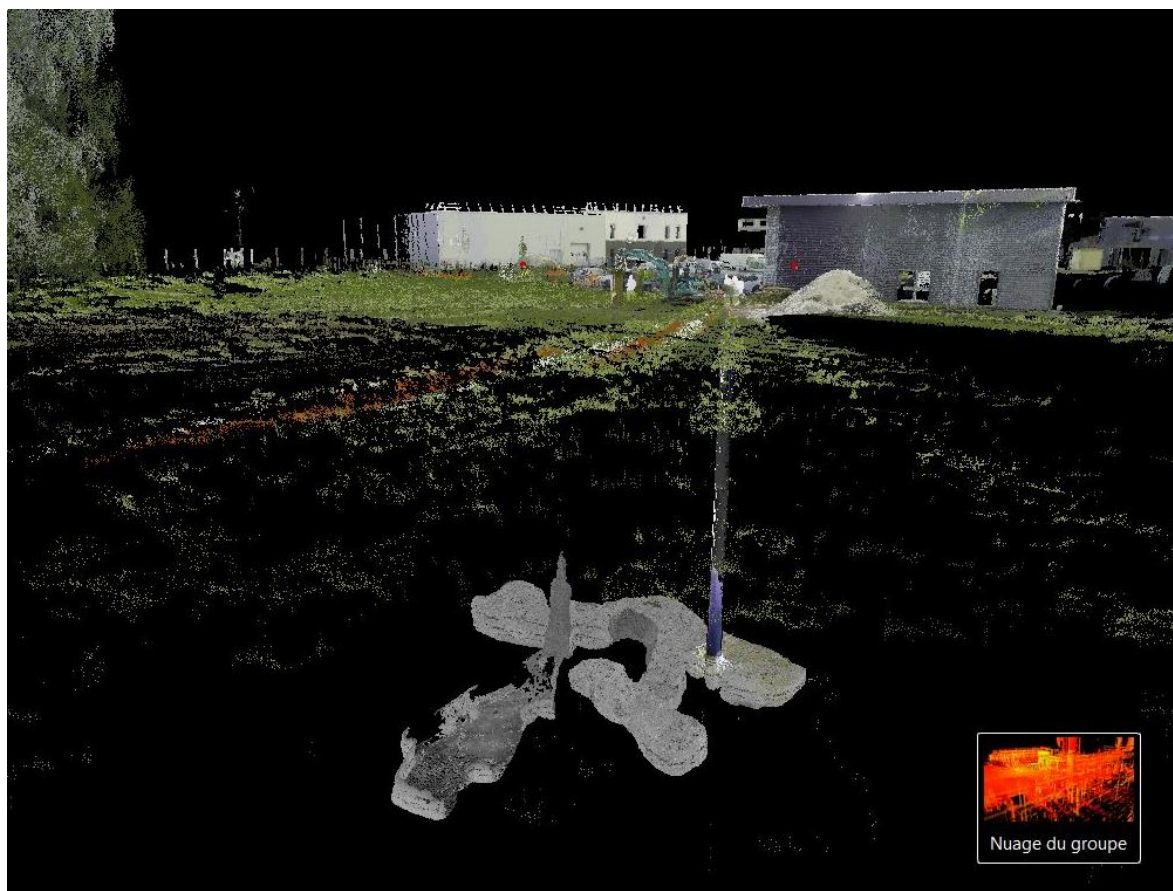


RAPPORT D'ACQUISITION NUMERIQUE INDICE 177 **M2** BOOS

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



CLIENT

NOM	Forages de la varenne
ADRESSE	Orival, 76680 St Hellier
INTERLOCUTEUR	Monsieur Truffier

ECR ENVIRONNEMENT

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
18/05/2022	01	Création	S. LENORMAND	S. PASCOAL

SOMMAIRE

1.	CONTENU ET CONTEXTE DE LA MISSION	3
2.	CONTEXTE DU PROJET	4
2.1.1.	Géologie du site	4
2.1.2.	Hydrogéologie	5
2.1.3.	Sensibilité au retrait / gonflement	5
3.	PRINCIPE DES METHODES UTILISEES	6
3.1.	PHASE TERRAIN	6
3.2.	TRAITEMENT ET ASSEMBLAGE DES DONNEES SCANNER	7
3.2.1.	Traitement DAO	8
4.	INVESTIGATIONS SUR SITE	9
4.1.	EMPRISE DE LA MARNIERE	9
4.2.	PRESENTATION DES RESULTATS	10
4.3.	MNT / VOLUME DE LA CAVITE	13
5.	CONCLUSION / PRECONISATION	15
6.	ANNEXES	16
6.1.	PLAN 2D IMPLANTATION/SCAN_ECR_7602585_BOOS_MARNIERE	16
6.2.	MNT/ M2 MAILLAGE MARNIERE	16
6.3.	KMZ/ SITUATION GOOGLE EARTH	16
6.4.	VIDEO/ VISITE EN 3D	16

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^{er} 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^{ème} 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.

Les résultats des sondages destructifs réalisés en périphérie et sous le bâtiment du lot B (en avril/mai 2021) ainsi que l'inspection vidéoscopique **deux zones de vides francs détectés**, ont permis de mettre en évidence :

- **Une première zone située à l'angle du bâtiment (SD1, SD51 à SD53 I)**. Compte tenu de son implantation et des résultats de l'inspection vidéoscopique (orientation S à SW de la chambre et potentiel départ à l'ouest) cette dernière ne semblait pas communiquer avec l'indice 196.
- **La deuxième zone se situe en façade du bâtiment (SD6 à SD8)**. Après inspection visuelle de l'indice 196, ces vides correspondent à une chambre présente au bout d'une des galeries orientées E/SE reconnue lors de la première inspection vidéo en Avril 2020.

La présente étude consiste en la réalisation d'une seconde numérisation en trois dimensions de la marnière sur la parcelle AM138, indice 177, 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^{ème} (**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).

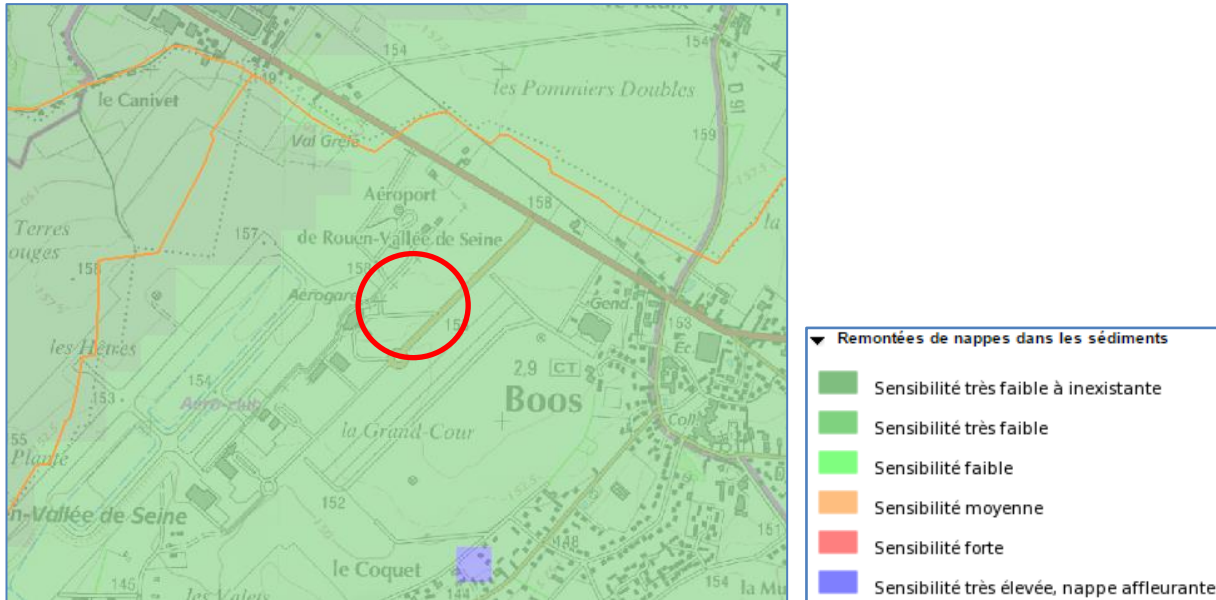


Extrait de la carte géologique de Rouen Est au 1/50000^{ème}, source BRGM

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

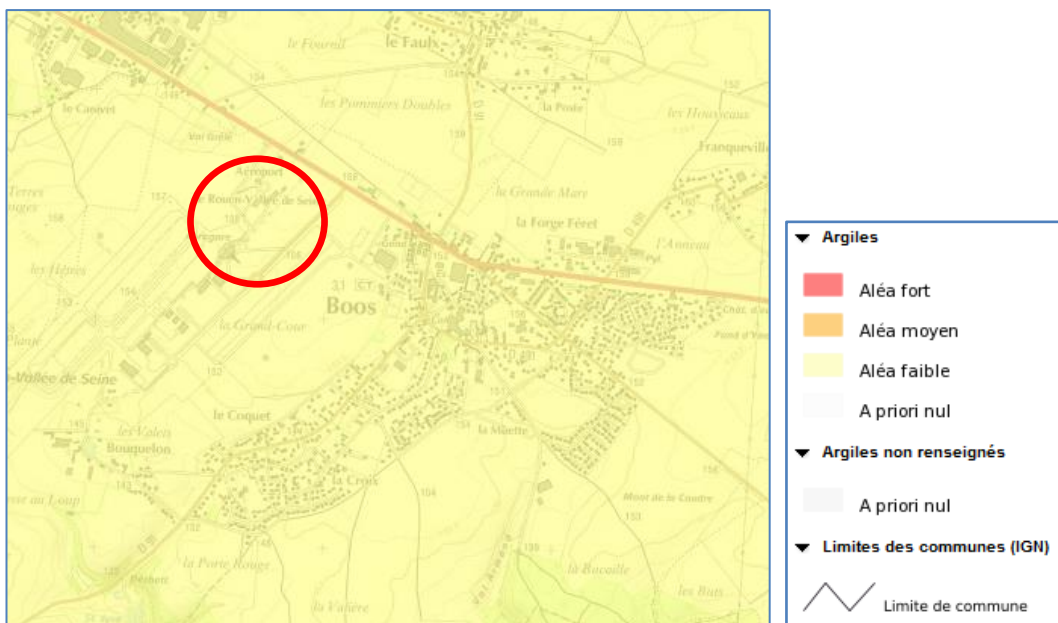
Le risque de remontées de nappe est identifié sur la carte des risques établie par le BRGM. Le terrain se situe dans une zone où la sensibilité est très faible.



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 RTC 360**, ce matériel permet une acquisition des mesures très précises, sur une distance suffisante afin d'obtenir l'ensemble des éléments nécessaires à la modélisation des éléments relevés.



Le scanner laser Leica RTC360 permet de capturer la réalité en 3D. Avec un taux de mesure allant jusqu'à 2 millions de points par seconde avec une portée de 130m et un système d'imagerie HDR avancé.

Précis, les données à faible interférence permettent d'obtenir de meilleures images, donnant lieu à des numérisations nettes et de haute qualité, riches en détails.

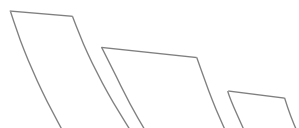
Le RTC 360 adapté pour l'acquisition sans éclairage, avec son trépied lourd inversable. Nous a permis de scanner la totalité du puits d'accès. Compte tenu de notre précédente intervention, et des difficultés d'acquisition des mesures dans le puits d'accès, nous avons opté pour cette solution technique.



Contrainte : Contrairement au LEICA BIK2GO le RTC 360 n'est pas un scanner portable. Moins mobile, il est nécessaire de procéder par cheminement, le temps d'acquisition est nettement plus long. Également le RTC 360 ne dispose pas d'indicateur de déplacement en temps réel, il est donc nécessaire de procéder à un alignement automatique après chaque scan.

L'assemblage des nuages de points sont réalisés partiellement en temps réel directement depuis la tablette.

Alignement automatique de M2 depuis la tablette :



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, des extraits du logiciel Cyclone et Register 360, après l'assemblage et le recalage du relevé scanner :



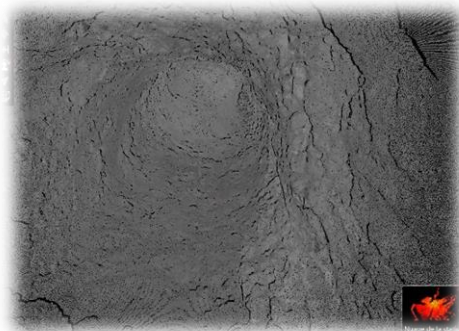
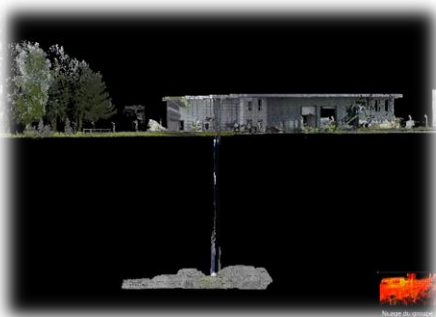
RECALAGE PLANIMETRIQUE ET ALTIMETRIQUE

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).

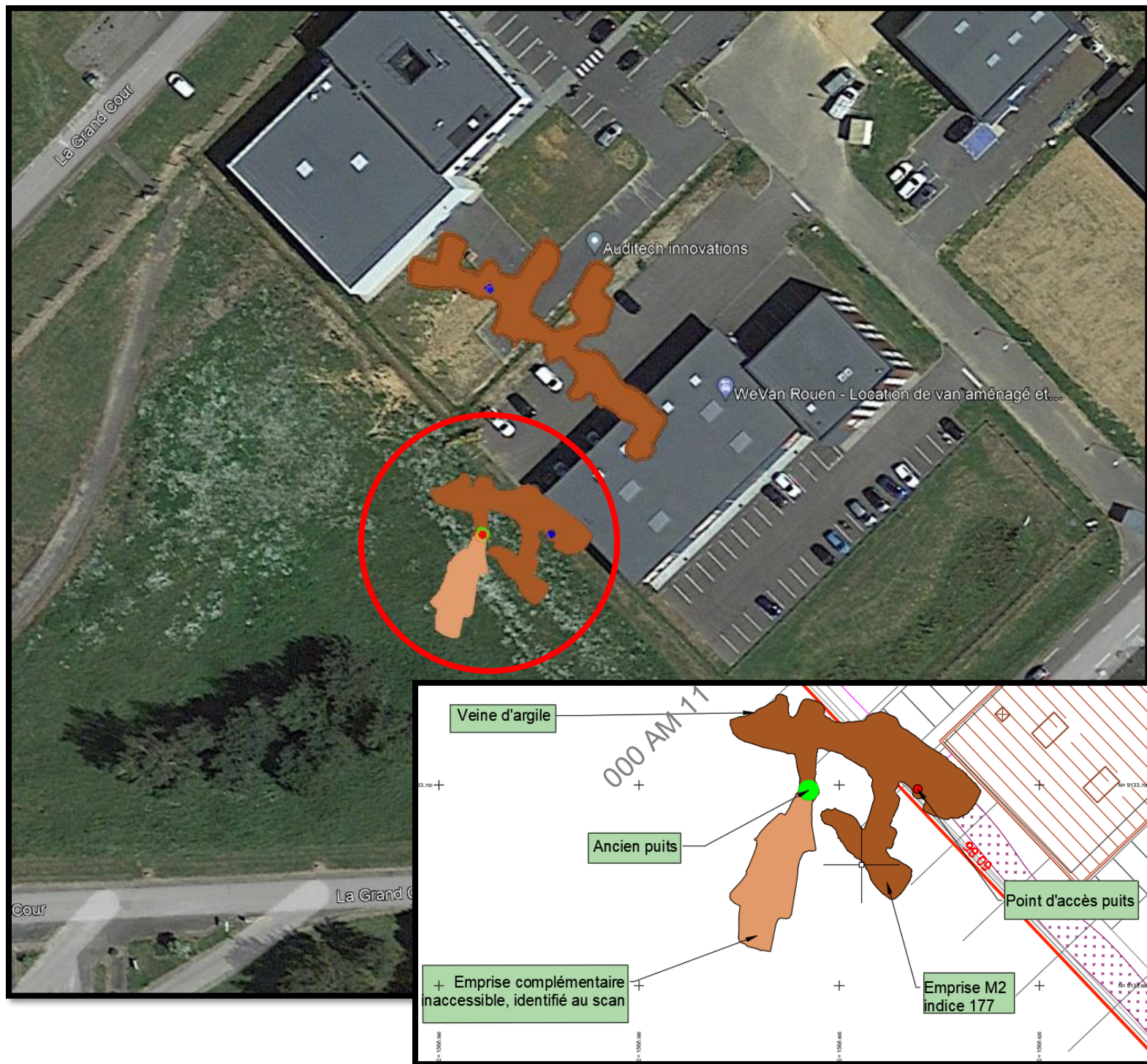
Cette méthode fonctionne de la même façon, en permettant :

- 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

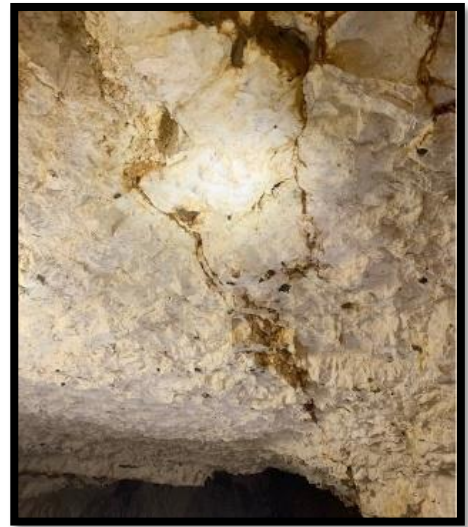
Extrait du plan de périmètre résiduel de sécurité avec l'emprise de la marnière ci-dessous :



4.2. Présentation des résultats

Inspection de la marnière.

La marnière présente un état général peu rassurant. Nous avons constaté un bon nombre de fissures ainsi que des débousses du puits d'accès (partiel et parfaitement observable) et des veines d'argiles. On observe au sol des stériles ainsi que plusieurs éboulements notables.



Cette visite a permis de localiser avec certitude l'emplacement du puits existant comblé jusqu'à 21 m. La stabilité du puits est incertaine en partie éboulé.



Également dans la continuité de notre visite nous avons localisé une chambre complémentaire derrière le remblai du puits existant. Cette partie de la marnière est inaccessible dans l'état. Nous avons réussi à scanner partiellement l'emprise de cette dernière.

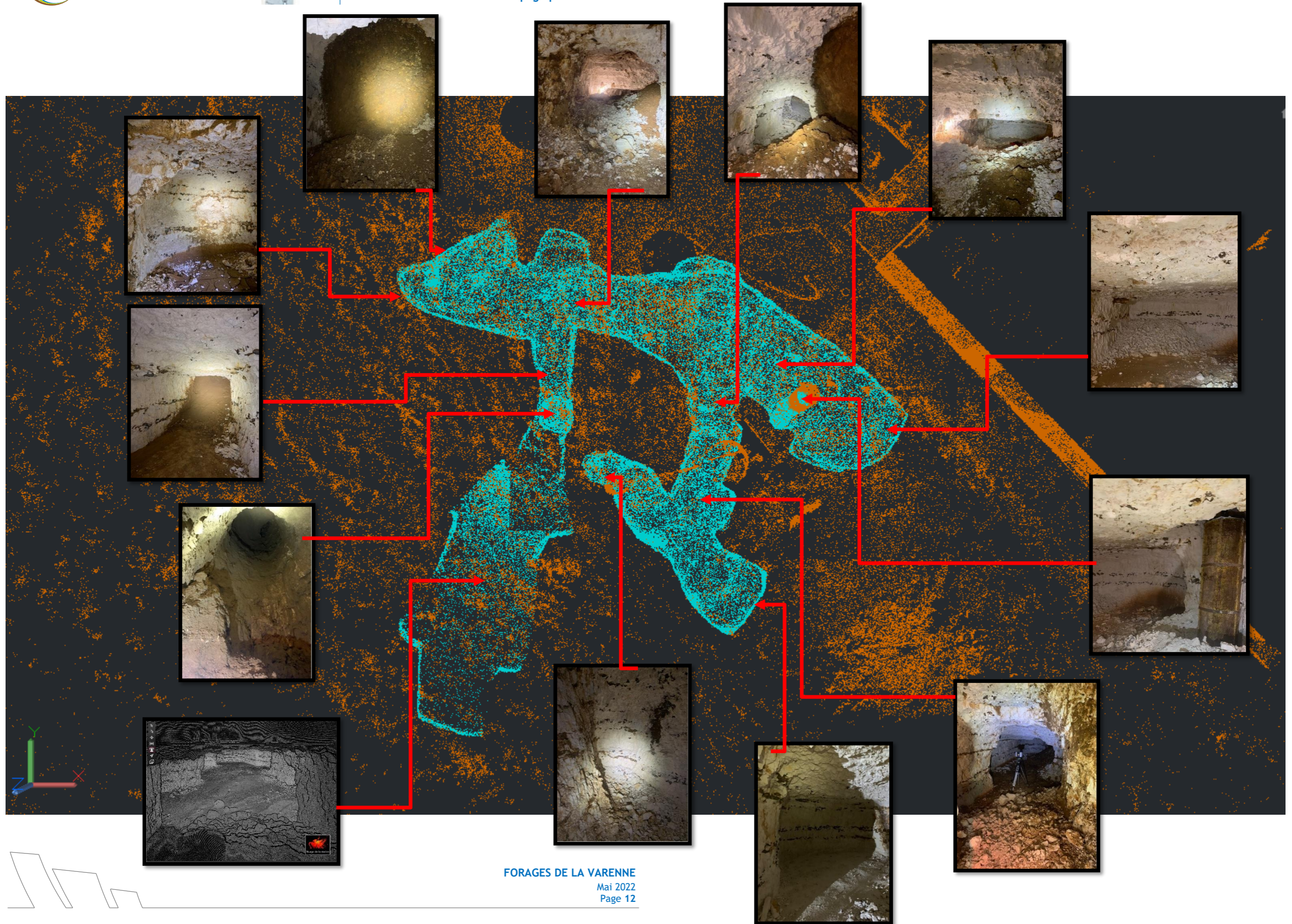


Ci-dessous un lien vidéo de notre visite en 3D.

<https://ecrenvironnement.fromsmash.com/M2-Boos>

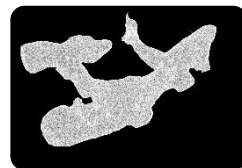
Ci-après la représentation en superposition avec les photos de visite.





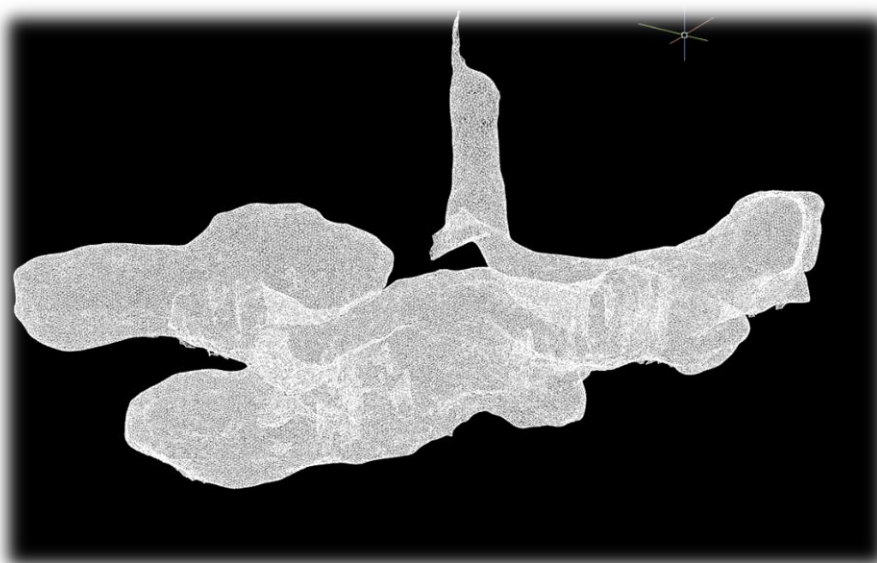
4.3. MNT / Volume de la cavité

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.



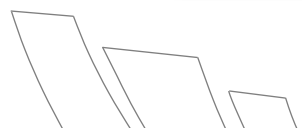
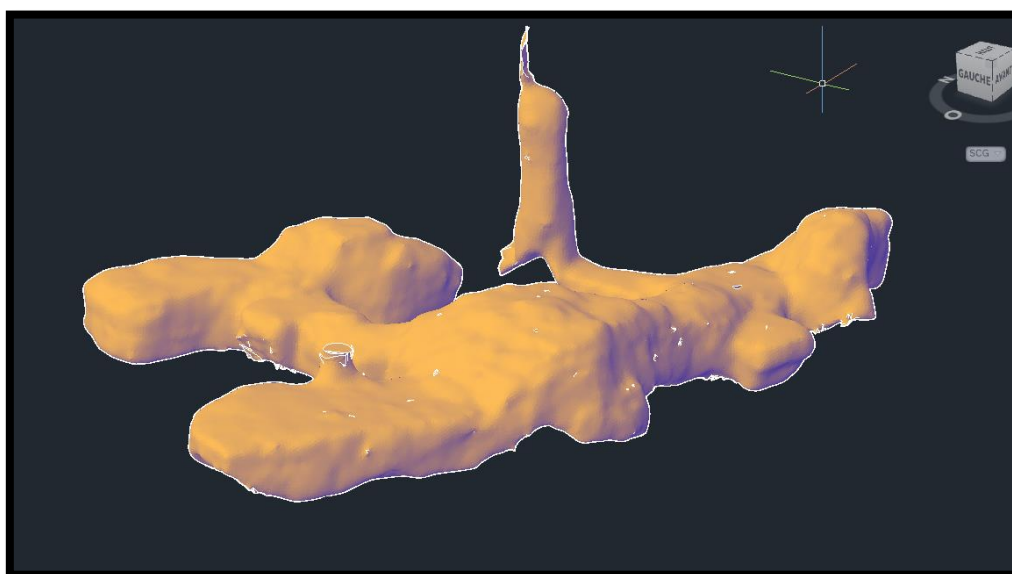
Construit, à partir de la liste des points du maillage, le modèle de surface est constitué de triangles collés bord à bord. Dans le cas de maillages non triangulaires, une étape de sélection des points à relier en triangles s'ajoute.

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.

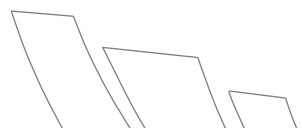
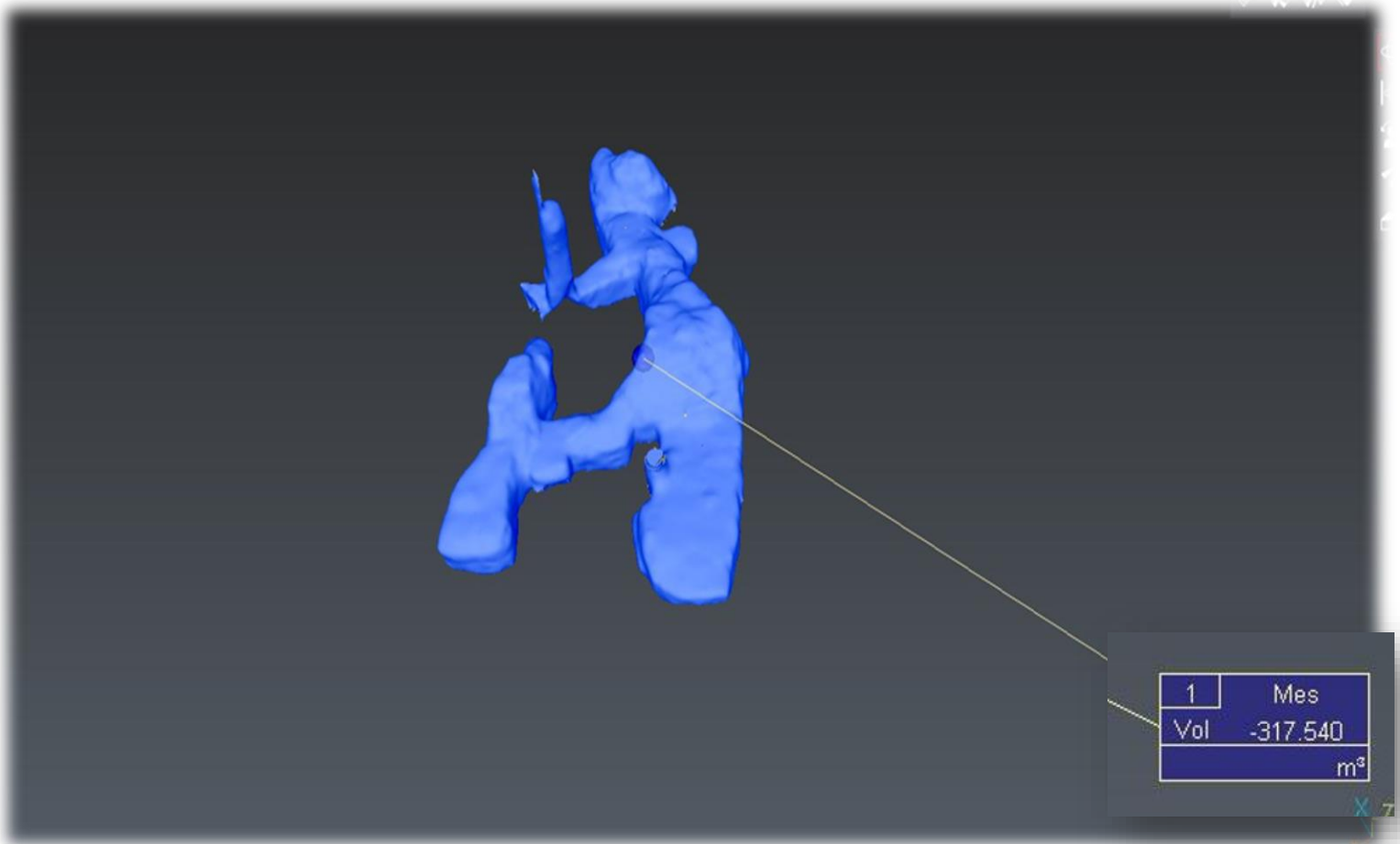
La modélisation numérique de la marnière nous a permis de calculer le volume de cette dernière.
La méthode de calcul utilisée, la triangulation de Delaunay, construit les triangles équilatéraux possible.
Le modèle numérique obtenu est parfaitement représentatif du terrain modélisé.
Il permet le calcul 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.

Nous estimons un volume proche des **334m³** comprenant le puits d'accès pour un volume de 14m³.

A noter : la chambre complémentaire derrière le remblai du puits existant n'est pas comptabilisée dans nos calculs.

Volume global de comblement

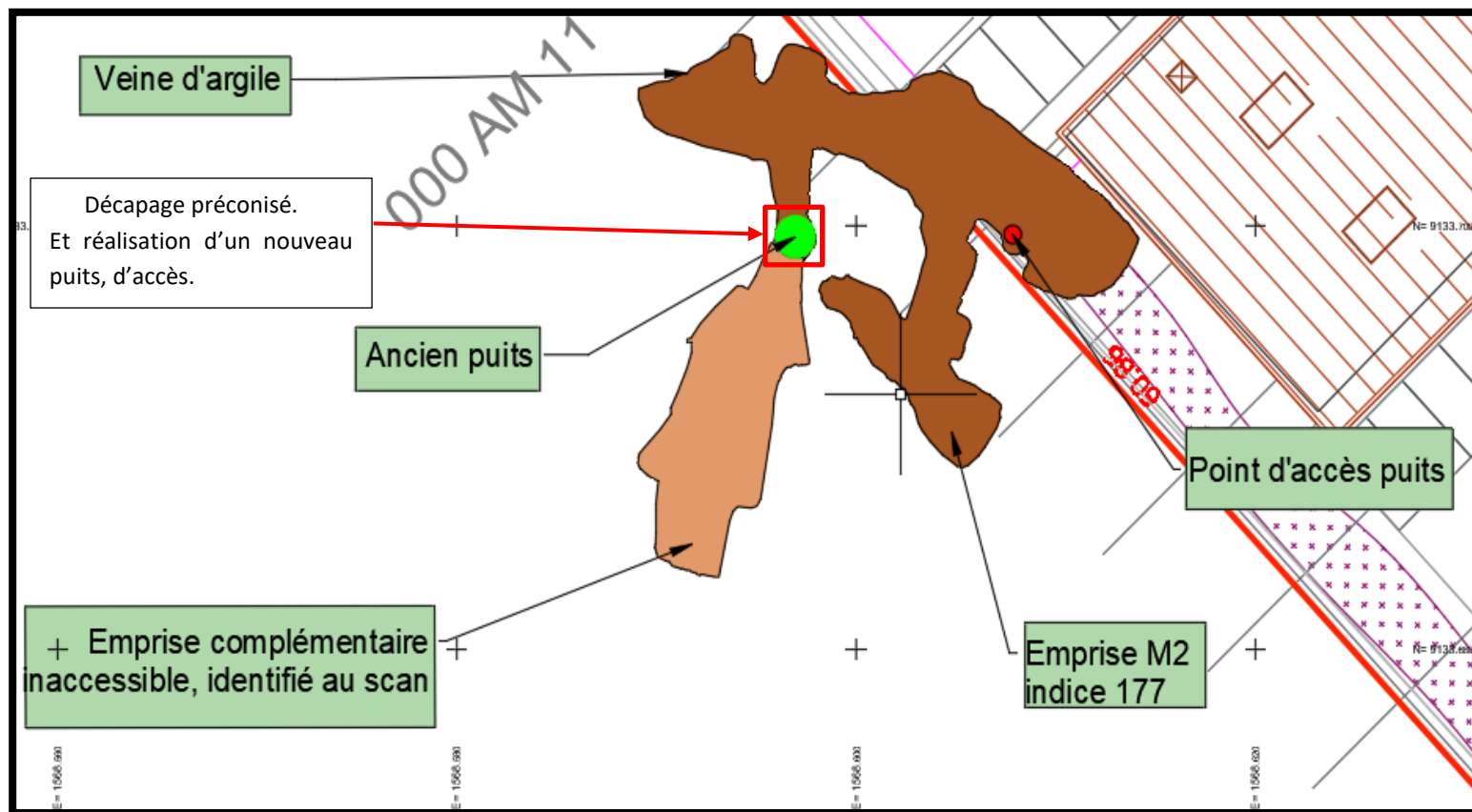


5. CONCLUSION / PRECONISATION

La reconnaissance de la cavité montre un état général de stabilité précaire et met en évidence la nécessité d'une solution de comblement total. En effet, il est fort probable à court ou moyen terme de voir apparaître un affaissement ou encore un effondrement. La présence de la noue (infiltration des eaux pluviales) en amont de cette dernière favorise sa dégradation.

Avant la réalisation de cette opération, le volume de la marnière et ses extensions doivent être connus. Pour ce faire nous recommandons le réalésage du puits d'origine observé. Afin de le localiser plus précisément, un décapage devra être réalisé en surface.

Il s'en suivra une nouvelle inspection de la marnière pour relever sa géométrie et procéder au dimensionnement volumétrique.



6. ANNEXES

6.1. PLAN 2D IMPLANTATION/SCAN_ECR_7602585_BOOS_MARNIERE

6.2. MNT/ M2 MAILLAGE MARNIERE

6.3. KMZ/ SITUATION GOOGLE EARTH

6.4. VIDEO/ VISITE EN 3D