

Travaux de reconnaissances et recommandations de mise en sécurité pour la gestion d'effondrements sur la commune de Bienvillers-au-Bois (62)

Reconnaissance work and safety recommendations for managing collapses in the municipality of Bienvillers-au-Bois (62)

Amélie LECOMTE^{1*}, Catherine PINON¹, Thomas RICHARD², Laurence RYCKELYNCK³,
Marie-Laure DE FRU⁴

1 Ineris, Verneuil-en-Halatte, France

2 IGECAV, Venette, France

3 FONDASOL, Saint-Omer, France

4 DDTM du Pas-de-Calais, Arras, France

**amelie.lecomte@ineris.fr*

RESUME : Depuis décembre 2022, plusieurs effondrements de terrain sont apparus sur la commune de Bienvillers-au-Bois (62) impliquant l'expropriation des habitants et la fermeture de la rue concernée. En l'absence d'informations sur l'origine de ces effondrements, de premières investigations par forages ont été menées en février 2023 et mars 2024. Certains sondages ont montré l'existence de vides francs entre 15 et 19 m de profondeur sans pour autant pouvoir préciser leur nature et leurs extensions. Afin de compléter ces éléments, de nouvelles investigations ont été menées entre avril 2024 et octobre 2025, combinant enquêtes de voisinage, recherches en archives, visites de site, forages destructifs et passages de sonde laser 3D adaptée. Cette méthodologie réfléchiée et coordonnée a permis de cartographier et de caractériser une ancienne carrière souterraine creusée dans la craie blanche à silex dans un état de dégradation avancé. Compte tenu de la configuration, de l'état des cavités et des enjeux de surface (voirie et bâtis), des travaux de sécurisation, par comblement, de l'ensemble du réseau de galeries souterraines du périmètre ont ainsi été préconisés et dimensionnés. Le présent article revient sur les étapes cruciales de la gestion d'une telle problématique par une collectivité appuyée par un expert cavités et des entreprises spécialisées.

ABSTRACT: Since December 2022, several ground collapses have occurred in the commune of Bienvillers-au-Bois (62), leading to the expropriation of residents and the closure of the affected street. Lacking information on the cause of these collapses, initial investigations involving drilling were carried out in February 2023 and March 2024. Some boreholes revealed the existence of voids between 15 and 19 meters deep, but their nature and extent could not be determined. To gather further information, additional investigations were conducted between April 2024 and October 2025, combining neighborhood inquiries, archival research, site visits, destructive drilling, and the use of a specialized 3D laser probe. This well-considered and coordinated methodology enabled the mapping and characterization of an old underground quarry excavated in white flint chalk, which was in an advanced state of degradation. Given the configuration, the condition of the cavities, and the surface risks (roads and buildings), work to secure the entire network of underground galleries within the perimeter, by filling them in, was recommended and the scope of work determined. This article reviews the crucial steps in managing such a problem by a local authority supported by a cavity expert and numerous companies, which should allow other local authorities to adapt this approach to their own context.

Mots-clés: ancienne carrière souterraine ; effondrement ; reconnaissance ; sondages ; scanner laser 3D.

1 CONTEXTE ET OBJECTIF

Depuis décembre 2022, plusieurs effondrements (Figure 1) sont apparus sur la commune de Bienvillers-au-Bois (62), impactant une zone d'environ 800 m². Deux habitations ont été évacuées et la route fermée à la circulation par un arrêté de mise en sécurité au titre de la police générale du Maire.



Figure 1: Effondrements survenus en 2023 et 2024 rue Cocriamont à Bienvillers-au-Bois

Entre 2023 et 2024, une quarantaine de forages a été réalisée rue Cocriamont, de part et d'autre des effondrements. Ces forages, réalisés à 20 m de profondeur (tenant compte de la géologie et du contexte local), ont montré l'existence de vides francs entre 15 et 19 m de profondeur (soit a priori 4 m de hauteur de vide) sans pour autant permettre de définir leurs origines et leurs extensions (pas de passage caméra).

Ces effondrements semblent liés à d'anciens ouvrages souterrains. Cette hypothèse est appuyée par les premiers éléments d'investigation et notamment par une photographie provenant de l'un des forages, qui permet de distinguer un vide franc situé à 14,5 m de profondeur (Figure 2).



Figure 2: Photographie du vide observé en forage

Parallèlement, un autre indice a été identifié en surface. Dans l'un des effondrements, un ouvrage circulaire en partie effondré (Figure 3), dont le revêtement semble être constitué de silex, laisse penser à la présence d'un ancien puits.



Figure 3 : Ouvrage circulaire avec revêtement en silex observé dans l'un des effondrements

Le 9 avril 2024, un nouvel effondrement circulaire est apparu à l'intersection de la rue Cocriamont et de la rue de l'Argilière (dans le jardin du n°8 de la rue de l'Argilière).

Dans une optique de gestion de ces désordres, il a été préconisé la réalisation d'une étude géotechnique afin de déterminer si des vides étaient encore susceptibles de menacer la stabilité des habitations et de la route, et le cas échéant, de définir leur nature et leur étendue.

L'Ineris, IGECV et FONDASOL ont été mobilisés en 2025 afin d'investiguer et de caractériser ces vides souterrains et d'établir des recommandations pour la mise en sécurité des biens et des personnes en surface.

Cet article présente l'ensemble des investigations réalisées en 2025 afin de caractériser les vides souterrains à l'origine de ces effondrements.

2 METHODOLOGIE UTILISEE

La méthodologie d'investigation a été structurée en deux phases distinctes, visant à optimiser la collecte de données et la pertinence de l'échantillonnage.

Les investigations initiales ont capitalisé sur les travaux de reconnaissance préliminaires réalisés entre 2023 et 2024. Cette première phase a consisté principalement au réalésage de sondages existants et à l'utilisation de techniques d'auscultation, notamment le passage de caméra et de scanner laser 3D. Les résultats issus de cette phase exploratoire ont permis de définir avec précision le programme des campagnes d'investigation ultérieures et, plus spécifiquement, l'implantation des nouveaux sondages. Une approche itérative et adaptative a ensuite été adoptée pour la réalisation de ces nouveaux forages. En effet, les sondages destructifs ont été réalisés à l'avancement, chaque nouvelle mesure étant immédiatement prise en compte pour guider l'emplacement et le nombre des forages suivants. Cette méthodologie progressive a permis d'optimiser significativement le nombre et la position des sondages destructifs, assurant une couverture maximale de la zone étudiée tout en minimisant les coûts et les impacts.

2.1 Sondages géotechniques

Les nouveaux sondages ont été exécutés en utilisant un outil de type tricône d'un diamètre de 90 mm. L'exécution de ces forages a été systématiquement accompagnée par l'enregistrement continu des paramètres de forage grâce à un dispositif dédié (dispositif LUTZ). Tous les forages ont été descendus jusqu'à une profondeur maximale de 22 mètres.

Cette méthodologie d'exécution des forages, bien qu'efficace pour atteindre la profondeur requise, présente certaines limites inhérentes à la technique. En effet, l'utilisation du fluide d'injection (eau) et de l'outil destructif n'a permis qu'une identification sommaire de la lithologie rencontrée, basée uniquement sur l'analyse des cuttings de forage remontés avec le fluide. Cette méthode ne permet pas non plus de mettre en évidence d'éventuelles arrivées d'eau souterraine ou de niveaux piézométriques durant le forage.

Au total, 27 sondages complémentaires ont été réalisés de janvier à décembre 2025 et 23 ont trouvé du vide.

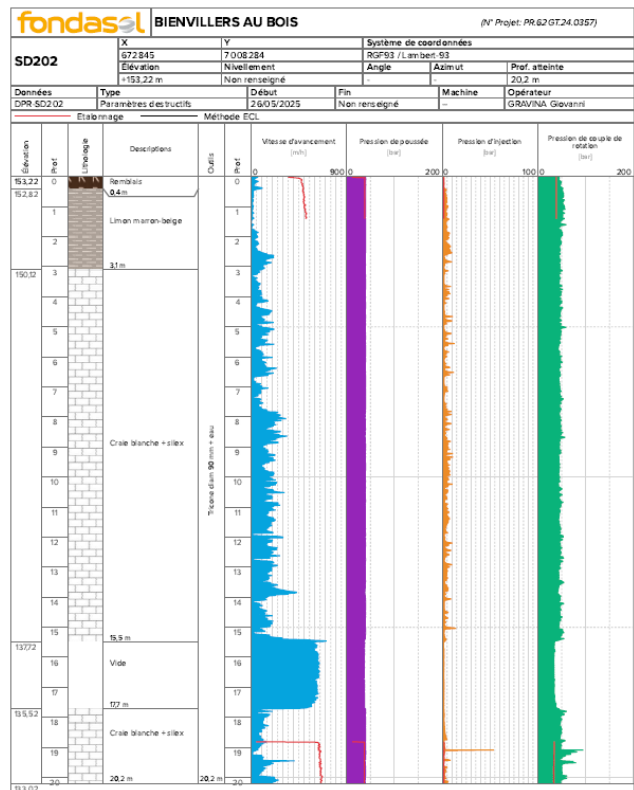


Figure 4 : Exemple de log de forage présentant un vide entre 15,5 et 17,7 m de profondeur

Les sondages ayant rencontré du vide franc (exemple Figure 4) ont été conservés et immédiatement réalisés. Cette étape est essentielle pour permettre les investigations complémentaires de reconnaissance et de caractérisation du vide, notamment par le passage de caméra ou de scanner laser 3D. Les sondages n'ayant pas rencontré de vide franc ont été jugés non pertinents pour l'objectif de l'étude et ont été rebouchés.

2.2 Relevés 3D en forage

Pratiquement tous les sondages ayant rencontré du vide ont fait l'objet d'investigations complémentaires par une sonde laser scanner 3D, soit au total 17 sondages investigués.

Avant la mise en place du dispositif de scanner 3D, les forages ont fait l'objet d'une inspection vidéo orientée. Une caméra HD de petit diamètre et munie d'éclairages est descendue au bout d'un câble et/ou d'un train de tiges rigides. En surface, un moniteur permet de piloter la caméra (orientation 360° sur 180°) pour visualiser en temps réel la cavité. Cette opération permet de préparer et de paramétrer les relevés qui suivent.

Le dispositif de scanner laser 3D en forage est spécialement conçu pour le relevé 3D de cavités uniquement accessibles par forages (Figure 5). Il se compose d'une sonde munie d'éclairages et d'un

scanner laser 3D. La sonde est descendue dans la cavité au moyen d'un train de tiges rigides maintenu en surface par un trépied. Le scanner réalise ensuite un balayage laser sur 360° et jusqu'à 60 m de distance pour numériser en 3D la cavité. La visualisation du résultat sur site (vue immersive à 360° et nuage de points 3D) permet de valider immédiatement la bonne exécution du relevé. Ce nuage est ensuite assemblé avec les relevés 3D effectués en surface pour ne former qu'un seul et unique nuage de points.



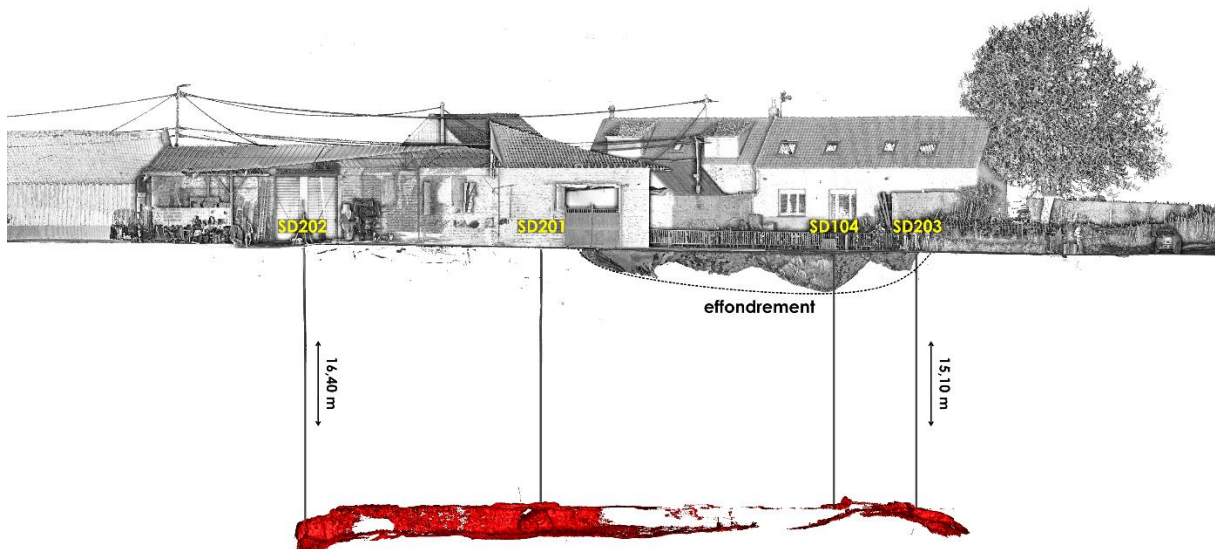
Figure 5 : Photographie du dispositif de scanner laser 3D en forage

Sur l'ensemble des campagnes réalisées, près de 50 stations de mesure ont été relevées sur site entre la surface et les cavités puis assemblées entre elles. La résolution spatiale de l'ensemble du nuage de points est centimétrique et l'erreur moyenne (dans les trois directions) du nuage de points assemblés est d'environ 30 cm (géoréférencement compris).

Afin de caractériser précisément les cavités, les données brutes ont été traitées pour produire un modèle 3d global raccordé à la surface. Ces travaux ont permis d'établir une cartographie complète (plans et coupes) et de calculer précisément les volumes de chaque vide identifié.

Au total, plusieurs milliards de points ont été levés dont près de 400 millions dans les cavités par forage.

Afin de géoréférencer l'ensemble des données 3D (surface et cavités), des positions GNSS (Global Navigation Satellite System ou système de positionnement par satellite) en mode RTK (Real Time Kinematic), ont été mesurées sur site. Le nuage de points a également été assemblé avec les données géoréférencées LIDAR HD de l'IGN afin de compléter les zones non couvertes en surface (terrains privés non accessibles).



IGECAV

Figure 6: Vue en coupe (sud-ouest / nord-est) des galeries souterraines relevées par forages rue Cocriamont (IGECAV)

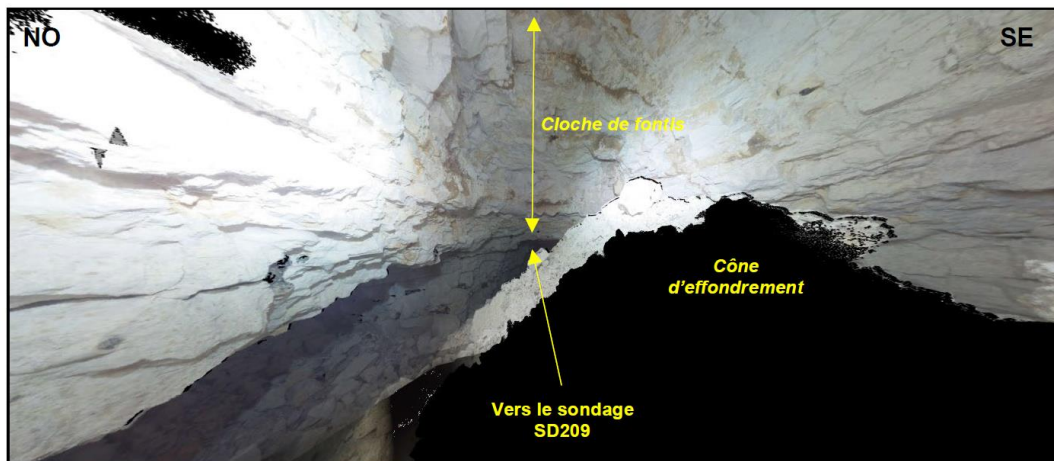


Figure 7: Photographie, depuis le forage SD302, d'une cloche de fontis (IGECAV)

3 RESULTATS

Ces investigations ont mis en lumière une ancienne carrière souterraine, non connue antérieurement, creusée dans la craie blanche à silex et située entre 15 m et 19 m de profondeur (Figure 6).

A ce jour, plusieurs galeries parallèles orientées nord-est / sud-ouest avec quelques recoupes entre elles (au moins trois visibles) ont été repérées (Figure 9).

La dimension de ces galeries varie de 3 m à plus de 5 m de largeur avec une hauteur maximale de 2 m (très variable à cause de nombreux éboulis au sol des galeries, Figure 10). Considérant les investigations faites et la cartographie résultante, il est difficile à ce stade de déterminer si les effondrements survenus entre 2022 et 2024 sont liés à la rupture du ciel de la galerie centrale et/ou de celle située plus au nord. La galerie la plus au sud est, quant à elle, toujours en place mais apparaît très dégradée. En particulier, des cloches de fontis ont été observées ; certaines remontent d'environ 2 m au-dessus du toit de l'exploitation (Figure 8 et Figure 7).

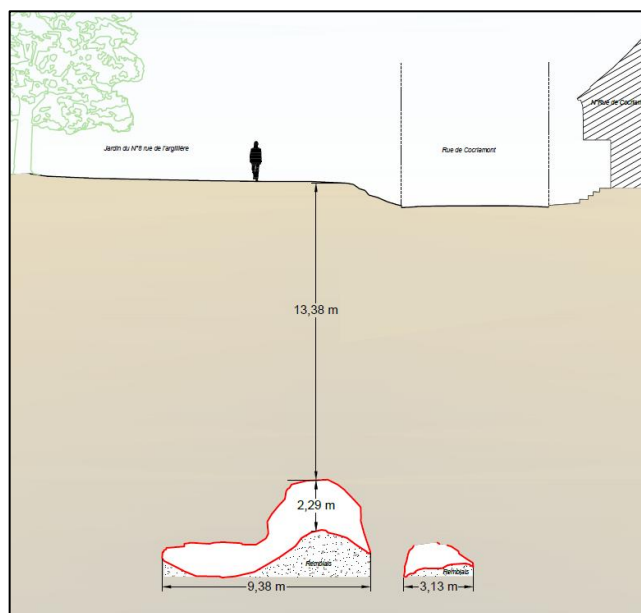


Figure 8: Coupe au droit d'une des cloches de fontis (IGECAV)

Les prises de vue dans la cavité révèlent une craie très fracturée, avec un faible coefficient de foisonnement (Figure 11). On observe également une couche, localement épaisse (3 à 5-6 m), de limon marron en subsurface. Ces facteurs favorisent le phénomène de remontée de fontis vers la surface (terrains peu cohérents).

Afin de calculer le volume de vides présent dans le réseau souterrain, un maillage surfacique 3D a été réalisé à partir du nuage de points disponible.

L'objectif est de recréer un volume 3D clos afin d'en déterminer son volume précis. Les extensions non mesurées ont été numériquement reconstituées en 3D afin de tenir compte et d'estimer le volume de vide présent dans ces zones. Ainsi le volume total de vide de l'exploitation cartographié jusqu'alors est de l'ordre de 700 m³ dont 40% concernent le domaine public.



Figure 9: Plan des cavités souterraines relevées par forages à proximité de la rue Cocriamont à Bienvillers-au-Bois (IGECAV)



Figure 10: Photographie, depuis le forage SD205, du réseau souterrain (IGECAV)



Figure 11: Photographie, depuis l'un des forages, d'une partie de la cavité obstruée par les éboulis (craie et limons) de l'un des effondrements observés en surface (IGECAV)

4 RECOMMANDATIONS

Le réseau de galeries souterraines observé rue Cocriamont à Bienvillers-au-Bois présente un état de dégradation avancée, combiné à des caractéristiques et configurations défavorables (recouvrement peu cohérent et peu résistant, infiltrations d'eau...) susceptibles de modifier les conditions d'équilibre du milieu et d'accélérer la rupture du ciel des galeries et la remontée de fontis vers la surface, comme ceux déjà constatés en 2023 et 2024.

Compte tenu de la configuration et de l'état de dégradation avancée des cavités souterraines, la seule méthode capable d'assurer la sécurité des enjeux de surface (voirie et bâtis) est le comblement total du vide réalisé par forages depuis la surface (Figure 12).

Dans le contexte spécifique de la rue Cocriamont et des zones bâties adjacentes, un remblaiement complet par clavage est recommandé afin d'empêcher tout mouvement résiduel en surface.

En premier lieu, il sera procédé au remblayage des cratères d'effondrement en surface puis des montées de voûte observées en souterrain.

Enfin, après les opérations de comblement de cavités, il est préconisé d'engager des travaux de consolidation des terrains de subsurface (par une structure rigide par exemple) pour reprendre les surcharges liées à l'utilisation de la voirie.

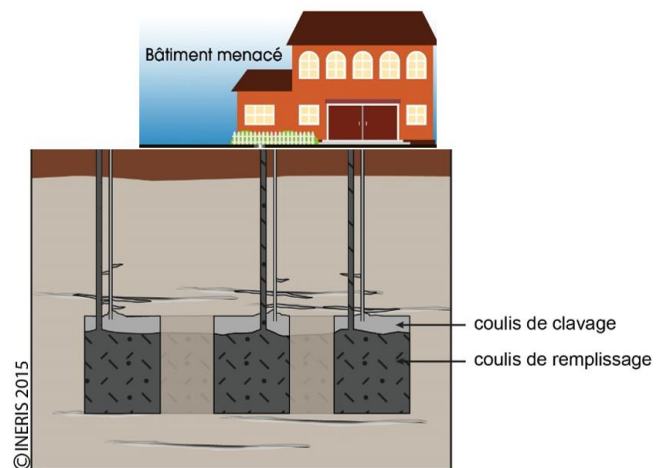


Figure 12 : Principe de comblement de cavités souterraines en zone urbanisée

5 CONCLUSIONS

Les différentes investigations menées à Bienvillers-au-Bois, dans la rue Cocriamont, ont clairement répondu aux objectifs opérationnels de gestion du risque Cavités à l'échelle du territoire communal en identifiant et en caractérisant une ancienne carrière souterraine, non connue antérieurement, puis en recommandant des mesures et des travaux adaptés aux spécificités du site et à la présence d'enjeux de surface (voirie et bâtis).

Sur le plan technique, l'étude menée a clairement démontré l'efficacité et la pertinence de la méthodologie d'investigation adoptée, centrée sur le couplage entre sondages et levés 3D en forage. Cette approche réfléchie et coordonnée s'est avérée être la technique à privilégier pour la recherche et la caractérisation précise des cavités souterraines.

Le succès de cette stratégie est illustré par un taux de réussite de 75% pour la découverte de vides par forage. La précision des levés 3D en forage a joué un

rôle déterminant, permettant d'implanter les forages de manière optimisée à l'avancement, et de cartographier (et mesurer) des informations cruciales qui auraient été difficilement mesurables, uniquement par passage vidéo.

Ce niveau de performance a été rendu possible grâce à une approche qualitative. En effet, la bonne coordination entre les différentes parties prenantes (maître d'ouvrage, expert « cavité », foreurs et bureau d'études spécialisé) ainsi que les échanges réguliers ont permis une reconnaissance optimale du vide souterrain.

En définitive, cette étude valide le couplage sondages/levés 3D comme un « standard » méthodologique à adopter pour la reconnaissance des carrières souterraines abandonnées, garantissant une caractérisation à la fois rapide, précise et économiquement optimisée.

REMERCIEMENTS

Le projet présenté dans cet article a été réalisé sous maîtrise d'œuvre de la direction départementale des territoires et de la mer du Pas-de-Calais (DDTM62).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bénot R., Azémard P., Cote P. (2021). Méthodes de reconnaissance des cavités. Synthèse des connaissances actuelles. *Cerema*. ISBN : 978-2-37180-486-9. 72 pages.
- Conil N., Hauquin T., Gombert P., Al Heib M., Maghami C., Rétroanalyse d'effondrements de carrières souterraines abandonnées (France). 12. Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur (JNGG), Jun 2024, Poitiers, France. ffineris-04676407
- Lecomte A. Watelet J-M., Poulard F., Operational management of cavity risks in France: background, principles, tools and perspectives. *Environ Earth Sci* 82, 481 (2023). <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11178-6>
- Pinon C., Degas M. (2015), Guide sur les solutions de mise en sécurité des cavités souterraines abandonnées d'origine anthropique, INERIS DRS-15-149564-02401A
- Pinon C. (2025). Méthodes et outils d'inspection et d'auscultation en cavités souterraines - Synthèse et bonnes pratiques, *Ineris* - 230707 – 2806028 : <https://www.ineris.fr/fr/methodes-outils-inspection-auscultation-cavites-souterraines>.

- Philippe A., Dorel L., Azémard P., Gaumet F., Virely D. (2022). Utilisation des paramètres combinés de forages dans les études de recherche de carrières souterraines. *Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur. Lyon 2022*. 8 pages.
- Ineris, Mise en sécurité d'effondrement de cavités souterraines situé en domaine privé Application au département du Nord (59), Guide technique local à l'usage des particuliers (2012)