

## Transitions numériques en géologie de l'ingénieur

Séance du 6 octobre 2022

(co-organisation et co-présidence : Anne Bialkowski et Aline Quenez)

**Johan Kasperski (CETU)** : « Observer, analyser, comprendre et modéliser à l'heure du numérique »,

**Marie Brondel et Timothée Jaouen (GINGER)** « La donnée et son cadre juridique »,

**Guillaume Caumon (GeoRessources Nancy)** « Modélisations structurales implicites ou explicites et leurs rôles pour la modélisation rapide de formations géologiques »,

**Thierry Huyghues-Beaufond (SGP)** « Le Grand Paris Express : Au regard de l'ampleur du projet, comment la Société du Grand Paris, a-t-elle, organisé, géré, les données provenant des reconnaissances de sol ? »,

*La réalisation d'ouvrages souterrains nécessite de connaître la géologie et les caractéristiques géotechniques du sous-sol impacté par le projet. Pour répondre à ces besoins, des campagnes de reconnaissance de sol ont été lancées dès mars 2012. Ces campagnes se composent à la fois de travaux de forages sur site et d'essais en laboratoire. Au total, près de 10 000 forages ont fait l'objet de dépouillage et d'essais en laboratoire, tant en phase préliminaire, phase conception que phase travaux.*

*La société du Grand Paris (SGP) a mis en place dès le début du projet, un SIG intranet en mode consultation pour l'ensemble de ses équipes projets, permettant ainsi le partage des données géographiques par les collaborateurs internes de la SGP. Cette solution a été élaboré sur ARCGIS FOR SERVER\* et des applications en FLEX et SQL SERVEUR. Toutefois, il est apparu très rapidement la nécessité pour la SGP de mettre en place un outil complémentaire dédié métier géotechnique répondant à deux préoccupations :*

- *Diffuser aux équipes projets au travers du SIG transversal les données de sondages, dont l'intégralité est stockée sur la GED sous forme de procès-verbaux d'essais de sondage.*
- *Disposer d'un outil de requête et d'analyse des sondages pour offrir une expertise géotechnique aux équipes projets.*
- *Et une plateforme collaborative pour la validation des données ainsi intégrées*

\* ArcGIS Server est le logiciel de système d'information géographique

**Veronique Berche, Karine Mention et Jean-François Gheeraert (CSN)** « Le canal Seine Nord Europe : optimisation de l'utilisation des données de sondages grâce aux SIG et au BIM »,

*Lors des phases d'études du projet du Canal Seine Nord Europe, plus de mille sondages ont été réalisés afin de pouvoir concevoir les ouvrages constituant le canal et de mieux appréhender le modèle géologique et surtout la maquette géotechnique sur l'ensemble du tracé. Pour ce faire, sur les sites SIG, les points de sondages sont visibles, les coupes et photos des sondages carottés peuvent être interrogées. Nous disposons d'un portail SIG et d'une application mobile (version light et mobile des applications du portail). Les campagnes de sondages et les sondages catalogués en carothèque y sont localisés et consultables, à différents degrés de précision. L'url de chaque sondage catalogué en carothèque a été renseignée en tableur, la communication de serveur à serveur a été protégée, ainsi la localisation et l'archivage des informations des carottes d'un sondage sont liés et disponibles sur un unique outil de consultation. Nous sommes en capacité de mettre en consultation des tableurs avec coordonnées ou des calques Au-delà de l'interrogation des sondages en carothèque, un suivi des campagnes est actif, tout comme le suivi foncier nécessaire à l'implantation et même le suivi des dédommagements des exploitants ou propriétaires de parcelles impactées par un sondage.*

*De même, l'ensemble des points de sondage est intégré à notre maquette 3D BIM ce qui permet d'avoir une meilleure approche des terrains traversés et donc une meilleure conception des ouvrages.*

*Suite à l'intégration de chaque point de sondage sur la maquette BIM, les différents niveaux de faciès ont été reliés entre eux pour former des plans et ainsi obtenir, par extrapolation, une représentation des toits des couches géologiques sur l'ensemble du tracé de CSNE (secteur I). Nous pouvons ainsi facilement vérifier par exemple si les pieux des ouvrages d'art sont ancrés dans les couches de terrain indiquées dans les notes de calcul. La maquette permet également de repérer les points singuliers, à surveiller et à travailler de façon plus précise (jonction entre différents systèmes d'étanchéité par exemple).*

**Aurélien Bordenave (BRGM)** « Nouveaux outils numériques (Lidar, photogrammétrie par drone et géophysique) pour l'exploitation des jumeaux numériques d'affleurements. Quelques exemples d'applications »,

*Depuis ces dernières années, de plus en plus d'études géologiques combinent différents types de mesures et d'analyses afin de mieux caractériser les affleurements (Ex : profil électrique, EM, photogrammétrie, hyperspectrale...). Néanmoins, aucun outil numérique ne permettait une utilisation combinée de ces différentes données ainsi que leurs interprétations. Aujourd'hui, nous proposons des outils permettant de visualiser et interpréter facilement un ensemble de données géophysiques (EM, profil électriques) et géologiques (analyses, photo-interprétation) sur des modèles d'affleurements numériques 3D acquis par méthode photogrammétrique. Ainsi, nous proposons la création de jumeaux numériques d'affleurements intégrant l'ensemble des données existantes et permettant une meilleure compréhension des systèmes géologiques associés.*

**Alexandrine Gesret (Ecole des Mines Paris, Université PSL)** « Estimation et propagation des incertitudes en inversion géophysique »,

*L'inversion probabiliste des données géophysiques permet d'estimer de manière fiable les incertitudes des paramètres du sous-sol associées aux incertitudes des mesures. La contrepartie est le temps de calcul important requis par le grand nombre de simulations. L'essor de la puissance de calcul a permis d'envisager l'utilisation des approches probabilistes. Des applications en sismologie seront présentées telles que l'inversion des ondes téléseismiques converties et la tomographie des temps de trajet qui permettent d'obtenir les incertitudes du modèle de vitesse de propagation des ondes. Dans un deuxième temps ces incertitudes sont propagées aux incertitudes de localisation des séismes.*

**Guillaume Caumon (GeoRessources Nancy)** « Association de données éparées (failles et/ou stratigraphie) : nouvelles approches de corrélation et de modélisation des incertitudes »,

**Grégory Bièvre (Université de Grenoble)** : « Apport et gestion des données géophysiques pour l'étude des mouvements de terrain »,

*Les premières applications de méthodes géophysiques à l'étude des mouvements de terrain datent des années 1960/1970. Toutefois, leur utilisation est nettement croissante depuis le début des années 2000. Ceci peut être attribué aux développements informatiques qui permettent de traiter de larges volumes de données, ainsi qu'à la démocratisation de codes de traitements et d'inversions 2D à 4D. L'objectif de cette présentation est d'abord d'illustrer cette utilisation à l'aide de quelques cas d'études qui ont amélioré la connaissance de mouvements de terrain à l'aide de modèles géophysiques 3D. Puis, un point sera fait sur l'utilisation croissante du bruit de fond sismique depuis quelques années. Cette approche permet aussi bien l'imagerie que le suivi temporel avec, toutefois, de très larges volumes de données qui nécessitent des outils de stockage et de traitement adaptés (HPC, IA, etc.).*

**Julie Maury et André Burnol (BRGM)** « Séisme du Teil du 11 novembre 2019 : modélisation numérique du chargement mécanique et de la charge hydraulique »,

*Le séisme du Teil près de Montélimar de magnitude 5 s'est produit à très faible profondeur (environ 1 km) à proximité d'une carrière de calcaire, provoquant une rupture en surface au niveau de la faille de La Rouvière. Une étude menée en décembre 2019 par un groupe de travail de la communauté scientifique française autour du CNRS a conclu que si le séisme est probablement naturel, non induit par une activité humaine, la présence de la carrière toutefois aurait pu être un déclencheur. Nous montrons comment l'intégration de nouvelles données géologiques dans des modèles numériques hydrauliques et mécaniques ont permis d'estimer l'influence des conditions de surface sur la zone en profondeur autour de la source du séisme. Les simulations numériques montrent que l'effet hydraulique dû aux événements pluvieux intenses pendant le mois précédant le séisme est environ 2,5 fois plus important que l'effet cumulé de la libération des contraintes mécaniques due à l'enlèvement de la masse de la carrière au cours des deux derniers siècles. Nous concluons que si le séisme a été déclenché, il est plus probable que le déclencheur soit la pluie que la carrière.*

**Jean-David Vernhes (UniLaSalle)** « Modélisation et transition numérique en géologie de l'ingénieur, quelques réflexions d'un enseignant »,

« Cette présentation s'intéresse à quelques enjeux et aléas de la transition numérique en géologie de l'ingénieur eu égard à la formation des étudiants ».