

Franchissement de structures ferroviaires : l'expérience Française

Jean Pierre BRAZZINI France Sans Tranchée Technologie
Dominique FELDMANN Géologue Expert – FOREXI

Christian CHÉREAU – SNCF RÉSEAU – IP&OA
Réfèrent Traversée sous voie

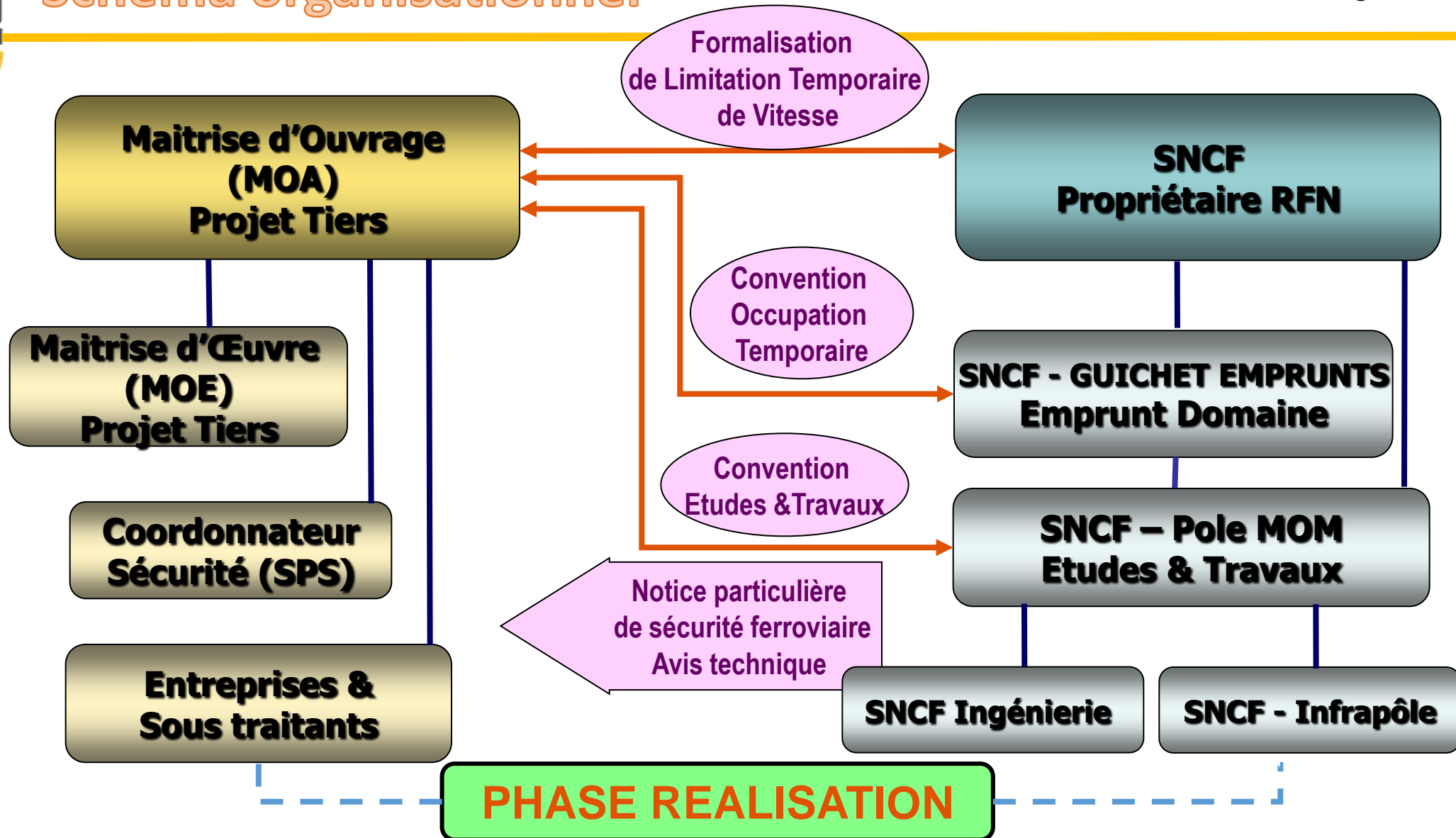


Source SNCF

- Les traversées sous voies ferrées s'inscrivent dans un contexte réglementaire fixé par la Société Nationale des Chemins de Fer (SNCF)
- Les franchissements de voies ferrées sont des opérations à risques susceptibles de remettre en cause :
 - La stabilité des voies
 - La sécurité et la régularité du trafic ferroviaire
- La SNCF impose au Maître d'Ouvrage des mesures de sécurité :
 - dès la phase conception jusqu'à la réalisation
- Le SNCF exige du Maître d'Ouvrage qu'il s'entoure :
 - D'une Maîtrise d'Œuvre qualifiée
 - D'une Entreprise présentant des références de travaux ferroviaires.

- Ces règles sont imposées par la SNCF à travers de deux conventions :
 - Une convention domaniale
 - Condition d'occupation du tréfonds
 - Condition de maintenance du réseau
 - Une convention étude et travaux
 - Dossier de conception – avis technique
 - Sécurité ferroviaire – surveillance de la voie

- L'essentiel de la recevabilité du dossier de conception est basé sur une bonne connaissance du contexte géotechnique et géologique



Le déroulement de l'instruction du dossier de conception va s'appuyer sur des référentiels techniques qui vont permettre :

- **D'élaborer des prescriptions techniques**
 - Avis technique et analyse de risques
- **De prévoir les mesures de sécurité concernant les circulations**
 - Ralentissement et/ou interception de circulation
- **D'intégrer les mesures de contrôle et de surveillance**
 - Contrôle d'intégrité de la plateforme et Surveillance de la géométrie des voies
- **De prendre les mesures de préventions**
 - Confortement de voie et dispositif préalable aux travaux

Le Référentiel administratif

Règles imposées lors des travaux sur voies exploitées (CCCG Travaux SNCF)

Le Référentiel technique

Normes :

NF EN 12889 Mise en œuvre sans tranchée

NF EN 15528 Charges ferroviaires sur l'Infra

NF EN 50122 Mesure de protection relatives à la sécurité électrique et à la mise à la terre

Procédures & Directives SNCF RESEAU:

IN 4289 - Travaux dans ou aux abords du domaine ferroviaire sous MOA Tiers

IN 4470 - IN 0033 - Règles de conception des ouvrages en béton, métal ou mixtes

IN 1884 - Petits ouvrages sous voies (*Fascicule 1 – traversées sans tranchée*)

IN 1226 - IN 3727 - Emploi d'explosifs & engins mécaniques puissants, vibrofonçage

IN 0319 - IN 0271 - Surveillance et maintenance de la voie

IN 2640 - IN 1895 - Normes de maintenance et géométrie des voies

IN 2444 - Intervention d'entreprises extérieures...

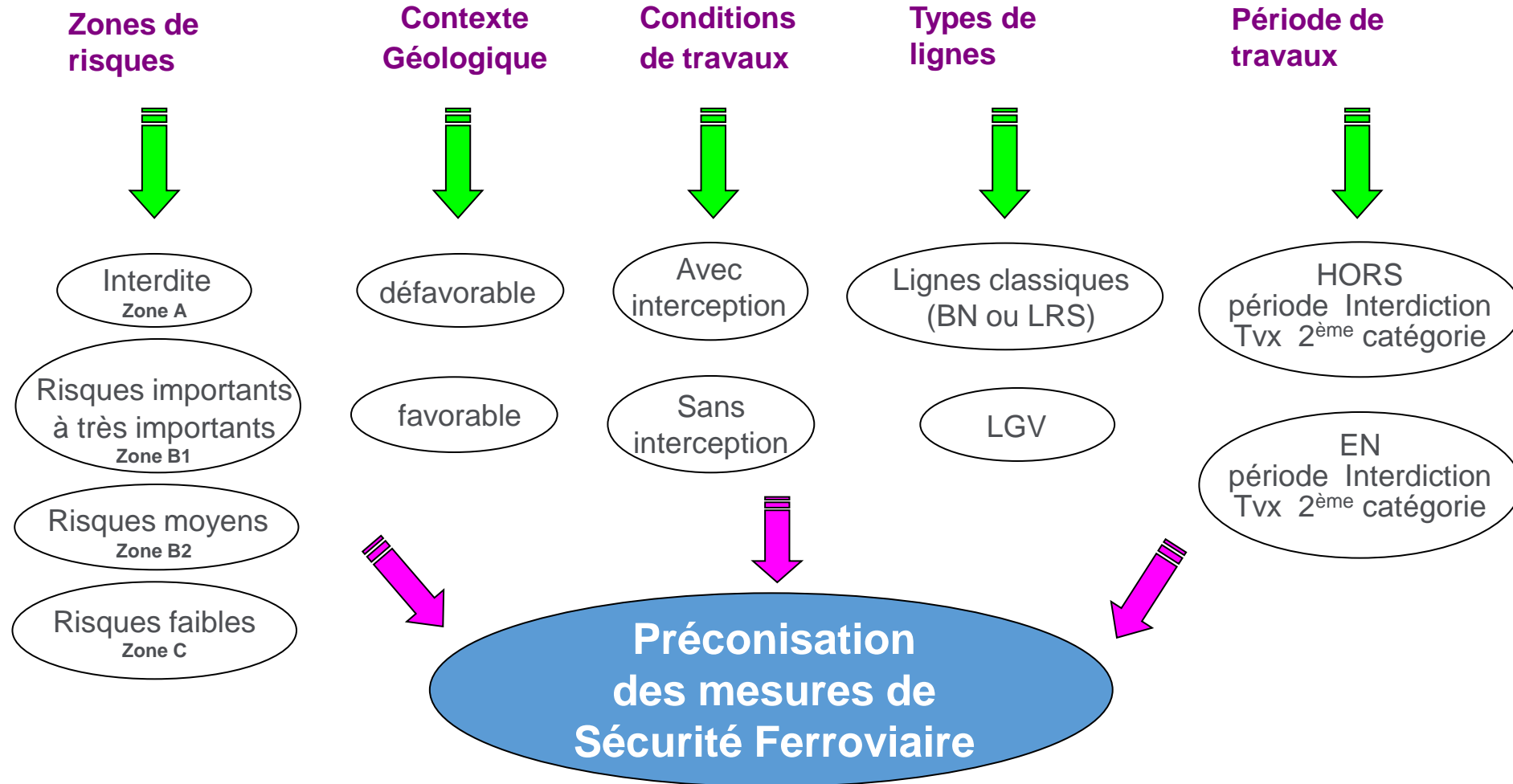
Les Règles Particulières de Sécurité Ferroviaire (annexées à la Convention Travaux)

Les Recommandations de l'AFTES et de la FSTT

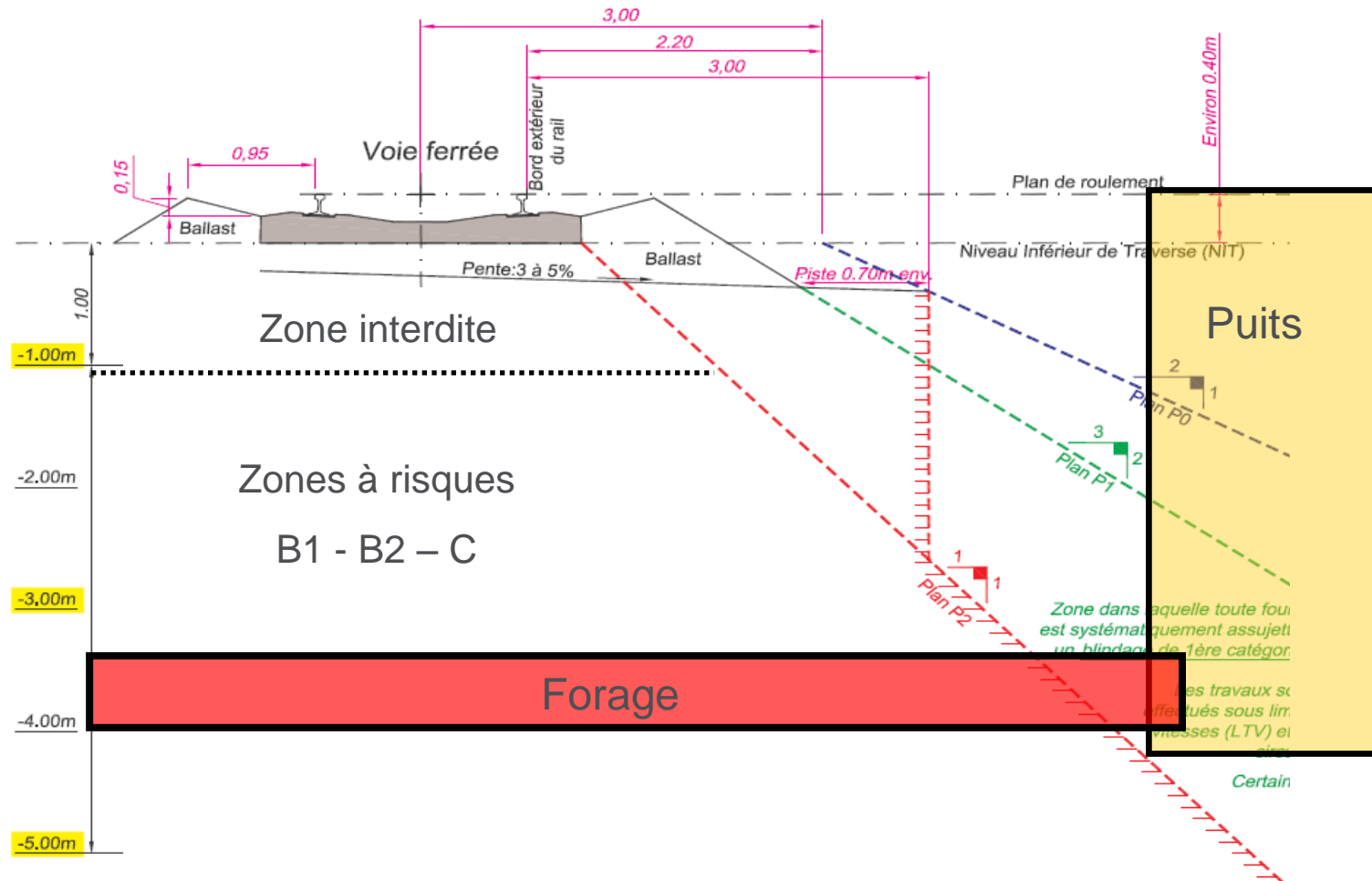
Les Règles de l'art et le Référentiel qualité

La Norme NF P 94-500 pour les études géologiques et géotechniques

Évaluation des risques ferroviaires

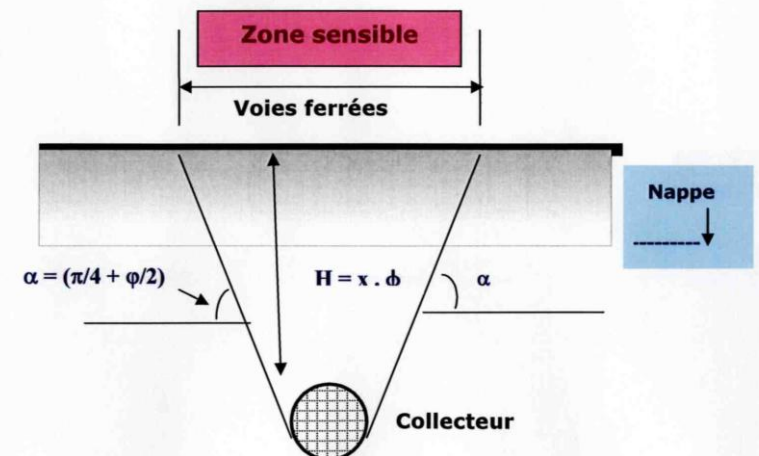
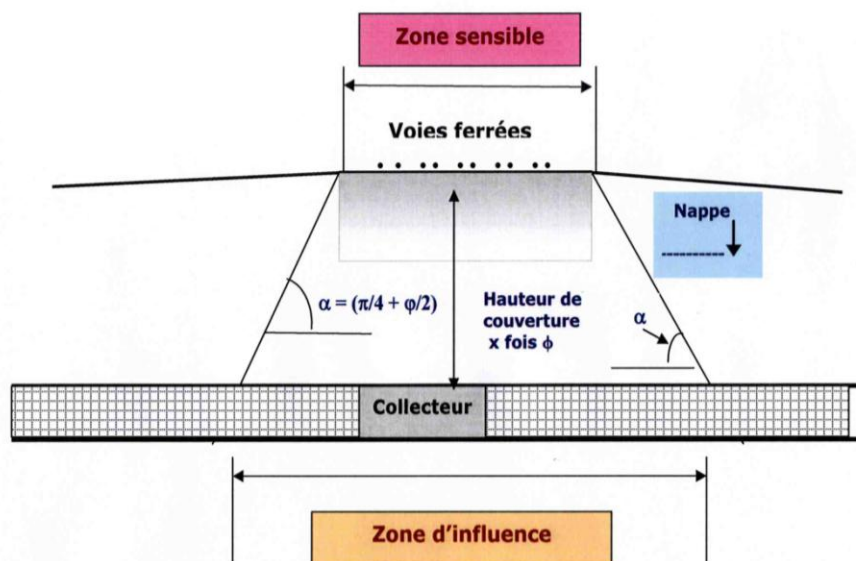


Plans P0 – P1 – P2

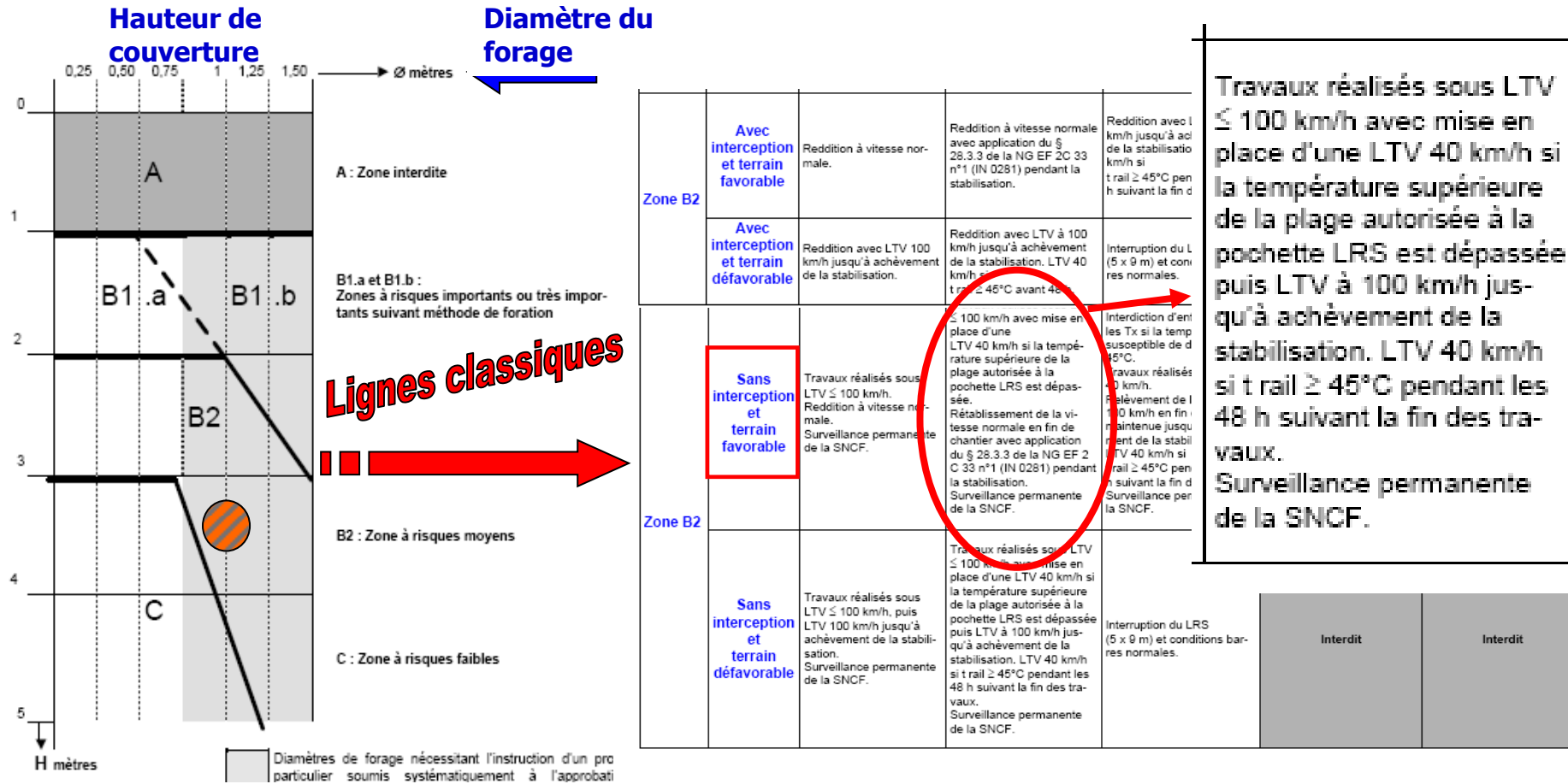


Définition des zones sensible et d'influence

- **Zone sensible ZS** : au niveau du TN (plate-forme, quais, pistes, poteaux caténares...)
 - Les mouvements doivent y être maîtrisés pour éviter toute perturbation sur le trafic
- **Zone d'influence ZI** : dans le terrain encaissant, à l'altitude de l'ouvrage projeté
 - Elle est déterminée par les droites de pente ($\pi/4 + \varphi/2$) calées sur la zone sensible
 - Elle dépend de la hauteur de couverture (H) et du cône de diffusion (α)
 - Le creusement peut engendrer des mouvements de terrain en zone sensible



En fonction de la zone de risque (H et Ø) et du contexte géotechnique

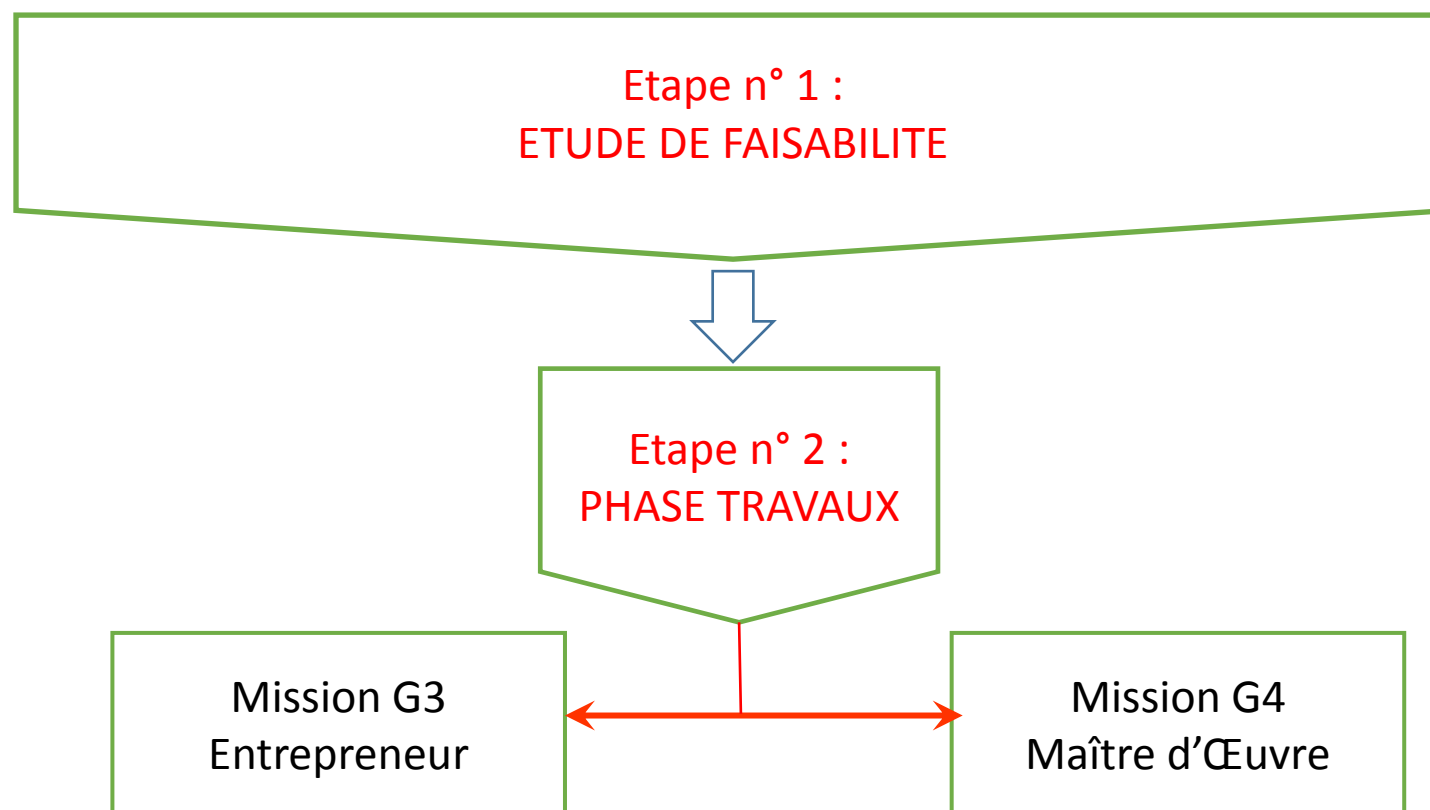


- L'essentiel de la recevabilité d'un dossier de conception est basé sur une étude technique qui doit prendre en compte dès la phase conception :
 - ⊕ La reconnaissance géologique, géotechnique et hydrogéologique (Mission G2 PRO)
 - ⊕ La définition de l'ouvrage : Profil en long, position par rapport aux voies, diam., matériau
 - ⊕ Le choix de la méthode en adéquation avec les terrains à traverser
 - ⊕ L'évaluation des tassements (modélisation par calculs aux éléments finis)
 - ⊕ L'analyse des risques liés aux travaux et liés à la sécurité ferroviaire
 - ⊕ La Planification des travaux (hors période chaude)

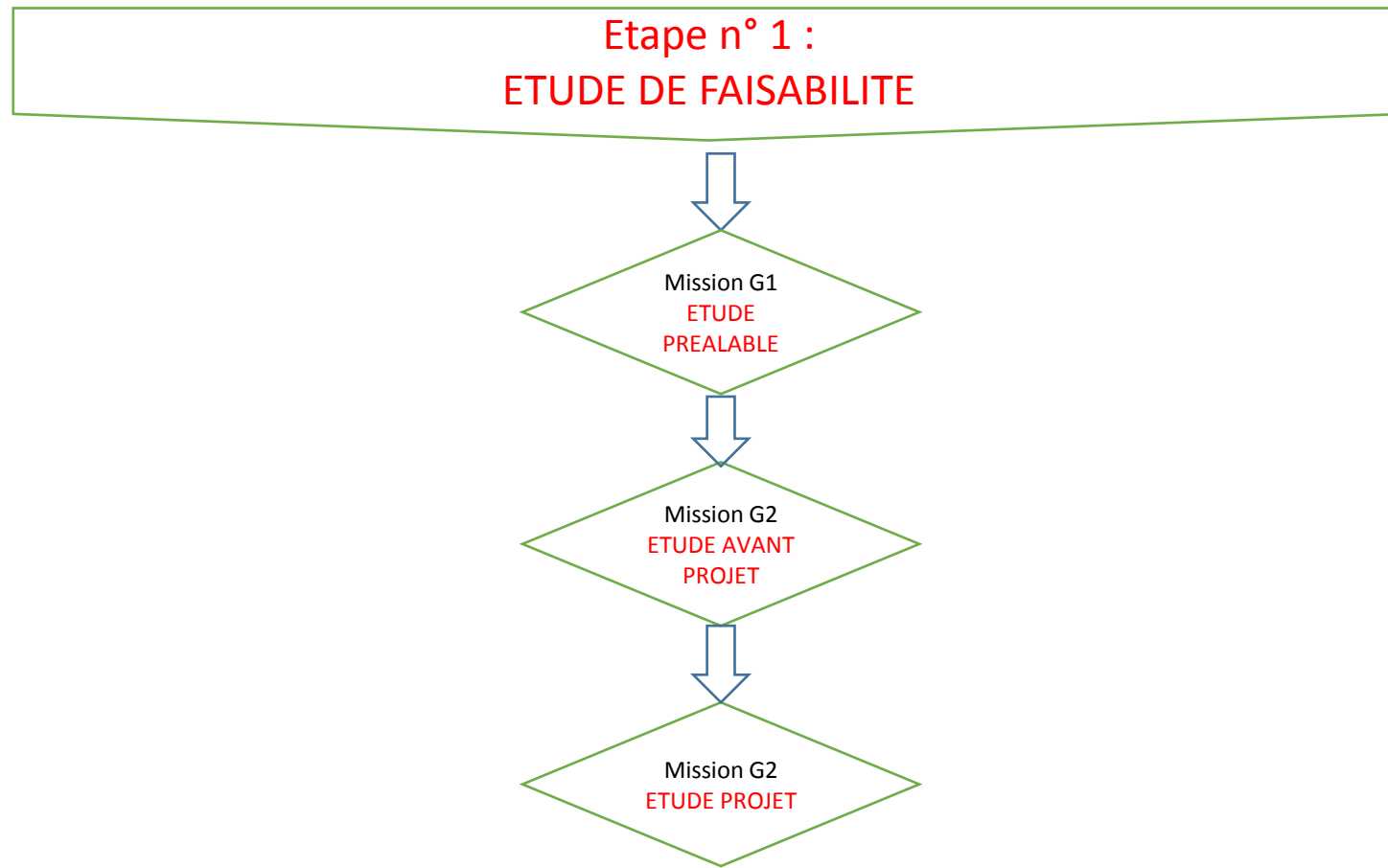
Les reconnaissances géologiques et géotechniques

- Elles sont organisées autour d'une norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013
- L'organisation de cette norme est destinée à maîtriser les risques géotechniques selon un cheminement précis souvent mal évalué par les maîtres d'ouvrages
- ➔ L'esprit de la norme consiste à permettre :
 - ➔ En cours d'étude de faire évoluer l'analyse de faisabilité progressivement;
 - ➔ En cours de travaux , d'adapter la méthode de construction aux conditions réelles du terrain

Organisation de la norme NF P 94-500



Organisation de la norme NF P 94-500



CONTENU DE L'ETUDE DE FAISABILITE MISSION G1

- Recherche Bibliographique
 - Visite du site
- Etablissement d'un schéma géologique prévisible
- Tracé du design du forage (dirigé, Microtunnelier, tarière etc...)
- Définition du programme de reconnaissance

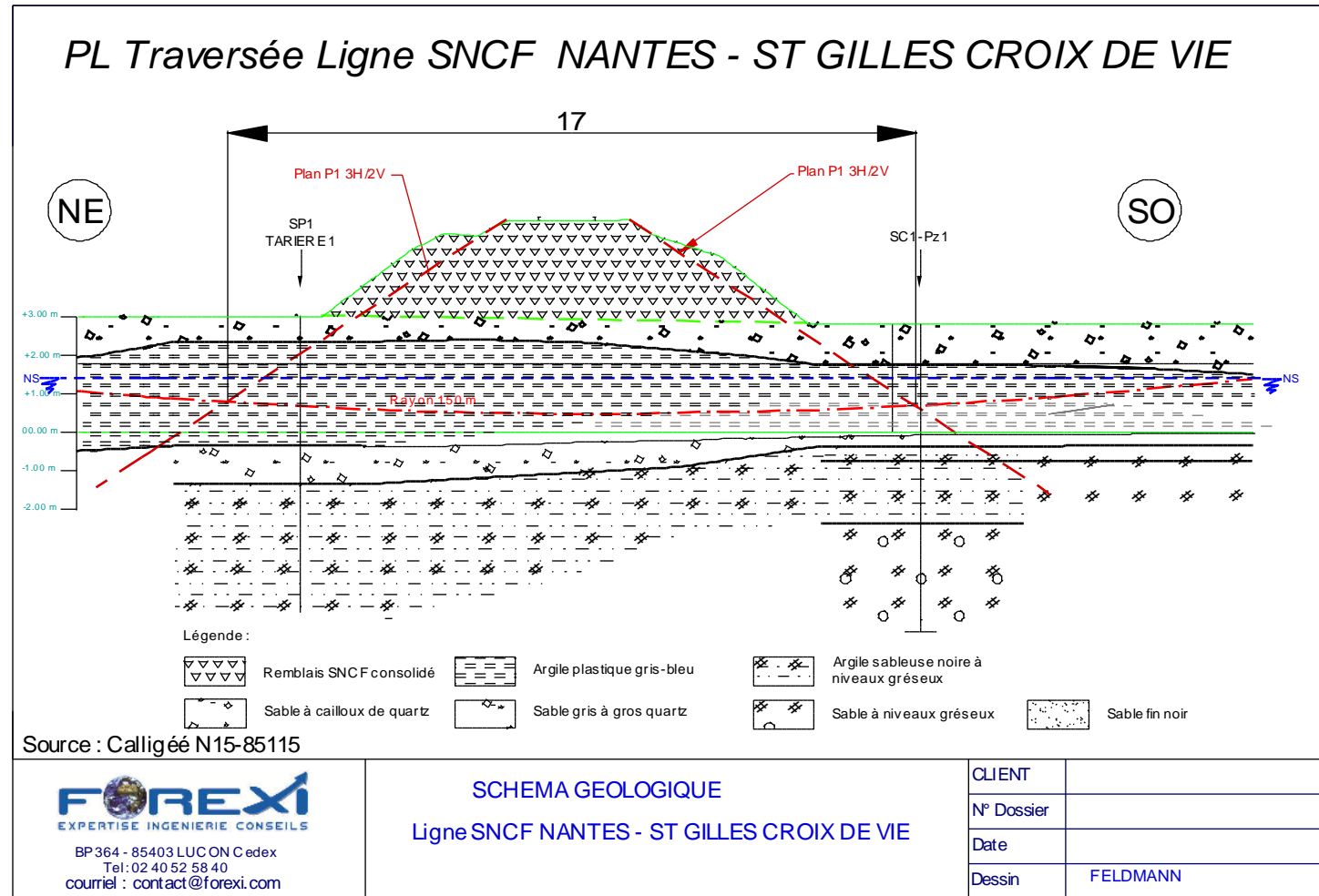
CONTENU DE L'ETUDE DE FAISABILITE MISSION G2 AVANT PROJET

- Il s'agit d'une mission de conception d'avant-projet comprenant:
- Les investigations géophysiques
 - Les investigations géotechniques
 - La construction du profil géologique
 - L'identification des risques géotechniques et ses conséquences sur l'ouvrage et la plate-forme ferroviaire

CONTENU DE L'ETUDE DE FAISABILITE MISSION G2 PROJET

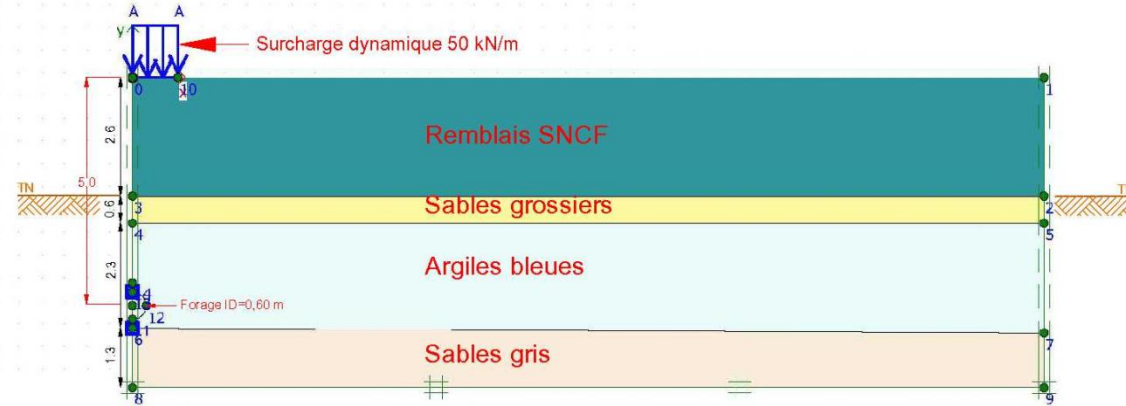
Il s'agit d'une **mission de conception de projet** comprenant:

- La synthèse des données recueillies;
- L'incidence du contexte géologique sur le choix de la technique;
- La finalisation des préconisations techniques;
- L'établissement des notes techniques justifiant les choix constructifs

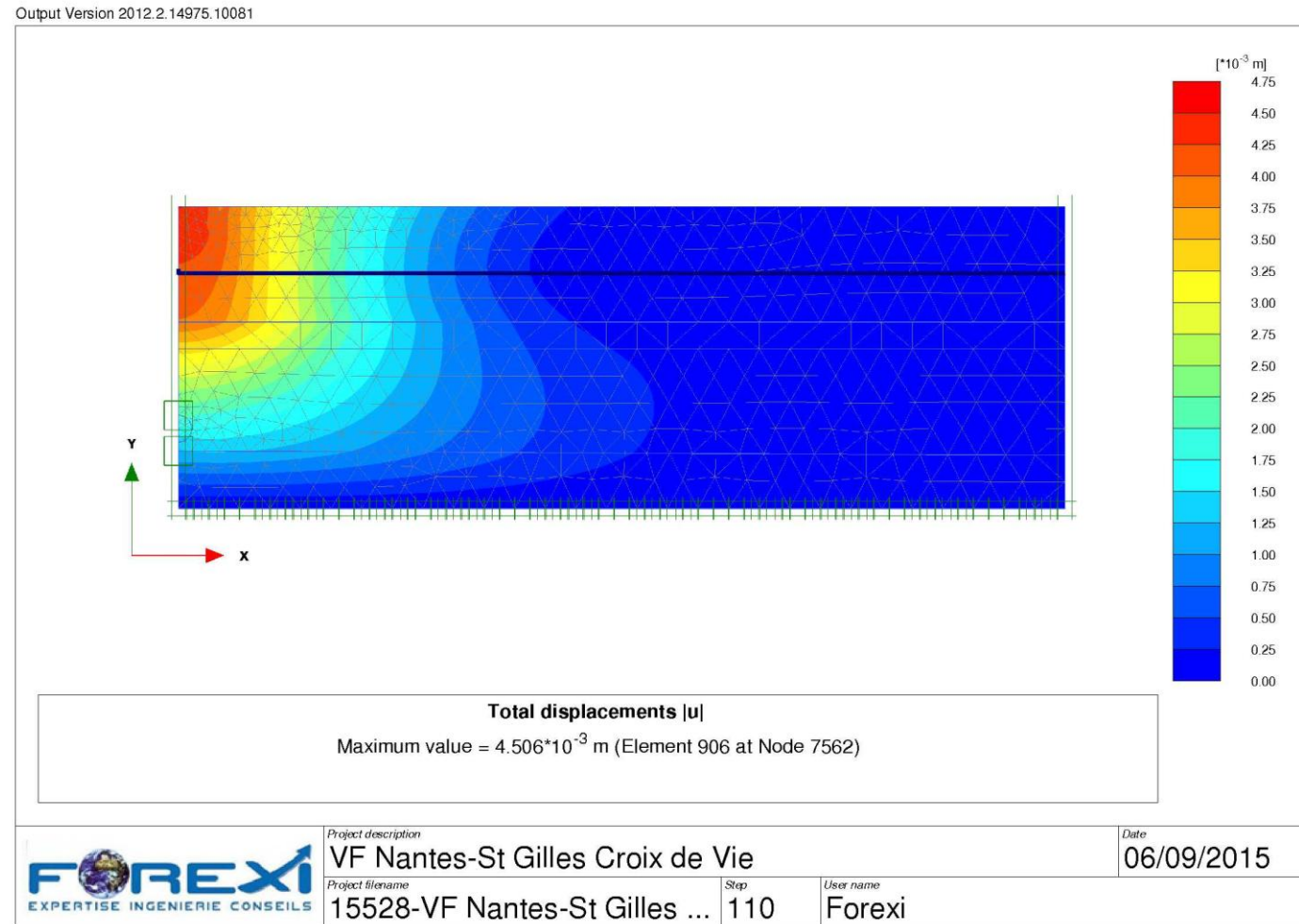


Version 2012.2.14975.7253

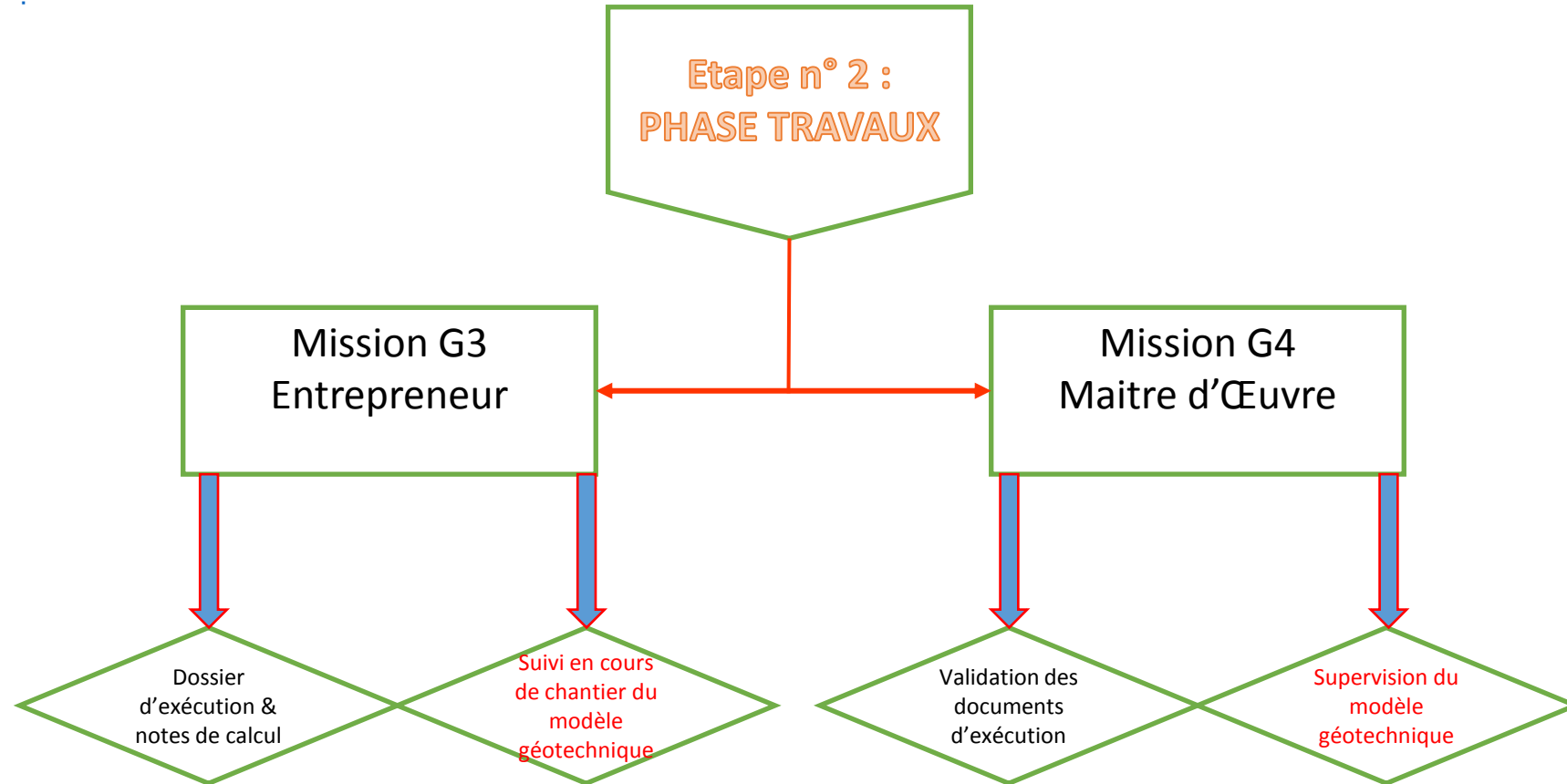
Modele initial



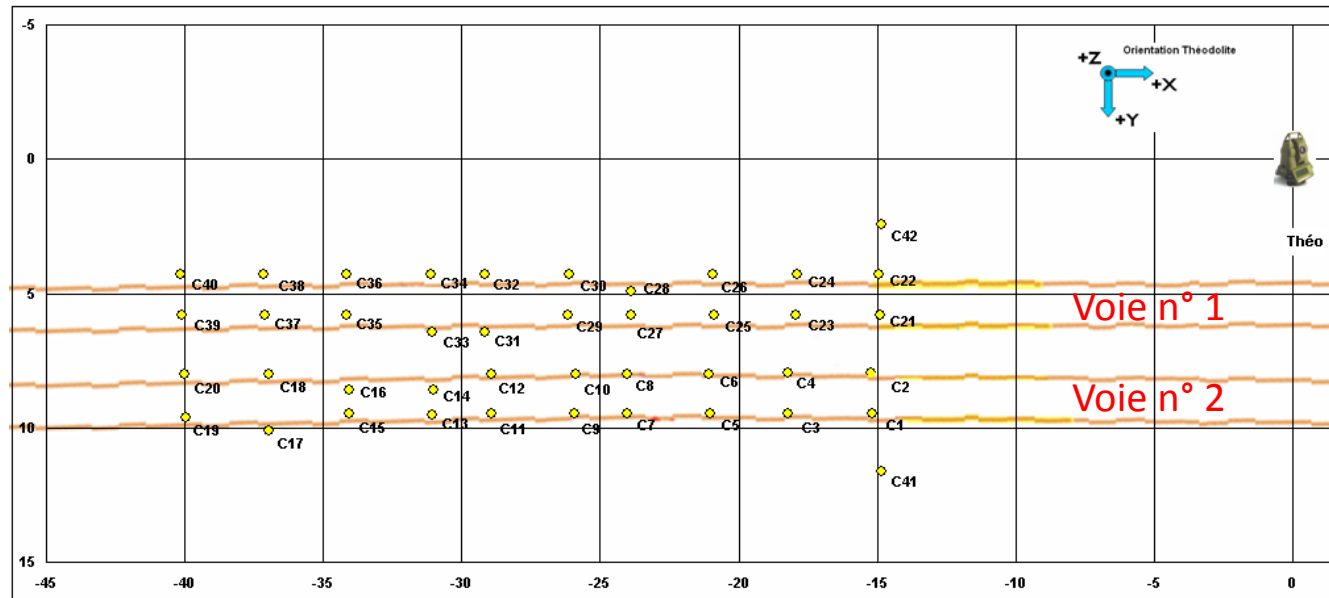
Couche			Cohésion (kPa)	Angle de frottement interne Phi (°)	Poids volumique (kN/m ³)	Module pressiométrique Em (MPa)	Rapport Em/PI	Coefficient alpha	Module d'Young (MPa)	Coefficient de poisson	angle de dilatace (°)
N°	Description	Profondeur(m)									
1	Remblais SNCF	0 - 2,60	10	30	20	60	-	0.50	120	0.3	0
2	Sable grossier	2,60 - 3,20	1	36	19	4	7	0.33	12	0.3	6
3	Argile bleue	3,20 - 5,55	19	18	18	6	11	0.50	12	0.3	0
4	Sable gris	5,55 - 6,80	1	36	19	4	7	0.50	8	0.3	6



Organisation de la norme NF P 94-500



Repérage des cibles

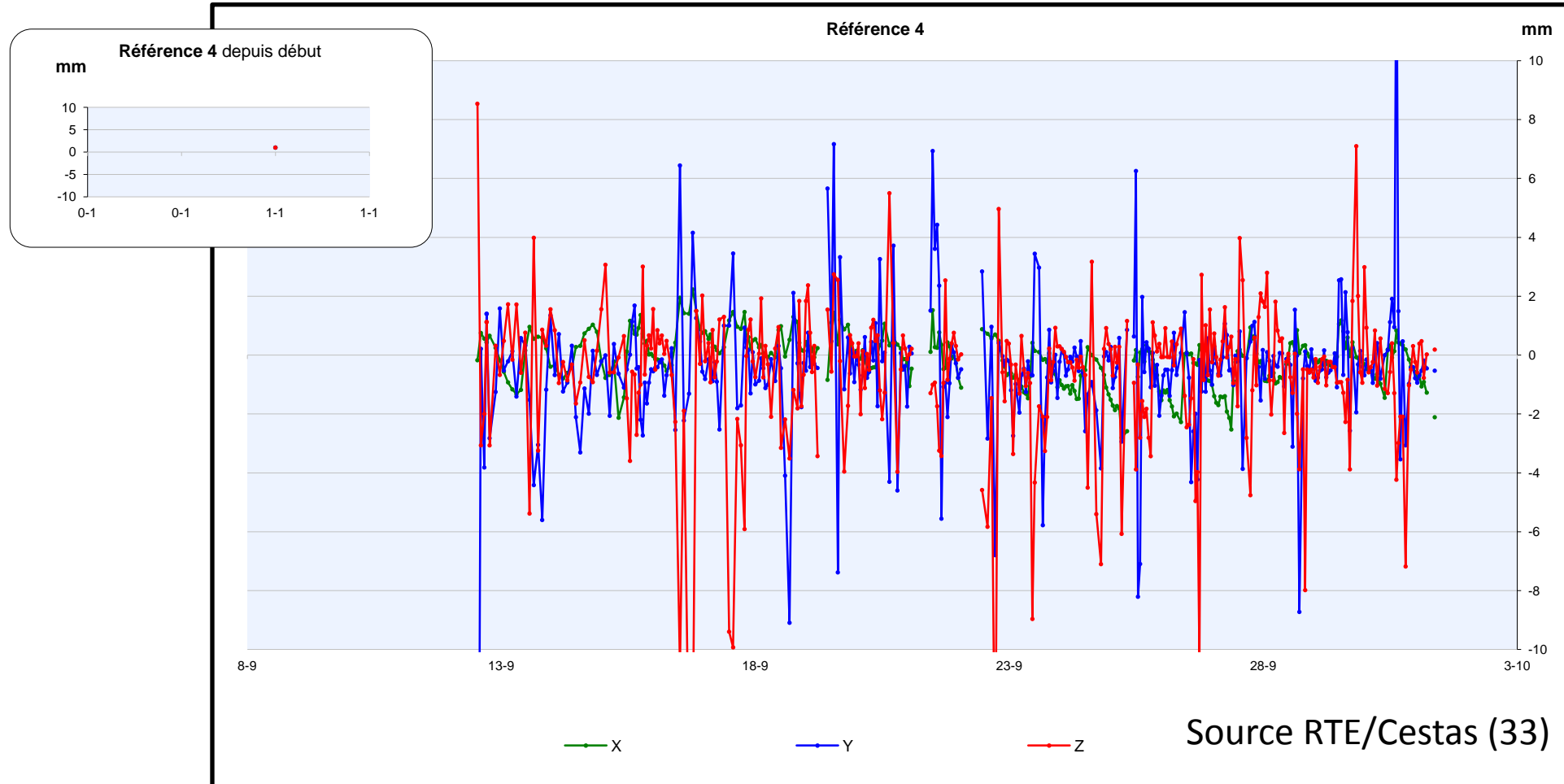


Suivi automatisé par théodolite

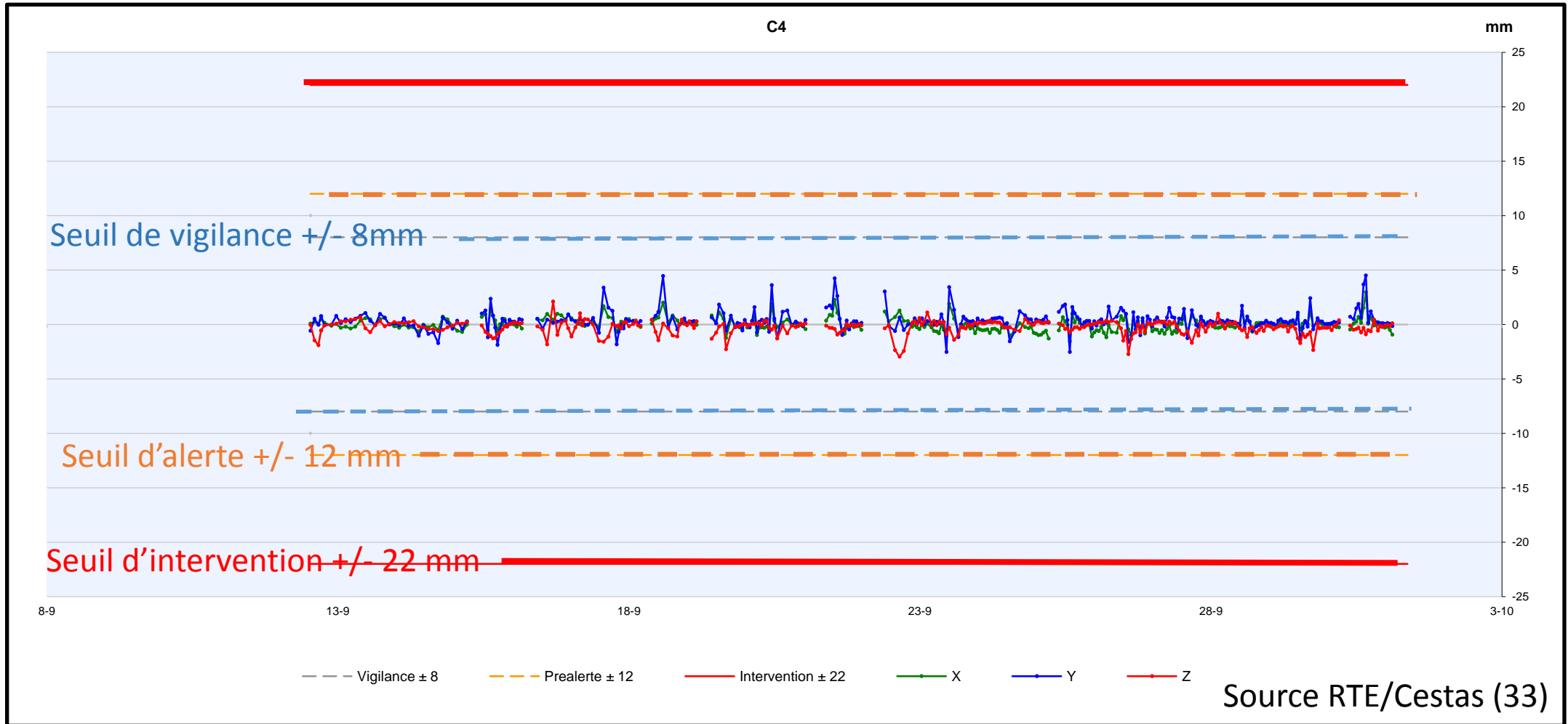


Source RTE/Cestas (33)

Suivi du déplacement des rails



Suivi des déformations : définition des seuils



- **Reconnaissance de la plateforme ferroviaire**

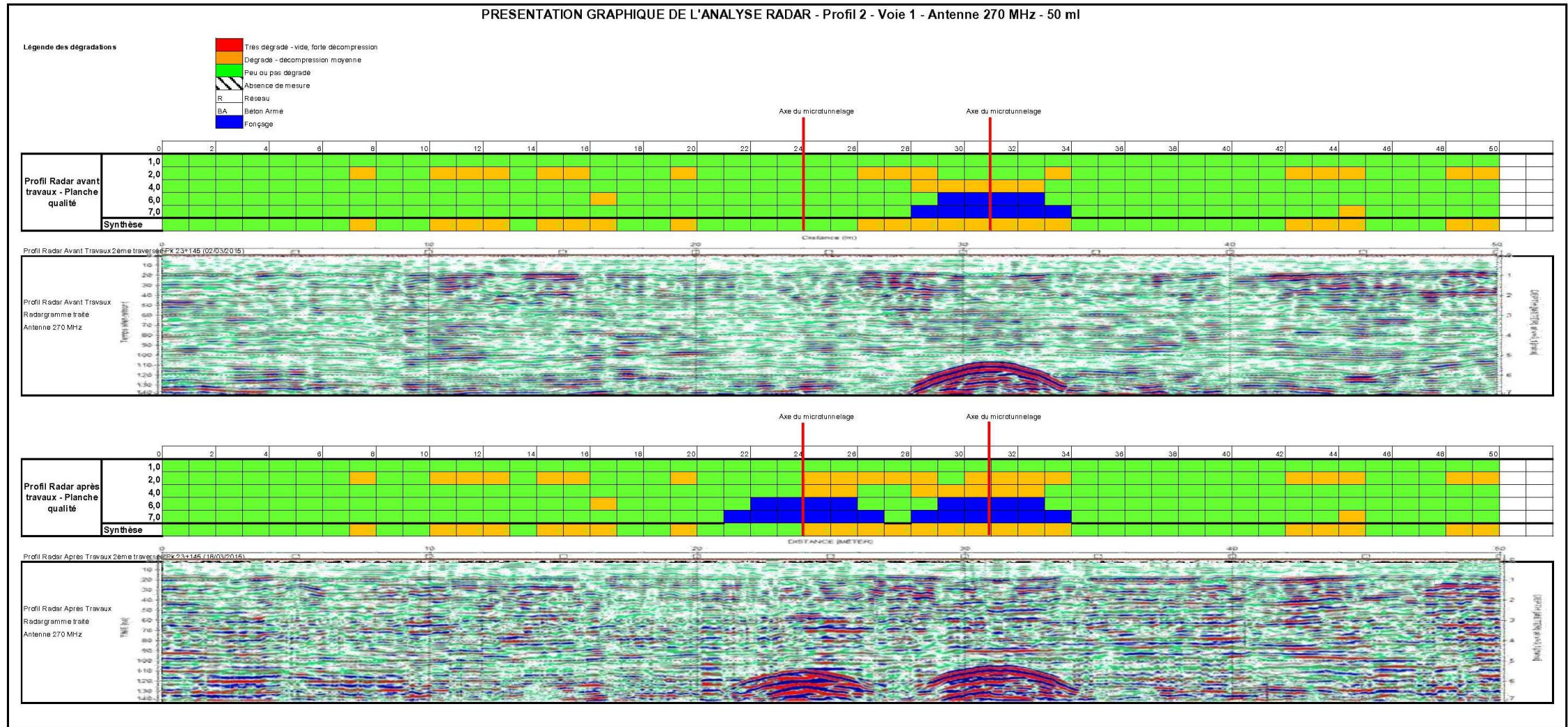
- Géophysique non destructive (géoradar)
- Sondages destructifs, pénétromètres, ...

- **Objectif**

- **Détecter** les éventuels désordres ou cavités dans la plateforme
- **Valider** l'aptitude de la voie à supporter durablement et sans dommage le trafic ferroviaire après travaux

AVANT et APRES travaux

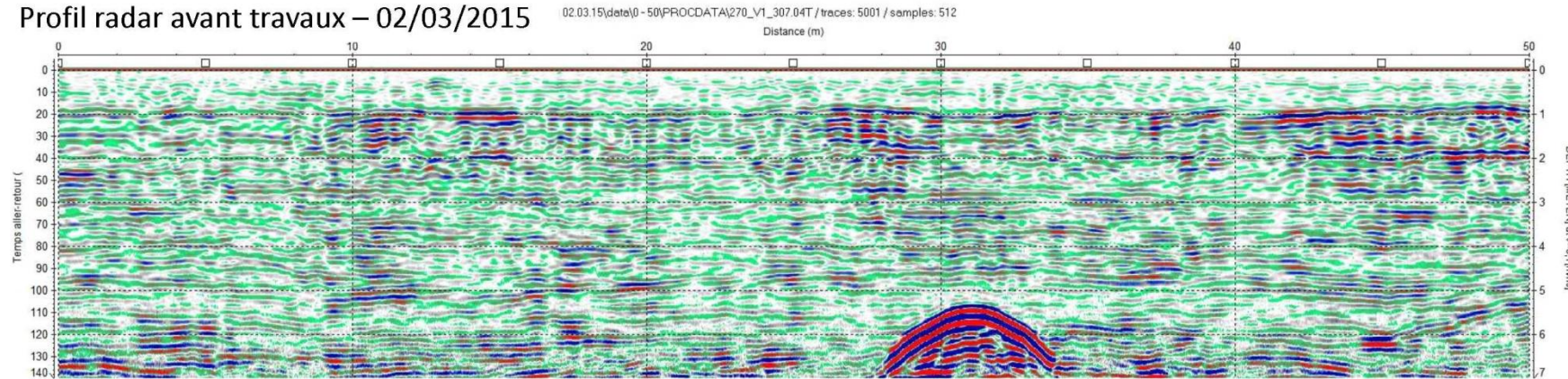




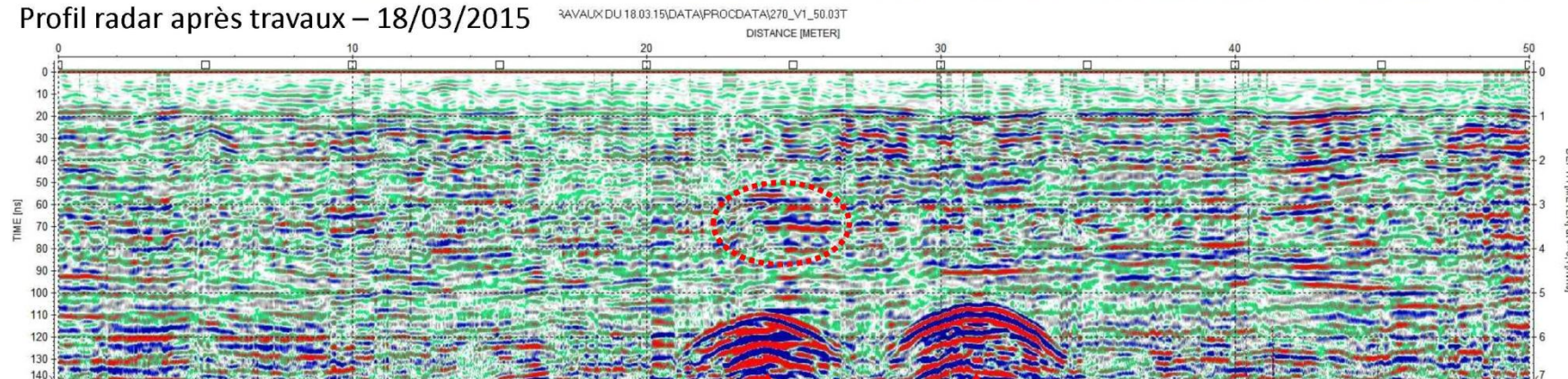
Source RTE/Cestas (33)

IMAGES RADAR AVANT ET APRES 2^{ème} TRAVERSEE
Profil Voie 1 - Antenne 270 MHz - 50 ml

Profil radar avant travaux – 02/03/2015



Profil radar après travaux – 18/03/2015



2^{ème} traversée

1^{ère} traversée

Source RTE/Cestas (33)

En conclusion :

- **Le respect de cette méthodologie et des prescriptions ont permis depuis plus de vingt ans d'organiser la conception et la réalisation des travaux sans tranchée et d'en réduire les risques.**
- **Ce résultat ne peut s'obtenir qu'avec la contribution d'une maîtrise d'œuvre compétente apte à interpréter l'interaction sol/forage/plate forme ferroviaire et maîtrisant les différentes techniques de forage/fonçage**

**Merci de votre
attention !**

