



Journée scientifique et technique du CFMS du 21 mars 2019

« *Grands projets d'infrastructures en Région Parisienne* »

Ligne 15 Sud: Station Fort-d'Issy-Vanves-Clamart

Présentateurs :

Partie 1 : Khadija NEJJAR (Terrasol)

Partie 2 : Aymeric BOFFA (Soletanche Bachy)



Journée scientifique et technique du CFMS du 21 mars 2019

« *Grands projets d'infrastructures en Région Parisienne* »

Ligne 15 Sud: Retex de la gare Fort-d'Issy- Vanves-Clamart

Présentateur : Khadija NEJJAR (Terrasol)

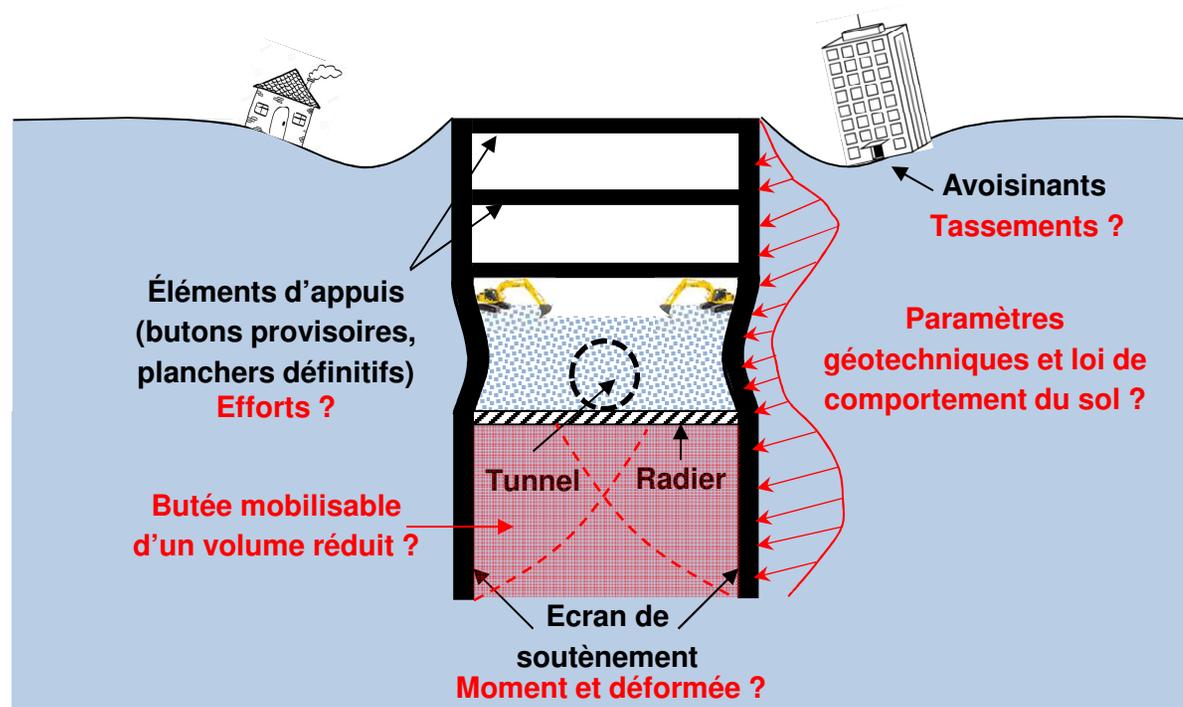


Plan



- Problématiques des excavations profondes
- Gare Fort d'Issy Vanves Clamart
- Confrontation des modélisations aux mesures
 - Moment et déformée de la paroi
 - Effort dans les appuis
 - Pression à l'interface sol/écran
- Conclusion

Problématiques des excavations profondes



Nos « pratiques » de modélisations sont-elles toujours pertinentes pour reproduire fidèlement le comportement d'une excavation profonde ?

Solution: mesures expérimentales !

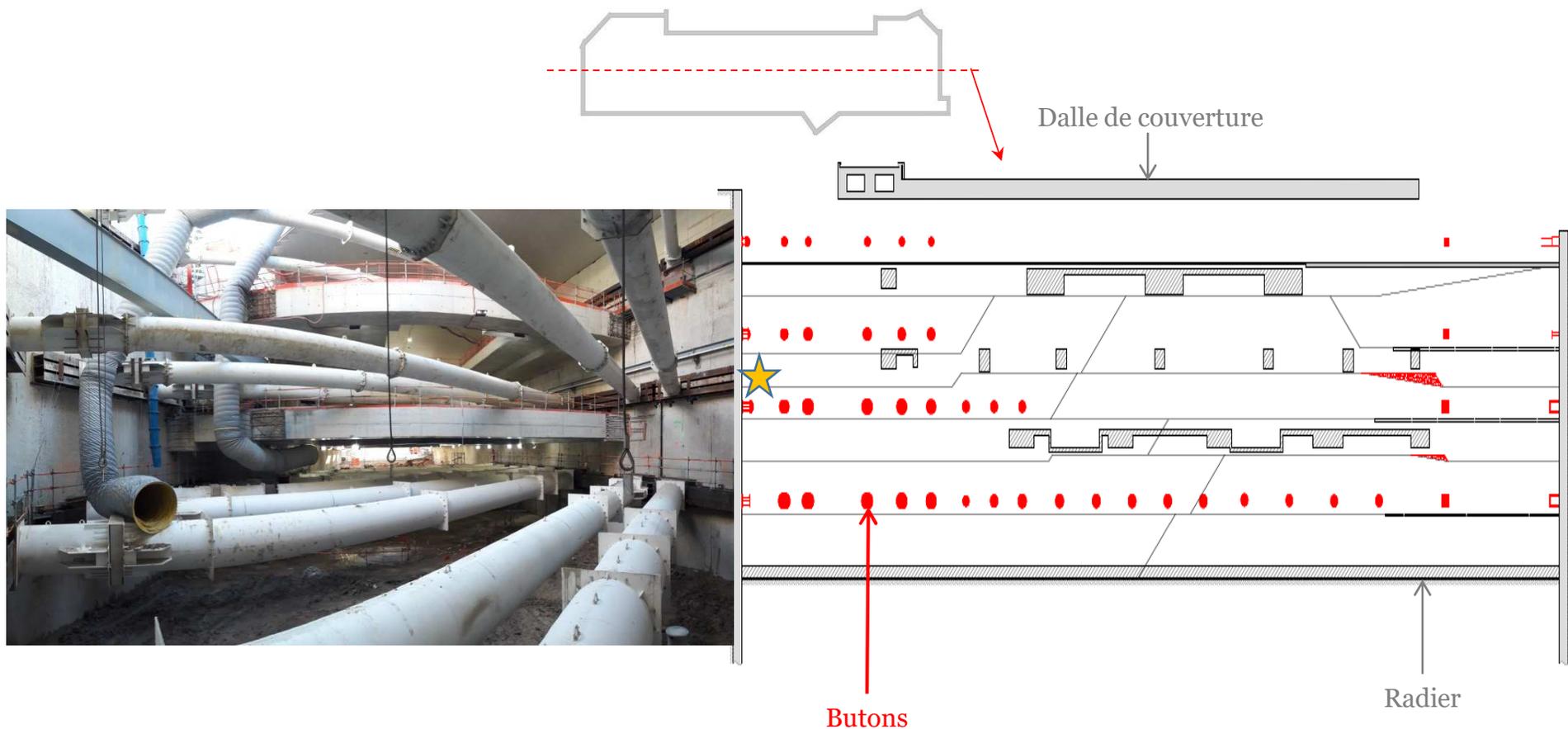


Thèse CIFRE
Terrasol 2015-2019

Cas d'étude: Gare Fort d'Issy Vanves Clamart



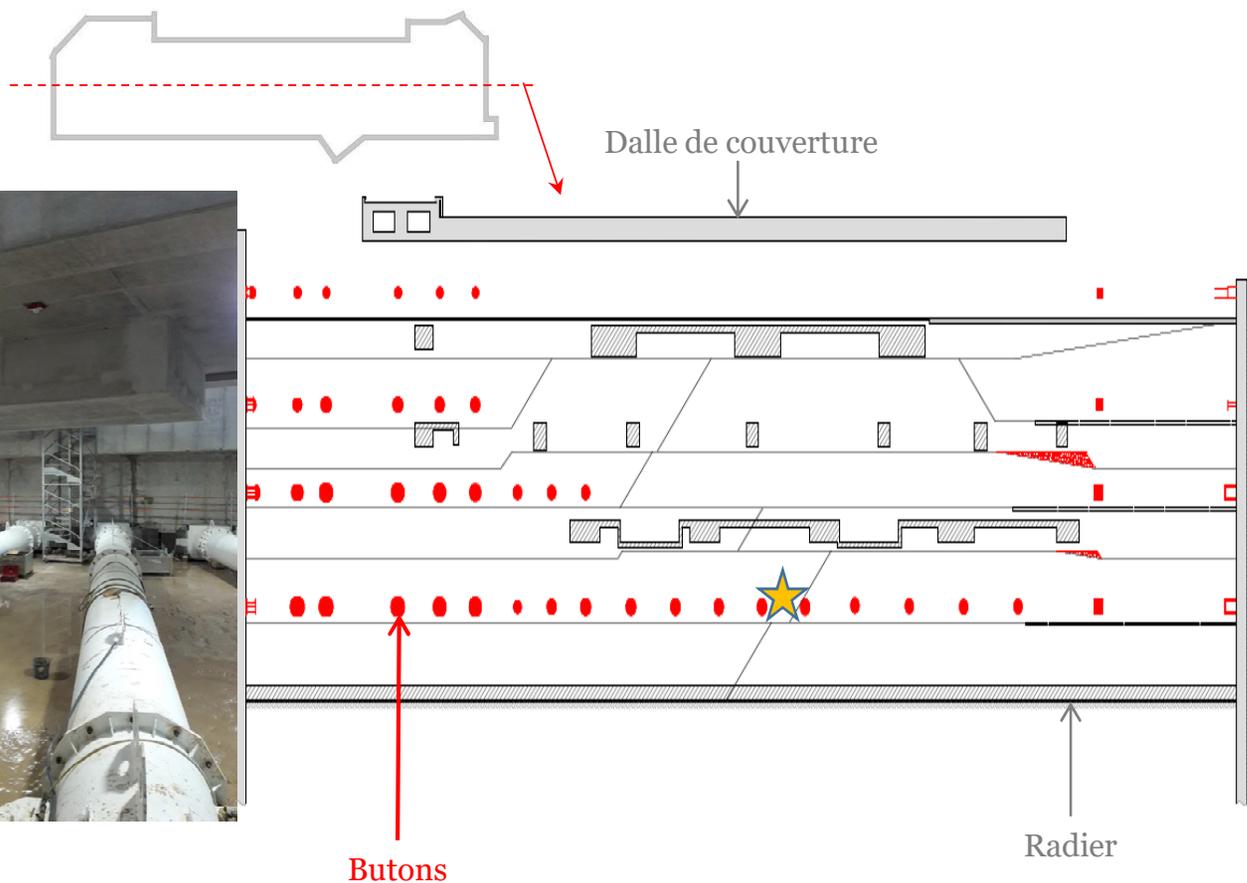
Boite de 110m x 23m, 32m d'excavation, paroi moulée de 1,2m d'épaisseur, 41m de profondeur



Cas d'étude: Gare Fort d'Issy Vanves Clamart



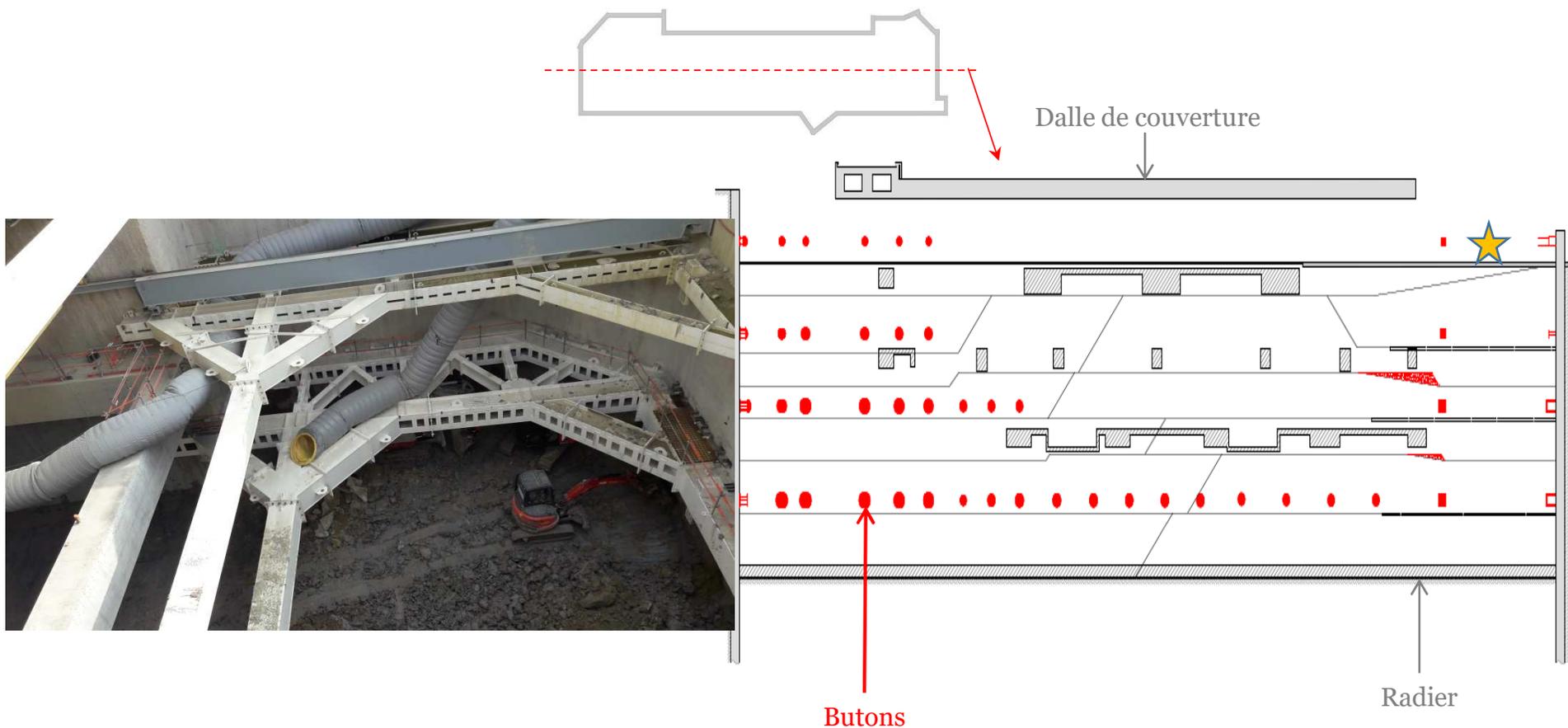
Boite de 110m x 23m, 32m d'excavation, paroi moulée de 1,2m d'épaisseur, 41m de profondeur



Cas d'étude: Gare Fort d'Issy Vanves Clamart



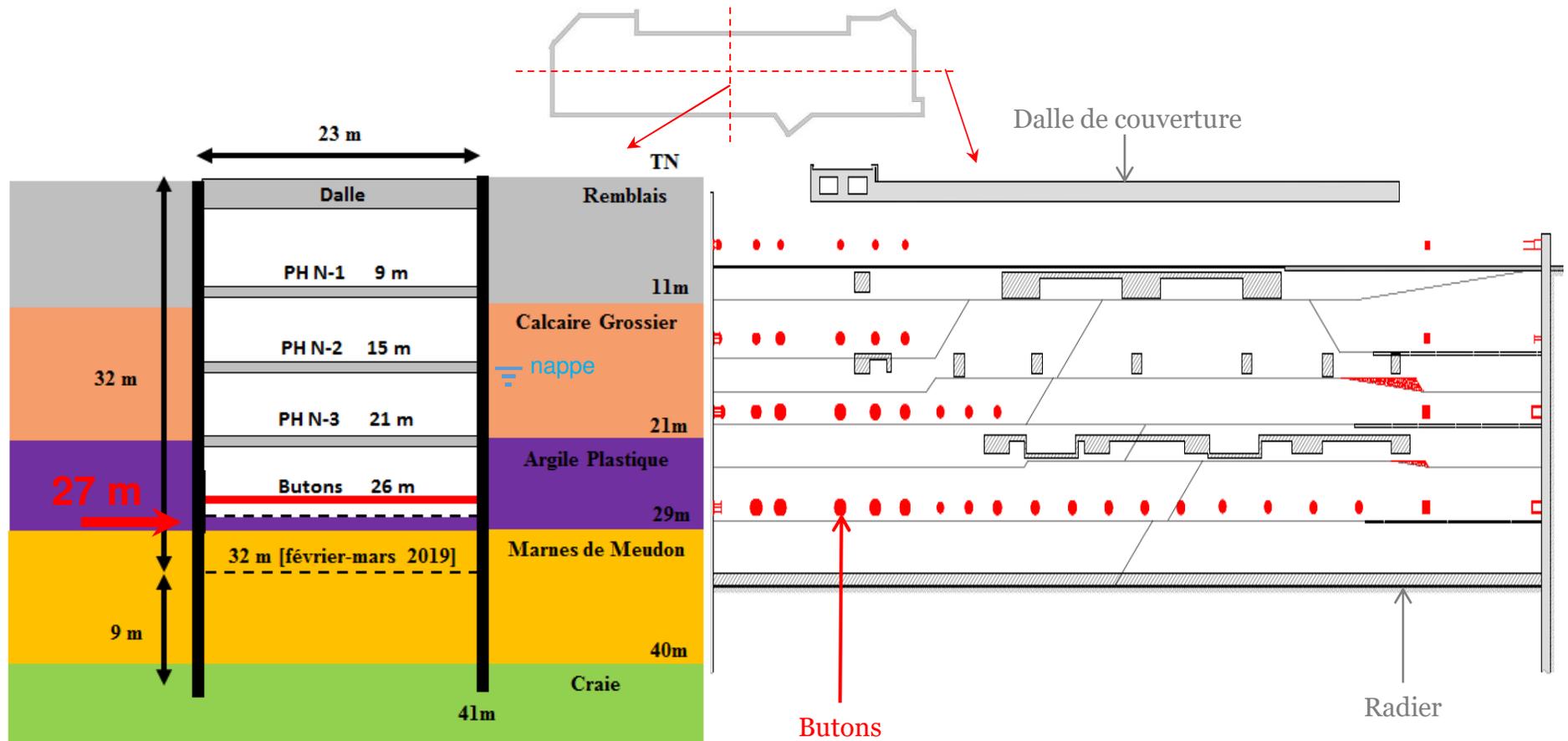
Boite de 110m x 23m, 32m d'excavation, paroi moulée de 1,2m d'épaisseur, 41m de profondeur



Cas d'étude: Gare Fort d'Issy Vanves Clamart



Boite de 110m x 23m, 32m d'excavation, paroi moulée de 1,2m d'épaisseur, 41m de profondeur



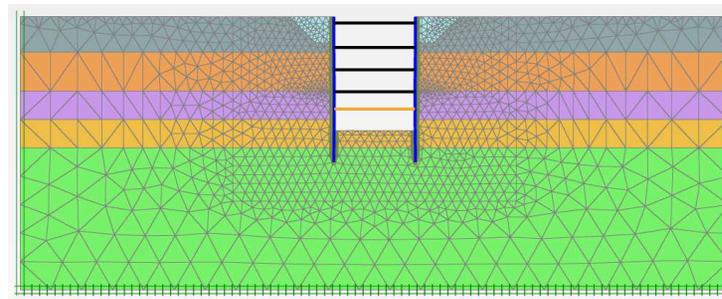
Choix de la méthode de modélisation



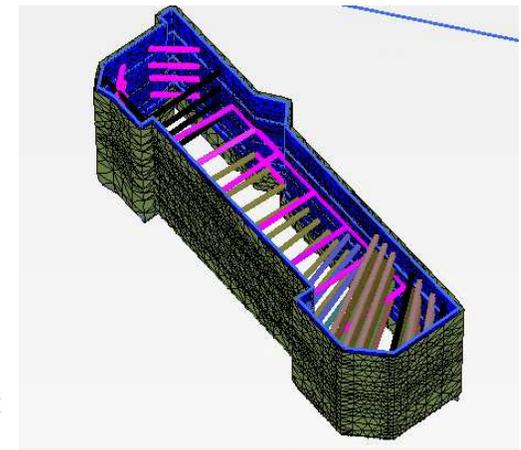
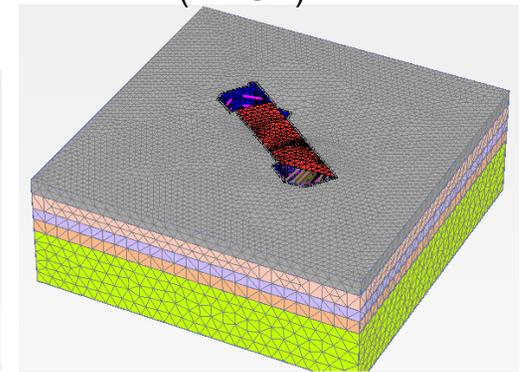
Coefficients de réaction 1D (MISS-K)



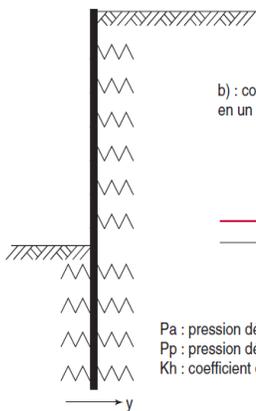
Éléments finis 2D (EF 2D)



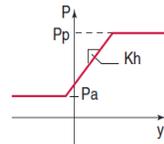
Éléments finis 3D (EF 3D)



a) : distribution des réactions du sol sur l'écran



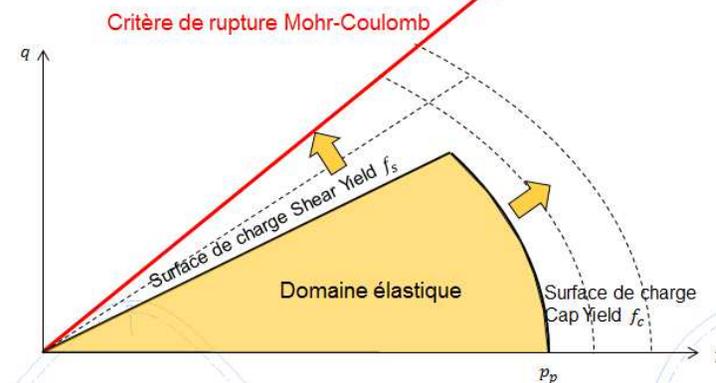
b) : courbe de réaction du sol sur l'écran en un point donné



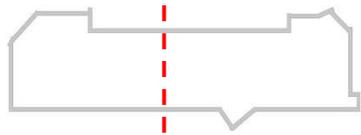
Pa : pression développée par le sol à l'état d'équilibre limite de poussée
Pp : pression développée par le sol à l'état d'équilibre limite de butée
Kh : coefficient de réaction du sol

Delattre (2001)

Loi de comportement ?

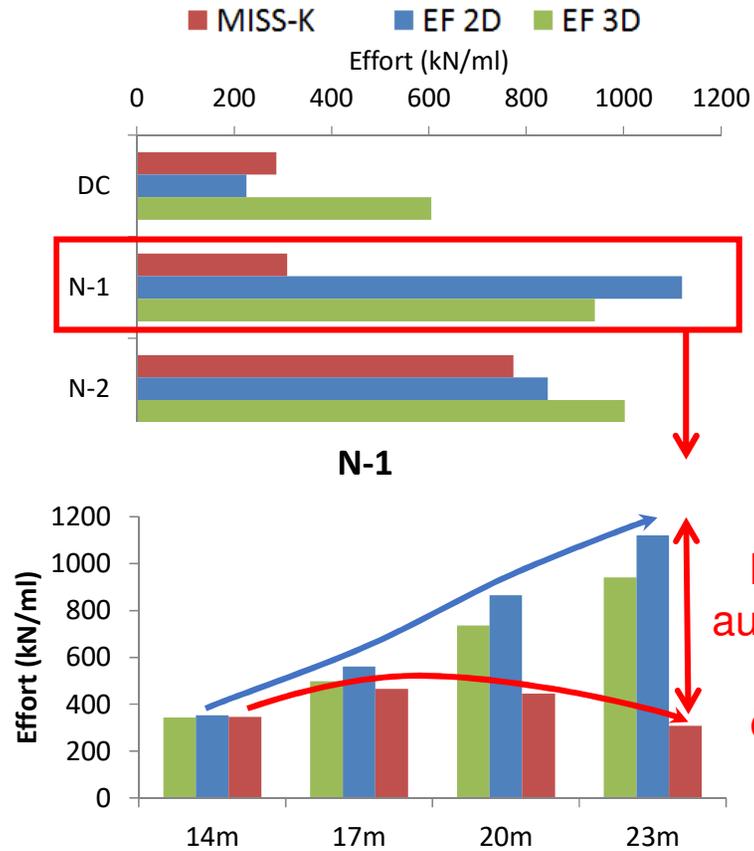
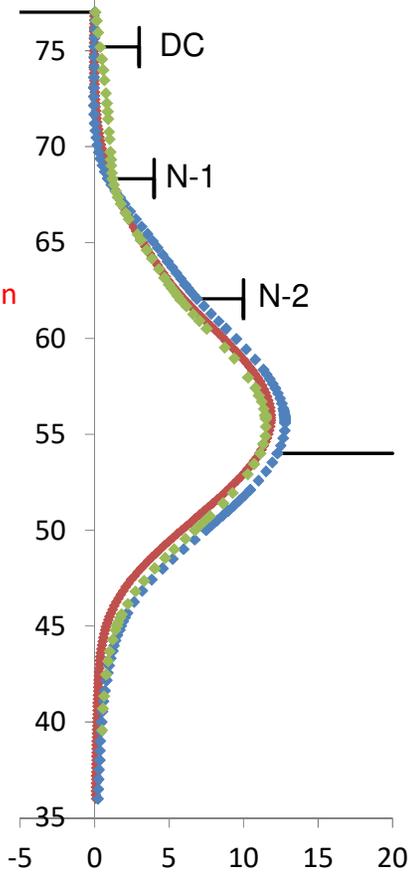


Choix de la méthode de modélisation



◆ MISS-K ◆ EF 2D ◆ EF 3D

Mêmes déformées à condition de faire le bon choix des modules !



L'écart entre MISS-K et EF augmente avec la profondeur d'excavation !

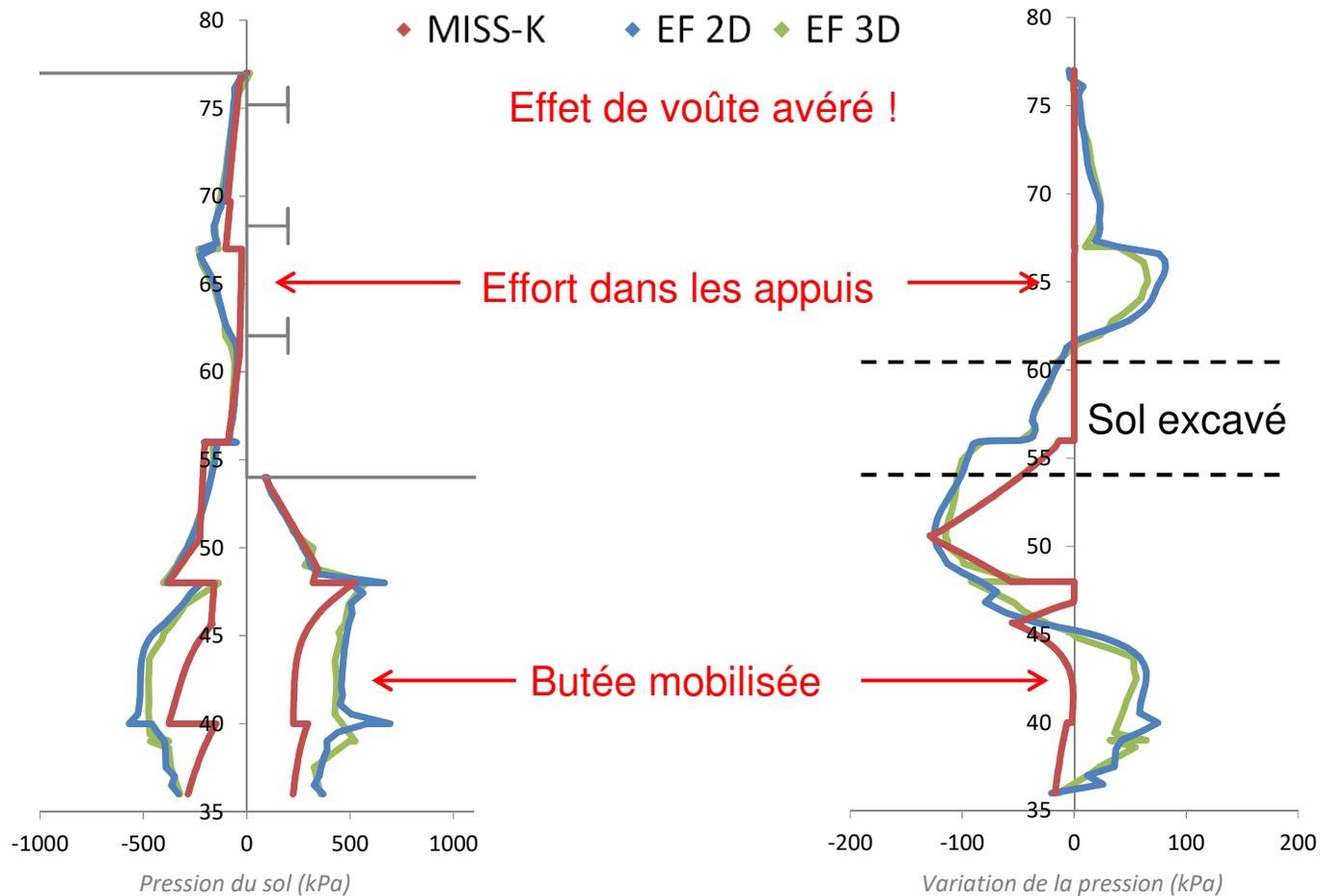


Écart bien pris en compte dans le dimensionnement
Mais d'où vient il ?

Choix de la méthode de modélisation



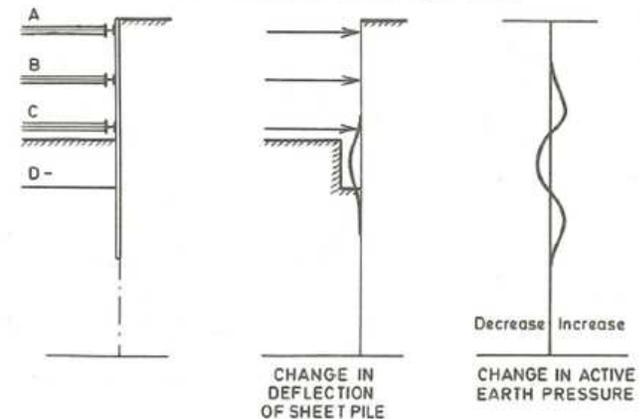
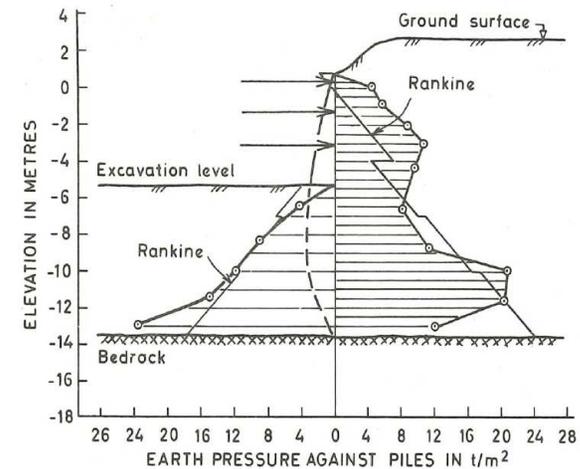
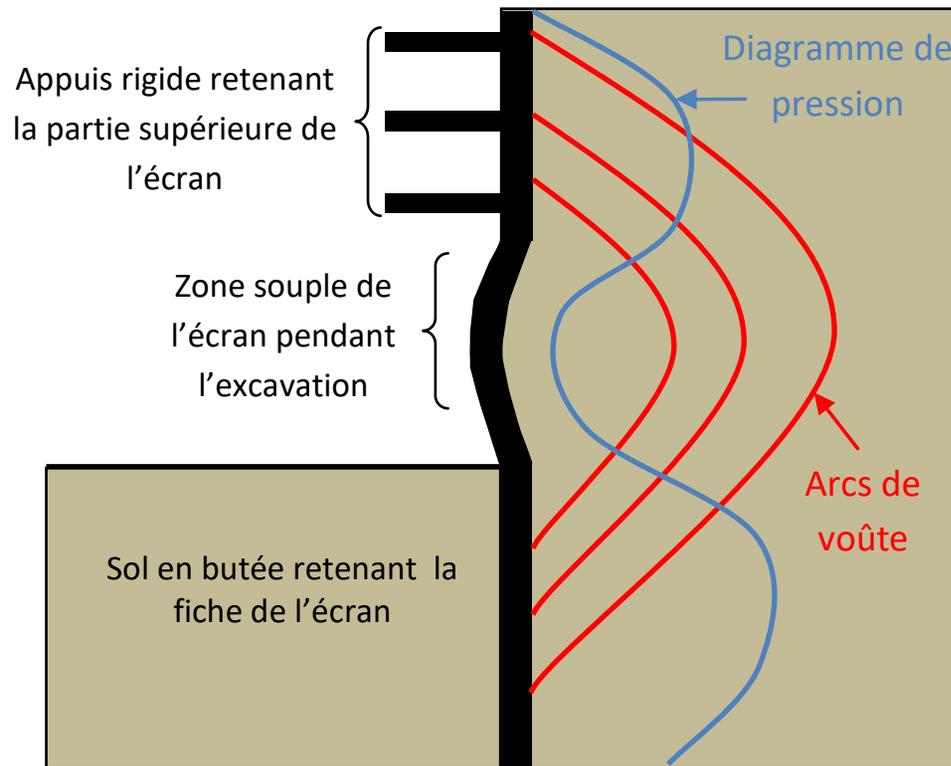
Évolution du diagramme de pression pendant l'excavation derrière l'écran



Choix de la méthode de modélisation



Évolution du diagramme de pression pendant l'excavation derrière l'écran



Métro Oslo, Station Vaterland (Bjerrum et al.1972)

Objectif de l'instrumentation



Mettre en place des dispositifs permettant de remonter aux grandeurs physiques intéressant le géotechnicien à savoir:

- Moment et déformée de la paroi
- Effort dans les appuis
- Pression à l'interface sol/écran

Objectif de l'instrumentation

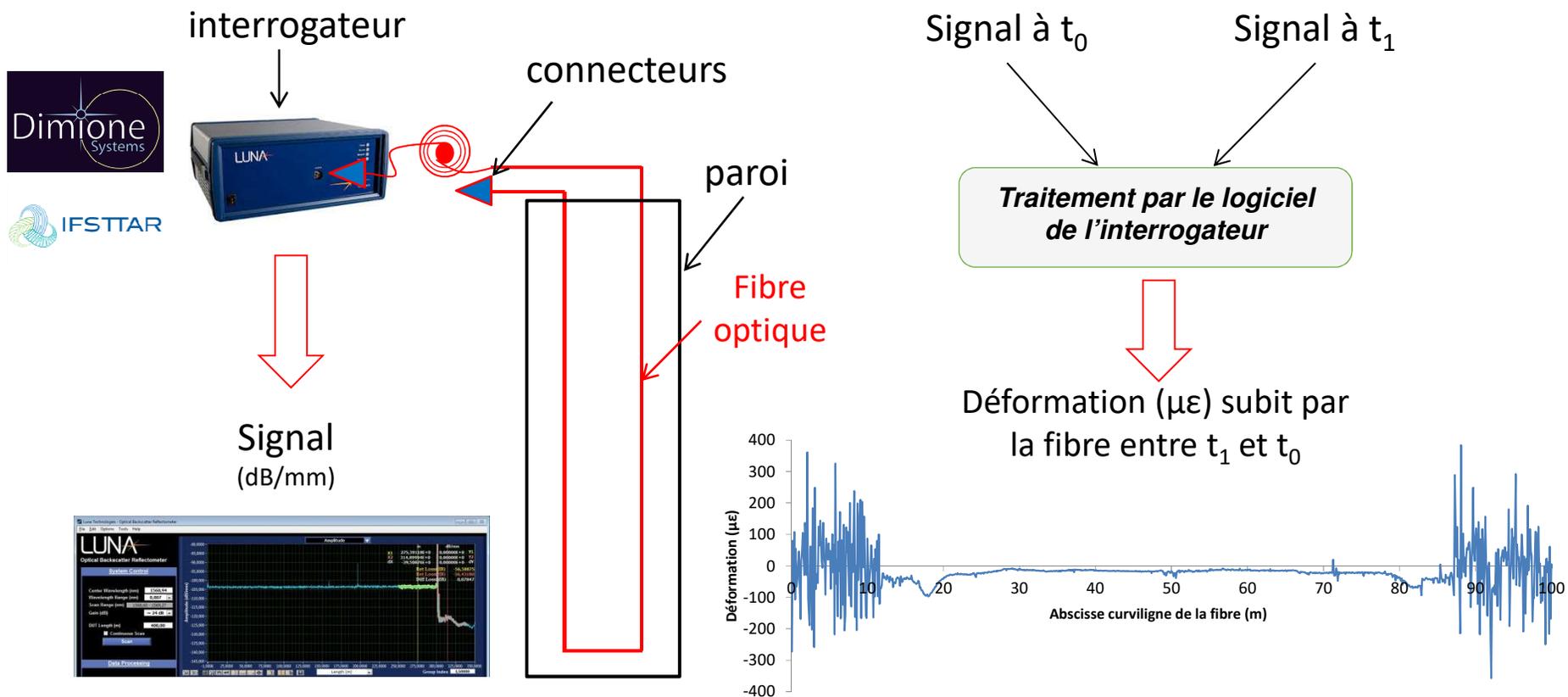


Mettre en place des dispositifs permettant de remonter aux grandeurs physiques intéressant le géotechnicien à savoir:

- Moment et déformée de la paroi (Fibre optique + Inclinomètres)
- Effort dans les appuis (Jauges de déformation)
- Pression à l'interface sol/écran (Cellules de pressions totales et interstitielles)

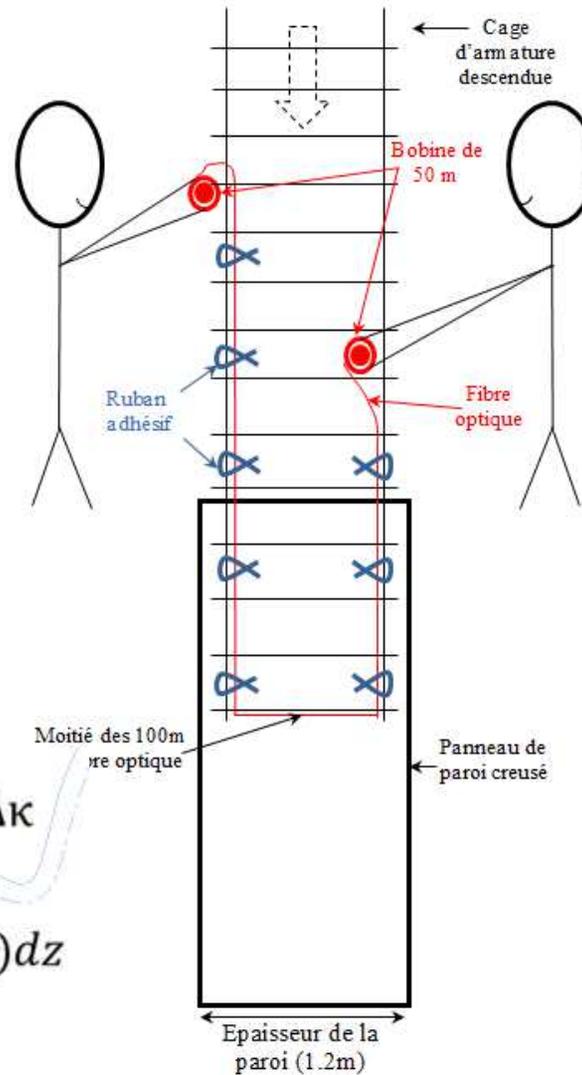
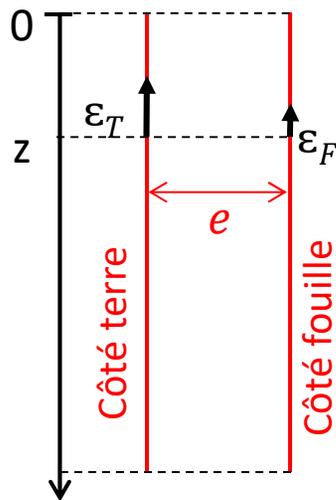
Fibre optique

Principe de la mesure



Fibre optique

Traitement des mesures brutes



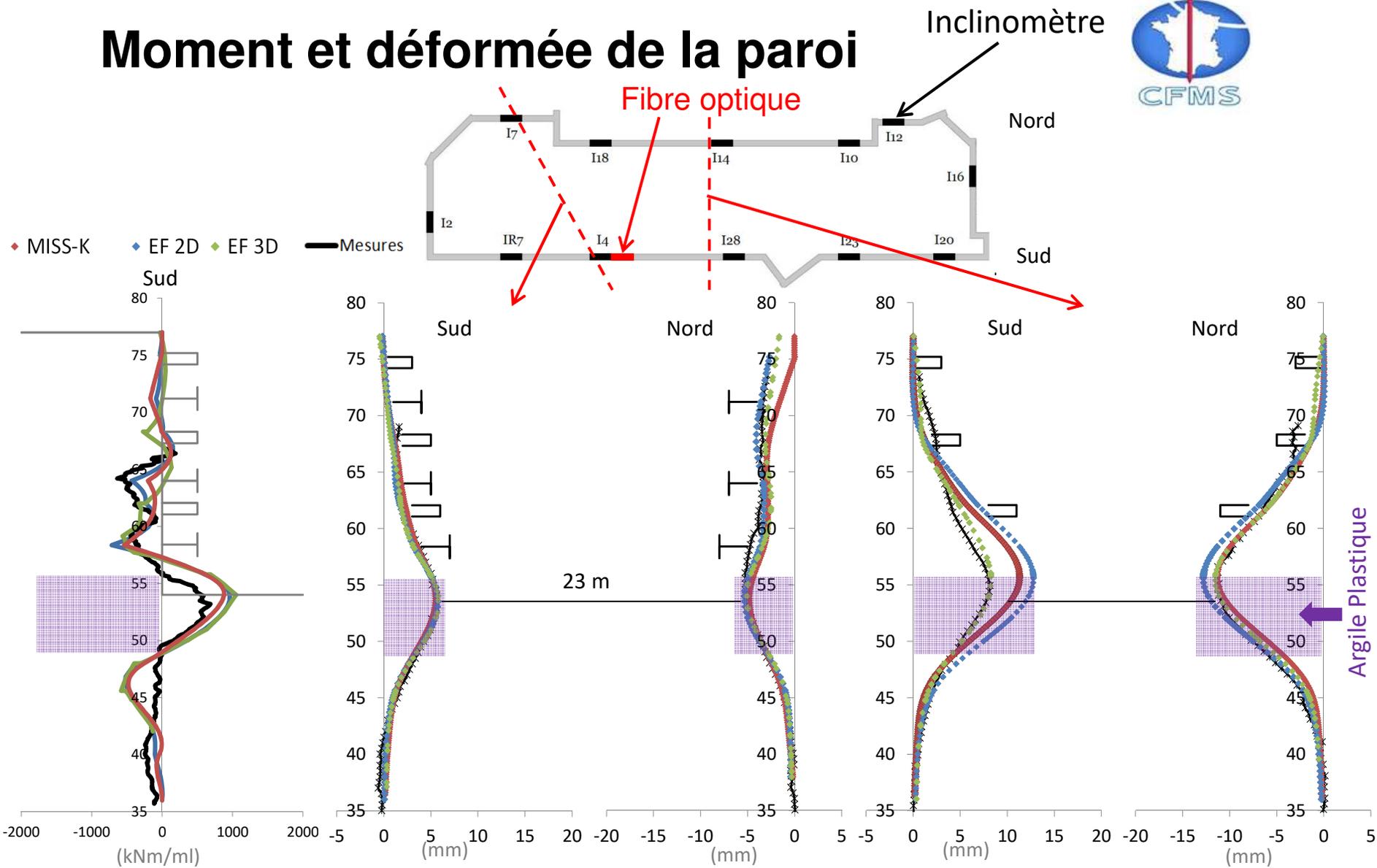
$$\Delta\kappa = \frac{\Delta\varepsilon_T - \Delta\varepsilon_F}{e}$$

$$\Delta M = EI * \Delta\kappa$$

$$\Delta\theta = \int (\Delta\kappa) dz$$

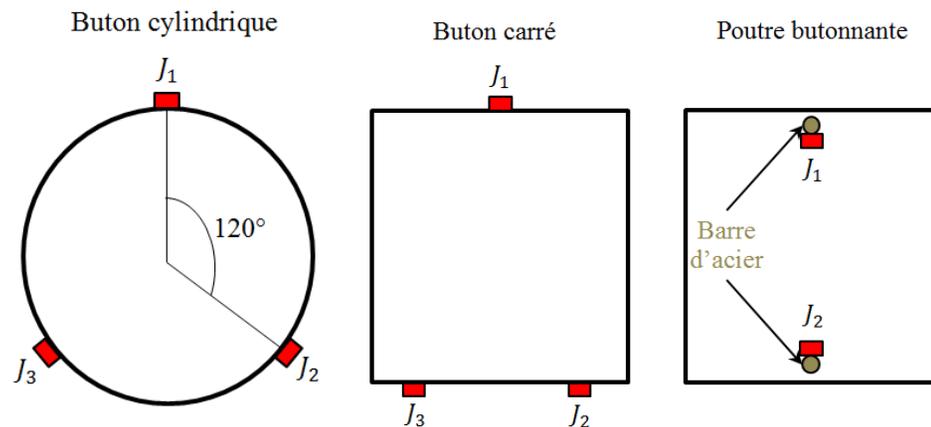
$$\Delta u = \int (\Delta\theta) dz$$

Moment et déformée de la paroi



Effort dans les appuis

- 3 jauges de déformation à cordes vibrantes disposées à 120° pour un buton cylindrique
- 2 jauges de déformation par poutre
- Mesure de la température de la jauge (soudée sur le buton) en parallèle à la mesure de la déformation (même fréquence, 1 mesure/h)



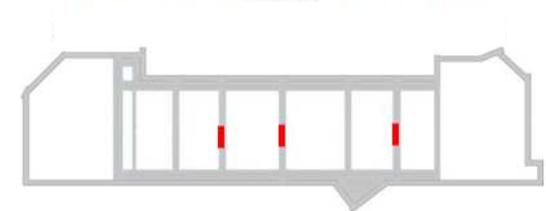
Disposition des jauges pour chaque type d'appui



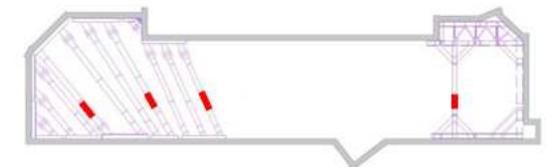
Localisation des appuis instrumentés



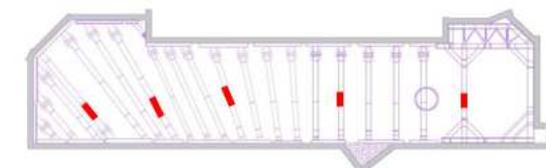
B1-B2



N-2

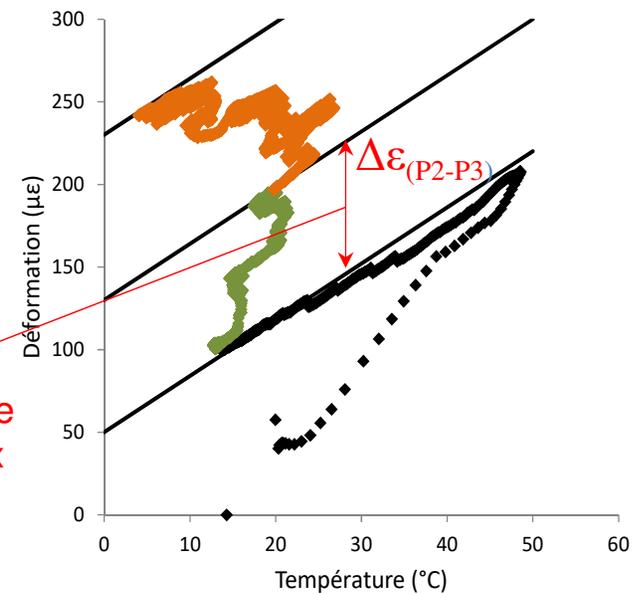
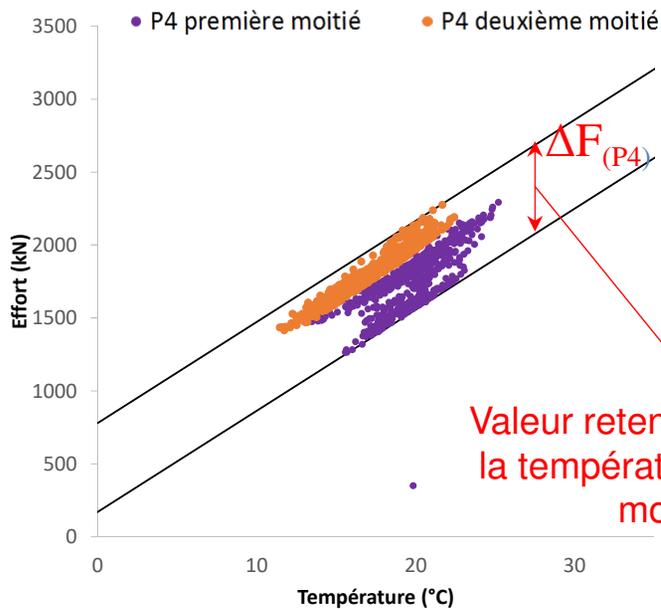
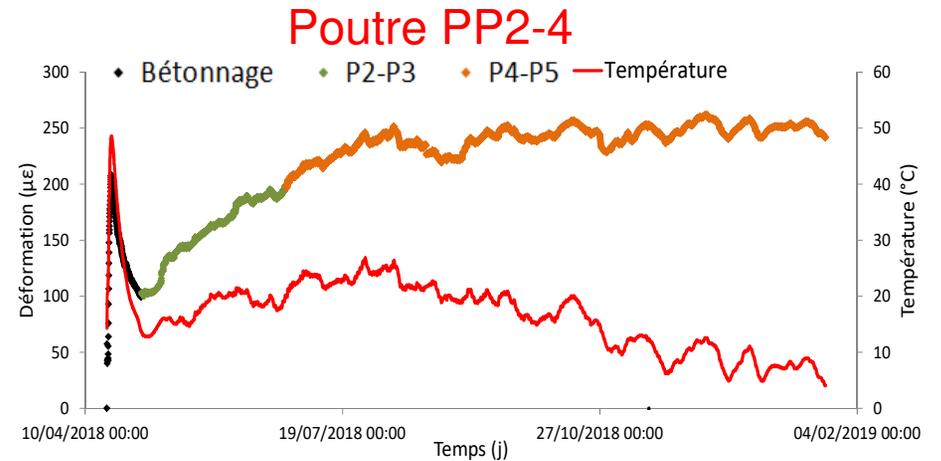
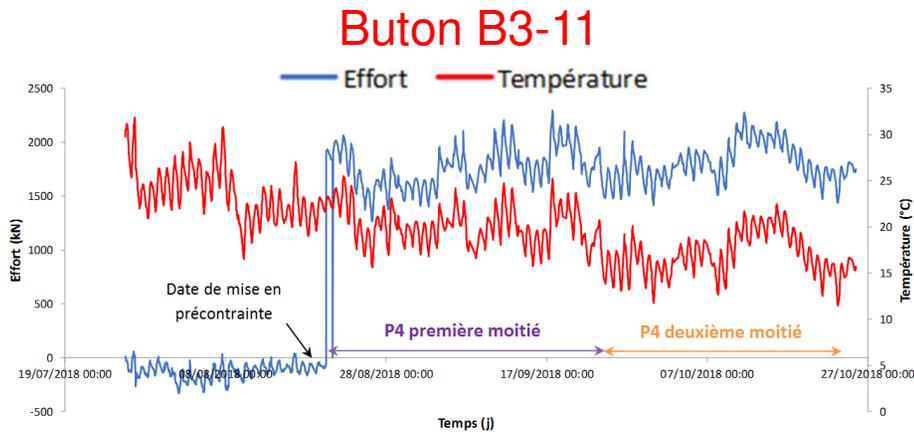


B3



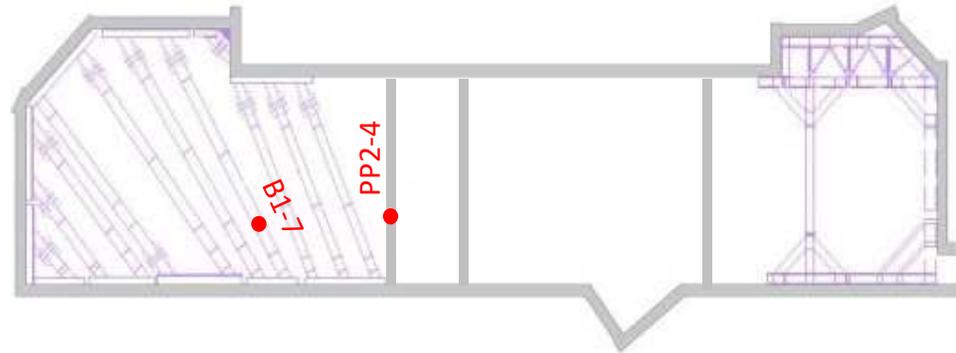
B4

Comment s'affranchir de la température ?

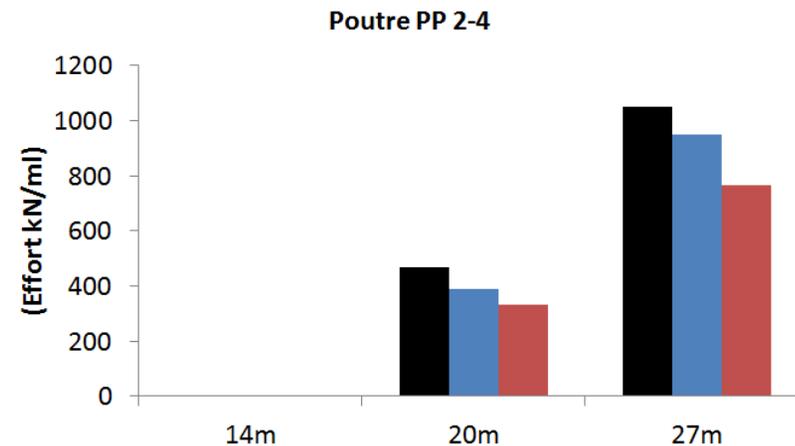
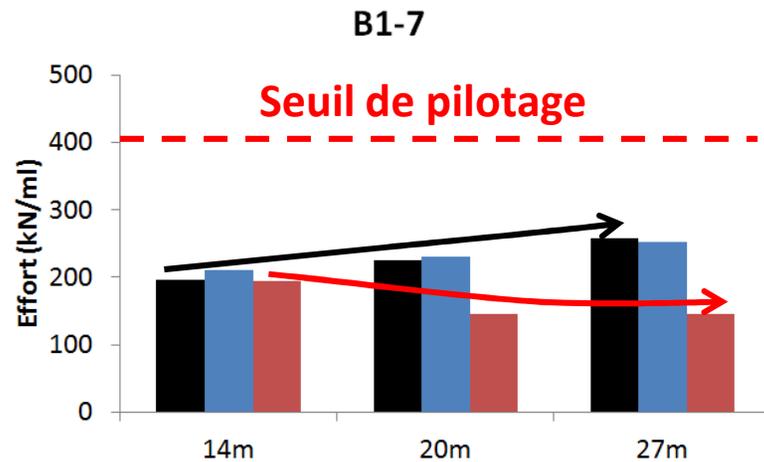


Valeur retenue indépendante de la température à comparer aux modélisations

Effort dans les appuis



■ Mesures ■ EF 2D ■ MISS-K



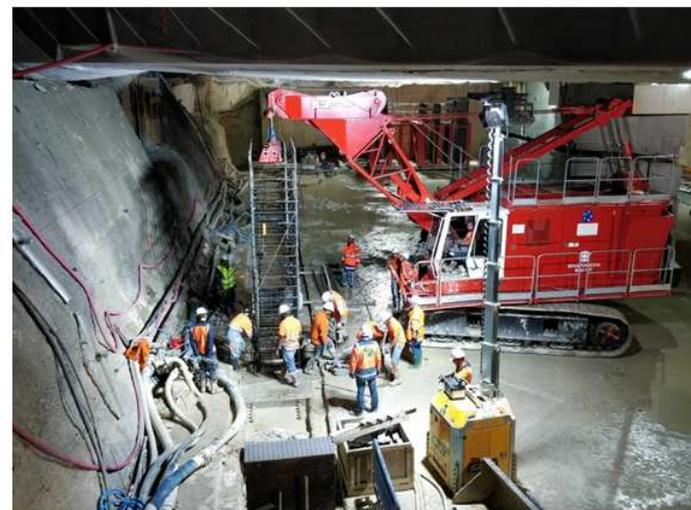
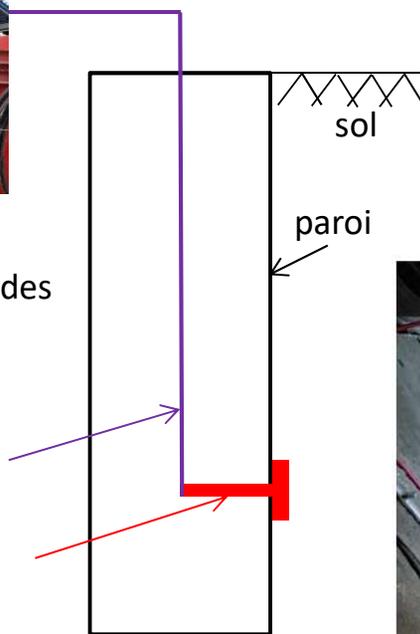
Pression à l'interface sol/écran



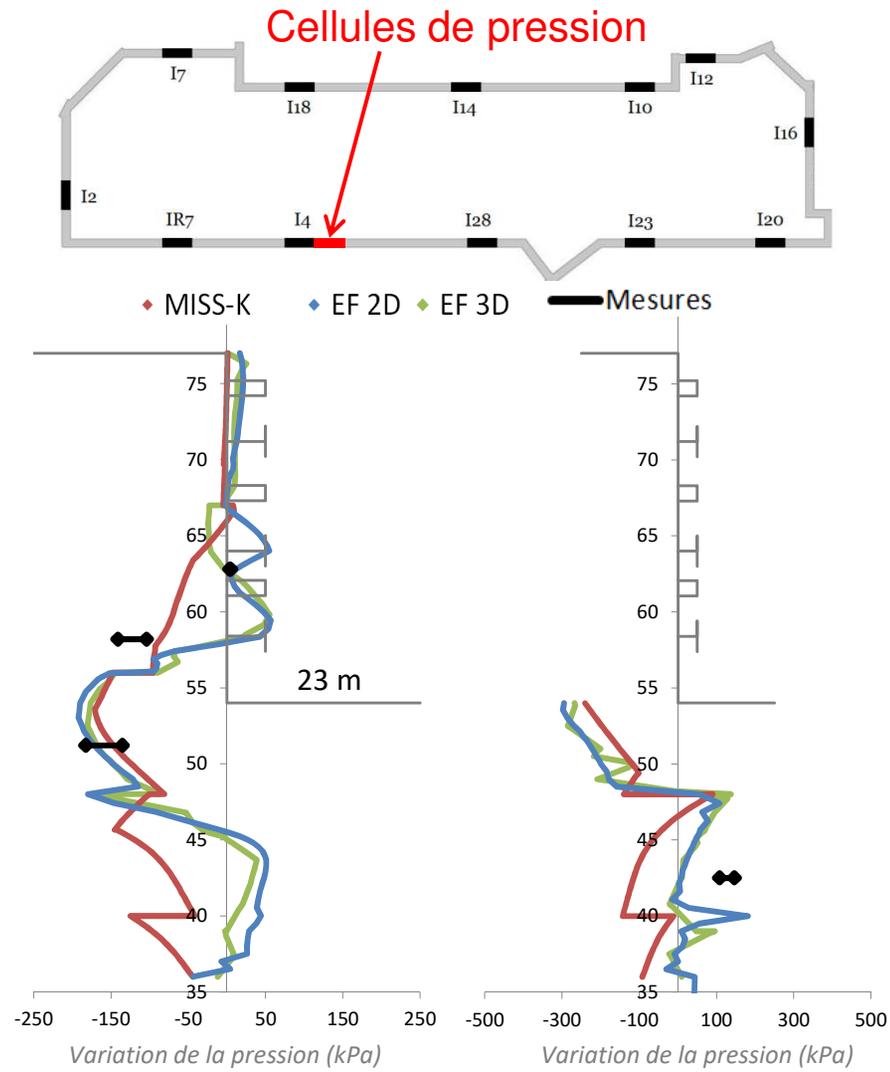
Centrale d'acquisition des données (Captae)

Câbles de mesure

Cellule de pression



Pression à l'interface sol/écran



Conclusion



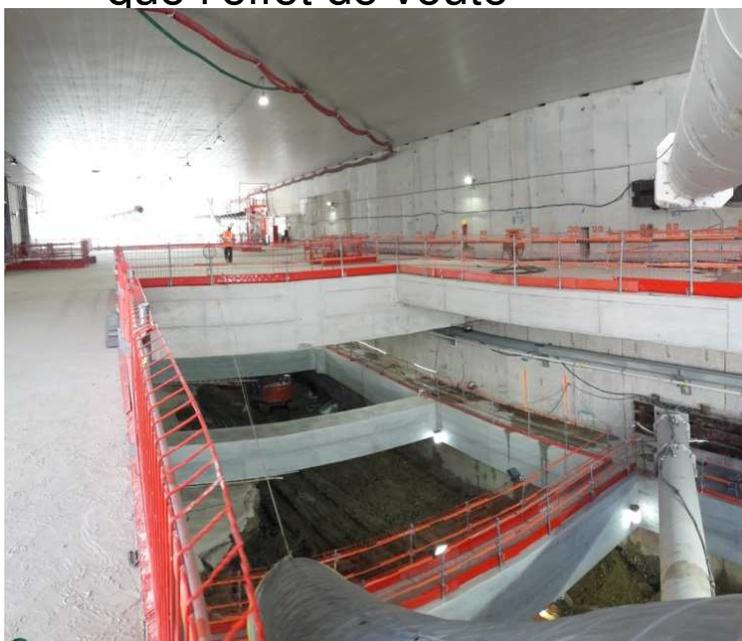
Apport de l'instrumentation pour constituer un retour d'expérience complet et fournir une description détaillée du comportement de la paroi:

- moment et déformée de la paroi
- efforts dans les appuis (prise en compte de la température)
- pression à l'interface sol/écran



Conclusion

- ✓ Bonne cohérence entre la modélisation aux éléments finis et les coefficients de réaction en termes de déformées et moments à condition de choisir les bons modules
- ✗ Potentielle sous estimation des efforts dans les appuis (notamment non précontraints) avec la méthode des coefficients de réaction car l'indépendance des ressorts les uns des autres occulte des phénomènes tels que l'effet de voûte



Conclusion



Merci pour votre attention !





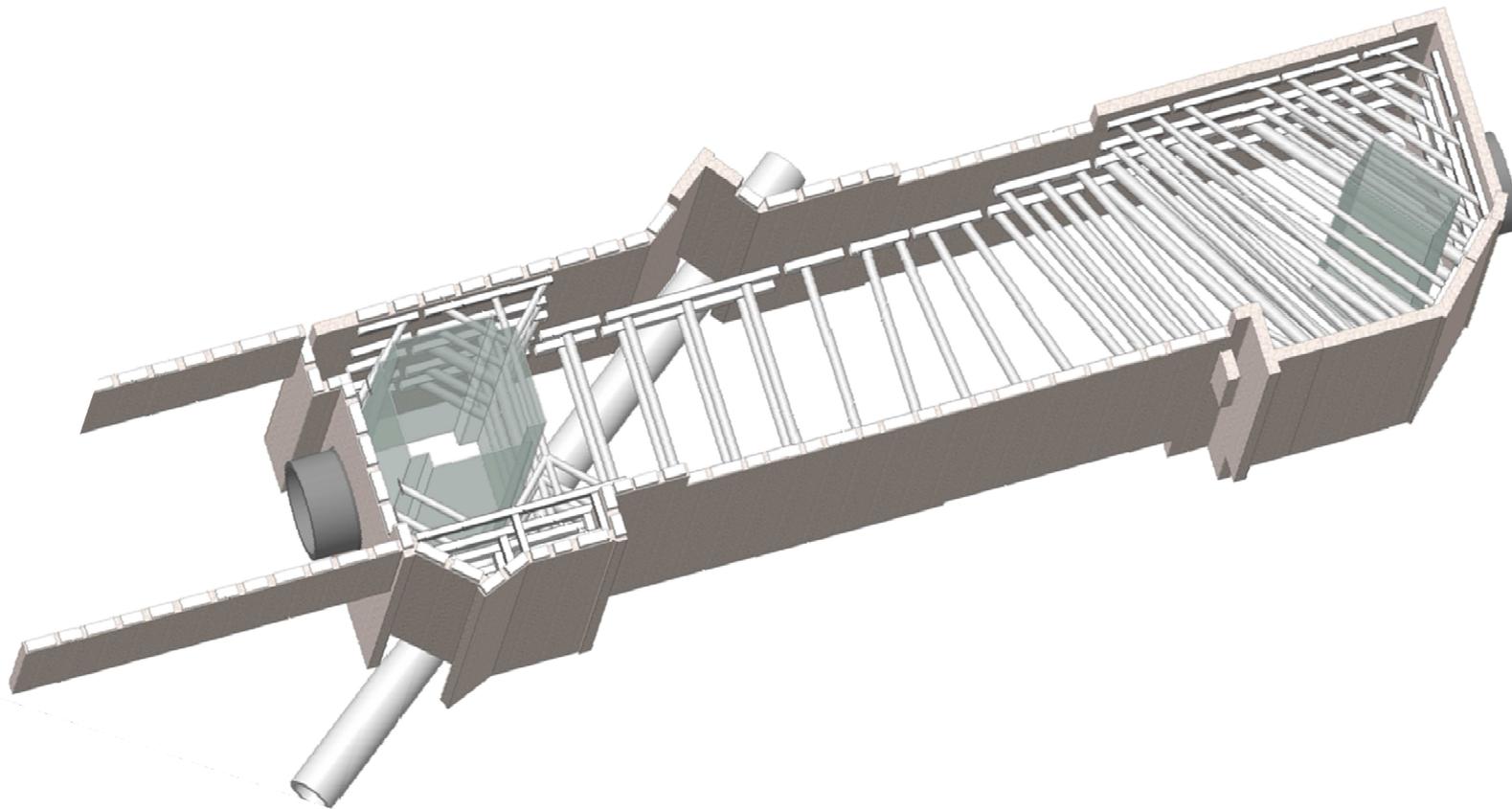
Journée scientifique et technique du CFMS du 21 mars 2019

« *Grands projets d'infrastructures en Région Parisienne* »

Ligne 15 Sud - Station Fort d'Issy - Vanves – Clamart

Présentateur : Aymeric Boffa (Soletanche Bachy)

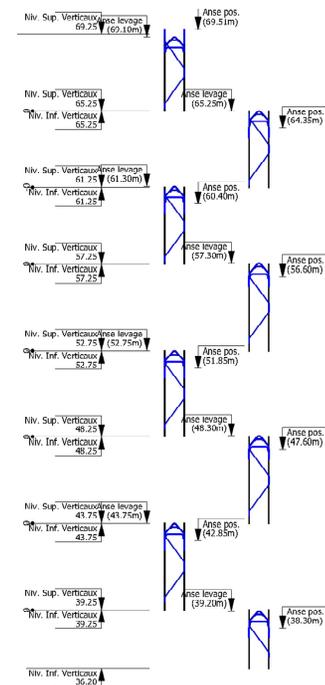
Une géométrie particulière



Des parois moulées sous hauteur limitée



Cage type: 8 éléments de 4m50 maximum



Des parois moulées sous hauteur limitée



FVC 2017 - SCHNEL G.

Une conduite SIAAP sous la paroi

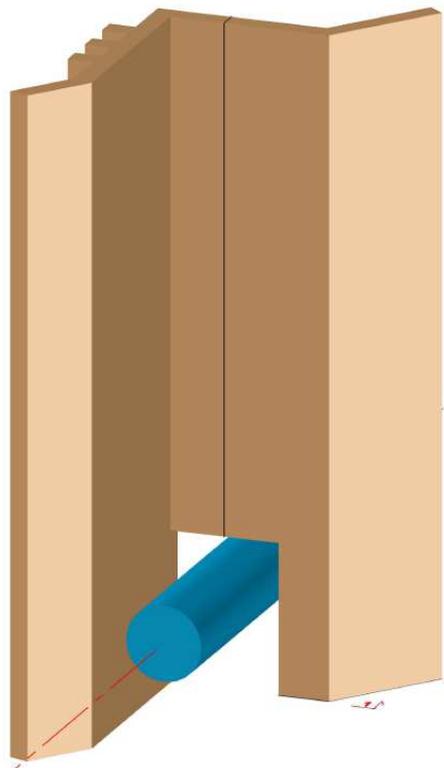
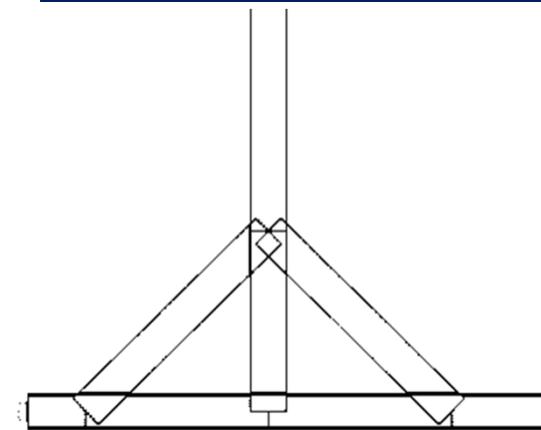
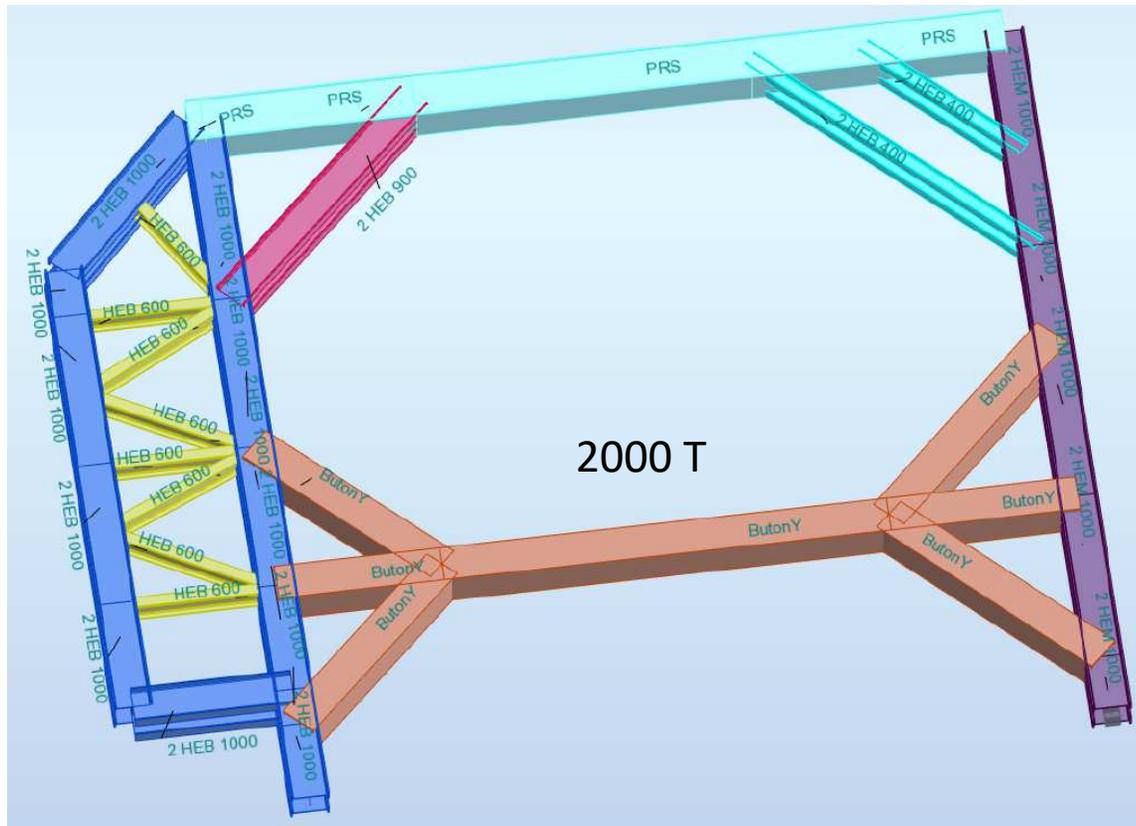


Figure 4 : Equipement cages du P13

Un butonnage complexe



Un butonnage complexe



FVC 2018 - SCHNEL G.



FVC 2018 - SCHNEL G.