



Crédit photos : Yves Chanoit

Journée scientifique et technique du CFMS du 21 mars 2019

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

## **Auscultation des bâtis et des sols**

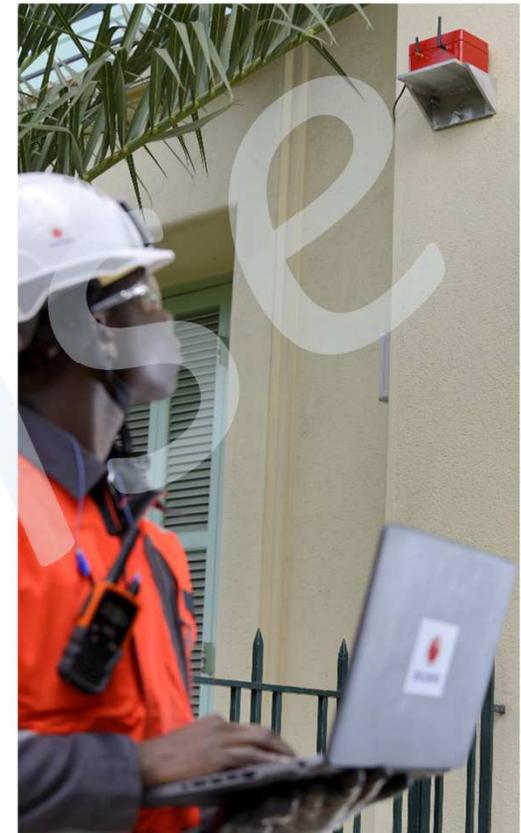
Présentateur : Martin Beth



# Contenu



- Les spécifications typiques actuelles
- Quelques cas particuliers
  - Suivi d'ensemble, interférométrie satellitaire
  - Avoisinant tunnel en exploitation, théodolite en groupe
  - Avoisinant parking, fibre optique
  - Avoisinant réseau, tassomètre, Inclinomètre continu 3D
  - Bâti de poussé tunnelier, jauges de microdéformation
  - Focus inclinomètres
  - Comblement de carrières, théodolites motorisés
  - Traitement et utilisation des données
- Conclusions



# Introduction

2014 : Sortie des premiers appels d'offre sur Paris.

Un saut quantique sur la demande en instrumentation pour des tunnels urbains.

Précédents en France : Toulon Tube 2, Rennes Métro.

Sur la base de Londres Crossrail.

En voici quelques exemples.



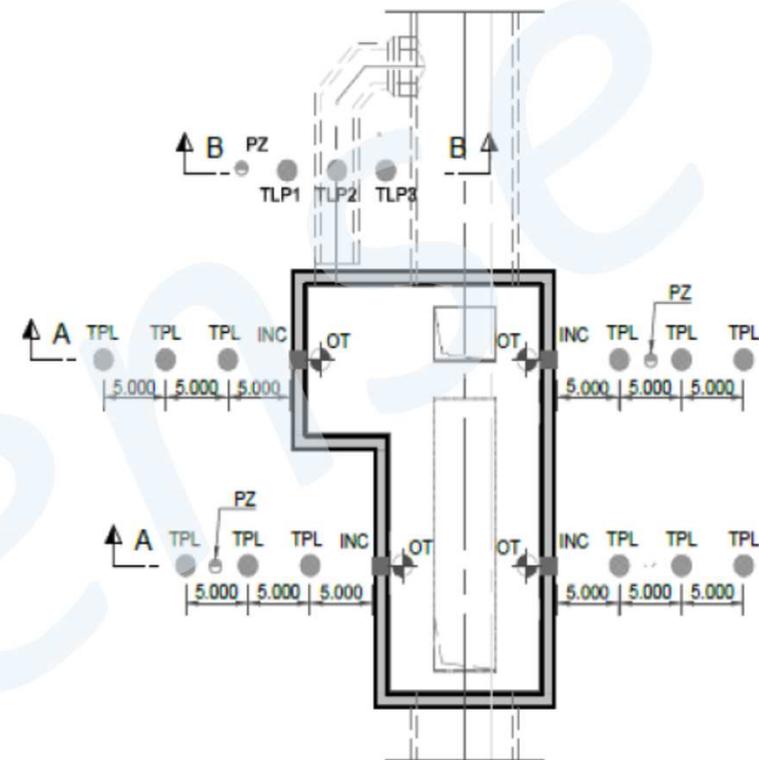
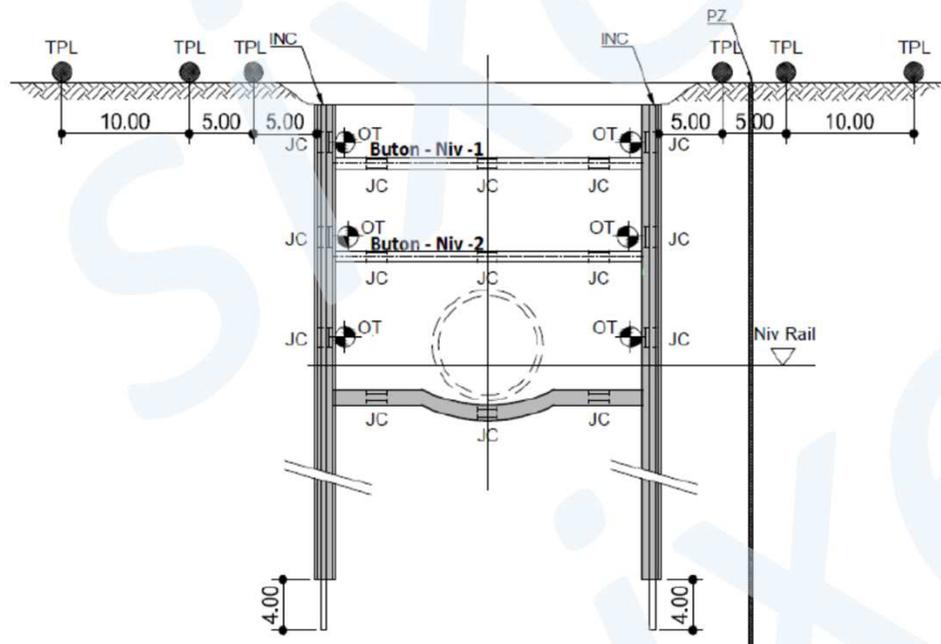
# Les spécification typiques : Les stations



Inclinomètres 3 mesures par semaine.

Jauges de microdéformations

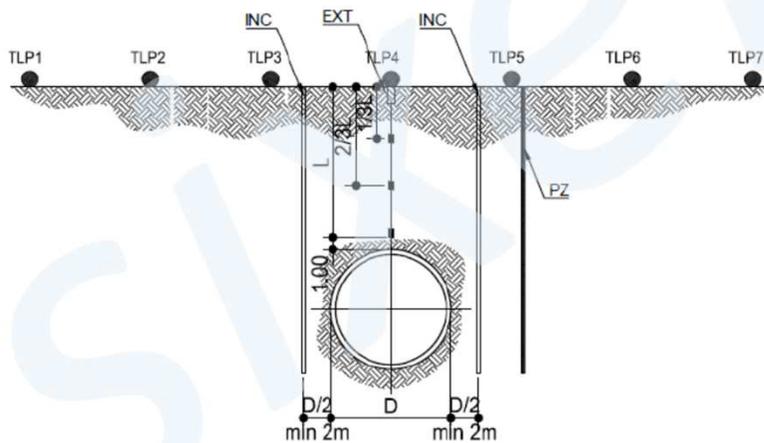
Cibles topographiques en paroi et au sol



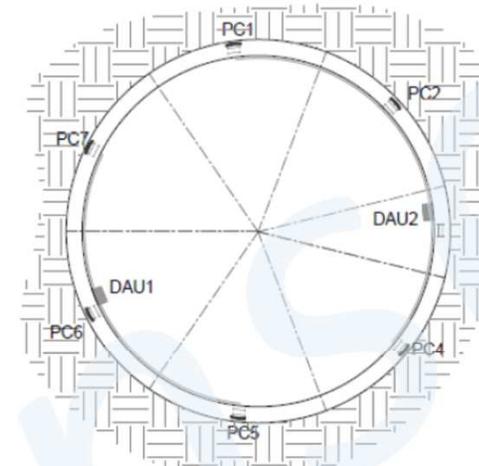
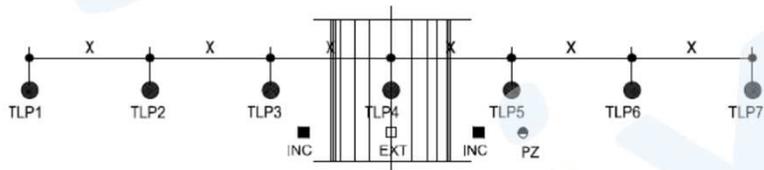
# Les spécifications typiques : Les tunnels

Suivi de points en surface

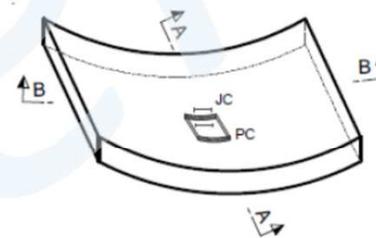
Quelques sections instrumentées classiques



VUE EN PLAN



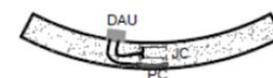
INSTALLATION SUR VOUSOIR



SECTION A-A



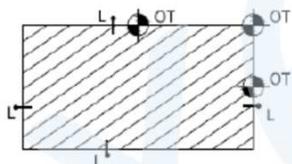
SECTION B-B



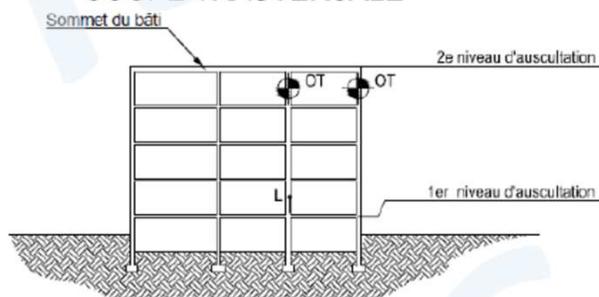
# Les spécification typiques : Le bâti

Structures à vulnérabilité faible :

VUE EN PLAN



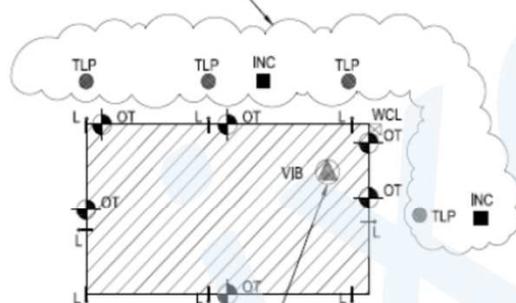
COUPE TRASVERSALE



Structures à vulnérabilité moyenne ou forte :

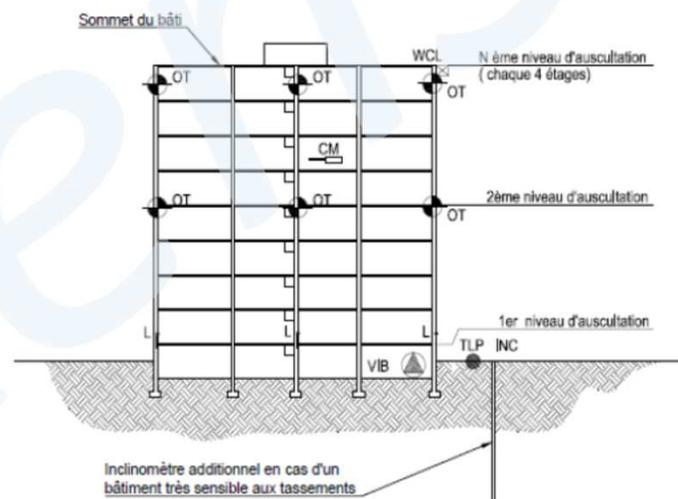
VUE EN PLAN

Repères de nivellement additionnels et inclinomètres installés du côté des excavations en cas d'un bâtiment très sensible aux tassements



Vibromètre additionnel en cas d'un bâtiment très sensible aux vibrations

COUPE TRASVERSALE



Inclinomètre additionnel en cas d'un bâtiment très sensible aux tassements

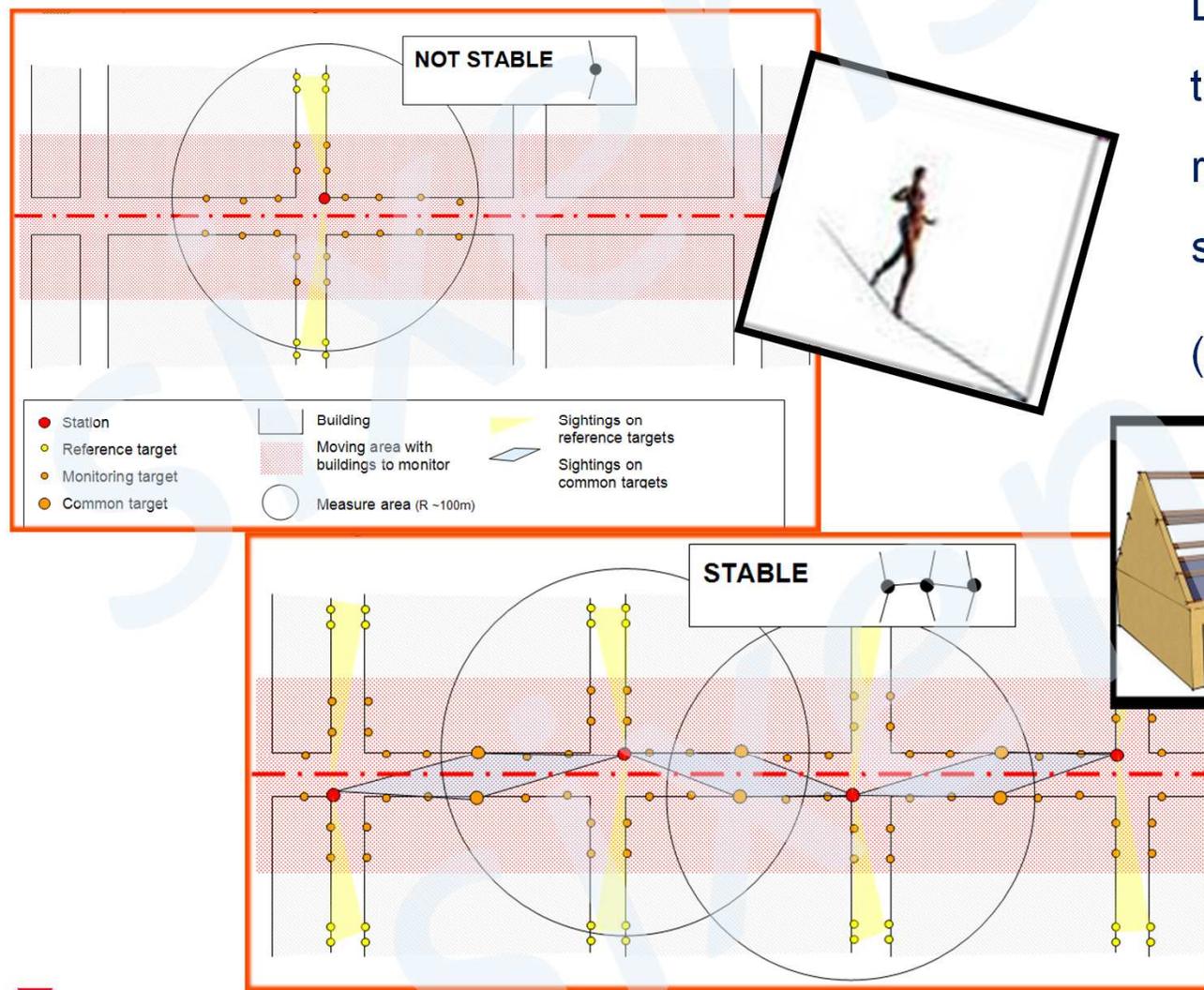


# Avoisinant tunnel en exploitation, théodolite en groupe



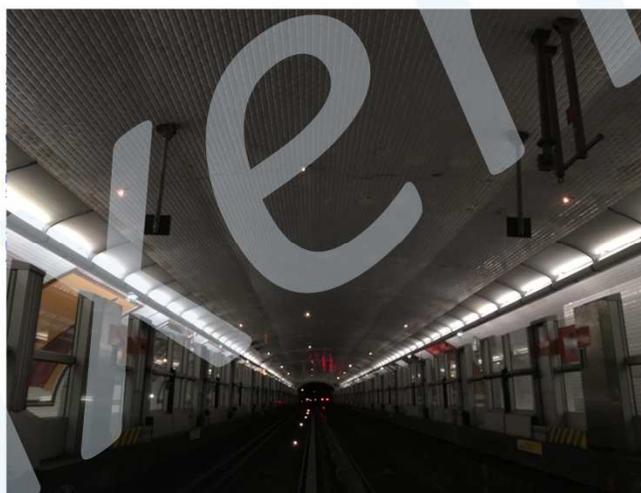
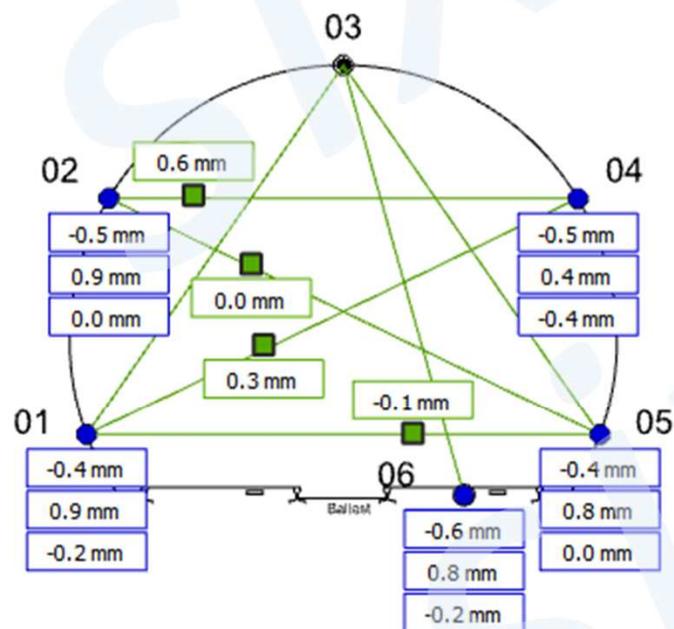
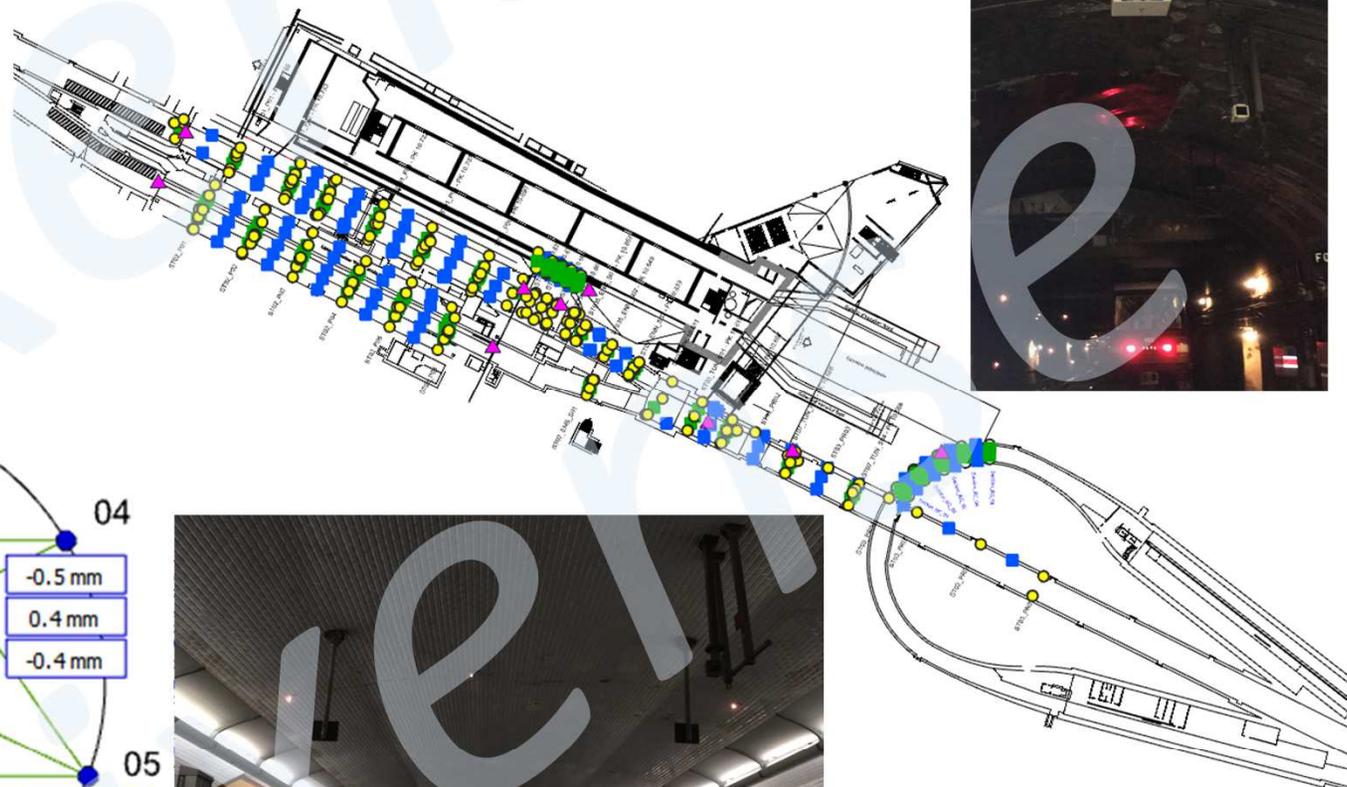
# Avoisinant tunnel en exploitation, théodolite en groupe

Le principe des théodolites groupés, le réseau permet de stabiliser l'ensemble.  
(Brevet).

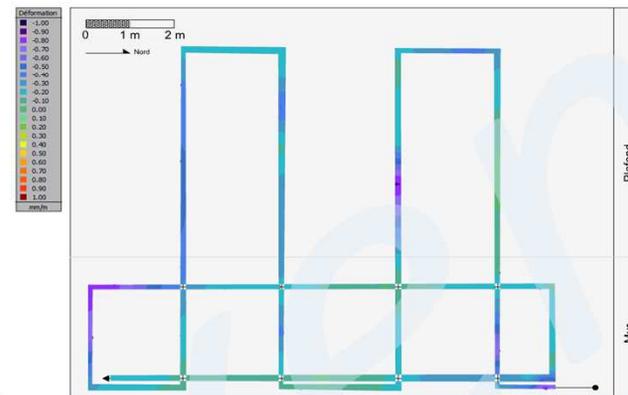
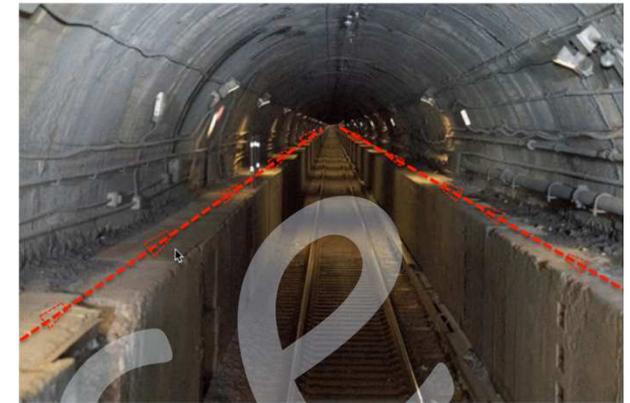
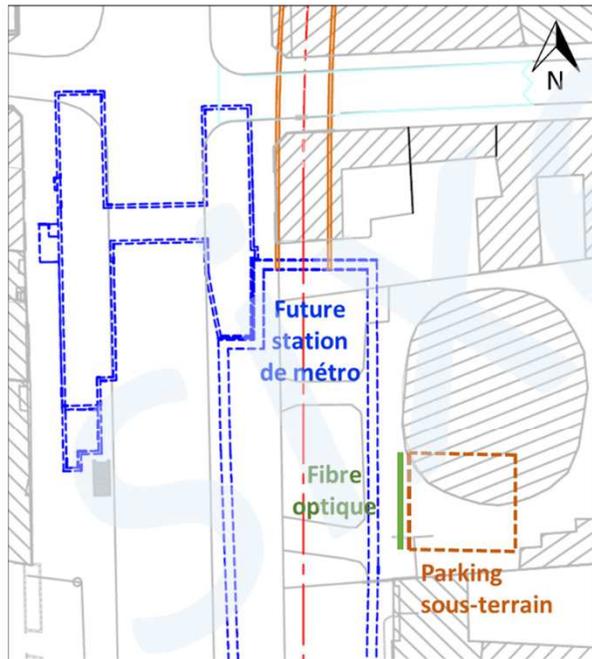


# Avoisinant tunnel en exploitation, théodolite en groupe

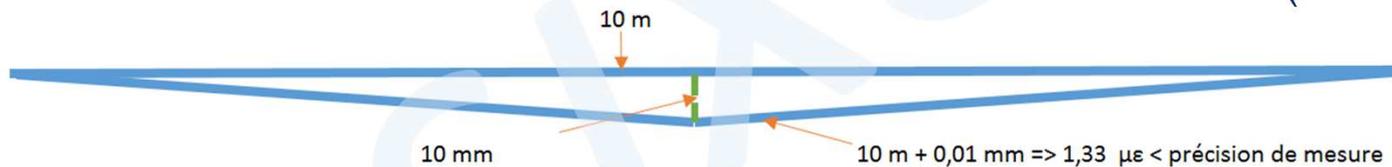
Jusqu'à 7 théodolites en ligne, suivi des convergences, des déformations, et des voies.



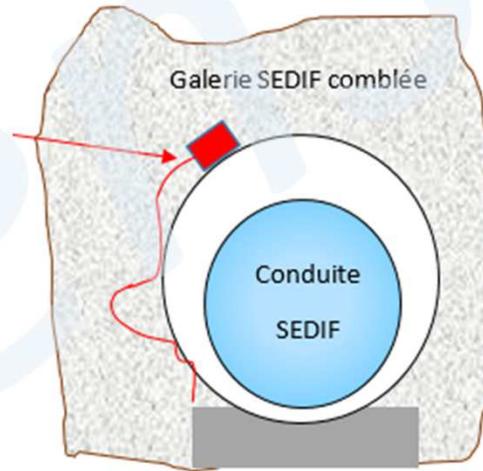
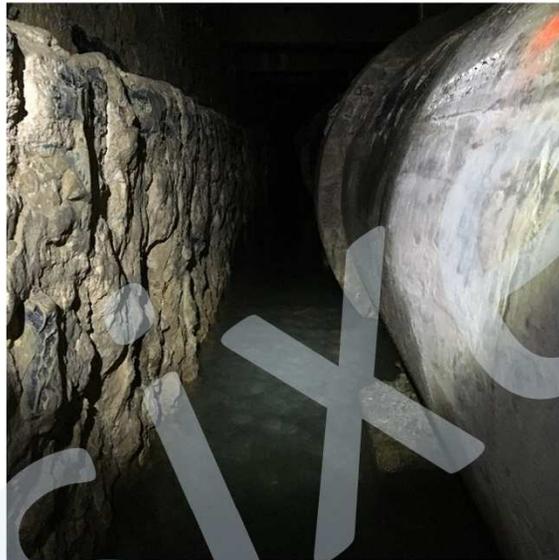
# Avoisinant parking, fibre optique



- Mesure de contrainte
- Technologie ponctuelle (quelques  $\mu\text{S}$ ) ou technologie distribuée (dizaines de  $\mu\text{S}$ ).

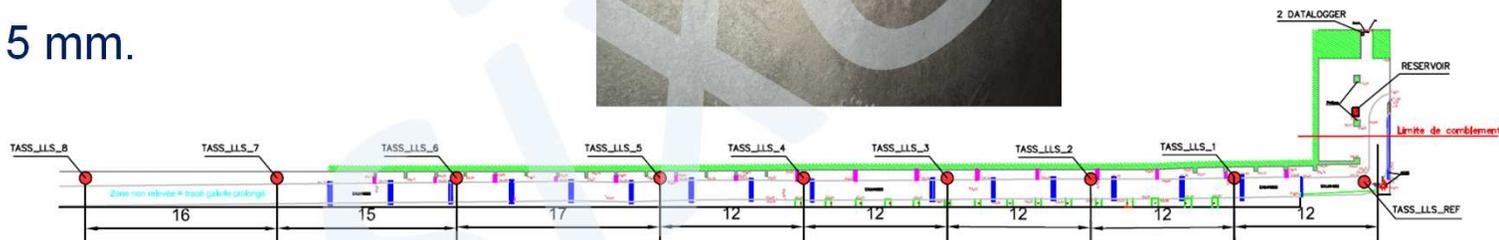


# Avoisinant réseau, tassomètres

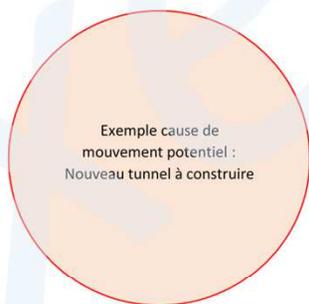


Rustique.

Précision de mesure de tassements de l'ordre de 5 mm.



# Avoisinant réseau, Inclinomètre continu 3D



Nombreuses applications.

Précis, rustique, adaptable.

Relativement onéreux.



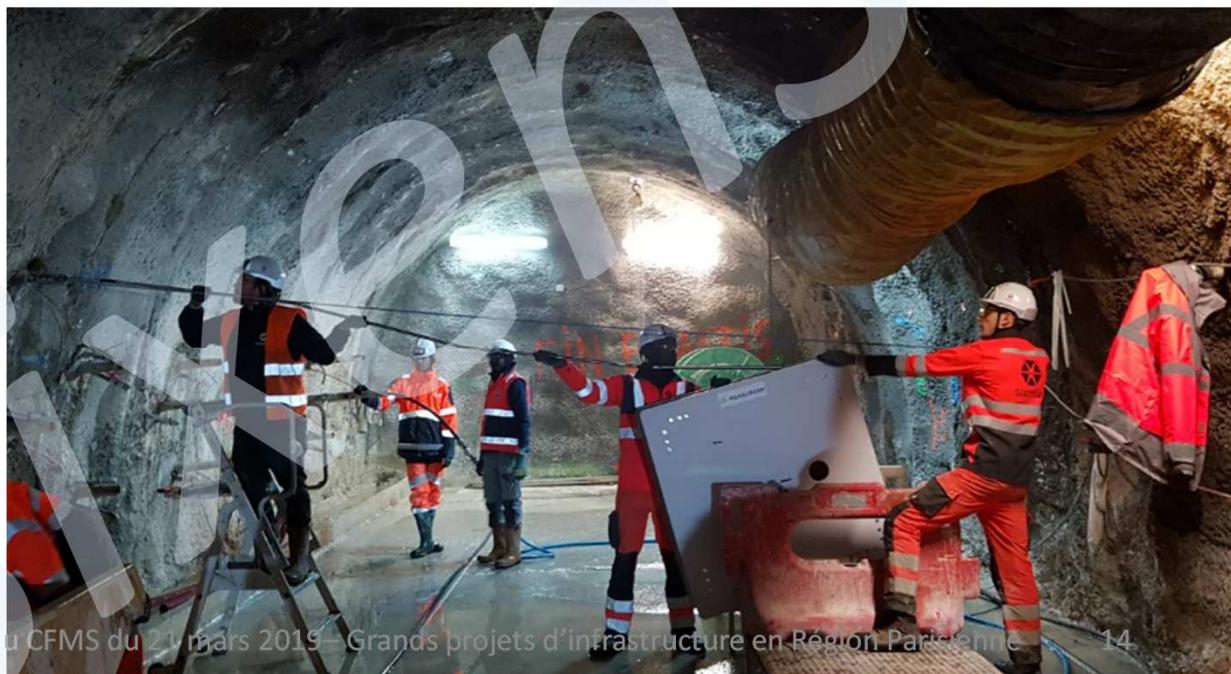
# Inclinomètre continu 3D

Autres applications

possibles :

- Nivellement de voies ferrées tout temps.

- Injection de compensation Eole GCDEF.

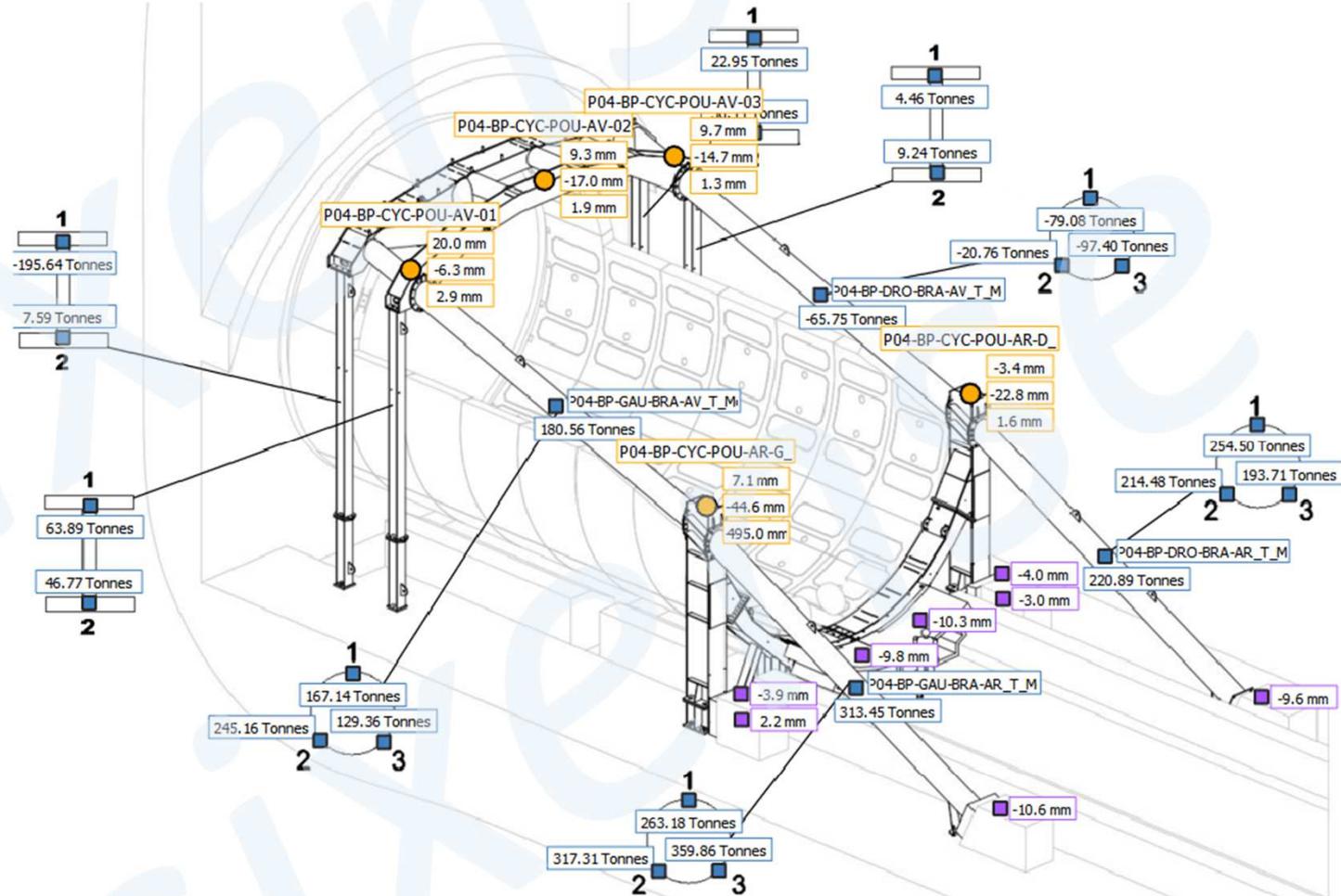


# Bâti de poussée de tunnelier



Un besoin  
entreprise...

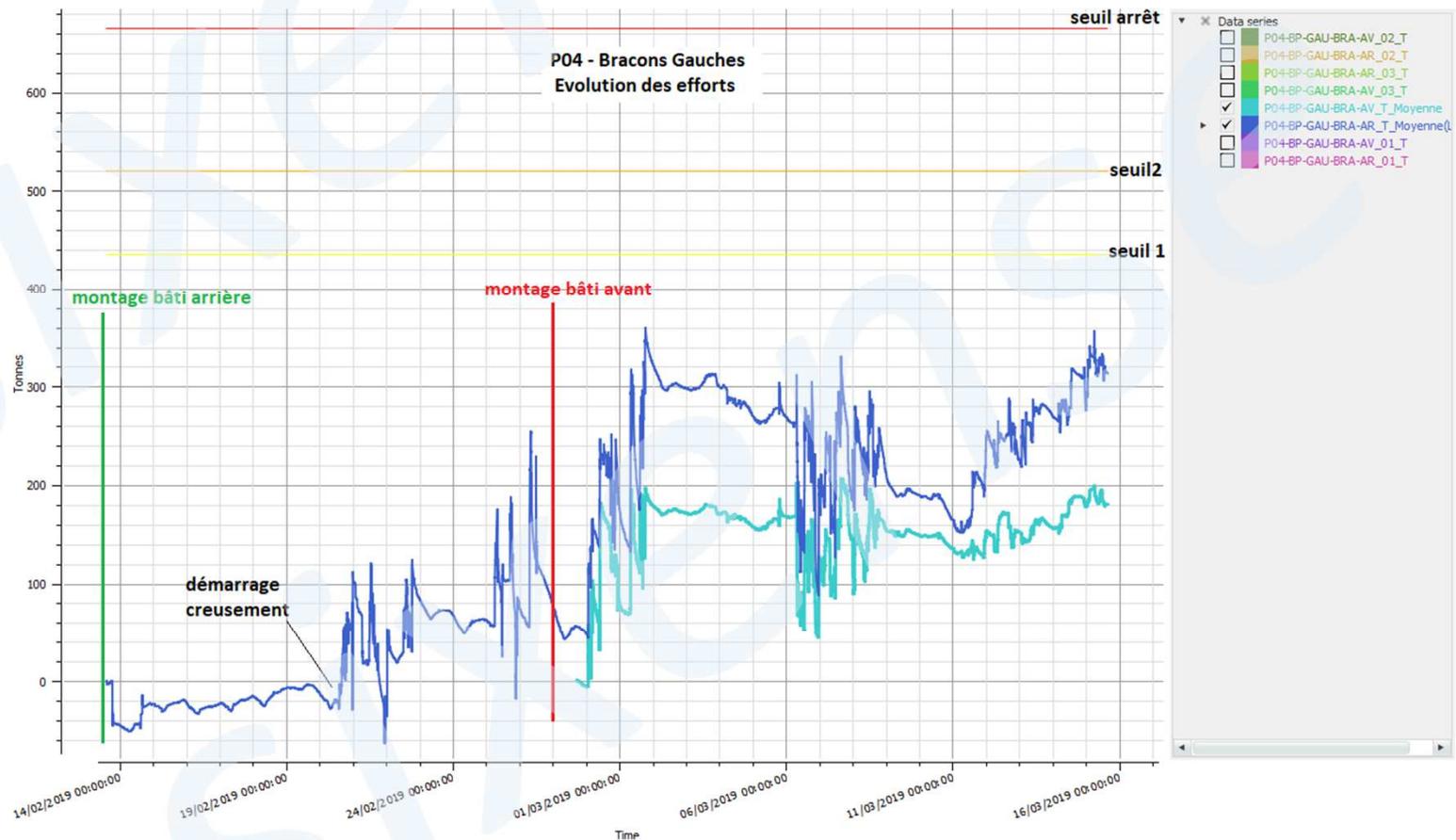
De l'utilité du  
monitoring.



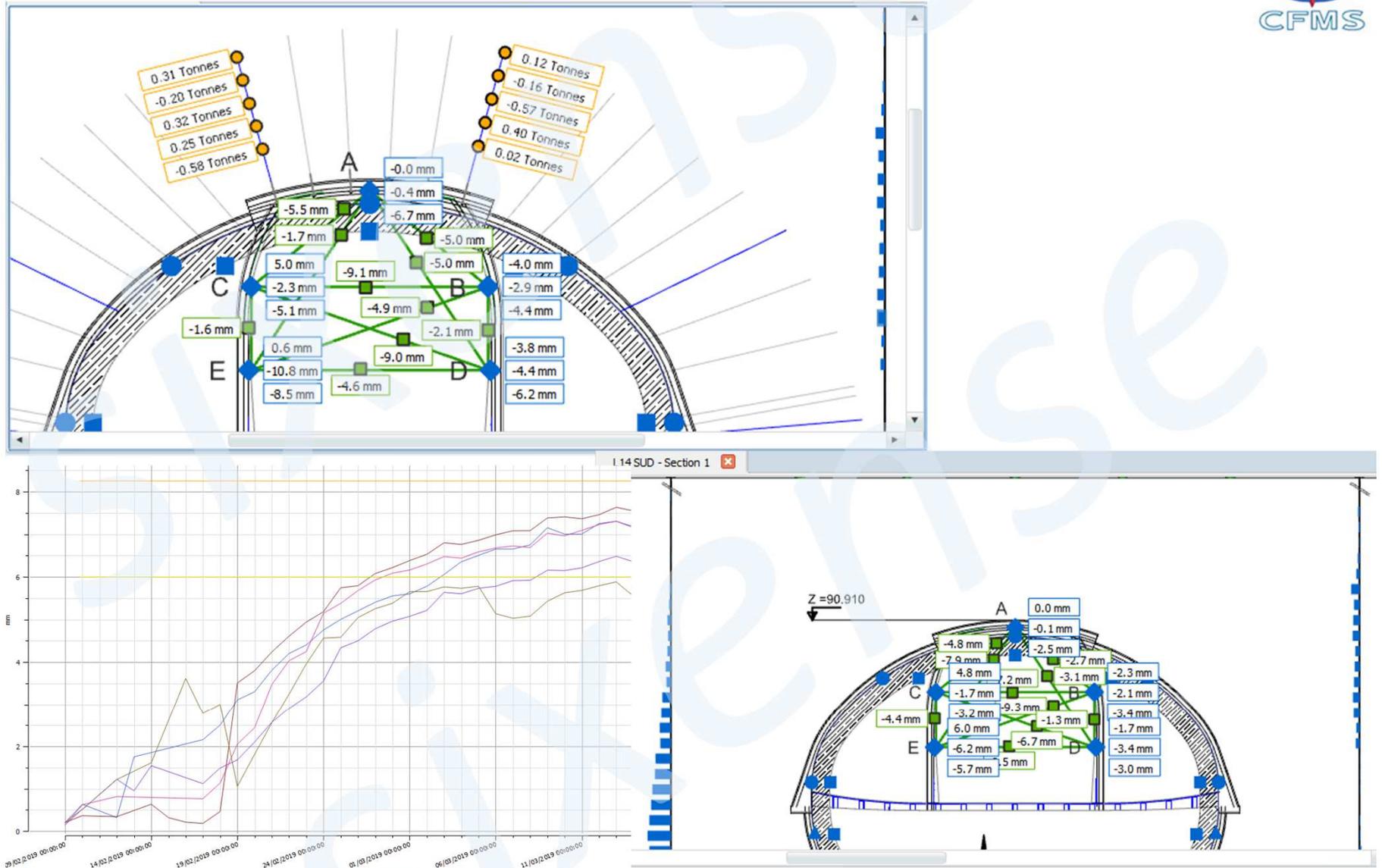
# Bâti de poussée de tunnelier



Suivi des efforts pendant les premiers mètres du creusement



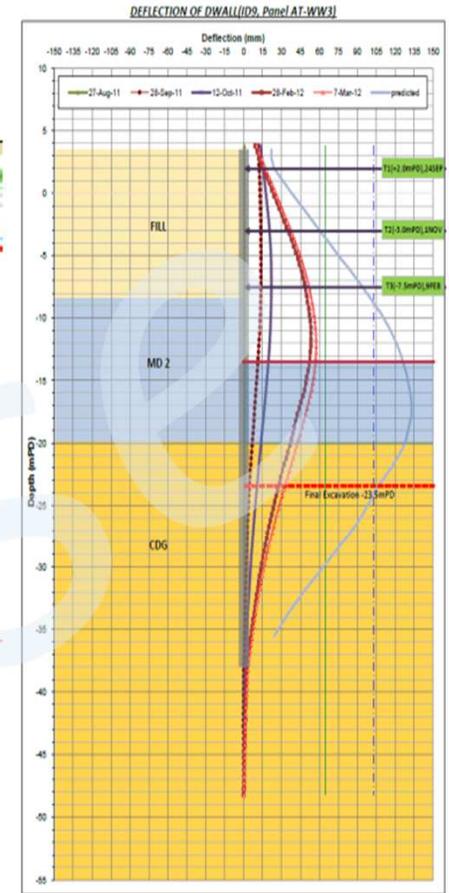
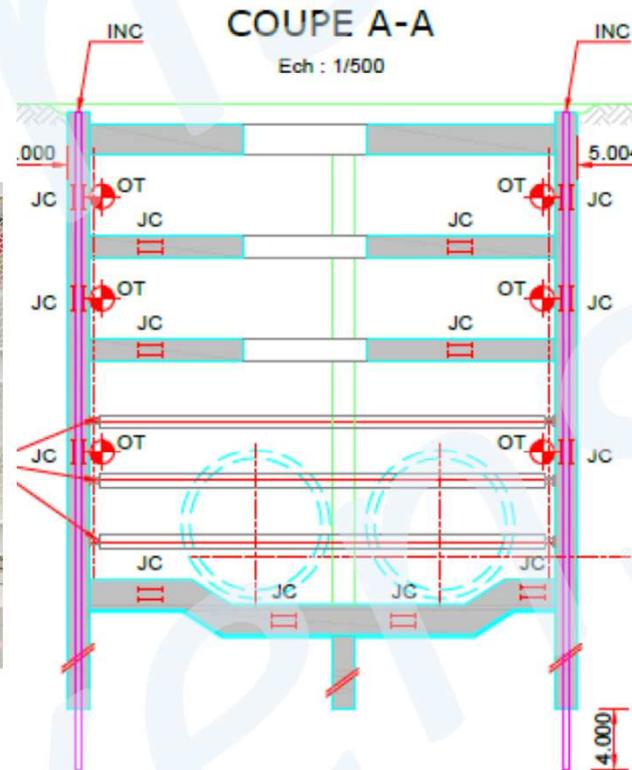
# Sections traditionnelles



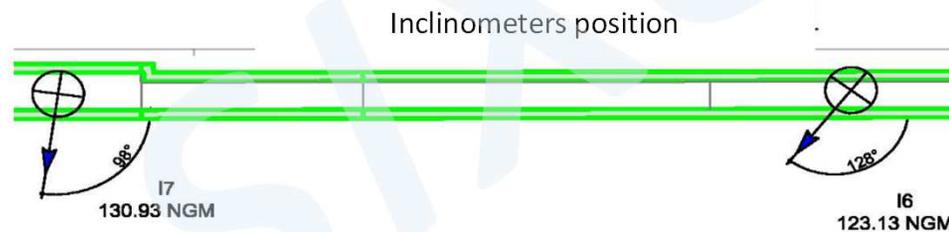
# Focus inclinomètres

Redondance avec des cibles ?

- Quid précision cible
- Paroi déformée avant la pose
- Sécurité complexe
- Inclinomètres en paroi = technique éprouvée.



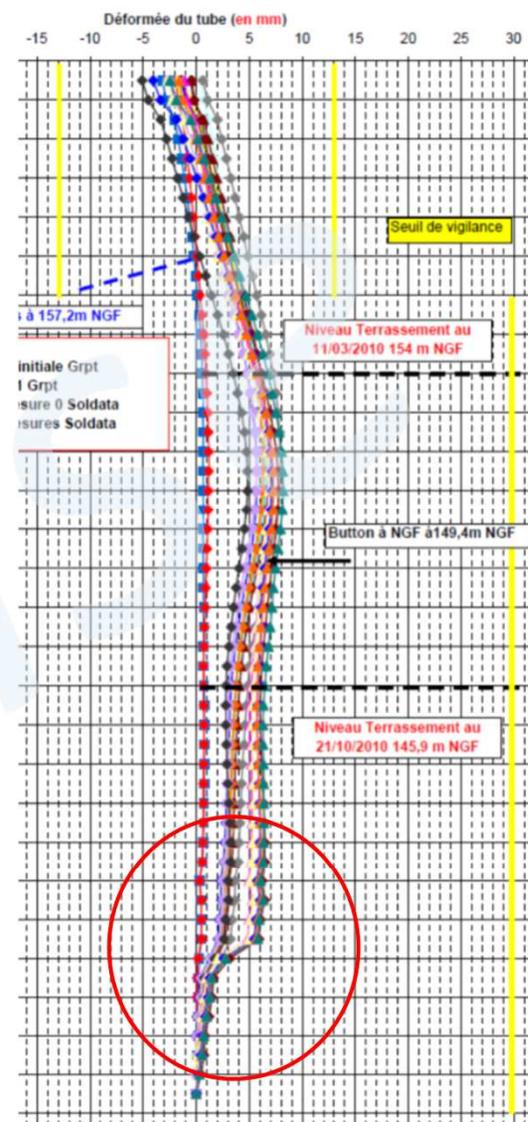
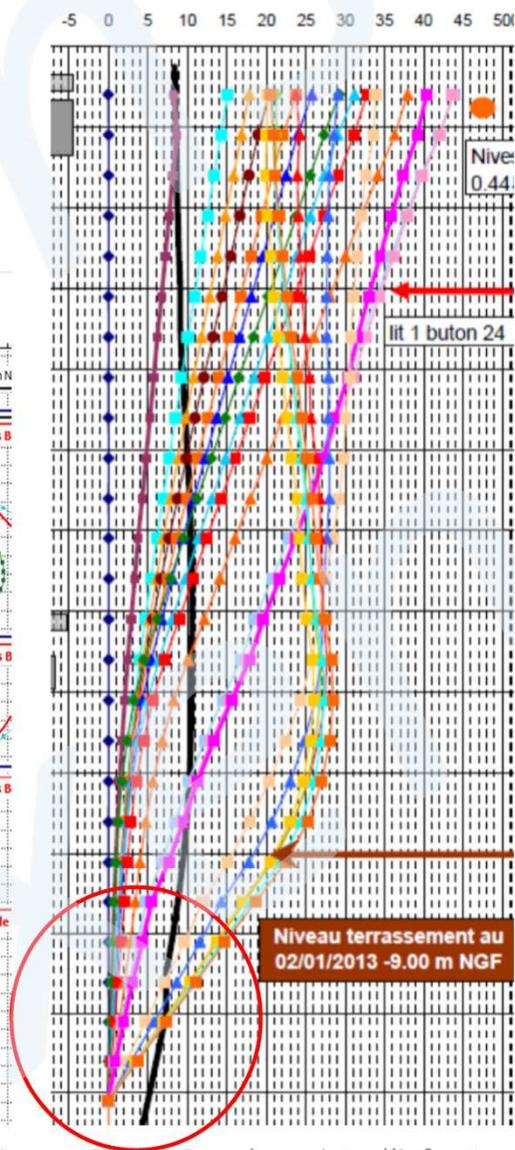
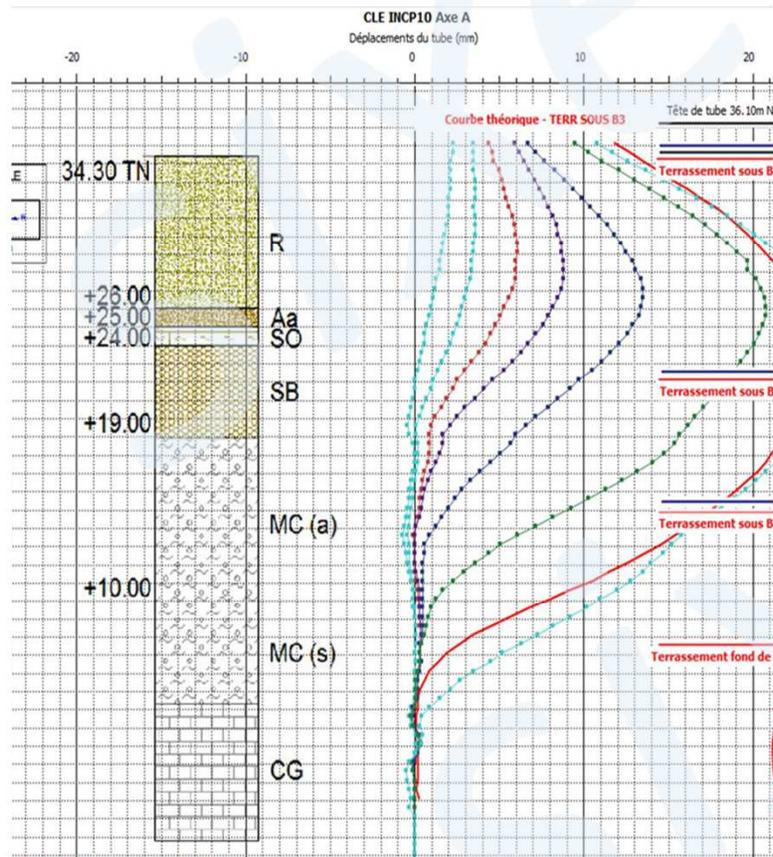
Contrôle qualité indispensable !



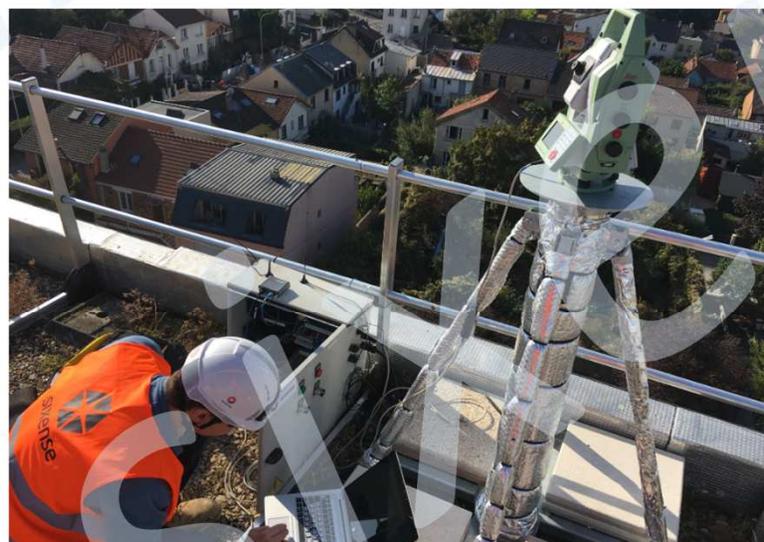
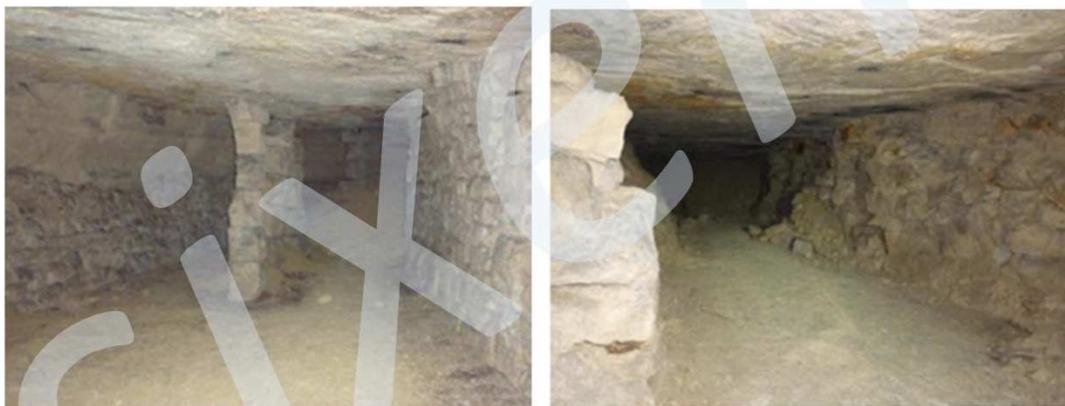
# Focus inclinomètres

Faut-il forer sous le soutènement ?

- Oui, si possible techniquement et financièrement



# Comblement de carrières, théodolites motorisés





# Traitement des mesures



GEOSCOPE CORRELATION ENGINE, SURVEY INSIDE

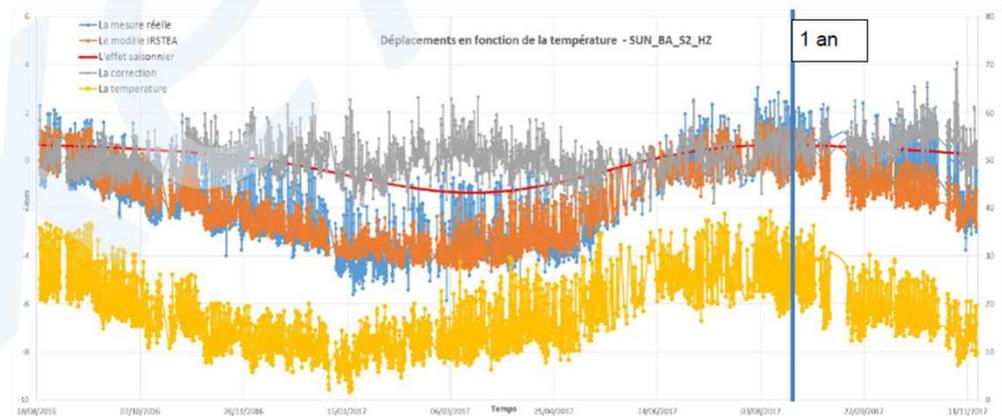
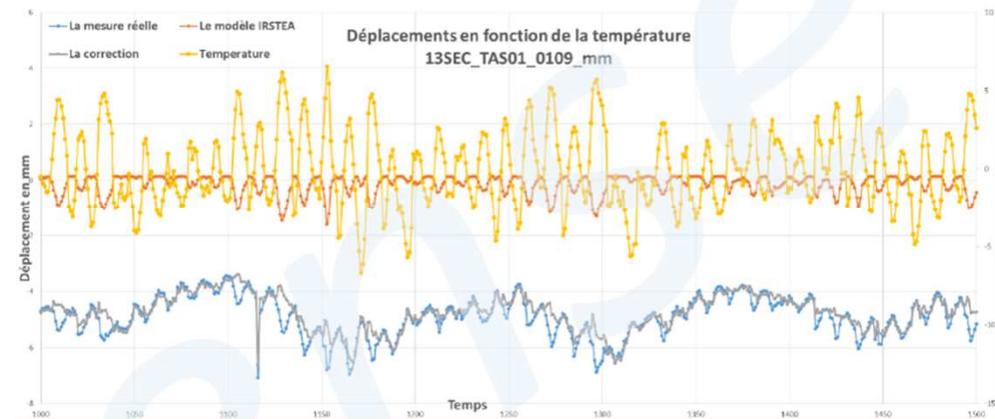


Institut national de recherche  
en sciences et technologies  
pour l'environnement et l'agriculture

Mouvements naturels  
ou dus au travaux ?

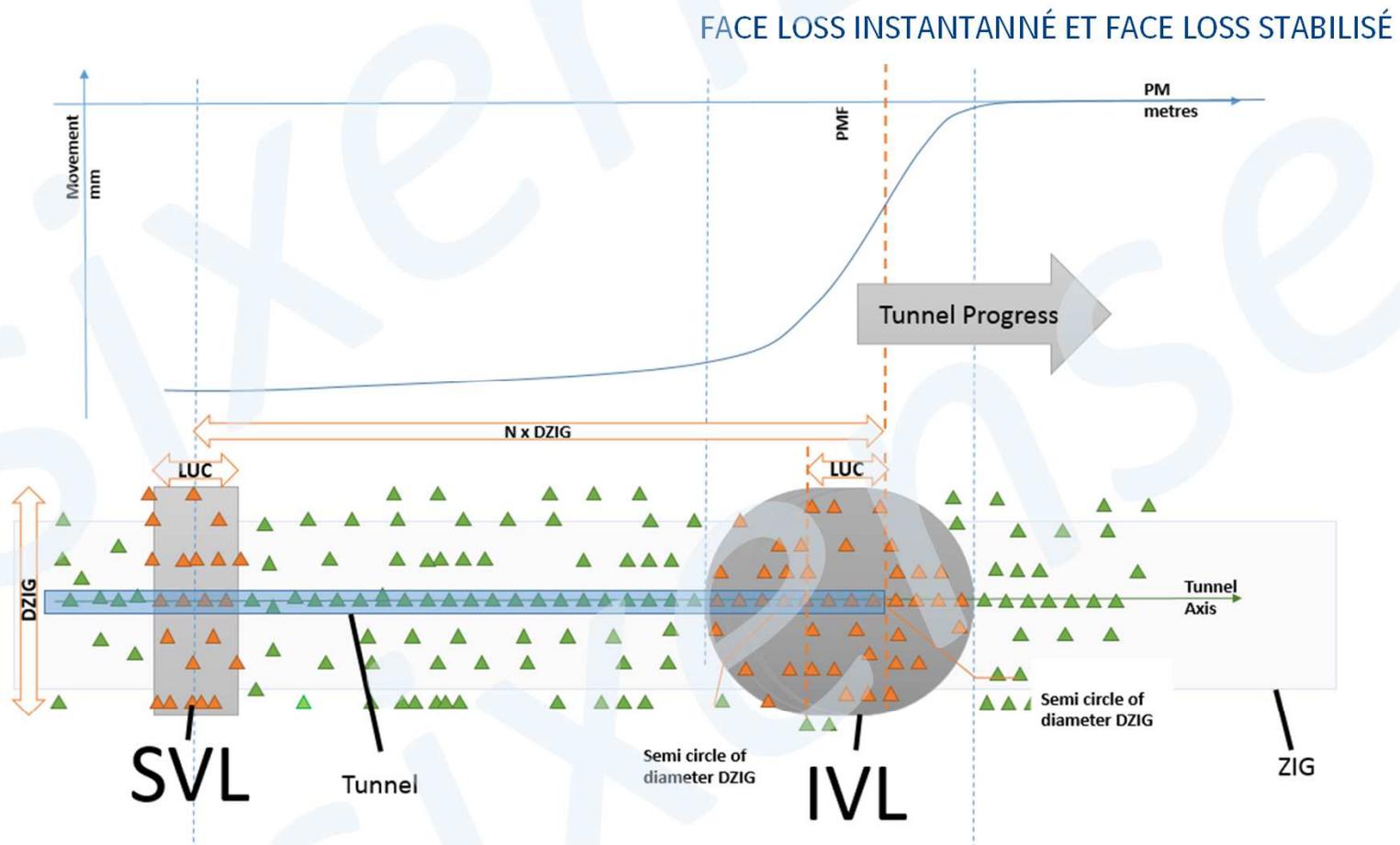
Correction saisonnière

Correction journalière



# Utilisation des mesures

## Coefficient de perte de face

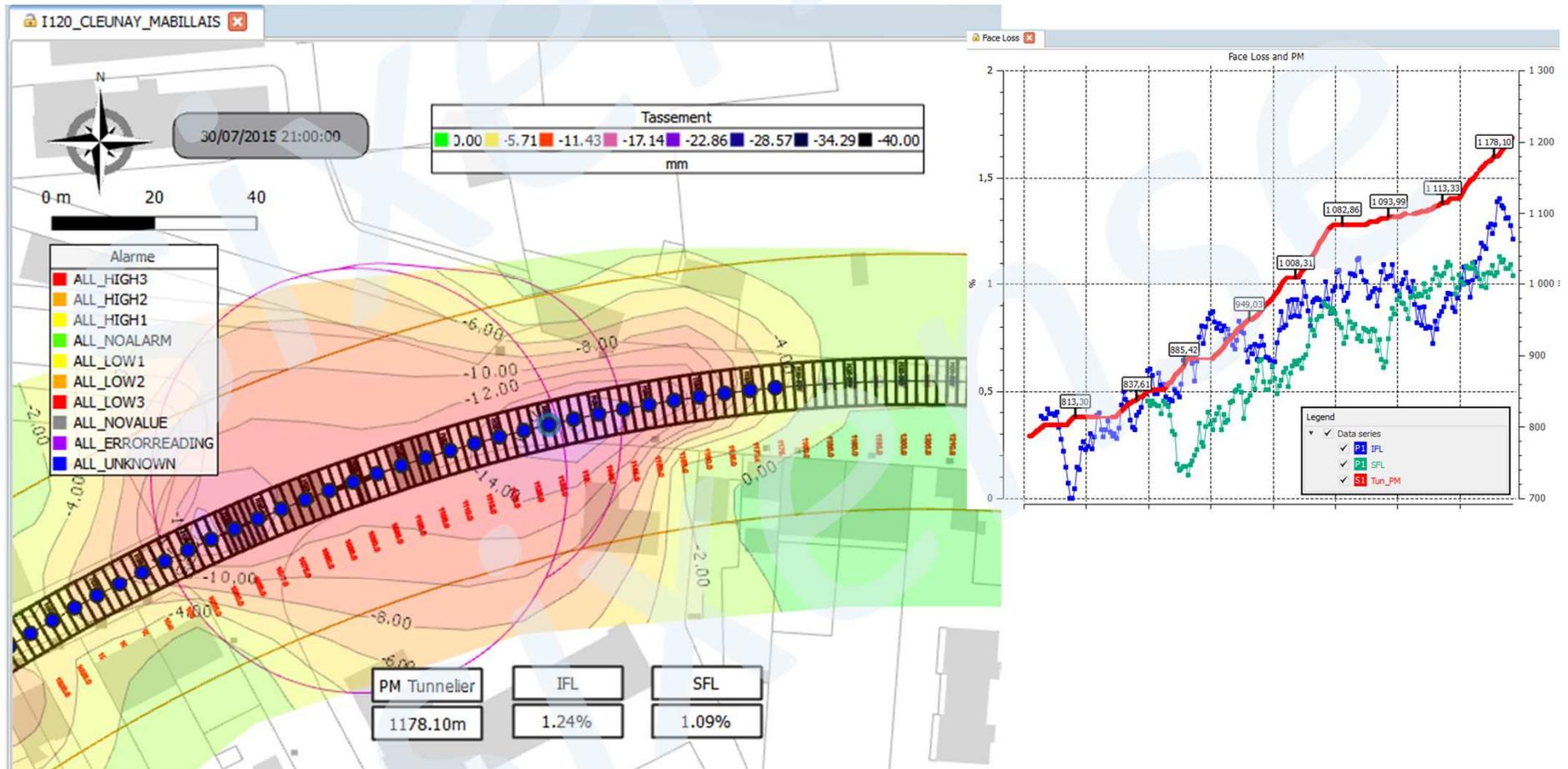


# Utilisation des mesures



## Coefficient de perte de face

FACE LOSS INSTANTANNÉ ET FACE LOSS STABILISÉ



# Conclusion et perspective



La France est entrée de plein pied dans le monde des mesures automatiques.

Les mesures montrent et peuvent encore montrer leur utilité.

Attention à justifier les mesures : Une mesure doit répondre à une question, à un problème. Elles ne doivent pas être vues comme un coût, mais comme une aide à la décision et une assurance.

Payer pour des mesures douteuses ou imprécises = gaspillage.





 **sixense**  
Soldata

**Merci Thanks**