Remblai. Essai de chargement



A.S.I.RI
Projet National
Amélioration des Sols par Inclusions Rigides
Opération du Réseau Génie Civil et Urbain

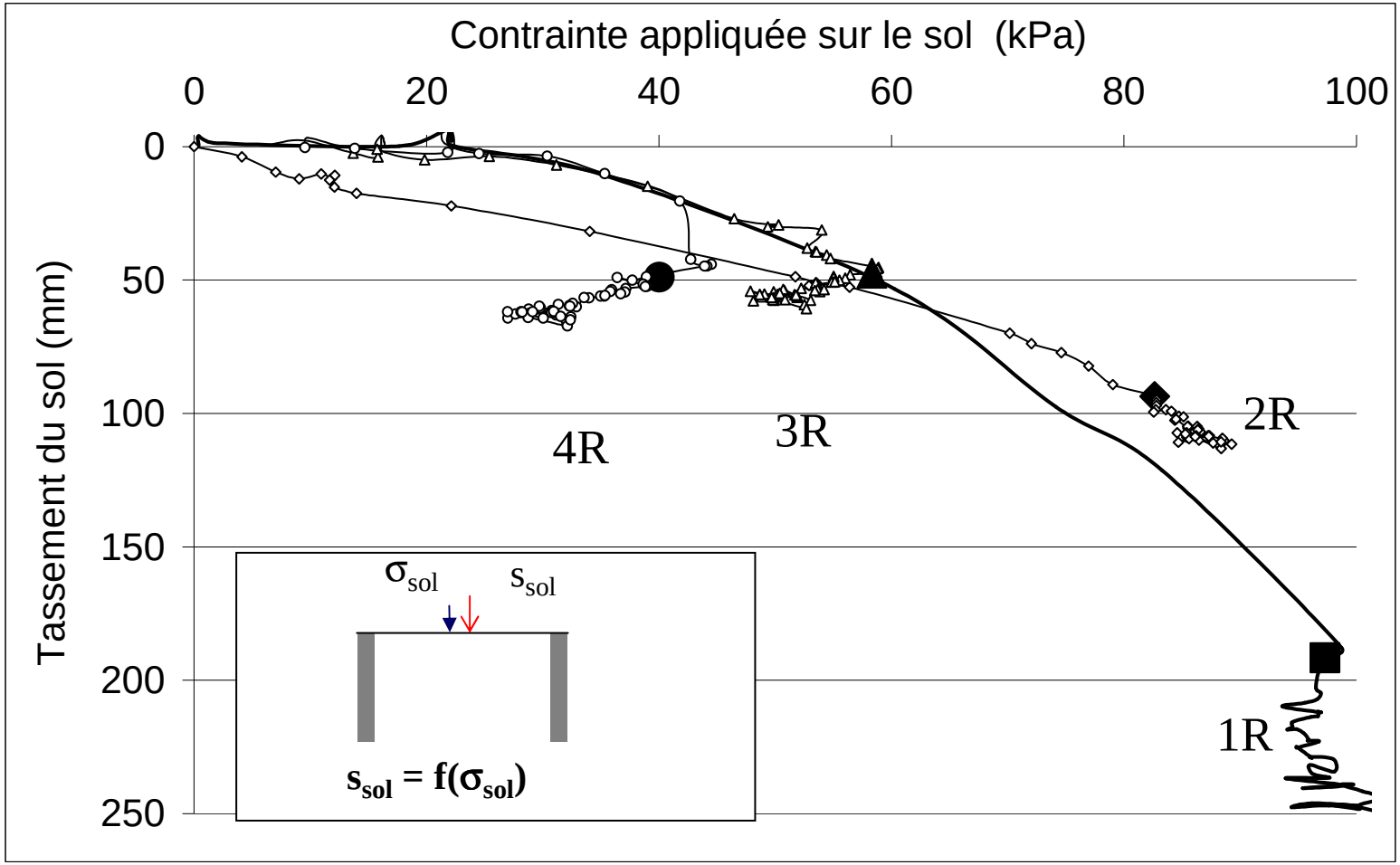
Remblai. Rôle de la PTC



PTC améliore le transfert de charge

A.S.I.RI
Projet National
Amélioration des Sols par Inclusions Rigides
Opération du Réseau Génie Civil et Urbain

Remblai. Rôle de la PTC

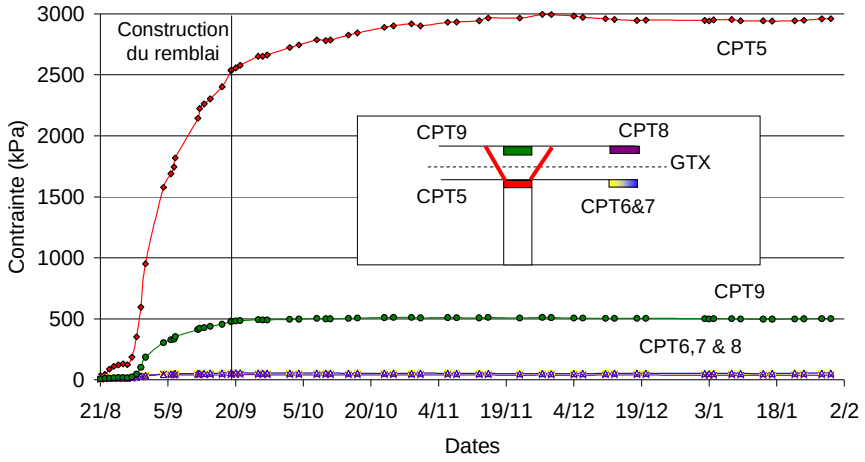


Diminution de la contrainte appliquée sur le sol après la fin de la construction du remblai dans les plots avec PTC

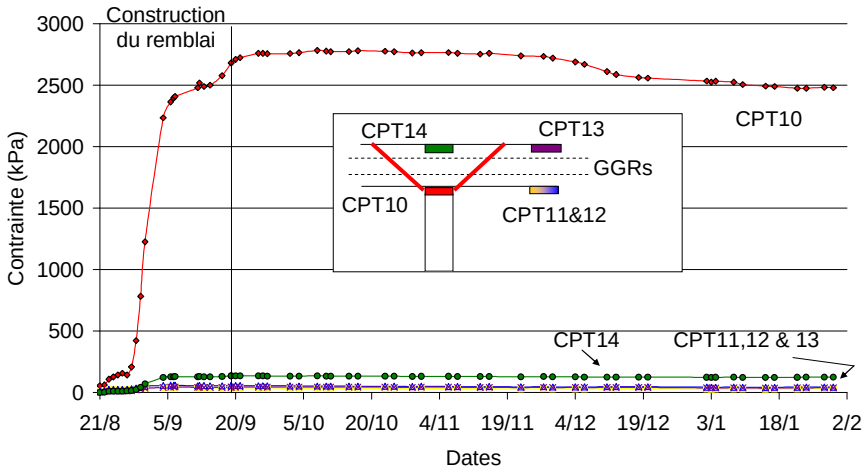
A.S.I.RI
Projet National
Amélioration des Sols par Inclusions Rigides
Opération du Réseau Génie Civil et Urbain

Remblai. Type de renforcement dans la PTC

3R



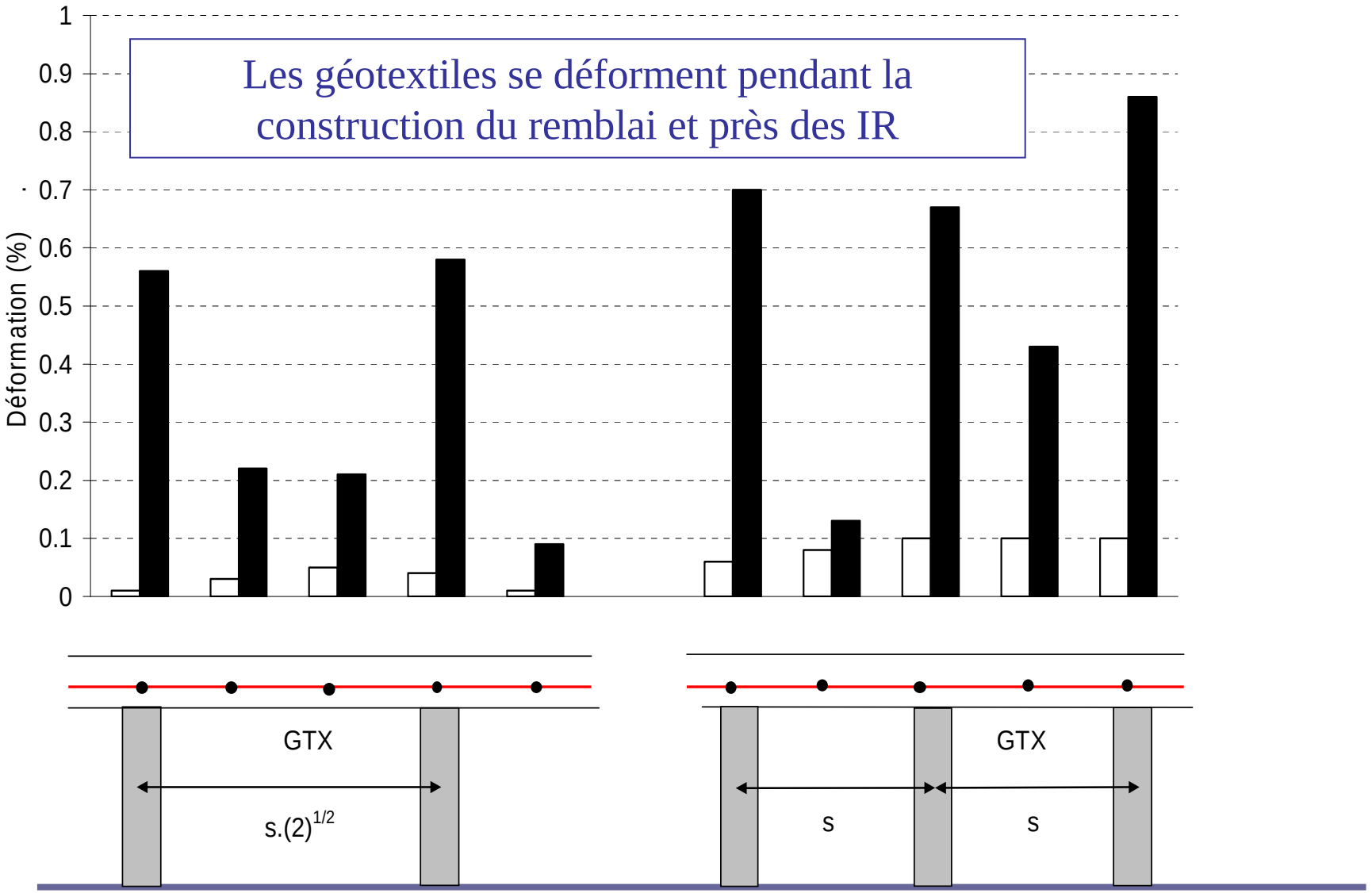
4R



L'état de contrainte à la surface de la PTC est différent selon le mode de renforcement géosynthétique dans la PTC

Remblai. Type de renforcement dans la PTC

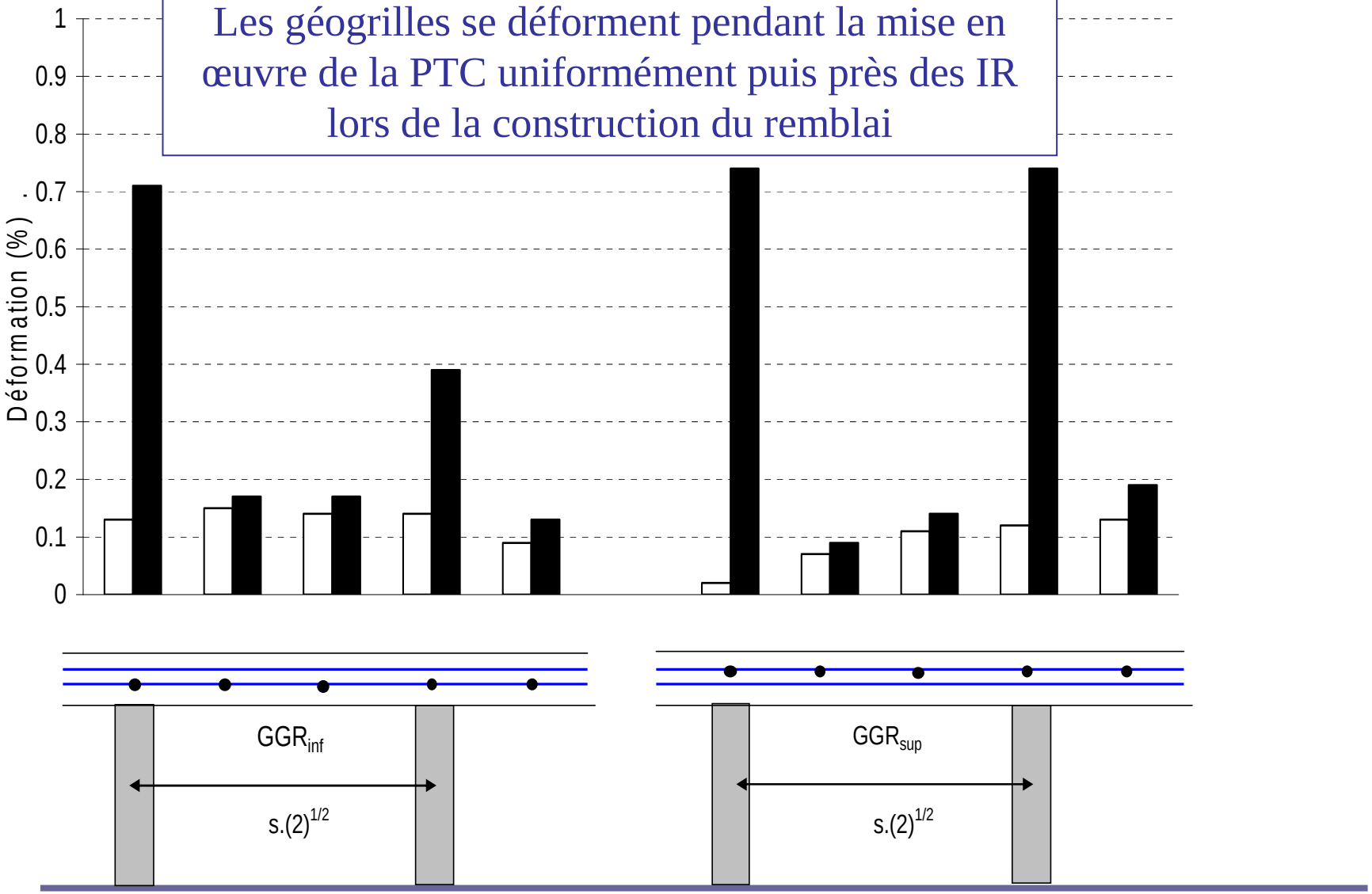
3R



Remblai. Type de renforcement dans la PTC

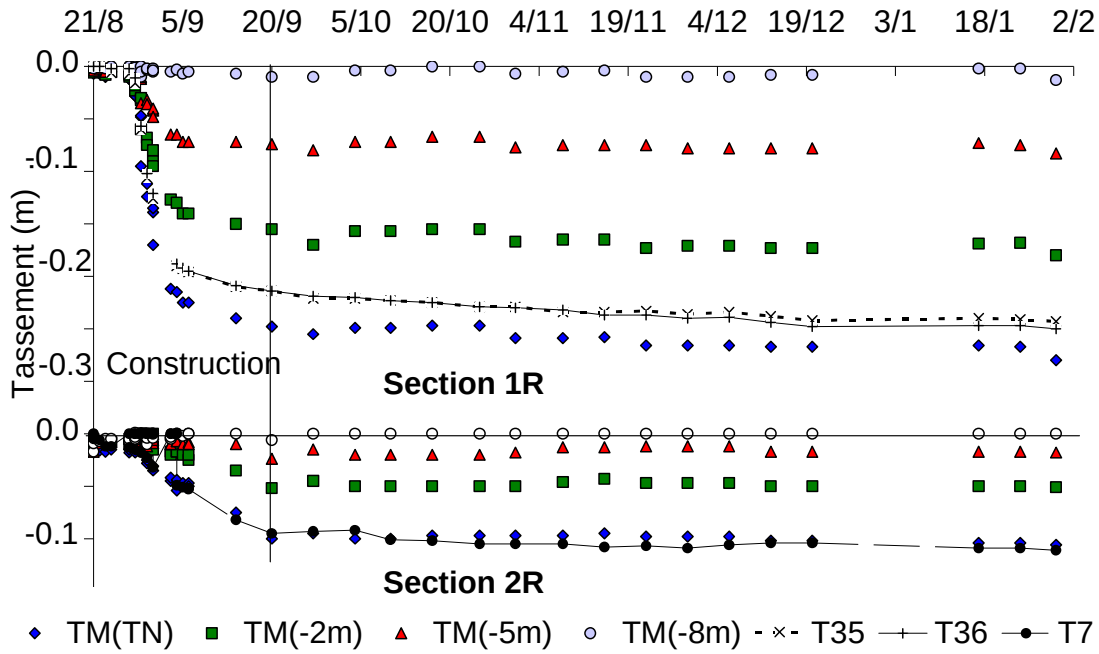
4R

Les géogrilles se déforment pendant la mise en œuvre de la PTC uniformément puis près des IR lors de la construction du remblai



Remblai. Réduction du tassement

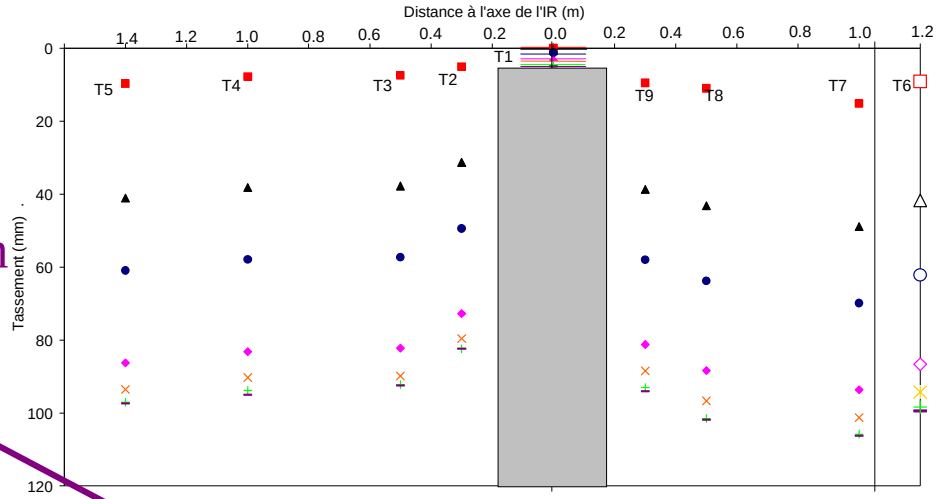
Tassement dans les plots 2R et 1R



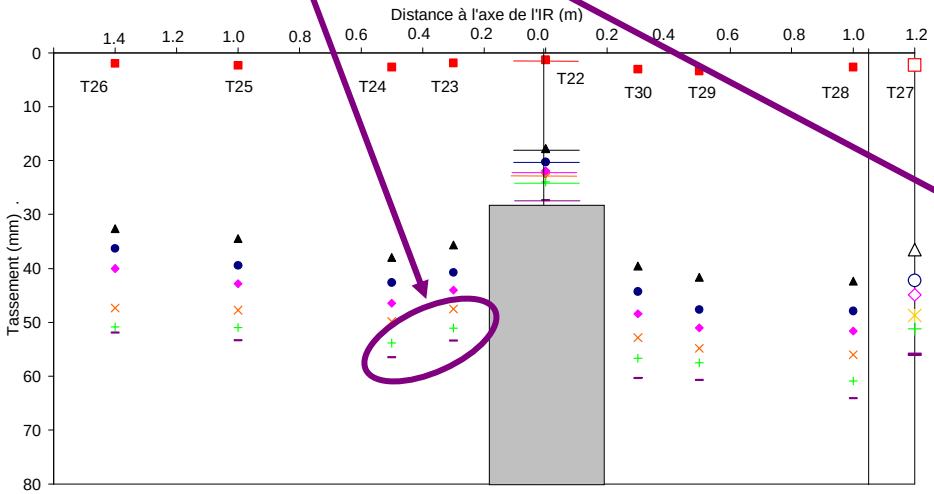
Tassement pendant la construction
Réduction de tassement significative en profondeur

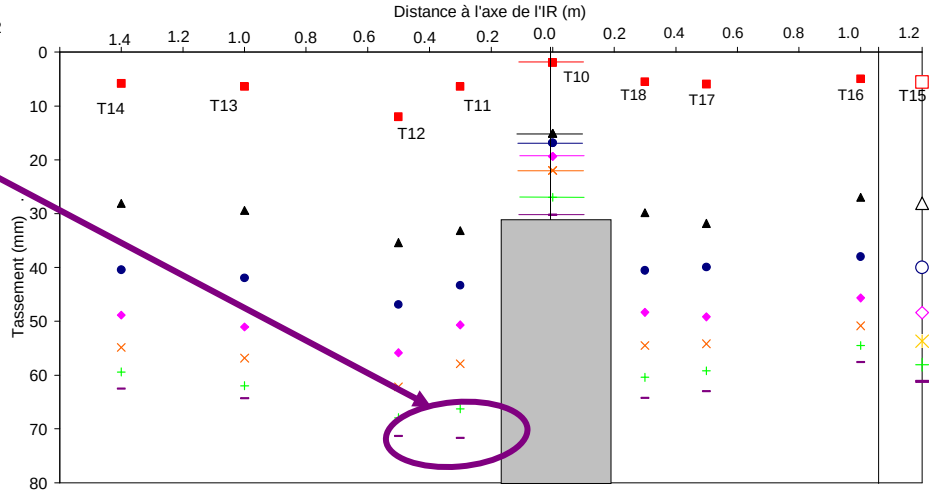
Remblai. Profils du tassement

2R



Zone de déformation des GSY





4R

3R

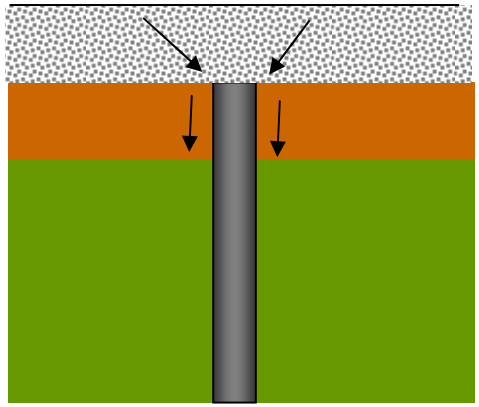
Enseignements. Efficacité ?

$$E = \frac{Q_{IR}}{Q_{maille}}.100$$

Est-ce que l'efficacité est un critère pertinent ?

Non

Selon les caractéristiques des couches de sol supérieures, le transfert de charge ne doit pas être évalué sur la tête des IR



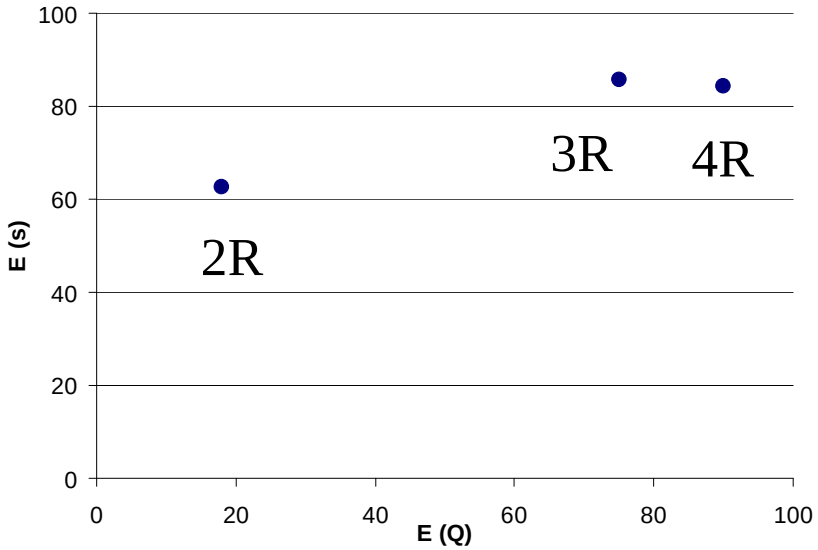
Enseignements. Efficacité ?

$$E = \frac{Q_{IR}}{Q_{maille}}.100$$

Est-ce que l'efficacité est un critère pertinent ?

Non

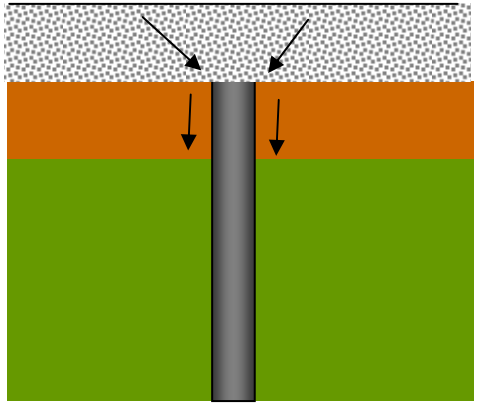
La réduction de tassement est un critère plus adapté à cette technique

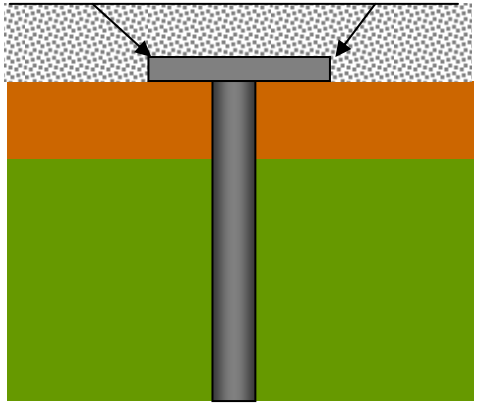


$$E(s) = 100 - \left(\frac{s}{s_{ref}}.100 \right)$$

Enseignements. Dallette ?

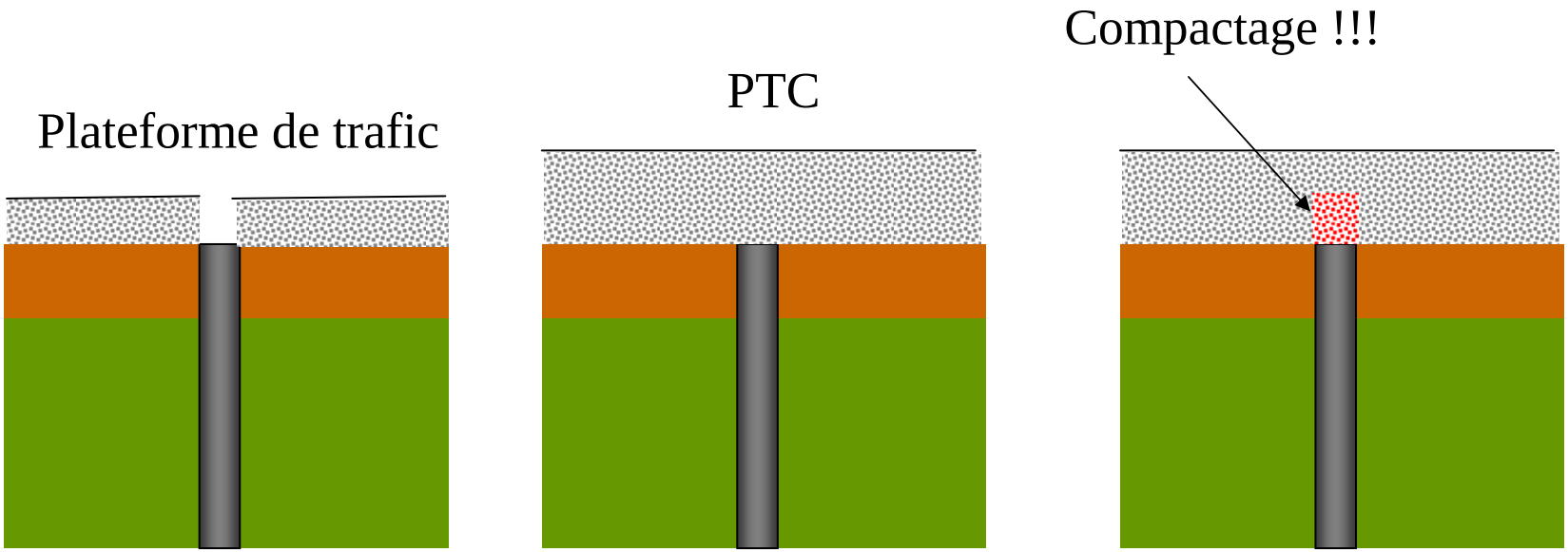
L’usage de dallettes n’est pas forcément la solution la plus adéquate





Plus de transfert par frottement

Enseignements. Recépage ?



Enseignements. Investigations géotechniques

Importance de la caractérisation du sol compressible

Pertinence de l'utilisation du pénétromètre statique

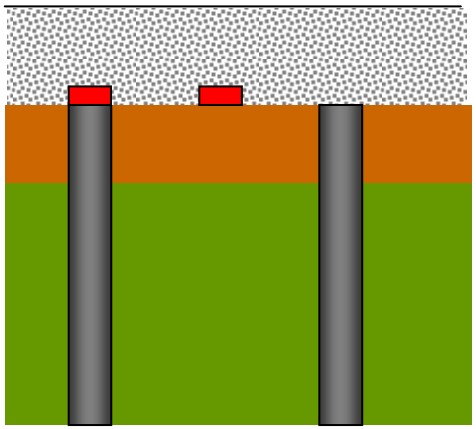
Un essai de chargement sur une IR est idéal pour caler les calculs

Le matériau de la PTC est souvent différent de ce qui est attendu

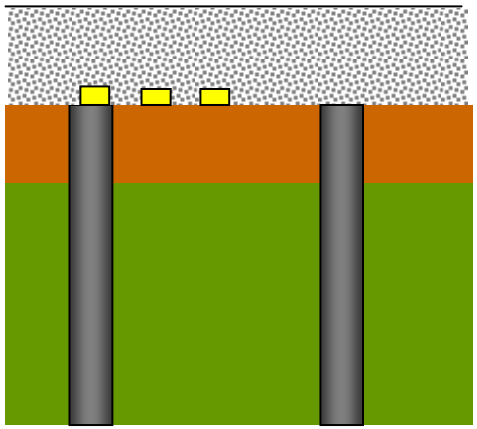
- plus cohésif
- non homogène (partie inf et sup)
- compacté différemment (recépage)

Enseignements. Instrumentation

Une instrumentation simple est peu couteuse, elle permet de contrôler l'ouvrage renforcé



CPT pour le transfert de charge



Capteurs de tassement

Enseignements. Suivi

Le renforcement d'un ouvrage par inclusions rigides nécessite l'intervention de différents acteurs :
- Investigations géotechniques,
- IR,
- Instrumentation,
- Terrassier,
- GSY
- GC.

Les deux expérimentations ont mis en évidence la nécessité d'un suivi par une même entité pour faire la liaison entre les différents intervenants

Il faut dimensionner l'ouvrage renforcé dans son ensemble et ne pas dissocier le dimensionnement : des IR, de la PTC, du GSY, de l'ouvrage…

Valorisation

Rapports internes ASIRI

Conférences nationales et internationales

Publications dans des revues scientifiques internationales

} Site web

1 film sur le chantier expérimental de Saint Ouen l'Aumône

1 film sur le chantier expérimental de Chelles

} Site web

http://www.irex-asiri.fr/

ENTECO

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
A.S.I.RI
Projet National
Amélioration des Sols par Inclusions Rigides
Opération du Réseau Génie Civil et Urbain
Conseil Général
SEINE & MARNE
Projet expérimental
Remblais renforcés par inclusions rigides
Maîtrise d'œuvre : Chaire de Géotechnique (Cnam) – L. Briançon
Durée : juin 2007 – décembre 2007
Informations : www.irex-asiri.fr
Cnam – Eiffage – Fondasol – IREX - Keller – LCPC –
Rincent BTP – Scétauroute – Socotec – TenCate