



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Porter à connaissance (PàC) - carrière du Clos-Saint-Marc -

Décembre 2021

*Commune de Cour-Maugis-sur-Huisne
- Commune historique de Boissy-Maugis -*

Communauté de communes Coeur du Perche



Source : BRGM

Table des matières

1. Contexte.....	3
2. Données actuelles.....	3
3. Diagnostic et recommandations du BRGM.....	4
4. Prescriptions d'urbanisme au titre du R111-2 du code de l'urbanisme.....	4
4.1 Carrière cartographiée et zone d'influence (zonage rose).....	5
4.2 Périmètre de protection de 60 mètres (zonage jaune).....	5
5. Synthèse des risques sur la commune.....	6
Annexe 1 : emprise de la carrière et périmètre de sécurité.....	7
Annexe 2 : extrait de l'évaluation des risques liés au vieillissement des carrières souterraines abandonnées du Calvados et de l'Orne - année 2018-2020 - BRGM.....	9

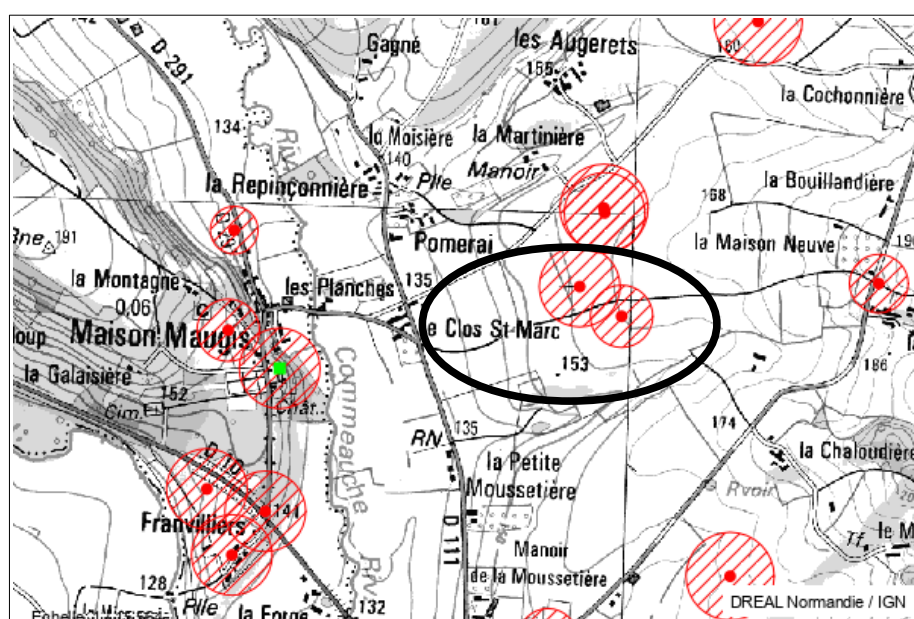
1. Contexte

Le BRGM, en partenariat avec la DREAL Normandie, mène des études sur le vieillissement des carrières souterraines. La commune de Cour-Maugis-sur-Huisne, commune historique de Boissy-Maugis, est concernée par la troisième tranche des investigations (années 2018 à 2020) avec la carrière du Clos-Saint-Marc. Elle se situe entre le lieu-dit du même nom et le lieu-dit « le Sablon ». Le bureau national géologique a réalisé un levé géométrique le 16 juin 2020 et un diagnostic de stabilité du 15 au 17 septembre 2020.

2. Données actuelles

Dans le département de l'Orne, les indices de cavités sont répertoriés dans les bases de données du BRGM et de la DREAL.

Le BRGM a croisé les informations entre les données de terrain et les deux bases de données de cavités. Il apparaît que les deux indices, mis en évidence dans un ovale noir sur l'illustration ci-dessous, R25_61050P4 (DREAL) / BNOAA0000135 (BRGM) et R25_61050P7 (DREAL) / BNOAA0001177 (BRGM) correspondent à la même carrière, celle du Clos-Saint-Marc.



Extrait de la carte dynamique Carmen de la DREAL Normandie

3. Diagnostic et recommandations du BRGM

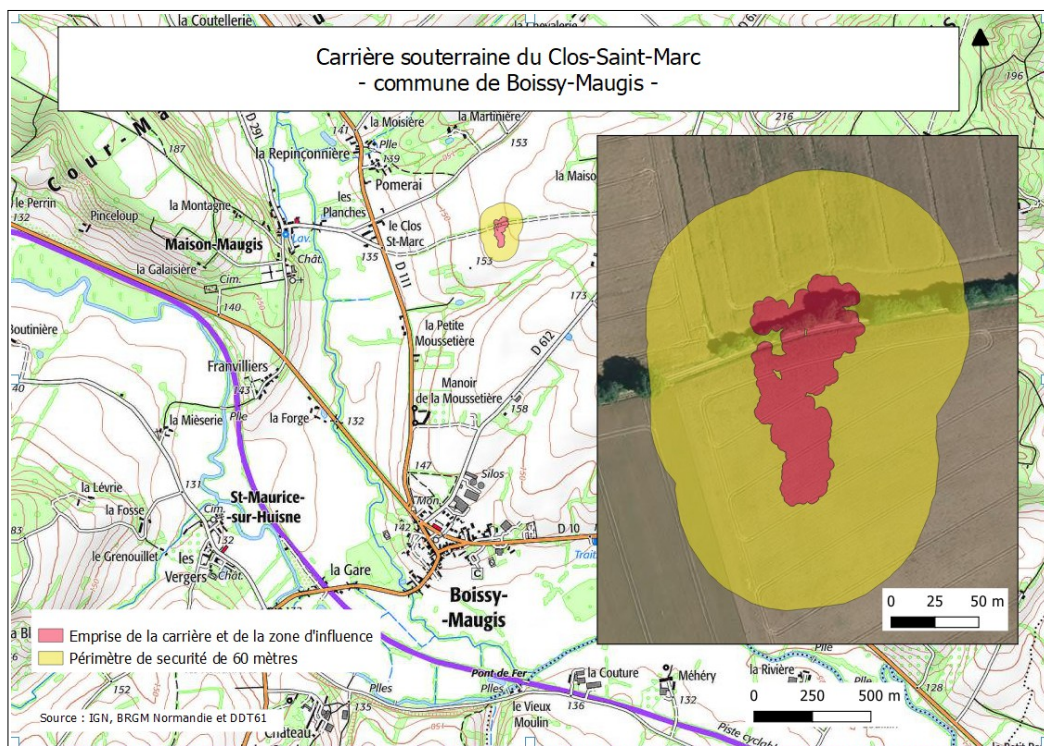
Se référer aux pages 15 et 16 du rapport du BRGM en annexe 2.

4. Prescriptions d'urbanisme au titre du R111-2 du code de l'urbanisme

R111-2 du CU Le projet peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales s'il est de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique du fait de sa situation, de ses caractéristiques, de son importance ou de son implantation à proximité d'autres installations.

Le BRGM a établi la cartographie de la carrière et la DDT y a intégré la zone d'influence. Lors d'un éventuel effondrement du toit de la carrière, la zone impactée serait en effet plus étendue que l'emprise de la carrière elle-même. Cette zone d'influence a été calculée en prenant en compte les hauteurs moyennes de recouvrement et de vide. Le zonage rose recouvre ainsi l'emprise de la carrière avec la zone d'influence qui est généralement de quelques mètres.

D'autre part, des incertitudes persistent sur l'emprise de la carrière du fait que certains endroits n'étaient pas accessibles à cause d'éboulements ou de remblaiements. La DDT a donc mis en place une zone de protection (périmètre de sécurité) de 60 mètres autour de la zone d'influence de la carrière.



4.1 CARRIÈRE CARTOGRAPHIÉE ET ZONE D'INFLUENCE (ZONAGE ROSE)

Le diagnostic établi par le BRGM fait part d'un mauvais état géotechnique de la voûte associé à de faibles épaisseurs de recouvrement. Cette zone est impropre à l'urbanisation.

Aucun travaux de terrain, déblaiement ou terrassement, ne devra être entrepris sans étude géotechnique préalable.

Il convient d'y interdire certaines utilisations comme le passage et le stationnement de poids lourds, ou le stockage de matériaux lourds ($>1t/m^2$), tout au moins sur les secteurs identifiés par le BRGM.

4.2 PÉRIMÈTRE DE PROTECTION DE 60 MÈTRES (ZONAGE JAUNE)

Le passage et le stationnement de poids lourds, ou le stockage de matériaux lourds ($>1t/m^2$) n'est pas recommandé avant la réalisation d'une étude géotechnique.

Dans cette zone, la constructibilité peut y être autorisée moyennant des reconnaissances techniques (basées sur des sondages carottés ou destructifs avec enregistrement de paramètres, avec une densité et une profondeur suffisante).

En cas d'apparition de désordres de surface, il faudra informer les services de l'État : Direction départementale des territoires – ddt-sacr-prgc@orne.gouv.fr - 02.33.32.53.22.

5. Synthèse des risques sur la commune

Sur la commune de Cour-Maugis-sur-Huisne, les risques naturels suivants ont déjà été répertoriés sur les sites de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement :

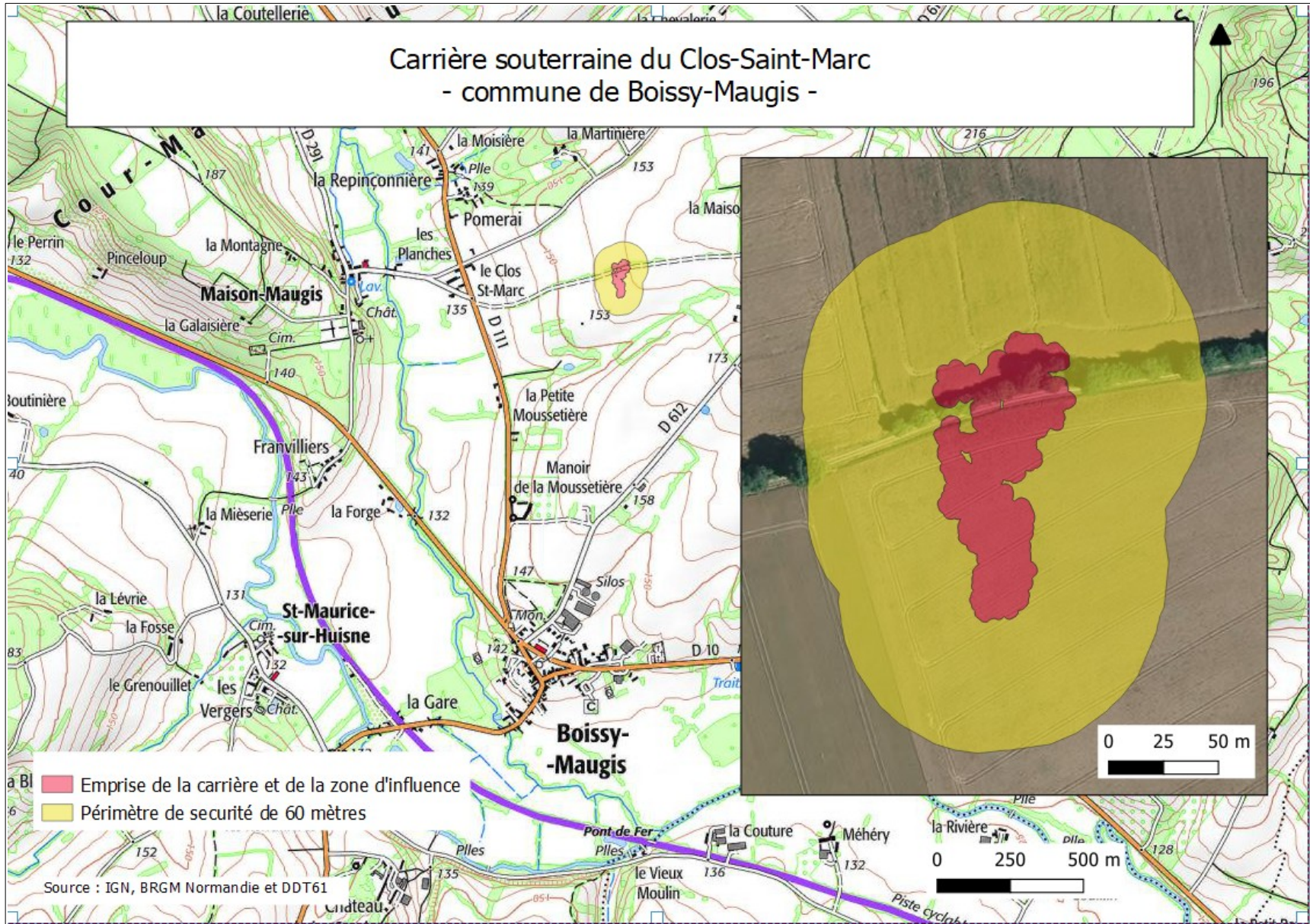
GÉNÉRATEURS DE RISQUE	SOURCE D'INFORMATION
Les cavités répertoriées ou non répertoriées	Carte dynamique de la DREAL Normandie sur la prédisposition aux risques mouvements de terrain : https://carmen.application.developpement-durable.gouv.fr/8/risques_naturels_mvt.map
Chutes de blocs	
Glissements de terrain	
Retrait-gonflement des argiles	Carte dynamique de la DREAL Normandie sur la prédisposition aux risques inondations : https://carmen.application.developpement-durable.gouv.fr/8/risques_naturels_inondation.map
Débordement de cours d'eau	
Remontée de nappe	

Autres bases d'informations :

- ✓ le site de la Direction générale de la prévention des risques : <https://www.georisques.gouv.fr> ;
- ✓ le site du Bureau des recherches géologiques et minières : <http://infoterre.brgm.fr/> ;
- ✓ le site des services de l'État dans l'Orne : <http://www.orne.gouv.fr/prevention-et-gestion-des-risques-naturels-et-r425.html> où les plans de préventions des risques sont consultables et téléchargeables.

Annexe 1 : emprise de la carrière et périmètre de sécurité

Carrière souterraine du Clos-Saint-Marc - commune de Boissy-Maugis -



Annexe 2 : extrait de l'évaluation des risques liés au vieillissement des carrières souterraines abandonnées du Calvados et de l'Orne - année 2018-2020 - BRGM

BOISSY-MAUGIS (61) – Carrière du Clos-Saint-Marc

NOM USUEL	Carrière souterraine du Clos-Saint-Marc
DEPARTEMENT	Orne
COMMUNAUTE DE COMMUNES	Perche Rémalardais
N° DE CAVITE DANS LA BASE (A_INDICES_CAVITES)	n°20
ID BDCavité - BRGM	BNOAA0000135
ID BD DREAL	R25_61050P4
ETAT DE STABILITE	MAUVAIS

1. CONTEXTE GENERAL

Dans le cadre d'un projet portant sur l'évaluation des risques liés au vieillissement des anciennes carrières souterraines abandonnées des départements de l'Orne et du Calvados (années 2018-2020), mené en partenariat avec la DREAL Normandie, le BRGM a effectué le levé géométrique et le diagnostic de stabilité de niveau 1 de la carrière souterraine abandonnée dite du « Clos-Saint-Marc » (commune de Boissy-Maugis). Les levés géométriques ont été réalisés le 16 juin 2020, et le diagnostic de stabilité du 15 au 17 septembre 2020.

a. Situation géographique et géomorphologique

La carrière souterraine du Clos-Saint-Marc est située entre le lieu-dit éponyme et le lieu-dit « le Sablon », à environ 1 kilomètre à l'est du bourg de Maison-Maugis (commune nouvelle de Cour-Maugis-sur-Huisne). Elle est accessible depuis un chemin carrossable qui relie la RD111 à la RD 612 (Illustration 1). L'accès est localisé sur la parcelle ZN 0051, aux coordonnées suivantes (Lambert 93, en mètres) : X = 531 125 m ; Y = 6 819 505 m ; Z = 159 m NGF.

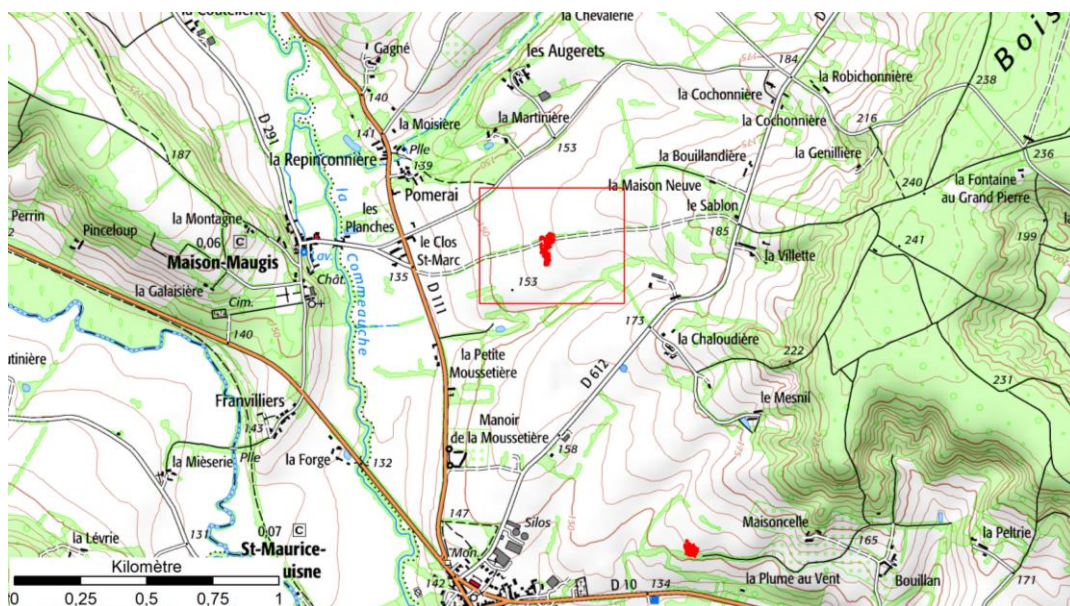


Illustration 1 : Situation des carrières souterraines du Clos Saint Marc (rectangle rouge) sur la carte topographique du secteur (source : Scan25® de l'IGN)

D'un point de vue géomorphologique, la carrière est creusée dans un versant situé rive gauche d'une vallée à fond plat dans laquelle circule le cours d'eau de la Commeauche, affluent de l'Huisne. La pente moyenne de ce versant orienté vers l'ouest est faible, de l'ordre de 4 %.

b. Situation géologique

D'un point de vue géologique, d'après les cartes géologiques à 1/50.000 du secteur (feuilles n°252 – Mortagne-au-Perche et n°253 – La Loupe ; *Moguedet et al.*, 1998 et 2000) et des observations effectuées sur le terrain, la carrière souterraine du Clos Saint-Marc est creusée dans les craies cénomaniennes, ici représentées par le faciès de la Craie de Rouen (Cénomaniens moyen – Crétacé supérieur). Il s'agit d'une craie blanche, tendre, peu cohérente, à rares silex de couleur gris bleuté ou noirs. La puissance de cette formation atteint 25 à 30 m. Au droit de la carrière du Clos-Saint-Marc, la craie est recouverte par quelques décimètres de colluvions à silex associées à des Sables du Perche. Ces dépôts de pente empâtent les versants et sont caractérisés par des sables plus ou moins argileux, à silex.

D'un point de vue structural, la carrière souterraine se situe à environ 500 mètres au sud-ouest du prolongement supposé d'une des failles bordières du fossé d'effondrement de Longny-au-Perche, orientée N040°. A noter également la présence d'une petite faille supposée cartographiée sous la vallée de la Commeauche, orientée N150°.

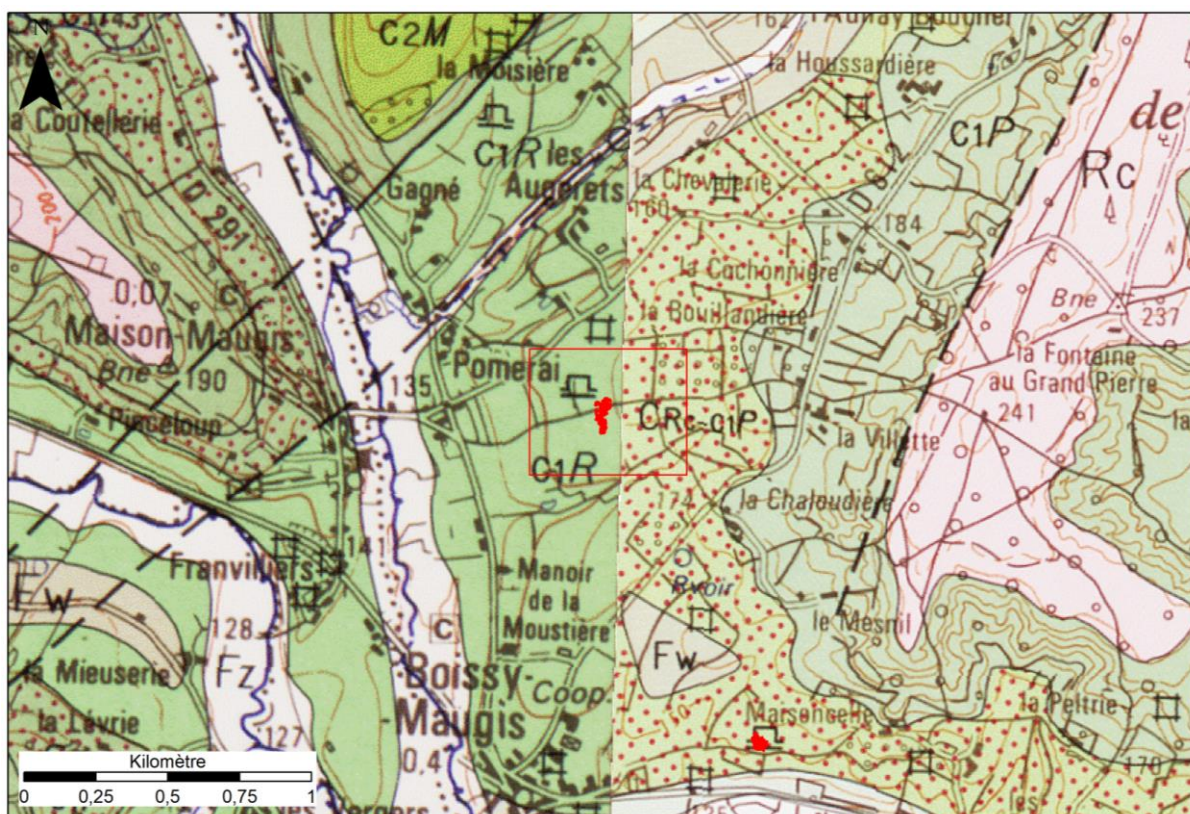


Illustration 2 : Situation des carrières souterraines du Clos Saint Marc (rectangle rouge) sur un extrait de la carte géologique à 1/50.000 – feuille n°252 et 253 (Mortagne-au-Perche et La Loupe) (source : BRGM)

Le massif crayeux dans lequel a été creusée la carrière du Clos-Saint-Marc se situe dans un « bassin tectonique », délimité à l'ouest par les failles bordières du fossé d'effondrement de Longny-au-Perche (orientées N040°), au sud par la faille de Bellême (orientée N100°), au nord par la faille de l'Eure (orientée N110°) et à l'est par la faille de la Loupe (orientée N030°). Au sein de ce « bassin », plusieurs petites structures supposées orientées N020° ou N150° ont

été cartographiées, les structures N020° étant les relais des structures N150° (Moguedet et al., 2000).

Cette disposition tectonique est sans doute à l'origine de la complexité structurale singulière du massif crayeux propre à ce secteur du Perche. En effet, les relevés structuraux réalisés en souterrain ont mis en évidence un réseau dense et labyrinthique de diaclases et de conduits karstiques verticaux, obliques (pendages de l'ordre de 30 à 70°) ou horizontaux, plus ou moins connectés entre eux. Ces conduits karstiques fossiles sont essentiellement comblés d'argiles gris-verdâtre à brunes, glauconieuses, et parfois par du sable grossier quartzueux de couleur ocre, analogue aux faciès de la base de la formation des Sables du Perche (Cénomaniens supérieur). Cette densité de fracturation et de karstification explique probablement le fait que ces craies, comme celles de Rémalard, étaient réputées de qualité inférieures par les bâtisseurs (Moguedet et al., 2000). Ces observations tendent à confirmer l'importance que peuvent avoir les structures tectoniques sur l'état de fracturation / karstification / altération de la craie, mais également sur l'état de stabilité des carrières souterraines.

c. Hydrogéologie / hydrologie du site

Les jours des visites, les galeries étaient globalement sèches. Notons toutefois la présence de quelques suintements depuis le ciel des galeries situées à l'extrémité ouest de la carrière, ainsi que des arrivées boueuses dans la partie centre-ouest de la carrière, associées à un fontis ouvert en surface. Dans ce secteur, le sol est recouvert de boue humide dans laquelle se dessinent des fentes de dessiccation.

Cette carrière ne semble pas située dans la zone de battement de la nappe de la Craie.

d. Connaissance préexistante des cavités

Dans la base de données de la DREAL, deux indices sont localisés à proximité de la carrière. Il s'agit des indices de carrières R25_61050P4 et R25_61050P7, respectivement associés aux identifiants BNOAA0000135 et BNOAA0001177 de la BDCavité du BRGM (<http://georisques.gouv.fr>). Les données sources de ces données sont les suivantes :

- Carrière souterraine BNOAA0000135 (= R25_61050P4) : provient de la carte géologique de la France à 1/50.000, feuille de Mortagne-au-Perche (n°252) (BRGM) ;
- Carrière souterraine BNOAA0001177 (= R25_61050P7) : provient d'une déclaration de situation de cavités souterraines, faite par la mairie en 2002 au cours de l'Inventaire départemental des cavités souterraines (réalisé par le BRGM) ;

Ces deux indices ont donc été bancarisés à partir de deux sources d'informations qui, après analyse de l'ensemble des données disponibles, correspondent à la même carrière souterraine du Clos-Saint-Marc (objet du présent compte-rendu). Il s'agit donc de doublons, c'est pourquoi les coordonnées de l'indice BNOAA0000135 et le contenu de la fiche ont été mises à jour, et l'indice BNOAA0001177 a été supprimé.

Dans la base de données du BRGM relative aux mouvements de terrain, aucun phénomène n'est recensé dans le secteur. Toutefois, les investigations en surface ont permis de retrouver la trace d'effondrements et d'affaissements, parfois récents (cf. chapitre 3c).

e. Données historiques sur l'exploitation

Aucune information historique n'a été retrouvée dans les archives concernant la carrière souterraine du Clos-Saint-Marc. Elle n'apparaît pas sur les plans anciens. Seule une

inscription mentionnant la date de « 1875 » a été retrouvée à l'entrée de la cavité (Illustration 3). Les dates de début et de fin de l'exploitation ne sont donc pas connues, mais compte tenu de la géométrie désordonnée des galeries, de la disposition irrégulière des piliers et du mode de creusement (au pic), il s'agit d'une vieille carrière. Son origine remonte probablement aux XVII^{ème} ou XVIII^{ème} siècle, à une époque où la demande en matériaux de construction était forte (édification des manoirs, églises etc.), et l'exploitation a probablement cessé à la fin du XIX^{ème} siècle.

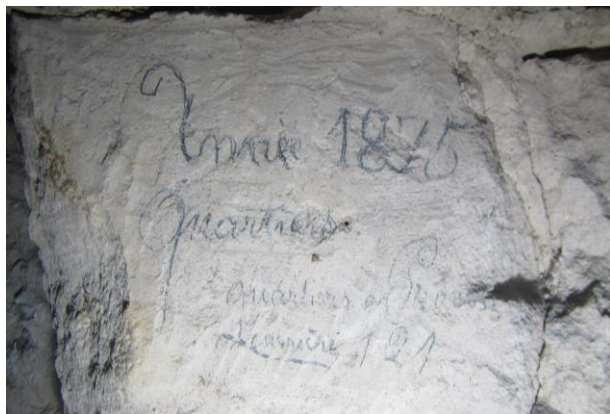


Illustration 3 : Mention de l'année « 1875 » retrouvée sur un pilier à proximité de l'entrée

D'après la notice de la carte géologique de Mortagne-au-Perche (1998), cette carrière a été utilisée à une certaine époque pour la culture des endives.

2. ENVIRONNEMENT DE LA CARRIERE SOUTERRAINE

a. Environnement de surface / enjeux

La carrière souterraine du Clos-Saint-Marc sous-cave des terres agricoles (labours) situées sur les parcelles ZN 0051 et ZM 0020, ainsi qu'une portion d'une cinquantaine de mètres du petit chemin carrossable qui relie le bourg de Maison-Maugis au lieu-dit « les Sablons » (Illustration 4).



Illustration 4 : Environnement de surface de la carrière souterraine sur orthophoto et cadastre (IGN). Les tirets rouges correspondent aux limites « supposées » de la carrière, au-delà desquelles des extensions actuellement inaccessibles en souterrain sont possibles

b. Présence de chiroptères

Cette carrière héberge une centaine d'individus de chauves-souris (source : Groupe Mammalogique Normand), notamment des Grands Rhinolophes, des Grands Murins et des Murins à oreilles échancrées. C'est pourquoi elle est protégée depuis 2007 par le Conservatoire des Espaces Naturels de Normandie.

Plusieurs individus en vol ont été observés au cours des visites.

c. Informations diverses

La cavité du Clos-Saint-Marc fait partie d'un réseau de quatre carrières souterraines classé en Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type 1 depuis 2011 (ensemble de cavité de Boissy-Maugis) (source : www.cen-normandie.fr).

Un puit d'aération est ouvert en surface. Sa position a été levée au GPS centimétrique pour servir de repère pour le calage du plan détaillé de la cavité.

3. INSPECTION DES SOUTERRAINS / DIAGNOSTIC DE STABILITE

a. Rappel des méthodes employées

Les levés géométriques ont été réalisés par le BRGM le 16 juin 2020. La méthode employée est celle du scanner laser portatif « ZEB-REVO » et « ZEB-HORIZON » avec un protocole expérimental développé par le BRGM (cf. rapport méthodologique). Les nuages de points obtenus ont été géoréférencés à partir de repères en surface, positionnés au GPS avec une précision centimétrique. Ces levés ont permis d'élaborer un plan de détail de la carrière, qui à notre connaissance correspondent au premier plan réalisé pour cette cavité. A noter que des secteurs remblayés et/ou éboulés ont été observés en souterrain, notamment au centre-est et sud-est. Les plans ne représentent donc pas l'emprise originelle de la carrière.

En outre, les levés 3D ont été utilisés pour réaliser les plans des hauteurs de vides, de l'altitude du plancher et du toit de la carrière.

Les visites pour effectuer le diagnostic de stabilité ont été effectuées du 15 au 17 septembre 2020. Le diagnostic est de niveau 1 suivant le IFSTTAR (2014) et la méthode employée est détaillée dans le chapitre 4 du corps de texte principal du rapport.

b. Accès – géométrie – type d'exploitation

L'accès à la carrière souterraine se fait depuis une petite descenderie située dans la haie qui borde le chemin carrossable qui relie le bourg de Maison-Maugis au lieu-dit « les Sablons » (Illustration 5). Il s'agit du seul accès connu. Cette entrée est fermée et sécurisée par une grille massive installée en 2007 par le Conservatoire des Espaces Naturels de Normandie et le Groupe mammalogique Normand pour la tranquillité des chauves-souris.



Illustration 5 : Vue sur l'accès à la carrière souterraine du Clos-Saint-Marc

Cette carrière a été exploitée selon la méthode des chambres et piliers, pour l'exploitation de pierre à bâtir et probablement pour la production de marne pour l'amendement des terres agricoles et/ou pour la fabrication de la chaux. L'extraction des matériaux a été réalisée manuellement au pic, dont les traces sont encore parfaitement visibles sur les piliers ou les parements, ou au toit lorsqu'il s'agit du ciel originel. La géométrie de la carrière est désordonnée, avec des piliers disposés de façon irrégulière. Ces derniers présentent des tailles et des géométries variables. Cette géométrie, ainsi que la technique de creusement (pic) témoignent de l'ancienneté de l'exploitation.

Cette cavité a été en grande partie remblayée par les résidus de l'exploitation, et actuellement, le cheminement se fait uniquement sur ces remblais. Le sol d'origine n'est plus visible. Cela explique que les hauteurs de vides sont généralement faibles, notamment dans la partie nord (comprises entre 0 et 2,5 m). Dans certains secteurs, notamment au centre-est et sud-est de la carrière, les remblais atteignent le toit de la carrière où ils masquent donc plusieurs extensions possibles dont la configuration est, en l'état, inconnue. A ces endroits, les enjeux sont en première approche similaires à ceux présents au droit de la zone explorée, à savoir des terres agricoles (labours) et un petit chemin carrossable.

Enfin, les épaisseurs de recouvrement sont faibles, comprises entre 1 et 6 m, avec une tendance à l'amincissement à mesure que l'on se dirige vers l'ouest où elles peuvent être réduites à moins de 2 m.

Les données géométriques principales à retenir concernant cette carrière souterraine sont les suivantes :

- Nombre d'accès : **1** (sécurisé)
- Nombre de niveau(x) : **1**
- Nombre de puis ouverts en surface : **1**
- Nombre de piliers : **42**
- Superficie des vides (*surface exploitée*) : **2700 m²**
- Taux de défruitement moyen (*rapport entre les vides et la surface totale*) : **92 %**

- Hauteurs de vides : **0 – 2,5 m** (moyenne : 1,3 m)
- Volume approximatif : **de l'ordre de 3500 m³**
- Epaisseur de recouvrement : **1 – 6 m** (moyenne : 3,1 m).



Illustration 6 : « Paysage » typique de la carrière souterraine du Clos-Saint-Marc

NB : Le reste du rapport détaille les analyses réalisées au niveau du secteur exploré. Sans autres informations que celles présentées ici, ces analyses ne sont pas possibles sur le secteur non exploré dont la réalité, l'extension et la configuration restent à ce jour inconnues. Pour ce faire, il conviendrait d'envisager des actions complémentaires (cf. § 6).

c. Etat géotechnique

D'un point de vue général, l'état de stabilité de la carrière souterraine peut être qualifié de **mauvais** en raison notamment des 16 cloches de fontis identifiées, dont certaines ont provoqué des effondrements localisés en surface. L'examen du ciel de la carrière a également mis en évidence de nombreuses instabilités dangereuses pour les intervenants en souterrain. Ce mauvais état géotechnique est à mettre en relation avec la remarquable densité de fractures qui traversent le massif crayeux.

Ces observations confirment les informations disponibles dans la notice de la carte géologique de Mortagne-au-Perche (Moguedet et al., 1998), dans laquelle on peut lire : « *Au Clos-Saint-Marc [...], l'état général des carrières creusées dans la craie de Rouen est mauvais et les effondrements y sont fréquents. Les excavations sont peu profondes, la qualité de la roche est moins bonne, le ciel est moins résistant et l'épaisseur de recouvrement est souvent faible (2-3 m). Des fissures récentes de décompression apparaissent par endroits et soulignent la dangerosité des lieux* ».

Etat des piliers

La grande majorité des piliers de la carrière du Clos-Saint-Marc est dans un état de stabilité relativement correct. En effet, sur les 41 piliers décrits, seuls 16 sont affectés de fractures mécaniques, d'écaillages, et/ou sont traversés par de multiples diaclases ou conduits karstiques ayant une incidence sur leur stabilité. Les 25 autres piliers sont *a priori* sains mécaniquement et n'amènent à aucun commentaire particulier.

Aucun pilier en très mauvais état géotechnique (piliers « très fracturés » ou en diabolos », voire en état de post rupture) n'a été observé en souterrain.

L'état général relativement correct des piliers traduit leur bon dimensionnement vis-à-vis des contraintes mécaniques verticales exercées par le recouvrement (faible à très faible sur l'ensemble de la carrière).



Illustration 7 : Exemple d'un pilier traversé par deux larges conduits karstiques parallèles (ici P22)

Etat de la voûte

L'état de stabilité de la voûte est mauvais puisqu'au total 68 instabilités plus ou moins évoluées et volumineuses ont été identifiées dans l'ensemble des galeries (cf. plan détaillé des instabilités). Parmi ces instabilités, soulignons la présence de 16 cloches de fontis identifiées en souterrain, dont deux sont à l'origine d'effondrements localisés encore visibles en surface. Il s'agit :

- Du fontis D9, caractérisé en souterrain par un cône d'éboulis constitué de terre végétale, et en surface par un cratère d'effondrement d'1,5 m de diamètre situé dans le fossé « nord » du chemin carrossable ;
- Du fontis D34 (Illustration 8), caractérisé en souterrain par un cône d'éboulis constitué de limons argileux bruns et de terre végétale, et en surface par un cratère d'effondrement de 1,5 m de diamètre environ situé dans le fossé « sud » du chemin carrossable. D'après le témoignage du propriétaire du champ, rencontré au cours de l'une des visites, cet effondrement s'est déclaré au cours de l'hiver 2019-2020 suite à de fortes pluies. Il a été remblayé par de grosses pierres. L'occurrence de cet effondrement est à l'origine d'arrivées boueuses dans les galeries.



Illustration 8 : Vue sur l'instabilité D34 à l'origine d'un effondrement localisé en surface (à gauche, cône d'éboulis en souterrain ; à droite, cratère d'effondrement en partie remblayé (ellipse rouge))



Illustration 9 : Cône d'éboulis du fontis D17, constitué de terre et de débris divers (briques etc.). Ce fontis a donc généré un effondrement en surface dans le passé

Il ne s'agit pas des seules instabilités ayant généré des effondrements dans le passé. En effet, les cônes d'éboulis des cloches de fontis sont pour la plupart constitués de matériaux argilo-limoneux bruns, caractéristiques des formations sus-jacentes à la craie, et parfois par des débris anthropiques qui confirment leur ouverture en surface (cas du fontis D17). Cela corrobore le témoignage du propriétaire du champ qui fait état de mouvements de terrain réguliers dans le secteur, et qu'il n'est pas rare que des cratères d'effondrement soient remblayés. Ces informations se confirment en surface, puisqu'outre les deux fontis précédemment cités (associés aux instabilités D9 et D34 observées en souterrain), trois autres mouvements de terrain ont pu être constatés à proximité de la carrière. Il s'agit :

- D'une large dépression endoréique d'environ 25 m de diamètre pour 2 m de profondeur, située à environ 55 m au NNE de l'entrée (Illustration 10). D'après le propriétaire, cette dépression est associée à un effondrement survenu en 2018, mais aucun élément ne permet, à l'issue du diagnostic, d'établir un lien entre cet évènement et la carrière souterraine ;
- De deux effondrements localisés à quelques mètres à l'est de l'entrée actuelle :
 - o Un effondrement circulaire de 3 m de diamètre pour 3,5 m de profondeur (Illustration 11) ;

- Un effondrement elliptique de 4,5 m de long, 3,5 m de large pour 2,2 m de profondeur.



Illustration 10 : A gauche, large dépression associée à un mouvement de terrain survenu en 2018, à 55 m au NNE de l'entrée et à droite, effondrement localisé situé à quelques mètres à l'est de l'entrée

Les cônes d'éboulis associés à ces phénomènes n'ont pas été observés en souterrain puisqu'ils se situent dans des zones actuellement inaccessibles du fait de la présence de remblai jusqu'au plafond (sans que l'on puisse dire en l'état actuel des connaissances si ce remblai est ponctuel ou généralisé à ces secteurs). Il est également intéressant de remarquer que sur ces 16 cloches de fontis identifiées, au moins 11 sont clairement liées au débouillage de conduits karstiques verticaux, associés à la fracturation naturelle du massif. Les cônes d'éboulis formés par ces instabilités limitent l'accès à des galeries aujourd'hui aveugles. Pour les 5 autres fontis, l'origine karstique est également la plus probable, bien que plus difficile à vérifier à ce stade des investigations.

Outre ces cloches de fontis, l'examen de la voûte a permis d'identifier 12 chutes de 1^{er} banc de toit et 16 zones de décollement, auxquelles s'ajoutent de nombreuses instabilités ponctuelles plus ou moins volumineuses (écaillages isolés, blocs instables etc.). A l'heure actuelle, ces instabilités ne sont pas susceptibles d'engendrer des désordres en surface, mais elles constituent un danger pour les intervenants en souterrain.



Illustration 11 : Grosse écaille isolée au toit (ici instabilité E11). A ce stade, cette instabilité n'est pas susceptible d'engendrer des désordres en surface, mais elle présente un danger pour les intervenants en souterrain

Fracturation

Le mauvais état de la voûte est lié à la remarquable densité de diaclases et de conduits karstiques, qui tissent un réseau complexe et labyrinthique de fractures, favorable aux instabilités de toit. Ces structures sont globalement toutes orientées N-S à N030° (ce qui correspond à peu près à l'orientation de la faille bordière du fossé d'effondrement de Longny-au-Perche (cf. chapitre 1.b)), auxquelles s'ajoutent quelques rares fractures N060° ou N150°. Elles sont plus ou moins ouvertes, et généralement comblées de matériaux argileux ocres (Illustration 12). Ces structures sont généralement sub-verticales ou à fort pendage (> 65°). A noter que l'ouverture d'un conduit karstique ou d'une diaclase peut varier de quelques centimètres à plusieurs décimètres, et cela sur quelques mètres de distance. Ces structures peuvent également se rejoindre pour former des conduits plus larges (cas par exemple des fractures F33 et F44 qui se « combinent » vers le sud pour former un conduit karstique de plus de 2 m de largeur, comblé d'argile). Lorsque les épaisseurs de recouvrement sont faibles, il n'est pas rare d'observer la présence de racines et radicelles au sein de ces fractures, ce qui peut constituer des zones d'infiltrations d'eau préférentielles.



Illustration 12 : Illustration de la densité de fractures et de conduits karstiques visibles dans la carrière du Clos-Saint-Marc

Ces grandes structures sont parfois « relayées » par de petites diaclases peu ouvertes, dont certaines semblent avoir joué mécaniquement suite à l'exploitation de la carrière. Elles côtoient les fractures purement mécaniques, créées pendant ou après l'exploitation et préférentiellement situées au centre des galeries là où les portées entre piliers / parements sont les plus grandes.

Etat des entrées

Plusieurs petites instabilités centimétriques à décimétriques ont été observées sur le front de taille situé au niveau de l'entrée. Elles peuvent représenter un danger pour un intervenant non muni d'EPI (casque en particulier).

Etat des puits

Le puits est en bon état et n'amène à aucun commentaire particulier. Il est sécurisé en tête par des barreaux d'acier, permettant le passage des chauves-souris.

4. POINTS SENSIBLES ET ZONES DE DANGER

Le « point sensible » le plus important concerne le mauvais état géotechnique de la voûte associé à des épaisseurs de recouvrement généralement faibles à très faibles (< 2 m dans l'ouest du réseau) et à la présence de nombreux conduits karstiques +/- colmatés. En effet, le ciel est ponctué de cloches de fontis et de conduits karstiques susceptibles d'engendrer des désordres en surface à court / moyen terme, dans la mesure où aucun processus d'auto-comblement de ces instabilités ne paraît possible en l'état actuel des connaissances (c'est-à-dire qu'une fois amorcé, le processus atteindra à terme la surface). De tels événements se sont d'ailleurs déjà déclarés dans le passé (dont deux mouvements de terrains survenus ces deux dernières années) et d'autres se reproduiront certainement dans les prochains mois ou années en fonction notamment des conditions météorologiques.

D'autre part, il existe plusieurs zones remblayées dans la partie nord-est et est de la cavité : elles pourraient masquer de possibles extensions de la carrière dont l'accès est impossible en l'état. Cela empêche actuellement, à ces endroits, d'évaluer l'état de stabilité des vides supposés. La présence d'instabilités dans ces secteurs « aveugles », potentiellement susceptibles d'engendrer des désordres en surface est, en l'état actuel des connaissances, à considérer comme probable.

Enfin, les nombreuses instabilités identifiées au toit, de type décollement de 1^{er} banc ou écaillages isolés, ne sont certes pas susceptibles d'engendrer des désordres en surface à court ou moyen terme, mais elles représentent un danger pour les intervenants en souterrain.

5. PLAN DETAILLE DU DIAGNOSTIC – RELEVÉ DES DESORDRES

L'ensemble des observations effectuées dans la cavité ont été compilées sur le plan en Illustration 14. La légende de ce plan est présentée ci-dessous (Illustration 13).

<p>Informations géométriques</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Accès — Contour fini (front de taille) - - - Extension probable — Murs maçonnés / cloisons □ Emprise (surface de vides) ▨ Zones de remblais <p>Informations géographiques</p> <ul style="list-style-type: none"> — Courbes de niveau (5 m - NGF) — Courbes de niveau (1 m - NGF) 	<p>Etat qualitatif des piliers</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Etat de post rupture ■ Pilier en diabolo ou très fracturé ■ Fracturé ou écaillé ■ Sain <p>Instabilités de toit</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fontis ouvert en surface ■ Cloche de fontis ■ Ebauche de cloche de fontis ■ Chute de 1er banc de toit ■ Décollement de 1er banc ■ Zone d'instabilités diffuses <p>Fractures</p> <ul style="list-style-type: none"> — Conduit karstique — Diaclase — Fractures mécaniques 	<p>Instabilités ponctuelles (blocs / écaillles)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Centimétrique ▲ Décimétrique ▲ Métrique ▲ Décamétrique <p>Observations diverses</p> <ul style="list-style-type: none"> B Blocs au sol Inf Suintements / infiltrations d'eau Ca Concrétions carbonatées liées à des infiltrations récurrentes K Conduit karstique R Racines végétales ou radicelles ! Autre élément remarquable ? Secteur de cavité non accessible car remblayée / effondrée / ennoyée etc.
--	--	---

Illustration 13 : Légende du plan du diagnostic

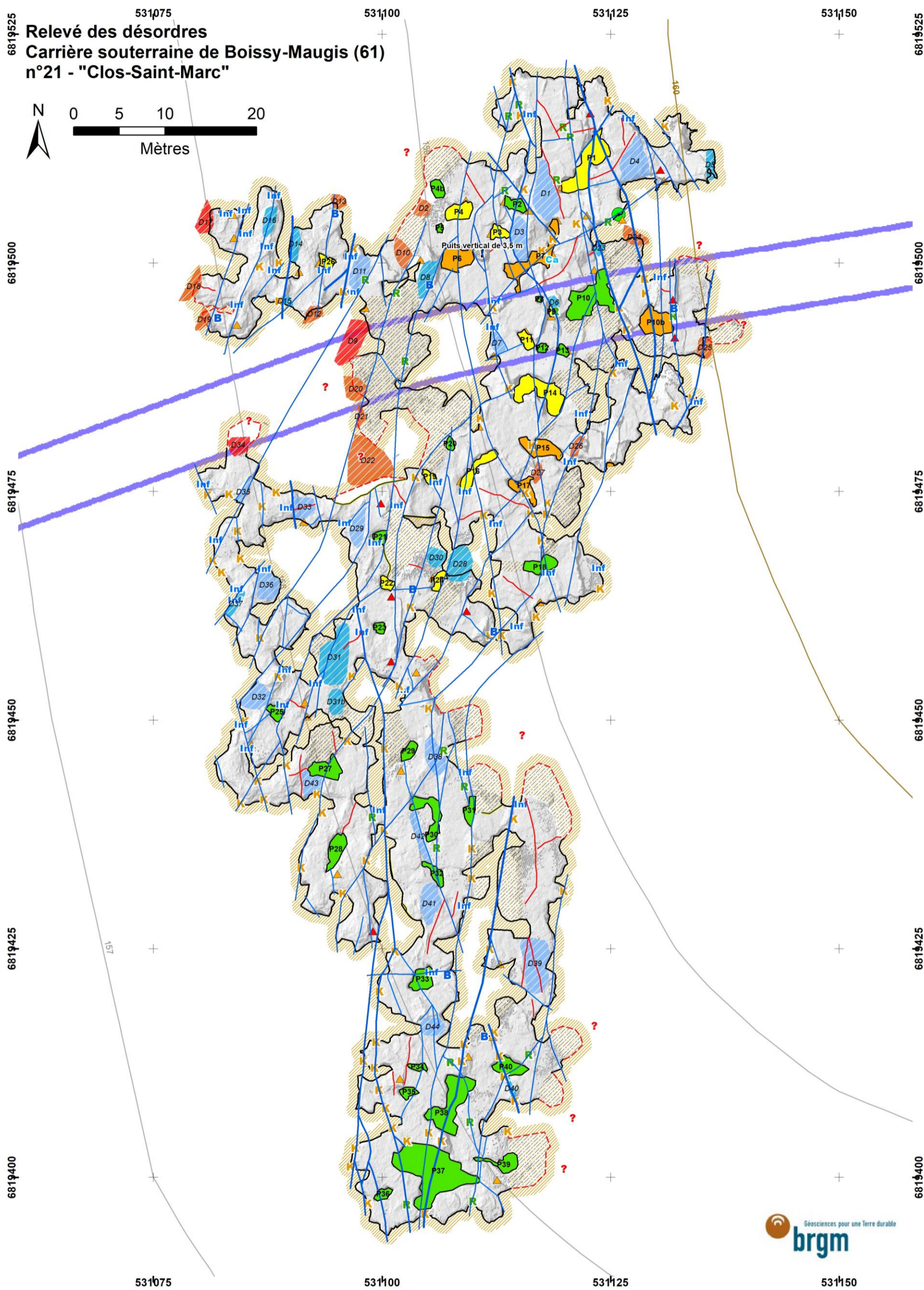


Illustration 14 : Plan de relevé des désordres de la carrière souterraine de Boissy-Maugis – lieu-dit « Clos-Saint-Marc » (n°21)

6. SYNTHÈSE, CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans le cadre d'un projet portant sur l'évaluation des risques liés au vieillissement des carrières souterraines abandonnées de l'Orne et du Calvados (années 2018-2020), le BRGM a réalisé le plan de détail et le diagnostic de stabilité (niveau 1) de la cavité située au lieu-dit « Clos-Saint-Marc », sur l'ancienne commune de Boissy-Maugis (actuellement Cour-Maugis-sur-Huisne).

Il s'agit d'une carrière souterraine de pierre de taille, creusée au pic selon la technique des chambres et piliers, pour l'exploitation de la Craie de Rouen du Cénomaniens moyen. L'accès se fait depuis une descenderie située le long d'un chemin carrossable, qui relie le bourg de Maison-Maugis au lieu-dit « les Sablons ». Cet accès est fermé par une grille massive depuis 2007 pour la tranquillité des chiroptères.

L'état de stabilité générale de cette carrière est **mauvais**, en raison notamment de la présence de 16 cloches de fontis, dont 3 ont déjà provoqué un effondrement localisé en surface. A cela s'ajoutent de nombreuses instabilités de toit moins évoluées, associées à un dense réseau de fractures naturelles. A l'heure actuelle, ces instabilités ne sont pas susceptibles d'engendrer de désordres en surface, mais représentent un danger pour les intervenants en souterrain.

D'autre part, les épaisseurs de recouvrement sont faibles à très faibles (< à 2 m dans la partie occidentale de la cavité) ce qui, au regard des hauteurs de vide, exclue toute probabilité d'auto-comblement des instabilités remontant vers la surface. De nouveaux effondrements localisés se reproduiront donc à plus ou moins court terme, en fonction notamment des conditions météorologiques.

Compte tenu de ces observations, et au regard des enjeux, le BRGM recommande :

- Sans attendre, d'informer le ou les propriétaire(s) des parcelles ZN 0051 et ZM 0020 de la probabilité d'occurrence d'effondrement localisés, particulièrement au droit des instabilités identifiées en « cloche de fontis » sur le plan détaillé du diagnostic. Il est néanmoins fort probable que ce ou ces propriétaires soient déjà « habitués » à de tels évènements ;
- Pour la collectivité et pour les usagers du chemin, d'être particulièrement vigilant sur l'apparition de fissures, tassements ou effondrements sur le chemin carrossable. En cas de mouvement de terrain, les services de l'Etat devront en être directement informés pour prendre les mesures qui s'imposent (interdiction de circulation, fermeture temporaire, diagnostic complémentaire, travaux de sécurisation etc.) ;
- Pour les intervenants en souterrain : au-delà des aspects classiques de sécurité dans un tel milieu (port d'EPI, procédure de visite, etc.), il leur est notamment conseillé de ne pas stationner au niveau des instabilités de toit, de type décollements de 1^{er} banc ou écaillages isolés car le risque de chute d'éléments à ces endroits pourrait immédiatement remettre en cause l'intégrité physique de toute personne se situant à proximité. Les zones en question sont cartographiées dans le plan de relevé des désordres (Illustration 14), celui-ci pouvant être à l'avenir transmis aux intéressés avec les explications ici détaillées ;
- Conformément aux règles de l'art pour ce type de cavité, nous préconisons de mettre en place une surveillance régulière de la carrière souterraine de manière à suivre leurs éventuelles évolutions. Au regard du mauvais état général, il est recommandé d'effectuer une visite de surveillance tous les 3 ans, et de la renforcer au besoin en cas d'évènement climatique exceptionnel (période de fortes intempéries par exemple) ;

- Si possible, d'envisager un complément d'investigations sur les zones inaccessibles en souterrain ;

Enfin, à l'avenir, dans le cas d'une éventuelle dégradation de l'état de stabilité de la carrière et/ou dans le cas d'éventuelles modifications des enjeux présents en surface, il conviendra d'envisager une mise à jour du présent document en réactualisant tout d'abord le diagnostic, puis, si besoin, en reprenant les interprétations (évaluation des dangers/risques) et les recommandations.

7. BIBLIOGRAPHIE

Moguedet G., avec la collaboration de CHARNET F., GRESSELIN F., LEMOINE B. (1998) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Mortagne-auPerche (252). Orléans : BRGM, 87 p. Carte géologique par G. Moguedet et al. (1998)

Moguedet G., Marchand Y. Masson V., Papin H., Vauthier S., Charnet F., Le Moine B (2000) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille La Loupe (253). Orléans : BRGM, 102 p. Carte géologique par Moguedet G., Marchand Y., Masson V., Papin H., Vauthier S. (2000).

8. ANNEXES

Annexe n°1 : Cartographie des hauteurs de vide

Annexe n°2 : Cartographie des épaisseurs de recouvrement (d'après MNT 5m)

Annexe n°3 : Cartographie des épaisseurs de recouvrement (comparaison levés géométriques 3D fond / jour)

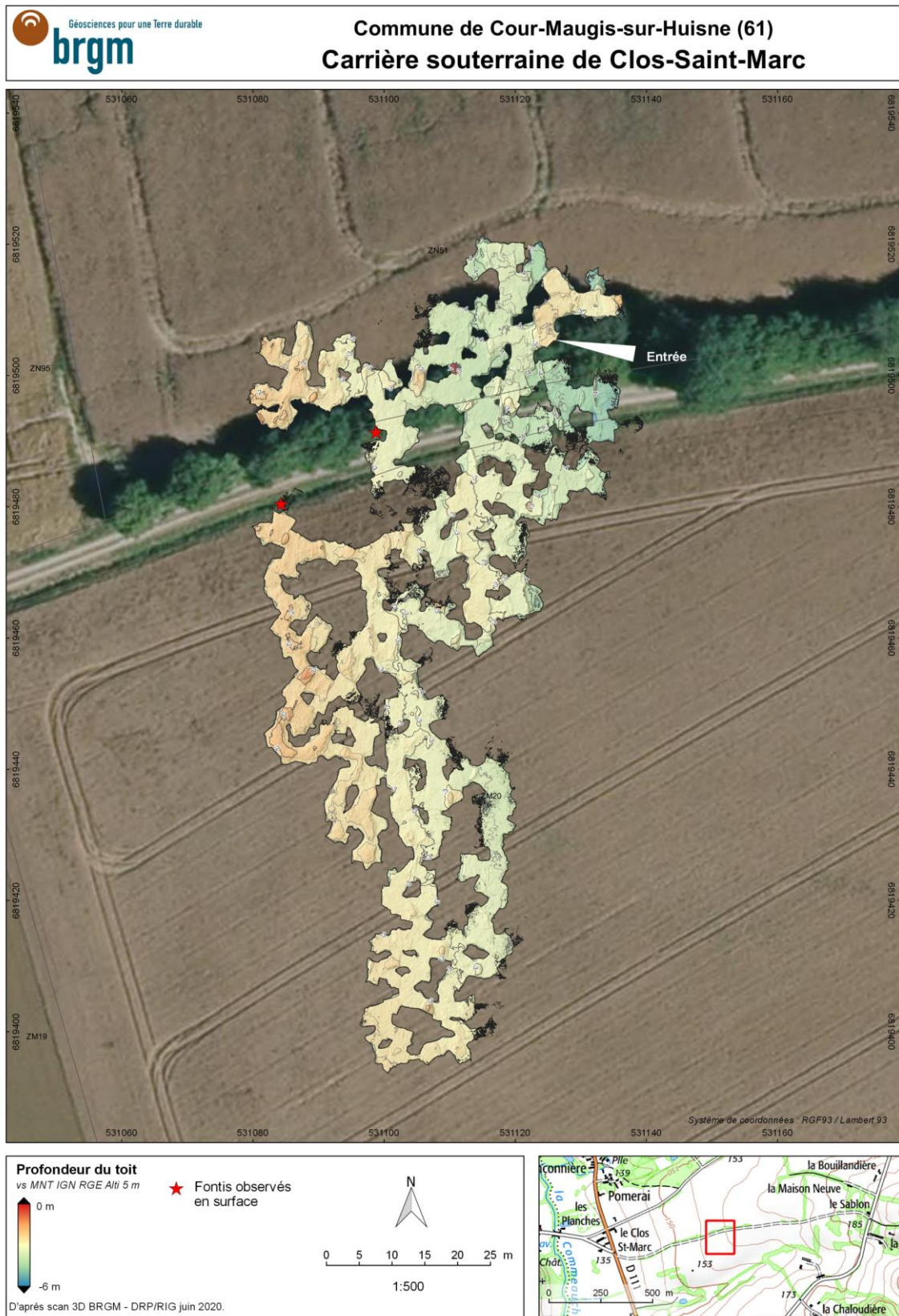
Annexe n°4 : Cartographie de l'altitude du toit de la carrière souterraine

Annexe n°5 : Cartographie de l'altitude du sol de la carrière souterraine

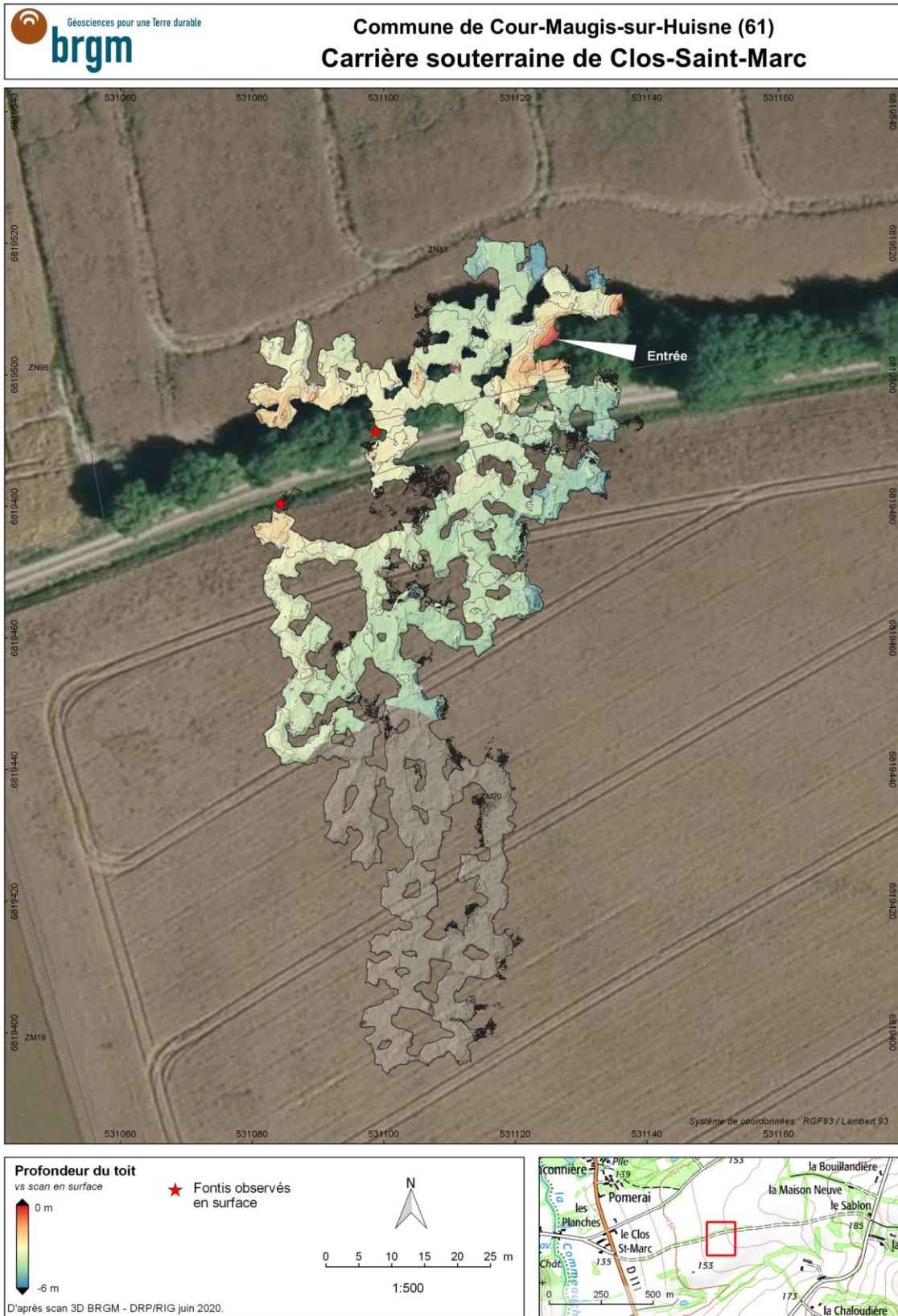
Annexe 1 : Cartographie des hauteurs de vide



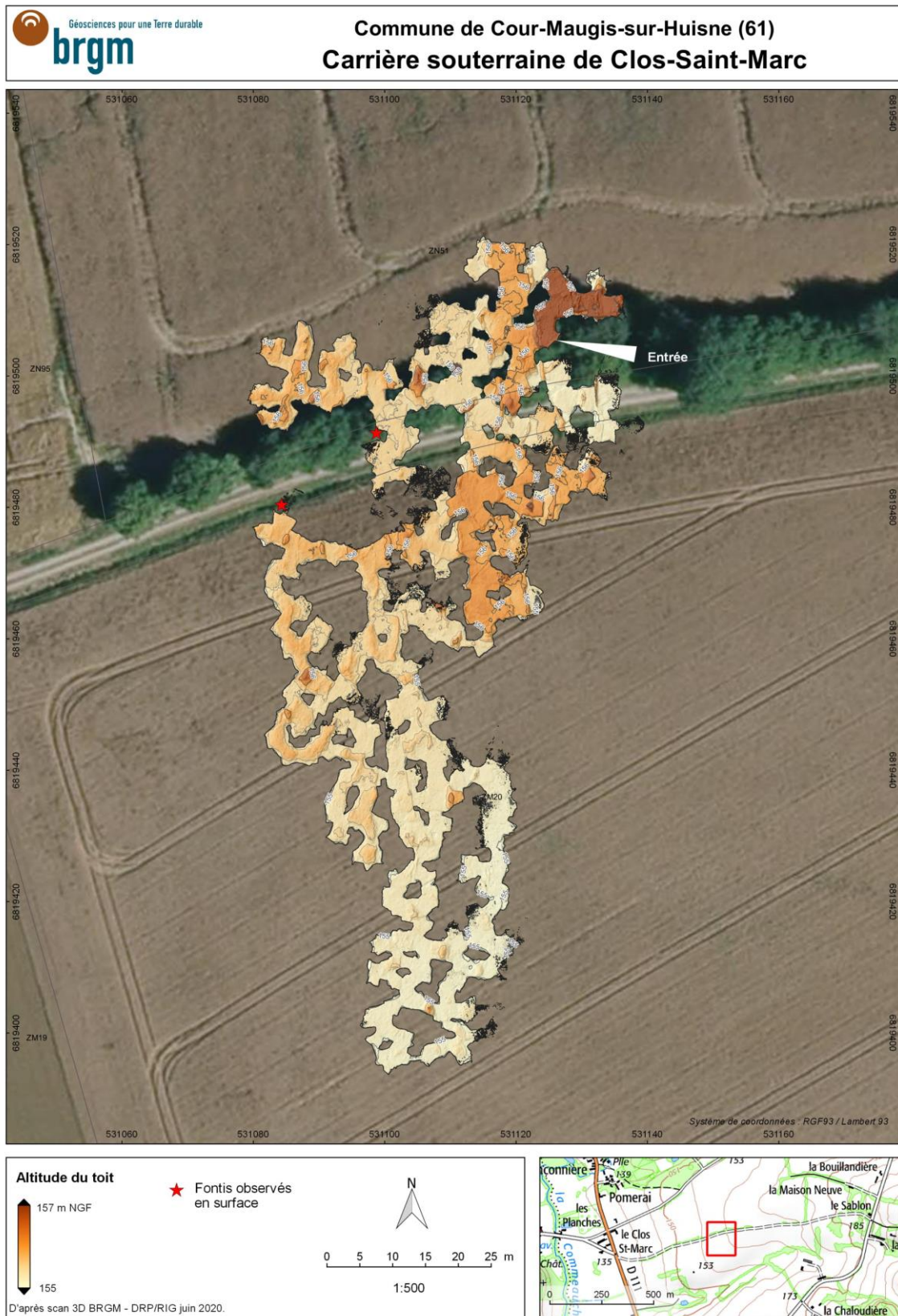
Annexe 2 : Cartographie des épaisseurs de recouvrement (comparaison levé fond / MNT IGN 5m)



Annexe 3 : Cartographie des épaisseurs de recouvrement (comparaison levés 3D fond / jour)



Annexe 4 : Cartographie de l'altitude du toit de la carrière souterraine



Annexe 5 : Cartographie de l'altitude du sol de la carrière souterraine

