



HAL
open science

Carrières et catacombes de Paris

Nathalie Vanara, Gilles Thomas

► **To cite this version:**

Nathalie Vanara, Gilles Thomas. Carrières et catacombes de Paris. *Karstologia*, 2017, 70, pp.33-42.
hal-04698896

HAL Id: hal-04698896

<https://hal.science/hal-04698896v1>

Submitted on 16 Sep 2024

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Nathalie VANARA¹
et Gilles THOMAS²

(1) UFR 08 de l'université Paris 1
Panthéon-Sorbonne et
laboratoire TRACES UMR 5608
de l'université Toulouse

Jean Jaurès
Nathalie.Vanara@univ-paris1.fr
et nathalie.vanara@gmail.com

(2) Ville de Paris, SEADACC
gilles.thomas@paris.fr

Carrières et catacombes de Paris : historique des exploitations, risques induits, mise en valeur touristique et enjeux patrimoniaux

RÉSUMÉ : Plusieurs milliers de kilomètres de galeries courent sous Paris et dans ses environs. Seules les plus anciennes, celles ayant permis l'édification de la ville, seront prises en compte dans cet article. Si ces vides sont, à l'origine, artificiels, ils connaissent ensuite des évolutions « naturelles » variables en fonction des différents types de mise en sécurité pratiqués. Les pages qui suivent proposent une synthèse des connaissances existantes jusqu'alors éparpillée dans différents ouvrages, revues et pages internet. Quatre aspects seront abordés.

1. Historique des exploitations. Les carrières à ciel ouvert furent exploitées dès l'Antiquité. On eut recours aux carrières souterraines à partir de la fin du XII^e / début du XIII^e siècle. Aujourd'hui, environ 10 % de la surface de Paris et 0,25 % de celle de l'Ile-de-France (3 000 ha) sont sous-minés par d'anciennes carrières. Les calcaires grossiers fournissaient les pierres à bâtir ; le gypse était transformé en plâtre ; la craie permettait la fabrication de la chaux et du blanc de Meudon ; l'argile plastique alimentait tuileries et briqueteries.
2. Risques induits. Paris s'étendit sur ces terrains sous-minés. À la suite de plusieurs effondrements dramatiques à la fin du XVIII^e siècle fut créé, le 4 avril 1777, un service d'inspection des carrières qui mena un efficace travail de confortation. Les manifestations, en surface, des désordres souterrains peuvent être classées en trois catégories : les affaissements, les effondrements généralisés et les fontis.
3. Mise en valeur touristique. Il est possible de découvrir le Paris souterrain grâce aux quatre principaux sites ouverts au public : Les Catacombes et les carrières des Capucins (Paris 14^e), les carrières Delacroix et de la brasserie Dumesnil (Ivry-sur-Seine, Val-de-Marne).
4. Enjeux patrimoniaux. Une reconnaissance patrimoniale tardive a permis le classement des carrières des Brillants (Meudon, Hauts-de-Seine), des Capucins, du Val de Grâce et du Chemin du Port-Mahon (Paris 14^e).

MOTS-CLÉS : Paris souterrain, carrières, catacombes, affaissements, effondrements, fontis, risques, mises en valeur.

ABSTRACT. QUARRIES AND CATACOMBS OF PARIS (FRANCE): MINING HISTORY, RISKS, TOURISM DEVELOPMENT AND CULTURAL HERITAGE. Paris was founded and built upon its quarries and hundreds of kilometers of tunnels run under Paris. Open sky quarries were exploited from Antiquity while underground quarries were exploited as from the end of the twelfth century only. In 1813, Imperial decrees forbade the opening of new quarries, and the last Parisian quarry ceased operating just few years after 1860. This interdiction was extended to the entire Seine department on 9 May 1962. Lutetian limestone provided the building stone due to its fine, regular grain. Plaster of Paris made from Barthonien gypsum heated at 120°C was exported worldwide. Senonian chalk was used for the manufacture of lime and whitewash. Ypresian plastic clay was used for bricks and tiles. Today, it is estimated that one tenth of Paris and 3,000 ha of land in the Ile-de-France Region are undermined by ancient quarries. Paris lies on undermined bedrock. Yet, the abandonment of these underground galleries caused serious subsidence problems. The fate of all abandoned cavities is to progressively subside with time. Surface hazards caused by underground disorders can be classified into three categories: (1) Subsidence was frequent in areas where quarries had been dynamited (Buttes Montmartre and Chaumont) or backfilled. (2) Collapses are more dangerous. The most recent, largest and deadliest collapse occurred on 1 June 1961, between Clamart and Issy-les-Moulineaux where the roof fall of an old chalk mine wiped 23 buildings off the map. (3) Sinkholes, whose origin is not always due to quarrying. In gypsum, groundwater can create pockets of dissolution evolving in sinkholes. The most important one was

discovered in 1975 below the Gare du Nord train station. These underground disorders had to be identified, consolidated and monitored. A Quarries Inspection Office was created in 1777; it carried out an efficient survey and reinforcement work of cavities. It was therefore decided in 1978 to carry out an early treatment consisting of almost systematic grout injection of residual cavities. Old underground quarries are amongst the many tunnels that constitute the "arteries" and "intestines" of underground Paris and its fans are named "cataphiles". Several places of interest can be visited. (1) The Catacombs (14th district) of Paris is the most famous site. These former limestone quarries were used from 1785 to 1933 to store insalubrious remains of all the cemeteries of Paris. In the access gallery to the ossuary, the west-east corridor has kept its abandoned pillars and dry stone walls which ensure the stability of old back filling. Until December 2015, before the exit, the tourists had an access to two sinkholes stabilized with cement and painted with black and ochre lines indicating the different geological strata of the cave section. But nowadays, the shortened tour doesn't allow this opportunity any longer. (2) The Capucins Quarries (where the 14th, 13th and 5th districts meet) are quite different. All the different types of reinforcements used in Paris are displayed here. In addition, a well and a shaft are the most interesting of the site. The Capucins Fountain, is a well located in a gallery and its steps lead to the groundwater level; a water gauge allows the recording of water level variations. Nearby, one service shaft is a former sinkhole converted for staff access: its trapezoidal shape and square section with a height of 14.26 m is remarkable. (3) Ivry-sur-Seine's district owns two originally reused quarries: Delacroix and Dumesnil. They are open to public access during special events.

KEYWORDS: underground Paris, quarries, catacombs, subsidence, collapses, sinkholes, subsidence risks, management.

Introduction

Plusieurs milliers de kilomètres de galeries artificielles courent sous Paris : carrières, catacombes, aqueducs, cryptes médiévales et autres caves, égouts (haussmanniens et ouvrages modernes), tunnels ferroviaires (métro et RER), galeries techniques (électricité, téléphone, chauffage urbain, climatisation, autrefois air comprimé et tubes pneumatiques) [Clément et Thomas, 2001], sans oublier les nombreux abris de défense passive (près de 40 000) ainsi que des dizaines de kilomètres de tranchées-abris [Thomas, 2017a]. Les plus anciennes ont permis l'édification de la ville selon différentes techniques qui seront développées dans la partie 1 ; les plus récentes assurent son fonctionnement de tous les jours (figure 1).

Le destin inéluctable de tout ancien vide d'extraction laissé à l'abandon est de s'affaisser à plus ou moins longue échéance suivant l'ampleur de la cavité, la roche exploitée, le taux de défruitement, la profondeur, la qua-

lité des couches supérieures... et la présence ou l'absence d'ouvrages de confortation. Ce travail lent et insidieux ne se révélait qu'à l'occasion de soudains effondrements, impactant la surface et entraînant parfois des bâtiments ou d'autres structures dans les tréfonds. Un rappel des événements les plus frappants est proposé en partie 2.

Les manifestations d'une Nature incontrôlée au cœur même de la cité expliquent certainement la fascination exercée par le Paris souterrain [Knidler, 2010 ; Thomas, 2015]. Légendes, contes et romans en témoignent : « On regarde au plancher, tantôt bas, tantôt plus élevé : mais quand on voit des crevasses et que l'on réfléchit sur quoi porte le sol d'une partie de cette superbe ville, un frémissement vous saisit [...] Des cavités, des ciels à demi brisés, des enfoncements qui n'ont pas encore percé à jour, des fontis, des piliers écrasés sous le poids qui les presse et qui menacent ruine, de doubles carrières sur lesquelles portent à faux les piliers de la première [...] ! Et l'on boit et l'on mange et l'on dort dans les édifices qui reposent sur cette croûte incertaine » [Mercier, 1781]. Cette fascination pour le Paris souterrain perdure et explique, en partie, le succès actuel des sites aménagés dont les caractéristiques sont données en partie 3.

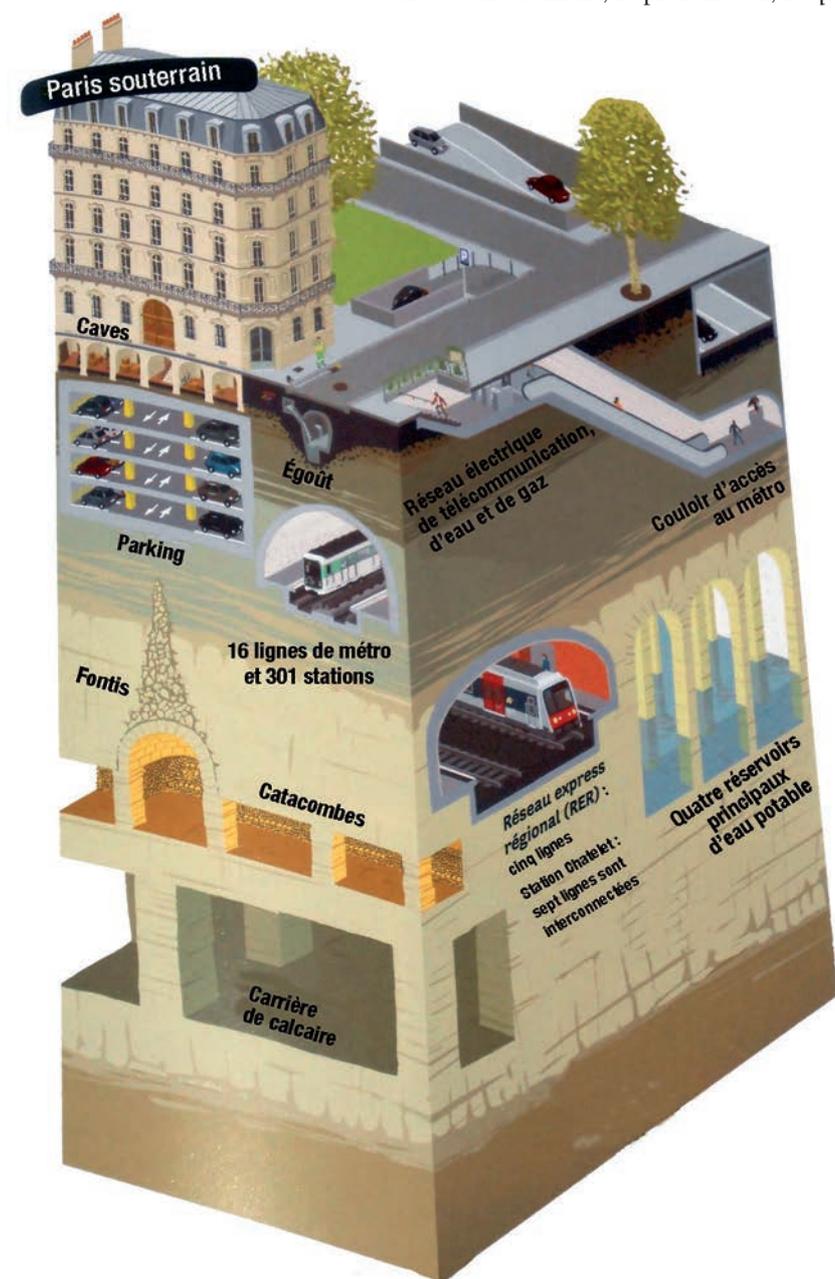
Malgré cet engouement, peu de sites sont réellement protégés et mis en valeur, ce qui fera l'objet de la 4^e et dernière partie de l'article.

I. Des richesses minérales abondantes et des modes d'exploitation variés

À Paris et dans ses environs, les carrières à ciel ouvert furent exploitées dès l'Antiquité, mais elles se révélèrent rapidement insuffisantes et la technique, au final, de moins en moins adaptée au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation : le volume de matériaux sus-jacents – devant être enlevé avant d'atteindre la couche minérale intéressante – augmentant progressivement et inéluctablement. À partir de la fin du XII^e / début du XIII^e siècle, on eut recours aux carrières souterraines, dont la méthode d'extraction (dite par piliers tournés) changea vers la fin du XV^e siècle (pour devenir par « piliers à bras, hagues et bourrages »). Un décret impérial interdit l'ouverture de nouvelles carrières dans Paris pour des raisons de sécurité à partir de 1813, législation étendue aux communes ou parties de communes suburbaines lorsqu'elles furent annexées le 1^{er} janvier 1860... À l'exception de la carrière Trotignon (vers la rue Caulaincourt – 18^e arrondissement) qui continua son activité extractive jusqu'après 1870 par dérogation. Un nouvel arrêté, daté du 9 mai 1962, signa la

Figure 1 : Bloc diagramme de la ville de Paris. Plusieurs milliers de kilomètres de galeries courent sous Paris, toutes artificielles. Les plus anciennes, les carrières, ont fourni les pierres ayant permis l'édification de bâtiments dans la capitale [Dhôtel and Desplanche, 2013 ; modifié].

Block diagram: underground Paris. Hundreds of kilometers of tunnels run under Paris, almost all of which are of artificial origin. The substrate provided different types of rocks that were enabled the building of the city [modified Dhôtel and Desplanche, 2013].



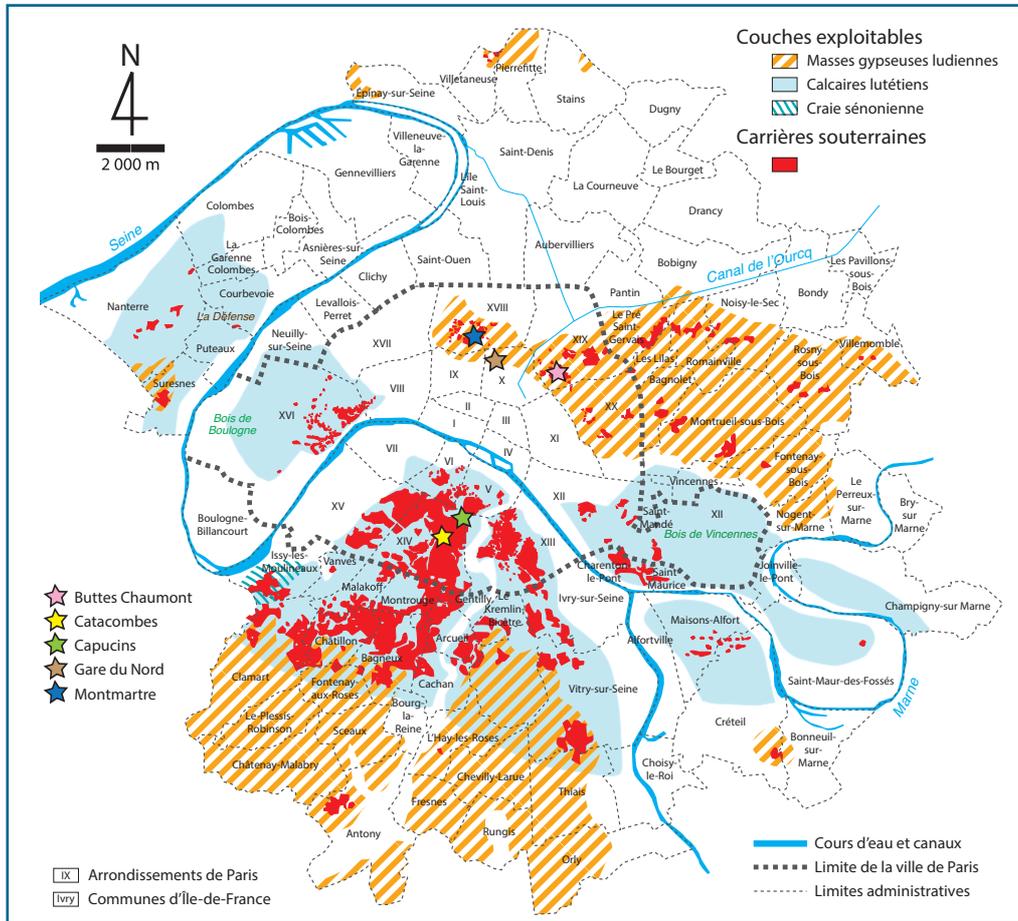
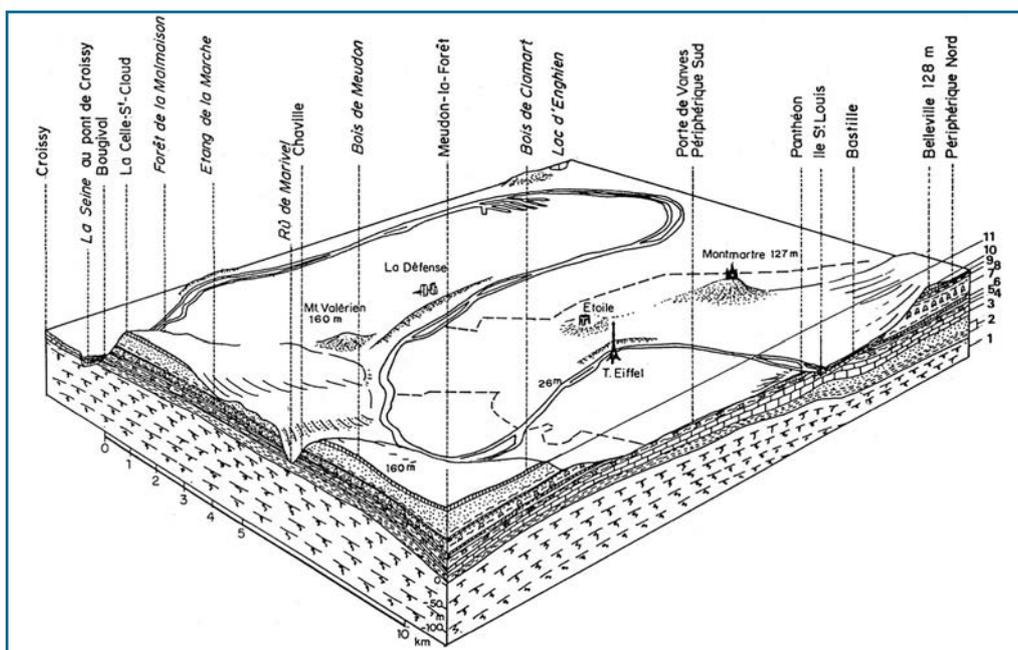


Figure 2: Localisation des affleurements géologiques exploitables et des carrières, ancien département de la Seine (modifié et redessiné d'après A. Clément et G. Thomas [2001], O. Keller [1891]).
 Map of old quarries in the former Dept of Seine (modified and redrawn from A. Clément and G. Thomas [2001] and O. Keller [1891]).

fin définitive des exploitations (arrêt donc par décision du législateur et non par épuisement des ressources) dans l'ancien département de la Seine, sachant qu'à Arcueil (aujourd'hui commune val-de-marnaise), il restait, encore en 1926, trois carrières qui cessèrent leur activité peu ou prou aux alentours de la Seconde Guerre mondiale. Aujourd'hui, on estime qu'1/12^e à 1/10^e de la surface de Paris est sous-minée

par d'anciennes carrières (selon que l'on tient compte des bois de Boulogne et Vincennes, ou non) ; en Ile-de-France, 3 000 ha de terrains répartis sur 70 communes sont affectés par la présence d'anciennes carrières, soit environ 0,25 % de la surface de la région (figure 2) selon une répartition dictée par la logique des affleurements géologiques (figure 3) [Lacoste, 1986 ; Pomerol, 1988 ; Fort *et al.*, 2014].

Figure 3: Bloc diagramme montrant la disposition des formations géologiques à Paris et dans la banlieue ouest, la structure (anticlinal de Meudon, synclinal de Saint-Denis) et la géomorphologie (plateau structural de la Beauce sud, buttes-témoins et méandre de la Seine). 1 - Craie campanienne surmontée localement par le calcaire et les marnes de Meudon (Dano-Montien), 2 - Argile et sables (Yprésien), 3 - Calcaires grossiers (Lutétien inférieur et moyen), 4 - Marnes et caillasses (Lutétien supérieur), 5 - Sables de Beauchamp (Auvésien), 6 - Calcaire de St-Ouen (Marinésien), 7 - Sables de Monceau marnes et masses du gypse (Ludien), 8 - Argile verte (Stampien inférieur = Sannoisien), 9 - Formation de Brie (Stampien inférieur = Sannoisien), 10 - Marnes à huîtres et sables de Fontainebleau (Stampien moyen), 11 - Argile à meulière de Montmorency (Stampien supérieur) [Diffre and Pomerol in Pomerol, 1988].
 Block diagram. Paris and surrounding area: bed formations, structure (Meudon anticline, Saint-Denis syncline) and geomorphology (Seine meanders, residual hills, Beauce structural platform) [Diffre and Pomerol in Pomerol, 1988].



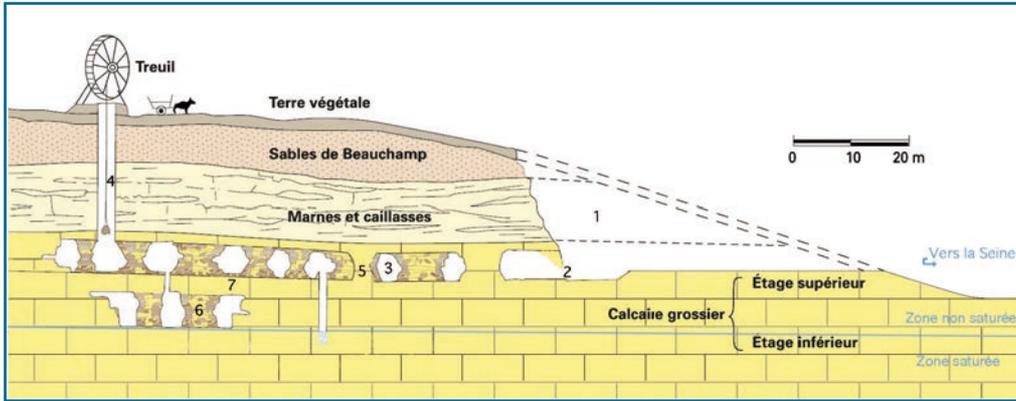


Figure 4: Exploitations à ciel ouvert et souterraine des calcaires lutéliens à Paris : coupe géologique simplifiée. 1/ Carrière à ciel ouvert. 2/ Bouche de cavage. 3/ Carrière souterraine. 4/ Puits d'extraction. 5/ Pilier tourné. 6/ Exploitation de niveau inférieur. 7/ Banc de marche [Clément et Thomas, 2001 ; modifié].
Open sky quarries and then underground quarries with shaft and abandoned pillars [modified from Clément and Thomas, 2001].

Les calcaires grossiers fournissaient les pierres à bâtir. L'extraction du banc franc, du cliquart et du liais se situait dans les étages supérieurs du Lutétien ; l'extraction du banc royal et des lambourdes, dans les étages inférieurs. La résistance du calcaire aux injures du temps est d'autant plus efficace que le banc présente un grain fin et serré et donc dur et non gélif ; caractéristiques présentées par le banc royal réservé exclusivement aux constructions les plus nobles. Les exploitations souterraines des calcaires s'étendirent sur 1 014 ha dans les Hauts-de-Seine, 770 ha dans les 5^e, 6^e, 12^e, 13^e, 14^e, 15^e et 16^e arrondissements de Paris et 565 ha dans le Val-de-Marne. À partir des bouches de cavage sur les flancs des coteaux, les carrières creusèrent dans la couche exploitable un réseau de galeries se recoupant plus ou moins à angle droit. Aux intersections, des masses brutes (les piliers tournés) étaient laissées afin que les terrains sus-jacents soient maintenus en place, tandis que les vides d'une hauteur pouvant atteindre cinq mètres étaient partiellement remblayés par les déchets d'exploitation. Travailler sur deux étages distincts était possible quand la couche exploitable était suffisamment épaisse, en laissant un banc de marche entre les deux (figure 4). À partir du XIV^e siècle, une autre méthode d'accès à la couche minérale fit son apparition : les bancs de matériaux à exploiter enfouis sous les plateaux du territoire étaient atteints directement depuis le sol à partir d'un puits. Puis, vers la fin du XV^e siècle, afin de rentabiliser leur activité extractive souterraine, les carrières s'ingénierent à exploiter uniquement quelques bancs, mais sur la totalité de la surface, ne laissant plus aucun étai de masse. Les vides créés, cette fois-ci de moins de deux mètres de hauteur, étaient remblayés au fur et à mesure par les déchets d'exploitation et des terres rapportées depuis

la surface : les bourrages. Ces derniers étaient contenus derrière des murs en pierres sèches (les hagues, dont l'étymologie est à rapprocher du vocable haie et de ses déclinaisons) renforcés par des piliers constitués de blocs empilés, montés les uns sur les autres à la seule force musculaire : les piliers à bras (figure 5). Pour extraire un bloc, les carrières réalisaient en premier une entaille horizontale de grand maximum 2 m de profondeur et de 2 à plus de 10 m de longueur si besoin, au niveau du souchet (une couche de calcaire marneux d'une dizaine de centimètres) pratiquant ainsi le souchevage ; ils y glissaient alors des rouleaux, ces rondins de bois permettant de sortir plus facilement la masse à extraire en la faisant glisser dessus. Des saignées verticales (tranches de défermage) étaient alors pratiquées sur les flancs de part et d'autre du calcaire en cours d'exploitation. Une fois que le bloc était ainsi découpé sur trois côtés, l'usage de coins dans le joint de stratification immédiatement supérieur provoquait sa

rupture au niveau du fond du souchet, et au besoin le recours à des leviers en venait à bout. Pour les carrières dépourvues de bouches de cavage, les blocs étaient remontés au moyen de grandes roues en bois installées au débouché des puits d'extraction, mises en mouvement par un ou plusieurs individus à la manière des écureuils dans une cage.

Le gypse du Bartonien était transformé en plâtre par cuisson à au moins 120 °C. Fort renommé, celui de Paris fut exporté dans le monde entier grâce à la multiplication des carrières à partir du XVII^e : 482 ha sous-minés en Seine-Saint-Denis, 150 ha dans les Hauts-de-Seine, 104 ha dans le Val-de-Marne et 65 ha dans les 10^e, 18^e, 19^e et 20^e arrondissements. La cohérence de la roche imposait l'utilisation d'explosifs pour l'abattage. Les galeries étaient creusées de haut en bas. Une fois les assises supérieures dégagées au pic sur deux mètres, des traverses de bois ou de métal (brindilles) renforçaient le ciel. Le creusement par gradins succes-

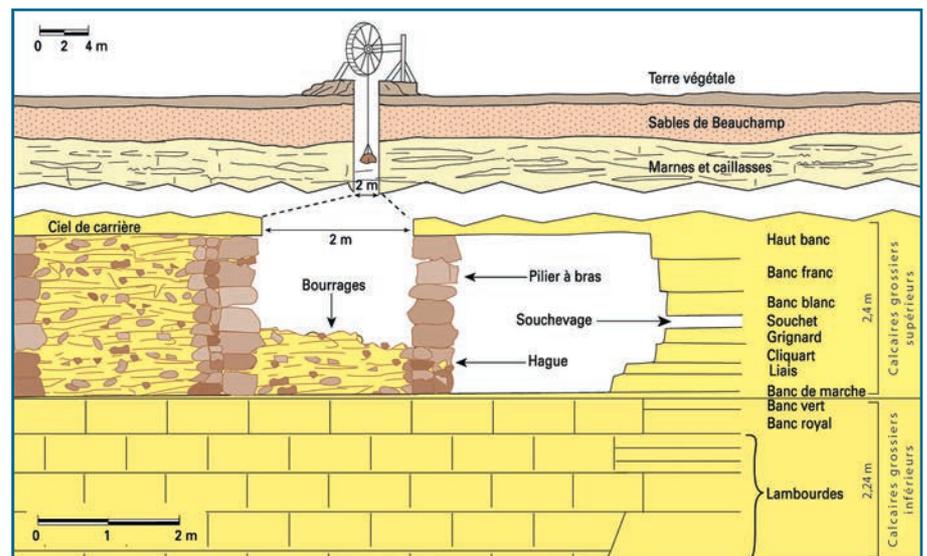


Figure 5: Carrière souterraine à piliers à bras, hagues et bourrages [Clément et Thomas, 2001].
Underground quarry: the voids were backfilled by mining waste or by imported surface earth. These were contained behind dry stone walls reinforced by stacked pillars [Clément and Thomas, 2001].

sifs pouvait atteindre jusqu'à 18 m dans la couche la plus épaisse, formant les galeries dites de haute masse. Sous celles-ci (à Montmartre dans le 18^e arrondissement ou, autre exemple, à Neuilly-Plaisance en Seine-Saint-Denis) étaient parfois exploitées dans les masses inférieures d'autres galeries : 8 mètres de hauteur pour celle intermédiaire, avec quelquefois un dernier niveau d'environ 3 mètres. Comme dans les carrières de calcaire médiévales, les galeries, de forme ogivale ou trapézoïdale, se recoupent perpendiculairement laissant des piliers tournés pour assurer la solidité de l'ensemble (photo 1). Les blocs, une fois débités, étaient transportés jusqu'aux fours à plâtre pour y être broyés et déshydratés par calcination.

La craie sénonienne permet, par calcination, la fabrication de la chaux et, par broyage, délayage, décantation et séchage, du blanc de Meudon [Hinstin, 1889]. Elle ne fut pas exploitée sous Paris, étant enfouie beaucoup trop profondément mais dans quatre communes limitrophes des Hauts-de-Seine : Issy-les-Moulineaux, Sèvres, Meudon et Clamart (35 ha) grâce à l'existence d'un anticlinal qui fait remonter la couche géologique [Gély et al., 1990]. Ces carrières furent d'abord exploitées par la méthode des piliers tournés sur plusieurs niveaux superposés, méthode empirique qui entraîna des effondrements fréquents. D'où la création d'un nouveau règlement d'exploitation en 1868 qui imposa une méthode par piliers tournés réguliers à deux niveaux maximum, 50 % de la masse devant être laissée en place. L'avancée des galeries se faisait selon des fronts de taille par gradins droits. Dans certaines carrières, une fois l'extraction terminée, chaque galerie était retaillée (peignée) en forme d'arc plein cintre pour assurer une meilleure stabilité [Herledan, 1991].

L'argile plastique yprésienne, pour les tuiles et les briques, a été exploitée à ciel ouvert principalement à Vaugirard (aujourd'hui 15^e arrondissement) et Issy-les-Moulineaux, ou par galeries souterraines à Ivry-sur-Seine, et surtout dans la région de Provins (Seine-et-Marne), l'extraction se réalisant au moyen de puits. Au bas des puits parisiens (à 35 m maximum de profondeur), les galeries de modeste dimension (1,30 m de hauteur sur 1,15 m de largeur) rayonnaient dans différentes directions. L'argile était débitée en pavés prismatiques de 20 kg environ. Les saignées verticales, sur toute



Photo 1 : Ancienne carrière de gypse Aubry-Pachot à Livry-Gargan (93). Les galeries de haute masse, de forme ogivale, se recoupent perpendiculairement laissant les piliers tournés (renforcés par des boisages en hauteur) assurer la solidité de l'ensemble. Cliché E. Gaffard.

Old gypsum quarry (Aubry-Pachot, Livry-Gargan). Underground galleries of ogival shapes intersect at right angles with abandoned pillars in place to ensure the strength of the whole structure.

la hauteur de la future galerie, et horizontales, selon l'épaisseur du futur pavé, étaient creusées grâce à une pelle plate à bord tranchant : l'incisoir. Chaque pavé était arraché à l'aide d'une houe à face postérieure convexe : le hoyau [Larousse, 1925].

Des exploitations souterraines anecdotiques de marnes supra-gypseuses (Bartonien supérieur) et de lignite (« fausses glaises » yprésiennes) sont connues respectivement dans le 19^e arrondissement (secteur des rues de Bellevue et de la Mouzaïa) et dans le 14^e arrondissement (au niveau de l'actuel hôpital Sainte-Anne) [Gérards, 1908].

Les autres matériaux : sables et graviers, calcaire de Saint-Ouen, glaises vertes ont été exploités à ciel ouvert.

II. De la gestion des risques liés aux vides souterrains...

Les effondrements dans Paris et ses environs sont des phénomènes anciens, probablement aussi anciens que l'exploitation de ses richesses minérales [Caron et al., 1984].

Paris, dans sa quête de terrains à bâtir, s'étendit sur ces terrains sous-minés dont les traces d'exploitation s'effacèrent progressivement du paysage (par comblement des puits utilisés comme décharge ou pour des raisons de sécurité) mais également de la mémoire humaine. Les vides laissés à l'abandon se rappelèrent

néanmoins régulièrement au bon souvenir des parisiens comme le 20 septembre 1625 au couvent des Feuillantines (rue Saint-Jacques - 5^e arrondissement) où une partie du jardin entouré de sa muraille disparut dans un fontis. Quelques initiatives isolées parurent au plus pressé, tandis que des consolidations furent érigées ponctuellement au moment de travaux spécifiques (église du Val-de-Grâce en 1645 ; Observatoire de Paris en 1667). Déjà en 1259, les chartreux avaient dû consolider leur carrière avant d'édifier leur monastère (actuel jardin du Luxembourg). Mais il fallut plusieurs gros effondrements dramatiques à la fin du XVIII^e siècle pour que Louis XVI crée, le 4 avril 1777, un service d'inspection des carrières (pour les vides « sous Paris et plaines adjacentes »), qui mena un efficace travail de confortation. Parmi les plus documentés des accidents parisiens, signalons l'effondrement généralisé d'une carrière au nord de Denfert-Rochereau en décembre 1774, l'effondrement dans la propriété de la marquise de Roncé le 29 avril 1777 (soit le jour même de la prise de fonction du premier Inspecteur des carrières Charles-Axel Guillaumot) [GPRS, 1986] et le fontis qui engloutit sept personnes à Ménilmontant dans une carrière de gypse en juillet 1778.

L'étude des rapports entre karsts et carrières – telle qu'elle a pu être menée ailleurs en France [Jaillet et al., 2002 ; Fronteau et al., 2010 ; Devos et al., 2011

et 2012] – n'est pas présentée ici. Elle mériterait à elle seule une étude complémentaire. Dans le cadre de cet article, on s'en tient aux manifestations, en surface, des désordres souterrains ; ces derniers peuvent être classés en trois catégories.

1/ Les affaissements concernent les déformations souples, progressives et sans rupture de la surface du sol. Ils sont fréquents dans les zones où les carrières ont été foudroyées ou remblayées. Les matériaux issus du foudroyage ou du remblaiement ne sont jamais parfaitement compactés. De plus, il peut y avoir aussi des tassements ultérieurs qui se traduisent également par des affaissements de surface, entraînant une fissuration du bâti (photo 2). À partir du début des années 1980 [Suttel, 1986], la Ville de Paris entreprit des campagnes de traitements de la quasi-totalité des cavités résiduelles découvertes dans le gypse au niveau des anciennes buttes témoins : des injections (amalgame de cendres, ciment et sable envoyé à l'état très liquide sous pression) furent réalisées sur toutes les voiries sous-minées par les anciennes carrières à plâtre de Montmartre aux Buttes-Chaumont (programme d'injections décidé par la Ville de Paris à partir de 1978).

2/ Les effondrements généralisés se traduisent par un abaissement à la fois violent et spontané de la surface sur parfois plusieurs hectares et plusieurs mètres de profondeur. La zone effondrée est limitée par des fractures subverticales. Les



Photo 2 : Le boulevard Rodin à Meudon (92) : l'affaissement dans la carrière de craie sous-jacente s'est répercuté en surface. Cliché R. Chardon, 24 juillet 1982.
Damage to the surface of Rodin Boulevard in Meudon (92), caused by subsidence in the underlying chalk quarry.

effondrements sont généralement initiés par une rupture en chaîne des piliers de l'exploitation entraînant la descente du toit en masse. Le cas le plus meurtrier intervint le 1^{er} juin 1961 à la limite entre Clamart et Issy-les-Moulineaux où un effondrement du sol de 2 à 4 mètres sur six hectares raya de la carte 23 immeubles et fit 21 morts, 45 blessés et plus de 273 sinistrés (photo 3). Des pluies torrentielles abondantes s'étaient abattues sur la ville les jours précédents et avaient grossi la nappe perchée surmontant l'ancienne

crayère, ce qui déclencha cet événement dramatique [Delacruz, 2012]. Cette surcharge entraîna l'effondrement des piliers du premier étage de dimensions insuffisantes. Dans Paris, pour éviter le développement de ce risque dont on avait constaté les signes annonciateurs, les premiers responsables de l'Inspection des carrières réalisèrent un travail de confortation systématique à partir de 1777 et ce sans interruption jusqu'en 1909, quelles que soient les périodes de troubles en surface (Révolution, Terreur, Commune, etc.). Une fois les vides repérés et cartographiés sous les rues sous-minées (ainsi que sous les propriétés royales), des massifs de maçonnerie furent construits à l'aplomb des façades des bâtiments pour leur servir de fondation *a posteriori* générant ainsi une galerie de servitude au droit des trottoirs. Sous les artères suffisamment larges, ce sont deux galeries parallèles qui furent ainsi créées, les vides derrière les parements extérieurs des corridors souterrains de circulation et sous l'axe de l'artère étant bourrés par un remplissage de terres pilonnées ; exceptionnellement on compte jusqu'à trois galeries murillées dans le sens longitudinal (cas du boulevard du Montparnasse). Quand certains vides d'exploitation extérieurs étaient laissés sans bourrage pour permettre l'accès sous les propriétés particulières, ils furent murillés pour respecter la législation qui stipule que de la propriété du sol découle celle du sous-sol (art. 552 du Code civil).



Photo 3 : Effondrement de carrière à Clamart le 1^{er} juin 1961 Crédits : archives municipales de Clamart.
Collapse: Clamart. 1 June 1961: the roof fall of an old chalk mine wiped 23 buildings off the map.

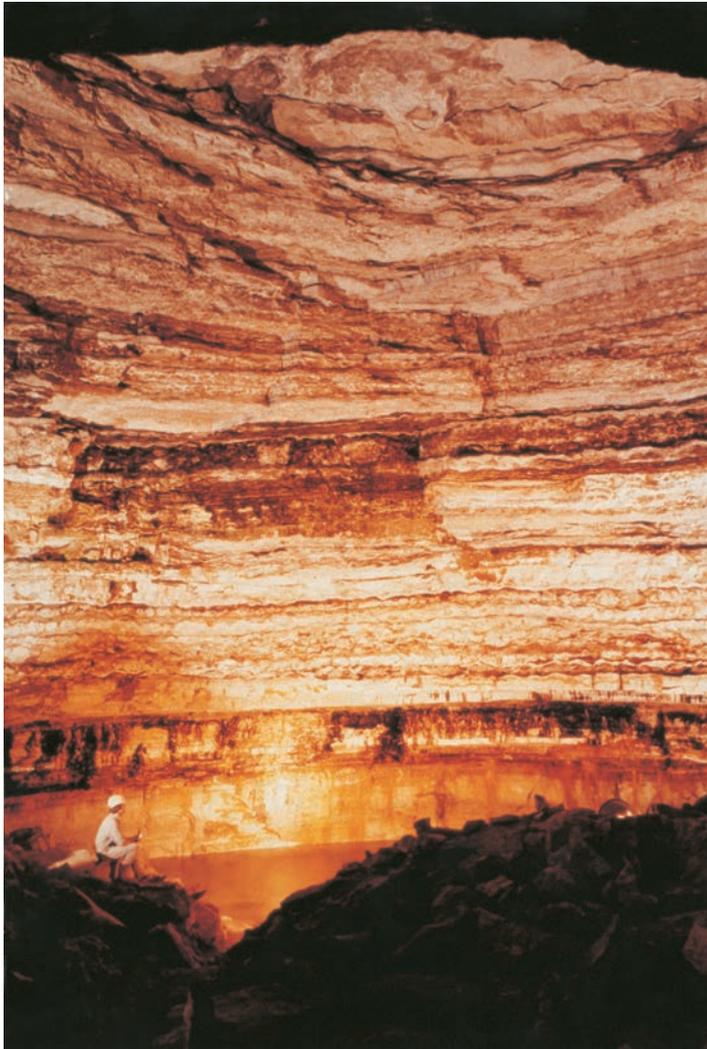


Photo 4: Fontis sous la gare du Nord (Paris 10^e). Cliché Solétanche, 1975. Sinkhole created by a pocket of dissolution in gypsum (beneath Gare du Nord railway station, 1975). Its stabilisation has necessitated 7,300 m³ of grouting.

3/ Les fontis consistent en la rupture progressive du toit d'une cavité, une cloche remontant plus ou moins lentement vers la surface jusqu'au développement d'un cratère. L'exemple le plus meurtrier est celui du 27 juillet 1778 ; sept personnes furent englouties dans un fontis qui s'ouvrit subitement sous leurs pieds au carrefour des rues Boyer et de Ménilmontant. Tandis que le dernier accident mortel recensé dans la région parisienne remonte au 11 mars 1991, lorsqu'un fontis à Chanteloup-les-Vignes (massif de l'Hautil, en limite du Val-d'Oise et des Yvelines) entraîna un homme dont le corps ne fut jamais retrouvé. Lors des travaux de confortation réalisés par l'Inspection des carrières, deux cas pouvaient se présenter : soit la cloche du fontis était venue à jour ou suffisamment développée et donc proche de la surface pour qu'on puisse la percer à son sommet afin de permettre son comblement par des matériaux rapportés, soit elle était de petite taille car dans les premiers stades de son évolution (qui

commence par un « ciel tombé ») et on construisait alors une voûte pour servir de ciel de substitution à la carrière en cours de dégradation.

En 2015, vingt incidents liés au sous-sol ont été recensés dans le département des Hauts-de-Seine, pour seulement huit signalés en Seine-Saint-Denis et autant dans le Val-de-Marne [Inspection des carrières, 2015]. Ils sont maintenant traités par la méthode de l'injection. Leur origine n'est pas toujours due aux carrières. Les eaux souterraines par leur action sur les roches les plus solubles, dont les gypses, créent des poches de dissolution qui peuvent évoluer en fontis. La plus importante fut découverte en 1975 sous la gare du Nord (10^e arrondissement, photo 4) : son comblement nécessita l'injection de 7 300 m³ de coulis de ciment. Le suivi de ces poches de dissolution, qui constituent donc un risque pour les biens et les personnes, fait dorénavant partie des nouvelles activités de l'Inspection des carrières ; s'y ajoute également le relevé du niveau des piézomètres parisiens.

III. ... à la mise en valeur touristique des excavations parisiennes

Depuis l'arrêté du 2 novembre 1955 « il est interdit à toute personne non munie d'une autorisation émanant de l'Inspection générale des carrières [...] de descendre dans ces ouvrages, de pénétrer et de circuler dans les vides des anciennes carrières s'étendant sous l'emprise des voies publique de la ville de Paris ». Une brigade spécialisée, dépendant de la préfecture de Police, est chargée de faire respecter cette législation. Cette présence policière limite la fréquentation des galeries sans pour autant l'éradiquer car les dessous de Paris continuent de tenter plus d'un amateur : les « cataphiles » forment une microsociété possédant ses rites et son propre langage [Duval, 2011 ; Thomas, 2015]. Il est cependant possible de découvrir le Paris souterrain sans braver la loi grâce aux quelques sites ouverts au public.

A. Les Catacombes (avenue du colonel Henri-Rol-Tanguy, 14^e arrondissement)

Les Catacombes constituent l'espace parisien souterrain le plus connu et le plus couru (<http://www.catacombes.paris.fr/>).

Ces anciennes carrières recueillirent, de décembre 1785 jusqu'en 1933, les restes de tous les cimetières de Paris devenus insalubres. Elles sont ouvertes à la visite depuis 1809 [Thomas, 2015]. Les ossements, rangés selon une mise en scène de la mort romantico-macabre, se découvrent le long de couloirs étroits. Des élargissements ont permis des aménagements variés : fontaine de la Samaritaine, Grand Autel de l'Obélisque, Lampe sépulcrale, sarcophage du Lacrymatoire [Thomas, 2017b]. Ce site est dorénavant à déconseiller à l'amateur de géomorphosites [Thomas, 2013]. La visite permet surtout l'observation des galeries aménagées en ossuaire. Elle a perdu progressivement ses divers intérêts géologiques, dont le principal la carrière circonvoisine de Port-Mahon. Cette dernière faisait, à la fin du XIX^e siècle, partie des courses géologiques parisiennes possibles et était aussi ouverte aux visiteurs de l'ossuaire municipal [Thomas, 2008].

Dans la visite actuelle des Catacombes le couloir orienté NE-SW, qui représente un tiers du parcours d'approche de l'ossuaire, est une galerie de surveillance établie, à partir de 1784, sous l'aqueduc d'Arcueil lorsque l'on réalisa qu'il fuyait à cause de fissures apparues

dans sa maçonnerie sous-minée par des carrières. Le suivant (W-E) est celui d'une ancienne carrière de calcaires grossiers, ayant conservé son aspect natif de fin d'exploitation : on peut y observer des piliers tournés, laissés en place par les carriers, pour assurer leur sécurité le temps de l'extraction. On y circule entre deux hagues, retenant les bourrages, mais dont la cohérence et la stabilité ont été renforcées par jointoyage des pierres au ciment, ce qui est une aberration, du moins étymologique, une hague étant par définition en pierre sèche ! Tout le long du parcours d'approche de l'ossuaire, on marche entre deux parois maçonnées construites entre 1777 et 1876 selon la codification trinômiale en usage de 1777 à 1909 (<numéro d'ordre>, <initiale de l'Inspecteur des carrières>, <année de réalisation>) [Thomas, 2012]. Au niveau des catacombes *stricto sensu*, on trouve quelques piliers atypiques par leur forme ou leur identification chiffrée : dans le vestibule de l'ossuaire un pilier gravé référencé simplement W 1909 (« W » pour l'initiale de Paul Weiss) et juste avant la sortie de l'ossuaire deux piliers avec pour seules indications « 1892 » (datant, donc, de l'inspectorat d'Octave Keller). L'inventaire des Inscriptions de l'ossuaire publié par Abel Lemercier [*circa* 1872] nous apprend que les deux piliers – situés juste à l'ouest de l'autel des Messes – portaient les inscriptions suivantes, qui sont restées longtemps sibyllines : « Pté Roché S 1866 » ; elles font, en fait, référence aux travaux confortatifs qui eurent lieu sous la propriété Roché du temps de l'Inspecteur Alban du Souich [Thomas, 2014a et b]. Malheureusement, aujourd'hui, seule l'une est visible mais en partie effacée. Ces dégradations posent encore une fois le problème de la protection du Paris souterrain. La préservation de ces vestiges historiques n'étant absolument pas la priorité actuelle de la mairie de Paris, ce que nous regrettons [Thomas, 2006, 2009]. À l'extrémité de l'ancienne galerie de sortie (E-W), confortée en 1874-75 (photo page III de couverture) mais fermée au public depuis décembre 2015 (ce qui fait que le site a définitivement perdu le peu d'intérêt géologique qu'il possédait encore), plusieurs cloches de fontis successives avaient été vidées et consolidées en 1874, de telle façon que le public pouvait comprendre les mécanismes de la fragilisation du sous-sol et *in fine* les conséquences désastreuses sur la stabilité du sol. Les parois des deux dernières

(10,20 et 11 m) furent renforcées par du ciment projeté, sur lequel des lignes peintes en noires et ocres matérialisent les différentes couches géologiques traversées [Vanara et al., 2013]. Les permis de construire, délivrés sur Paris entre 1876 et 1939, sont consultables sur le site internet : <http://parisenconstruction.blogspot.fr/> ; ils nous apprennent qu'en 1881, il y eut une demande déposée pour une surélévation du petit immeuble du 34, rue Rémy Dumoncel (à l'époque 90, rue Dareau), ce qui explique l'adjonction d'une arche en meulière au fontis de 11 m, situé à l'aplomb du mur porteur sur rue du bâtiment.

B. Le site des Capucins (hôpital Cochin, 14^e arrondissement)

Cette portion du Grand Réseau Sud des souterrains de Paris (mais restreint ici à quelques artères des 14^e, 13^e et 5^e arrondissements) a été sanctuarisée en 1984, lorsque des dégradations commencèrent à apparaître dans l'ensemble des galeries de servitude établies au niveau des anciennes carrières souterraines de la ville de Paris. Elle se développe sur un linéaire de 1 200 m et est gérée par la société d'Études et d'aménagement des anciennes carrières des Capucins (<http://www.seadacc.com/>), association loi 1901, qui a signé une convention avec les deux propriétaires (la Ville de Paris et l'Assistance publique) des surfaces sus-jacentes. Ces anciennes carrières souterraines de calcaire, exploitées entre le XII^e et le XVII^e siècle, sont situées sous l'hôpital Cochin et sous la voie publique (boulevard de Port Royal et rue de la Santé). Après la création de l'Inspection générale des Carrières en 1777, ce secteur sera l'un des premiers à être consolidé et il est aujourd'hui possible d'y observer un condensé de tous les types d'architectures de confortation que l'on peut trouver sous Paris.

Deux puits aux fonctions différentes viennent agrémenter ce site.

1/ La fontaine des Capucins, construite vers 1810, est classée au titre des Monuments historiques depuis 1990. Ce puits à eau aveugle, creusé dans le plancher de la carrière, est sans accès depuis la surface ; il recoupe le toit de la nappe phréatique et permet d'en suivre les variations, en théorie sur 4 mètres de hauteur, grâce à une échelle d'étiage gravée dans du liais farault. L'indication « +0 m » prend comme repère celui de l'échelle limnimétrique du pont de la

Tournelle qui fut établi durant l'étiage de l'été 1719.

2/ Un puits de service, à l'extrémité opposée du réseau de galeries, existe depuis 1841, année où l'Inspection, pour faciliter la réalisation de ses travaux en sous-sol, décida de déblayer un ancien fontis ayant percé en surface et de le conforter en érigeant un puits trapézoïdal à base carrée (une forme rare), haut de 15,12 m. Sur les parois de l'édifice, à l'image de ce que l'on peut observer dans certaines constructions médiévales, des trous de boulin ont permis de ficher les poutres en bois, support des plates-formes successives ayant permis l'élévation progressive de la chemise du puits. En 1867-1868, une opération de nivellement – lors de la création du boulevard situé au-dessus – ramena sa hauteur à 14,26 m.

C. Les carrières d'Ivry-sur-Seine (Val-de-Marne)

Les sous-sols d'Ivry-sur-Seine recèlent de nombreuses carrières [Almarcegui, 2013], dont certaines peuvent être visitées lors de journées spéciales comme les portes ouvertes des Monuments historiques : cas de la carrière Delacroix (http://ruedeslumieres.morkitu.org/espace_photos/banlieue2/delacroix/index_carriere.html) et de l'ancienne carrière transformée en brasserie par la société Dumesnil (http://ruedeslumieres.morkitu.org/espace_photos/banlieue2/dumesnil/index_carriere.html).

Classiquement, le calcaire du plateau d'Ivry fut d'abord extrait à ciel ouvert lors des premières exploitations datant de l'Antiquité. Des soixante-cinq puits creusés pour des extractions souterraines (soit autant d'exploitations particulières), il ne restait plus, en 1830, que vingt-sept carrières (certaines encore à ciel ouvert) employant une main-d'œuvre de près de deux cents ouvriers. À la fin du XIX^e siècle, l'activité extractive souterraine cessa et les vides souterrains furent convertis en champignonnières. Cette activité, développée à l'origine sous Paris, gagnèrent ces zones excentrées pour deux raisons : 1/ une pression urbaine moins forte ; 2/ des galeries ayant gardé leurs volumes initiaux de fin d'exploitation (alors qu'à Paris, les vides sont restreints par les piliers de confortement qui réduisent l'espace souterrain à d'étroits corridors dit « de servitude » – surveillance des vides – au garabit

calculé pour permettre le passage d'un homme debout poussant une brouette). Une carrière de cette municipalité fut par la suite reconvertie en brasserie, et elle fait désormais partie des deux sites ivryiens souterrains ouverts au public depuis leur dernière désaffectation.

La carrière d'Ivry la plus connue est celle dite « Delacroix », du nom du notaire François Adrien Delacroix qui y établit d'abord sa société des Caves d'Ivry, pour le stockage du vin. Il fonda, en 1821, une société destinée à organiser des expérimentations sur la conservation du blé dans des silos souterrains, lesquels *in fine* auraient dû être suffisamment vastes pour pouvoir contenir les céréales nécessaires à l'alimentation des parisiens (selon le principe des greniers d'abondance). Ce projet vit s'affronter partisans et opposants jusque dans les sphères politiques ; on pouvait en effet craindre – à tort ou à raison – des arrière-pensées spéculatives. Une seule expérience eut lieu, cette même année 1821, dans l'unique silo achevé de 6 m³ de contenance, sur les quatre prévus initialement. En 1842, le site est connu sous le nom de « caves d'Ivry » (stockage du vin de Bourgogne) et en 1911, sous le nom de champignonnière Deville, renommée par la suite Spinelli puis Carrara (production de champignons de Paris). Aujourd'hui, ce site est ouvert aux visites publiques (<http://www.ocra.org>).

La brasserie Dumesnil, créée dans le 13^e arrondissement (rue du Marché aux Chevaux), fut d'abord transférée dans le 14^e arrondissement (rue Dareau) pour bénéficier de la surface supplémentaire souterraine qu'apportait un terrain sur d'anciennes carrières, puis migra à Ivry-sur-Seine. On installa alors les cuves d'affinage de la bière vendue par l'établissement, à l'intérieur d'une carrière dénommée depuis « carrière de la brasserie Dumesnil » (située à proximité et en contre-haut de la carrière Delacroix). À l'entrée, les visiteurs peuvent observer les restes d'aménagement du site en abri pour la défense passive comprenant encore : les vestiges des toilettes d'origine, une inscription d'époque qui rappelle l'interdiction de fumer (déjà en vigueur dans tous les abris de la capitale pour préserver l'oxygène de l'air) et l'interdiction de venir s'y réfugier avec des animaux de compagnie ! De tels vestiges ne sont finalement pas si rares car ce ne sont pas moins de 40 000 abris qui furent aménagés dans

les caves parisiennes (en moyenne 500 par quartier) auxquels s'ajoutent 350 sites étanches au gaz répartis entre la capitale et la proche banlieue et des dizaines d'abris en carrières, dont une quinzaine pour Paris intra-muros. Ce dernier chiffre peut sembler faible mais il s'explique facilement : créer des abris dans les carrières sous la capitale nécessitait le creusement d'une trémie d'accès de 20 m de profondeur en moyenne, alors qu'en banlieue il était possible d'utiliser les anciennes bouches de caveage pour pouvoir se mettre à l'abri dans les carrières en cas de danger [Thomas, 2017b].

Les carrières situées sous le fort militaire d'Ivry possèdent des paysages souterrains variés, ce qui explique qu'elles furent choisies pendant de nombreuses années par moult réalisateurs pour le tournage de scènes de films, téléfilms et feuilletons télévisés [Brachet-Sergent, 2010]. Parmi cette production cinématographique pléthorique, citons quatre films : « Le trou » (1960), « Les mystères de Paris » (1962), « Éryx » (1986, film institutionnel présentant un nouveau missile), « Le nombril du monde » (1994) et deux séries télévisées : « Highlander » (1992, histoire titrée « Meurtre à l'Opéra ») et « Sidney Fox l'aventurière » (1999, plusieurs épisodes), etc. Le site – géré par l'ECPAD (établissement de Communication et de production audiovisuelle de la Défense) – est interdit, depuis 2002, à tout tournage comme aux visites ; décision que l'on peut qualifier d'arbitraire car les conditions de sécurité du site n'ont guère évolué depuis les années 1960, encore moins depuis la dernière réalisation !

IV. Une reconnaissance patrimoniale incomplète

La reconnaissance patrimoniale de Paris fut tardive et reste incomplète [Thomas et Vanara, 2016]. Le 7 mars 1986, l'ensemble de l'ancienne carrière de craie des Brillants (rue du docteur Arnaudet, Meudon, Hauts-de-Seine) fut déclaré « site scientifique et artistique » et classé par décret co-signé par Laurent Fabius, Premier ministre, Jean Auroux, ministre de l'Équipement et Huguette Bouchardeau, ministre de l'Environnement. L'intérêt « scientifique » du site avait été révélé lors du congrès géologique international de Paris en 1980. Il possède désormais une réputation mondiale dans les sciences de la terre

suite à plusieurs découvertes géologiques et paléontologiques dans un karst recoupé par l'exploitation : contact de la base du Montien, restes de vertébrés du Sparnacien (Yprésien inférieur) dont une dent de Coryphodon [Russell *et al.*, 1990]. L'intérêt « artistique » du lieu vient de ses galeries aux voûtes finement peignées, aux qualités acoustiques remarquables exploitées par l'ensemble musical *Venance Fortunat* qui y enregistra en 1988 « *De Profundis* (Déplorations sacrées de la tradition occidentale) », un disque de chants grégoriens qui obtint le premier prix de l'académie du Disque [Gossé, 1990].

La carrière sous l'ancienne abbaye du Val-de-Grâce (y compris « les graffitis et inscriptions topographiques ») ainsi que la fontaine des Capucins (et « son épure ») ont été classées au titre des Monuments historiques, respectivement par l'arrêté du 1^{er} mars 1990 et celui du 8 juin 1990. La carrière du Chemin de Port-Mahon, voisine du parcours de l'Ossuaire des Catacombes, l'a été également par décret du 4 janvier 1994.

Enfin, l'arrêté préfectoral du 26 janvier 1999 a inscrit à l'Inventaire supplémentaire des Monuments historiques une partie du sous-sol de la rue du faubourg Saint-Jacques (hôpital Cochin), de la rue Saint-Jacques, du boulevard de Port-Royal (hôpital militaire du Val-de-Grâce), de la rue de la Santé. Cette reconnaissance patrimoniale fut confirmée lors de son classement, le 25 octobre 1999.

Il n'existe aucun lien, ni aucune obligation entre une mesure de classement et une accessibilité au public comme nous le prouve le cas de la carrière des Brillants. Suite à la mesure de classement prise en 1986, la municipalité a publié un arrêté d'interdiction d'accès à ce site souterrain prestigieux, y compris pour son propriétaire !

Conclusion

En France, Paris n'est pas l'unique ville concernée par l'existence de carrières aujourd'hui localisées sous son bâti. Géographiquement proches, les villes de Reims [Thuon et Gabancé, 2010], d'Arras [Saint-Omer et Vinchon, 2000] ou de Laon [Jorrand, 1997] connaissent des contraintes identiques. Le développement d'instabilités associées au bâti impose aux autorités locales des fortes contraintes d'aménagement de la sur-

face [DRPG, 2011]. Il n'en reste pas moins que les vides parisiens restent les seuls à être mondialement connus (Catacombes). Repérées, consolidées et surveillées depuis la création de l'Inspection des Carrières en 1777, les galeries souterraines de la capitale conservent pourtant leur troublante aura ; sûrement de par leur localisation paradoxale sous Paris, ville-lumière.

D'un côté, il existe une prise de conscience de l'intérêt géologique, paléontologique, archéologique, historique, culturel, artistique, etc. du patrimoine souterrain de Paris et de ses environs [IAURIF, 1998 ; CRPG IdF, 2017], mais d'un autre côté, les autorités semblent réticentes à ouvrir ce patrimoine au plus grand nombre ou, du moins, à contribuer à le faire connaître (expositions). Gageons que

cette position frileuse ne durera pas éternellement et espérons que ces sites seront plus largement mis en valeur et ouverts aux spécialistes (pour faciliter la poursuite des études entreprises) puis au grand public, car nous sommes persuadés que le sous-sol parisien riche et varié, mais finalement si peu étudié, pourrait contribuer à faire naître de nouvelles vocations et encourager des initiatives inédites.

Bibliographie

ALMARCEGUI L., 2013 - *Ivry souterrain*. Exposition du centre d'Art contemporain d'Ivry – Le Crédaç, 18 avril-23 juin, 79 p.

BRACHET-SERGENT A., 2010 - Carrières du fort d'Ivry. « Ah ! Vous faites aussi du cinéma ! ». *Liaison Sehdacs* n° 19, p.13-19.

CARON B., DEWOLF Y., DIFFRE P., GAUDANT J., MARVY J. et POMEROL C., 1984 - *Pourquoi Paris ? Une métropole dans son environnement naturel*. Association des géologues de Paris édit., 32 p.

CLÉMENT A. ET THOMAS G., 2001 - *Atlas du Paris souterrain. La doublure sombre de la Ville lumière*, rééd. 2016 Parigramme, Paris, 193 p.

CRPG IDF, 2017 - *Commission régionale du patrimoine géologique d'Ile-de-France*, 1^{re} journée du Patrimoine géologique francilien. Société géologique de France, 26 p. Accessible via www.geosoc.fr/JPGF

DELACRUZ J.-P., 2012 - *L'effondrement des crayères d'Issy-les-Moulineaux – Clamart en 1961*. Conférence du 29 mai 2012, salon souterrain du Club alpin d'Ile-de-France, inédit.

DEVOS A., CHALUMEAU L. FRONTEAU G., SOSSON C., TURMET A. et LEJEUNE O., 2011 - La fantomisation des calcaires lutétiens du bassin de Paris. Apport des carrières souterraines. *Karstologia* n° 58, p. 15-28.

DEVOS A., CHALUMEAU L., BOLLOT N., SOSSON C., BARRE É., LEJEUNE O. et GOBANCÉ G., 2012 - Organisation spatiale de la fracturation de détente mécanique de versant en carrières souterraines. Application aux plateaux des calcaires éocènes du bassin de Paris. *Physio-Géo*, vol. VI, p. 243-262.

DHÔTEL G. et DESPLANCHE V., 2013 - PARIS. Coll. Questions/Réponses. Nathan éd., Paris, 32 p.

DRPG (DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES), 2011 - *Propositions d'un plan national pour la prévention des risques liés aux effondrements de cavités souterraines*. Ministère de l'Écologie, du développement durable, des transports et du logement. 12 p. Accessible via http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2011-07-26_-_plan_cavites_proposition_de_plan_national.pdf

DUVAL G., 2011 - *Les catacombes de Paris. Promenade interdite. Le côté obscur de la Ville lumière*. Volum et Crépin-Leblond édit., Quimper, Chaumont, 183 p.

FORT M., CHAUSSÉ C., VANARA N. and THOMAS G., 2014 - Paris and the Seine river: antic sites, underground resources and risks. In Fort M. and André M.-F. ed., *Landscapes and landforms of France*, Springer, p. 3-15.

FRONTEAU G., MOREAU C., THOMACHOT-SCHNEIDER C. And BARBIN V., 2010 - Variability of some Lutetian building stones from the Paris Basin, from characterisation to conservation. *Engineering Geology*, vol. 115, 3-4, p. 158-166.

GÉLY J.-P., LORENZ C. et OBERT D., 1990 - Tectonique synsédimentaire, tectonique cassante et karst dans l'anticlinal de Meudon. *Bulletin*

d'information des Géologues du bassin de Paris, vol. 27, n° 4, p. 37-43.

GÉRARDS É., 1908 - *Paris souterrain*, Garnier frères éd., 2 tomes, rééd. 1991 (DMI édit.), rééd. 2013 PyrÉ Monde, éd. des Régionalismes.

GOSSÉ É., 1990 - Les carrières de la colline des Brillants dite de « Rodin » à Meudon. *Bulletin d'information des Géologues du bassin de Paris*, vol. 27, n° 4, p. 7-16.

GPRS (Groupe parisien de recherche sur les souterrains), 1986 - *Recueil de pièces manuscrites relatives à l'histoire des carrières de Paris aux XVII^e et XVIII^e siècles*, 214 p.

HERLEDAN M.-T., 1991 - L'histoire des carrières Arnaudet, crayères modèles. *Actes du II^e Symposium international sur les carrières souterraines*, Paris-Meudon, 8-13 juillet 1989, p. 25-38.

HINSTIN J., 1889 - *Notice sur les blancs de Meudon, manufacture générale des blancs minéraux de Meudon (Seine-et-Oise), de Vaudepart (Aube), carrières de Beaumont-sur-Oise (Seine-et-Oise)*. Exposition universelle, groupe V, classe 41, 20 p.

IAURIF (Institut d'Aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France), 1998 - *Journée des associations pour la valorisation du patrimoine géologique souterrain*. Conseil régional d'Ile-de-France, Paris, 4 février 1995, 64 p.

Inspection générale des carrières, 2015 - *Bilan d'activité 2015*. Mairie de Paris, 136 p.

JAILLET S., DEPAQUIS J.-P. et HERBILLON C., 2002 - Le karst et les carrières souterraines du Barrois : un siècle et demi de relations Hommes / Milieu. *Karstologia* n° 40, p. 27-38.

JORRAND J.-P., 1997 - Carrières et ouvrages souterrains de la ville de Laon (Aisne). *Revue archéologique de Picardie*, n° 1-2, p. 127-139.

KELLER O., 1891 - *Plan d'ensemble des carrières souterraines de Paris et du département de la Seine en 1889*. Direction des travaux de Paris. Wuhrer, Paris, 1 carte.

KNIDLER C., 2010 - *Le Paris souterrain dans la littérature. La représentation et le mythe des souterrains de Paris dans la littérature du 19^e siècle*. Éditions universitaires européennes. 92 p.

LACOSTE Y. dir., 1986 - *Découverte géologique de Paris et de l'Ile-de-France*. Coll. Jean Ricour, BRGM édit., Orléans, 75 p.

LAROUSSE édit., 1925 - *La terre : ses aspects, sa structure, son évolution*, 330 p.

LEMERCIER A., circa 1872 - *Liste complète des inscriptions françaises, latines, grecques, italiennes, suédoises gravées dans les Catacombes de Paris (texte inédit, collationné et suivi des traductions nécessaires)*. Honoré Champion édit., Paris, 32 p.

MERCIER L.-S., 1781 - *Le tableau de Paris*, rééd. 2006 La Découverte, Paris, 354 p.

POMEROL C., 1988 - *Découverte géologique de Paris et de l'Ile-de-France*. Coll. Jean Ricour, Bureau de recherche géologique et minière édit., 76 p.

RUSSELL E. D., DE BROIN F., GALOYER A., GAUDANT J., GINGERICH Ph.D. et RAGE J.-C.,

1990 - Les vertébrés du Sparnacien. *Bulletin d'information des Géologues du bassin de Paris*, vol. 27, n° 4, p. 21-31.

SAINT-OMER P. et VINCHON C., 2000 - *Inventaires des cavités souterraines du Pas-de-Calais*. Rapport d'étape des travaux effectués. BRGM/RP-50311-FR, 42 p. Consultable via http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRGUYA/doc/IFD/_IFD_REFDOC_0069569/

SUTTEL R., 1986 - *Catacombes et carrières de Paris*, réédition 1993 Du Treuil, Paris, 224 p.

THOMAS G., 2006 - Catacombes de Paris. (Re-) Découverte d'une inscription gravée de l'Ossuaire. *Grottes et Gouffres* (revue du Spéléo-Club de Paris / Club Alpin Français d'Ile-de-France), n° 162, p. 4-20. Accessible via <http://geos1777.free.fr/scp.pdf>.

THOMAS G., 2008 - Quand les carrières de la Région parisienne avaient (déjà) une vocation pédagogique. *SAGA information* (bulletin de la Société amicale des Géologues amateurs) n° 282, p. 9-24.

THOMAS G., 2009 - Graphismes et graffiti des Catacombes de Paris (Petite histoire des visiteurs de l'Ossuaire des Catacombes et de leurs écrits). Actes des *Quatrième Rencontres Graffiti anciens* à Loches (22-24 septembre 2006), Association de Sauvegarde du Patrimoine Archéologique et Glyptographique édit., p. 136-152.

THOMAS G., 2012 - *Inscription des Catacombes de Paris. Arrête ! C'est ici l'empire de la mort*. Le Cherche Midi éd., Paris, 176 p.

THOMAS G., 2013 - Le géotourisme n'est pas encore entré dans les carrières. *Cahier Géologie et Tourisme. Espaces Tourisme et Loisir* n° 315, p. 132-135.

THOMAS G., 2014a - Que reste-t-il de visible des anciennes carrières dans l'Ossuaire ? *Liaison SEHDACS* n° 21, p. 25-28

THOMAS G., 2014b - Les modifications du décor de l'Ossuaire. *Liaison SEHDACS* n° 21, p. 29-37.

THOMAS G., 2015 - *Les Catacombes. Histoire du Paris souterrain*. Le Passage éd., Paris, 288 p.

THOMAS G. et VANARA N., 2016 - Les carrières sous Paris et sa périphérie, une reconnaissance géopatrimoniale nécessaire. *Dynamiques environnementales* n° 37, p. 9-12.

THOMAS G., 2017a - *Abris souterrains de Paris. Refuges oubliés de la Seconde Guerre mondiale*. Parigramme édit., Paris, 160 p.

THOMAS G., 2017b - *Les Catacombes de Paris* (actualisation de l'éd. de 2014). Parigramme, Paris, 128 p.

THUON Y. et GOBANCÉ G., 2010 - *Inventaire des cavités souterraines (hors mine) du département de la Marne (51)*. Rapport final. BRGM/RP-59361-FR, 90 p.

VANARA N., THOMAS G., MESNIER G., HALLAWELL D. and SPENCE C., 2013 - *Paris City: underground, resources and risks*. 8th IAG International conference on geomorphology, mid-conference excursion, Paris, August 29th, 2013, 20 p.