

Les aqueducs parisiens

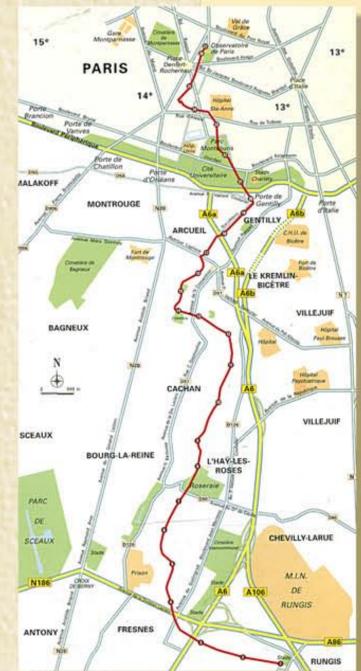


Construction de l'aqueduc Médicis

Après l'abandon de l'aqueduc de Lutèce, si l'on excepte le système dit des « Sources du Nord » développé pour un usage principalement religieux, il faudra attendre l'avènement de Marie de Médicis pour que Paris se dote à nouveau d'un aqueduc.

Dès son installation dans la capitale en 1594, Henri IV se préoccupa du manque d'eau potable dont souffraient ses 300 000 habitants. Mais ce sera lors de la régence de Marie de Médicis que le projet d'un nouvel aqueduc pour la ville revint à l'ordre du jour. Elle voulait plus exactement jouir d'une eau à profusion en son somptueux palais nouvellement bâti à côté du Petit Luxembourg. Les sources de Rungis, précédemment captées par les romains, furent réutilisées.

La galerie de l'aqueduc est formée de deux piédroits constitués en un mélange de meulière-caillasse, espacés d'environ un mètre et surmontés d'une voûte en plein cintre. L'eau coule dans une rigole de 40 centimètres (la cunette) bordée de deux trottoirs pour la circulation (les banquettes). Tout au long du parcours, deux cent cinquante-huit ouvertures sont percées dans la voûte. Autrefois signalées par des bornes, elles permettaient d'accéder à l'aqueduc lorsque des réparations étaient nécessaires.

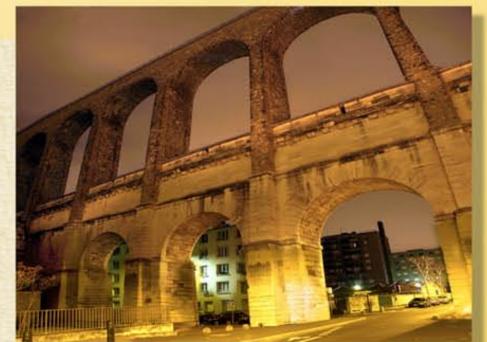


Trajet de l'aqueduc Médicis
(Atlas du Paris souterrain)



Un pont aqueduc pour franchir la vallée de la Bièvre

La construction de l'aqueduc s'étendit de 1613 à 1623, date de l'arrivée de l'eau tant attendue à Paris. L'écoulement de l'eau ne se faisant, comme pour l'aqueduc de Lutèce, que de manière gravitaire. Le même problème, que pour les romains, se présenta lors du franchissement de la vallée de la Bièvre. Il firent passer l'aqueduc au point le plus étroit de cette vallée, à Arcueil, via un pont aqueduc de 379 mètres et dix-huit travées. Ce même site sera à nouveau choisi au XIXe siècle par Eugène Belgrand, pour faire passer son monumental aqueduc conduisant à Montsouris les eaux dérivées de la Vanne.



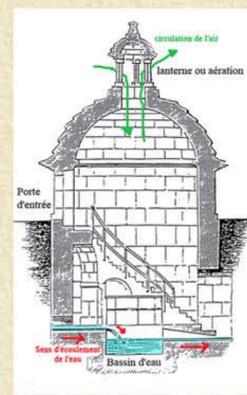
Pont aqueduc d'Arcueil-Cachan



Rôles des « regards »

Tout le long du trajet de l'aqueduc, existent en surface des « regards », qui sont autant de points d'accès à la galerie permettant de vérifier la canalisation. Ces regards se présentent sous la forme de petits édifices en pierres de taille, desquels descend un escalier pour rejoindre l'aqueduc. Au niveau de ces regards, la cunette s'élargit pour former un bassin plus ou moins profond. Le rôle de ces bassins est de favoriser la décantation, tout en aérant l'eau qui subit toujours une petite chute, ce qui permet d'éviter le développement de bactéries lié aux eaux stagnantes.

La numérotation de ces regards commence bien évidemment à la source du système. Ainsi, le regard de collecte des eaux à Rungis (dénommé « Regard des sources ») a été numéroté I, tandis que le dernier, accolé à un pavillon dit « maison du Fontainier » (angle de la rue Cassini et de l'avenue Denfert-Rochereau) est numéroté XXVII.



Coupe du réservoir de la Lanterne
(gravure de Belgrand)

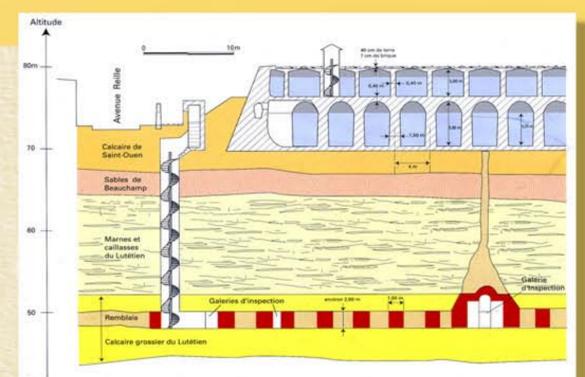


Réservoir de la maison du Fontainier



Les successeurs : aqueduc de la Vanne et autres

La structure du réseau actuel de distribution d'eau potable dans Paris date de la seconde moitié du XIXe siècle. Ce programme d'adduction moderne fut confié par le baron-préfet Haussmann à l'ingénieur du Service des Eaux, Eugène Belgrand. Entre 1865 et 1900, plus de 600 kilomètres d'aqueduc furent ainsi construits, pour acheminer des eaux de sources pures et saines captées à plus de 100 kilomètres au sud et à l'est de Paris. C'est de cette époque que date notre réservoir Montsouris, stockant les eaux de la Vanne, du Loing et du Lunain, ainsi que celles de la Voulzie.



Coupe du réservoir Montsouris et des carrières sous-jacentes
(Atlas du Paris souterrain)

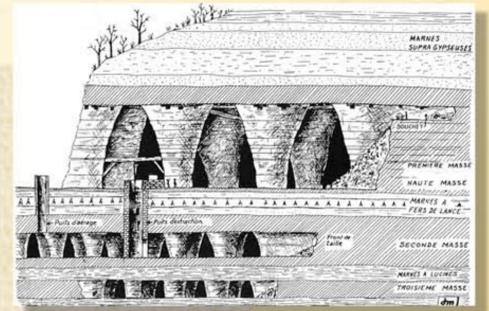
Les autres roches exploitées



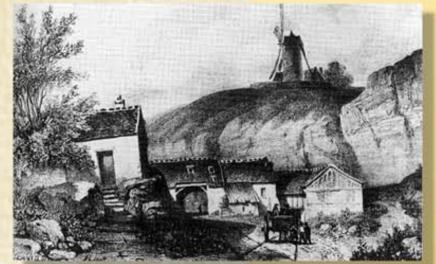
Les carrières de gypse, ou plâtrières

Le gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$) est une roche sédimentaire qui s'est formée en région parisienne au niveau de lagunes, il y a environ 35 millions d'années. L'érosion intense n'a laissé à Paris intra-muros que les buttes géologiques témoins, Montmartre et les Buttes-Chaumont, qui furent abondamment exploitées. Dans le bassin parisien, le dépôt gypseux peut être décomposé en trois couches appelées masses, séparées par des lits de marnes : la première (« haute masse ») atteint une vingtaine de mètres, la seconde située au dessous fait une douzaine de mètres, tandis que la troisième (la plus profonde) ne développe que quelques mètres.

Les carrières « à plâtre » subissent une évolution inéluctable vers l'apparition de fontis et d'effondrements, aggravée par la solubilité importante du gypse dans l'eau. Ainsi, pour éviter que ne se renouvelle des accidents tel celui qui endeuilla Ménilmontant en 1778 (causant la mort de 7 personnes), on préféra foudroyer les anciennes carrières à l'abandon, espérant remédier de la sorte aux problèmes à venir.



Coupe de carrière de gypse (Dessin Munier)



Gravure de Montmartre (Archives nationales)



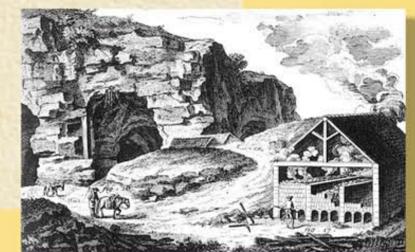
La fabrication du plâtre

L'extraction s'est toujours effectuée par la méthode dite des « piliers tournés », en commençant par le sommet de la masse. Le carrier, à l'aide d'un pic, creuse au sommet de celle-ci un début de galerie (le « four »), à partir duquel l'exploitation va continuer en descendant et en s'élargissant. Le front de taille va alors présenter une structure en gradins. Au sommet du four, des étais de bois sont installés, afin de renforcer la galerie finale. A Paris ce sont 65 hectares qui ont ainsi été sous-minés par des carrières de gypse.

Pour obtenir le plâtre, il faut chauffer le gypse à au moins 150°C pour en chasser l'eau. Pour cela, il était placé dans des « fours à culée ». Les blocs de gypse les plus gros étaient entassés à la base du four, en ménageant des voûtes sous lesquels on déposait le combustible. Au dessus de l'ensemble, on ajoutait des morceaux de gypse de plus en plus petits de manière à homogénéiser la cuisson. À la fin de celle-ci, le gypse déshydraté était réduit en poudre et tamisé.



Ouvriers travaillant aux fours à plâtre



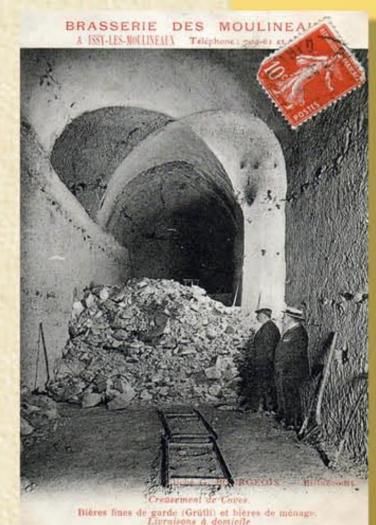
Four à culée (Diderot d'Alembert)



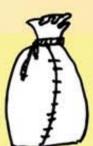
Les carrières de craie, ou crayères

C'est géologiquement le plus ancien des dépôts sédimentaires de la région parisienne que l'on a exploité, principalement aux alentours de Meudon et Bougival. C'est un calcaire tendre formé il y a 65 millions d'années, dans une mer calme, et dont la puissance de banc est de l'ordre de 400 mètres. C'est un plissement des couches, connu sous le nom d'« anticlinal de Meudon », qui a rendu son exploitation possible dans ce secteur, alors que sous Paris, la craie se trouve à environ 50 m de profondeur et n'est pas accessible.

Les carrières de craie ont aussi été exploitées par la méthode des « piliers tournés » sur plusieurs étages superposés, la hauteur d'extraction variant de 3 à 15 m. Après la réalisation d'une galerie d'attaque de 2 mètres de haut, le carrier descendait dans la masse par gradins successifs. Les rognons de silex rencontrés à plusieurs reprises sous forme de bancs réguliers dans toute l'épaisseur de la craie, étaient écartés par les carriers et stockés sur place, ne sachant qu'en faire. Malgré la faible résistance de cette roche, son homogénéité et la géométrie parfaite des galeries ont favorisé un état de conservation satisfaisant des anciennes exploitations. En effet, on constate que les voûtes, très souvent en plein cintre, étaient « peignées » à l'aide d'un outil à dents interchangeables.



Crayère dans l'anticlinal de Meudon



Utilisation de la craie

Pour obtenir le blanc (« de Meudon ») à partir du matériau brut, il fallait le broyer dans des concasseurs en présence d'eau pour faciliter le travail. Cette opération pouvait être effectuée sur place dans la crayère. La pâte blanche obtenue était décantée, afin de débarrasser la craie des particules de silex et autres impuretés encore présentes. Suivaient le séchage puis, soit le moulage en « pains de blanc », soit le remplissage de sacs par de la poudre en vrac. C'est cette matière pulvérulente finale qui est utilisée pour la fabrication de mastic, peinture, moulages, etc., ou pour divers usages ménagers (blanchiment des chaussures, polissage de l'argenterie, dégraissage des tissus).



Goulottes de décantation de la craie

L'Inspection Des Carrières



1777

À l'origine de l'Inspection des carrières

Les premières exploitations souterraines de Paris remontent au début du XIIIe siècle. À la fin du XVIIIe siècle, ces vides souterrains se rappelèrent brutalement au souvenir des parisiens, en provoquant des effondrements tant impressionnants par l'ampleur des dégâts que meurtriers par le nombre des victimes. Devant l'importance de la tâche, Louis XVI créa le 4 avril 1777 un service : l'Inspection des carrières. À sa tête fut nommé Charles-Axel Guillaumot, architecte des bâtiments du roi.

Afin d'éviter que Paris ne s'écroule dans ses propres entrailles, l'Inspection dut rechercher tous les vides issus des anciennes exploitations très souvent oubliées, en dresser la cartographie, et consolider tout ce qui était sous les voies publiques et les bâtiments du roi.



Extrait de planche IGC



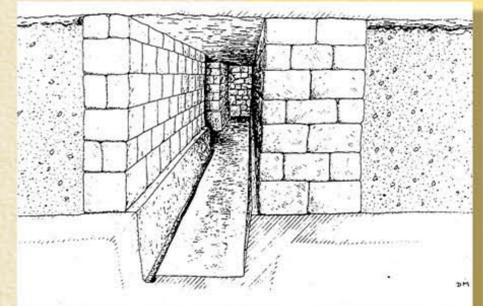
Plaque de Guillaumot



Les méthodes de confortation

Le principe de consolidation retenu consistait à édifier des piliers maçonnés à l'aplomb des murs du bâti de surface, ceci aux fins de servir de fondations profondes. Lorsqu'une carrière était ainsi mise en sécurité, les brigades d'ouvriers perçaient des galeries dites « de recherche, afin de découvrir d'éventuelles autres exploitations inconnues.

Ce travail étant effectué en sous-sol de part et d'autre de la rue, une doublure topographique de la voirie de surface était de la sorte créée une doublure topographique de la voirie de surface. Tandis que les vides situés à droite et à gauche de ces galeries étaient bourrés i.e. remplis de terres pilonnées.



Coupe de galerie d'inspection (Dessin Munier)



Identification en sous-sol et système de numérotation

Afin que les ouvriers puissent se repérer par rapport à la surface, différentes indications gravées furent apposées sur les parements des galeries. C'est ainsi que l'on retrouve désignés sur les murs des galeries de servitude, des édifices qui ont parfois disparu de la surface parisienne depuis la Révolution, ou suite à des travaux urbanistiques ultérieurs. Tandis qu'aux encoignures de ces couloirs souterrains, on enchâssa des indications désignant la voirie du dessus, avec la précision du trottoir sous lequel on se trouvait (côté du levant, du couchant, du nord ou du midi).

De plus, pour ce que l'on qualifierait aujourd'hui d'« assurance qualité », sur chacun des piliers de confortation érigés à la demande de l'Inspection des carrières, une codification trinômiale fut gravée, de lecture très aisée. C'est ainsi que l'inscription 4 G 1783, signifie que l'on se trouve face au quatrième massif de maçonnerie d'une série exécutée sous l'Inspectorat de Guillaumot, pendant l'année 1783.



Plaques de rues en sous-sol



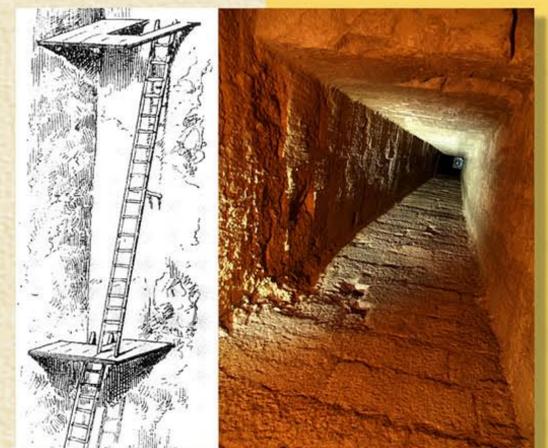
Plaque d'ouvrage de consolidation



L'accès des vides et la circulation en carrière

Pour accéder aux anciennes carrières souterraines à consolider, et par la suite aux galeries de surveillance réalisées au droit de la voirie, l'Inspection fit creuser des puits de service ainsi que des escaliers d'accès. Ces accès sont toujours empruntés par la brigade de travaux de l'Inspection des carrières, qui peut ainsi aller examiner la bonne tenue des massifs de maçonnerie érigés plus de deux siècles auparavant par une administration rigoureuse.

Rappelons néanmoins que depuis le 2 novembre 1955, un arrêté a été pris conjointement par le Préfet de la Seine et le Préfet de police, interdisant formellement aux personnes non autorisées la circulation dans ces anciennes carrières souterraines situées sous la voie publique parisienne. Mais précisons aussi que cette législation fut prise suite aux événements de la guerre d'Algérie. Le 3 avril de cette année-là, devant l'évolution de la situation, une loi a été prise permettant aux préfets de recourir au couvre-feu s'ils l'estimaient nécessaire ou plus exactement, son article 5 donna pouvoir aux préfets « d'interdire la circulation des personnes ou des véhicules dans les lieux et aux heures fixés par arrêté », afin d'éviter que des individus ne se réunissent sous la capitale.



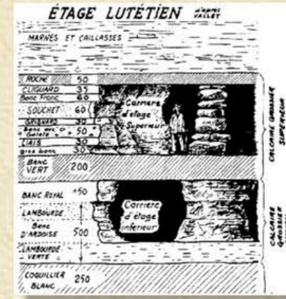
Puits d'inspection et ses paliers (Coll. SEHDACS)

Exploitation du calcaire grossier



Formation du calcaire

Parmi les matériaux exploités à Paris, le calcaire provient de dépôts sédimentaires qui eurent lieu au tertiaire en milieu marin dans des eaux peu profondes, sous un climat tropical. L'étage précis est dénommé lutétien en hommage à Paris. Cette masse calcaire est stratifiée en bancs, dont l'épaisseur varie de 20 cm à un mètre. Les qualités de chacun des bancs, dépendent de la qualité des sédiments, ce dont tirèrent parti les carriers pour l'exploitation de la roche. Ces anciennes carrières de calcaire représentent aujourd'hui dans la capitale une surface de 770 hectares.



Les bancs sous Paris (E. Gérard)



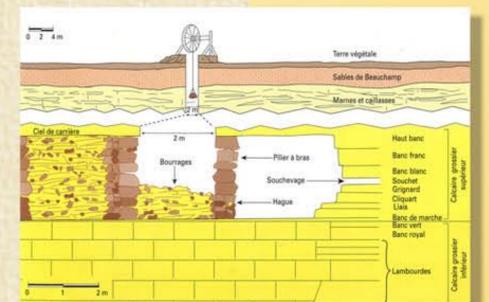
Front de taille



Méthodes d'extraction

Les carriers commençaient par réaliser une entaille horizontale pour souchever (creuser par en dessous) la masse calcaire. Pour cela, ils utilisaient un pic à deux pointes, à manche plus ou moins long en fonction de la profondeur du souchet réalisé. Ils pratiquaient ensuite des saignées verticales, puis en enfonçant des coins dans les joints de stratification au dessus du banc, ils le faisaient se détacher du front de taille.

Le premier type d'exploitation souterraine mis en œuvre fut celui dit par piliers tournés. Cela consiste à exploiter le massif calcaire par des galeries parallèles, recoupées par des galeries perpendiculaires, ce qui laisse de place en place des étaux de masse dénommés « piliers tournés ». Ces massifs sont nécessaires pour maintenir les terrains sus-jacents, mais représentent une quantité considérable de matière perdue pour l'exploitant. Aussi, vers la fin du XVe - début du XVIe siècle, les carriers développèrent-ils une autre méthode, celle dite par « hagues et bourrages ». Elle consiste à ne s'intéresser qu'à quelques bancs, les plus rentables pour l'exploitation, mais à les extraire en totalité. Les carriers remblaient le vide au fur et à mesure de l'avancement de l'extraction. Pour ce faire, ils utilisaient tous les déchets d'exploitation (les bourrages). Ils maintenaient ces terres en place par des murs en pierre sèche (les hagues), avec par endroit adjonction de « piliers à bras », i.e. des cales constituées de blocs de calcaire grossièrement équarris et montés à bras d'homme.



Hague et bourrage (Atlas du Paris souterrain)



Pilier tourné



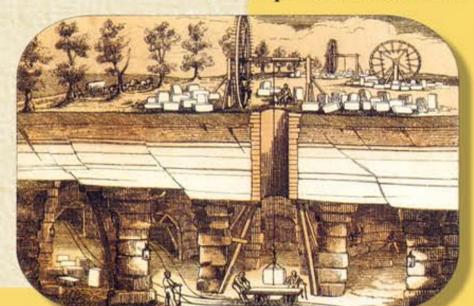
Manipulations des blocs : de la carrière à la surface

Jusqu'à la fin du XIXe siècle, les carrières étaient des exploitations où la mécanisation n'avait pas pénétré. Les blocs pouvaient être déplacés sur des roues (rondins en bois ou rouleaux métalliques), en les tractant à l'aide de treuil à main, et les matériaux moins volumineux l'étaient dans des wagonnets. Pour sortir le bloc de la carrière, hormis les bouches de cavage, il existait aussi des puits de plusieurs mètres de diamètre.

Jusqu'au lendemain de la guerre de 1870, il était possible de voir dans le paysage sud de l'actuel 14ème arrondissement (plaine de Montrouge, plaine de Gentilly), de gigantesques roues en bois à chevilles avec lesquels un homme seul arrivait à remonter un bloc d'une tonne. Par la suite, une nouvelle génération de treuils fit son apparition, les treuils à manège : un cheval, en tournant autour d'un axe vertical permettait la remontée des blocs. Et enfin, pour le repos de la gent équine, la mécanisation apparut.



Carriers posant avec leurs outils



Gravure (coll. SEHDACS)



Transport et livraison sur les chantiers

La pierre était acheminée sur les chantiers, par des transporteurs spécialisés. Dédiés à ce transport spécifique, les charrois étaient des voitures basses et robustes tirées par plusieurs chevaux. Généralement, ils circulaient en convoi pour pouvoir se porter assistance dans les passages. Pour les transports sur de longues distances, la voie fluviale et les canaux étaient aussi empruntés. A Paris, se trouvait ainsi un « port aux pierres », rive droite, en aval du pont de la Concorde.

Puis le développement des chemins de fer aidant, ce moyen de circulation permit de déplacer la pierre vers de nouveaux horizons, et inversement de faire venir dans la capitale de la pierre d'exploitations beaucoup plus lointaines.



Transport d'un bloc dans Paris

Réutilisation des carrières souterraines



L'ossuaire ou Catacombes de Paris

La première réaffectation des anciennes carrières de calcaire de Paris, après leur utilisation en tant que source de matériaux de construction, fut comme lieu de dépôt d'ossements à la fin du XVIII^e siècle. Le premier cimetière transféré fut celui des Saints-Innocents, qui était à l'emplacement de l'actuel forum des Halles. Une première série de délocalisation eut lieu de 1786 à 1814, puis la seconde au moment des grands travaux haussmanniens en 1859-1860.

Depuis lors, les catacombes font partie des musées de la Ville de Paris, et leur visite attire un public sans cesse plus nombreux. Il y eut même une fermeture administrative temporaire dans les années 1830, à cause de dégradations et de visiteurs égarés. Le maire de Montrouge avait alors adressé une supplique à Rambuteau, Préfet de Paris, afin de faire rouvrir l'ossuaire.



Photo des catacombes de Denfert (Photo de Nadar)



Les abris de défense passive

De 1931 à 1939, différentes lois concernant la Défense Passive furent votées, et de très nombreux abris souterrains furent entièrement construits ou simplement aménagés sous la capitale. Les vides existants, tel que les anciennes carrières, le métro, les caves et de manière plus anecdotique les égouts et les aqueducs, ont été mis à contribution. L'avantage que présente les anciennes carrières souterraines est leur grande profondeur : en moyenne une vingtaine de mètres sous la surface. Cette couverture de terrain permet de résister de manière efficace à un bombardement. D'où la création d'abris en carrière sous les hôpitaux Cochin, du Val-de-Grâce et de Ste-Anne, sous la faculté de Pharmacie, le Laboratoire d'Essais des Matériaux, le laboratoire Central des Ponts et Chaussées, le palais de Chaillot, mais aussi dans une portion de l'aqueduc Médicis.



Abris de défense passive sous l'hôpital Val-de-Grâce



La culture du champignon de Paris

On estime que la culture de champignons dans les anciennes carrières souterraines de Paris débuta vers 1814. En 1929, Émile Wiriot évoque des champignonnières qu'il avait connues en 1876 au 31 boulevard Saint-Jacques, mais qui étaient désormais à l'abandon. Un autre jardinier cultivait des champignons dans le même arrondissement au coin des rues de la Santé et de Lourcine (actuelle rue Broca), là où tout semble avoir commencé. Il n'y a plus de champignonnières sous Paris, et il reste moins de 10 carrières franciliennes occupées par les quatre derniers producteurs locaux.

Pour la culture du champignon, il fallait d'abord disposer de fumier de cheval auquel on faisait subir une longue préparation avant son accès en carrière souterraine. On devait l'aérer, l'homogénéiser, l'arroser, le retourner, de façon à assurer sa fermentation. Le centre du fumier atteignait alors une température de près de 75°C. Le champignonniste confectionnait ses meules tout le long des galeries. Elles étaientensemencées par lardage avec du mycélium (ou « blanc de champignon »). Quand des filaments blancs commençaient à émerger des meules, le champignonniste les recouvrait avec de la poussière de calcaire (gobetage) afin de stimuler la culture. Peu de temps après, les champignons arrivaient alors à terme pour une première récolte (une « volée »). Par la suite, pour limiter les éventuelles contaminations, on inventa la « culture en sac ».



Gobetage des meules (Photo archives des Yvelines)



Récolte des champignons (L'Illustration 1897)



Autres curiosités dans l'usage des carrières

D'autres réutilisations des carrières de Paris eurent lieu, par exemples des brasseries, et même des usages plus pittoresques :

- des expériences scientifiques furent réalisées dans les « caves » de l'Observatoire de Paris, dans les « catacombes » du jardin des Plantes, ou même sous la faculté de Pharmacie (avenue de l'Observatoire) ;
- en 1900, dans les carrières du Trocadéro, deux extensions souterraines de l'Exposition Universelle avaient été organisées : l'Exposition Minière Souterraine (EMS) et le Monde Souterrain. De cette dernière, il ne reste rien, la carrière ayant été totalement décapée pour construire le nouveau palais de Chaillot, tandis que l'infrastructure de l'EMS est toujours en place ;
- le passage de câbles téléphoniques pour l'administration des télécommunications. Une quinzaine de km de galeries était ainsi louée à la Ville de Paris, mais à la fin de cette année 2009, cela ne sera plus qu'un souvenir. Ces lignes de communication étant désaffectées, les câbles ont été progressivement déposés pour en revendre les métaux constitutifs.



Laboratoire souterrain d'Armand Viré (Photo HCL)



Gravure de l'exposition universelle de 1900 (L'Illustration 1900)