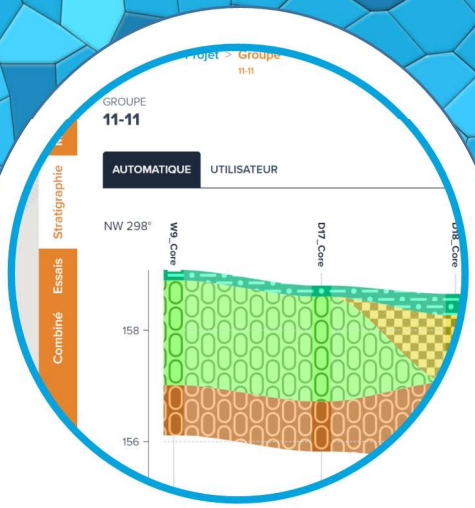
SoilCloud




# Application SoilCloud

## Transition numérique de la géotechnique

SOLSCOPE 2021
Échangeons, creusons l'avenir

# Trophée de l'innovation

Catégorie : Procédé ou produit de l'année

Projet porté par :

**Lucas Janodet**
Co-fondateur de SoilCloud
SoilCloud – 67 rue de la Procession – 78600 Le Mesnil-le-Roi
lucas.janodet@soilcloud.fr
06.50.29.47.79

# Table des Matières

*1. Résumé ..... 4*

*2. Présentation de la problématique ..... 5*

**2.1 Le problème ..... 5**

**2.2 Les systèmes existants ..... 5**

2.2.1 Stockage sur disque réseau ..... 5

2.2.2 Stockage sur SIG classique ..... 5

*3. Présentation du l'outil SoilCloud ..... 6*

**3.1 L'outil SoilCloud ..... 6**

3.1.1 Fonctionnalités principales ..... 6

3.1.2 Un système ancré dans son temps ..... 11

**3.2 Caractère innovant ..... 13**

3.2.1 Le progrès technologique ..... 13

3.2.2 Le gain de temps ..... 14

3.2.3 Le gain de fiabilité ..... 14

**3.3 Marché cible ..... 15**

*4. Retours d'expérience ..... 16*

**4.1 Présentation du projet C3 – Auckland Nouvelle-Zélande ..... 16**

**4.2 Présentation de l'utilisation chez Fondasol ..... 19**

**4.3 Présentation de l'utilisation chez Colas Projects ..... 19**

*5. L'entreprise SoilCloud ..... 21*

**5.1 Description de l'entreprise ..... 21**

**5.2 Rôle du candidat ..... 21**

# Liste des figures

Figure 1: Géoréférencement des sondages ..... 7
Figure 2: Edition de profils en long ..... 7
Figure 3: Dépouillement complet de l'essai pressiométrique ..... 8
Figure 4: Dépouillement de l'essai CPT ..... 8
Figure 5: Définition de règles de corrélation ..... 9
Figure 6: Affichage de données filtrées, essais, profondeurs sols ..... 9
Figure 7: Carte de risque géotechnique ..... 10
Figure 8: Interpolations et modèles 3D ..... 10
Figure 9: Schéma de principe de communication par API ..... 11
Figure 10: Exemple de recherche de zone de sismicité ..... 12
Figure 11: Exemple d'export 3D des sondages et stratigraphie sous Autocad ..... 13
Figure 12: Workflow géotechnique sans SoilCloud ..... 14
Figure 13: Workflow géotechnique avec SoilCloud ..... 14
Figure 14: Exemple de mise en valeur d'une zone à faible caractéristiques mécaniques ..... 15
Figure 15: Affichage des données suivant les standards géotechniques ..... 16
Figure 16: Définition de la règle de la loi de corrélation s' t' pour le substratum d'Auckland 17

# 1. Résumé

SoilCloud est une start-up créée début 2019 par une équipe d'ingénieurs géotechniciens dont mettant à disposition les outils nécessaires à la **transition numérique des métiers de la géotechnique**. Dans ce cadre, l'application Web SoilCloud a été développée. Le choix de la technologie Web est innovant car, à ce jour, aucun système dédié à la géotechnique s'appuie sur les technologies web, technologies pourtant largement utilisées dans nos milieux professionnels et personnels.

Aujourd'hui, plus de 35000 sondages et leurs essais sont intégrés dans la l'application avec une progression d'environ 500 nouveaux sondages par jour. L'application SoilCloud se démarque des systèmes existants car elle permet d'enregistrer les données directement en format numérique (et non pas seulement en fichiers PDF) dans une base de données pour une exploitation instantanée (statistique de masse, corrélation entre grandeurs, …)

L'application SoilCloud s'intègre parfaitement dans une logique d'interopérabilité, valeur qui tend à se généraliser sous l'impulsion des projets BIM.

L'application Web SoilCloud permet à l'ingénieur géotechnicien un gain conséquent de temps grâce à une ergonomie spécialement conçue. Mais c'est à l'échelle de l'entreprise que le potentiel de l'application SoilCloud prend tout son sens. En effet, au fil du temps, une base de données géotechniques géoréférencées est construite permettant une création de valeur importante pour l'entreprise détentrice de ces données.

Les retours d'expériences d'acteurs majeurs de la géotechnique, tant en France qu'à l'étranger, valident la sensibilité du marché à la solution SoilCloud.

**L'application SoilCloud s'inscrit dans un processus profond de transition numérique de la géotechnique et s'adresse à l'ensemble des acteurs de la profession.**

# 2. Présentation de la problématique

## 2.1 Le problème

L'ingénierie géotechnique produit un nombre important de données, tels que les descriptions lithologiques, les résultats d'essais in-situ (pressiomètre, CPT, …) ou de laboratoire (essais d'identifications, essais mécaniques). En l'absence d'un système spécialement adapté, ces données ne sont pas ou mal stockées. Les conséquences de cette lacune sont :

- Perte de la connaissance d'un site : les résultats des sondages réalisés sur une zone géographiques ne sont pas exploités pour les projets futurs.
- Perte de valeur : Les données, de toute nature, sont pour une entreprise une valeur. Sans outil adapté, les données ne sont pas valorisées.

## 2.2 Les systèmes existants

Aujourd'hui, les entreprises les plus sensibles à la problématique de valorisation de leurs données utilisent deux principaux types de stockage.

### 2.2.1 Stockage sur disque réseau

Le stockage sur un disque réseau permet à l'ensemble des employés d'une entreprise d'avoir accès aux archives de l'entreprise. Cependant, ce système de stockage a les défauts suivants :

- Recherche fastidieuse : souvent, les affaires sont stockées par années et par région. Ainsi, il est difficile de retrouver facilement et rapidement l'ensemble des données sur un secteur précis.
- Stockage sous forme de rapport PDF : Les données sont stockées sous forme de fichiers PDF. Ainsi, l'accès aux données numériques (valeurs Em, $P_{LM}$*, $q_c$, …) doit faire l'objet d'une ressaisie chronophage.
- Impossibilité d'en extraire des données à des fins d'études synthétiques et statistiques.

### 2.2.2 Stockage sur SIG classique

Le stockage sur un Système d'Information Géographique classique, tel Google Map, permet d'avoir accès directement aux projets. Cependant, ces systèmes ne sont pas adaptés à la géotechnique et le stockage se limite donc qu'aux seuls fichiers PDF avec les mêmes défauts que ceux mentionnés au chapitre précédent.

# 3. Présentation du l'outil SoilCloud

## 3.1 L'outil SoilCloud

### 3.1.1 Fonctionnalités principales

SoilCloud est un application Web dédiée à la géotechnique. Le choix d'un environnement Web permet à SoilCloud de se positionner comme vecteur de transition numérique en géotechnique. L'application utilise les dernières technologies web. SoilCloud a pour objectif de simplifier le travail de l'ingénieur géotechnicien en supprimant au maximum les tâches chronophages et sans valeur ajoutée telles que :

- **Recherche documentaire** : SoilCloud rassemble toutes les sources d'informations au même endroit (données de l'entreprise, portail Georisques, cartes géologiques et de risques du BRGM, …).
- **Gestion de fichiers** : SoilCloud permet la lecture des principaux fichiers de données et les convertit en données structurées autour d'une base de données robuste et adaptée à la géotechnique.
- **Dépouillement des essais géotechniques** : SoilCloud permet le dépouillement des principaux essais géotechniques in-situ (dépouillement complet de l'essai pressiométrique) et de laboratoire.
- **Etablissement de graphiques et tableaux synthétiques et statistiques** : SoilCloud permet l'édition de graphiques et statistiques de manière automatique pour une exploitation aisée par l'ingénieur géotechnicien.
- **Etablissement de rapports factuels** : Le temps perdu à rassembler tous les résultats factuels d'un projet devient inexistant car SoilCloud permet d'éditer automatiquement un rapport factuel (page de garde, sommaire, coupes de forages, ….).
- **Interopérabilité** : SoilCloud permet de communiquer avec d'autres logiciels et système via des protocoles de communication API.

Les images suivantes illustrent les différentes fonctionnalités de l'application Web SoilCloud :

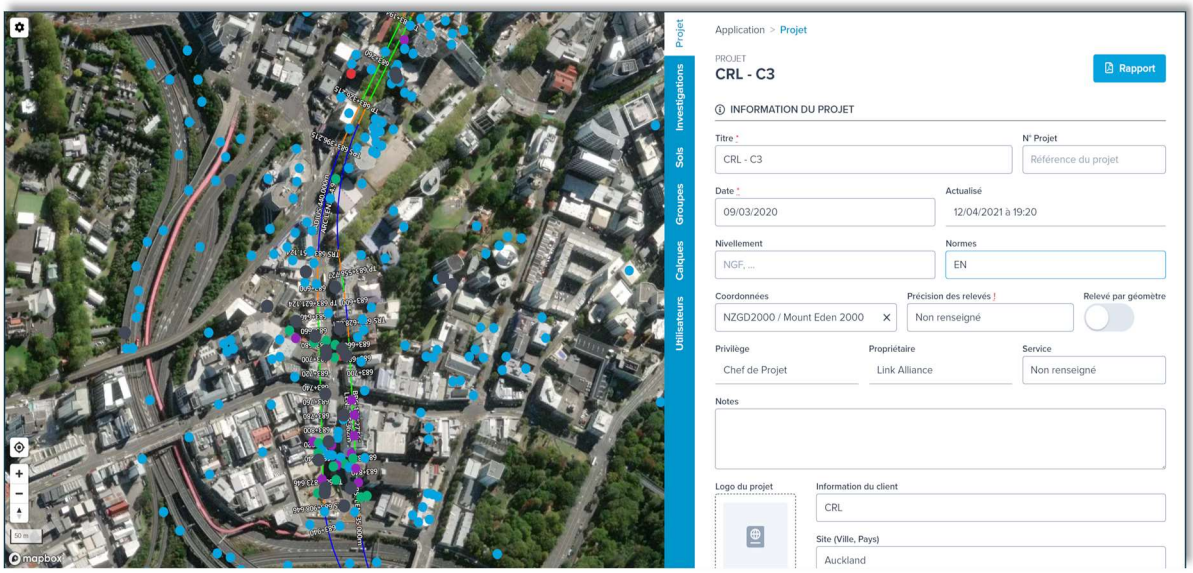



*Figure 1: Géoréférencement des sondages*

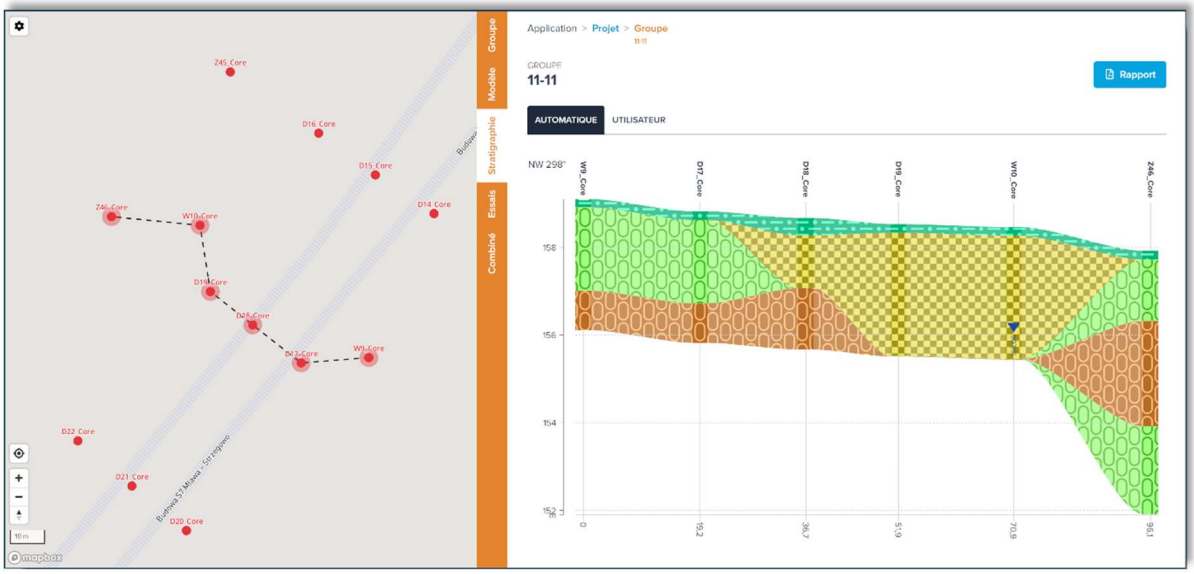



*Figure 2: Edition de profils en long*

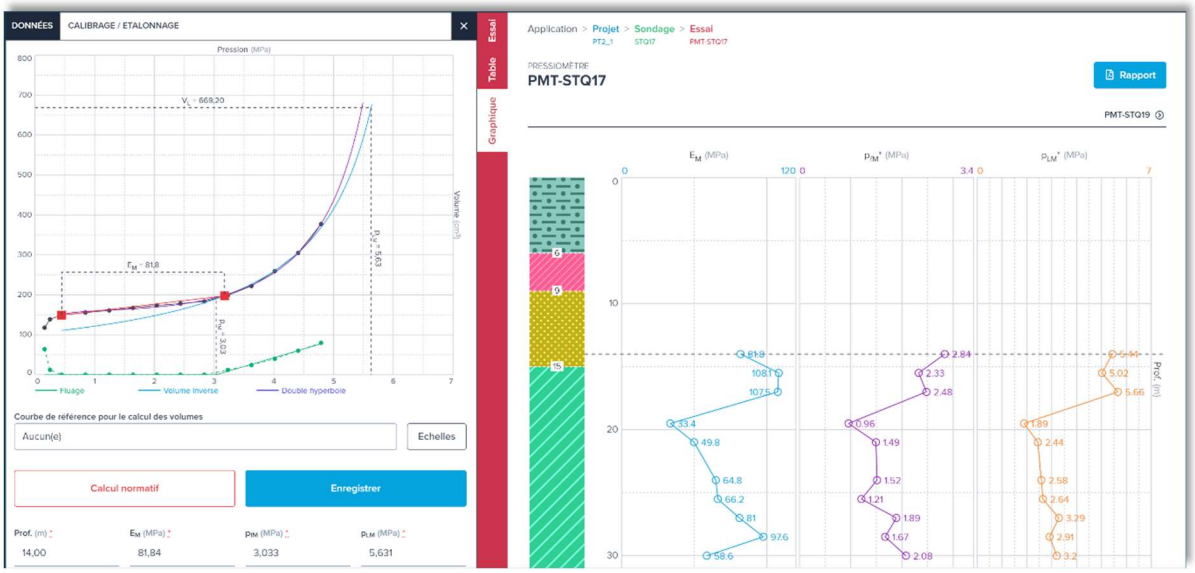



*Figure 3: Dépouillement complet de l'essai pressiométrique*

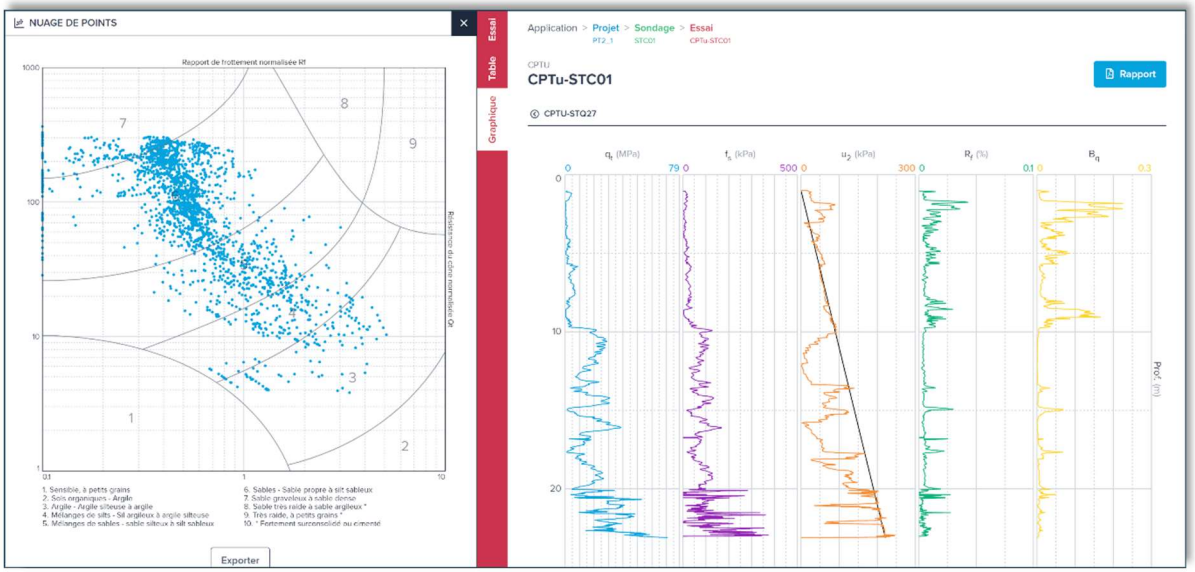



*Figure 4: Dépouillement de l'essai CPT*

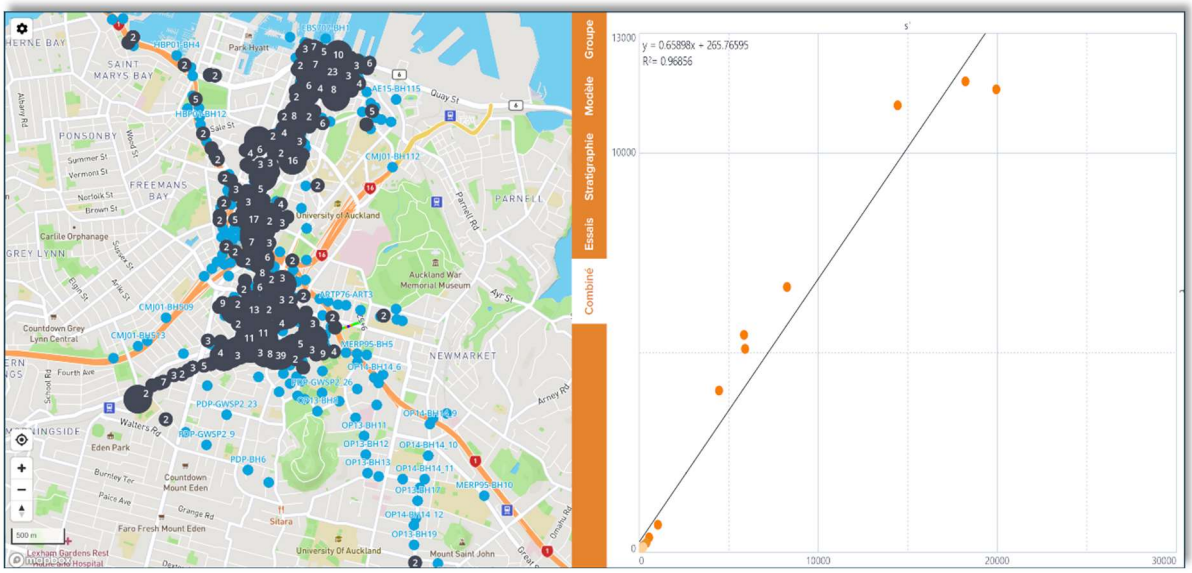



*Figure 5: Définition de règles de corrélation*

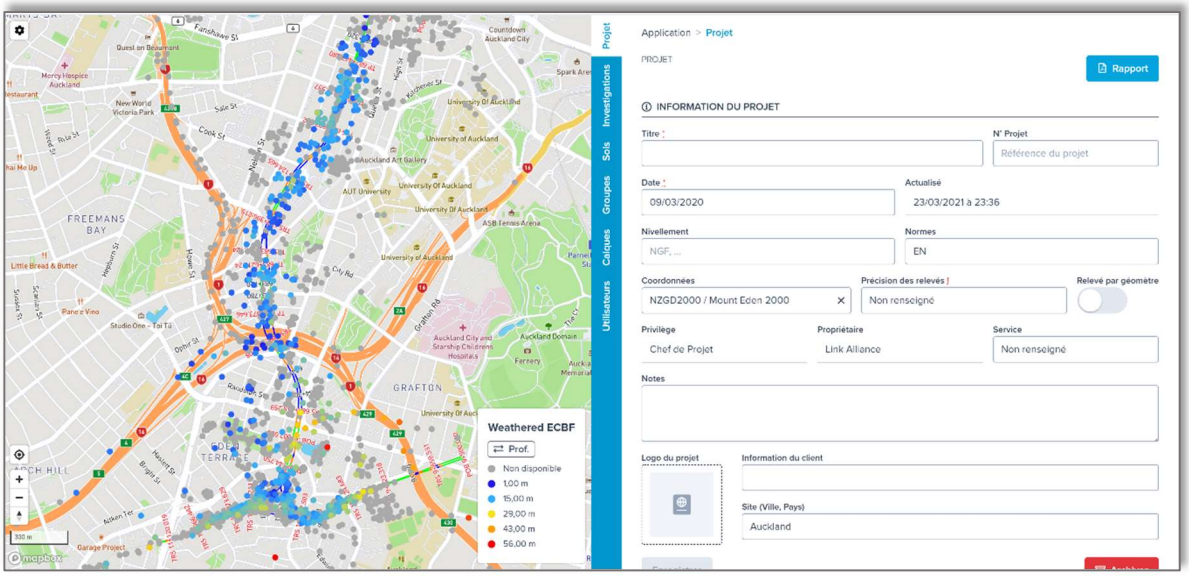



*Figure 6: Affichage de données filtrées, essais, profondeurs sols*

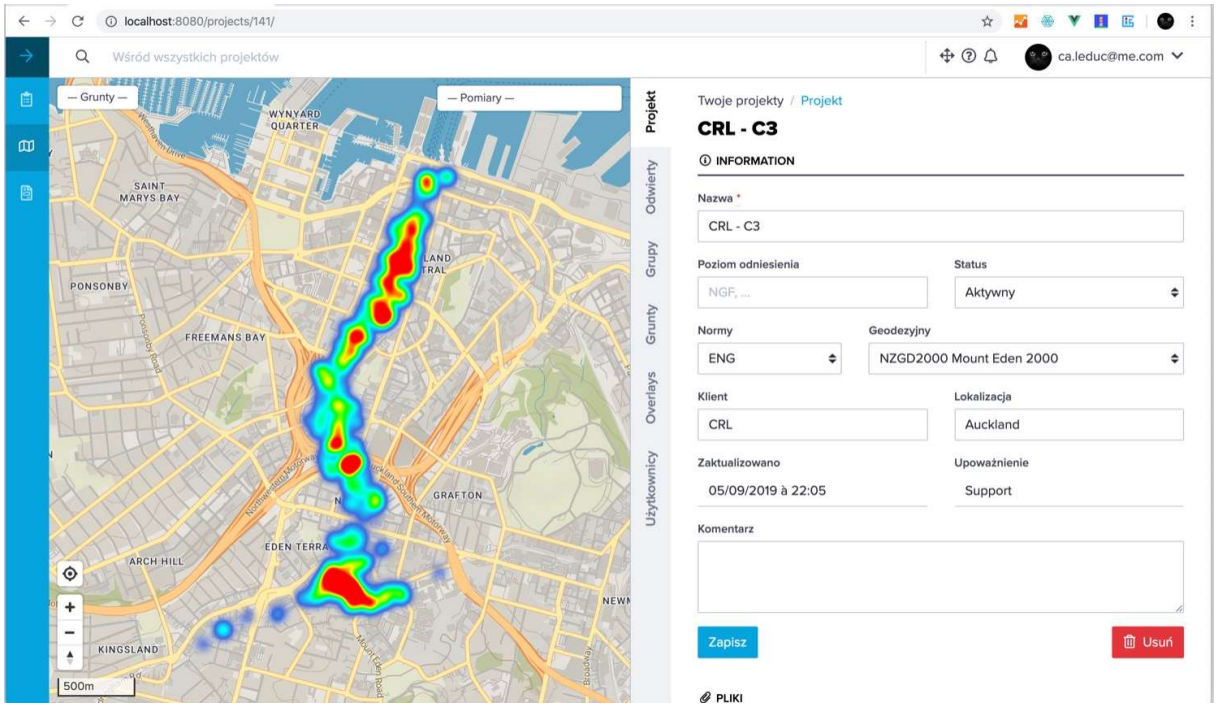



*Figure 7: Carte de risque géotechnique*

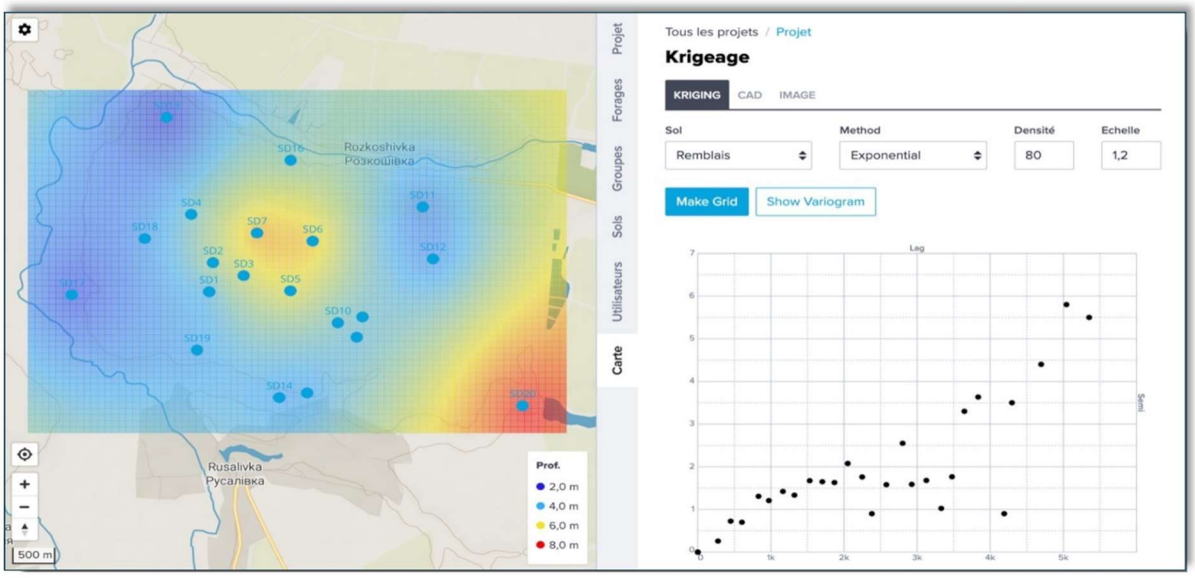



*Figure 8: Interpolations et modèles 3D*

### 3.1.2 Un système ancré dans son temps

Le fonctionnement par API (Application Programming Interface) permet à l'application SoilCloud de communiquer avec des logiciels ou services tiers à l'aide d'un protocole GET et/ou POST. Ce principe illustré ci-dessous, permet à l'application SoilCloud d'obtenir ou d'envoyer des données depuis ou sur des services tiers.

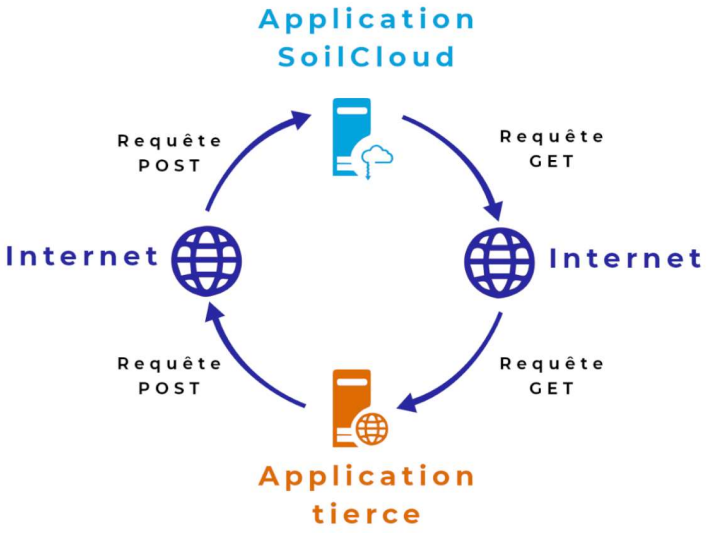



*Figure 9: Schéma de principe de communication par API*

SoilCloud est, par exemple, connecté au service Georisques (requête GET) qui permet d'afficher les risques naturels et industrielles sur une zone spécifique. L'image ci-après illustre l'affichage de la zone de sismicité d'un site donné :

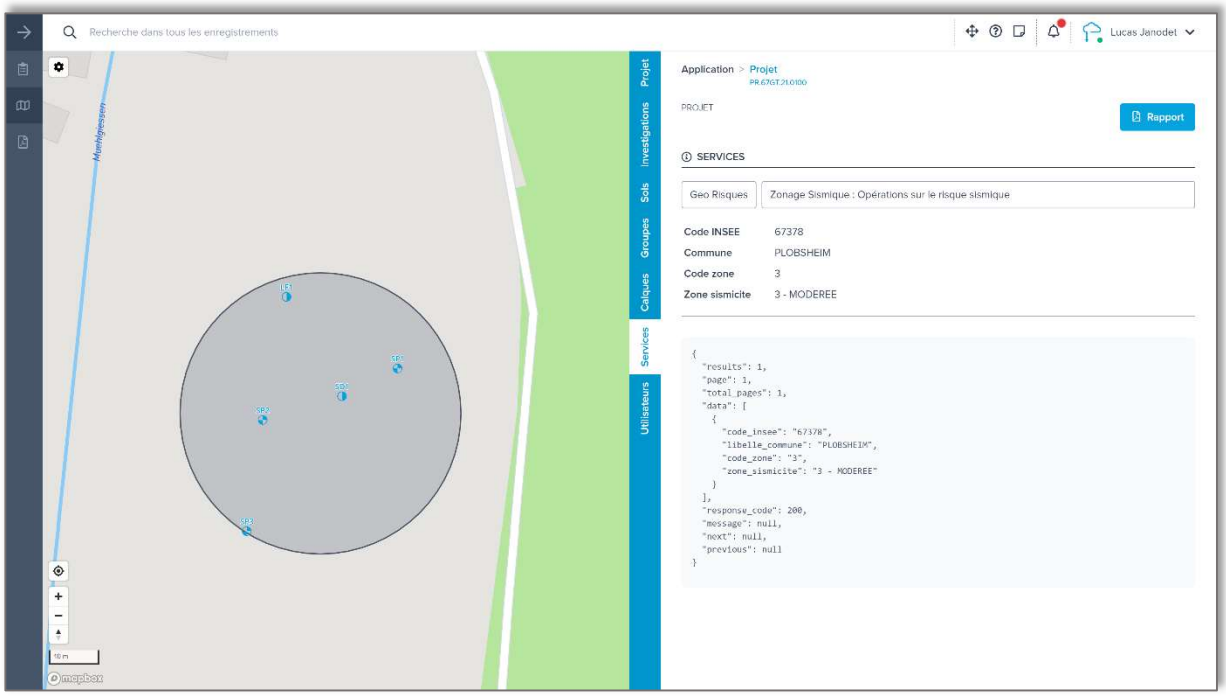



*Figure 10: Exemple de recherche de zone de sismicité*

Les données construites sur SoilCloud peuvent également être exportées (requête POST) sur des systèmes tiers. Ainsi, les sondages et stratigraphies peuvent être affichés sur le logiciel Mensura édité par l'entreprise Geomensura.

L'application SoilCloud est également interopérable. **L'interopérabilité, valeur essentielle de l'entreprise SoilCloud, est la possibilité d'un logiciel de pouvoir communiquer avec un autre via des protocoles et/ou fichiers normés**. Les principaux logiciels utilisés en géotechniques ne sont pas interopérables. Ainsi, il est difficile d'exporter un jeu de données vers un autre logiciel. Au contraire, SoilCloud est interopérable. Les données et graphiques sont systématiquement exportables en fichiers ags, csv, dxf (Autocad), geojson ou Excel.

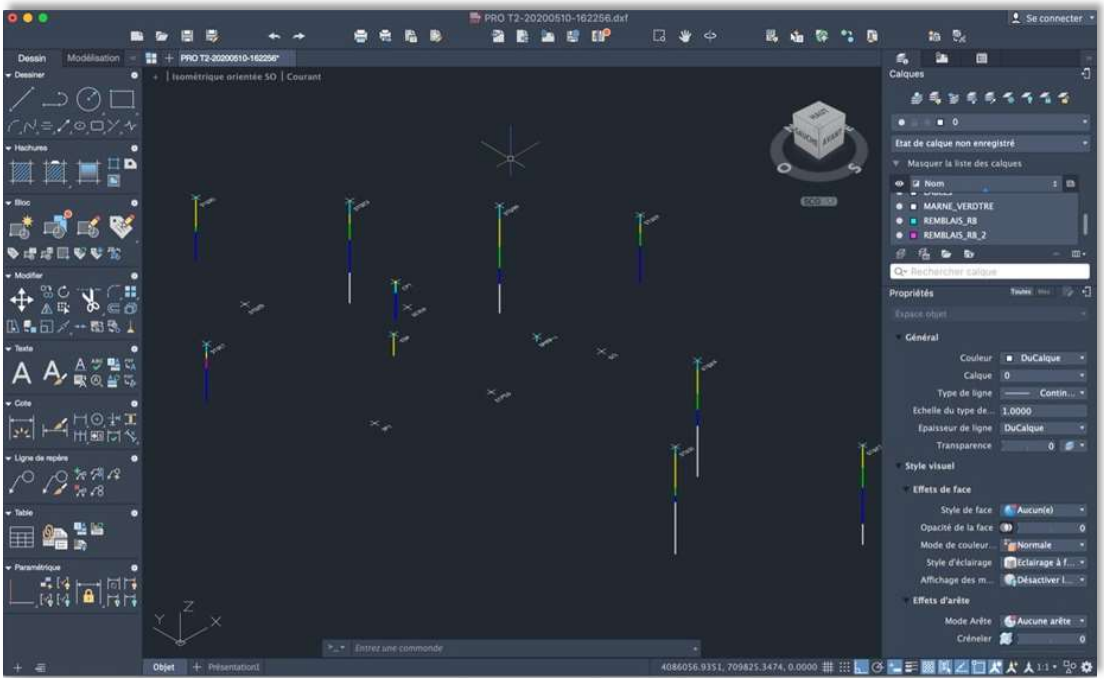


*Figure 11: Exemple d'export 3D des sondages et stratigraphie sous Autocad*

**Ce principe d'interopérabilité est fondamental, en particulier dans un contexte de généralisation des projets BIM (Building Information Modeling).**

## 3.2 Caractère innovant

### 3.2.1 Le progrès technologique

La technologie Web apporte des fonctionnalités qui lui sont propres telles que le travail collaboratif, l'accès, l'ergonomie… C'est pour ces raisons que cette technologie est largement utilisée dans nos vies professionnelles et personnelles. Le secteur de la géotechnique est un secteur très spécialisé et il était normal que celui-ci ne dispose pas encore de sa solution Web. En effet, le développement d'un outil tel que SoilCloud nécessitait une équipe pluridisciplinaire composée de développeurs web et d'ingénieurs géotechniciens.

L'application SoilCloud permet d'apporter au secteur de la géotechnique la modernité que lui faisait défaut dans le secteur du numérique. Au-delà des fonctionnalités dédiées, **SoilCloud permet d'enclencher la transition numérique des entreprises clientes et plus largement de la géotechnique**.

### 3.2.2 Le gain de temps

A chaque étape du processus de l'ingénierie géotechnique l'ingénieur géotechnicien devait procéder à des tâches chronophages. Le schéma suivant illustre à quel point le « workflow » géotechnique a été amélioré grâce à SoilCloud.

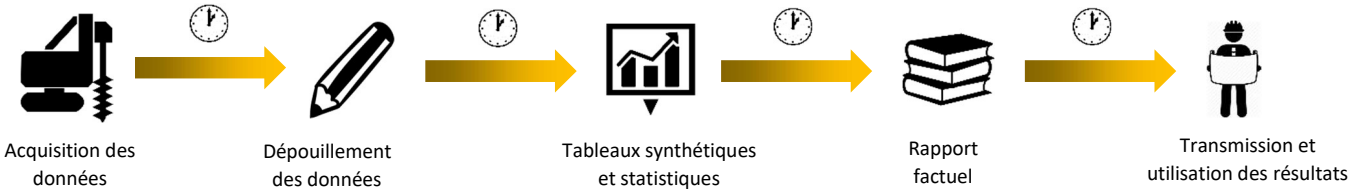



*Figure 12: Workflow géotechnique sans SoilCloud*

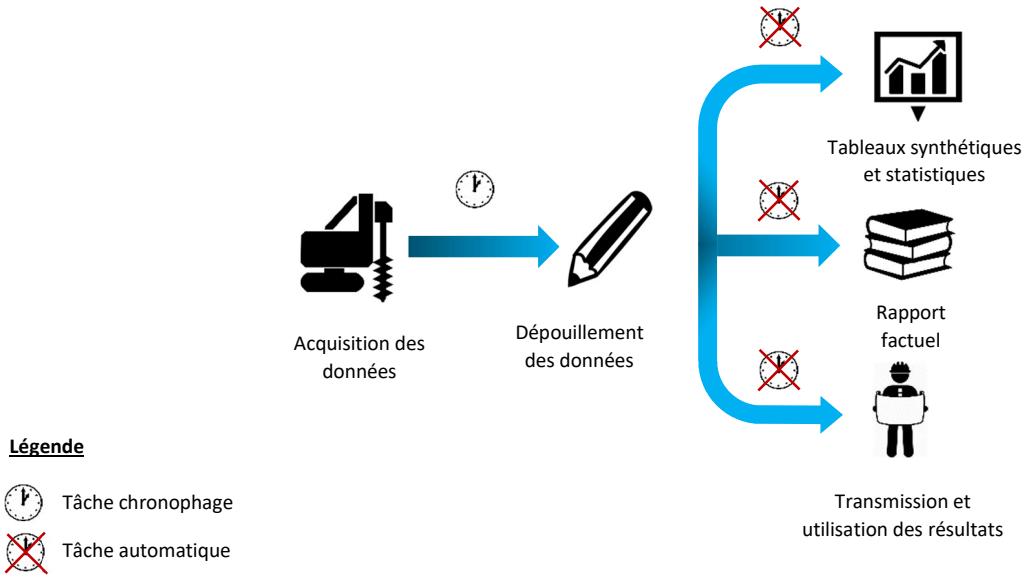



*Figure 13: Workflow géotechnique avec SoilCloud*

### 3.2.3 Le gain de fiabilité

L'utilisation d'une base de données centralisée permet, à l'échelle d'une entreprise ou d'un projet, de fiabiliser la gestion des données géotechniques. Par exemple, une ingénierie géotechnique peut comparer les valeurs obtenues sur une campagne d'investigations avec la totalité des essais réalisés sur les projets antérieurs sur la même zone. Ce processus de comparaison est immédiat. De plus, la fluidité du workflow permet à l'ingénieur de se concentrer sur sa tâche principale : bâtir un modèle géotechnique fiable. **L'évaluation du risque géotechnique est améliorée.**

A titre d'exemple, nous présentons ci-dessous des courbes pressiométriques $E_M$, $p_{fM}^*$ et $p_{LM}^*$ obtenues à partir de 3 sondages d'un même projet. L'application SoilCloud permet immédiatement de superposer les courbes issues de ces 3 sondages et de mettre en valeur une zone a plus faibles caractéristiques mécaniques autour de la côte 127. Cette analyse aurait été plus difficile sans l'application SoilCloud, d'autant plus que les côtes des sondages étaient différentes.

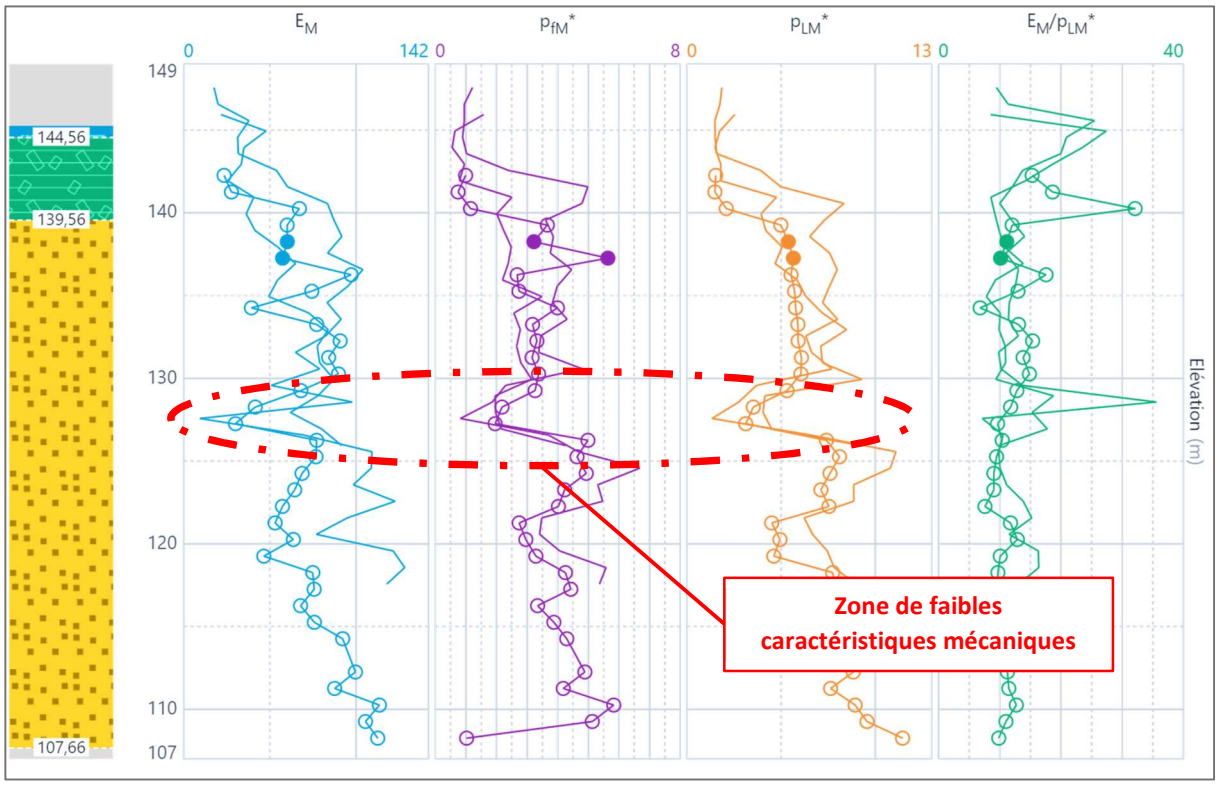



*Figure 14: Exemple de mise en valeur d'une zone à faible caractéristiques mécaniques*

## 3.3 Marché cible

L'application SoilCloud est à destination de tous les ingénieurs et techniciens géotechniciens que ceux-ci interviennent dans des ingénieries géotechniques, en maîtrise d'œuvre, en maîtrise d'ouvrage en ou entreprise.

Son caractère universel s'inscrit également dans une démarche internationale car SoilCloud prend en charge une large gamme d'essais comme l'essai SPT.

# 4. Retours d'expérience

## 4.1 Présentation du projet C3 – Auckland Nouvelle-Zélande

Le projet C3 consiste en la création des 4 premières stations de métro de la ville d'Auckland en Nouvelle-Zélande. Dans le cadre de ce projet, le concepteur géotechnique du groupement d'entreprise (entreprise Tonkin & Taylor) a souhaité rassembler sur un même support l'ensemble des données dont il disposait sur la ville d'Auckland. Tonkin & Taylor disposait d'environ 2000 sondages géotechniques avec les essais associés tels que :

- Sondages carottés avec descriptions lithologiques
- Essais SPT
- Essais au scissomètre
- Triaxiaux (UU, CU+u)
- Essais œdométriques
- Essais d'identification (granulométries, limites d'Atterberg, …)

La mission de SoilCloud a été d'importer l'ensemble de ces données et de permettre à l'équipe d'ingénieurs de Tonkin & Taylor de caractériser les propriétés mécaniques des différents horizons géologiques du projet. Ce travail, indispensable, a été grandement facilité par l'utilisation de l'application SoilCloud. Ces caractérisations ont permis le dimensionnement des ouvrages des stations de métro (paroi moulée, pieux sécants) ainsi que des tunnels.

Les images ci-après illustrent les enjeux du projet résolus par SoilCloud. La dernière page de cette partie présente une lettre de retour d'expérience rédigée par Rhys Graafhuis, responsable de l'ingénierie géotechnique sur le projet C3.

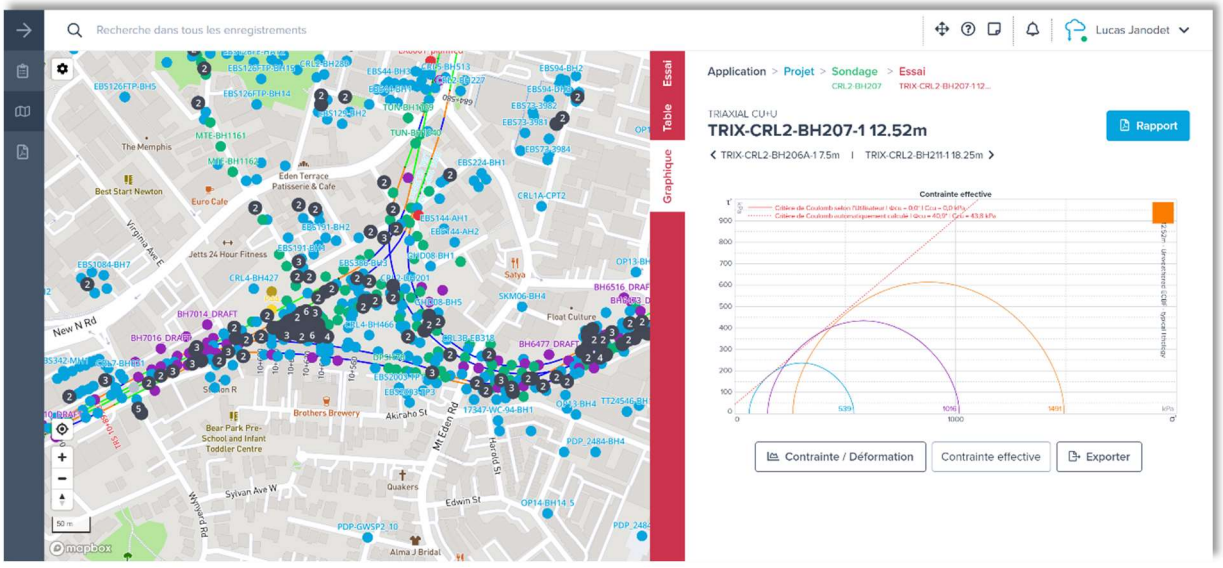



*Figure 15: Affichage des données suivant les standards géotechniques*

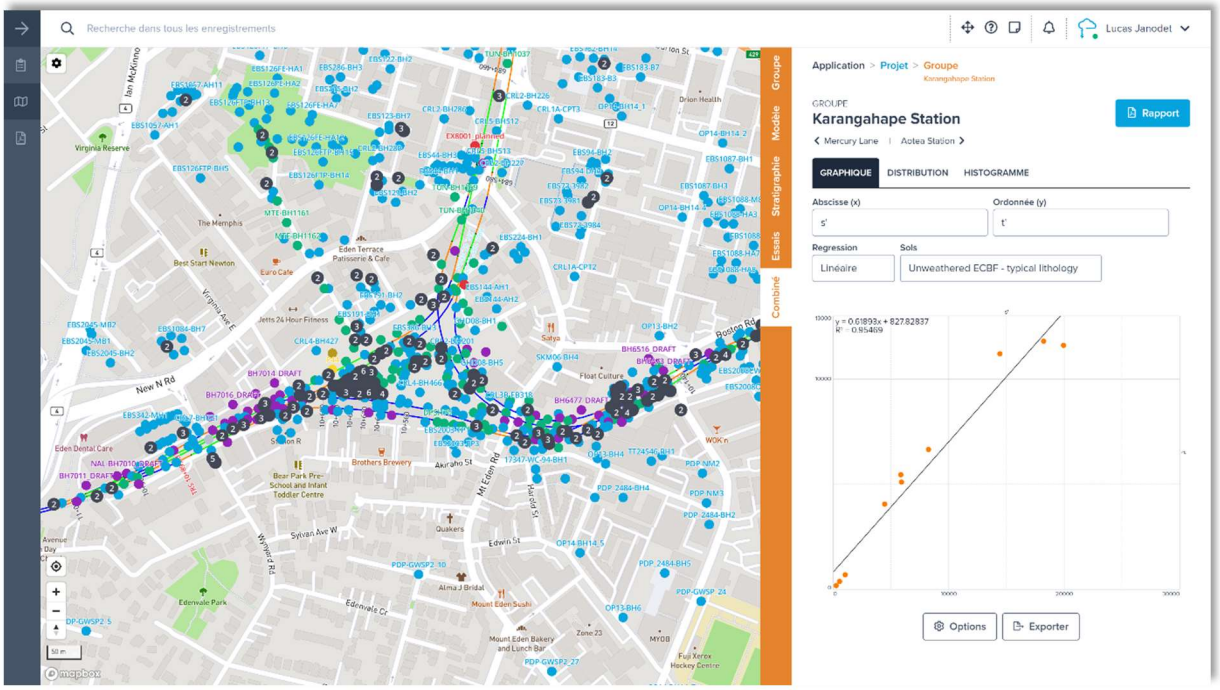



*Figure 16: Définition de la règle de la loi de corrélation s' t' pour le substratum d'Auckland*

11 February 2021

Lucas Janodet

Co-founder

SoilCloud

Dear Lucas,

**Re: Feedback on the use of SoilCloud on the City Rail Link Project**

The Link Alliance geotechnical team has been using the SoilCloud web application for the City Rail Link Project project; Auckland's new metro line project.

As per our contract:

- The SoilCloud team has formatted all historical and new geotechnical data and imported it into the web application. This task has been performed with the upmost effort from the SoilCloud Team and has been done in accordance with the schedule.

- Our geotechnical team (30 engineers) is using the web application and helps us to manage the geotechnical design process

- Our geotechnical team has added new boreholes core photographs and laboratory test results for each location. Now, the CRL project has over 1800 boreholes on the web application. The application handles this amount of data very well.

- The use of SoilCloud has enabled the geotechnical team to share the results of site investigations with the CRL design and construction teams (30 users) in an efficient manner.

Throughout the duration of the contract (since August 2019) the SoilCloud team has shown to be very responsive to any request we had, and the application is working without any technical issues. The SoilCloud team has also added many useful functions to the web application at our request.

Yours sincerely,

Rhys Graafhuis – Lead Engineering Geologist

Link Alliance – City Rail Link

Link Alliance - Level 3, 12 Morgan Street, Newmarket, Auckland 1023 | +64 21 645 097 | rhys.graafhuis@linkalliance.co.nz

## 4.2 Présentation de l'utilisation chez Fondasol

Fondasol est un des leaders de l'ingénierie géotechnique en France. Fondasol a fait appel à SoilCloud dans une démarche transition numérique de ses activités. L'application SoilCloud, utilisée par plus de 270 utilisateurs, permet à Fondasol de constituer une base de données géotechnique 100% numérique. Aujourd'hui, la totalité des affaires et données de sondages du groupe Fondasol, y compris de sa filiale canadienne Solroc, transite par SoilCloud. Les rapports factuels, transmis aux clients de Fondasol, sont générés par SoilCloud.

Pour plus d'information sur le partenariat Fondasol-SoilCloud, nous vous invitons à consulter l'article dédié dans le numéro du magazine de Solscope de juin.

## 4.3 Présentation de l'utilisation chez Colas Projects

Colas Projects réalise des projets d'infrastructure d'envergure principalement à l'export. Dans ce cadre, Colas Projects est amené à réaliser des dimensionnements géotechniques (fondations, talus, …) en s'appuyant sur un volume de données conséquent. SoilCloud intervient pour permettre à Colas Projects de bâtir leurs modèles géotechniques plus facilement. Les données géotechniques des projets de Colas Projects sont souvent sous format AGS, norme anglaise pour le transfert des données géotechniques. L'application SoilCloud, par sa compatibilité avec la norme AGS, permet à Colas Projects de visualiser l'ensemble de données en quelques minutes. Ainsi, le processus d'importation des données est quasiment instantané. Comme exemple, nous pouvons citer un projet d'autoroute en Grande-Bretagne de 40 km de long, avec 760 sondages géotechniques dont l'import dans SoilCloud a pris environ 2 minutes.

Ci-après est présentée une lettre de retour d'expérience rédigée par Elodie Vautherin, responsable de l'équipe géotechnique de Colas Project.

COLAS
PROJECTS

Nous avons rencontré SOILCLOUD lors du BIM World 2019. Après une phase test concluante avec eux, nous avons décidé d'utiliser leur web app pour la collecte et la sauvegarde de nos données géotechniques sur les projets en phase d'appel d'offre et d'exploitation. SOILCLOUD a montré un dynamisme qui nous a convaincu et a fait preuve d'une forte réactivité face à chacune de nos requêtes. Leur mode start up est une force indéniable pour la mise en place d'un outil innovant comme le leur et précurseur dans ce marché de niche.
L'outil lui-même permet de gérer un panel de données très vaste. L'appli web nous permet d'avoir accès aux données de façon quasi-instantané et la lecture des données est très "user friendly". L'utilisation de l'outil est intuitive et la lecture graphique des données permet une diffusion plus facile des problématiques géotechniques au sein de nos équipes pluri disciplinaire.

Elodie Vautherin

Responsable Géotechnique

# 5. L'entreprise SoilCloud

## 5.1 Description de l'entreprise

SoilCloud est une start-up créée en 2019 par Lucas Janodet et Tomasz Daktera, ingénieurs géotechniciens disposant d'une expérience de 12 ans et 5 ans, respectivement, en bureau d'études géotechniques. Son activité se concentre sur la mise à disposition d'outils et de services permettant la transition numérique des métiers de la géotechnique.

## 5.2 Rôle du candidat

Le porteur de l'innovation est Lucas Janodet, co-fondateur de la société SoilCloud. Son rôle sur cette innovation est le pilotage du développement informatique nécessaire à l'application SoilCloud. Les tâches réalisées sont :

- Définition des cahiers des charges généraux
- Définition des cahiers des charges spécifiques, en coordination avec les clients de SoilCloud
- Développement des outils métiers tel que le dépouillement pressiométrique
- Débogage et assistance technique