

DISCUSSION SUR LE TRANSFERT DES DONNEES GEOTECHNIQUES EN FRANCE

DISCUSSION ON THE TRANSFER OF GEOTECHNICAL DATA IN FRANCE

Tomasz DAKTERA¹, Lucas JANODET¹

¹ SoilCloud SAS, Le Mesnil-le-Roi, France

RÉSUMÉ – Le transfert des données géotechniques est un point clef de la maîtrise technique et économique d'un projet. Les auteurs présentent l'état de l'art dans ce domaine en France, Pologne et Grande-Bretagne en précisant les avantages et les inconvénients. Les auteurs préconisent également l'utilisation des nouvelles technologies internet pour la gestion des données géotechniques.

ABSTRACT – The transfer of geotechnical data is a key point of the technical and financial management of a project. The authors present the state of art in this domain in France, Poland and Great Britain precising the advantages and the drawbacks. The authors also recommend the use of advanced web technologies for managing geotechnical data.

1. Introduction

Les données géotechniques consistent en des données numériques affichées sous forme de courbe ou de tableaux. Pour des grands projets d'infrastructure le volume de données est conséquent et difficilement exploitable sans l'utilisation de logiciels ou tableurs (feuilles Excel) spécialement conçus. La finalité de l'utilisation de ces outils est de permettre à l'ingénieur géotechnicien de définir son modèle géotechnique servant de base aux calculs des ouvrages géotechniques. La manière dont les données géotechniques sont transmises aux différents intervenants du projet est souvent sous forme de rapport au format PDF à partir duquel il est difficile, voire impossible dans le cas de fichiers volontairement verrouillés, d'extraire les données et donc d'alimenter les logiciels de traitement de données. Dans le cadre de grands projets d'infrastructure, les rapports géotechniques peuvent atteindre plusieurs centaines de pages. Ces rapports peuvent donc être considérés comme des archives à l'usage des maîtres d'ouvrage, et non pas un support de travail viable pour les ingénieurs géotechniciens impliqués dans le projet.

L'objet de cet article est de réaliser un état de l'art sur les méthodes d'échanges de données géotechniques en Europe et de proposer des axes d'améliorations sur la manière dont ces données sont échangées.

2. Utilité des données géotechniques en format numérique et notion d'interopérabilité

Une donnée en format numérique est une donnée stockée dans un fichier informatique et accessible directement dans un tableur ou logiciel sans opération de saisie manuelle préalable. Les données reportées dans un fichier de format PDF ne sont pas considérées en format numérique, car ce type de format n'est pas lisible, sans opération manuelle intermédiaire, par d'autres logiciels.

Dans le cadre de son étude, un ingénieur géotechnicien se base sur des données obtenues à partir d'essais in-situ et de laboratoire. Le volume de données à traiter dépend de la taille du projet. La manipulation des données non-numériques apporte deux principaux désavantages. Le premier est de l'ordre économique. En effet, le temps que passe

l'ingénieur à traiter les données non-numériques (opérations de saisie manuelle, opérations de copier-coller) est du temps qu'il ne passe pas à optimiser le projet. Le deuxième désavantage, et non des moindres, est de l'ordre de la gestion du risque géotechnique. En effet, à partir de données non-numériques l'ingénieur a plus de difficultés à évaluer l'aléa géotechnique.

A contrario, grâce à l'utilisation de fichiers numériques, associée à des logiciels adaptés, l'ingénieur peut visualiser immédiatement et pleinement le contexte géotechnique de son projet. De plus, l'utilisation de fichiers numériques permet la transmission complète des données et non pas seulement les conclusions du dépouillement. A titre d'exemple, nous pouvons citer l'essai pressiométrique, largement utilisé en France, dont les données transmises en format non-numérique se limitent, dans la quasi-majorité des projets, aux seules valeurs du module pressiométrique (E_M), de la pression de fluage nette (p_{fM}^*) et de la pression limite nette (p_{LM}^*). Les courbes pression-volume brutes et corrigées sont rarement transmises rendant impossible l'appréciation du contexte géotechnique dans lequel les données E_M , p_{fM}^* et p_{LM}^* ont été obtenues. Cela est d'autant plus préjudiciable que ces grandeurs sont la base du dimensionnement des ouvrages géotechniques en France, en application des normes NF P 94-261 (fondations superficielles), NF P 94-262 (fondations profondes), NF P 94-282 (écran de soutènement), entre autres.

Cependant, la transmission de données en format numérique n'est pas, à elle seule, un gage de meilleure maîtrise. En effet, bien que les données soient lisibles immédiatement par des logiciels, il est important que ces logiciels soient en mesure de « comprendre » quelles sont les données qu'ils sont en train de lire. Cette compréhension se fait grâce à l'utilisation de format de fichiers normés permettant, non seulement la transmission des valeurs numériques, mais également toutes les informations relatives à cette valeur numérique : type de données, unité, relation avec d'autres données. Cette notion de transmission normée de données entre différents logiciels porte le nom d'interopérabilité. À titre d'exemple, nous pouvons citer le format dxf, dédié au dessin, qui est normé et donc lisible par les logiciels de dessin tel qu'Autocad édité par Autodesk.

Ainsi, l'utilisation de fichiers numériques normés permet un échange et une exploitation immédiate des données géotechniques.

3. Etat de l'art sur la transmission des données géotechniques

Ce paragraphe décrit l'état de l'art actuel dont les ingénieurs géotechniciens, transmettent les données géotechniques dans trois pays d'Europe : la France, la Pologne et la Grande-Bretagne. Les avantages et les inconvénients de chaque méthode de transfert sont présentés pour chacun des trois pays.

3.1. Le transfert des données géotechniques en France

Il n'existe pas en France d'obligation de transmission de données en format numérique. La norme NF P 94-500 : Missions d'ingénierie géotechnique précise l'enchaînement des missions géotechniques. Cette norme impose seulement la transmission d'un rapport d'ingénierie indissociable mais sans en préciser le format. Ainsi, la transmission des données géotechniques en France se fait à l'aide de rapports en format papier et/ou PDF ce qui engendre les défauts évoqués précédemment dans cet article. La figure 1 ci-après symbolise le principe d'échanges de données géotechniques en France :

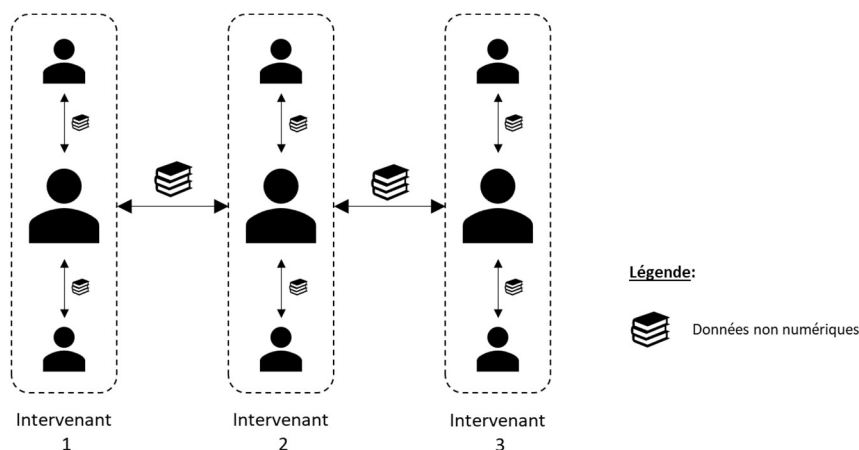


Figure 1. Principe d'échanges de données géotechniques en France

3.2. Le transfert des données géotechniques en Pologne

Les rapports géotechniques en Pologne sont gérés par l'arrêté ministériel 463 du 25 avril 2012. Cet arrêté ministériel fait référence aux Parties 1 et 2 de l'Eurocode 7. Le *Państwowy Instytut Geologiczny*, institut géologique polonais, a édité un guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et d'œuvre, *Wytyczne badań podłoża budowlanego na potrzeby budownictwa drogowego*, indiquant le contenu des campagnes de reconnaissance de sol. Ce guide évoque également les problématiques de transfert et de stockage des données. Cependant, dans la pratique, l'utilisation de ce guide est jugée trop complexe et finalement, les recommandations concernant le transfert des données numériques ne sont pas suivies.

Il est important de noter que selon le pays, les investigations géotechniques s'appuient sur différents essais géotechniques ce qui a un impact sur le transfert des données. En Pologne, les essais réalisés sur des projets d'infrastructure sont principalement des CPT (Cone Penetration Test) et des essais de laboratoire. Pour les CPT, leur interprétation est quasiment impossible sans un transfert préalable des données en format numérique. Ainsi, les données CPT sont souvent annexées, en format numérique csv (comma separated values) aux rapports d'ingénierie géotechnique. Ce transfert de données ne s'applique qu'aux seuls essais CPT, les autres données étant transmises directement sous format non-numérique dans le rapport PDF d'ingénierie.

La transmission des données CPT en format numérique n'est donc pas motivée par une volonté de maîtrise du projet géotechnique, mais par le bon sens pratique. Ce bon sens pratique apporte, malgré tout, l'avantage de disposer de données en format numérique mais a le désavantage de délaissé le transfert numérique des autres données géotechniques du projet, en particulier les essais de laboratoire ou les coordonnées des points de sondages.

3.3. Le transfert des données géotechniques en Grande-Bretagne

En Grande-Bretagne, le contenu des missions d'ingénierie géotechnique est défini dans le BS5930, the code of practice for site investigations. Le chapitre 62 de cette norme précise *"The data generated from the ground investigation should be put into a format which allows data communication between all parties and data manipulation at various stages throughout the life of the works"*. En NOTE 2, du même chapitre 62, il est mentionné le format AGS. Ainsi, bien que recommandé, aucun transfert de données en format numérique est imposé.

Cependant, l'expérience acquise sur des grands projets d'infrastructure en Grande-Bretagne des auteurs de cette publication montrent que les données géotechniques sont couramment transférées par le biais des fichiers au format ags. Ce format, rédigé et travaillé depuis la fin des années 1990 par *l'Association of Geotechnical & Geoenvironmental Specialists* a été conçu pour répondre à la problématique de transmission normée des données géotechniques dans le but de réduction du risque géotechnique. Un fichier au format ags est un fichier texte contenant uniquement des caractères de type ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Le fichier ags contient toutes les données numériques du projet structurées autour d'en-têtes définis dans la norme. En particulier, le fichier ags contient les informations de localisation des sondages (latitude, longitude, altitude), les dates de réalisation, les descriptions lithologiques, les résultats bruts des d'essais réalisés, les références des échantillons prélevés, etc.

L'utilisation des fichiers ags permet un échange immédiat des données géotechniques entre les différents acteurs d'un projet ce qui est un vrai avantage. Cependant, à chaque mise à jour du projet, dans le cas d'une campagne complémentaire par exemple, la transmission d'un nouveau fichier ags est nécessaire. Cela nécessite donc une discipline de l'ensemble des acteurs du projet pour que chaque ingénieur géotechnicien ait accès aux nouvelles données, ce qui représente le principal défaut de l'utilisation des fichiers ags. De plus, l'utilisation de ces fichiers se limite souvent à la durée du projet. Ainsi, une fois le projet terminé, ces fichiers sont « oubliés » car les logiciels actuels ne permettent pas un stockage et une visualisation centralisée. Au fil des années, cela représente une perte de valeur pour l'ensemble des acteurs des projets géotechniques.

4. Utilités et avantages d'un système de gestion de données géotechniques centralisé et collaboratif

Comme nous l'avons vu, l'utilisation de fichiers interopérables, tel que le ags, apporte une meilleure maîtrise des données géotechniques, mais a, cependant, le défaut de nécessiter une discipline de chacun des intervenants dans la transmission de ces fichiers. Ainsi, une solution centralisée, à l'échelle d'un projet est plus pertinente. Les technologies de la science de l'information permettent, aujourd'hui, de disposer des outils permettant un échange centralisé de données. Internet est un moyen moderne d'échanger, stocker et visualiser les données géotechniques, à condition d'avoir des applications spécialement conçues. La technologie internet permet un travail collaboratif. Ainsi, dès qu'un intervenant ajoute ou modifie des données d'un projet, l'ensemble des autres intervenants y ont accès immédiatement. L'effort de discipline évoqué précédemment est donc réduit à néant. La figure 2 ci-après symbolise le principe d'échanges de données géotechnique à l'aide d'un système internet centralisé et collaboratif.

Les technologies web permettent également une centralisation des données grâce à l'utilisation d'un système de base de données. Ainsi, les données restent accessibles dans la durée. La perte de valeur évoquée précédemment est donc également réduite.

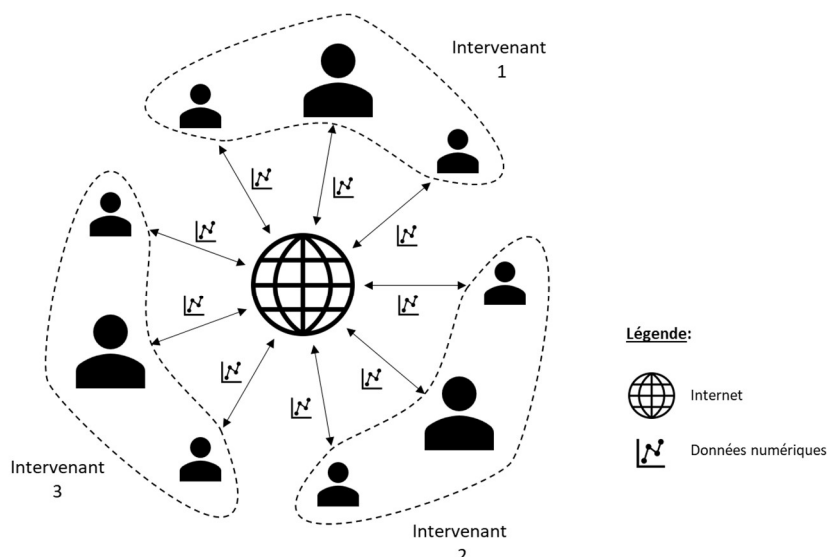


Figure 2. Principe d'échanges de données géotechniques à l'aide d'un système collaboratif et centralisé

À terme, l'utilisation d'un système de gestion de données centralisé permettra la collection d'un volume important de données. Cette collection est fondamentale pour des applications telles que l'intelligence artificielle ou le machine learning. Les technologies internet utilisent couramment des bases de données relationnelles pour stocker les données. Une telle architecture permet une structuration de la donnée et une exploitation plus aisée de celle-ci. Par une architecture relationnelle, la dépendance entre les données est également assurée. Ainsi, un essai géotechnique est structurellement rattaché à un sondage rendant la méthode de stockage plus robuste et en accord avec la logique d'un ingénieur géotechnicien. La figure 3 ci-après donne l'exemple d'un système de gestion de données centralisé et collaboratif. On y voit les implantations des sondages (à gauche) et la liste des essais rattachés à un sondage en particulier (à droite).



Figure 3. Exemple de vue d'un système de gestion de données géotechniques centralisé et collaboratif (Application SoilCloud)

5. Conclusions

L'échange des données géotechniques est fondamental pour la maîtrise économique et technique d'un projet. Bien qu'aucun des pays étudiés ne l'impose réglementairement, un échange en format numérique des données géotechniques améliore la qualité de l'ingénierie et réduit le risque géotechnique. Un système de gestion de données centralisé et collaboratif, comme le permet les technologies internet, est le meilleur moyen actuel pour maîtriser les enjeux liés aux données géotechniques.

6. Références bibliographiques

- Association of Geotechnical & Geoenvironmental Specialists (2020). Electronic Transfer of Geotechnical and Geoenvironmental Data.
- BS 5930. Code of practice for ground investigations.
- NF EN 1997-1. Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales.
- NF EN 1997-2. Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 2 : Reconnaissance des terrains et essais.
- NF P 94-500. Missions d'ingénierie géotechnique.
- NF P 94-261. Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles.
- NF P 94-262. Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations profondes.
- NF P 94-282. Calcul géotechnique - Ouvrages de soutènement – Écrans.
- Panstwowy Instytut Geologiczny (2019). Wytoczne badań podłoża budowlanego na potrzeby budownictwa drogowego.