

Stabilité des carrières souterraines abandonnées en relation avec les fluctuations du niveau d'envoyage

Philippe Gombert, Marwan Alheib

► **To cite this version:**

Philippe Gombert, Marwan Alheib. Stabilité des carrières souterraines abandonnées en relation avec les fluctuations du niveau d'envoyage. Rapport Scientifique INERIS, 2013, 2012-2013, pp.66-67. ineris-01869469

HAL Id: ineris-01869469

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-01869469>

Submitted on 6 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Stabilité des carrières souterraines abandonnées en relation avec les fluctuations du niveau d'ennoyage

CONTRIBUTEURS



Philippe
Gombert

Marwan
Al Heib

Le sous-sol français renferme plus de 500 000 cavités naturelles et anthropiques, dont plusieurs dizaines de milliers de carrières souterraines, certaines ayant été réalisées dans la craie. Ces cavités ont généralement été creusées à sec, au-dessus du niveau des nappes phréatiques pour s'affranchir du coût d'un pompage. Des effondrements historiques (Château-Landon 1907, Clamart 1961) ont été associés à l'effet de l'eau. Dans un contexte où le battement des nappes peut se traduire par l'ennoyage ou le dénoyage de vides souterrains, la question de la stabilité de ces cavités se pose.

Ce travail est réalisé dans le cadre du programme d'appui technique intitulé « Risques liés à la présence de cavités souterraines et versants rocheux instables » qui constitue l'un des objectifs de la Direction générale de la prévention des risques du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

Rôle de l'eau dans les effondrements de carrières souterraines

Plusieurs effondrements meurtriers de carrières souterraines se sont produits en France au XX^e siècle: Château-Landon en Seine-et-Marne (7 morts en 1910), Clamart dans les Hauts-de-Seine (30 morts en 1961), Chanteloup-les-Vignes dans les Yvelines (1 mort en 1991), Neuville-sur-Authou dans l'Eure (1 mort en 2001).

Afin d'améliorer la gestion de ce risque, l'INERIS étudie les mécanismes initiateurs de rupture en présence d'eau. Trois approches complémentaires ont été utilisées:

- l'identification de la sensibilité des roches susceptibles d'être à l'origine des effondrements;
- l'analyse par retour d'expérience des données d'effondrements suffisamment bien documentés;
- l'instrumentation de piliers au sein de carrières souterraines partiellement ennoyées.

Des tests de laboratoire, réalisés sur des échantillons prélevés dans plusieurs cavités ont montré que les craies pouvaient présenter des comportements très variés même si, généralement, elles s'avèrent très poreuses et sensibles à l'eau. La question se pose dès lors de savoir si le battement des nappes serait susceptible de fragiliser les piliers en contact avec l'eau souterraine.

Le retour d'expérience a pour l'instant porté sur deux effondrements catastrophiques de carrières souterraines de craie, toutes deux abandonnées depuis plusieurs décennies:

- à **Château-Landon**, en réponse à une crue brutale et à de fortes précipitations, la nappe est brusquement montée et a envahi les parties basses de la carrière, conduisant à un effondrement en masse de 4 ha;
- à **Clamart**, où les conditions de stabilité de la carrière étaient déjà proches de la rupture durant l'exploitation, 3 ha se sont effondrés; le niveau le plus profond était alors ennoyé et de fortes précipitations ainsi qu'une fuite d'eau furent observées à la surface du site quelques jours avant la catastrophe, sans que l'on puisse toutefois préciser le rôle de ces événements.

Sites expérimentaux de la craie du Bassin parisien

Du fait de la sensibilité particulière de la craie, l'INERIS a choisi d'instrumenter deux piliers situés dans des carrières souterraines de craie partiellement ennoyées: à Estreux, dans le

Références

Gombert P., Auvray C., Lafrance N., Al Heib M., *In situ and laboratory tests to evaluate the impact of groundwater table fluctuations on stability of underground chalk mines in the Paris basin (France)*. Water Rock Interaction, 9-14 June 2013, Avignon, France.

Gombert P., Damart V. *Stabilité des carrières souterraines abandonnées en relation avec les fluctuations du niveau d'ennoyage*. Journées nationales de géotechnique et de géologie de l'ingénieur, 4-6 juillet 2012, Bordeaux, France.

Didier C. *Impact of climate change on the stability of underground shallow cavities. The case of a tragedy in France in relation with the Seine flooding in 1910*. ISRM International Symposium, 23-27 October 2010, New Delhi, India.

Charmoille A., Gombert P., Al Heib M., Franck C., Didier C. *Impact of the Expected Climate Change on the Stability of Underground Cavities in France*, 2nd Int. Conf. on Climate Change, Impact and Responses. 8-10 July 2010, Brisbane, Australia.

Gombert P., Charmoille A., Didier C., d'Hotelans A. *Impact du changement climatique attendu sur la stabilité des cavités souterraines en France d'après l'étude des cavités artificielles*. IV Int. Symp. on karst, 27-30 April 2010, Malaga, Spain.

Gombert P., Cherkaoui A., Al Heib M., Didier C., Bentivegna G. *Rôle des fluctuations piézométriques sur la stabilité des cavités souterraines de la craie du bassin Parisien dans le contexte d'un changement climatique*, 23^e Réunion des sciences de la terre, 25-29 octobre 2010, Bordeaux, France.

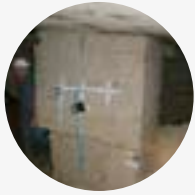


Figure 1

Le pilier instrumenté d'Estreux et le graphe d'évolution comparée de son comportement géomécanique et du niveau de la nappe.

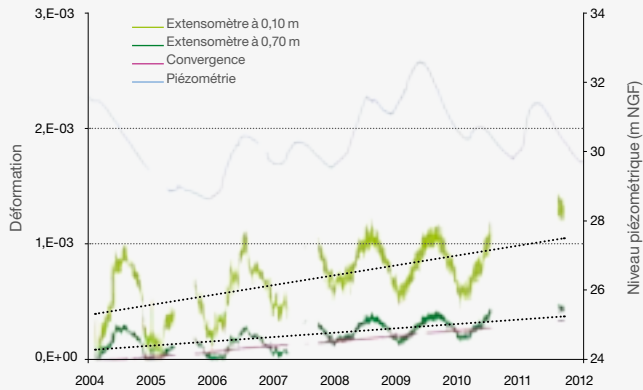
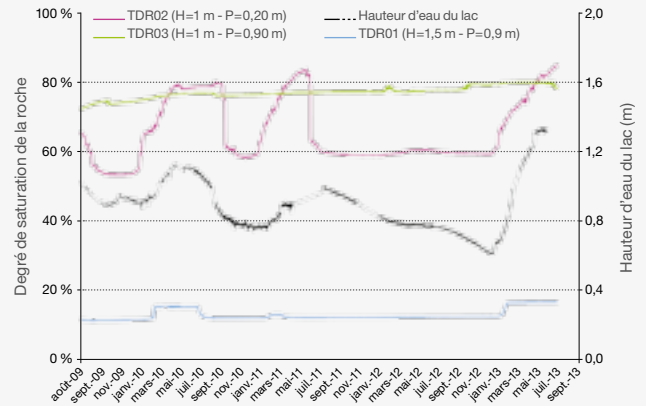


Figure 2

Le pilier instrumenté de Saint-Martin-le-Nœud et le graphe d'évolution comparée de la saturation de la roche et du niveau du lac.



Nord, depuis 2004 et à Saint-Martin-le-Nœud, dans l'Oise, depuis 2009. Ces carrières, situées à 20 m de profondeur environ, ont été exploitées par la méthode des chambres et piliers, puis abandonnées au XIX^e siècle. L'instrumentation porte sur les paramètres géomécaniques des piliers (convergence verticale, extension horizontale), sur la teneur en eau de la roche et sur le niveau de la nappe.

À Estreux, la carrière s'enneige partiellement avec une fréquence voisine de cinq à dix ans. Hors période d'enneigement, on observe que les variations de niveau de la nappe induisent une réponse géomécanique synchrone de la craie: la vitesse d'extension horizontale du pilier et, dans une moindre mesure, sa vitesse de convergence verticale fluctuent en lien avec le niveau d'eau **Figure 1**.

À Saint-Martin-le-Nœud, les parties basses de la carrière renferment plusieurs lacs souterrains pérennes où baignent des piliers. Le suivi porte sur l'un d'eux pour connaître l'impact du battement du lac sur la craie. On observe un gradient horizontal de saturation de la craie qui varie avec le niveau du lac: les fluctuations de ce dernier font varier la teneur

en eau de la roche jusqu'à au moins 0,20 m au sein du pilier **Figure 2**. Du fait d'une meilleure résistance de la roche qu'à Estreux, aucune variation significative des paramètres géomécaniques enregistrés ne semble être corrélée à l'évolution du niveau d'eau.

Conclusion

Le retour d'expérience des effondrements catastrophiques, les mesures en laboratoire et les observations *in situ* constituent autant d'outils destinés à mieux comprendre pour pouvoir prédire le rôle de l'eau dans le déclenchement d'instabilités des carrières souterraines de craie. La question essentielle est de savoir, notamment dans un contexte de changement climatique, si le battement des nappes baignant ces cavités risque d'augmenter le niveau du risque associé.

Remerciements

Nous remercions le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie qui autorise l'accès à la carrière de Saint-Martin-le-Nœud, site majeur d'hivernage de chiroptères.

ABSTRACT

In order to prevent mine collapses, INERIS studies the mechanisms that initiate rock failure under the influence of water level. Three complementary ways were developed: 1) identification of the behavior of water sensitive rocks, 2) feedback from previous mine collapses and 3) instrumentation of

pillars within partially flooded mines. The feedback from the abandoned Château-Landon chalk mine collapse (7 deaths in 1910) illustrates the key influence of the sudden water table rise: laboratory tests confirmed chalk mechanical properties are altered in the presence of water (Didier, 2010). The Clamart collapse (30 deaths in 1961) affected another abandoned chalk mine where stability conditions were close to failure during extraction. Although the water role appears less clear in this context, the deepest level was flooded at the time of the

collapse and heavy rain have been noticed a few days before the disaster. Concerning *in situ* experimental monitoring, geomechanical pillar parameters, rock water contents and groundwater table are performed. At Estreux site, the chalk mine is partially flooded every 5-10 years: the convergence and extension speed of the pillar varies with the water table. At Saint-Martin-le-Nœud site, a pillar located in an underground permanent lake shows a gradient of rock water content that fluctuates according to the lake level.