

1651-1653 La première désobstruction à l'explosif

Un lieu magique : Sainte-Victoire

Quand on va d'Aubagne à Aix-en-Provence, ou lorsqu'on est sur les hauteurs voisines, on ne peut manquer d'admirer le grand élancement minéral de la montagne Sainte-Victoire. Le mur calcaire vertical qui barre l'horizon fait partie des grands paysages de la Provence. Evidemment, depuis les temps les plus anciens, un site aussi grandiose ne pouvait laisser l'homme indifférent.

L'aspect grandiose de la montagne inciterait à en faire une montagne sacrée. Mais, différemment de la Sainte-Baume voisine, il n'y a pas ici la magnifique forêt primaire, favorable aux esprits, aux fées et aux légendes. Et puis, la zone sommitale, indépendamment du manque d'eau, n'est pas tellement fréquentable quand souffle le mistral. Trois chapelles rupestres ont été bâties dans le massif. L'une d'entre elles, Sainte-Venture, s'est bâtie au XIII^e siècle près de la crête, sur la terrasse rocheuse bordant un gouffre formé à la faveur de fractures et qui débouche par un étroit orifice dans les falaises de la face sud de Sainte-Victoire. C'était un endroit à l'ombre, pratiquement jamais ensoleillé. Peut-on imaginer que c'est la proximité du gouffre qui a inspiré le choix du constructeur de la chapelle ?

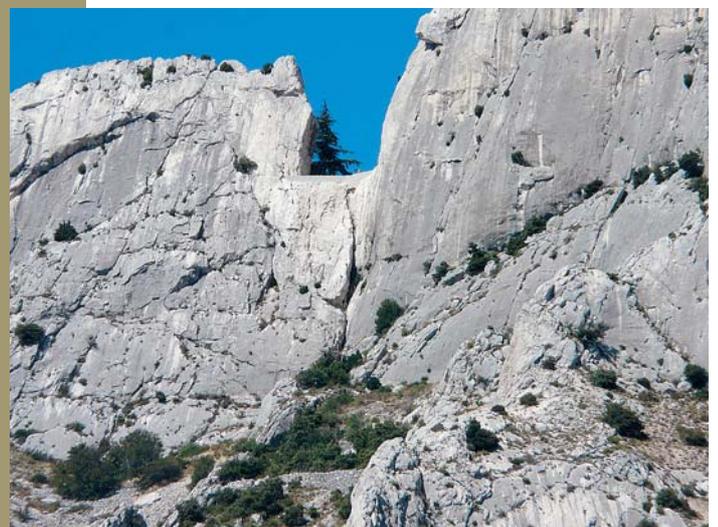
En haut de la montagne, cet emplacement à la limite de deux mondes, symbolisait-il pour lui le passage du ciel à la terre profonde, ou encore du ciel à l'enfer ? Certains voient, dans cette pratique troglodytique, une relation directe à la mort et au monde divin.

Au XVII^e siècle, les guerres de religions terminées, la ferveur n'étant plus entravée par les querelles entre croyants, Jean Aubert, maître de cérémonies en l'église Saint-Sauveur d'Aix-en-Provence, décida de restaurer et d'agrandir ce qui restait de la chapelle et de l'ermitage. Puis, lui aussi inspiré par le gouffre, il décida entre 1651 et 1653 de faire entreprendre en son point bas un creusement pour le joindre à une grotte voisine. Dans un document de 1671, il écrivait : « *J'entrepris l'ouverture d'une belle caverne dans le rocher pour le dessin d'une chapelle* ». Mais, en 1654, il trouvait un généreux mécène, lui permettant de bâtir une plus grande chapelle en surface et les travaux de percement furent abandonnés.

La vague calcaire de Sainte-Victoire et l'un des nombreux oratoires marquant son caractère sacré.

Description des lieux

Le garagai, comme on appelle ici les gouffres, avait été recouvert d'une voûte lors des travaux entrepris par Jean Aubert. Au XIX^e siècle, l'effondrement de la voûte avait obstrué la cavité et de nombreux débris jetés par les visiteurs s'étaient ajoutés aux décombres. En 2006, près de deux siècles plus tard, l'association *Les Amis de Sainte-Victoire* en décidait la désobstruction. À -15 on atteignait une galerie débouchant



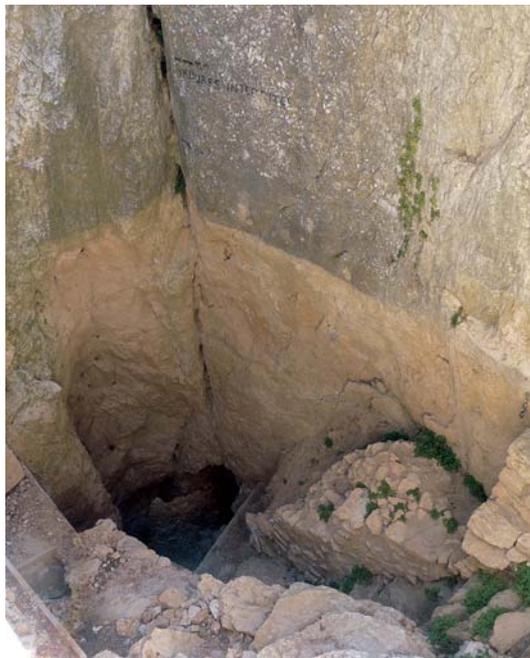
La brèche des moines creusée à l'explosif vers 1660. En dessous, on voit la fracture où s'est formé le garagai qui ressort à l'endroit le plus large. À gauche du débouché du Garagai, on voit le petit triangle noir marquant l'orifice de la seconde grotte.

en falaise. Sur la droite de la galerie, apparaissait un creusement sur quatre mètres de profondeur constellé de trous de fleuret (barre à mine) de près de 50 mm de diamètre et d'une profondeur de l'ordre de 50 cm, indiquant un creusement à l'explosif. Ce creusement se dirigeait vers une autre grotte débouchant en falaise (fig. 1).

Accessible seulement par un rappel de 15 m à partir de la brèche, cette



Les trous de barre à mine faits entre 1651 et 1653 marquent la première « dézob » à l'explosif !



Le garagāi désobstrué par des non-spéléologues sur 10 m de hauteur, entre 2006 et 2008 !

seconde grotte s'ouvre dans la paroi, au même niveau, 7 m plus à l'ouest. Comment les moines y parvinrent-ils ? Ils étaient certainement d'audacieux alpinistes avant l'heure ! Dans cette grotte, un creusement de 1,5 m en direction de la précédente est lui aussi marqué par les trous de fleuret. Leur utilisation pour un creusement à l'explosif est sans ambiguïté, car les trous dans lesquels, jusqu'à une époque peu lointaine, on introduisait un coin de bois

dur que l'on mouillait pour faire éclater des écailles de roche n'avaient ni cette profondeur, ni cette forme (ils étaient tronconiques). Entrepris de 1651 à 1653, ce creusement à l'explosif dans le roc en vue de la jonction de deux grottes est-il le premier connu de ce type ? Pour mieux y répondre, nous allons retracer une petite histoire de la poudre et voir les recherches que nous avons effectuées ailleurs.

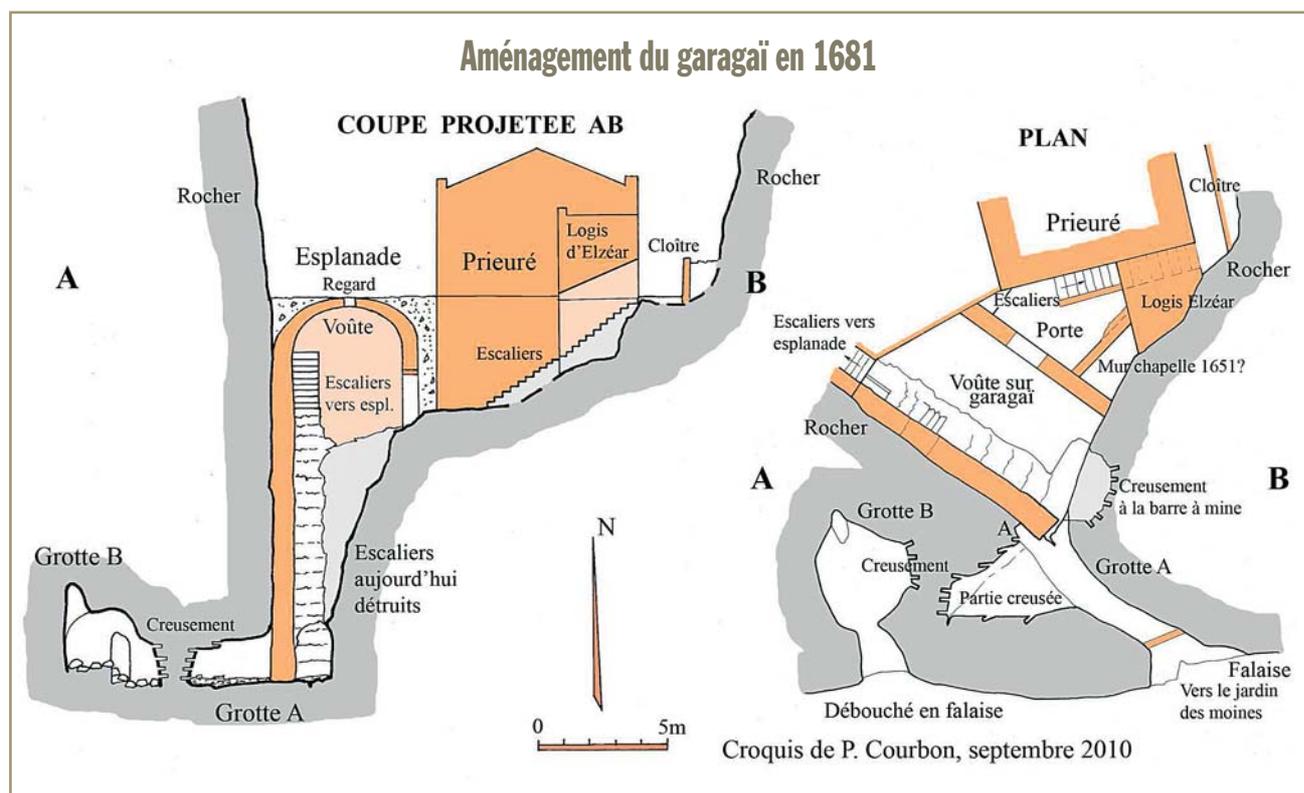


Figure 1 : sur la topographie figure la voûte dont l'effondrement au XIX^e siècle avait obstrué le garagāi.



L'impressionnante brèche des moines et le garagaï, au bord duquel on voit l'ancienne chapelle.



Le fond du garagaï et la galerie à droite de laquelle s'est fait le creusement.

Petite histoire de la poudre

Bien que cette version ne fasse pas l'unanimité, la poudre aurait été inventée en Chine au VII^e siècle par le médecin alchimiste Sun Simiao qui obtint un mélange explosif en recherchant un élixir d'immortalité ! S'il n'a pas découvert l'élixir, cette invention lui a quand même donné l'immortalité ! Sun Simiao explique qu'on obtient une combustion violente en mettant le feu à un mélange de sulfures, de charbon de bois et de salpêtre. Mais, on ne pensera à en utiliser la force explosive que beaucoup plus tard.

Les techniques de fabrication auraient été transmises au monde arabo-persé au VIII^e ou au IX^e siècle d'où elles seraient arrivées à l'Occident au milieu du XIII^e siècle. Marco Polo (1254-1324) les ramena lui aussi, lors de son arrivée à Venise, en 1295, au retour de son voyage en Extrême-Orient.

Cette poudre ne tarda pas à être utilisée pour la guerre. En Europe, les

premières armes à feu apparaissent en 1326. Bien qu'ils n'aient eu qu'un rôle très secondaire, l'histoire nous apprend que les premiers modèles de canons, très rudimentaires, furent utilisés en 1346 à la bataille de Crécy.

Aux XIV^e et XV^e siècles, la composition de la poudre était de six masses de salpêtre pour une masse de soufre et une masse de charbon de bois. Mais ultérieurement, on trouve des compositions variables selon les usages, en évitant les mélanges trop brisants qui auraient pu faire exploser les canons de bronze ! Le salpêtre constitue le comburant qui libère de l'oxygène au cours de la réaction, venant oxyder les combustibles constitués par le soufre et le carbone. Cette propriété de comburant du salpêtre avait déjà été utilisée par les Grecs au VII^e siècle dans leurs feux grégeois.

Les armes sont un sujet de prédilection, beaucoup plus excitant que le

travail des pauvres carriers... Si les nombreux auteurs ont été prolifiques en ce qui concerne l'utilisation de la poudre dans les armes et le problème de leur mise à feu, l'usage de la poudre dans le génie civil a beaucoup moins attiré leur faveur ! Les recherches faites récemment par Francis Pierre et la Société d'étude et de sauvegarde des anciennes mines (SESAM) dans les Vosges ont permis de lever certaines lacunes existantes. D'après ces recherches, durant le XVI^e siècle, seules la pointerolle et la massette étaient employées dans ces mines, l'usage de la poudre n'y apparaissant qu'au début du XVII^e siècle. Aussi, pour confirmer le début de l'usage de la barre à mine, nous sommes allés dans un premier temps au tunnel de la Traversette.

Recherches au tunnel de la Traversette

Le tunnel de la Traversette a été creusé entre la vallée du Guil (Queyras) et Crissolo dans la vallée du Pô. Michel Marec, Ingénieur général des ponts et chaussées, ancien directeur du Centre d'étude des tunnels (Cétu), me l'avait signalé comme étant le plus ancien tunnel franchissant une crête des Alpes. Il fut creusé entre 1479 et 1480 sous les ordres du Marquis de Saluces (Saluzzo en Italien). La poudre étant connue à cette époque, il devenait inté-

ressant de voir si on y retrouvait des empreintes de fleuret, comme à Sainte-Victoire.

Il a beaucoup été écrit sur le tunnel de la Traversette. Aux embellissements de l'histoire s'est ajouté tout l'imaginaire colporté par les conteurs le soir à la chandelle et qui a fini par être écrit. On peut lire qu'en 1494 Charles VIII l'utilisa pour son expédition en Italie, puis qu'en 1499, Louis XII conquiert le Milanais en passant par ce tunnel. On

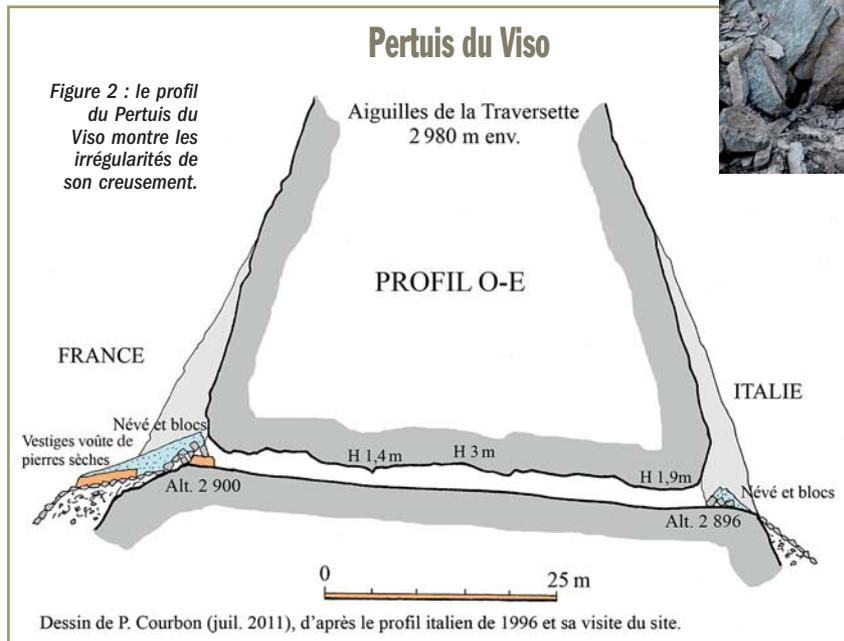
peut lire encore qu'en 1515, date connue de tous les écoliers français par la bataille de Marignan, François 1^{er} fit réparer le tunnel et les routes (sic) permettant d'y accéder ! Le même François 1^{er} y serait repassé en 1525 avec son artillerie...

Mais, quand on a visité le site, on voit très mal une armée, ses chevaux et charrettes emprunter l'étroit sentier muletier de montagne, puis le tunnel. On se pose alors beaucoup de ques-



L'entrée française du Pertuis du Viso est sous le névé à gauche.

L'entrée italienne (en bas) creusée à la faveur d'une ligne de fractures. On ne trouve aucune trace de barre à mine dans le tunnel.



tions. La première question concerne la difficulté d'accès au tunnel due à son altitude : 2 900 m et à l'enneigement qui en résulte. Aujourd'hui, il peut être accessible quatre mois par an, et encore ! Le 17 juillet 2011, après un hiver et un printemps peu neigeux, son orifice côté français était presque entièrement obstrué par un névé. Or, il ne faut pas oublier que du Moyen Âge jusqu'à la moitié du XIX^e siècle, nous avons connu un mini-âge glaciaire avec un climat hivernal beaucoup plus rigoureux qu'aujourd'hui. Pourquoi passer ici, alors qu'il ne manquait pas de passages moins hauts et plus accessibles dans ce même massif, tel le col Lacroix (2 299 m), situé 9 km au nord-ouest. Était-ce à cause de la volonté du Marquis de Saluces d'avoir son propre passage et de pouvoir faire passer le sel en évitant de payer des redevances au franchissement d'un col plus facile ? Un intéressant article de Claudine

Fouque, écrit en 2008 pour *Alpes et Midi* figure sur Internet sous le titre « Le tunnel de la Traversette, une route de contrebande ». À une époque, cela lui valut le nom de tunnel du Sel. Les contrebandiers circulaient souvent à pied avec des charges pouvant atteindre 50 kg. Leur trafic dura jusqu'au milieu du XX^e siècle, le sel ayant été remplacé par les cigarettes ou autres produits.

Une anomalie concerne la hauteur du tunnel. Cette hauteur est inégale, comme nous le verrons plus loin, mais elle est souvent supérieure à 2 m, sauf sur un très court passage où il faut se courber pour passer sous un redan de la voûte rocheuse, qui s'abaisse entre 1,3 et 1,4 m de hauteur. Cet abaissement était certainement un obstacle pour un mulet chargé, encore plus pour un cheval. Pourtant, il aurait suffi de peu de travail pour le faire sauter. À première vue, il ne s'agirait pas du

glissement d'un bloc issu du plafond, ce qui m'a amené à penser : « Le tunnel a-t-il été inachevé, son peu d'utilité apparaissant au cours de sa construction ? Ou encore inachevé faute de paiement ? ».

D'après le profil exécuté en 1996 pour le Rotary de Saluzzo (fig. 2) et affiché près de l'entrée italienne, le tunnel mesure un peu moins de 55 m de long et sa hauteur inégale varie de 3 m à 1,4 m.

Il n'y a vraisemblablement pas eu de percement simultané à partir des deux orifices. Si on comprend très bien le choix de l'entrée côté italien, on voit qu'il n'y a pas eu de choix du côté français où l'orifice aboutit dans une zone éboulée et sous un névé permanent qui devait certainement être plus important en 1479, vu la rigueur du climat mentionnée précédemment.

Côté italien, l'entrée se trouve à la base de la falaise, dans un renforcement de la paroi qui correspond à une zone de fracturation. Cette zone de fracturation était donc plus favorable à un travail à la masse, à la massette et à la pointerolle qu'une zone de roche massive et homogène. Ce travail en zone fracturée explique le profil irrégulier de la galerie où les blocs de rocher ont été détachés et extraits en fonction de la fissuration existante. On a des zones plus ou moins larges et plus ou moins hautes. Observation très importante : je n'ai pu trouver aucune trace de fleuret dans le tunnel.

Les terrassements et la poudre

On a en mémoire les sapes entreprises à la fin du Moyen Âge pour faire sauter les fortifications que l'on assiégeait. En fait, on disposait au fond de la sape un baril de poudre que l'on faisait exploser, sans doute en utilisant la mèche incendiaire employée pour la mise à feu des mousquets. Mais, c'était un usage très limité ne pouvant être utilisé dans les carrières ou les mines.

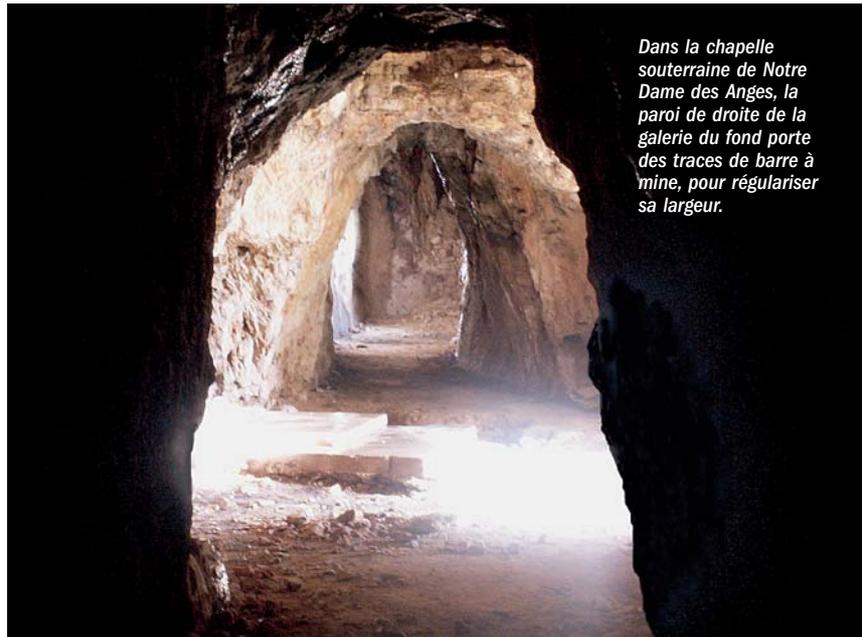
La possibilité de l'usage de la poudre dans les carrières et mines amena la mise au point d'autres techniques. Comment sont-elles apparues ? Étaient-elles le fruit de multiples tâtonnements pour transposer à la poudre la méthode d'éclatement de la roche par un coin de bois dur mouillé déjà employée du temps des Romains ? Venaient-elles de l'idée de génie d'un artilleur, inspiré par l'explosion de canons ? Dans ce cas, il n'y avait pas de boulet à tirer, mais il fallait penser à faire exploser l'âme du canon constituée par le trou de barre à mine dans la roche encaissante ! Différemment de Bickford ou de Nobel, le nom de l'inventeur n'est pas passé à la postérité et aucune date certaine ne peut être avancée !

Gestation d'une invention

Cette gestation nécessitait la combinaison de plusieurs éléments. Pour passer du trou pour coin de bois à un trou plus profond, semblable à l'âme d'un canon, il fallait imaginer le fleuret ; nous ne savons de quand datent les premiers spécimens de cet outil (fig. 4). Le trou de fleuret creusé, il était à moitié rempli de poudre, puis colmaté avec une solide bourre d'argile que l'on pouvait caler avec un rocher ; en guise de bourre. Francis Pierre cite un calage avec une cheville de bois comportant un méplat pour le passage de la mise à feu (fig. 3). Il fallait aussi imaginer ce système de mise à feu.

La mise à feu

Au XVII^e siècle, à l'arrière des canons, un petit orifice appelé lumière rejoignait l'âme où se trouvaient la gargousse de poudre, la bourre et le boulet. Cet orifice, alimenté par l'entonnoir du bassinet, était d'un diamètre suffisant (2 lignes et 6 points, soit environ 5 mm) pour que la poudre fine



Dans la chapelle souterraine de Notre Dame des Anges, la paroi de droite de la galerie du fond porte des traces de barre à mine, pour régulariser sa largeur.

Figure 3 : en bas, comparaison de la mise à feu d'un canon et d'un trou la barre à mine

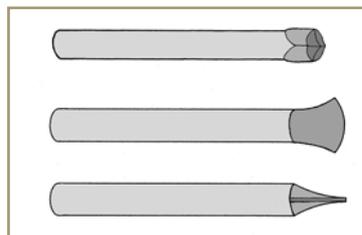
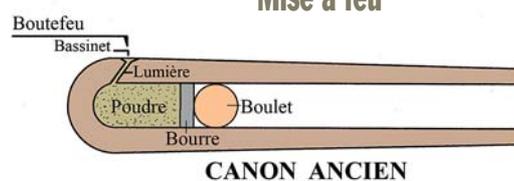
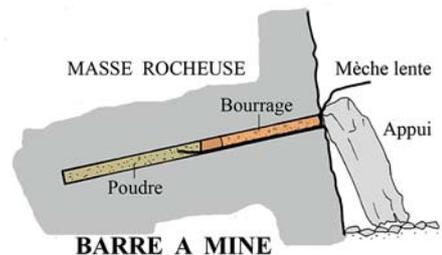


Figure 4 : en haut, fleuret en bonnet d'évêque employé dans les Vosges et fleuret à tranchant évasé, vraisemblablement employé en Provence, 30 ans plus tard.



(pulvérine) qu'on y versait, transmette jusqu'à l'âme du canon, la flamme donnée extérieurement par le boutefeu du canonnière, ou par la mèche incendiaire en ce qui concerne les mousquets.

Différemment de la lumière des canons, proche de la verticale, notre trou de barre à mine pouvait être horizontal et il ne comportait pas de bassinet pour y canaliser la poudre. Dans ce cas, difficile pour la pulvérine de s'écouler dans le petit conduit de mise à feu qu'on aurait pu aménager dans le bourrage, avec la fine tige d'un roseau par exemple. Il fallait imaginer un autre système : une mèche lente ou son équivalent. C'est-à-dire une mèche comportant un comburant lui permettant, comme la poudre, de brûler dans un

espace confiné et sans oxygène, mais à une vitesse beaucoup plus lente pour laisser au carrier le temps de se mettre à l'abri. Les mèches incendiaires, employées pour la mise à feu des mousquets, se consumaient très lentement (6 pouces/heure, soit 15 cm), mais c'était à l'air libre. Le salpêtre pouvant servir de comburant comme dans la poudre, on peut imaginer qu'un cordeau trempé dans une solution contenant du salpêtre, puis séché aurait pu brûler en milieu confiné.

Les spécialistes sont partagés et le flou subsiste concernant ces premiers systèmes de mise à feu associés aux barres à mines. Ils étaient sans doute très éloignés des mèches lentes de sécurité modernes apparues

avec Bickford en 1831. La date de 1613 avait été avancée pour ce premier type d'utilisation, dans les mines de Freiberg (Saxe), mais sans éléments de preuve d'après Francis Pierre.

On trouve une vaste répartition géographique des autres sites anciens connus. Dans les mines du Thillot (Vosges), les archives ont révélé des comptes de 1617 faisant état d'achat de poudre noire : *Poudre fournie pour tirer dans la montagne et faire sauter la roche* (F. Pierre). Cela a été confirmé par la datation d'une galerie creusée à la barre à mine et estimée antérieure à 1620. Dans les mines de fer de Farirole (Corse), exploitées par les Génois on aurait trouvé des traces de « forure », datant de 1621 et dans les mines de Slovaquie (Banska Stiavnica), l'usage de la poudre remonterait à 1627. Ces dates, échelonnées de 1613 à 1627, sont cohérentes entre elles. Elles confirment surtout la possibilité de l'utilisation de la poudre, entre 1651 et 1653, dans le garagaï de Sainte-Victoire.

Dans les Bouches-du-Rhône, outre le garagaï, une autre grotte a fait l'objet d'un creusement ancien. Il s'agit de celle de Notre-Dame-des-Anges à Mimet, aménagée en chapelle souterraine. L'ordre des Oratoriens y remplaça les ermites à partir de 1640 et une première tranche de travaux fut exécutée entre 1643 et 1649. Il semblerait, d'après les devis retrouvés (prix-faits), que l'élargissement de la galerie nord-est fut entrepris à ce moment-là. On y retrouve des traces de barre à mine exécutées pour lui donner une largeur régulière. Une autre trace de barre à mine se trouve dans la grotte de Saint-Eucher, (Beaumont-de-Pertuis, Vaucluse) dans la vallée de la Durance. Elle est visible dans la salle aménagée et élargie au XVII^e siècle pour accueillir l'autel érigé en l'honneur du saint.

Les trous de barre à mine que nous avons trouvés dans les cavités provençales auraient donc été creusés peu de temps après le début de l'utilisation de cette technique. Accusée souvent d'obscurantisme, l'Église savait parfois être à la pointe du progrès ! Cependant, si les creusements à la mine de Notre-Dame des Anges ou de Sainte-Victoire ne sont pas les plus anciens, celui en vue de la jonction entre le garagaï et la grotte voisine (1651-1653) est certainement la désobstruction aux explosifs la plus ancienne effectuée entre deux cavités naturelles.

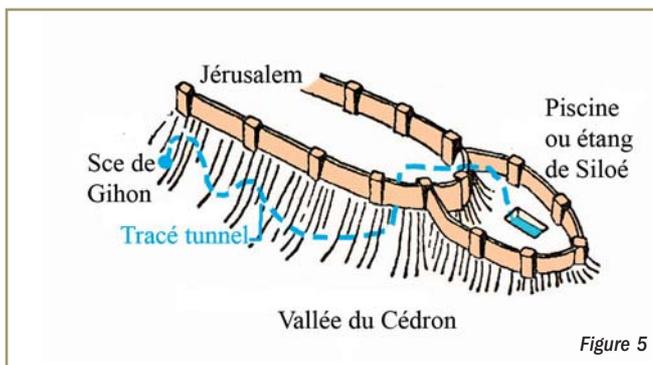


Figure 5

Figures 5 et 6 : dans le tunnel de Siloam, les directions générales de galeries correspondent à ce que l'on trouve dans une cavité naturelle.

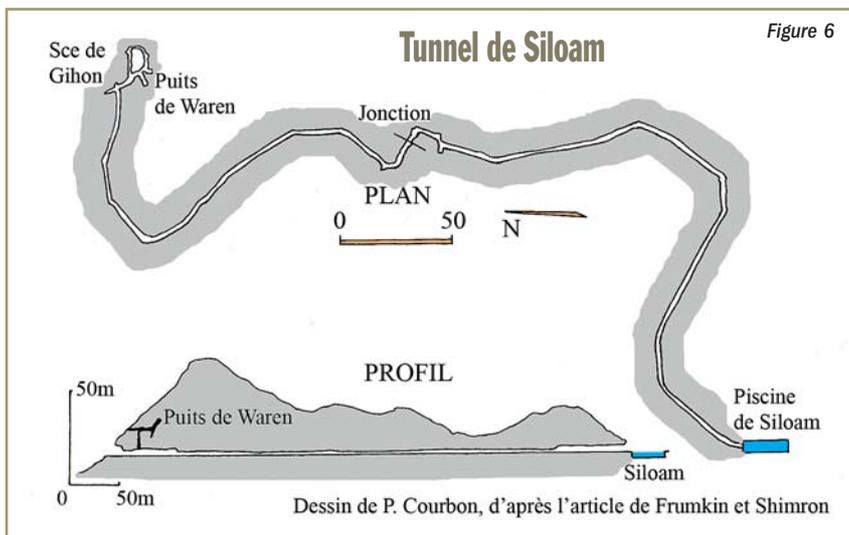


Figure 6

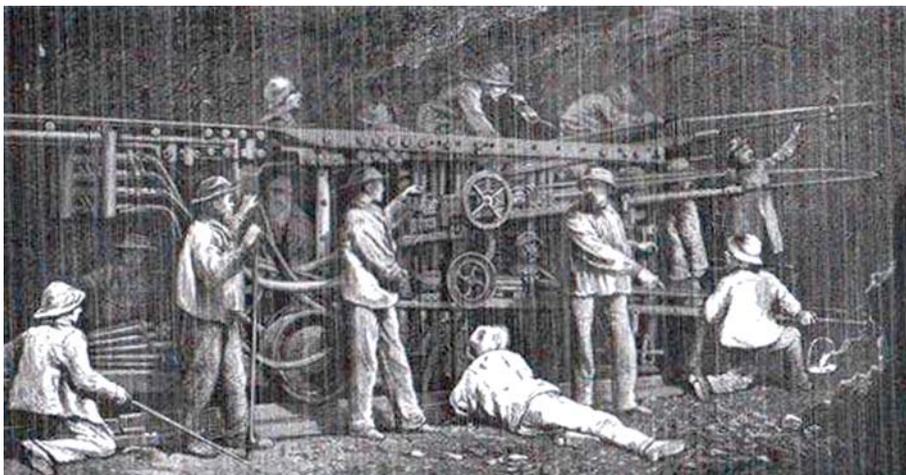
Les grands chantiers de l'Antiquité au XIX^e siècle

L'Antiquité nous a laissé de nombreux exemples de creusements souterrains. Le plus ancien serait l'aqueduc souterrain de 1 km de long qui alimentait Mycènes en eau et fut creusé entre 1200 et 1400 avant J.-C. On cite aussi, à la même époque, les galeries creusées dans le roc pour assécher les marais de Thèbes. Divers puits avaient été creusés, pour l'évacuation des matériaux, mais aussi, pour suivre en surface la direction de ces galeries.

Nous étions à l'Âge du Bronze, à l'époque où étaient sculptés les spectaculaires obélisques égyptiens. Si les différents auteurs se sont surtout consacrés au levage et au transport de ces monolithes, ils ne sont entrés que de peu dans le détail de leur taille. Les recherches faites récemment s'orientent vers des outils de taille en pierres dures telles que l'obsidienne, la diorite, mais surtout la dolérite et le silex. On cite aussi le chauffage de la roche dure, puis son refroidissement brutal pour la faire éclater, cette technique fut employée jusqu'à une époque relativement récente. On utilisait encore des coins de bois dur qui, gonflés d'hu-

midité faisaient éclater des écailles de roche. Par contre, le bronze ou certains alliages de cuivre pouvaient être employés pour la taille de calcaires plus tendres. En l'absence de fer aciéré, les spécialistes pensent que, même effectuées à grande échelle, les premières extractions devaient beaucoup aux techniques préhistoriques. Faute de l'avoir visité, je ne sais si le calcaire du tunnel de Mycènes était très dur. Qu'importe, même en y passant un temps énorme, les hommes de l'Âge du Bronze savaient creuser la pierre ! Il faut préciser qu'au début de l'Âge du Fer qui suivit, le fer trop mou ne rendait pas de meilleurs services que le bronze ou le cuivre. Il fallut attendre environ huit siècles avant notre ère, pour voir arriver en Asie Mineure la fabrication des premiers fers aciérés assez durs.

Le premier exemple remarquable de tunnel réalisé avec les nouveaux outils aciérés est celui d'Ezéchias, ou de Siloé (Siloam), creusé sous Jérusalem vers 700 ans av. J.-C. (fig. 5 et 6). Il part de la source de Gihon (aujourd'hui de la Vierge). Le tunnel s'enfonce en pente très douce sous la vieille ville pour atteindre la piscine de Siloé. Sa largeur est souvent limitée à 0,6 m et sa hauteur entre 1,3 et 1,8 m, sauf aux



Première perforatrice employée au tunnel de Fréjus, d'après E. Wympet (1873).

deux extrémités où elle atteint 5 m. Une plaque commémorative d'époque, transférée par les Turcs dans un musée d'Istanbul, relate en hébreu le jour mémorable où les foreurs partis des deux côtés se sont rejoints. L'ancienneté du tunnel a été confirmée par une datation au carbone 14, complétée d'une datation des coulées de calcite trouvées dans la voûte et sur les parois. Les dates obtenues s'accordent entre elles, correspondant au règne d'Ezéchias, entre 716 et 687 av. J.-C., et au siège de Jérusalem par les Assyriens

Cette liaison est d'autant plus étonnante que le tunnel, long de 530 m a un tracé tarabiscoté et que la distance en ligne droite entre ses deux extrémités n'est que de 320 m. Parmi les hypothèses émises, la plus vraisemblable concerne l'agrandissement d'un étroit conduit naturel fossile, ou la succession de petites fractures qui ont guidé le creusement. On ne voit pas, en effet, pourquoi forer 530 m alors que 320 suffisaient et on imagine mal comment diriger avec précision deux creusements aussi tourmentés avec les moyens topographiques de l'époque.

Plus intéressante est l'histoire du tunnel de 1 265 m de long et d'une

section moyenne de 1,7 m par 1,7, creusé pour alimenter Samos en eau, environ 550 ans av. J.-C. Pour protéger de ses ennemis l'aqueduc alimentant la ville, Polycrate fit creuser un tunnel sous le mont Kastro. Le travail fut confié à Eupalinos de Mégare. Là encore, le creusement du tunnel se fit simultanément à partir de ses deux extrémités, mais en ligne droite cette fois. Hérodote rapporte l'existence de ce tunnel au Ve siècle avant J.-C., mais sans entrer dans les détails techniques. Le tunnel fut découvert en 1853 par Victor Guérin et son lever topographique fut effectué en 1882 par l'Allemand Ernst Fabricius. Des hypothèses très intéressantes concernant les opérations topographiques accompagnant son creusement ont pu être développées.

Plus tard, les Romains creusèrent de nombreux tunnels, dont le plus long mesurait 5 km. Au Moyen Âge, on a quelques exemples de creusement de tunnels, mais ils sont moins nombreux que chez les Romains, chez qui on ne trouve que deux exemples de creusement à partir des deux extrémités.

Il faut attendre le XIX^e siècle pour voir un usage de la poudre à grande échelle dans le génie civil. En 1829, Samuel Colt avait été le premier à faire

détonner une charge sous l'action du courant électrique. En 1831, William Bickford avait inventé une mèche lente de sécurité pour les mines, connue sous le nom de cordeau Bickford. De nouveaux explosifs brisants, dont la nitroglycérine (1847), puis la dynamite (1867), étaient apparus, nécessitant l'emploi de détonateurs pour amorcer l'explosion. Bien sûr, les explosifs trouvèrent leur plein-emploi dans les carrières ou dans

des grands ouvrages de creusement comme le spectaculaire canal de Corinthe (1882-1893) ou le canal de Panama (1880-1914). Mais, revenons à nos tunnels.

Nécessités par la difficulté des trains à franchir de trop fortes pentes, les premiers grands tunnels furent ferroviaires. Le premier tunnel ferroviaire français fut celui de Terre Noire, entre Lyon et Saint-Etienne, creusé entre 1827 et 1832, mais la plupart des grands tunnels ferroviaires français furent creusés entre 1839 et 1910. Les nouvelles techniques avec haveuses ou perforateurs n'étaient pas encore apparues et, au début, le creusement se faisait à la main. Deux hommes tenaient le fleuret (ou barre à mine), tandis qu'un troisième tapait dessus avec sa masse, attention aux doigts ! La perforatrice à air comprimé fut employée pour la première fois en 1861, lors du creusement du tunnel du Mont-Cenis (ou de Fréjus) qui dura de 1857 à 1871. Reliant Modane à Bardonnecchia, il était avec 13 km le plus long du monde. Aujourd'hui, le tunnel le plus long du monde est celui du Saint-Gothard (Suisse), avec 57 km. Son percement a été terminé en 2011 et il sera mis en service en 2014.

Les premières désobstructions en spéléologie

Les Français ont trop souvent pris l'habitude de citer Martel comme créateur de la spéléologie. Ils oublient qu'avant lui, les Autrichiens avaient conduit de belles explorations et fait de belles études en Slovénie et dans le karst triestin. À l'époque, Trieste, possession autrichienne était le grand débouché maritime de l'empire austro-

hongrois. Son alimentation en eau était vitale et fut l'un des moteurs des recherches souterraines. Tout avait commencé, entre 1839 et 1840, avec l'exploration de Trebiciano par Lindner. La Recca souterraine avait été atteinte, mais la profondeur du gouffre (-322) et les variations du niveau de la Recca avaient empêché le pompage de l'eau.

Au cours de l'exploration qui dura onze mois, plusieurs étroits passages entre les puits avaient été élargis au pic et à la massette.

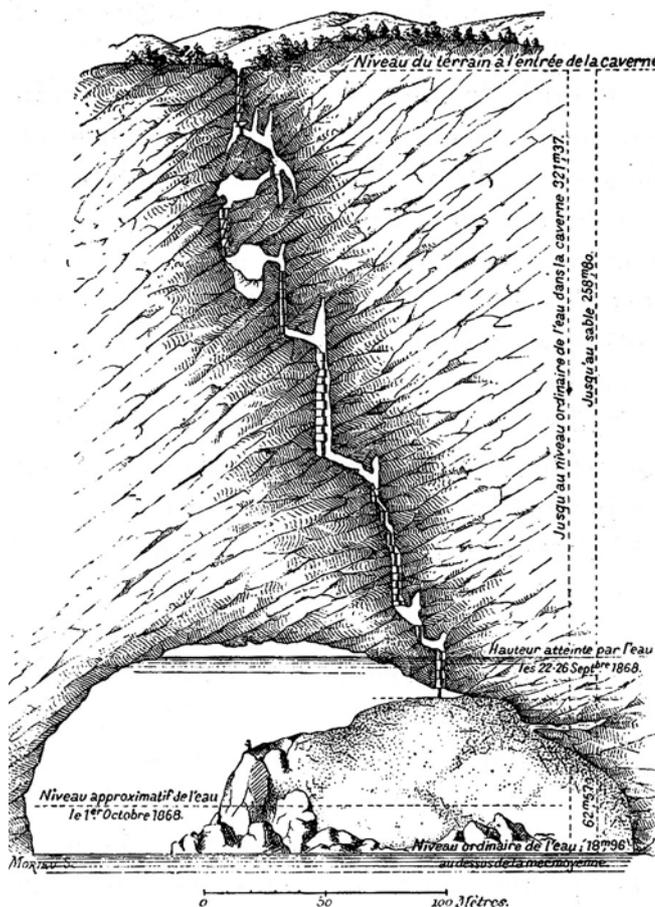
En 1860, de Rin, successeur de Lindner, avait découvert une autre cavité qui aurait pu aboutir à la Recca souterraine. C'était un infâme méandre où les ouvriers travaillèrent pendant

cinq ans pour l'élargir à la massette et au pic. Ils furent arrêtés par un rétrécissement de plusieurs mètres après lequel ils devinèrent un évasement. De Rin décida alors de faire sauter l'obstacle et une forte charge d'explosifs fut placée au rétrécissement, vraisemblablement sans avoir pu percer de trous au fleuret dans la roche, vu l'exiguïté des lieux. Le 28 octobre 1866, après qu'un fil électrique ait été déroulé jusqu'à la surface, une décharge électrique y était envoyée. Aucun bruit n'ayant été perçu, au bout de quelques heures, trois mineurs descendirent dans la cavité, ils n'en ressortirent jamais. Huit jours plus tard, le fils de l'un des mineurs pénétra à son tour dans le gouffre pour rechercher le cadavre de son père, il ne réapparut pas lui non plus. Environ trente ans plus tard, les spéléologues de Trieste découvraient le squelette du jeune homme à 70 m et les autres à 119 m de l'entrée. La trop forte charge de poudre avait dégagé beaucoup trop de gaz dans une cavité sans doute mal aérée. Le gouffre fut nommé *Abisso dei Morti* (abîme des Morts).

Pour en revenir à Sainte-Victoire, dans le garagai lui-même, bien ventilé, les gaz délétères devaient vite être évacués. Il n'en était pas de même dans la grotte voisine, en cul-de-sac et qui ne débouche en falaise que par un petit orifice. Aucun écrit retrouvé dans les archives ne mentionne d'accident.

Je laisse les spéléologues juger des progrès accompagnés depuis. Les percements de 14 mm de diamètre ou moins à la perceuse électrique, les micro-charges dégageant très peu de gaz, les détonateurs plus performants ont révolutionné la technique.

Pourtant, depuis vingt ans, deux accidents se sont produits en France. D'abord, le 8 mars 1993, à Pegairolles-de-l'Escalette (Hérault), un spéléologue de 30 ans trouvait la mort dans un gouffre en cours de désobstruction. On a supposé qu'il avait été intoxiqué par les gaz d'un tir d'explosif qu'il avait réalisé 24 heures plus tôt à -70. Son corps était remonté jusqu'à -50 où les médecins pompiers ne purent que constater le décès. L'extrême étroitesse de la cavité et l'absence de ventilation avaient rendu très difficile la tâche des sauveteurs dont cinq légèrement intoxiqués durent être traités en caisson hyperbare.



Le gouffre de Trebiciano, première grande désobstruction de l'histoire de la spéléologie, mais faite sans explosifs, entre 1839 et 1840. Ce fut pendant longtemps, avec la cote -322, le plus profond gouffre du monde (Les Abîmes, E.-A. Martel).

Peu de temps après, le 15 août 1999, à Prugnanes (Pyrénées-Orientales), deux spéléologues, Christian Marty et Franck Bournet, périssaient au cours de la désobstruction de l'aven de la Pipe02. Près de la surface, ils employaient un perforateur de chantier (32 mm de diamètre) nécessitant l'emploi d'une beaucoup plus grande quantité d'explosifs. Après une explosion, Franck Bournet, descendu en premier, était pris d'un malaise et s'effondrait au fond du trou, Christian Marty lui portait immédiatement secours et s'évanouissait à son tour. Les secours appelés par leurs deux compagnes, présentes au bord du trou, arriveront trop tard.

Le drame de Montérolier

Le 21 juin 1995, un drame se déroula dans le Bois de Clairefeuille, à Montérolier, dans la région de Rouen. Il n'était pas dû à une désobstruction à l'explosif mais il mérite d'être rappelé. Trois enfants étaient partis visiter un souterrain creusé par les Allemands de 1943 à 1944 pour y stocker des fusées V1 destinées à écraser Londres. Comme ils ne revenaient pas, leur père, puis un docteur et quatre pompiers partirent à leur recherche. Eux non plus

ne revinrent jamais. Après aération du souterrain, les neuf corps furent découverts. Le décès par asphyxie de ces neuf personnes ne fut jamais totalement élucidé.

Remerciements

Je remercie MM. Michel Marec, ingénieur général des Ponts-et-chaussées, directeur du Centre d'études des tunnels (Céту), Francis Pierre, directeur des fouilles SESAM et chercheur associé à Paris 1, Xavier Pennec, Philippe Audra, Michel Wienin, Christophe Bes, le Général J.-P. Bariller et Georges Jauzion pour les renseignements qu'ils m'ont aimablement fournis.

Les photographies sont de Paul Courbon.

Bibliographie

- MARTEL, Edouard-Alfred (1894) : *Les Abîmes*. - Paris, rééd. Laffitte 1976, p. 474-475
 BESSAC, Jean-Claude (1986) : *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*. - Paris, Ed. du CNRS, 309 p.
 D'HOLLANDER, Raymond (2003) : *Les Sciences géographiques dans l'Antiquité*, A.E.T., Paris, p. 200-207.
 PIERRE, Francis (2008) : *Étude de l'évolution des techniques d'attaque de la roche dans les mines vosgiennes, du XVI^e au XVIII^e siècle*. - *Archeopages* 22, (dossier Mines et carrières), juillet 2008, p.42-49, Inrap, Paris.
 CATHALA, Jean (2011) : *Un joyau sur Sainte-Victoire*. - Les Amis de Sainte-Victoire, Aix-en-Provence.
 DUPLESSY, Bernard (2011) : *Notre-Dame-des-Anges, une solitude dans l'Etoile*. - *Cahier 103 du Comité du Vieux Marseille*.

On peut consulter sur Internet, l'excellent article sur les tunnels de Jean Péra et Michel Marec, dans *Encyclopaedia universalis* ou le site Planète TP.