



**SOLDATA**  
ACOUSTIC

## VIBRATIONS & MÉTRO

### Bonnes pratiques dans la prévision et le contrôle des impacts vibratoires



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA





## Sommaire



1. Contexte
2. Calculs prévisionnels
3. Surveillance d'équipements



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA





# Vibrations et Bruits basses fréquences dans les bâtiments



**SOLDATA**  
ACOUSTIC

## Spécificités

Milieu urbain  
dense  
Process  
complexe

## Risques

Gêne riverains  
Impacts  
structures  
Equipements  
sensibles

Frédéric DELAFOSSÉ / Alexis BIGOT / Jordan MINIER



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA





## 2. Impact d'un tunnelier



### Des difficultés certaines !

- Fiabilité des données sur l'environnement existant (bâti, sols...)
- Fiabilité des données sur un TBM souvent unique
- Complexité des modélisations
- Modélisation par section et non pas continue

### Des « solutions » ?

- Relevé de bâti, étude préalable de vulnérabilité
- Sondages plus systématiques
- Etudes mixtes calculs/mesures au démarrage du chantier
- Monitoring a posteriori





## 2. ELAINE à Rennes



### Quoi ?

Ligne b métro de Rennes

Groupement « DCB / Spie-Batignolles  
TPCI / GTM Ouest / Legendre Ouest /  
Botte fondations / Spie Batignolles  
fondations »

8 kms de tunnel, diamètre 10m, vitesse  
d'avancement de 2m/heure.

### Pourquoi ?

Identifier le risque vibratoire (gêne) de  
façon fiable le plus en amont possible  
Compromis entre données d'entrées  
pertinentes (obtenues lors du début des  
travaux) et marge de manœuvre  
temporelle pour réagir

**Mission en cours...**



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA

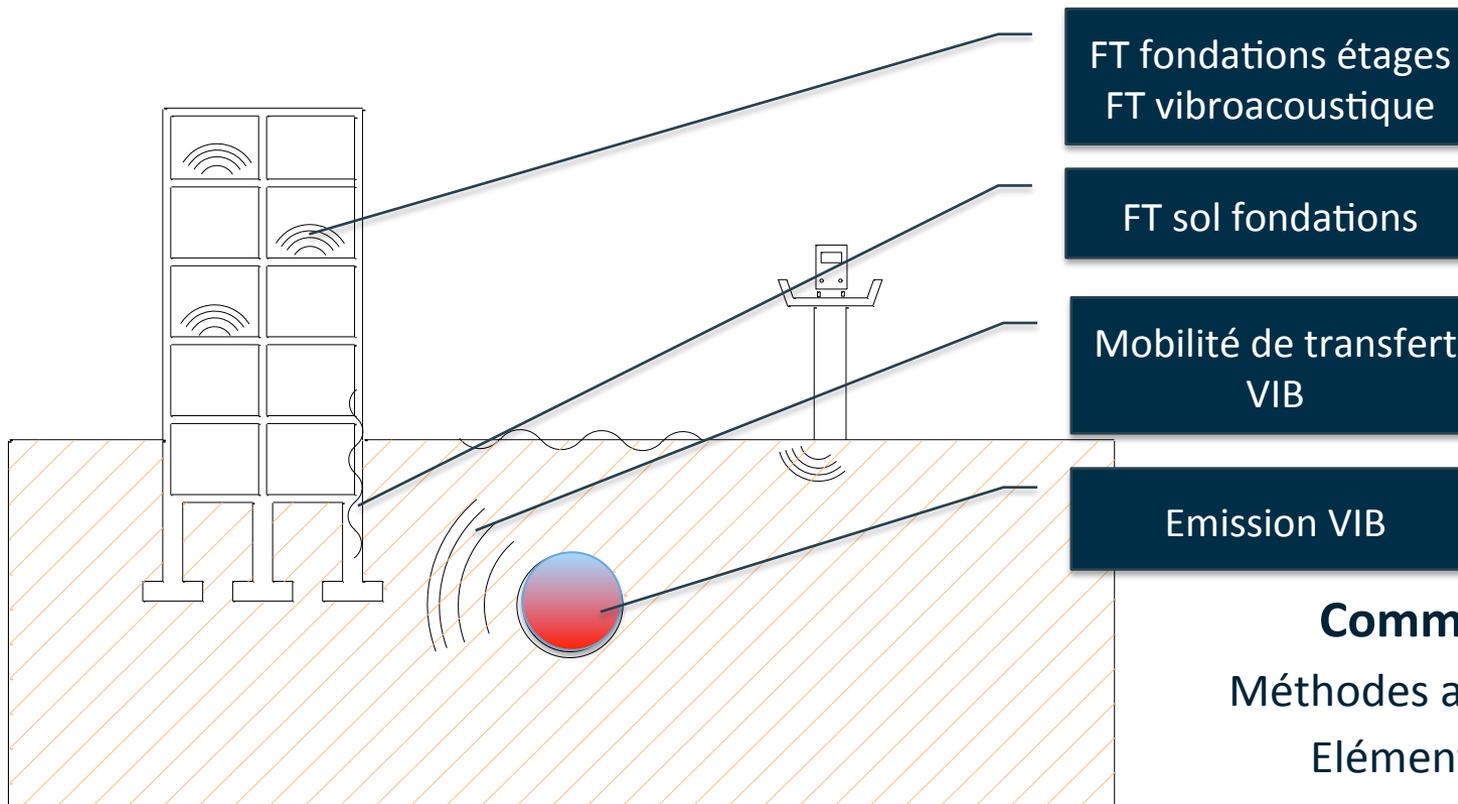




## 2. ELAINE à Rennes



Frédéric DELAFOSE / Alexis BIGOT / Jordan MINIER



FT fondations étages  
FT vibroacoustique

FT sol fondations

Mobilité de transfert  
VIB

Emission VIB

**Comment ?**  
Méthodes analytiques  
Éléments finis  
Éléments de frontière



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA





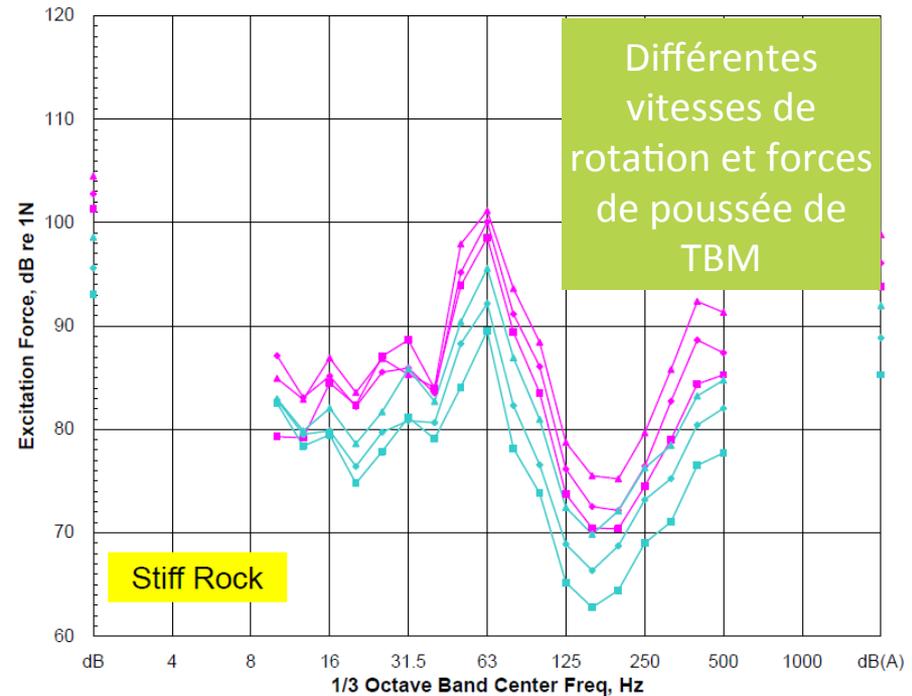
## 2. ELAINE à Rennes



### Méthode en 3 phases :

#### Phase 1/3 : Préparation des travaux

- Etude préalable d'estimation d'impact avec hypothèses force
- TBM type EPB (Earth Pressure Balance) => vibration dans le sol = vibration des molettes
- Donnée d'entrée du modèle aux éléments finis = force vibratoire



Force vs fréquence



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA





## 2. ELAINE à Rennes

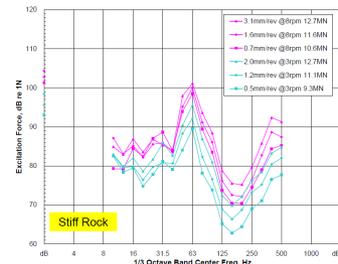
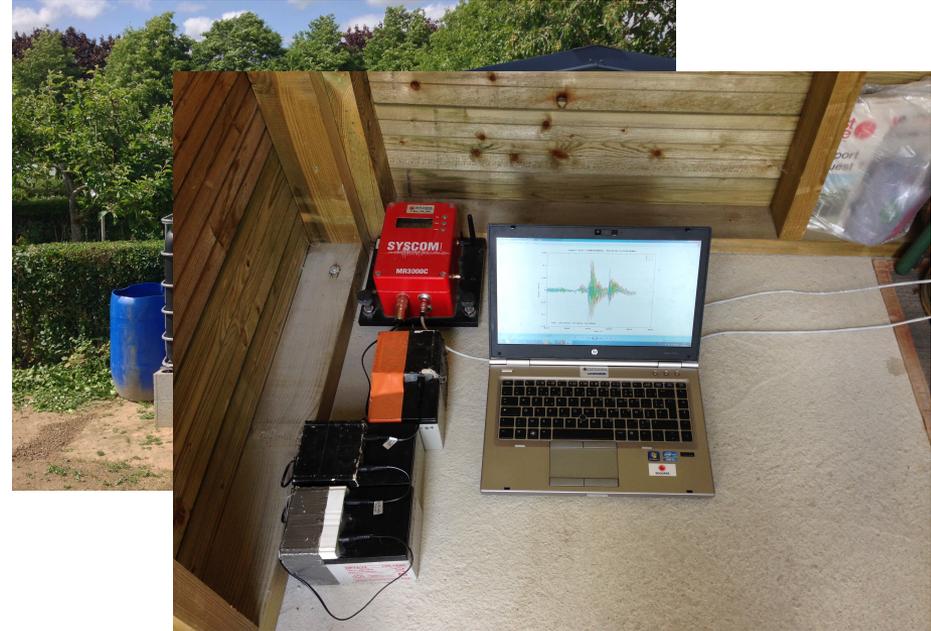


### Méthode en 3 phases :

#### Phase 2/3 : Essais

- Mesures vibratoires (Lv) au démarrage du tunnelier sur site propice
- Modélisation du site : Mobilité de transfert

⇒ Emission vibratoire du TBM  
= Lv – Mobilité de transfert



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA





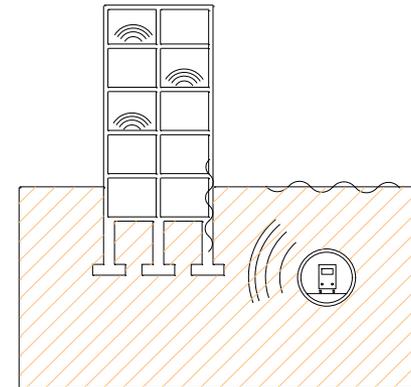
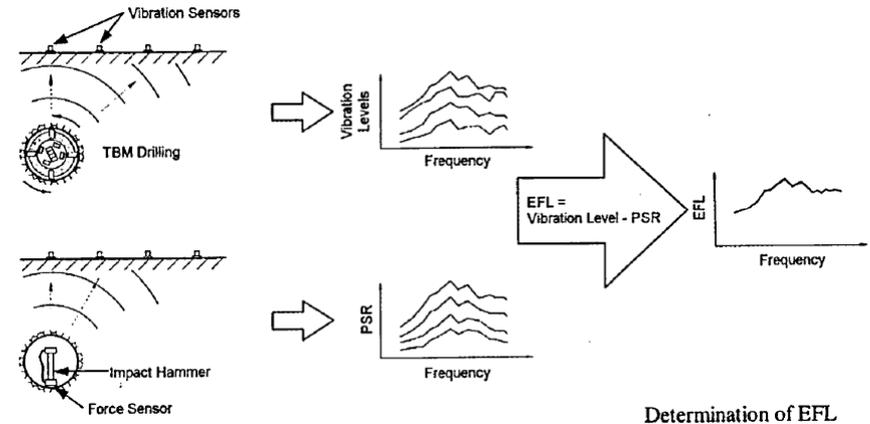
## 2. ELAINE à Rennes



### Méthode en 3 phases :

#### Phase 3/3 : Modélisations le long du tracé

- Identification des zones sensibles
- Utilisation de la force précédemment déterminée du TBM
- Modélisation de l'impact du TBM avant son arrivée





## 2. ELAINE à Rennes



### En conclusion sur les modélisations

- Méthode mixte calculs/mesures itérative
- Implication des différentes parties prenantes indispensables
- Cas de Rennes = véritables enjeux
- Méthodes déjà utilisées en UK, HK, AUS mais peu de retours d'expérience encore...





## 3. Surveillance d'équipements



### Quoi ?

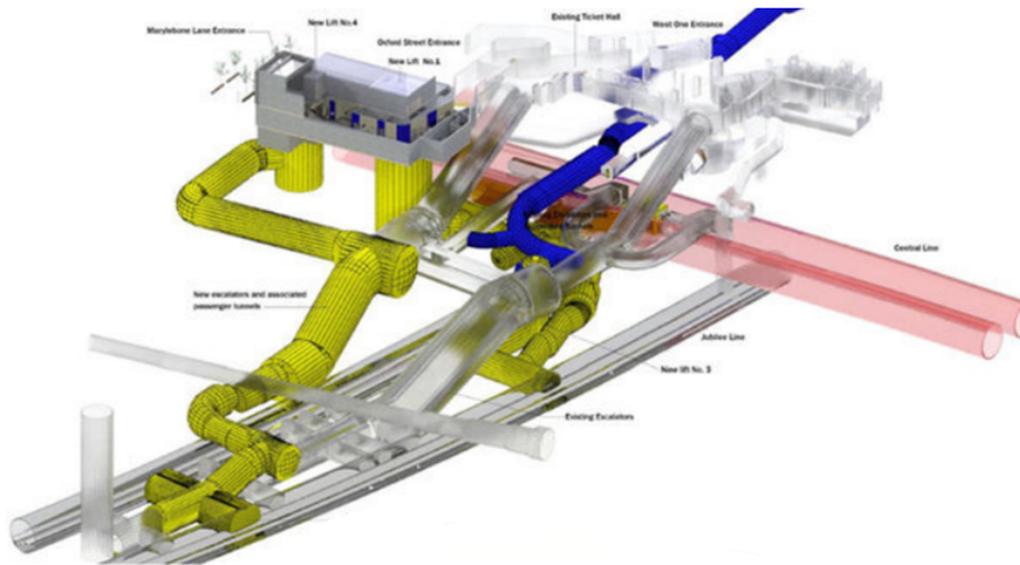
BOND STREET STATION London tube  
Création d'une jonction entre Jubilee  
& Central

Monitoring structurel + bruit +  
vibrations

### Pourquoi ?

Présence d'équipements sensibles liés  
au fonctionnement même du métro  
(radio, signalisation, sécurité)

Mission en cours...



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA





## 3. Surveillance d'équipements



### Des difficultés certaines !

- Seuils inconnus, tests et arrêts des équipements proscrits
- Conditions d'accès difficiles en temps contraint
- Complexité des câblages, classement au feu des accéléro
- Analyse spectrale et seuils sur gabarits

### Des « solutions » ?

- Etude comparative des seuils pour évaluation du risque en amont
- Méthodes d'intervention présentées et validées avant intervention
- Développement d'un module de traitement des données sous GEOSCOPE
- Compétences conseil/data management/métriologie



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA



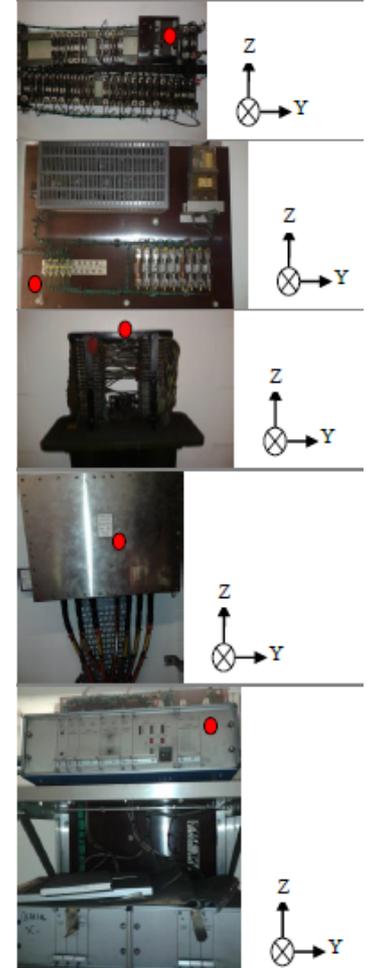


## 3. Surveillance d'équipements



### Illustrations

- Seuil  $5 \text{ m/s}^2$  en accélération RMS 5-200Hz
- Seuil  $12,5 \text{ mm/s}$  en PPV pour les structures
- 750ml de cables



8 et 9 JUN 2015

Paris - Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA

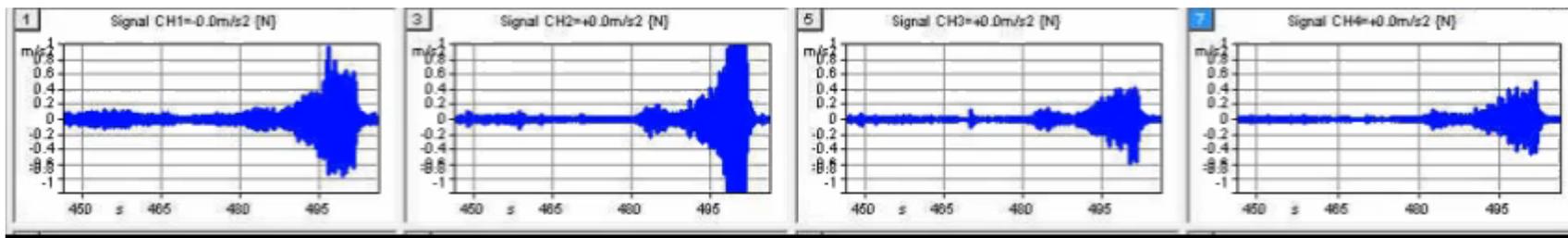




## 3. Surveillance d'équipements



### Mesures



8 et 9 JUIN 2015

Paris- Auditorium de la Maison des Travaux Publics  
3, rue de Berri - Paris 8<sup>ème</sup>

Organisées par le CIDB, le CINOV-GIAC et la SFA





## 4. PERSPECTIVES



- Des méthodes prédictives d'impact vibratoire de TBM existent
- Compétences acoustique / vibrations / structures / géotechniques
- Complémentarité modélisations & systèmes de surveillance évidente
- Des limites évidentes en BF en mesures et calculs
- Des projets à enjeux en perspective en France...à aborder en s'inspirant de ce que font déjà les Anglo saxons

