

# Géotechnique au service des chantiers du Grand Paris

Visio-conférence AITPF du 6 mai 2021

## Résumé

**Conférencier :** Zbigniew BIESKE

Est diplômé de l'Université de Varsovie, Institut de géotechnique et d'hydrogéologie. Expert en géotechnique et travaux spéciaux dans le BTP chez EGIS, filiale de la Caisse des Dépôts et de Consignation, il a contribué à la réalisation de nombreux ouvrages comme Calais Port 2015, Elargissement de l'autoroute A11 à Angers, Gare souterraine RER « E » à la Porte Maillot, Projets ferroviaires et autoroutiers en Pologne, Ukraine, Russie et Roumanie ou Mise en place d'un laboratoire géotechnique et hydrogéologique en Algérie.

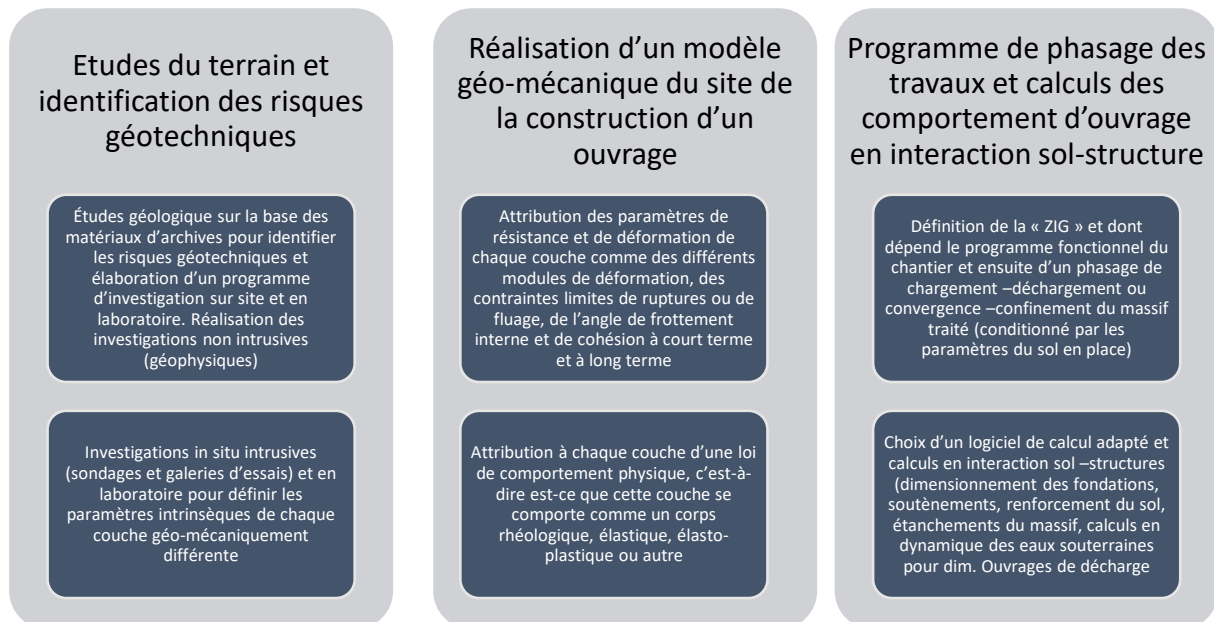
### 1) Ce quoi la géotechnique ?

Est-ce une science de la Terre ? Est-ce une science d'ingénieurs ? Est-ce un savoir-faire ?

Elle dépend autant **de la géologie** (pétrographie, géologie structurale, tectonique, géomorphologie, géodynamique, hydrogéologie) que **de la géo-mécanique** (mécanique des sols, mécanique des roches, sismique, hydraulique des eaux souterraines).

Dans tous les travaux de génie civil qu'ils soient en sous terrain comme tunnels, gares... ou en extérieur ponts, autoroutes, tours de bureaux, voies TGV, ... leurs réalisation dans le respect de la sécurité des usagers et de la réglementation n'auraient pas été possibles sans géotechnique.

Les 3 étapes sont nécessaires dans toute approche géotechnique d'un projet de construction :



En résumé :

**La géotechnique est un art qui consiste à intégrer un ouvrage de génie civil dans la nature.**

## 2) Le Grand Paris – enjeux stratégiques

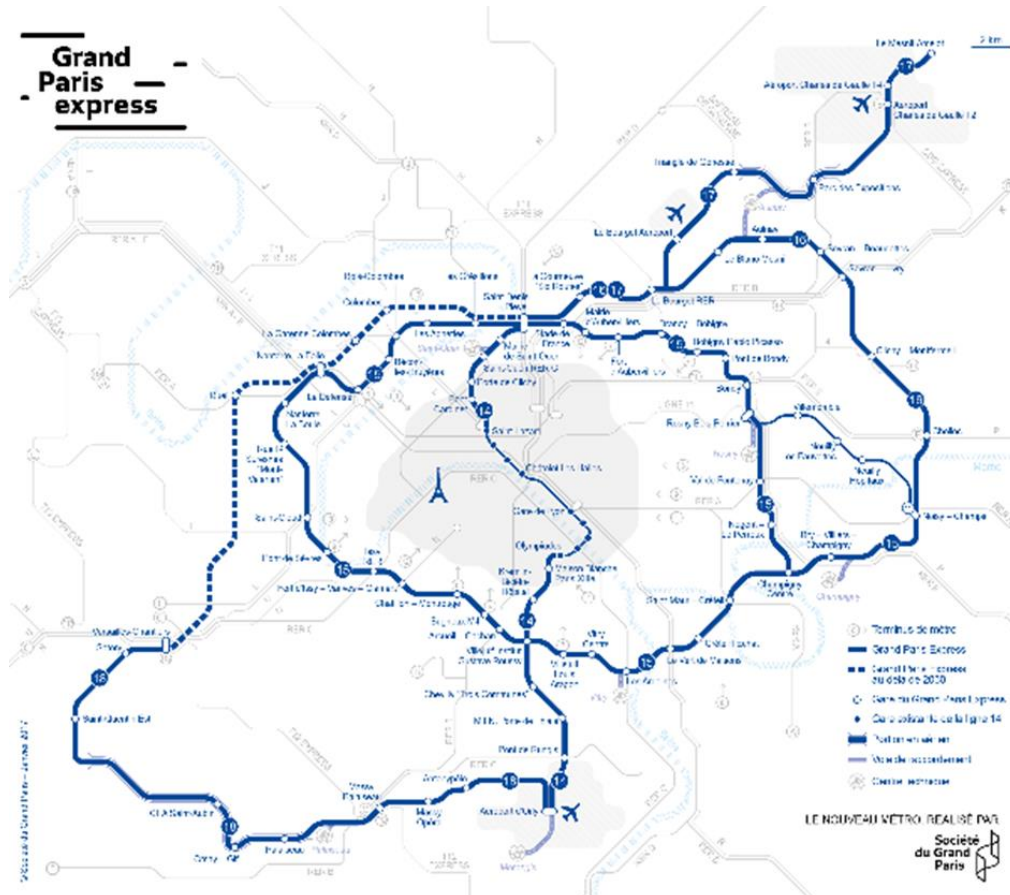
### Objectifs et enjeux du réseau :

- Être au service des citoyens
- Levier du développement de la métropole
- Opportunité de créer de nouveaux liens entre les territoires et les habitants.

### Un projet inédit pour Egis et ses partenaires :

- Ampleur du projet
- Schémas organisationnels complexes
- Solutions techniques innovantes proposées par Egis
- Déploiement de nouveaux process (BIM, exigences, interfaces...) à l'initiative du client ou d'Egis

200 km de lignes, 68 gares, 7 centres techniques



## 3) Le Grand Paris - méthodes

Tunnelier à pression de boue mieux adapté que le tunnelier à pression de terre. Cette pression au front est préalablement calculée par un bureau d'études géotechniques en fonction de la profondeur du tunnel, de la géologie des terrains traversés et du niveau de la nappe phréatique.

Comment fonctionne un tunnelier ? (vidéo de 3min 15sec)

<https://www.youtube.com/watch?v=yH2aGaBpByM>

Pour comprendre le déficit logistique que présente seulement la fabrication, l'amenée, le stockage des voussoirs il faut regarder la petite vidéo qui indique le voyage d'un seul voussoir fabriqué et amené de Rennes vers le chantier d'EOLE OUEST : (vidéo de 1min 36sec)

<https://www.youtube.com/watch?v=PUC1boHVU9k>

### La fonctionnalité des gares souterraines :

Au-delà de 40 m de profondeur le nombre de tronçons des escalators d'accès serait trop grand et le temps de descente ne permettrait pas d'atteindre la surface du quai de la surface des trottoirs à Paris en environ 3 à 4 minutes en sachant que lors des périodes de pointe les trains de certaines lignes de Gd Paris, de la ligne 14 automatique rénovée (prolongée) et surtout d'EOLE RER « E » sera entre 2,5 minutes et 3 minutes maxi. . . . Ils existent des métros bien plus profonds comme par exemple à Moscou ou plusieurs stations atteignent 70 m de profondeur mais .....(temps de voyage en escalators et vitesse des escalators....). Pour mesurer la justesse de ce jugement il suffit de regarder l'intérieur de la future Gare souterraine Maillot :



*Nouvelle gare de la Porte Maillot*

#### 4) Organisation d'évacuation des matériaux excavés

Evaquer les **énormes quantités de matériaux** environ **1178 m<sup>3</sup>/24h** jusqu'à la Seine et ensuite par péniches à grand gabarit vers les excavations existantes des anciennes carrières à ciel ouvert situées en Haute Normandie au Nord-Ouest de la région parisienne, voici un autre challenge.

**780 camions par jour** seraient nécessaires en plein Paris... Ceci provoquerait le blocage de la circulation dans Paris. Il fallait donc trouver une autre solution.

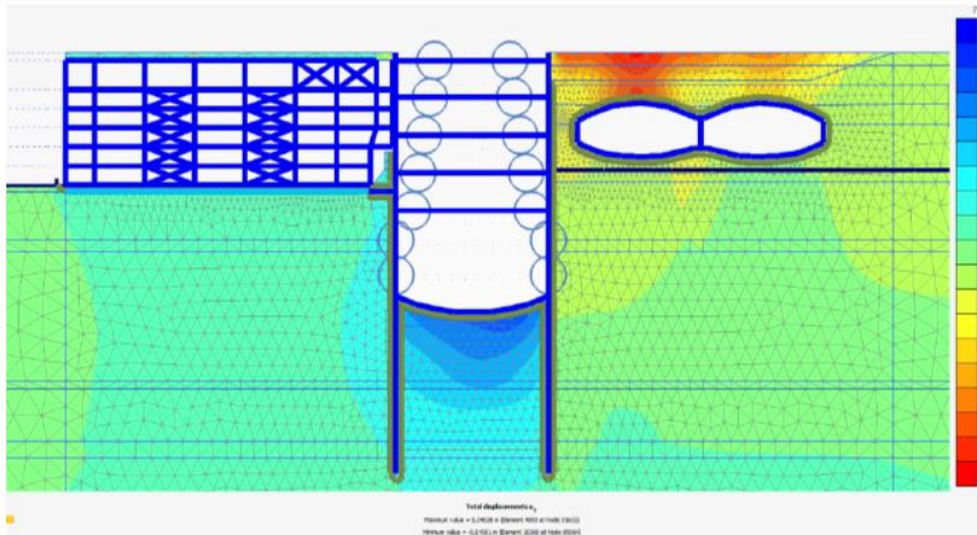
(vidéo de 1min 40sec)

<https://www.youtube.com/watch?v=IRz8BwNV958>

#### 5) Approche en ingénierie géotechnique de la gare souterraine d'interconnexion à la porte Maillot (EOLE Ouest RER « E »)

L'approche d'inter-action sol-structure consiste à établir une relation entre les contraintes et les déformations, qui va avoir lieu lors des phase provisoires et des phases définitives du chantier.

Des calculs de déformations verticales qui sont les plus intéressantes pour le comportement des voûtes du métro lignen°1 (la plus fragile) ont été réalisés en phase d'avant-projet. Il a été constaté selon ces calculs aux éléments finis que la voute gauche de la ligne 1 du métro, encaissera en clef de voute 4 cm de déplacement vertical, ce qui n'est pas admissible. Cette inadmissibilité en déformation demandera un renforcement par des injections de confortement de cette voute très ancienne (année 1900) et une instrumentation laquelle généralement indique des déformations moindres à la déformation calculée (~20% de moins)



**Figure 21 : Déplacements verticaux en fin de phases provisoires.**

S <

Source Gare Maillot d'EOLE- étude AVP d'Egis Géotechnique

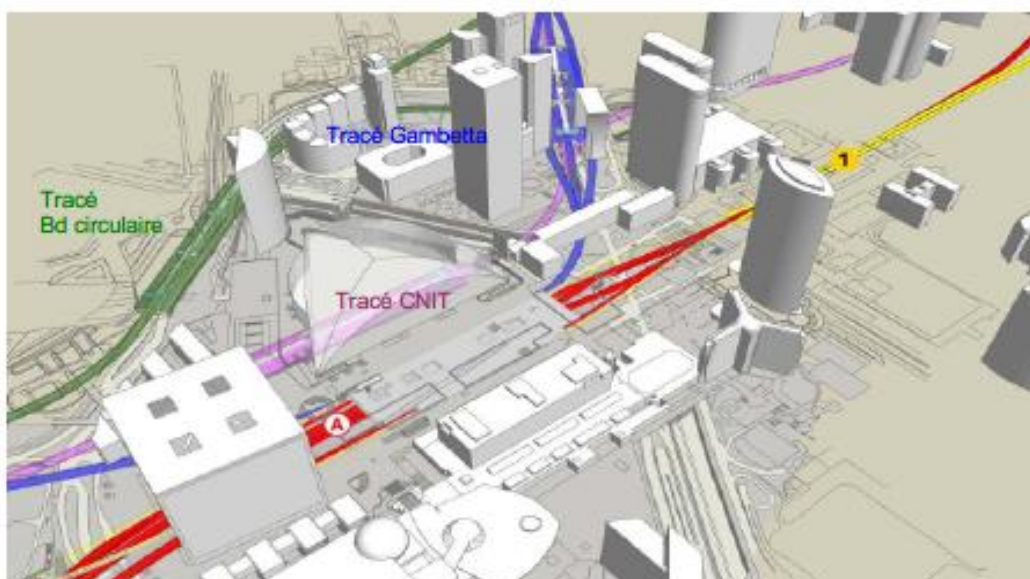
Suite à ces calculs qui ont été réalisés pour plusieurs versions de phasage , les phases de construction critiques et fortement conditionnées par l'interaction sol – structure ont été défini, pour désigner des zones à renforcer.

Mais comment ça se passe lors du chantier ? MAI 2019 -Réalisation de la paroi moulée à ciel ouvert et en même temps de la partie souterraine de la gare pour conserver la circulation sur Rd Point Maillot

(video de 1 min. 59')

<https://www.youtube.com/watch?v=7JHRz9TEnty>

## 6) La gare RER « E »(EOLE Ouest) à la Défense en sous-œuvre sous l'immeuble du CNIT



**Figure 13 : Les trois options de tracés dans le secteur de La Défense**  
Source : SNCF Réseau/SYSTRA



Un travail d'horlogerie de haute précision. Pour ne pas endommager l'immeuble du CNIT pendant l'opération. Les déformations différentielles applicables en pied de poteaux : 1,2 mm/1ml. Un seuil d'alerte a été défini à 0,9 mm ce qui demande un suivi d'instrumentation de haute précision qui contrôlait une enveloppe de déformation inférieure à 2 mm.



Phase finale du chantier « cathédrale souterraine » gare EOLE réalisé en sous-œuvre sous le CNIT

(photo La Defence-92.fr)

Vidéo du déroulement du chantier ( 1min 57sec)

<https://www.youtube.com/watch?v=zLKPI3VwMEo>

## 7) En guise de conclusion

Sans la géotechnique, une discipline multidisciplinaire, ces cruciales réalisations en BTP pour le bien-être de l'homme et sa mobilité n'auraient pas été possibles.



« Il y a toujours une lumière au bout du tunnel ».

Rédacteur : Radoslaw Wisniewski (digital-r, AITPF)