



**HAL**  
open science

## Surveillance de l'évolution d'une cavité saline jusqu'à son effondrement

Xavier Daupley, Isabelle Contrucci, Emmanuelle Klein

► **To cite this version:**

Xavier Daupley, Isabelle Contrucci, Emmanuelle Klein. Surveillance de l'évolution d'une cavité saline jusqu'à son effondrement. Rapport Scientifique INERIS, 2009, 2008-2009, pp.92-94. ineris-01869256

**HAL Id: ineris-01869256**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869256>**

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.

# Surveillance de l'évolution d'une cavité saline jusqu'à son effondrement

{ X. Daupley, I. Contrucci, E. Klein }

## NOTE

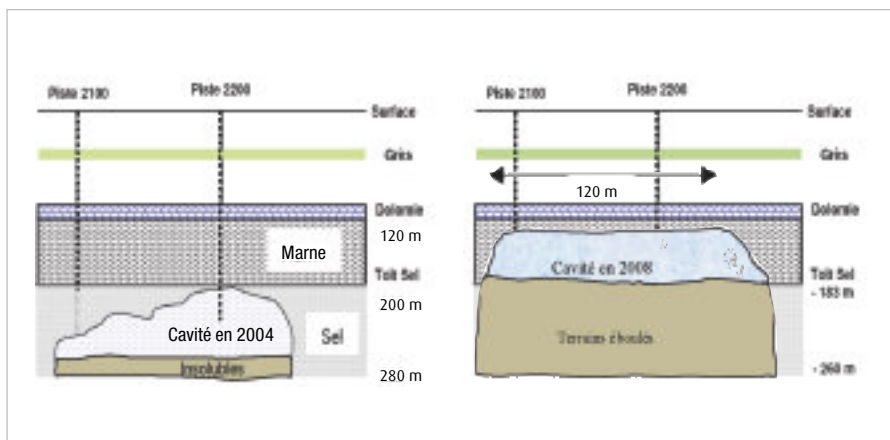
(1) Le GISOS (Groupement d'Intérêt Scientifique sur l'Impact et la Sécurité des Ouvrages Souterrains) associe l'INERIS, le BRGM, l'INPL et l'ENSMP.

La gestion des risques de mouvements de terrain liés à la présence d'ouvrages souterrains requiert une bonne connaissance des phénomènes d'aléa du type affaissements ou effondrements en grand. Dans ce contexte, l'INERIS mène des travaux de recherche et a saisi l'opportunité d'instrumenter une cavité saline de grandes dimensions, en cours d'exploitation, pour tester différentes techniques d'auscultation et de surveillance. Dans le contexte des cavités abandonnées, les techniques mises en œuvre permettent de détecter les phénomènes d'effondrement, dont le déclenchement peut être brutal, et laisser le temps aux pouvoirs publics et aux collectivités de prendre les mesures de protection nécessaires.

## Une expérimentation unique

L'INERIS a participé depuis 2004, avec le soutien du MEEDDM et dans le cadre du GISOS<sup>(1)</sup>, à une expérimentation sur une cavité saline en exploitation dans le bassin salifère lorrain, à quelques kilomètres de Nancy. Le site d'expérimentation se situe à l'intérieur du périmètre de la concession minière de Cerville-Buissoncourt appartenant à la société SOLVAY. La méthode d'exploitation utilisée, dite « intensive » consiste à récupérer l'intégralité du gisement de sel par dissolution, laisser s'effondrer les terrains de couverture puis réaliser des réaménagements de surface. Les différents stades d'évolution de la cavité (figure 1) ont ainsi pu être suivis jusqu'à son effondrement survenu en février 2009 (photo 1).

Plusieurs méthodes géotechniques et géophysiques complémentaires ont été mises en œuvre sur le site par les partenaires du GISOS. L'INERIS a installé un système de surveillance microsismique couplé à un tachéomètre et un GPS différentiel haute résolution pour la mesure de déplacement en surface, afin d'approfondir sa connaissance des mécanismes d'initiation et d'évolution de l'effondrement (figure 2) [2, 3].



Coupe schématique de la cavité et de sa position en 2004 et 2008 (estimation) avant l'effondrement.

#1

RÉFÉRENCES

[1] Mercerat D. *Sismicité induite et modélisation numérique de l'endommagement dans un contexte salin*. Thèse de doctorat soutenue en 2007 à l'Institut national polytechnique de Lorraine, en collaboration avec l'Institut de physique du globe de Paris.

[2] Driad-Lebeau L., Daupley X., Mercerat D. *Suivi d'une cavité saline jusqu'à son effondrement : analyse microsismique*. Journées nationales de géotechnique et de géologie de l'ingénieur JNGG'08, Nantes, 18-20 juin 2008, p. 313-320.

[3] Klein E., Contrucci I., Daupley X., Hernandez O., Bigarré P., Nadim C., Cauvin L. *Experimental Monitoring of a Solution-mining Cavern in Salt: Identifying and Analyzing Early-Warning Signals Prior to Collapse*. SMRI Fall 2008 Technical Conference, Austin, Texas (États-Unis), 13-14 octobre 2008.



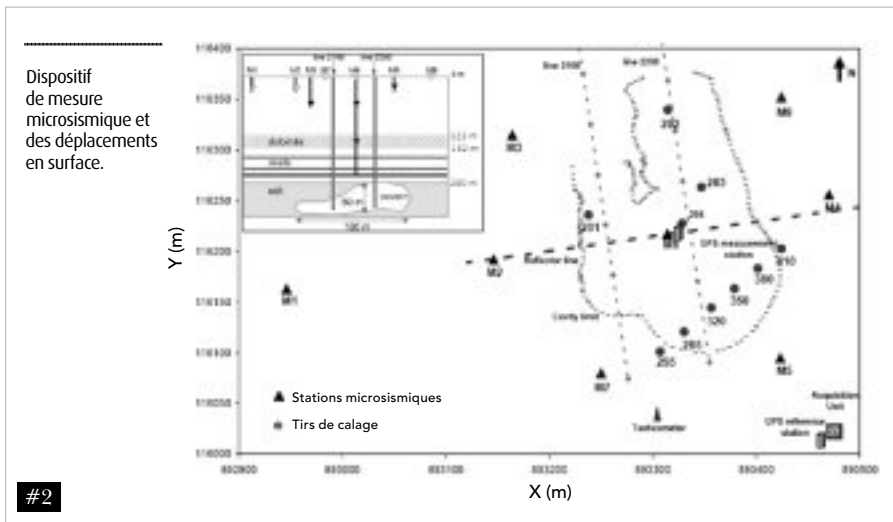
Photographie de l'effondrement de la cavité de Cerville-Buissoncourt, prise en mai 2009.

Signes précurseurs de l'effondrement

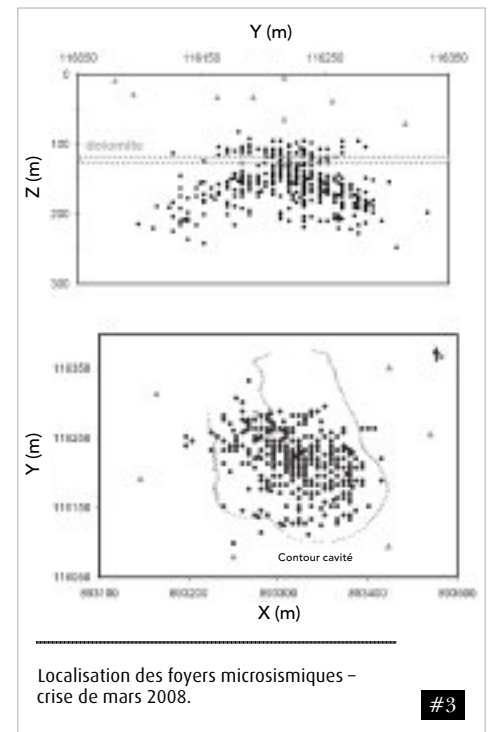
Les premiers signes d'évolution significative de la cavité ont été détectés par le dispositif de surveillance microsismique en mars et avril 2008. Ces signes précurseurs de l'effondrement ont précédé un déplacement de la surface du sol de faible amplitude (quelques centimètres). La localisation des foyers microsismiques (figure 3), est bien corrélée aux variations quasi dynamiques de pression de saumure et aux évolutions mesurées de chutes de toit au droit des forages d'observation [2, 3]. À ce stade d'évolution, l'activité microsismique se révèle beaucoup plus fine et précise quant à l'évolution de la cavité minière que les mesures de déplacement réalisées en surface ou sub surface.

Alors que la cavité avait atteint en 2008 ses dimensions critiques, l'exploitant a décidé d'accélérer son effondrement. Des opérations de pompage dans la cavité ont permis de réduire le niveau de la saumure et ainsi la pression hydrostatique qui contribuait jusqu'alors à soutenir les parois de la cavité. L'effondrement est intervenu après 4 jours de pompage, le 13 février 2009.

Les différentes étapes d'évolution ont été suivies en temps réel par le dispositif de surveillance. La corrélation des mesures acquises par les différentes techniques d'auscultation a permis de préciser, d'une manière fine, les stades d'évolution terminale de la cavité (réponse élastique, rupture, évolution de l'instabilité). L'affaissement de la surface du sol a atteint 4 m avant effondrement et son

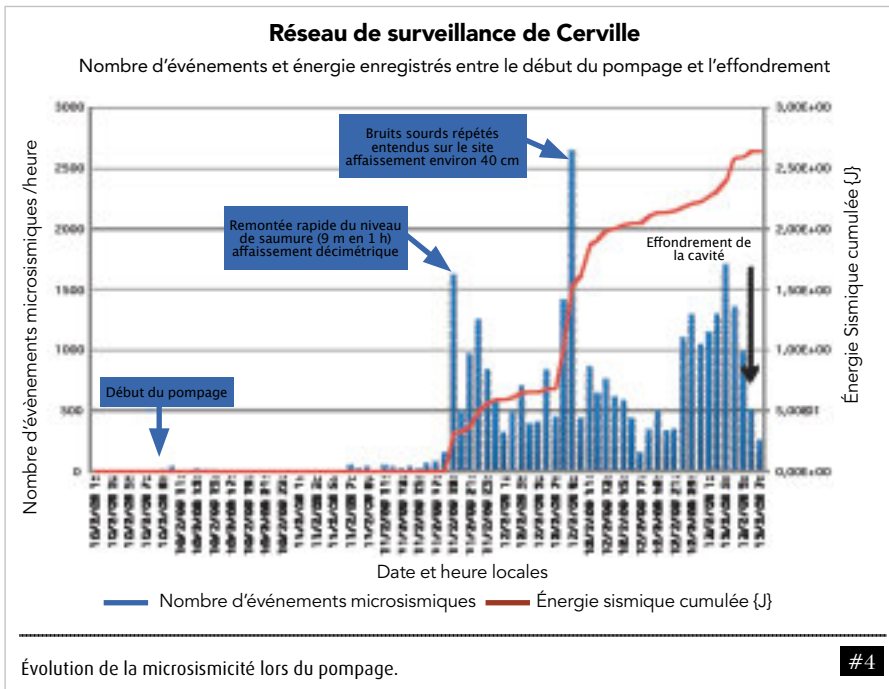


#2



Localisation des foyers microsismiques - crise de mars 2008.

#3



évolution est parfaitement corrélée avec les variations d'activité microsismique (figure 4).

À l'issue de cette expérimentation unique, de nombreuses données très précises, en particulier microsismiques, sont disponibles. Leur analyse commencée au cours des quatre années précédentes [1, 2, 3] est développée dans le cadre d'un programme de recherche dédié à l'identification des signes précurseurs d'instabilité. Les travaux en cours portent actuellement sur :

- une meilleure localisation des foyers microsismiques. Un travail de localisation par rapport à des événements très précisément situés permettra de minimiser les erreurs liées à la propagation des signaux ;
- l'appréhension des mécanismes à la source basée sur le rapport d'amplitude entre les ondes de compression et de cisaillement P/S.

## ABSTRACT

Managing the risk of ground instabilities linked to the presence of underground cavities requires a good knowledge of accidental phenomena like subsidence or large scale collapse. In order to improve our understanding in ground failure phenomenon induced by old mining works, a mine exploited by solution mining technique has been instrumented in 2004 prior to its collapse resulting of the mining scheme. A permanent early warning system was set up, including a high resolution microseismic monitoring network linked to a surface field displacement measurement system. The important amount of data transmitted by on-line processing offered daily insight of the evolution of the geological system. After a stationary period, the cavern entered into its final evolution phase since early 2008. The microseismic activity showed upwards progressive failure migration all along 2008 without any significant surface movement. Then, after two days of intensive brine extraction, the high microseismicity and energy release rate marked the failure of a thin and very stiff dolomite layer underlying 120 meters deep. This failure occurred 24 hours before the final collapse; it was followed by transient brine pressure signals, and by an exceptional acceleration in the surface subsidence rate.

The analysis of the numerous data collected during this experiment is being developed within the framework of a research program dedicated to the identification of early warning signals of instability.

## RÉFÉRENCES

[4] Contrucci I., Klein E., Bigarré P., Lizeur A., Lomax A., Bennani M., (accepted 2009). *Management of post-mining large-scale ground failures: blast swarms field experiment for calibration of permanent microseismic early-warning systems*, *Pure and Applied Geophysics*.

[5] Mercerat E. D., Driad-Lebeau L., Bernard P., accepted 2009. *Induced seismicity monitoring of an underground salt cavern prone to collapse*, *Pure and Applied Geophysics*.