



# RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR L'EFFONDREMENT DE CLAMART DU 1<sup>ER</sup> JUIN 1961: synthèse et analyse technique

Le 1<sup>er</sup> juin 1961, une carrière de craie s'effondrait sur les territoires des communes de Clamart et d'Issy-les-Moulineaux, au sud de Paris. Cet effondrement entraîna la destruction d'un quartier sur 3 hectares et fit 21 morts et plus de 50 blessés. Bien qu'assez largement étudiées, les causes de l'effondrement de cette carrière, exploitée par la méthode des chambres et piliers abandonnés, n'ont jamais été établies avec certitude.

L'INERIS a mené une analyse en retour d'expérience à partir des sources documentaires existantes relatives à la configuration du site et au déroulement de l'effondrement. Elles proviennent essentiellement de la base cartographique établie par l'Inspection générale des carrières de Paris avant l'effondrement et des investigations, rapports d'expertise et articles post-accidentels.

Dans le contexte géologique régional du bassin parisien, les principaux terrains constituant le recouvrement des carrières de craie sont

l'argile plastique du Sparnacien puis les formations calcaires du Lutétien. La [Figure 1](#) présente une coupe géologique locale et la position des différents ouvrages souterrains existants sur le site.

La carrière de craie avait été exploitée jusqu'en 1880 sur un niveau dans sa partie nord et sur deux niveaux dans sa partie sud. Le niveau supérieur a été exploité au sud et au nord selon un schéma d'exploitation différent mais dans les deux cas très régulier. La jonction entre les deux zones était caractérisée par une rangée de piliers irréguliers.

Le déroulement temporel de l'effondrement est connu précisément grâce aux enregistrements sismographiques du phénomène. La partie sud s'est effondrée une demi-heure avant la zone nord où étaient situées la plupart des habitations ([Figure 2](#)).

Les données hydrogéologiques recueillies sont peu nombreuses et reflètent de manière imparfaite le comportement de la nappe de la craie au droit de la carrière.

L'étude des données permet d'envisager que la nappe souterraine n'était pas exceptionnellement haute en 1961. Le niveau inférieur de la carrière de Clamart se situait néanmoins dans la zone de battement de la nappe de la craie, fortement amorti par la Seine.

Si les expertises post-événement ont surtout cherché à identifier l'élément déclencheur ayant conduit à l'effondrement et à l'enchaînement des faits, ce retour d'expérience s'est attardé sur la notion d'équilibre limite existant au sein de cette carrière et notamment dans la partie sud où s'est déclenché le premier effondrement.

La résistance mécanique à la compression de la craie a été mesurée en 1961 en laboratoire après l'effondrement de la carrière ([Tableau 1](#)). On note une perte de résistance mécanique dès que l'hygrométrie atteint 65 %. La résistance minimale de la craie est de l'ordre de 2 MPa.

La contrainte moyenne théorique dans les piliers du niveau supérieur, estimée avec la méthode

Figure 1

Coupe géologique et position des différents ouvrages souterrains existants sur le site.

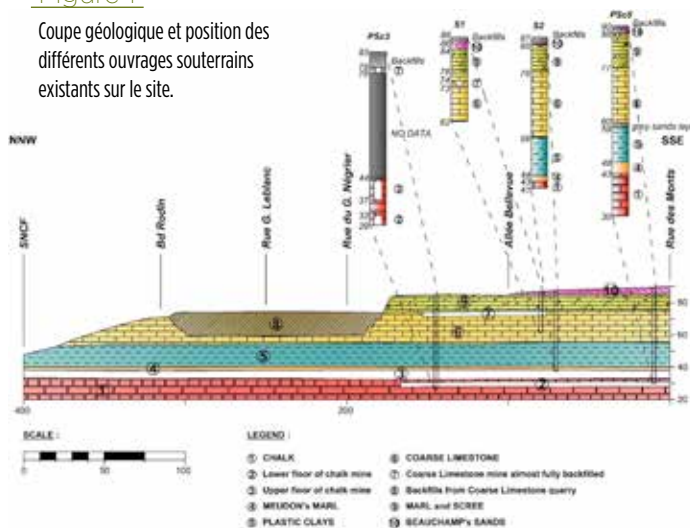
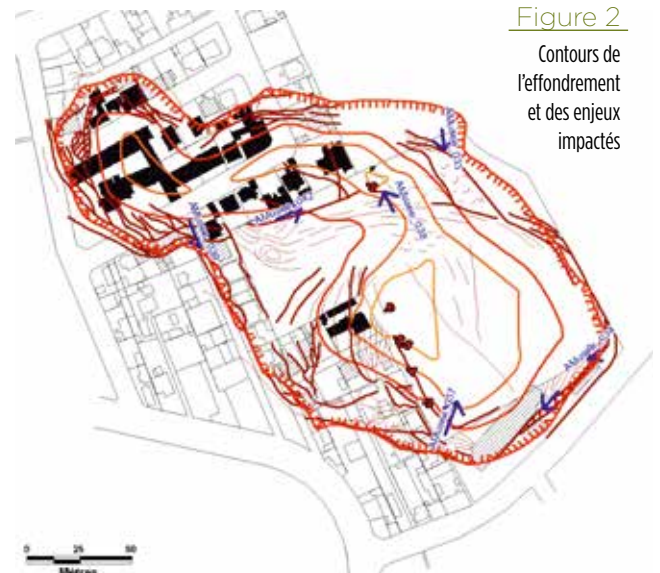


Figure 2

Contours de l'effondrement et des enjeux impactés



de l'aire tribulaire, est voisine de la résistance limite (1,9 MPa) et la configuration sur-critique de ce quartier (extension en tous sens supérieure à la profondeur) est propice à l'effondrement en masse. Le niveau inférieur présente un schéma d'exploitation irrégulier avec des piliers importants. Des informations visibles sur la carte montrent que les voûtes de ce niveau inférieur présentaient de nombreux désordres et plusieurs bourrages de confortement avaient été réalisés en phase exploitation.

Une approche numérique a donc été menée en utilisant le code FLAC3D pour prendre en compte la superposition des piliers et le comportement de la planche intermédiaire (Figure 3). Les résultats tendent à montrer que la réduction d'épaisseur de cette planche influe sur la rupture simultanée de deux piliers superposés et que les remontées de voûte dans le niveau inférieur ne sont pas des phénomènes anodins pour la stabilité globale.

Les retours d'expérience sur les effondrements généralisés soulignent également la notion de banc raide dans le recouvrement. Ce banc doit présenter des caractéristiques géométriques et mécaniques suffisantes pour



*In chalk mines, the method of room and pillar mining has been widely used in France. This method results in substantial geohazards and therefore poses a serious public safety issue today. So, many large collapses have occurred during or after their exploitation, as the collapse of Clamart (south of Paris) being well known as one of the most catastrophic. Today, 50 years after the collapse, the main causes of the event are still not well understood. This back-analysis presents the case study, using both an empirical approach and a numerical approach. Based on a set of hypotheses, an empirical approach and 3D numerical modeling have indicated a plausible scenario that may explain the collapse: The large collapse may have been caused by a lack of bearing capacity of the pillars and the sudden rupture of a hard limestone bed on which the load would have accumulated until overload occurred. The bed weakness between the two mine levels may also have had an influence on the mine's general lack of stability. Moreover, under the given hypothesis, the study shows a very low influence of the water table due to flooding of the mine.*

reporter des charges sur le massif aux bords de l'exploitation et soulager les piliers. À Clamart, la formation de calcaire grossier du Lutétien, présente uniquement au droit de la partie sud, peut être identifiée comme telle.

Ainsi, ce retour d'expérience montre que les critères classiques basés sur la géométrie de l'exploitation et la configuration géologique du site sont en phase avec la réalité de l'effondrement de Clamart.

La défaillance de la planche intermédiaire dans la zone sud a pu se développer dans les mois précédents, comme cela a été vécu dans d'autres effondrements. En outre, aucun élément déstabilisateur lié à l'eau ne se dégage

clairement de l'analyse des informations disponibles.

Dans la partie nord, l'effondrement de la partie sud a provoqué un report des charges sur les piliers en limite des deux zones. Leur forme un peu moins régulière a pu retarder la propagation de l'effondrement.

## Référence

AL HEIB, Marwan ; DUVAL, Christophe; THEOLEYRE, Fiona; WATELET, Jean-Marc; GOMBERT, Philippe. *Analysis of the historical collapse of an abandoned underground chalk mine in 1961 in Clamart (Paris, France)*. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2015

Tableau 1

Caractéristiques mécaniques de la craie de Clamart, mesurées en laboratoire après l'effondrement de 1961.

Hygrométrie	Résistance à la compression en MPa
50 %	5,6 ; 3,4 ; 3,5
65%	2,8 ; 5,0 ; 2,5
83%	2,0 ; 2,4 ; 3,2
90%	2,7 ; 2,5 ; 2,0
Immersion dans l'eau pendant 3 semaines	2,1

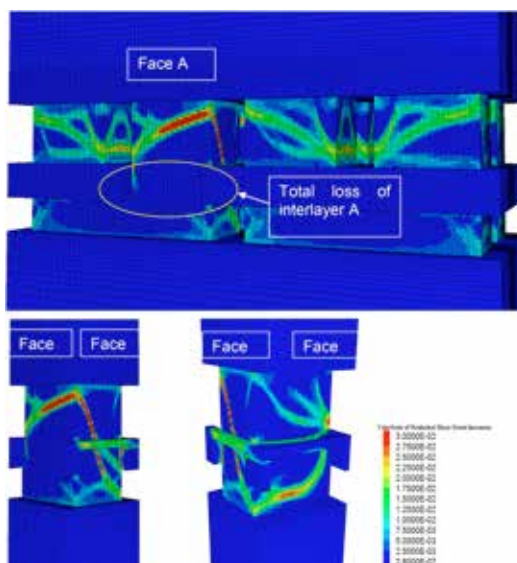


Figure 3  
Contraintes dans les piliers pour une réduction de l'épaisseur de la planche intermédiaire.

