

---

# MODELISATION NUMERIQUE DE L'IMPACT DU CREUSEMENT PRESSURISE DES TUNNELS SUR DES PIEUX

---

Agathe MICHALSKI  
VA Génie-Civil – Promotion 64  
Tuteur : Nicolas BERTHOZ  
Organisme d'accueil : CETU – Bron

## Introduction

Les infrastructures souterraines apparaissent aujourd'hui comme un élément incontournable de l'aménagement durable des territoires. Cependant, les conditions de creusement des tunnels en site urbain sont de plus en plus complexes, tant du point de vue géotechnique avec des terrains souvent meubles que du point de vue des avoisinants enterrés à proximité tels que d'autres tunnels, des collecteurs, des fondations profondes, etc. C'est pourquoi l'utilisation de tunnelier à front pressurisé est généralement nécessaire pour garantir la stabilité de l'ouvrage en cours d'excavation, limiter les tassements en surface et réduire l'impact sur les structures avoisinantes.

Des travaux de thèse ont donc récemment été menés sur le modèle réduit de tunnelier de l'ENTPE (Bel, 2018) afin d'analyser et comprendre les phénomènes physiques mis en jeu au niveau de l'interaction entre un tunnelier à front pressurisé et des fondations profondes limitrophes.

### Problématique

Quel est l'impact du creusement au tunnelier à front pressurisé en terrain vierge ?, en présence de pieu ? Quelle est l'influence de la longueur des pieux ?, de la position relative tunnel / pieu ?

Ce rapport n'apporte pas toutes les réponses à ces questions, néanmoins c'est avec cette problématique en tête qu'il a été construit comme un travail préliminaire à la poursuite en thèse dans le cadre du projet TULIP<sup>1</sup> qui aura pour objectif final de fournir des outils simplifiés et des recommandations permettant la limitation des impacts du tunnelier tout en optimisant le projet.

## Présentation de la démarche et des principaux résultats

Dans un premier temps, une modélisation des essais en terrain vierge (en l'absence de pieu) a été effectuée afin de calibrer la procédure de modélisation du processus de creusement au tunnelier (Figure 1) Les analyses ont notamment montré que, pour reproduire la cinématique observée, il était nécessaire de réduire le module de déformabilité du terrain par rapport à la valeur initialement envisagée et augmenter la pression radiale en radier (effet compressif de la roue de coupe). Le modèle réalisé permet de reproduire fidèlement les déplacements radiaux autour de la machine, ainsi que la cuvette tridimensionnelle de tassements de surface.

Dans un deuxième temps, le chargement d'un pieu isolé a été modélisé via un calcul numérique axisymétrique. La confrontation des résultats du modèle numérique aux résultats expérimentaux d'un essai de chargement ont permis de calibrer la loi d'interface terrain / pieu. Le choix d'une interface purement frottante avec un angle de frottement relativement faible (le quart de celui du sol) et un

---

<sup>1</sup> Tunnelier et Limitation des Impacts sur les Pieux

chargement direct à la valeur de la charge de service (sans déchargement) a été effectué grâce à ces analyses.

Ces deux analyses ont permis de construire le modèle numérique complet terrain / tunnelier / pieu. Malgré toutes les optimisations effectuées, les temps de calcul de ce modèle sont très importants (environ 150 heures), à cause des critères de convergence imposés au droit de l'interface terrain / pieu. En conséquence, les analyses n'ont pas pu être menées à terme. Toutefois, les premières « observations » qui en découlent telles que l'accroissement important des tassements de surface au cours du creusement en présence du pieu par rapport au cas du « terrain vierge », l'augmentation de l'effort de pointe du pieu sous l'effet du creusement du tunnel, l'apparition de moments fléchissants transversaux et longitudinaux d'amplitude similaires... sont cohérentes avec les résultats obtenus expérimentalement par Bel (2018).

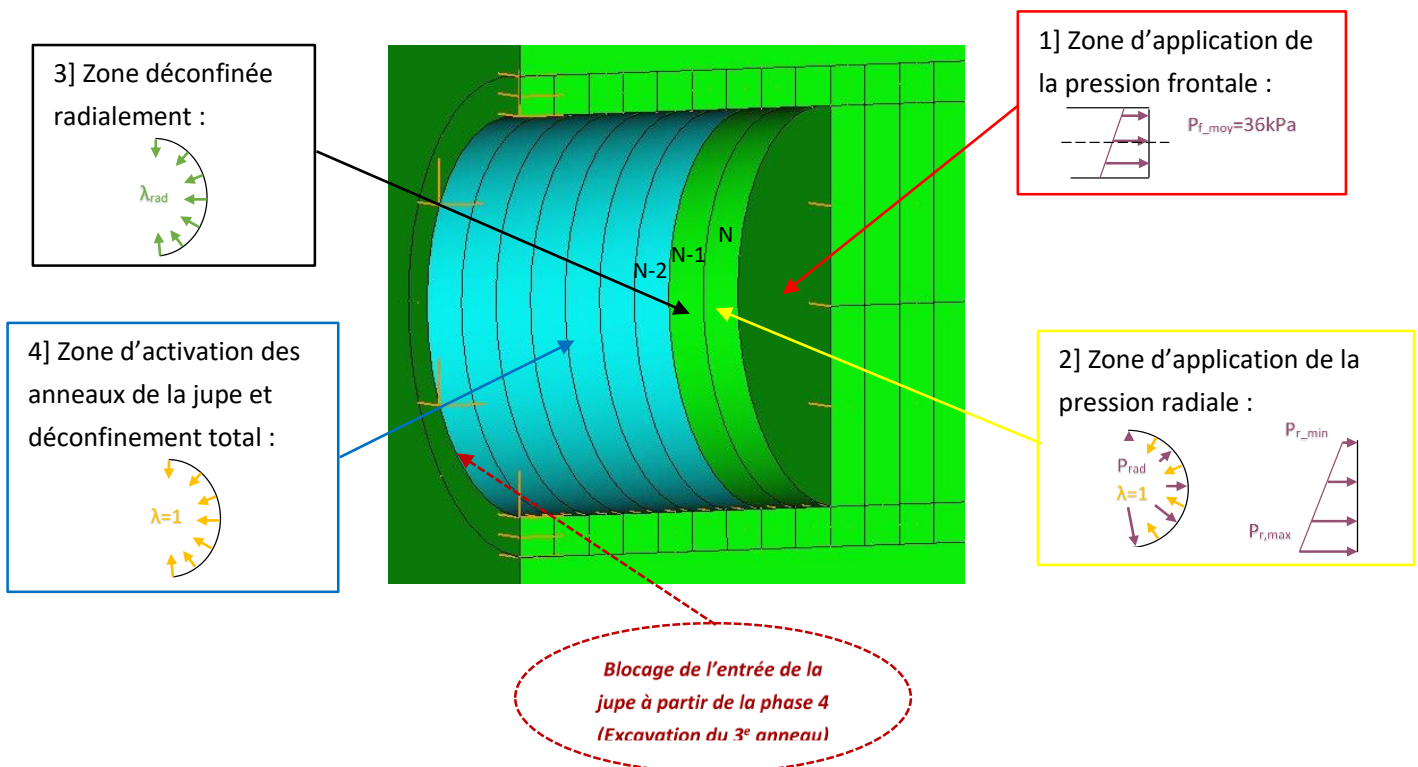


Figure 1 : Procédure de modélisation du creusement

## Perspectives

Les analyses numériques restent à approfondir selon différents axes :

- Affiner les analyses de la cinématique de déformation du terrain, les déplacements relatifs terrain / pieu, les contraintes de cisaillement à l'interface terrain / pieu, et les efforts dans les pieux) ;
- Réaliser des études paramétriques pour étendre la confrontation expérimental / numérique à d'autres configurations : position et longueur de pieu différente et autres conditions de pilotage du tunnelier...
- Afin d'améliorer la rapidité des calculs et de faciliter le développement des modèles, l'augmentation de la puissance de calcul et/ou le changement de code calcul seront également à étudier.