A.S.I.RI

Projet National

Amélioration des Sols par Inclusions Rigides

Opération du Réseau Génie Civil et Urbain

OPERATION DU RESEAU GENIE CIVIL & URBAIN

# A.S.I.RI. – TRANCHE 4 – THEME 2
# PROJET D'INSTRUMENTATION D'UN DALLAGE RENFORCE PAR INCLUSIONS RIGIDES

**L. BRIANÇON – MCF (CNAM)**

le cnam soredal sols industriels menard

# A.S.I.RI / FICHE SIGNALETIQUE

| |
|---|
| TITRE : **A.S.I.RI. – TRANCHE 4 – THEME 2 – PROJET D'INSTRUMENTATION D'UN DALLAGE RENFORCE PAR INCLUSIONS RIGIDES** |
| RAPPORT N° : **4-10-2- 4** |
| DATE D'ETABLISSEMENT : **MAI 2010** |
| AUTEURS : **BRIANÇON** |
| ORGANISMES CHARGES DE L'ACTION : **CNAM** |
| THEME DE RATTACHEMENT : **2** |
| LETTRE DE COMMANDE : LC/10/ASI/112 |

Dans le cadre du Projet National ASIRI, des chantiers réels ont été recherchés pour être instrumentés afin d'améliorer les connaissances sur les mécanismes de transfert de charge sous les ouvrages renforcés par inclusions rigides.
MENARD et SOREDAL CA ont proposé au Projet National ASIRI d'instrumenter le chantier AFPI, situé rue du Bois Joli, d'amélioration de sol par inclusions rigides pour un projet commun sur la commune de COURNON D'AUVERGNE (63).
Le Client a laissé la possibilité d'une instrumentation pérenne sur une zone de 100 $m^2$ dans la zone atelier.

Le CNAM a été mandaté par le PN ASIRI pour installer cette instrumentation. Les équipements mis en place ont permis de mesurer le transfert de charge dans la plate-forme granulaire pour différent type de chargement :

- chargement ponctuel sous un rack,
- chargement réparti,
- passage d'une charge roulante.

Ce transfert de charge a été mesuré à l'aide de quatre capteurs de pression totale fournis par le PN ASIRI et installés par le CNAM au cours de la semaine 14 de l'année 2010. Les essais de chargement ont été faits durant la semaine 19 de l'année 2010.

## 1. Profil géotechnique

La société Alpha BTP a mené une mission d'investigation géotechnique :

- deux forages pressiomètriques (SP1 et SP2),
- cinq essais au pénétromètre dynamique (P1 à P5).

L'examen de l'ensemble des résultats permet de dresser la coupe schématique suivante :

- Formation 1 : terre végétale, limons sablo-argileux, argiles de consistance molles,
- Formation 2 : argiles grises et vertes vasardes très molles,
- Formation 3 : argiles marneuses peu fermes à moyennement fermes,
- Formation 4 : marnes vertes altérées moyennement fermes,
- Formation 5 : marnes compactes à raides.
-

Le niveau du toit des formations au droit des sondages est présenté dans le tableau I.

Tableau I

| | | SP1/P1 | P2 | P3 | SP2/P4 | P5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Formation 2 | Prof/TN (m) | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| Formation 3 | Prof/TN (m) | 4,5 | 4,3 | 4,5 | 4,2 | 4,2 |
| Formation 4 | Prof/TN (m) | 6,0 | 5,8 | 6,2 | 5,0 | 5,4 |
| Formation 5 | Prof/TN (m) | 8,5 | 7,4 | 7,4 | 5,5 | 6,0 |

Il est à noter :

- la très forte compressibilité des argiles vasardes identifiées 1,4 à 1,8 m sous le TN et sur une épaisseur d'environ 3m.
- la présence sous-jacente d'argiles marneuses de caractéristiques très moyennes,
- la profondeur non négligeable du substratum marneux compact

Des essais complémentaires (pressiomètre et essais labo) on été réalisés au droit de la zone d'essais (Annexe 1).

## 2. Renforcement du sol et dallage

Le renforcement de l'ouvrage retenu est constitué d'un maillage rectangulaire (2,35m x 2,5m) d'inclusions rigides de 280 mm de diamètre. Ces inclusions rigides sont de type CMC et ont été réalisées par la société Ménard.
Les Colonnes à Module Contrôlé ont été descendues jusqu'au refus obtenu au toit de la couche de marnes, à 7,8 m de profondeur maximale sous le niveau de la plateforme de travail.
Une plateforme granulaire d'une épaisseur de 70 cm a été mise en place sur les inclusions rigides (les caractéristiques du matériau sont données en annexes 2) :

- 15 cm de grave recyclée 0/100 servant de plateforme de trafic,
- 45 cm de grave concassée 0/63,
- 10 cm de grave concassée 0/31,5.

Des essais à la plaque ont été réalisés avant réception de la plateforme, un module de Westergaard Kw = 60 MPa/m était requis (Annexe 1). Les valeurs mesurées au centre de la maille instrumentée sont inférieures aux autres mesures. Cette différence peut s'expliquer par les moyens mis en œuvre pour les essais à la plaque sur la zone instrumentée, le camion utilisé comme massif de réaction n'étant pas suffisamment lourd pour réaliser correctement l'essai.
Le dallage de 15 cm d'épaisseur n'est pas renforcé et limite la charge maximale que l'on peut appliquer pour les essais réalisés.

## 3. Pose des capteurs de pression totale

### a. Mise en œuvre

Quatre capteurs de pression totale ont été mis en place dans la plate-forme granulaire au droit de l'inclusion n°57 et au centre de la maille des inclusions 56, 57, 60 et 61, sur deux niveaux : au niveau des têtes inclusions et 10 cm sous le dallage (Figure 1)

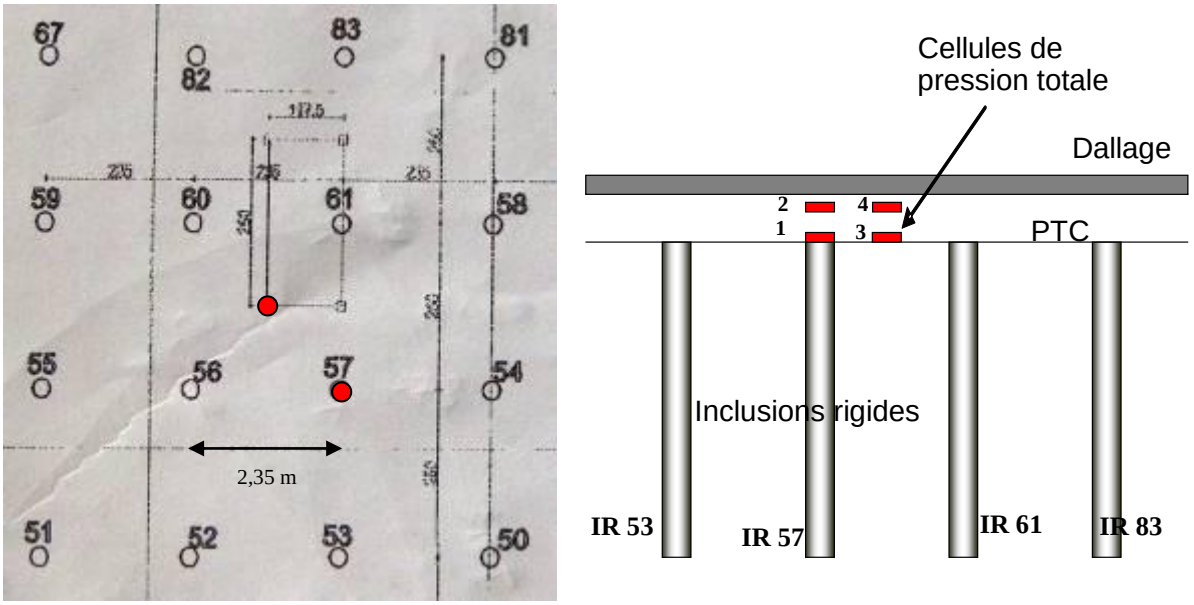



**Figure 1. Position des CPT**

Lors de la mise en œuvre des CPT, nous avons veillé à creuser des trous suffisamment larges pour pouvoir compacter à nouveau après pose (Figure 2).

**Figure 2. Pose des CPT**

### b. Essai à la plaque

Des essais à la plaque ont été réalisés pour vérifier que la zone instrumentée présentait le même module que l'ensemble de la plate-forme (Annexe 1).

**Figure 3. Essais à la plaque**

Nous avons mesuré les variations de contrainte lors de la réalisation des essais à la plaque. Pour les deux essais à la plaque réalisés au droit de l'inclusion rigide n°57 (Figures 4 et 5), nous trouvons une bonne répétabilité des mesures.
La différence de contrainte mesurée entre les CPT1 et CPT2 montre qu'il y a diffusion de la contrainte en profondeur, la contrainte étant plus importante 10 cm sous le toit de la plate-forme qu'au niveau des têtes d'inclusions.
Un essai à la plaque supplémentaire a été réalisé au centre de la maille, celui-ci a également permis d'observer la diffusion de la contrainte dans la plateforme de transfert de charge (Figure 6).
Notons que lors de l'essai réalisé au centre de la maille, aucune augmentation de la contrainte sur l'inclusion n'a été observée. De même, lors de l'essai réalisé au droit de l'inclusion, il n'y a pas eu d'augmentation de la contrainte mesurée sur le sol.

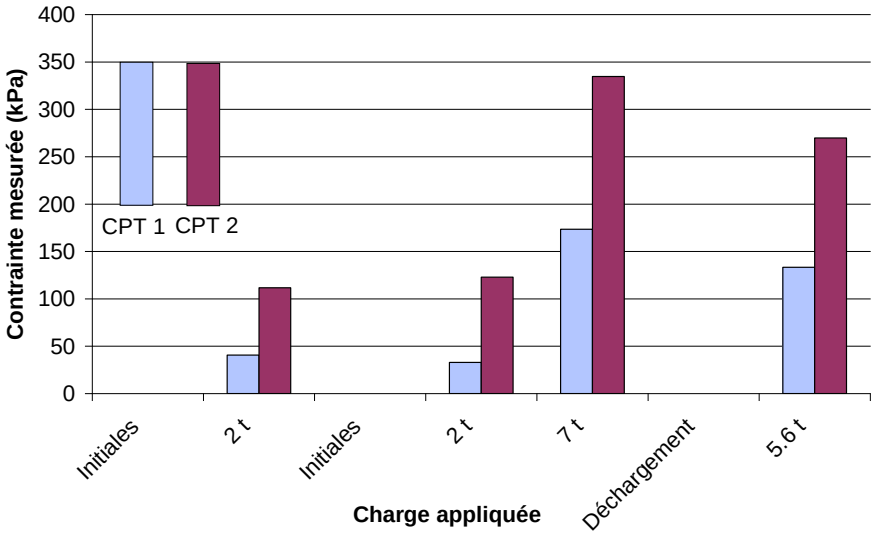



**Figure 4. Essai 1 à la plaque au droit de l'IR n°57**

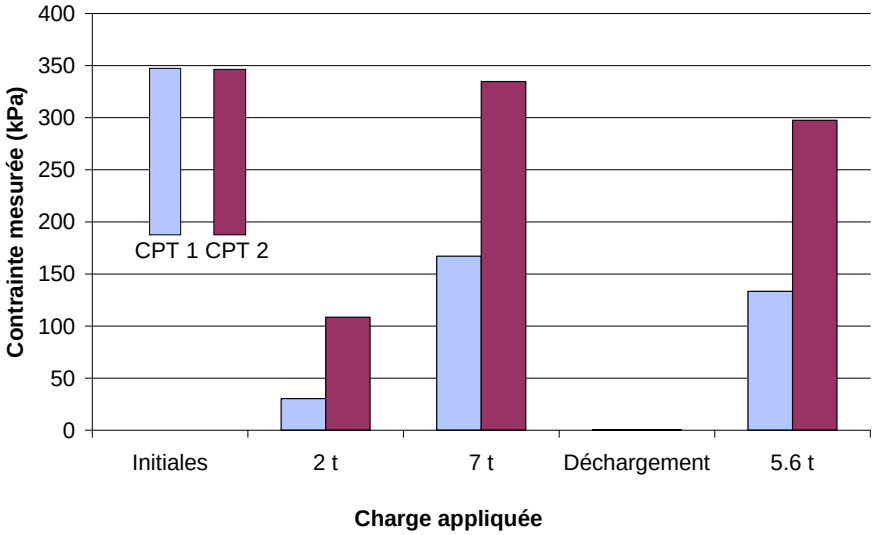



**Figure 5. Essai 2 à la plaque au droit de l'IR n°57**

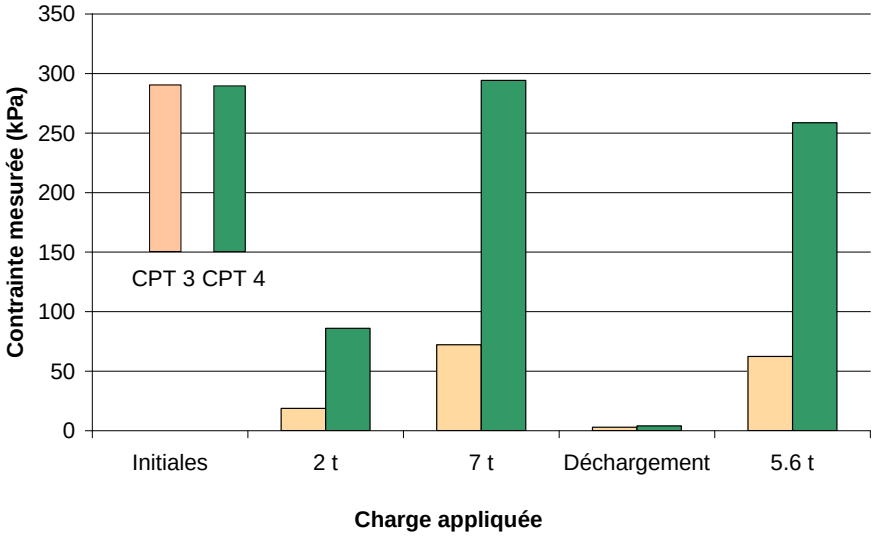



**Figure 6. Essais à la plaque au droit du centre de la maille**

La figure 7 présente le rapport entre la contrainte mesurée 10 cm sous le toit de la plate-forme et la contrainte mesurée au niveau des têtes d'inclusions ($\sigma_{CPT2}/\sigma_{CPT1}$). Nous observons, pour le chargement au centre de la maille, une légère diminution de ce rapport en fonction de la charge appliquée. Nous observons, pour le chargement sur l'inclusion n°57, une bonne répétabilité des mécanismes de transfert et une diminution plus importante du rapport lorsque l'on applique des charges importantes.
Pour une charge de 7 tonnes, on obtient un rapport deux fois plus grand pour le chargement appliqué au centre de la maille que lorsque celui-ci est opéré au droit de l'inclusion. Cette observation montre que la diffusion est diminuée par la présence de l'inclusion (ou la charge appliquée sur une emprise réduite en surface demeure plus concentrée en profondeur si le chargement est opéré au droit d'une inclusion que si il est fait au centre de la maille ; dans ce dernier cas les résultats montrent que la diffusion latérale de la charge est beaucoup plus importante.

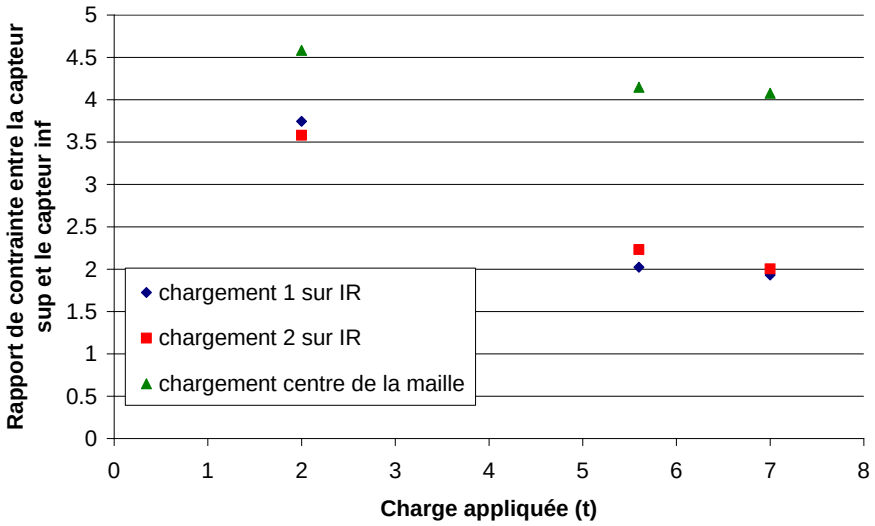



**Figure 7. Rapport de contrainte en fonction de la charge appliquée**

## 4. Essais de chargement

### a. Essais de chargements ponctuels

Trois chargements ponctuels (Figure 9) ont été appliqués sur le dallage :

- configuration 1 : chaque pied du rack positionné à la verticale d'une inclusion rigide,
- configuration 2 : un pied au centre d'une maille,
- configuration 3 : chaque pied du rack positionné entre deux inclusions rigides.

Les inclusions rigides ont été réimplantées au préalable (Figure 8).

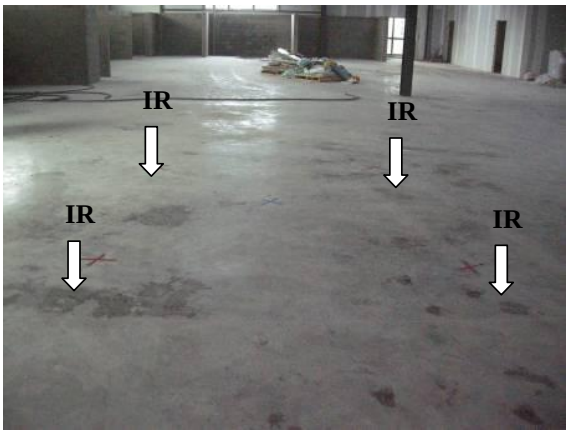



**Figure 8. Implantation des inclusions rigides sur le dallage**

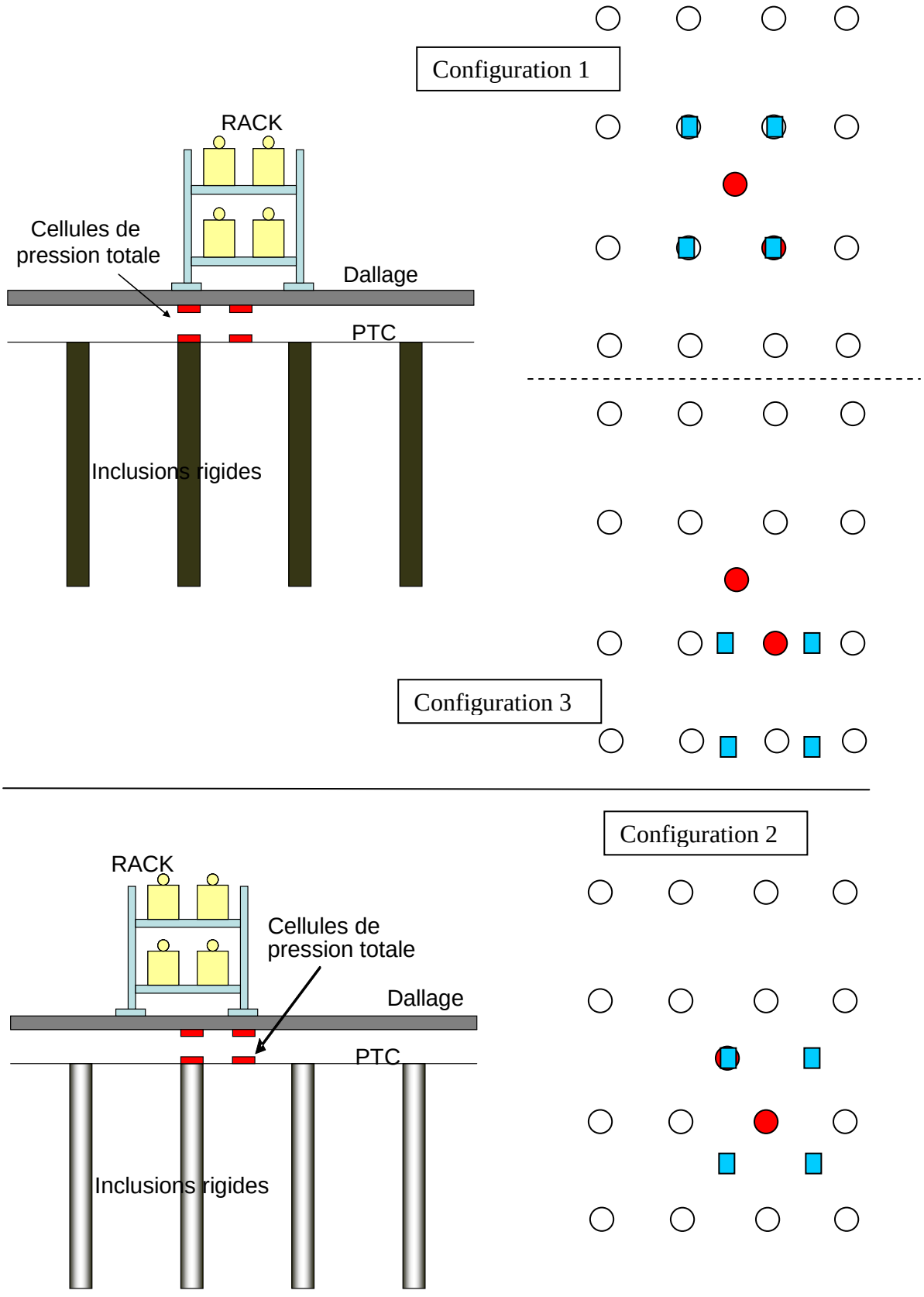



**Figure 9. Configurations des chargements ponctuels**

Le poids de la charge ponctuelle a été mesuré à l'aide de capteurs de force en compression placés sous chaque pied du rack (Figure 10 et 11) :

- rack seul (350 kg),
- rack chargé par une rangée de palettes (6150 kg),
- rack chargé par deux rangées de palettes (11950 kg).

**Figure 10. Capteurs de force**

**Figure 11. Chargement ponctuel**

Chaque capteur de force est positionné sur une platine 15 cm x 15 cm représentative de la taille des pieds de rack couramment utilisés. Ce chargement est tel que la charge appliquée sous chaque pied est inférieure à 3 tonnes.
Les figures 12 à 14 présentent les résultats des trois configurations des chargements ponctuels.

Configuration 1 (Figure 12)
Un pied repose au droit le l'inclusion n° 57 instrumentée. On observe :

- une très faible augmentation de la contrainte sur le sol ;
- que, au droit de l'inclusion, la contrainte est plus grande au niveau de la tête que 10 cm sous le dallage, nous avions observé le comportement inverse lors du chargement à la plaque sur la plateforme ;
- une contrainte mesurée faible en intensité.

Configuration 2 (Figure 13)
Un pied repose au droit du centre de la maille instrumentée. On observe :

- une légère augmentation de la contrainte sur le sol ;
- la même contrainte mesurée sur l'inclusion (CPT1) que dans le cas de la configuration 1 ;
- une contrainte plus faible dans le CPT 2 que pour la configuration 1 ;
- une légère augmentation de la contrainte sur l'inclusion rigide (CPT1) lorsque la charge reste appliquée (1h30) ;
- une contrainte mesurée faible en intensité.

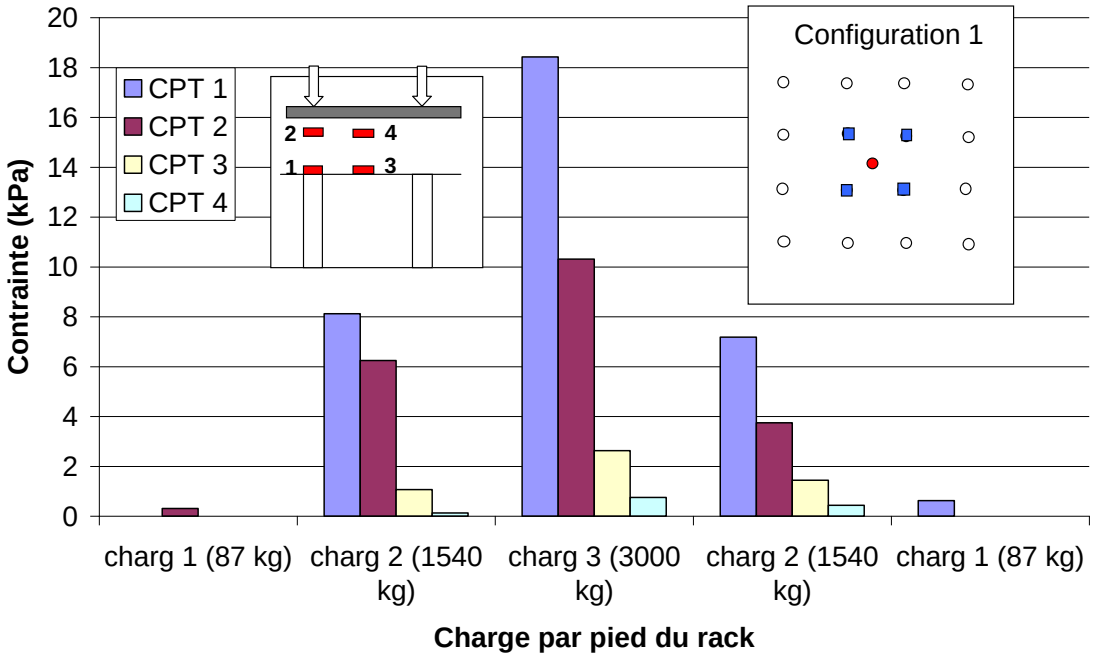



**Figure 12. Chargement ponctuel - Configuration 1**

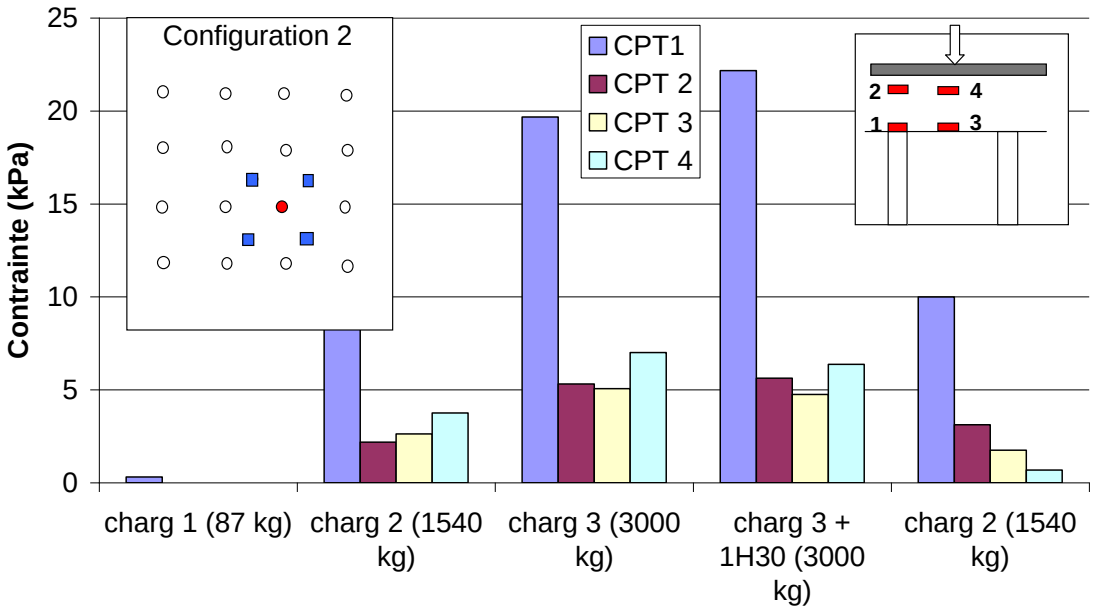



**Figure 13. Chargement ponctuel - Configuration 2**

Configuration 3 (Figure 14)

Un pied repose entre deux inclusions rigides. On observe :

- une augmentation de la contrainte sur le sol quasi nulle (CPT4) ;
- la même contrainte mesurée sur l'inclusion (CPT1) que dans le cas de la configuration 1 ;
- une contrainte plus faible dans le CPT 2 que pour la configuration 1 ;
- une contrainte mesurée faible en intensité.

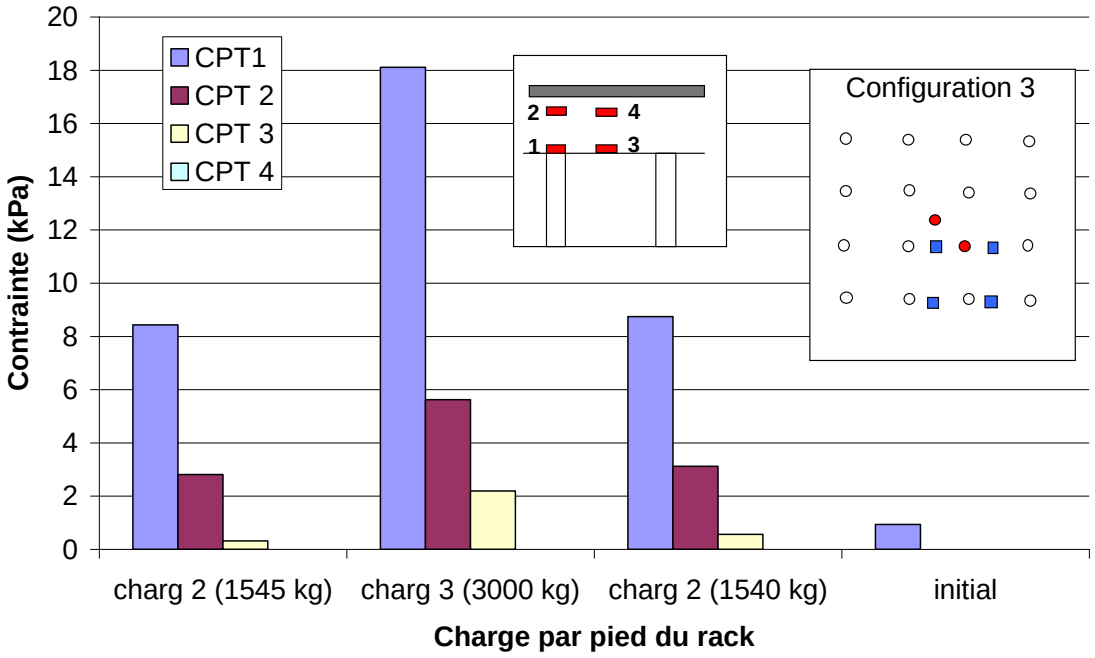



**Figure 14. Chargement ponctuel - Configuration 3**

Il est intéressant de noter la différence de comportement avec et sans dallage. Pour les essais à la plaque sans dallage, nous avons noté qu'il y avait une diffusion de la contrainte en profondeur au droit de l'inclusion ($\sigma_{CPT2} > \sigma_{CPT1}$). Concernant le chargement du dallage, on note que la contrainte mesurée par le CPT1 est supérieure à celle mesurée par le CPT2. On remarque aussi que le dallage répartit la charge, en effet pour des charges appliquées équivalentes (2t pour l'essai à la plaque, 3t sur le dallage) on trouve des valeurs mesurées par le CPT1 beaucoup plus faible dans le cas du chargement sur le dallage : $\sigma_{CPT1}$ (chargement sur dallage) = 20 kPa, $\sigma_{CPT1}$ (chargement à la plaque) = 30 kPa.
Les faibles chargements appliqués sur le dallage et la surconsolidation du sol compressible (essais oedomètriques - Annexe 1) ne permettent pas d'observer des tendances très nettes mais nous ne pouvions pas dépasser les limites acceptables pour les dallages. Cependant, quelle que soit la configuration de chargement ponctuel, la charge transférée vers les inclusions rigides est la même.

**b. Essais de chargement répartis**

Les palettes ont été utilisées pour appliquer un chargement réparti centré sur l'inclusion n°57 instrumentée, notée configuration 4, et centré sur le centre de la maille, notée configuration 5 (Figures 15 et 16).

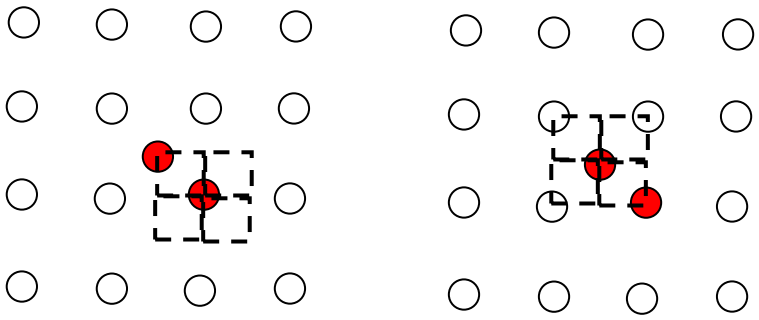


**Figure 15. Chargement réparti centré sur l'inclusion (configuration 4) et centré sur le centre de la maille (configuration 5)**

**Figure 16. Chargement réparti**

Pour la configuration 4 (Figure 15), on note que la contrainte mesurée par le CPT1 est supérieure à celle mesurée par le CPT2. On observe aussi que le niveau de contrainte mesurée

sous charge répartie est supérieur à celui mesuré sous charge ponctuelle. Lorsque la charge est centrée sur une inclusion, la charge mesurée sur l'inclusion est supérieure à la charge mesurée sur le sol.
Pour la configuration 5 (Figure 16), on note que les contrainte mesurées par les capteurs CPT3 et CPT4 sont semblables. Lorsque la charge est centrée au droit du centre de la maille, la charge mesurée sur l'inclusion est supérieure à la charge mesurée sur le sol.

On observe là encore une concentration de contrainte vers les inclusions rigides

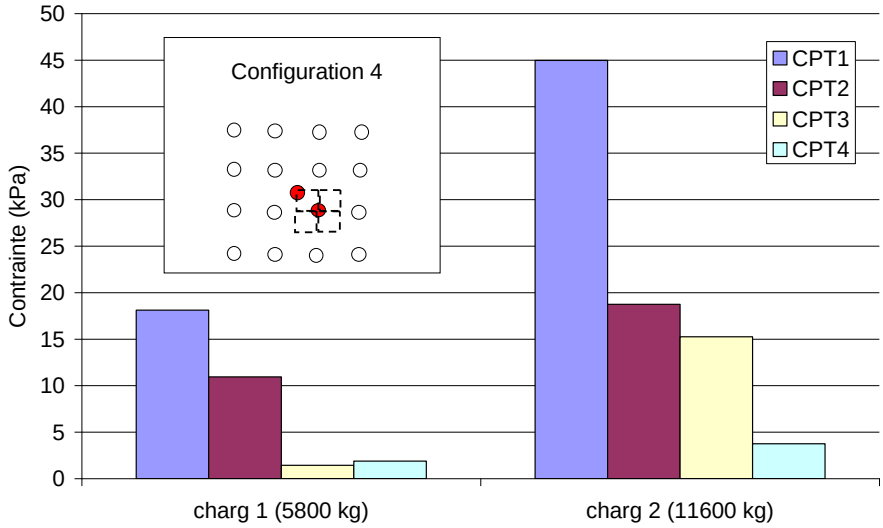



**Figure 17. Chargement réparti - Configuration 4**

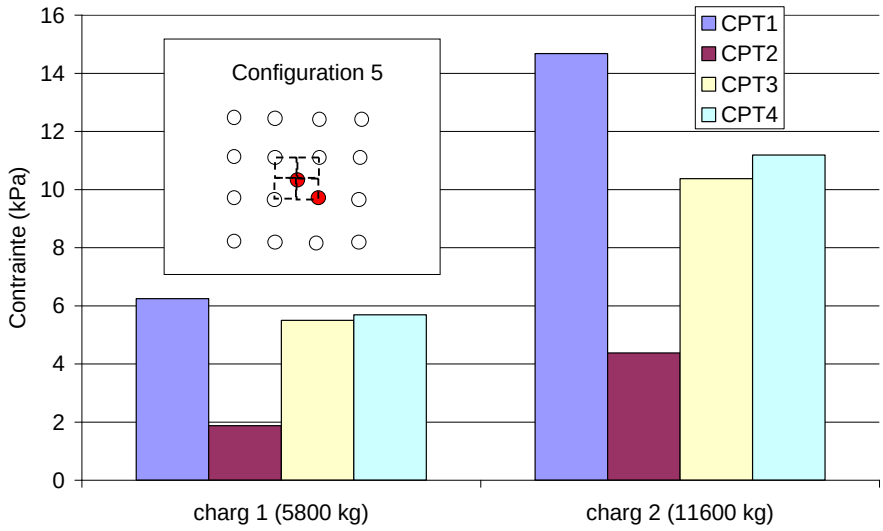



**Figure 18. Chargement réparti - Configuration 5**

### c. Essai de charges roulantes

Nous avons mesuré l'augmentation de contrainte sous le dallage lorsqu'une charge se déplaçait sur le dallage :

- vers la direction de la verticale de l'inclusion instrumentée n°57 (Figure 19) en notant la contrainte des capteurs CPT1 et CPT2 pour différentes positions de la charge roulante (Figure 20),

- en passant à la verticale du centre de la maille en notant l'évolution de la contrainte de capteurs CPT3 et CPT4 (Figure 21).

Le Manitou utilisé fait un poids de 10,7t et nous l'avons chargé avec une palette de 1,4t, soit environ un poids total de 12t. Nous avons fait les mesures pour la circulation de la roue avant gauche du Manitou. Nous estimons que les 12t se répartissent 2/3 sur l'avant et 1/3 sur l'arrière du véhicule lorsqu'il transport une palette, donc un poids par roue avant de l'ordre de 4t.

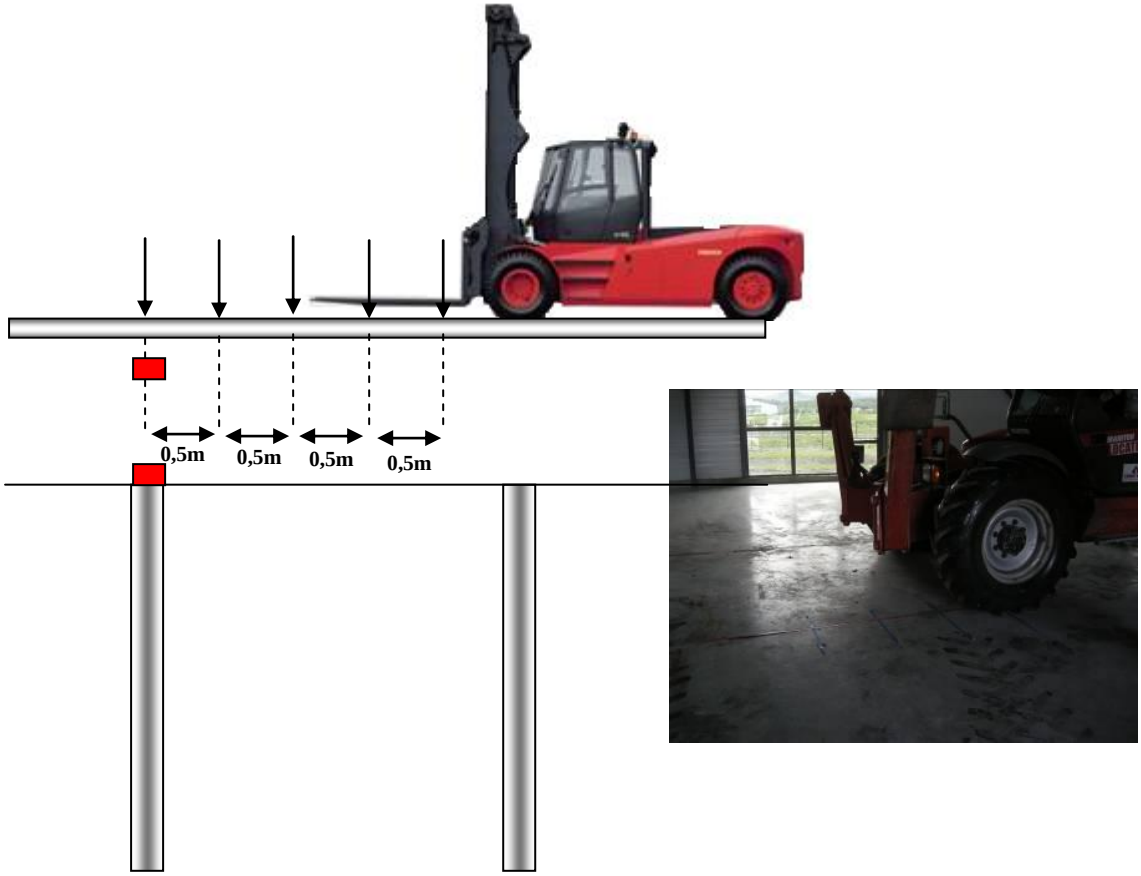



**Figure 19. Charge roulante**

Lorsque qu'une charge roulante se dirige vers une inclusion (Figure 20), on mesure une augmentation de contrainte linéaire sur l'inclusion lorsque la distance entre l'inclusion et la charge est inférieure à la moitié du côté de la maille. La contrainte mesurée par le CPT1 reste toujours supérieure à celle mesurée par le CPT2.

Lorsque qu'une charge roulante circule sur la verticale du centre d'une maille (Figure 21), on mesure un pic de la contrainte lorsque la charge est au droit de cette verticale. La symétrie des courbes valide la bonne réimplantation des capteurs après dallage. On observe que la contrainte mesurée par le CPT 4 devient supérieure à celle mesurée par le CPT3 uniquement lorsque la charge se situe au droit des capteurs.

La comparaison des niveaux de contraintes mesurées sur l'inclusion (Figure 20) et sur le sol (Figure 21) montre bien qu'il y a transfert de la charge vers les inclusions.

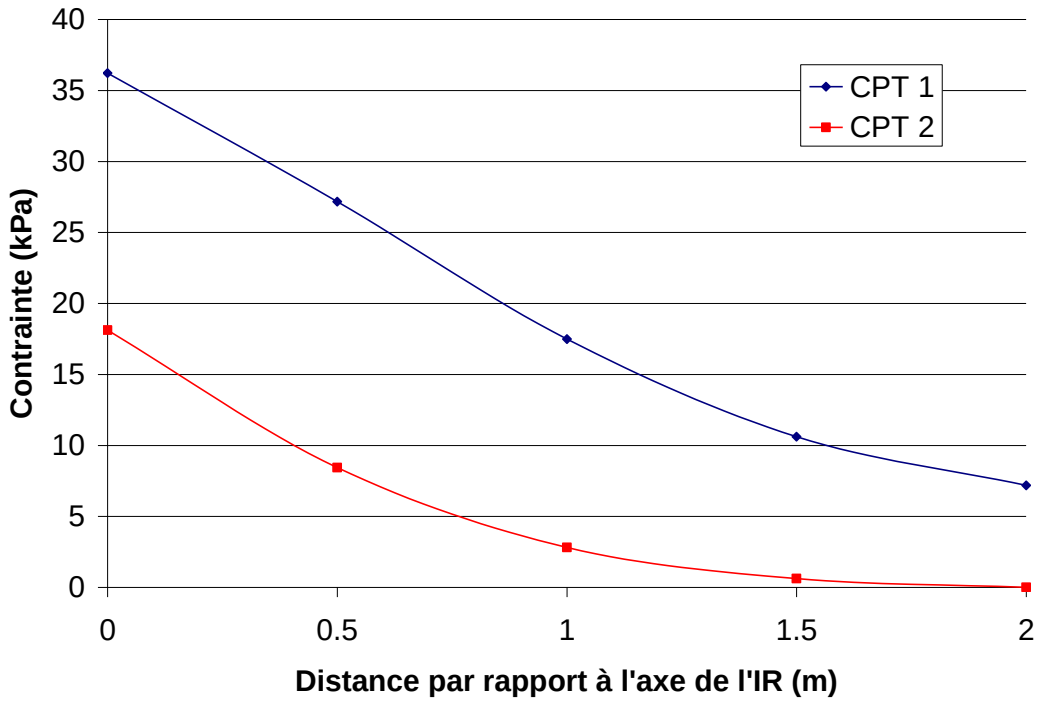



**Figure 20. Evolution de la contrainte lorsqu'une charge roulante se dirige vers l'inclusion n°57**

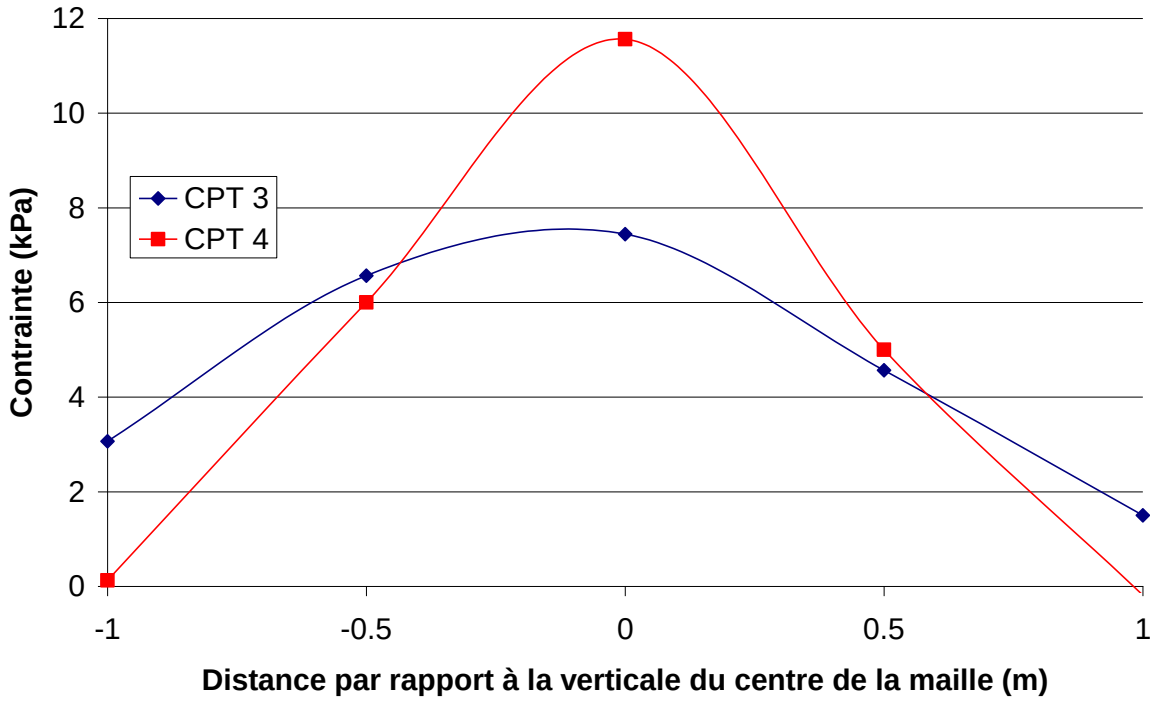



**Figure 21. Evolution de la contrainte lorsqu'une charge roulante passe au-dessus du centre de la maille**

### 5. Commentaires

Ces différents essais ont été menés pour des charges qui restent assez faibles pour ne pas endommager les dallages, les mesures des contraintes sont donc peu différenciées mais donnent cependant les tendances des mécanismes de report de charge. On observe notamment que le dallage homogénéise la charge appliquée et qu'un transfert se fait en direction des inclusions quelle que soit la position de la charge sur le dallage.
Notons que l'épaisseur de la plate-forme (70 cm) est relativement importante pour ce chantier, ce qui a encore minimisé les reports de charge.
Il semble intéressant d'envisager le même type d'essais de chargement pour un dallage reposant sur une plate-forme de plus faible épaisseur pour comparer les mécanismes. Le rack utilisé pour ces essais est d'ailleurs conservé dans l'attente d'un nouveau chantier.
Des temps d'application de charge plus longs permettraient aussi une meilleure observation des mécanismes de transfert.

### 6. Budget

Les frais engagés* par Soredal seront pris en charge en partie par Ménard (pour un montant de 2000 €) et par l'IREX pour le reste.

| Nature des dépenses | Financé | Don en nature | Organisme |
|---|---|---|---|
| 4 CPT | 3800 € | - | IREX |
| Location de la chaîne de pesage | 550 € | - | IREX |
| Essais Géotechnicien alpha BTP | 2829 € | - | IREX |
| Location Manitou | 770 € | - | SOREDAL |
| 10 Palettes + Transport | 1200 € | - | |
| Chauffeur Manitou | 259 € | - | |
| Châssis métallique | 1050 € | - | |
| Tractopelle + Chauffeur | 180 € | - | |
| Nettoyage Dallage | 200 € | - | |
| Remboursement frais engagés par Soredal | - | 2000 € | Ménard |
| Frais de déplacement et de personnels | - | 42heures | SOREDAL |
| Frais de déplacement et de personnels | - | 1200 € | Ménard |
| Frais de déplacement et de personnels | 2000 € | 2000 € | Cnam |

# Annexe 1

Sondage pressiométrique :

- Les caractéristiques pressiométriques des formations argileuses vasardes sont faibles à très faibles :
    - Limons et argiles plastiques jusqu'à 2.6 m/PF

      $2.3 \leq EM \leq 5.7$ MPa

      $0.29 \leq PL \leq 0.34$ MPa

    - Argiles vasardes grises et molles jusqu'à 5.5 m/PF

      $1.3 \leq EM \leq 2.0$ MPa

      $0.11 \leq PL \leq 0.13$ MPa
    - Argiles marneuses jusqu'à 7.5 m/PF

      $9.3 \leq EM \leq 9.6$ MPa

      $0.51 \leq PL \leq 0.90$ MPa

Le substratum marneux d'abord ferme puis compact a été identifié à partir de 7.5 m/PF.

Essai oedométrique :

Un prélèvement d'échantillon intact a été réalisé entre 2.60 et 3.30 m/PF.

Un essai oedométrique a été réalisé sur un échantillon situé entre 2.85 et 2.90 m/PF.

Les résultats sont les suivants :

- Eo = 1.75
- Cc = 0.96
- Cs = 0.06
- $\sigma'p = 80$ KPa >> $\sigma'vo = 45$ KPa → sol surconsolidé
- E oed = 2200 KPa (2.2 MPa) → cohérent avec le module pressiométrique à cette profondeur

Les CV ont été mesurés sur trois paliers :

- De 78 à 153 KPa : 6.8 à $9.8.10^{-9}$ m²/s
- De 153 à 303 KPa : 4.9 à $5.0.10^{-9}$ m²/s
- De 303 à 603 KPa : 3.4 à $3.6.10^{-9}$ m²/s

Notons la présence de matières organiques au sein de l'échantillon.

Essais de plaque sur le matelas de répartition :

La structure suivante a été contrôlée :

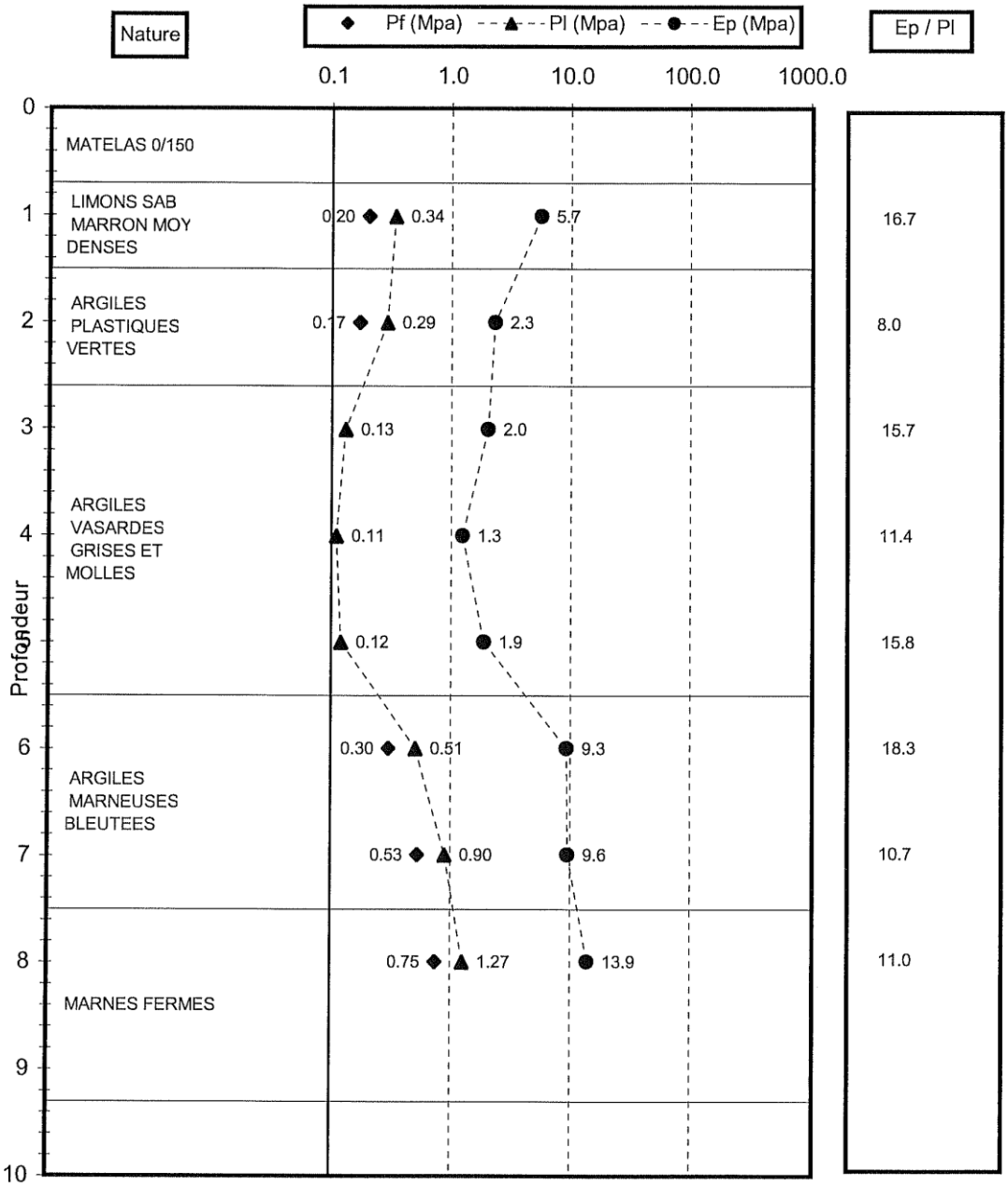
- 60 cm de 0/100
- 10 cm de 0/31.5

Essais Alpha Btp Nord :

| Localisation | N°Essai | EV2 | EV1 | K | Ks (MPa/m) |
|---|---|---|---|---|---|
| Sur colonne n°57 | 1 | 48.4 | 38.3 | 1.26 | 59.6 |
| Au centre de la maille | 2 | 45.0 | 22.3 | 2.02 | 34.6 |

Essais Colas :

| N°Essai | EV2 | EV1 | K | Ks (MPa/m) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 70.3 | 37.0 | 1.9 | 61 |
| 2 | 72.6 | 39.1 | 1.9 | 56 |
| 3 | 83.3 | 46.9 | 1.8 | 58 |
| 4 | 75.0 | 41.4 | 1.8 | 61 |
| 5 | 70.3 | 39.6 | 1.8 | 58 |
| 6 | 70.3 | 38.0 | 1.9 | 58 |
| 7 | 80.4 | 44.6 | 1.8 | 61 |


Nature
Pf (Mpa)
Pl (Mpa)
Ep (Mpa)
Ep / Pl
0.1
1.0
10.0
100.0
1000.0
Profondeur
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
MATELAS 0/150
LIMONS SAB MARRON MOY DENSES
ARGILES PLASTIQUES VERTES
ARGILES VASARDES GRISES ET MOLLES
ARGILES MARNEUSES BLEUTEES
MARNES FERMES
0.20
0.34
5.7
16.7
0.17
0.29
2.3
8.0
0.13
2.0
15.7
0.11
1.3
11.4
0.12
1.9
15.8
0.30
0.51
9.3
18.3
0.53
0.90
9.6
10.7
0.75
1.27
13.9
11.0

2GH ENTREPRISE

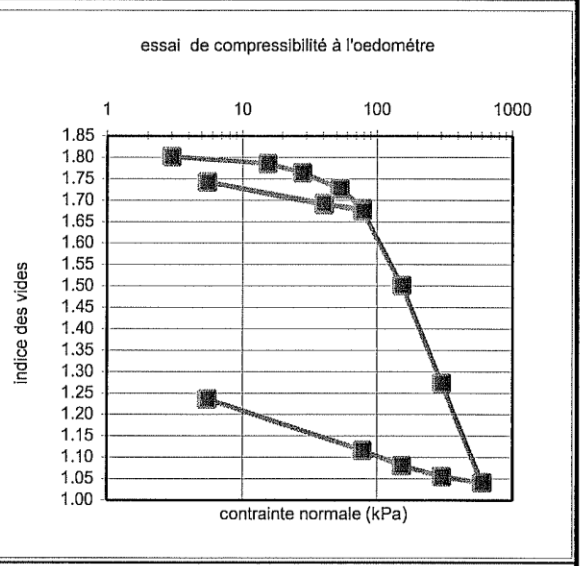
## Essai à l'oedomètre

Essai de compressibilité à l'oedomètre sur sols fins saturés avec chargement par paliers

XP P 94-090-1

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | N° dossier: | **CE RGT 04.180** |
| Prélèvement au carottier battu | **EI 2,60/3,30** prof: **2,85/2,90** | Date: | **avril-mai 2010** |

| **Caractéristiques des éprouvettes** | avant essai | après essai |
|---|---|---|
| Diamètre D | 50 mm | |
| Hauteur H | 19 mm | |
| Masse volumique sèche ρ di | 0.910 Mg/m3 | **1.140** Mg/m3 |
| Masse volumique des grains ρ s estimée | 2.55 Mg/m3 | |
| Teneur en eau W% (à 50°C): | 70.7 % | **48.5** % |
| Degré de saturation: | 100.0 % | **100.0** % |
| Hauteur des pleins: | 6.78 mm | |




**Résultats:**

-Coefficient de consolidation

| σv en kPa | Cv m²/s* | |
|---|---|---|
| **palier de/à** | **Casagrande** | **Taylor** |
| 78/153 | 6.8E-09 | 9.8E-09 |
| 153/303 | 5.0E-09 | 4.9E-09 |
| 303/603 | 3.6E-09 | 3.4E-09 |
| | | |

-Caractéristiques de compressibilité

| | | |
|---|---|---|
| Indice des vides | ei (initial) | 1.801 |
| | eo (en place) | 1.752 estimé |
| Contrainte effective verticale | σ'vo | 45 kPa |
| Contrainte de préconsolidation | σ'p | 75-80 kPa |
| Indice de compression | Cc | 0.96 |
| Indice de gonflement | Cs | 0.06 |

**Commentaires:** argile grise et sable argileux noir, porteurs de matière organique. Teneurs en eau déterminées par étuvage à 50°C jusqu'à stabilisation.
La poursuite de l'étuvage à 105°C provoque ensuite une perte de masse sèche de 1,7 à 1,8%

| Date | heure de début de palier | palier n° | σv kPa | Δσv /σv accroissement | ΔH ($10^{-2}$ mm) | ΔHe (étalonnage) | ΔHc corrigé | e | observation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 05-mai | 7h30 | 1 | 3.0 | | 0 | 0 | 0 | 1.801 | |
| 05-mai | 10h30 | 2 | 15.5 | | -11.1 | -0.1 | -11 | 1.785 | |
| 06-mai | 10h00 | 3 | 28.0 | | -25.8 | -0.2 | -25.6 | 1.764 | |
| 07-mai | 10h30 | 4 | 53.0 | | -55.3 | -5 | -50.3 | 1.727 | |
| 08-mai | 11h15 | 5 | 78.0 | | -89 | -6.6 | -82.4 | 1.680 | |
| 09-mai | 9h00 | 6 | 40.5 | | -81.8 | -5.7 | -76.1 | 1.689 | |
| 09-mai | 12h45 | 7 | 5.5 | | -45.1 | -5 | -40.1 | 1.742 | |
| 09-mai | 20h00 | 8 | 40.5 | | -79.6 | -5.6 | -74 | 1.692 | |
| 10-mai | 7h30 | 9 | 78.0 | 0.9 | -92.8 | -7 | -85.8 | 1.675 | |
| 10-mai | 14h30 | 10 | 153.0 | 1.0 | -212.3 | -8.6 | -203.7 | 1.501 | |
| 11-mai | 14h30 | 11 | 303.0 | 1.0 | -372.1 | -14 | -358.1 | 1.273 | |
| 12-mai | 14h30 | 12 | 603.0 | 1.0 | -531.8 | -16.4 | -515.4 | 1.041 | |
| 13-mai | 14h30 | 13 | 303.0 | | -523.1 | -16.9 | -506.2 | 1.055 | |
| 13-mai | 20h30 | 14 | 153.0 | | -504.4 | -15.7 | -488.7 | 1.081 | |
| 14-mai | 10h00 | 15 | 78.0 | | -478.8 | -13.7 | -465.1 | 1.116 | |
| 14-mai | 19h30 | 16 | 5.5 | | -392.8 | -9.6 | -383.2 | 1.236 | |
| | | 17 | | | | | | | |
| | | 18 | | | | | | | |
| | | 19 | | | | | | | |
| | | 20 | | | | | | | |
| | | 21 | | | | | | | |
| | | 22 | | | | | | | |
| | | 23 | | | | | | | |
| | | 24 | | | | | | | |

COLAS
Rhône-Alpes Auvergne
Laboratoire de Clermont-Ferrand
4 rue André-Marie Ampère
63 360 GERZAT
Tél : 04 73 69 96 30 - Fax : 04 73 69 96 39

Demandeur : COLAS R.A.A. Clermont-Fd
N° Affaire : 5-2010-63-004
Date : 01/04/2010
Technicien : P.MARCHAT
Destinataire : G.CHAPOULARD

**PROCES VERBAL D'ESSAIS**

ESSAIS A LA PLAQUE
( NF P 94-117-1)

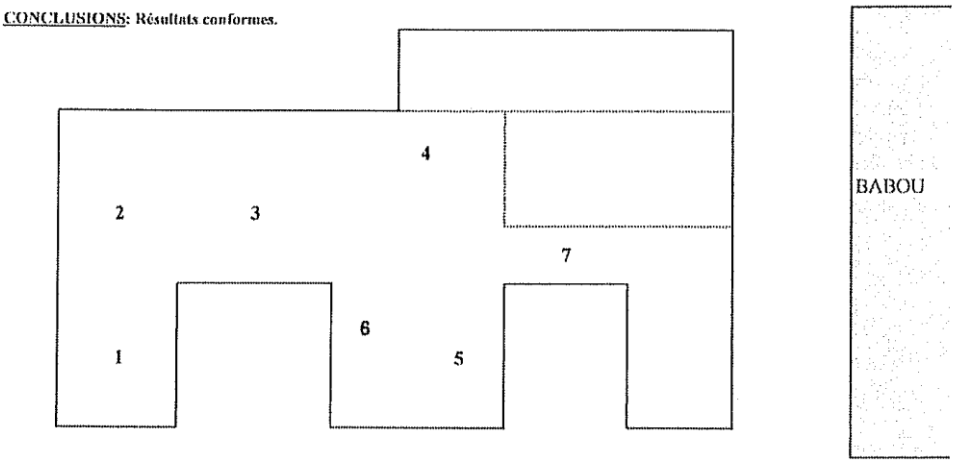
Date des essais : 01/04/2010
Lieu des essais : A.F.P.I. - COURNON D'AUVERGNE .
Couche contrôlée : Base bâtiment
Matériaux : GNT 0/31,5
Epaisseur : 10cm

Diamètre de la plaque: 60
RESULTATS :

| N° Essai | Repères Essai | MESURES (1/100ème mm) c | W1 | W2 | RESULTATS Module de Westergaard (daN/cm3) | Module EV1 (MPa) | Module EV2 (MPa) | à titre indicatif EV2/EV1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | voir croquis ci-dessous | 92 | 304 | 128 | 6,1 | 37,0 | 70,3 | 1,9 |
| 2 | " | 100 | 288 | 124 | 5,6 | 39,1 | 72,6 | 1,9 |
| 3 | " | 96 | 240 | 108 | 5,8 | 46,9 | 83,3 | 1,8 |
| 4 | " | 92 | 272 | 120 | 6,1 | 41,4 | 75,0 | 1,8 |
| 5 | " | 96 | 284 | 128 | 5,8 | 39,6 | 70,3 | 1,8 |
| 6 | " | 96 | 296 | 128 | 5,8 | 38,0 | 70,3 | 1,9 |
| 7 | " | 92 | 252 | 112 | 6,1 | 44,6 | 80,4 | 1,8 |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |

c : déflexion à 0,7 bars W1 : déflexion à 2,5 bars W2 : déflexion à 2 bars

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Moy K | | 5,9 | Moy Ev1 | 40,9 | Moy Ev2 | 74,6 |

OBSERVATIONS :
**Portance correcte pour un objectif EV2 ≥ 70Mpa, Coefficient de West. ≥ 5daN/cm3 et un rapport de compactage EV2/EV1 ≤ 2 .**

CONCLUSIONS: **Résultats conformes.**