

# RAPPORT D'ACQUISITION NUMERIQUE INDICE 196 **M1**BOOS

Prestation scan 3D  
Acquisition et analyse d'une  
cavité souterraine



**CLIENT**

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| <b>NOM</b>           | Forages de la varenne    |
| <b>ADRESSE</b>       | Orival, 76680 St Hellier |
| <b>INTERLOCUTEUR</b> | Monsieur Truffier        |

**ECR ENVIRONNEMENT**

| <b>DATE</b> | <b>INDICE</b> | <b>OBSERVATION / MODIFICATION</b> | <b>REDACTEUR</b> | <b>VERIFICATEUR</b> |
|-------------|---------------|-----------------------------------|------------------|---------------------|
| 18/05/2022  | 01            | Création                          | S. LENORMAND     | S. PASCOAL          |
|             |               |                                   |                  |                     |
|             |               |                                   |                  |                     |
|             |               |                                   |                  |                     |

## SOMMAIRE

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>CONTENU ET CONTEXTE DE LA MISSION</b>            | <b>3</b>  |
| <b>2.</b> | <b>CONTEXTE DU PROJET</b>                           | <b>4</b>  |
| 2.1.1.    | Géologie du site                                    | 4         |
| 2.1.2.    | Hydrogéologie                                       | 5         |
| 2.1.3.    | Sensibilité au retrait / gonflement                 | 5         |
| <b>3.</b> | <b>PRINCIPE DES METHODES UTILISEES</b>              | <b>6</b>  |
| 3.1.      | PHASE TERRAIN                                       | 6         |
| 3.2.      | TRAITEMENT ET ASSEMBLAGE DES DONNEES SCANNER        | 7         |
| 3.2.1.    | Traitement DAO                                      | 8         |
| <b>4.</b> | <b>INVESTIGATIONS SUR SITE</b>                      | <b>9</b>  |
| 4.1.      | EMPRISE DE LA MARNIERE                              | 9         |
| 4.2.      | PRESENTATION DES RESULTATS                          | 10        |
| 4.3.      | MNT / VOLUME DE LA CAVITE                           | 12        |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSION / PRECONISATION</b>                   | <b>14</b> |
| <b>6.</b> | <b>ANNEXES</b>                                      | <b>15</b> |
| 6.1.      | PLAN 2D IMPLANTATION/SCAN_ECR_7602585_BOOS_MARNIERE | 15        |
| 6.2.      | MNT/ M1 MAILLAGE MARNIERE                           | 15        |
| 6.3.      | KMZ/ SITUATION GOOGLE EARTH                         | 15        |
| 6.4.      | VIDEO/ VISITE EN 3D                                 | 15        |

## 1. CONTENU ET CONTEXTE DE LA MISSION

Dans le cadre de la mise en place du PLUi et de la mise à jour de l'inventaire des risques de cavités souterraines engagées par la Métropole Rouen Normandie sur la commune de BOOS, le bureau d'étude INGETEC a été missionné par cette dernière.

Lors de la recherche en archives, il a été trouvé des documents de déclarations de type cailloutière et marnière, qui au vu de leurs implantations ont un impact sur la zone d'activités située en périphérie de l'aéroport et notamment rue Charles Lindbergh.

Les sociétés ZETA SAS, CAP TERRAIN, SCI NORMANSEINE et la copropriété Aéroport Santé se sont regroupées dans le but de réaliser la levée partielle du périmètre de sécurité de l'indice de cavité afin que chacun puisse poursuivre la réalisation de leur projets respectifs.

Les parcelles maintenant impactées par le périmètre de sécurité de l'indice issu des nouvelles informations trouvées dans les archives correspondent à l'indice référencé 177.

Cet indice provient des documents suivants (concernant la parcelle napoléonienne A 150 appartenant à l'époque à M. LEFORT) :

- Bail d'entretien pour la RD n°8 – 1876 à 1880, confié à l'entreprise LEROY Joseph de CORNY (27) pour l'extraction de la marne.
- 1<sup>er</sup> Bail d'entretien pour la RN n°14 – 1876 à 1880, confié à l'entreprise BOULVRAIS Adolphe d'HARFLEUR (76) pour l'extraction de la marne.
- 2<sup>ème</sup> Bail d'entretien pour la RN n°14 – 1881 à 1885, confié à l'entreprise CONDRAY Alfred d'HARFLEUR (76) pour l'extraction de la marne.

En l'absence de plan de localisation des extractions dans les archives, un indice concernant l'ensemble de la parcelle napoléonienne A 150 majorée d'une bande de 60 m de périmètre de sécurité a été mis en place.

Afin de lever partiellement l'indice d'origine napoléonienne n°177, des investigations géotechniques ont été menées de février à avril 2020 (sondages destructifs ainsi que l'inspection vidéoscopique) – Rapport référencé 7601117 de juin 2020.

A l'issue de la campagne d'investigations, il avait été mis en évidence la présence d'une marnière dont le toit se situe à environ 23/24 m de profondeur par rapport au TN et jusqu'au plancher situé quant à lui entre 26 et 27 m/TN. Le passage caméra n'a pas permis d'observer la marnière dans son intégralité car des départs de galeries sont visibles mais restant « sans fond ».

La présente étude consiste en la réalisation d'une numérisation en trois dimensions de la marnière, le calcul d'un MNT (modèle numérique terrain), ainsi que le dimensionnement volumétrique et les préconisations de comblement de cette dernière.



## 2. CONTEXTE DU PROJET

### 2.1.1. Géologie du site

D'après la carte géologique du secteur au 1/50000<sup>ème</sup> (**Rouen Est**), les horizons présents au droit de la zone d'étude sont les suivants :

- Des limons des plateaux,
- De l'argile à silex,
- Le substratum crayeux d'âge Crétacé (Campanien inférieur, Craie blanche à silex).

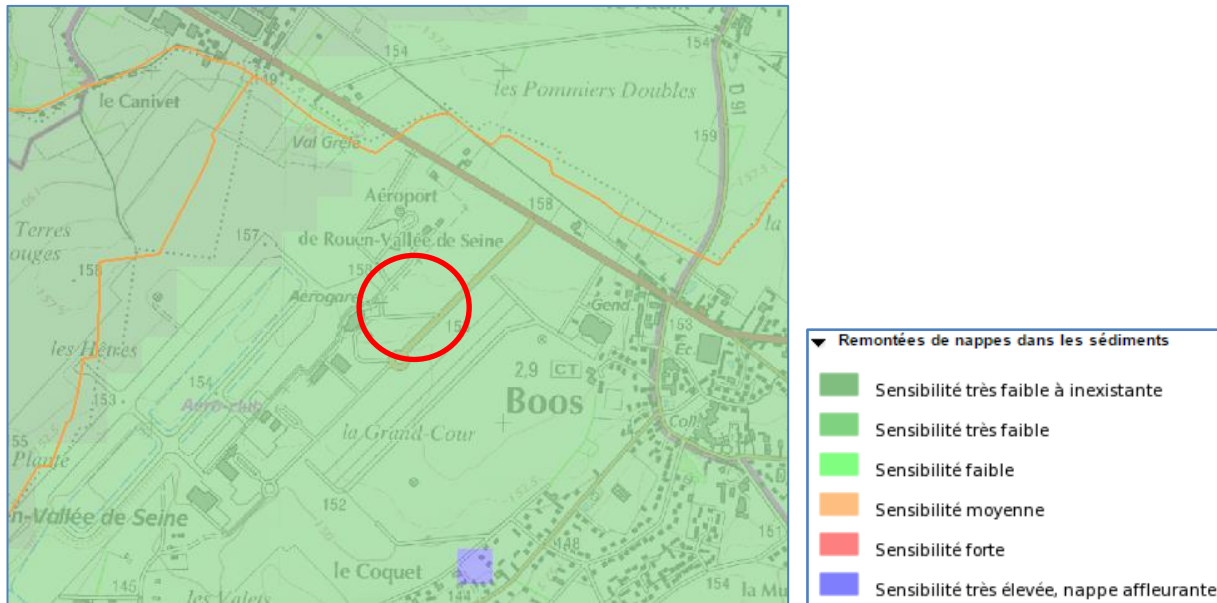


*Extrait de la carte géologique de Rouen Est au 1/50000<sup>ème</sup>, source BRGM*

L'étude de la carte géologique ne montre pas la présence d'indice d'exploitation d'une carrière à ciel ouvert y compris dans la toponymie du site et alentours laissant présager la présence d'une ancienne exploitation.

### 2.1.2. Hydrogéologie

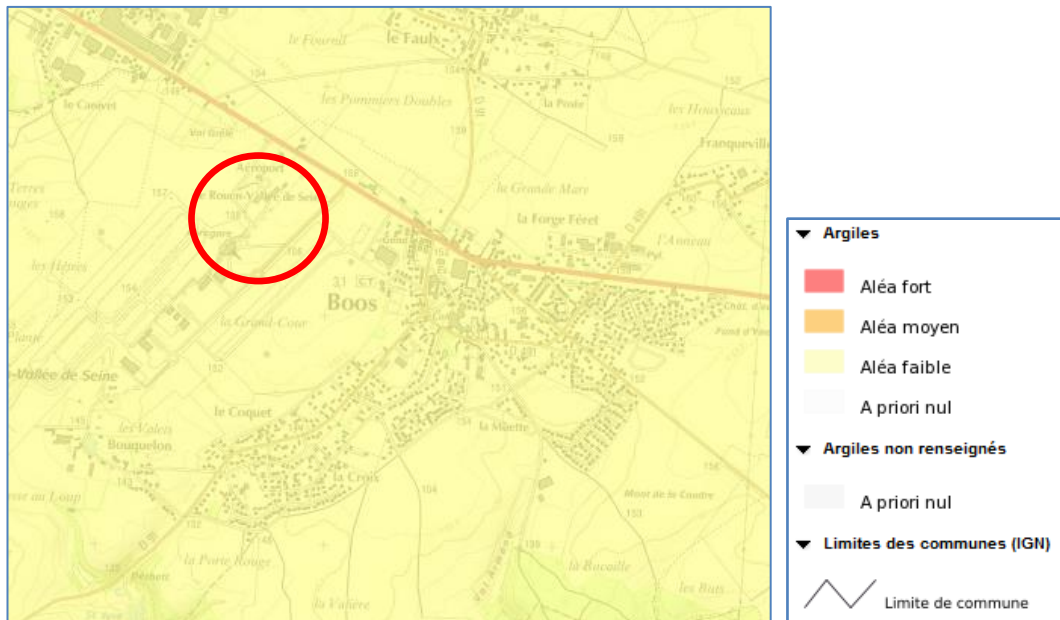
Le risque de remontées de nappe est identifié sur la carte des risques établie par le BRGM. Le terrain se situe dans une zone où la sensibilité est très faible.



Carte du risque de remontées de nappes – Extrait du site <http://www.inondationsnappes.fr>

### 2.1.3. Sensibilité au retrait / gonflement

D'après la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM (mise à jour du 01/01/2020), les terrains étudiés sont situés dans une zone d'aléa faible vis à vis du risque de retrait-gonflement des argiles.



Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles – Extrait du site <http://www.georisques.gouv.fr>



### 3. PRINCIPE DES METHODES UTILISEES

#### 3.1. Phase terrain

Les relevés ont été réalisés avec un scanner **LEICA BLK2GO**, ce matériel permet une acquisition des mesures très précise, sur une distance suffisante afin d'obtenir l'ensemble des éléments nécessaires à la modélisation des éléments relevés.

Compte tenu de l'aspect atypique de notre intervention, nous avons donc choisi un scanner compact et performant pour la réalisation de notre mission.

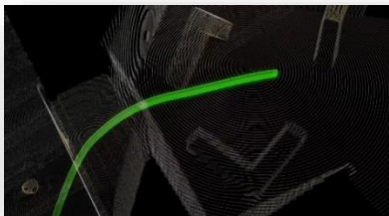
Le BLK2GO est un scanner laser avec imagerie portatif, comme une torche pour la visualisation de la réalité tridimensionnelle, le BLK2GO produit automatiquement des nuages de points en 3D pendant les déplacements.

La technologie GrandSLAM du BLK2GO combine le SLAM visuel, le SLAM LiDAR couplé à une centrale inertielle pour offrir les meilleures performances de sa catégorie en matière de cartographie mobile portative.



- **SLAM visuel**

Trois caméras panoramiques identifient les similitudes entre les images consécutives pour calculer le déplacement du scanner dans l'espace en 3D.



- **SLAM LiDAR**

Le BLK2GO identifie les différentes surfaces et la géométrie unique de l'espace, il les analyse pour calculer sa position en 3D.

- **La centrale inertielle**

Pendant que vous marchez, la centrale inertielle (UMI) détecte vos mouvements pour calculer le changement de position du BLK2GO dans l'espace en 3D.

**Contrainte :** Le BLK2GO a besoin de lumière pour l'acquisition des mesures, il a été nécessaire d'éclairer l'ensemble de la cavité pour notre mission.

Cette contrainte a posé des difficultés pour l'acquisition des mesures dans le puits d'accès qui n'a pu être numérisé. En effet le porté du scanner se limite à 25ml dans des conditions optimales.



### 3.2. Traitement et assemblage des données scanner

Le traitement a été réalisé avec les logiciels Cyclone et Cyclone Register 360.

Dans un premier temps nous avons intégré les données brutes dans le logiciel Cyclone.

A l'issue de l'intégration dans le logiciel, les stations de lever sont en coordonnées locales. Le logiciel, à notre demande, réalisé un pré assemblage des stations en se basant sur la reconnaissance d'élément commun et l'horodatage.

#### ASSEMBLAGE

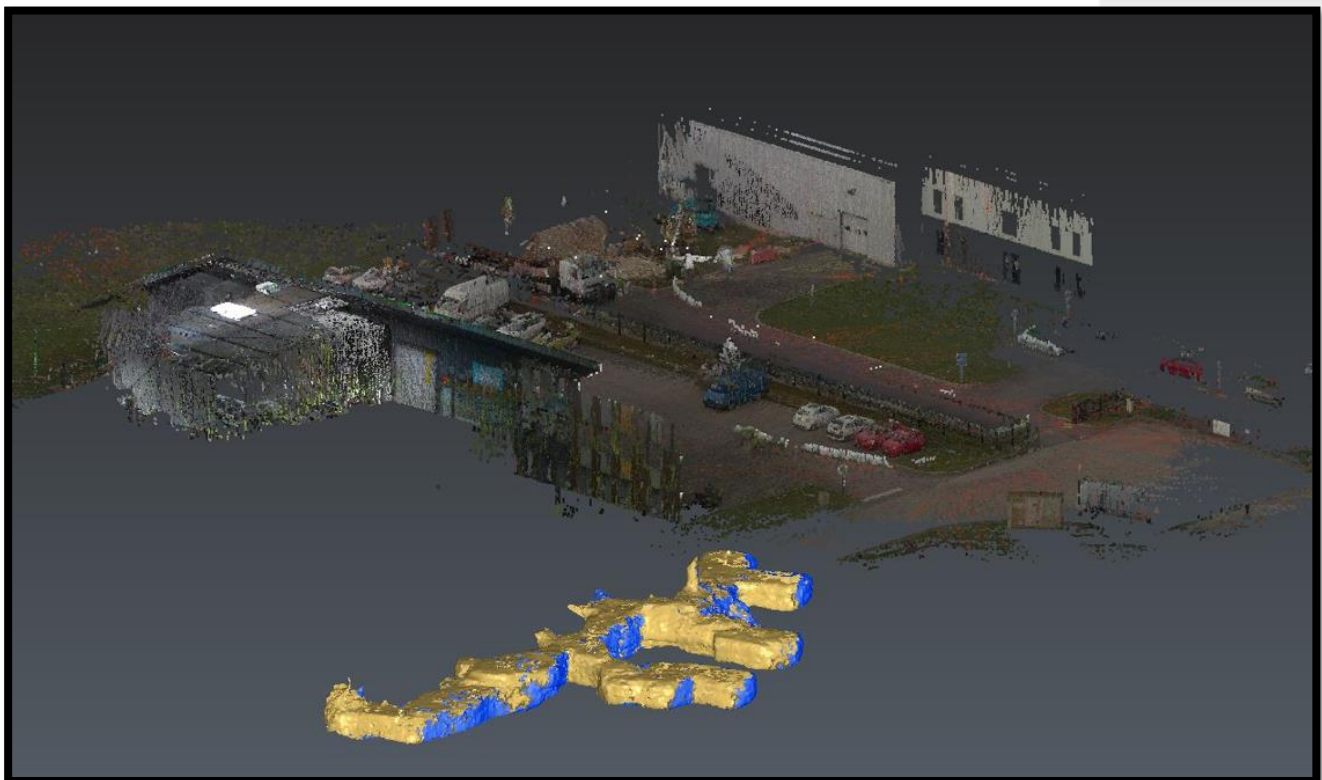
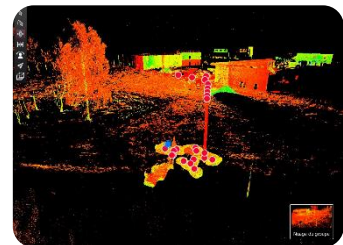
L'assemblage se réalise simplement en indiquant sur chaque cible, relevée par le scanner, dans chaque nuage de point, le nom de cette cible.

Le logiciel fait une comparaison des coordonnées de ses cibles et réalise un recalage.

Les stations sont ainsi assemblées les unes par rapport aux autres. Si besoin, nous pouvons rajouter manuellement des contraintes si nous estimons que l'assemblage n'est pas suffisamment précis.

A la fin de cette phase, nous pouvons en extraire un rapport, au format PDF ou txt suivant le logiciel, indiquant la précision d'assemblage.

Ci-dessous, un extrait du logiciel Cyclone et Register 360, après l'assemblage et le recalage du relevé scanner :





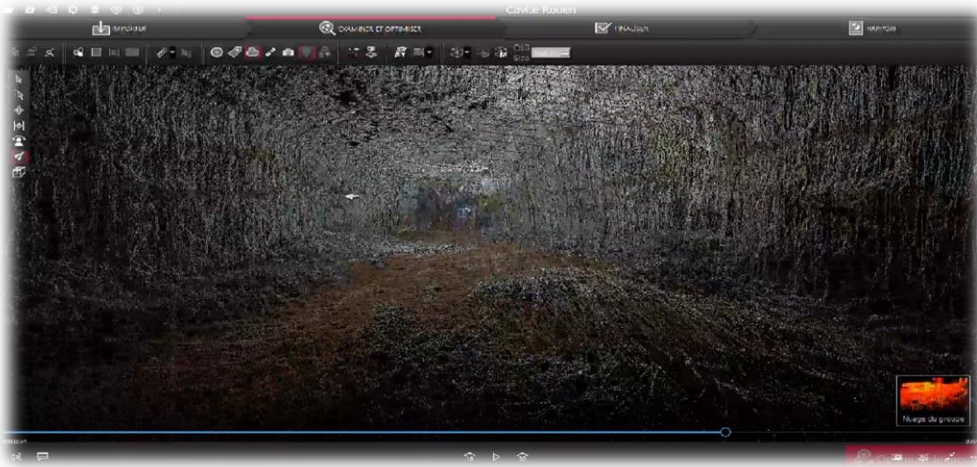
## RECALAGE PLANIMETRIQUE ET ALTIMETRIQUE

Le recalage a été effectué sous le logiciel Cyclone, de la même façon que l'assemblage entre stations.

Nous insérons un fichier txt avec les coordonnées des points de référence, les points portent le même nom que les cibles relevées par le scanner, le logiciel a comparé ces coordonnées et recalé le nuage de point dans le système de coordonnées conique conforme 50.

## POST –TRAITEMENT DES NUAGES DE POINTS ET GEO-REFERENCEMENT

Le nuage de point géoréférencé utilise les éléments du relevé topographique, permettant une utilisation commune des données topographiques et 3D du nuage de point.



## NETTOYAGE

Le nettoyage du nuage a été réalisé avec le logiciel Register 360, effectués station par station, les données sont exportées dans un format de nuage de point définis.

Toutes les données de nuage de point nettoyées ne sont pas supprimées définitivement, elles sont séparées du nuage brut.

A l'issue de ce nettoyage, les données sont intégrées dans un logiciel propre à ECR Environnement, qui analysent, nettoient et classent les données.

Ce traitement final a permis de déterminer les volumes de la cavité par la réalisation d'un MNT.

### 3.2.1. Traitement DAO

Le traitement 2D, a été réalisé sur Autocad, en intégrant le nuage de point au format « rcp » (RECAP).

Cette méthode fonctionne de la même façon, en permettant :

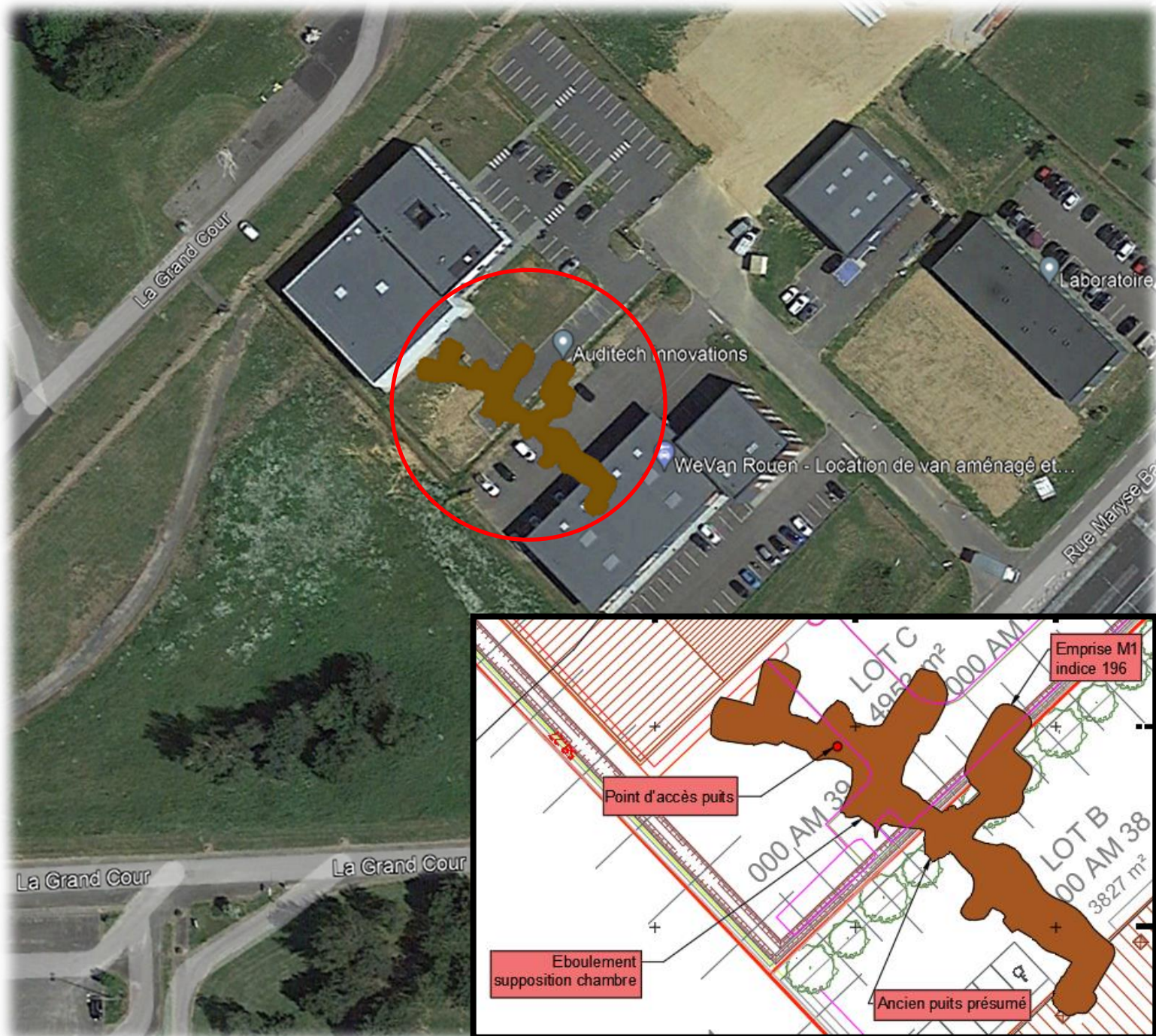
- L'affichage du nuage de point,
- La réalisation de coupe du nuage,
- La modélisation sur le nuage de point.



## 4. INVESTIGATIONS SUR SITE

### 4.1. Emprise de la marnière

Extrait du plan de périmètre résiduel de sécurité avec l'emprise de la marnière ci-dessous :



## 4.2. Présentation des résultats

### Inspection de la marnière.

La marnière présente un état général convenable avec une structure stable. Quelques fissures sont visibles sur les plafonds proches du nouvel accès réalisé.

Nous avons constaté deux cônes de matériaux de type argiles à silex/craie qui laissent supposer l'existence de l'ancien puits (débouillage des remblais de comblement du puits) ou encore le débouillage d'une poche d'argile. Ce phénomène ne permet pas de lever la présence éventuelle d'une chambre complémentaire en arrière de ces cônes.

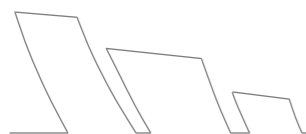
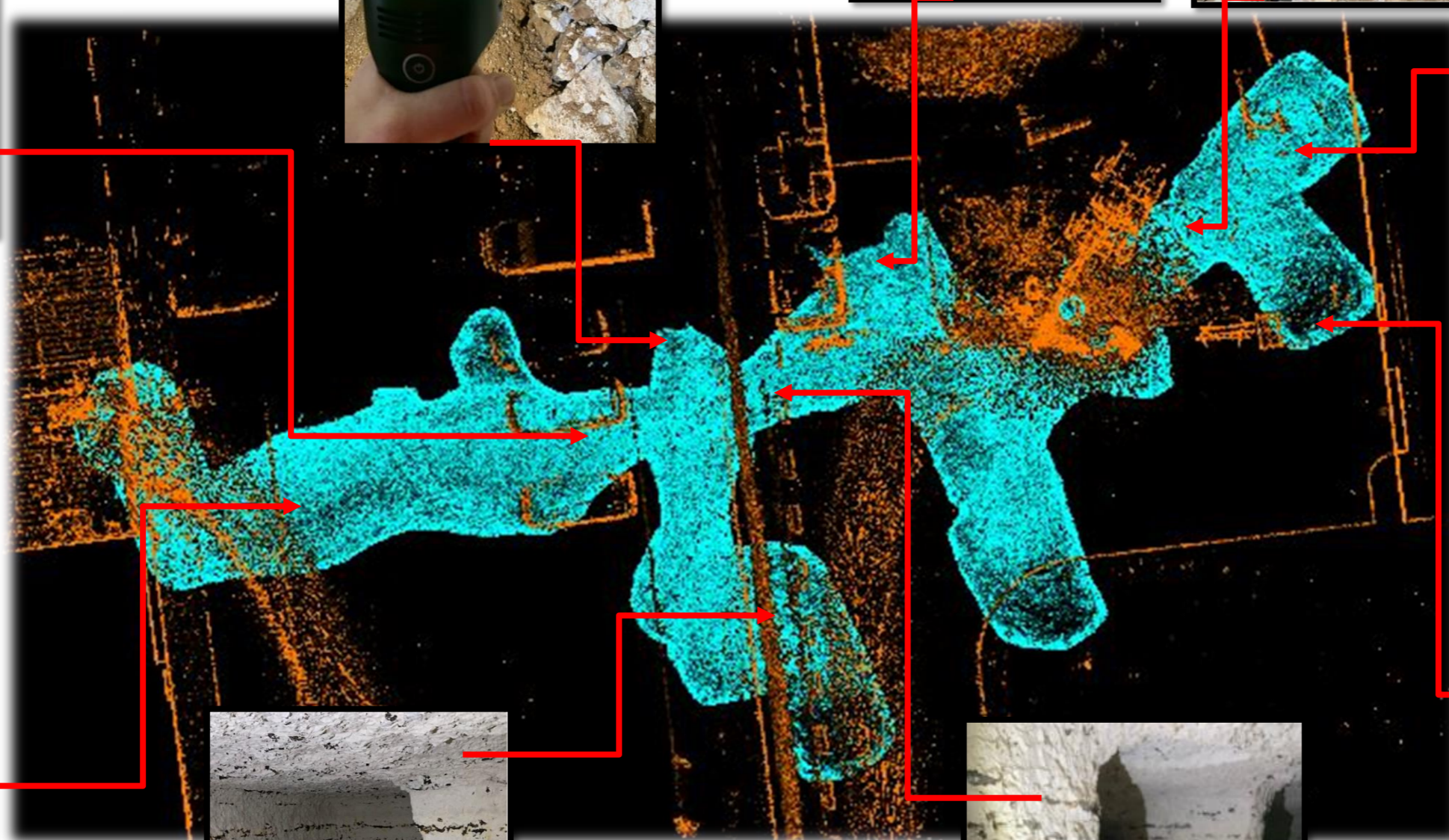
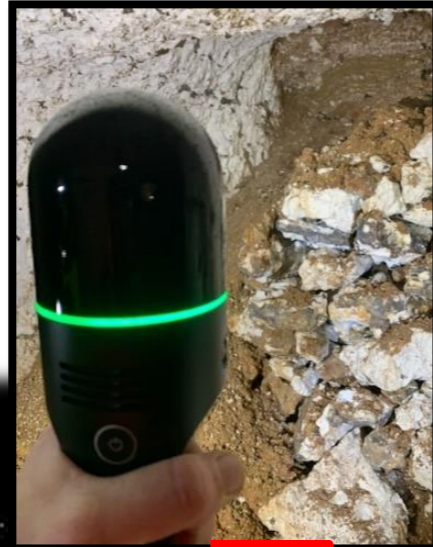
Ci-dessous un lien vidéo de notre visite en 3D.

<https://ecrenvironnement.fromsmash.com/video-marniere-ecr76>



Ci-après la représentation en superposition avec les photographies de la visite.





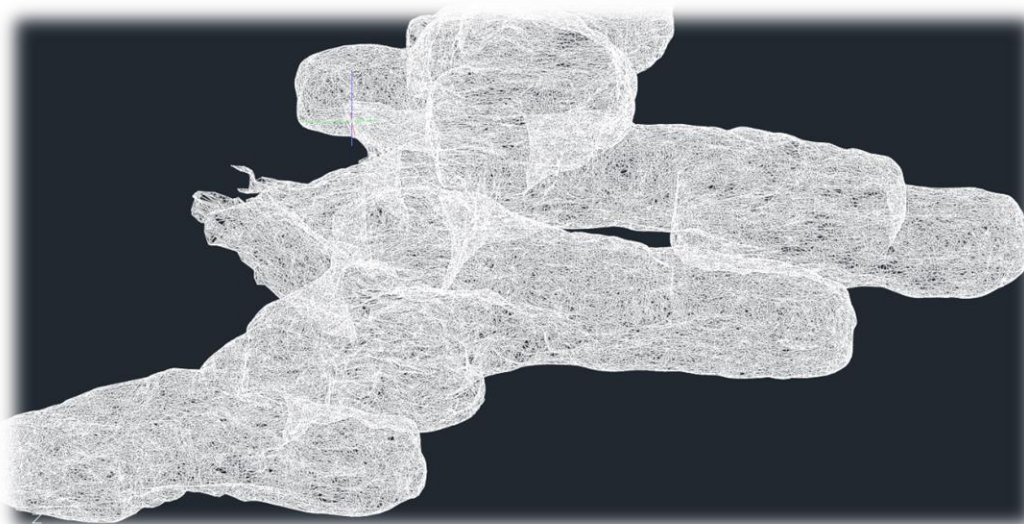
### 4.3. MNT / Volume de la cavité

Lors de la conception du projet en 3D, le modèle numérique de Terrain sert de base au calcul. Il représente l'état initial du site à aménager, ou un état intermédiaire résultant d'une phase précédente de calcul.

Construit, à partir de la liste des points du maillage, le modèle de surface est constitué de triangles collés bord à bord. Dans le cas de maillages non triangulaires, une étape de sélection des points à relier en triangles s'ajoute.

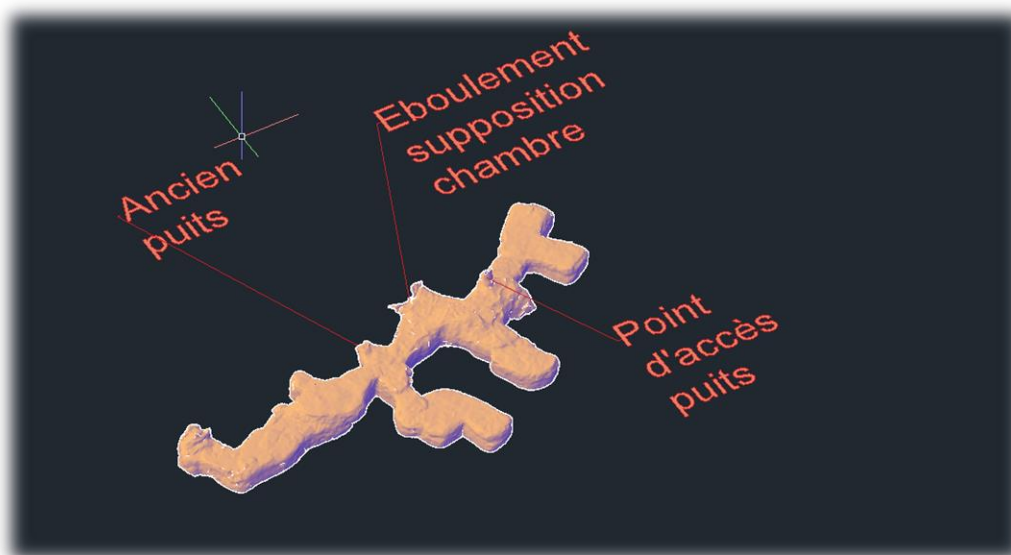


Extrait du MNT brut de la marnière ci-dessous :



Il est possible d'habiller d'une texture les MNT, restituant ainsi l'aspect général du terrain.

Extrait du MNT avec texture ci-dessous :



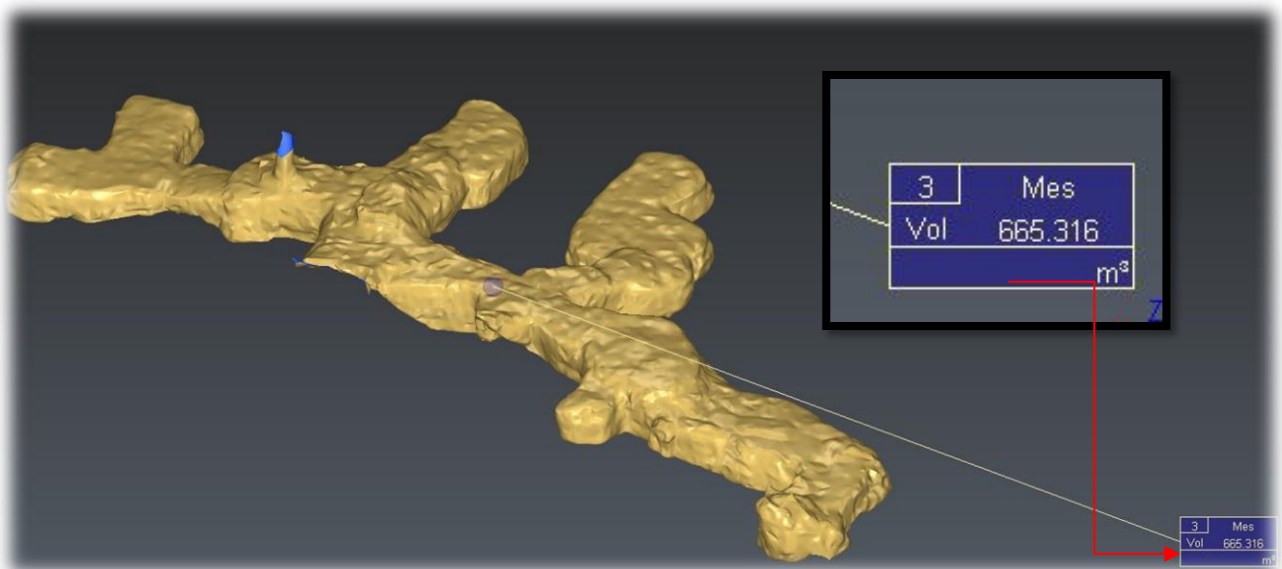
**Volume de la cavité.**

La modélisation numérique de la marnière nous a permis de calculer le volume de cette dernière.  
La méthode de calcul utilisée, la triangulation de Delaunay, construit les triangles équilatéraux possible.  
Le modèle numérique obtenu est parfaitement représentatif du terrain modélisé.  
Il permet le calcul de projets 3D et l'analyse du relief (calcul de perspectives).

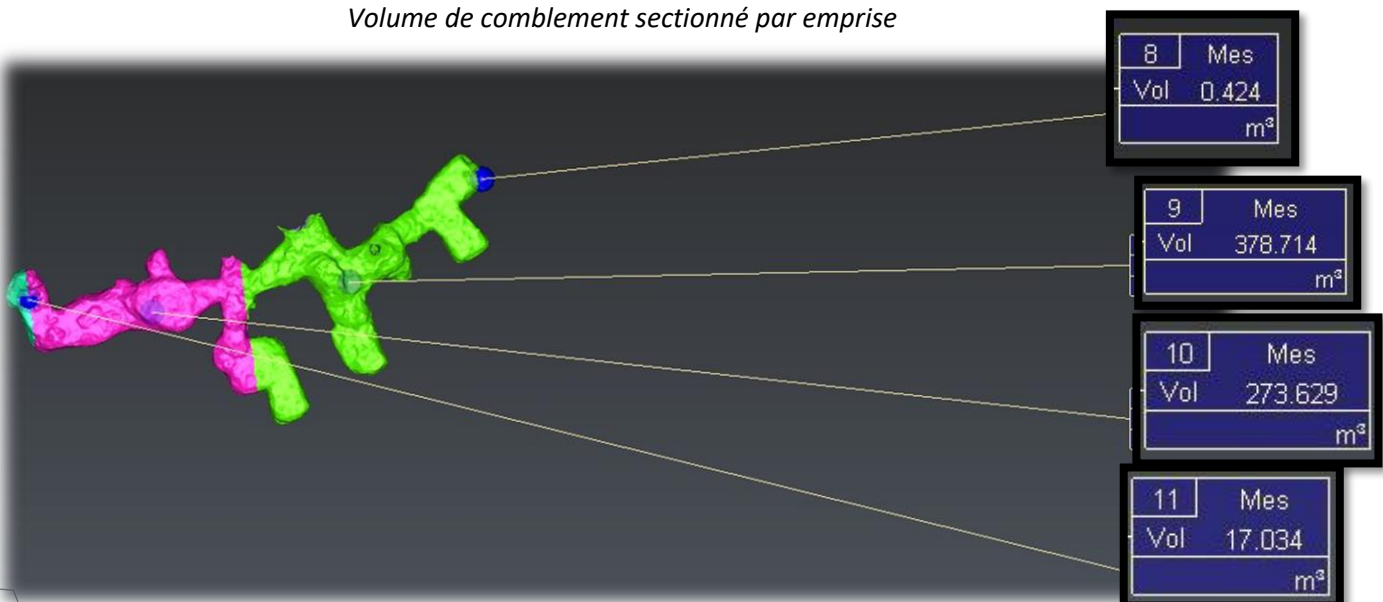
**Cependant il faut tenir compte d'une marge d'erreur approximatif à 2% du volume estimé.**

En effet nous constatons un écart  $\leq$  à  $5m^3$  du volume global de comblement et sectionné par zone emprise.  
Également il faut tenir compte du volume de comblement du puits d'accès soit un volume de  $14m^3$ .  
Il préférable de prévoir un volume proche des **684m<sup>3</sup>**.

*Volume global de comblement*



*Volume de comblement sectionné par emprise*

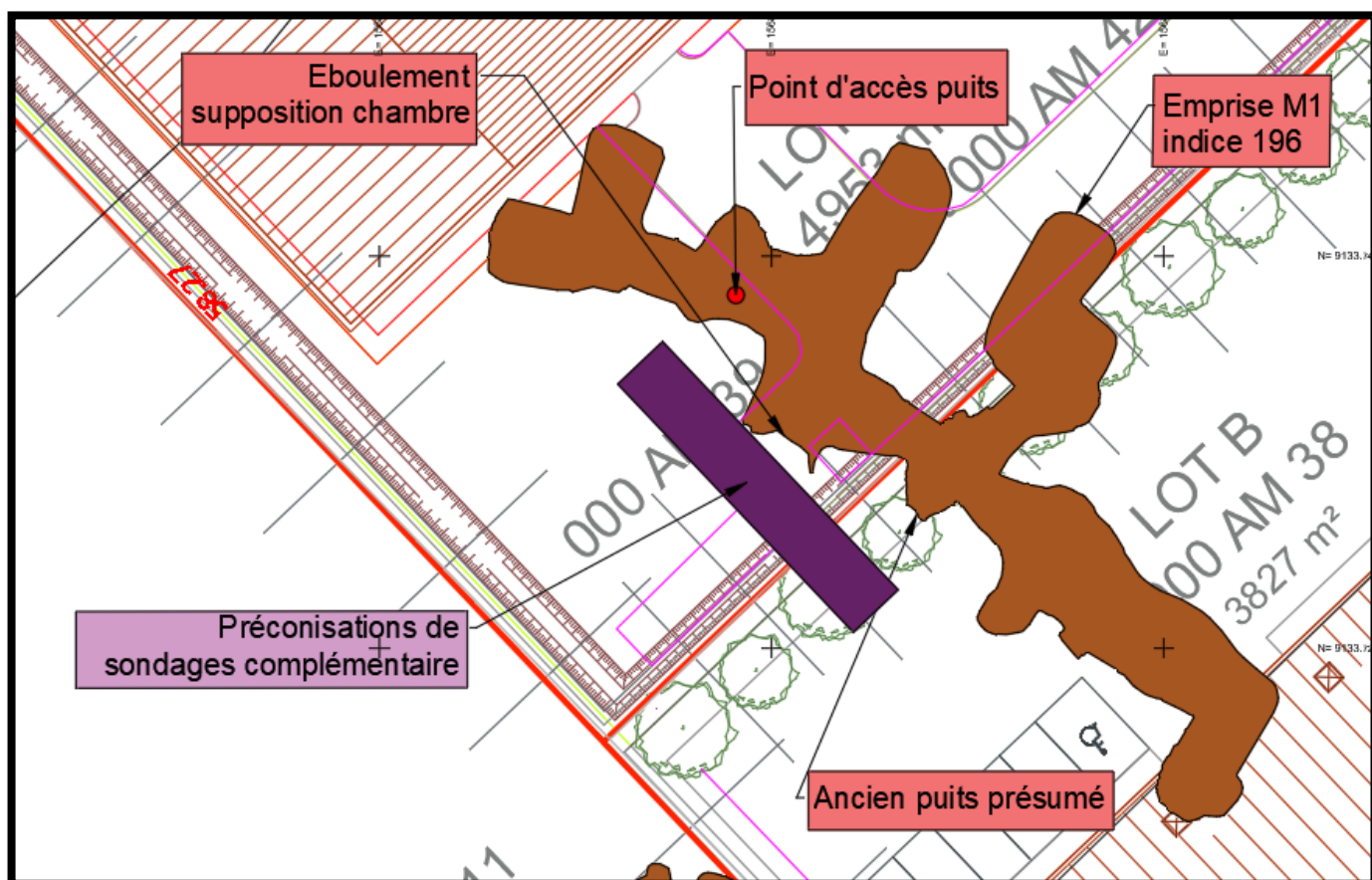


## 5. CONCLUSION / PRECONISATION

L'inspection de la marnière a permis d'observer la présence de ce qui pourrait être un puits pour l'un et une éventuelle vidange d'argile à l'intérieur de la chambre pour l'autre.

Il conviendra également de noter que l'inspection visuelle de l'indice 196 n'a pas permis d'observer de liaison directe avec la cavité observée sous l'indice 177.

Compte tenu de la géométrie de la marnière et de la présence d'une autre cavité à 25m en partie sud du site, nous recommandons la réalisation de sondages complémentaires en arrière de ces deux zones afin de déterminer la présence d'une extension éventuelle et/ou la présence d'une chambre en arrière de ces cônes de matériaux.



Pour ce qui est du reste de l'emprise de la marnière mise à jour, compte tenu des aménagements prévus par la société AUDITECH Innovations (extension envisagée dans les espaces verts), ainsi que des activités du site (personnel des entreprises occupant le bâtiment du lot B), le traitement consistera à réaliser un comblement total y compris le puits d'accès créé.

Pour ce faire et au vu de l'extension de la cavité, il conviendra de réaliser la pose d'évents soigneusement répartis sur l'ensemble de l'emprise de cette dernière. Ils permettront la mesure de la remontée du coulis et également d'injecter ce dernier dans la marnière.

Concernant le coulis, il devra être suffisamment fluide (autonivelant) afin de pouvoir s'étaler et combler parfaitement les vides.

## 6. ANNEXES

6.1. PLAN 2D IMPLANTATION/SCAN\_ECR\_7602585\_BOOS\_MARNIERE

6.2. MNT/ M1 MAILLAGE MARNIERE

6.3. KMZ/ SITUATION GOOGLE EARTH

6.4. VIDEO/ VISITE EN 3D