



HAL
open science

Retour d'expérience sur la catastrophe de Coalbrook

Christophe Didier

► **To cite this version:**

Christophe Didier. Retour d'expérience sur la catastrophe de Coalbrook. Rapport Scientifique INERIS, 2013, 2012-2013, pp.70-72. ineris-01869471

HAL Id: ineris-01869471

<https://ineris.hal.science/ineris-01869471>

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.



Retour d'expérience sur la catastrophe de Coalbrook

CONTRIBUTEUR



Christophe
Didier

La compréhension et la maîtrise des phénomènes dangereux se sont toujours largement appuyées sur la notion de retour d'expérience, qui permet aux experts d'identifier les dysfonctionnements à l'origine des accidents et aux autorités de prendre des mesures permettant d'éviter que de tels événements ne se reproduisent. Pour consolider son expertise, l'INERIS systématise autant que faire se peut ce type de démarche [A]. En étroite collaboration avec l'Université de Johannesburg (Pr. Nielen Van der Merwe), une analyse en retour d'expérience a ainsi été mise en œuvre sur la catastrophe de Coalbrook, en Afrique du Sud, qui reste l'une des plus dramatiques de l'histoire de l'industrie minière et qui a fait 437 morts à la suite de l'effondrement spontané de plus de 300 ha.

Contexte

La géologie de la mine de Coalbrook, située à 100 km au sud de Johannesburg, se caractérise par une alternance de veines de charbon, de grès et de schistes surplombées par un puissant filon horizontal de dolérite (40 m d'épaisseur, 80 m à l'aplomb des chantiers, Figure 1). Les travaux, initiés en 1905, se sont tous développés au sein de la veine principale de charbon (6 m d'épaisseur, 140 m de profondeur).

Durant les trente premières années, l'exploitation permit d'assurer un taux de défrètement (noté τ) voisin de 50 %. Pour augmenter la production, le schéma n'eut alors de cesse d'évoluer (diminution de la taille des piliers, recoupes des bandes vierges séparant les quartiers) pour atteindre un τ voisin de 60 % en 1950, date à laquelle une centrale thermique fut implantée dans le secteur. Pour assurer son alimentation, la production de la mine dut rapidement être multipliée par six. En dépit de conseils d'experts, l'ouverture ou hauteur exploitée des chantiers passa alors de 2,40 m à 4,30 m, voire localement à 5,50 m. Enfin, l'exploitant décida de tester la possibilité de « réexploiter » les anciens quartiers en surélevant les galeries initiales (exploitation conjuguée du bas-toit et d'une partie des piliers).

Une expérimentation fut donc entreprise dans le Quartier 10 (Figure 2). Le suivi du comportement de la zone fut limité à de simples observations visuelles. Après deux mois, aucun signe particulier n'ayant été observé, on conclut au succès de l'expérimentation et il fut décidé d'en généraliser le principe à l'ensemble des anciens chantiers de la mine.

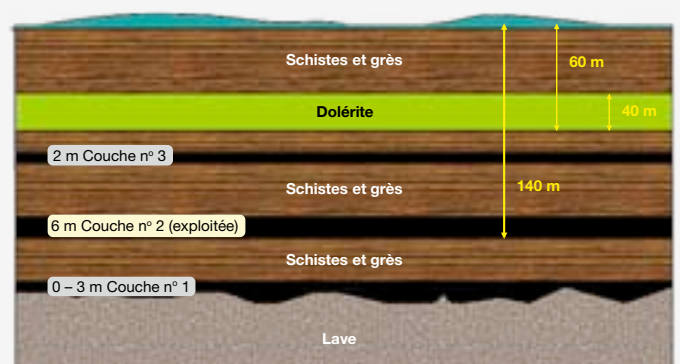
La catastrophe

Le 28 décembre 1959, le Quartier 10 s'effondra partiellement. Aucun mineur n'étant présent dans le secteur, il n'y eut ni victime ni dommage majeur dans les quartiers voisins. Au cours des trois jours qui suivirent, de forts craquements furent perçus en périphérie, puis tout cessa. La décision fut alors prise de redémarrer l'exploitation des anciens quartiers qui avait été momentanément suspendue en périphérie du désordre.

Vingt-quatre jours plus tard, le 21 janvier 1960, à 16 heures, des bruits sourds provenant du même quartier furent détectés, accompagnés d'une dégradation rapide des piliers environnants. Les responsables décidèrent d'évacuer les deux équipes les plus proches du Quartier 10. Peu après 19 heures, les mineurs en charge des travaux de réparation entrepris dans l'urgence, alertés par de nouvelles déflagrations, initièrent

Figure 1

Contexte géologique de la mine de Coalbrook (exploitation menée en couche 2).



un repli avant d'être engloutis par « *un ouragan de poussière accompagné de coups de tonnerre* ».

L'effet de souffle balaya la mine avec une extrême violence. L'ensemble du personnel évacua peu à peu la mine, et ce n'est qu'une fois l'évacuation achevée que l'on réalisa qu'aucun des mineurs travaillant au sein des quartiers situés à l'est de la mine n'était remonté au jour. Les reconnaissances mirent en évidence que tous les accès menant à ces quartiers étaient effondrés, et tous les forages entrepris pour établir des puits de secours confirmèrent les signes d'un effondrement généralisé de l'ensemble du secteur. Les corps des 437 mineurs qui périrent dans l'effondrement ne furent jamais retrouvés.

Les principales leçons tirées de la catastrophe

La catastrophe de Coalbrook fut un véritable choc dans la communauté minière internationale. La résistance insuffisante des piliers fut rapidement identifiée comme la cause principale de la catastrophe et, parmi les recommandations qui résultèrent de l'accident, l'une consistait à exiger, à l'avenir, une analyse argumentée des dimensions de piliers au regard du contexte d'exploitation. La priorité des travaux de recherche fut dès lors consacrée à l'établissement d'une méthodologie permettant de définir la résistance effective de piliers *in situ*.

Face aux difficultés de déterminer la résistance de blocs rocheux de grande taille, Salamon et Munro [B] s'orientèrent vers la prise en compte de l'effet d'élançement des piliers (rapport hauteur sur largeur) dans cette résistance. S'appuyant sur

une approche statistique du problème et sur une base de données de 27 piliers rompus et 92 piliers intacts provenant de différentes mines de charbon sud-africaines, les auteurs établirent une relation permettant, sur la base de retour d'expérience, de déterminer la résistance de piliers de charbon :

$$\sigma_p = 7,176 (w^{0,46}) / (h^{0,66})$$

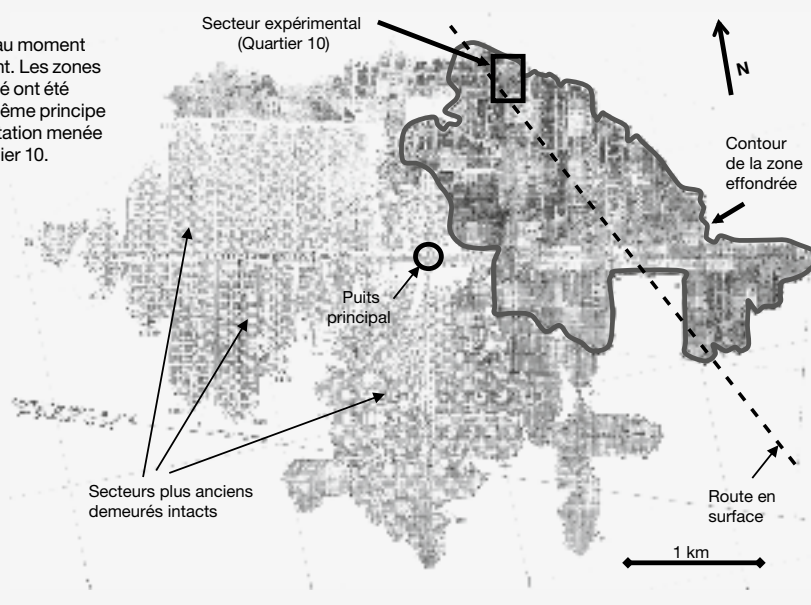
Avec σ_p : résistance des piliers, en MPa
 w et h , respectivement largeur et hauteur des piliers, initialement en pieds

La formule de Salamon-Munro fut très vite largement adoptée et mise en pratique dans l'industrie minière sud-africaine et, plus largement, dans l'ensemble du monde anglo-saxon. Elle constitue encore aujourd'hui une référence dans la profession.

L'application de la formule aux piliers résiduels du Quartier 10 établit que ceux-ci étaient largement sous-dimensionnés pour supporter le poids des terrains de recouvrement. La « fausse » stabilité apparente du quartier expérimental s'explique donc par le rôle capital joué par le banc de dolérite (soulagement des piliers par transfert d'une partie du poids des terrains de recouvrement vers les bords fermes de l'exploitation). La rupture, d'abord partielle puis totale, de ce banc induisit un report brutal de l'ensemble du poids du recouvrement sur les piliers. La rupture de ces derniers, incapables de supporter cette mise en charge dynamique expliquerait l'effondrement spontané de l'ensemble du quartier jusqu'alors stable. ➔

Figure 2

Plan de la mine au moment de l'effondrement. Les zones en gris plus foncé ont été reprises sur le même principe que l'expérimentation menée au sein du Quartier 10.



Références

[A] Didier C., Van der Merwe N. *Analyse en retour d'expérience de deux effondrements miniers dans les mines de charbon : cas des mines de Coalbrook et Gardanne*. Revue française de géotechnique, 2^e et 3^e trimestres 2010, n° 131-132, pp. 119-135.

[B] Salamon M. D. G., Munro A. H. *A study of the strength of coal pillars*. J. S. Afr. Inst. Min. Metall., September 1967, pp. 56-67.

[C] Didier C., Van der Merwe N., Poulard F. *Back analysis on the pillars behaviour during the flooding of the Lorraine iron ore basin*. 1st International Congress on Mining Wastes and Closed Mines (GESRIM 2012), 3-6 April 2012, Marrakech, Morocco, pp. 56-58.

Van der Merwe N. *Beyond Coalbrook: what did we really learn?* J. S. Afr. Inst. Min. Metall., December 2006, volume 106, pp. 857-868.



➔ Valorisation du retour d'expérience

Christophe Didier et Nielen Van der Merwe [A] ont repris la démarche, en l'étendant à une rupture en masse s'étant développée au sein du bassin houiller de Provence en 1879. Dans les deux cas, les piliers étaient sous-dimensionnés pour garantir leur propre stabilité, et c'est la rupture du système « piliers déformables-toit raide » qui a engendré un effondrement généralisé de vastes quartiers d'exploitation. Cette analyse a également mis en évidence l'apport des outils de modélisation numérique, non disponibles à l'époque des premiers travaux de Salamon, pour analyser les conditions de stabilité du système « toit-piliers ».

Les mêmes auteurs ont également transféré la méthodologie au contexte du bassin ferrifère lorrain [C] afin d'établir une formule de résistance des piliers adaptée à ce contexte spécifique. Forts de cette formule empirique, une caractérisation de la sensibilité des ouvrages à la rupture est proposée, en intégrant notamment à l'analyse le facteur temporel au travers d'une approche probabiliste.

Figure 3

Évolution dans le temps du schéma de dimensionnement des chantiers. Les échelles respectives (vues de dessus et de profil) sont respectées entre les deux schémas.



Principe de schéma d'exploitation avant 1932
(vues de dessus et de profil)



Principe de schéma d'exploitation entre 1932 et 1950
(vues de dessus et de profil)



Principe de schéma d'exploitation expérimental postérieur à 1950
(vues de dessus et de profil)



Understanding and management of hazards have always been largely supported by feedback analysis. This kind of process

allows the experts to identify the causes of failures and/or accidents and the authorities to take measures to prevent such events not to occur any more. To consolidate its expertise INERIS systematises as much as possible this type of approach [A]. In close collaboration with the University of Johannesburg (Pr Nielen van der Merwe), a feedback

analysis has been implemented on the disaster of Coalbrook mine (South Africa), an accident which will remain, forever, one more dramatic in the history of the mining industry (437 deaths due to spontaneous collapse of more than 300 ha).