Érudits en sous-sol: une journée technique sous Paris

En janvier, le district centre-est de la Sim organisait une journée technique sur le thème des carrières souterraines de la région parisienne. Cette journée avait pour point d'orgue la visite de la carrière de la Brasserie, à une quinzaine de mètres sous le bois de Vincennes…

Lors de cette journée technique, André Delannoy, ingénieur en chef à l'Inspection générale des carrières, et Michel Laroche, ingénieur à cette même IGC, devaient tout d'abord exposer la problématique de la surveillance et de la prévention dans ce domaine des carrières souterraines. Leurs exposés étaient suivis d'une communication d'Etienne Lebrun, de la division technique et réglementation de l'IGC, sur l'élaboration du plan de prévention des risques (PPR) "*carrières*" dans le contexte de la région parisienne. Une communication dont M&C présentera les principaux extraits dans sa rubrique "*juridique*".



Les explications de Florence Cavaillé (IGC) avant la descente

M&C

La ville pousse la carrière

Accompagnant la croissance économique et démographique, les carrières, qu'elles soient à ciel ouvert ou souterraines, se sont tout naturellement développées au fur et à mesure que les villes ont pris de l'importance. À Paris, au tout début, on avait déjà mis à contribution les gisements les plus rapprochés qui affleuraient sur les pentes de la montagne Sainte-Geneviève et de la Val-

lée de la Bièvre. Mais, repoussant toujours ses limites, la ville a progressivement envahi de nouveaux territoires. Aussi les exploitations auxquelles se prêtait la nature variée du sol se sont-elles retirées devant l'extension continue des habitations… On comprend ainsi qu'une importante partie du sous-sol de la capitale ait été "*miné*" et que l'existence des vides souterrains devenus inaccessibles et non cartographiés ait été perdue de vue au fil du temps.

À la suite d'une série d'effondrements survenus à Paris de 1774 à 1776 dont le plus grave se produisit rue d'Enfert le 17 décembre 1774, les pouvoirs publics ordonnèrent en 1776 une visite générale et la levée des plans de toutes les excavations. C'est également la raison pour laquelle, le 4 avril 1777, l'Inspection générale des Carrières était créée par arrêt du conseil d'État du Roi Louis XVI.

Placé directement sous les ordres du gouvernement lors de sa création, ce service devait être scindé en 1791 pour distinguer les carrières de "*l'intérieur*", à la charge de la municipalité, de celles de "*l'extérieur*", assumées par les districts. Réunifié le 17 février 1800, le service était alors rattaché administrativement au bureau des bâtiments civils et au ministère de l'Intérieur avec compétence sur l'ensemble du département de la Seine et placé sous les ordres directs du préfet de la Seine et du ministre de l'Intérieur.

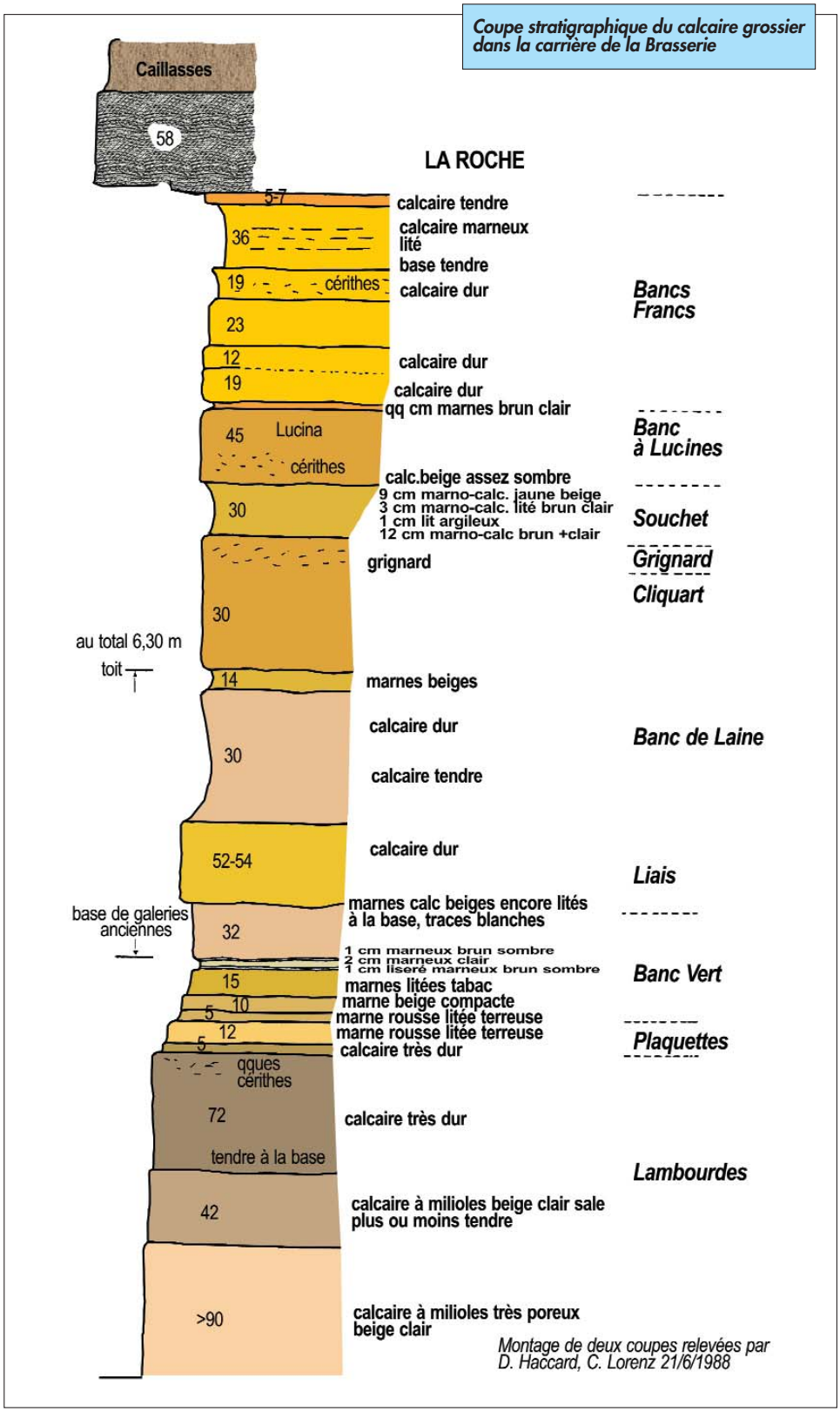
Lors de la réorganisation de la région parisienne en 1968, l'Inspection générale des Carrières allait être rattachée à la ville de Paris tout en maintenant ses interventions dans les départements des Hauts-de-Seine, de la Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne. Le 1er janvier 1995, la résiliation par le conseil général de la Seine-Saint-Denis de la convention de 1970 qui le liait à la ville de Paris entraînait la signature de conventions de substitution avec les deux tiers des communes de ce département concernées par des périmètres de risques.

Un sous-sol riche en matériaux

Le sous-sol de la région parisienne est riche en matériaux de construction. Cette richesse explique l'exploitation de nombreuses carrières au cours des siècles. Les limons ont ainsi été exploités pour fabriquer des briques réfractaires, les sables de Fontainebleau et de Beauchamp pour la verrerie et la fonderie, le travertin de Brie pour l'empierrement des routes, les marnes vertes et les argiles sparnaciennes pour les briques, tuiles et poteries ou encore les marnes supragypseuses pour le ciment, furent extraits le plus souvent à ciel ouvert. L'exploitation en souterrain du gypse pour le plâtre, du calcaire grossier pour la pierre à bâtir et de la craie pour le blanc de Meudon a en outre laissé des vides importants dans le sous-sol.

Le gypse. Trois masses de gypse ont été exploitées à Paris, dans les 10e, 18e, 19e et 20e arrondissements (65 hectares), dans les Hauts-de-Seine (150 hectares), en Seine-Saint-Denis (482 hectares) et dans le Val-de-Marne (104 hectares). L'exploitation s'est faite selon la méthode des "*piliers tournés*" qui consiste à laisser en place régulièrement un pilier pour soutenir le ciel de carrière. Les hauteurs d'exploitation étaient

Coupe stratigraphique du calcaire grossier dans la carrière de la Brasserie



importantes avec 8 à 17 mètres en "*première masse*", 4 à 6 mètres en "*deuxième masse*" et 2 à 3 mètres en troisième masse. À Paris, ces carrières ne sont plus aujourd'hui accessibles. Elles ont été remblayées ou foudroyées mais des vides résiduels peuvent subsister.

Le calcaire grossier a été exploité dans les 5e, 6e, 12e, 13e, 14e, 15e et 16e arrondissements de Paris (770 hectares), dans les Hauts-de-Seine (1.014 hectares) et dans le Val-de-Marne (565 hectares). La méthode d'exploitation était du type "*piliers tournés*" ou par "*hagues et bourrages*". Cette dernière consiste à soutenir le ciel de carrière par des blocs de pierre et à combler les vides avec des rebuts de taille ou des terres d'apport. Ces bourrages étaient maintenus en place par des murs en pierres sèches (hagues). Trois étages ont été exploités: l'étage supérieur dans les "*Bancs francs*", l'étage moyen dans le "*Liais*" et l'étage inférieur dans le "*Banc royal*" et les "*Lambourdes*". La hauteur d'un étage variait de 1 à 3 mètres.

La craie a quant à elle été exploitée dans les Hauts-de-Seine (35 hectares), à Issy-les-Moulineaux, Sèvres, Meudon et Clamart. L'exploitation était conduite par galeries et piliers tournés avec voûte en plein cintre sur une hauteur variant de 3 à 7 mètres. On peut trouver jusqu'à cinq étages de galeries, mais rarement plus de trois niveaux en superposition directe.

La dissolution du gypse antéludien. Mais les cavités souterraines peuvent aussi résulter de phénomènes "*naturels*". Ainsi, la variation de niveau des nappes phréatiques provoque la dissolution de lentilles de gypse présentes dans les formations antéludiennes, créant des vides dont le volume peut atteindre plusieurs milliers de mètres cubes. Les terrains menacés par ce risque naturel se situent à Paris et en Seine-Saint-Denis. Ils couvrent une superficie de 7.737 hectares.

Inspecter et cartographier

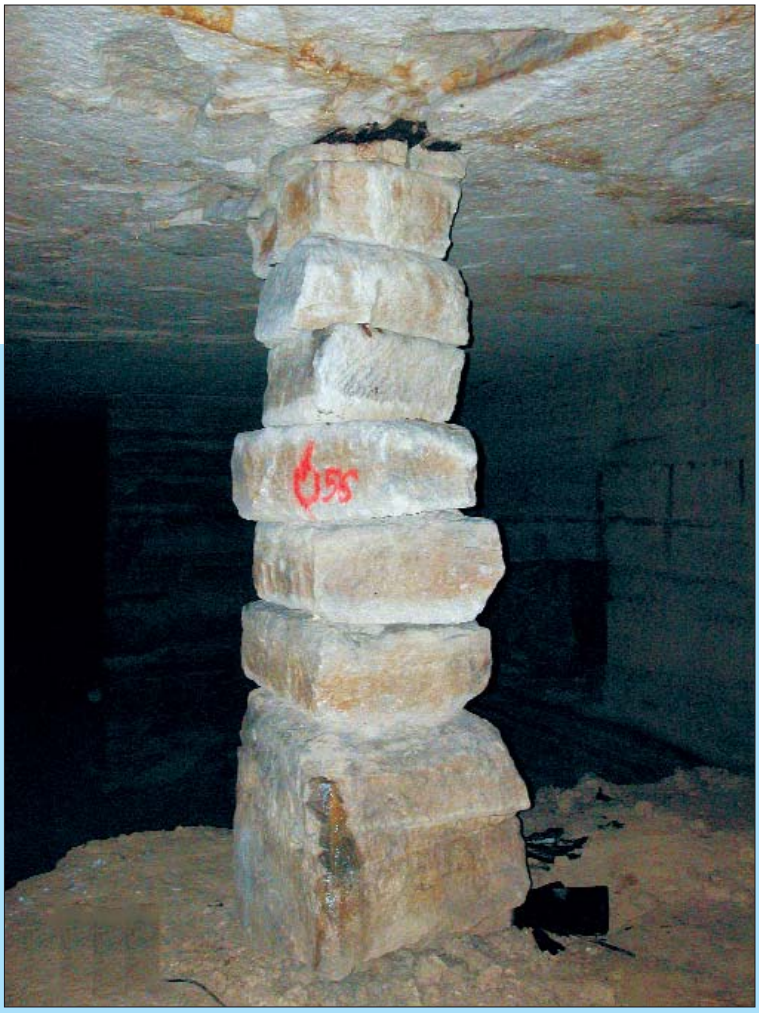
L'Inspection générale des Carrières, comme l'indique son intitulé, inspecte périodiquement les anciennes galeries accessibles situées sous le domaine public. En outre, une convention passée avec la RATP l'engage également à assurer cette prestation dans les secteurs visitables sous le réseau ferré et ses ouvrages. Ceci vaut surtout pour les anciennes exploitations de calcaire grossier ou de craie, les anciennes carrières de gypse étant presque toujours inaccessibles.

Depuis 1777, de nombreuses galeries d'inspection, pour la plupart maçonnées, ont été aménagées sous diverses voies publiques de Paris et des communes avoisinantes. Le réseau ainsi créé représente la bagatelle d'environ 580 kilomètres. Les inspections ont pour but de détecter les désordres avant qu'ils ne s'aggravent et ne portent atteinte à la sécurité publique. Elles permettent d'entreprendre à temps les travaux préventifs nécessaires pour réduire les risques d'effondrement liés à la présence de ces anciennes carrières.

Pour effectuer ces visites, les accès aux galeries sont dans la majorité des cas situés sur le domaine public. Mais de nombreuses entrées existent également sur le domaine privé. Pour Paris, on dénombre 373 accès. Certains sont équipés d'échelons ou d'escaliers, d'autres pas. Dans ce dernier cas, l'Inspection générale des Carrières équipe le puits d'un treuil pour la descente.

Par ailleurs, le recensement de tous les vides d'anciennes carrières a conduit à la réalisation d'un document unique en son genre, l'atlas des anciennes carrières souterraines de Paris, des Hauts-de-Seine, de la Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne. Cet atlas a été établi à l'échelle du 1/1.000e. Sa première édition, réalisée de 1856 à 1859, comprenait dix-sept cartes. Actuellement, l'atlas comporte 137 cartes pour Paris et 320 cartes pour la banlieue. Une mise à jour est effectuée à l'aide de cartes de complément sur lesquelles sont reportés les nouveaux travaux de consolidation.

Cet atlas représente très précisément l'emplacement des anciennes exploitations connues, les vides avec leur hauteur et les parties remblayées, les ciels tombés, les fonds, les affaissements de terrains, les accès. Les différentes couleurs permettent de visualiser les différents niveaux d'extraction. Des coupes représentatives précisent la hauteur d'exploitation et la composition des terrains de recouvrement. Les caractéristiques de la carrière (profondeur et hauteur des galeries) sont inscrites dans les marges des cartes. Sont également indiqués les injections, les consolidations par piliers maçonnés, les murs de soutènement en maçonnerie, les puits bétonnés ou les pieux qui sont exécutés sous les ouvrages, les constructions ou la voie publique dont les plans de recollement ont été fournis. Lorsque le tracé de la carrière n'a pu être contrôlé par un relevé précis, celui-ci est indiqué en tirets. La décision de mettre à jour une carte et de la rééditer est motivée par son obsolescence par suite de nombreuses modifications dues aux travaux exécutés en carrière ou de transformations du bâti. Sept cartes de synthèse dressées à l'échelle du 1/20.000e existent pour Paris et les trois départements limitrophes. Elles donnent une idée d'ensemble sur la nature et l'extension des zones sous-minées par les anciennes carrières et par les vides dus à la dissolution du gypse



M&C

Cale à bras dans la carrière de la Brasserie

antéludien. Ces cartes précisent l'emplacement des anciennes sablières, glaisières, marnières qui n'ont pas fait l'objet d'une cartographie au 1/1.000e.
Un tableau d'assemblage à l'échelle du 1/50.000e et une légende en couleurs complètent l'ensemble de ces documents cartographiques sur les carrières. Enfin, une étude de faisabilité a montré l'intérêt d'effectuer la mise à jour et la production des cartes avec des outils de dessin assisté par ordinateur (DAO). Depuis 1997, ces tâches sont entièrement informatisées.

La Sim s'enfonce

La seconde partie de cette journée technique permettait donc aux participants de visiter, sous la conduite de Florence Cavaillé, ingénieur à l'IGC, la carrière dite "*de la Brasserie*", sous le bois de Vincennes.
Comme on l'a vu, les carrières de la région parisienne ont largement contribué au développement de la capitale. Parmi les divers matériaux extraits, le calcaire grossier a été exploité pour ses qualités dans la construction de bâtiments. L'ancienne carrière de "*la Brasserie*" est ainsi une parfaite illustration de cette extraction de la "*pierre à bâtir*".
Cette carrière est située dans la partie sud du bois de Vincennes, à proximité du carrefour de la Conservation (près du lac Daumesnil), délimitée par l'avenue de Saint-Maurice, la route des Batteries, la route de la Brasserie et la route du Parc. L'ancienne exploitation sous-mine une partie des locaux de la circonscription centre-est de la direction des parcs, jardins et espaces verts de la mairie de Paris: Elle faisait partie d'un



Pilier tourné avec début de fissuration

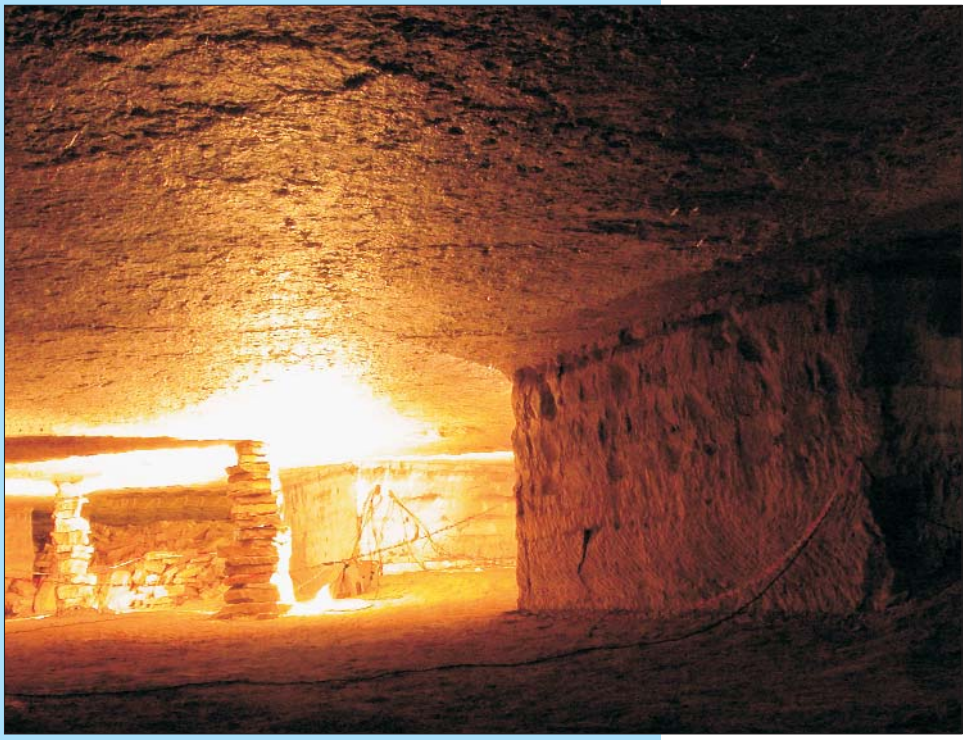
M&C

terrain qui appartenait à la commune de Saint-Maurice qui jouxte le bois de Vincennes et a été annexé à Paris par décret du 18 avril 1929.
À l'origine, le terrain était délimité à l'Ouest par une route rectiligne de Charenton à Saint-Maurice et à l'Est, par un mur de clôture du parc royal de Vincennes construit en 1658, aujourd'hui inexistant. Outre cet aspect topographique, l'article 552 du code civil stipule que la propriété du dessus emporte celle du dessous. Aussi, l'exploitant était tenu de respecter ce droit de propriété. Ces deux limites et ce principe de droit expliquent la forme oblongue de la carrière.
Un rapide survol géologique tout d'abord. À l'ère tertiaire, soit il y a environ 55 millions d'années, la région parisienne a été submergée successivement par plusieurs mers (mers transgressives et régressives), chacune déposant des sédiments. L'un des cycles marins a notamment déposé des calcaires et des marnes. L'un des étages géologiques a été appelé "*Lutétien*" (de Lutèce). C'est ce niveau géologique qui a été exploité sous cette partie du bois de Vincennes. Au cours des différents mouvements des mers, ont subsisté des lagunes d'eaux saumâtres où se sont formés des dépôts lagunaires (marnes vertes, gypse). Par endroits, sur des parties émergées, des dépôts lacustres se sont établis (calcaire de Ducy, calcaire de Saint-Ouen). Enfin, par la présence de nombreux fleuves, des dépôts fluviatiles se sont formés (sables et alluvions). Sur le site de "*la Brasserie*", certains de ces dépôts n'ont pas été érodés. Ils constituent aujourd'hui le tréfonds de ce lieu, sous l'épaisseur de la terre végétale.

De la pierre aux champignons

À la lecture des archives du 18e siècle on apprend qu'un certain François Thomas Ricateau, carrier demeurant à Charenton-le-Pont, a exploité la carrière de "*la Brasserie*" de 1741 à 1748 pour le compte de la comtesse de Chamillard. C'est au cours de la première moitié du 19e siècle que l'exploitation de la carrière semble avoir été la plus intense. Au cours de cette période, sept carriers ont extrait la pierre de la carrière. Seulement trois d'entre eux étaient propriétaires de terrains en surface, les autres étaient locataires de parcelles.
De nombreuses infractions aux règlements concernant l'exploitation sont alors constatées. C'est le cas de Carron (1842-1850) qui exploitait sans autorisation, de Huardeau (1842-1850) qui, n'ayant pas fourni les plans de son exploitation et ayant poursuivi ses fouilles sous l'emplacement d'un chemin public et à moins de 10 mètres d'une route départementale, était condamné à payer de nombreuses amendes… ou encore de Clément qui, entre 1818 et 1851, était plusieurs fois condamné pour ne pas avoir comblé des vides importants dans la carrière.
L'activité extractive dans la carrière de "*la Brasserie*" devait s'achever en 1860 avec interdiction de l'exploitation souterraine des carrières dans les communes annexées(1).
Par la suite, comme cela a souvent été le cas après l'abandon des exploitations, deux champignonnistes, Soret et Charpy, obtenaient, à partir de 1852, l'autorisation d'utiliser les vides pour la culture du champignon. La présence de ces cultures en meules ou talus est d'ailleurs encore visible dans la partie centrale de la carrière.
La surface totale de la carrière est d'environ 4,3 hectares. Dans ses plus grandes dimensions, elle s'étend sur 400 mètres du Nord au Sud et sur 170 mètres de 1'Est à 1'Ouest. Dans cet ensemble, l'exploitation dite "*par hagues et bourrages*" (cf. définitions plus haut) ne couvre qu'une superficie de 3.000 m2 environ. L'épaisseur du recouvrement de la carrière varie de 13,50 mètres au Nord à 19,20 mètres au Sud. Le puits d'accès possède un recouvrement de 15,90 mètres. Dans la partie dite par "*piliers tournés*", la hauteur réelle d'exploitation varie de 4 à 7 mètres environ. La hauteur des vides laissés par les carriers après mise en place de bourrages, varie de 2,50 à 4, 50 mètres au Nord et de 1,80 à 2,50 mètres au Sud. L'épaisseur des bourrages en "*pied*" de carrière est de l'ordre de 3 mètres. Quelques trous de sondages réalisés à la tarière à main permettent de voir cette épaisseur.
Pour permettre la remontée des matériaux, 14 puits d'un diamètre variant de 3 à 5 mètres ont été creusés par les exploitants. Ils sont aujourd'hui comblés ou recouverts. Le puits d'accès (actuellement aménagé) fait partie de ces anciens puits d'exploitation.
Des puits dits de "*service*", d'un diamètre de 1,30 mètres, ont également été foncés; ils servaient à ventiler l'exploitation et à descendre le personnel. Il existe encore l'un de ces puits équipé d'échelons. Toutefois, pour des raisons de sécurité, le tampon de celui-ci a été condamné.

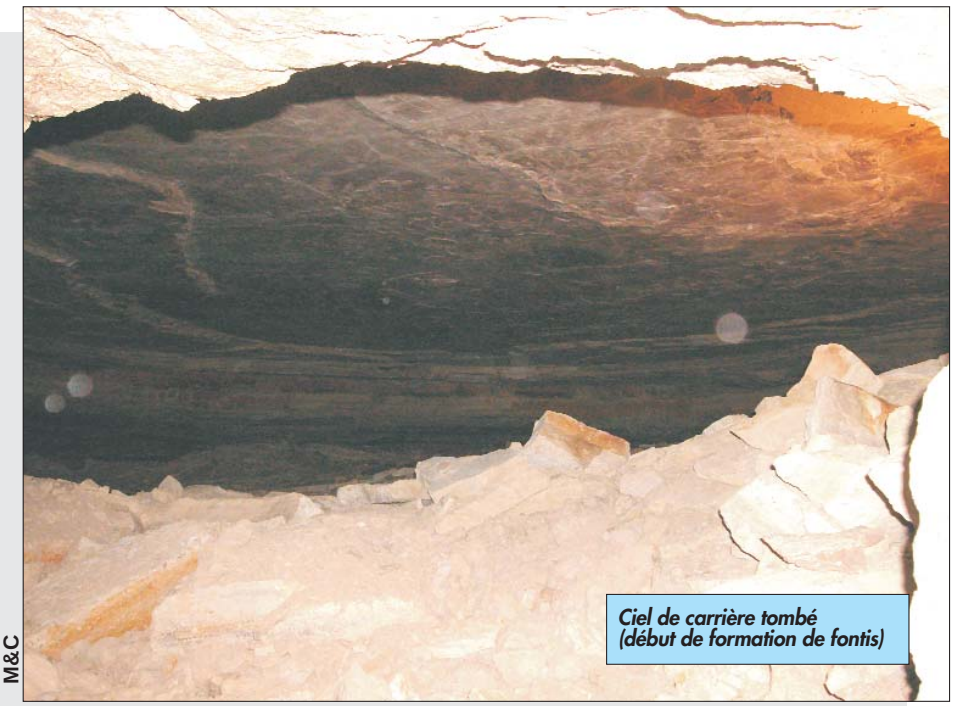
Sous le bois de Vincennes… les espaces laissés par les carriers ont été occupés par les champignonnistes à partir des années 1860



M&C

Dans le désordre

C'est le calcaire grossier, exploité depuis l'Antiquité en carrières à ciel ouvert puis en souterrain, qui a fourni la pierre de Paris. Sous le bois de Vincennes, l'exploitation de ce calcaire s'est faite sur deux niveaux différents, non superposés. Les carriers distinguaient essentiellement deux grands types de pierre : la pierre dure et la pierre tendre.
Les principaux bancs extraits sont le Cliquart, les Bancs francs, le Liais, le Banc royal, les Lambourdes et le Banc d'ardoise. Selon leurs qualités, les bancs de calcaire grossier sont diversement utili-



M&C

Ciel de carrière tombé (début de formation de fontis)

sés dans la construction architecturale. Les calcaires argileux du Banc vert et du Souchet ne sont pas utilisés. Les calcaires tendres des Lambourdes, des Bancs de Laine, des Bancs à Lucines et des Bancs francs ont fourni des moellons et des pierres de taille de qualité moyenne. Les calcaires durs et fins du Cliquart, du Banc de Laine ont servi pour l'appareillage des constructions. Le Liais de Paris, pierre prestigieuse, a été utilisé pour la sculpture et les éléments architecturaux fins tels que colonnes, colonnettes et chapiteaux. La pierre tendre du Banc royal était également utilisée en sculpture. Le calcaire dur du Banc de roche n'était pas exploité et servait de ciel de carrière pour les exploitations souterraines. Dans les carrières à ciel ouvert, cette roche a pu être utilisée dans l'architecture pour les soubassements des édifices.

Pour ce qui est des désordres dans cette carrières, les fontis sont localisés dans la partie nord, les ciels tombés se trouvent dans la zone d'étage moyen, exploitée par piliers tournés.

Dans les carrières souterraines, la pression des terrains de recouvrement est à l'origine de la dégradation du ciel, des piliers et des galeries de service. Les différents types d'incidents se traduisent par des "*ciels tombés*", des fontis et des effondrements généralisés. Les ciels tombés sont formés par la chute des blocs du banc de ciel. Les fontis sont des effondrements localisés (le ciel tombé est à l'origine de la formation d'une cavité, remontant vers la surface, dont la forme rappelle généralement celle d'une cloche). Les effondrements généralisés résultent de l'effondrement simultané de plusieurs piliers tournés (on n'a pas observé ce processus dans la carrière de la Brasserie).

Dans la méthode d'exploitation par piliers tournés, le carrier cherche à exploiter le maximum de blocs en laissant des piliers les plus minces possibles. Les piliers finissent donc par se fissurer peu à peu et à faiblir sous la pression. Ce phénomène fragilise particulièrement les zones où les vides sont importants comme les carrefours.

Brut d'exploitation

Quand la carrière est en activité, c'est l'exploitant qui veille à la sécurité et remet en état les parties dégradées. Ainsi, en 1818, le carrier Clément est obligé de combler un fontis de 7 mètres de long sur 10 mètres de profondeur dans une "*pièce*" exploitée à la carrière de la Brasserie.

La carrière de la Brasserie est presque restée dans son état "*brut d'exploitation*" et c'est ce qui fait son charme et son attrait pour ce qui ont la chance de pouvoir la visiter. Étant sous le Bois de Vincennes, la carrière n'a pas fait l'objet de grands travaux de consolidation. Sous la maison des gardes (actuellement, bâtiment de la circonscription centre-est de la direction des parcs, jardins et espaces verts) se trouvent des piliers en meulière et chaux construits en 1889. On ignore la date de construction de la double arche en meulière (voir photo) et du tunnel en moellons, mais ces travaux doivent être de la même époque. Des piliers maçonnés consolident la zone exploitée par hagues et bourrages.

Le puits d'accès de très grandes dimensions a été équipé d'un escalier à vis en bois. Ce puits impressionnant a certainement servi à la descente de chevaux destinés à acheminer les blocs extraits en sous-sol. Il a été recouvert d'une dalle en béton au moment de l'extension du bâtiment principal de la direction des parcs, jardins et espaces verts. Cette dalle a été démolie en 1989 pour la mise en place d'un escalier métallique hélicoïdal qu'empruntent aujourd'hui les visiteurs. Quant aux visiteurs de la Sim à la "*remonte*", ils étaient visiblement satisfaits (bien qu'un peu essoufflés) d'avoir pu contempler les dessous du bois de Vincennes… **m&c**

Éric Massy-Delhotel, avec l'IGC

1 - L'interdiction de l'exploitation des carrières souterraines de Paris date de 1813.

Bibliographie sommaire

- A. Blanc, J.-P. Gély, A. Guini-Skliar, J. Lorenz, M. Viré, Les anciennes carrières souterraines de Paris (1999).
- I. Chanaud, R. Chardon, A. Mercier, G. Springmann, Institut de Sauvegarde et de Réhabilitation du Patrimoine Industriel des Carrières, Lumière & Carrières (Éditions du Treuil, 1992).
- La Maison de la pierre et des carrières. Projet d'aménagement de la carrière souterraine du Bois de Vincennes dite Carrière de la Brasserie (Collectif, 1989).
- A-M. Prunier Leparmentier, Les problèmes géologiques et géotechniques de la Ville de Paris (Thèse de doctorat, 1988).
- A. Rayroles, R. Chardon, La Carrière de la Brasserie Bois de Vincennes (Liaison SEHDACS n°6, 1986).
- A. Rayroles, Les carrières de Saint-Maurice, historique des fontis entre 1860 et 1910 (Liaison SEHDACS n°8, 1988).
- Extrait de Recherches, bulletin du Groupe spéléologique du Camping Club de France, article de "Paris en creux" de J.P. Beau Et D. Munier (Recherches n° 5 1979).
- J-C. Vachat, Les désordres survenant dans les carrières de la région parisienne. Étude théorique et pratique de l'évolution des fontis (CNAM, 1982).