

DE CORDES-SUR-CIEL (Tarn) A KYFFHAUSER (Thuringe)

Les puits à eau de grande profondeur

Paul COURBON



La perspective des cordes convergeant vers une perspective infinie donne l'impression d'un puits sans fond.

En découvrant la description du Puits de la Halle, à Cordes-sur-Ciel (Tarn) [1 et 2], très intrigué, j'ai entrepris des recherches pour trouver d'autres puits de grande profondeur. Je ne me doutais pas à ce moment de l'ampleur des recherches à effectuer. Avant moi, René Kill [3] et Francis Pierre [4] avaient abordé ce sujet. J'ai essayé de compléter leur travail en étendant son emprise géographique, mais beaucoup reste encore à faire.

CORDES ET SON Puits

Le nom de Cordes, en Occitan : *Còrdas*, viendrait de Cordoue. En 1993, la commune changea de nom pour s'appeler Cordes-sur-Ciel.

La bastide de Cordes, verrou militaire nord du comté de Toulouse, fut construite sur un sommet, entre 1222 et 1229, sous l'impulsion du comte Raymond VII pour rallier les populations cathares éparses, pourchassées lors de la croisade des Albigeois.

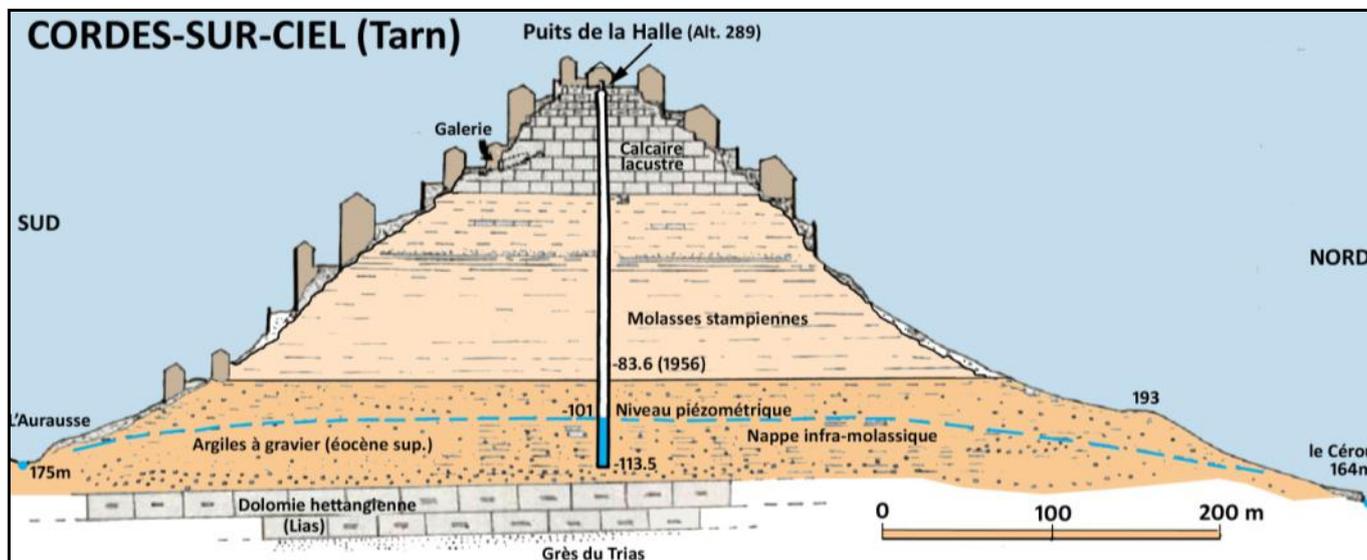
En 1271, le comté de Toulouse est rattaché au royaume de France et une charte est octroyée aux Cordais leur permettant de construire des maisons protégées par les remparts. Ainsi furent bâties quelques magnifiques demeures entre la fin du XIII^e et le milieu du XIV^e siècle, dont les façades ont résisté aux outrages du temps.

Le Puits de la Halle

L'un des monuments les plus célèbres du beau village de Cordes est son grand puits, appelé *Puits de la Halle*. Ce puits, remarquable par sa profondeur hors du commun : 113 m, a été étudié par l'Association des amis du vieux Cordes [1 et 2].

Aucun document concernant le creusement du puits n'a été trouvé. Cependant, il est logique de penser qu'il ait été creusé lors de la construction de la citadelle, pour éviter le sort d'autres places fortes tombées par manque d'eau.

Passé les périodes de trouble, pour éviter que le puits ne serve de décharge publique, il est fermé en 1647. En 1951, il est descendu par deux Cordais qui trouvent son fond encombré de déblais à -86. Les travaux de désobstruction seront entrepris de 1954 à 1960, remontant 1.000 bennes de gravats [1]. Dans le fond, une pompe sera utilisée pour permettre de travailler sous le niveau de la nappe phréatique et atteindre le fond dallé du puits (-113,5 m). La nappe phréatique, dont le niveau évoluerait peu, se trouve vers -101. On ne sait pas comment les puisatiers ont pu aller 12 m plus bas et daller le fond du puits dont le diamètre varie de 1,8 à 2,4 m. Sans doute, ce dallage a-t-il été fait après une saison particulièrement sèche ; ou



encore, la faiblesse du débit du puits permettait-elle d'en abaisser le niveau, en remontant des bidons d'eau le plus rapidement possible ; mais la profondeur du puits devait grever cette rapidité.

Le massacre des inquisiteurs.

Les puits, inquiétantes bouches d'ombre, ont souvent suscité des légendes. A Cordes, on raconte entre autres, que plusieurs inquisiteurs furent jadis jetés dans le puits. La date de 1233 a été avancée. Mais, les travaux dans le puits à partir de 1954, ne permirent de retrouver aucun ossement humain ! Méfions-nous des légendes...

RECHERCHE DES PUIITS LES PLUS PROFONDS

Après la révélation du puits de Cordes, la première question qui me vint à l'esprit fut : s'il existe d'autres puits à eau de grande profondeur, à quel endroit peut-on les trouver ?

Dans mes recherches, je me suis limité aux puits à eau creusés par l'homme avec la technique traditionnelle des puisatiers. Des puits que l'homme puisse ensuite descendre pour les curer ou les entretenir. Mes premières recherches m'ont orienté vers les plateaux calcaires.

Les plateaux calcaires

En Europe, on pourrait penser trouver des puits profonds, en premier lieu sur tous les plateaux calcaires qui dominent d'une hauteur importante, les rivières et nappes aquifères. Dans le Sud de la France, que ce soit sur les Causses ou en Provence, on s'aperçoit qu'on a préféré des citernes alimentées par l'eau

de pluie tombée sur les toits, au creusement aléatoire de puits très profonds. Mes recherches sur le Larzac, où le gouffre naturel du Mas Raynal débouche sur une rivière souterraine à seulement cent mètres de profondeur, n'ont pas abouti. Il en fut de même sur d'autres causses. Pourtant, quelques creusements de puits ont été tentés pour atteindre des petites nappes très locales. Dans certains cas, les puisatiers ont eu aussi la surprise de déboucher sur un gouffre naturel. C'est le cas de l'Aven des Bassets (-40), à Redortiers sur le Plateau du Vaucluse, où à -15 le puisatier tomba sur une belle diaclase, sans la moindre goutte d'eau.

Dans son inventaire des cavités de l'Yonne, mon ami Claude Chabert [5] signalait : Le gouffre de Villepot, à Courson-les-Carières, où lors d'un creusement en 1934, les puisatiers débouchèrent sur un gouffre naturel à -26. Ils y descendirent jusqu'à -60, avant que les spéléologues n'en atteignent le fond sans eau (-84) ; c'est la plus profonde cavité naturelle de la région parisienne. Il nous signale encore le Puits de la Moutarderie à Bussy-le-Repos, où les puisatiers traversèrent une salle à -40, avant d'abandonner un creusement stérile à -57 (figure) ; cette situation se retrouvera certainement dans d'autres creusements. Toujours dans l'Yonne, il ne faut pas oublier le Puits Bouillant, où vers 1850, les puisatiers atteignirent à 27 m de profondeur une petite rivière souterraine, qui avec 1860 m de développement est la cavité la plus longue du département.

Les plateaux de craie

En fait, c'est sur les plateaux de craie de la Normandie, plus faciles à creuser qu'un solide calcaire jurassique, que l'on a trouvé des puits profonds, en majorité à usage domestique ou agricole. Il faut préciser que du fait de petites nappes suspendues, de nombreux puits de cette région sont de faible profondeur. Mais, à peu de distance de là, il faut creuser beaucoup plus profond pour atteindre l'eau. Ces puits, situés dans l'Eure et la Seine-Maritime, ont été explorés dans les années 1970-90, principalement par le GNSU (Groupe Spéléo Normand Universitaire). Dans les années 1950, avec le raccordement des fermes à un réseau d'adduction d'eau, la plupart d'entre eux ont été abandonnés et plusieurs obstrués par une dalle et de la terre. C'est le cas du puits de la Londe que les écrits donnaient profond de 465 pieds et qui existait déjà du temps de la Révolution et de deux autres puits à Varengeville. Concernant les puits profonds encore existant, on peut citer :

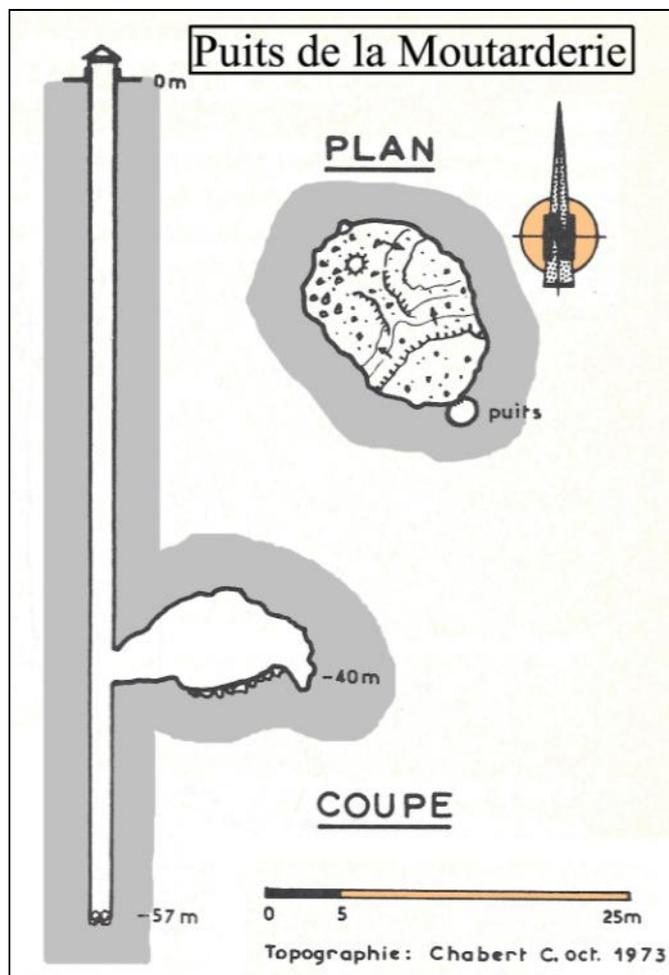
- Le puits du château de Montigny (Alt. 128m), d'un diamètre de 1,8 m, où en 1975, l'eau a été atteinte à 100 m de profondeur. La profondeur totale de 117 m a aussi été donnée. Daterait peut-être du Moyen Âge.

- Le puits de la chapelle du Bois des Faulx (Alt. 130m), d'un diamètre de 2 m, où l'eau d'une profondeur de 2 à 3 m, a été atteinte à -96.

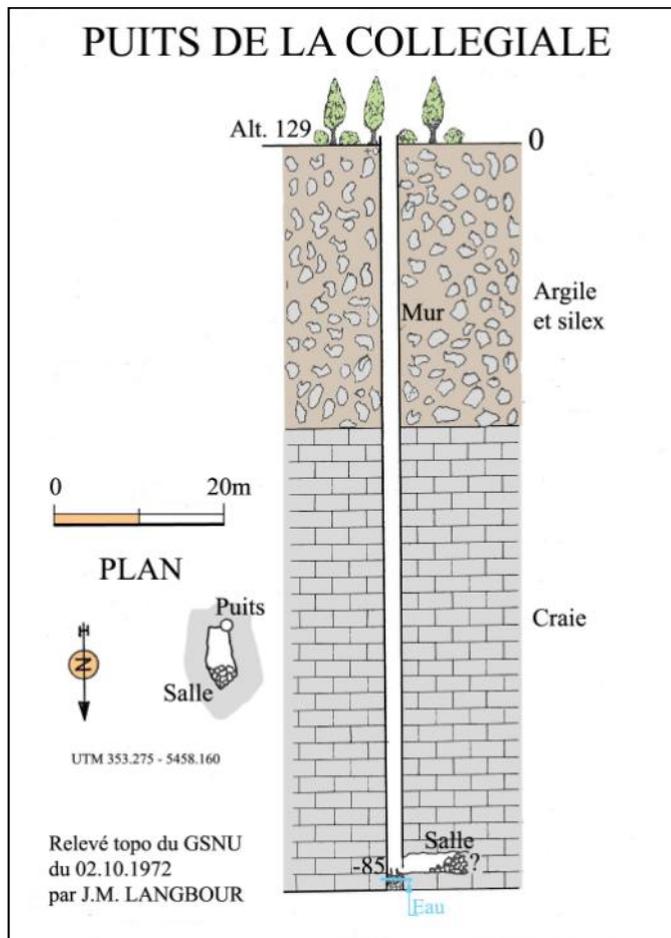
- Le puits du Prieuré (Alt. 142m), à Canappeville, exploré de 1972 à 1987. On y trouve l'eau entre -90 et -93 suivant la saison. Il débouche vers -100 dans de vastes espaces naturels plongés jusqu'à -104. D'un diamètre de 1,6 m, il était encore équipé d'un système de pompage en 1987.

- Le puits de St-Pierre de Varengeville (Alt. 110m), d'une profondeur estimée de plus de 100m et dont l'exploration a été interrompue en 1975 par le gaz carbonique vers -40.

- Le puits de la collégiale, ou de la place du Cloître, de la Saussaye (Alt. 129m), exploré en 1972, a



une profondeur de 85 m, dont les 18 premiers mètres sont maçonnés. Au fond, au niveau de l'eau, les spéléologues accèdent à une salle d'une dizaine de mètres de long où sont retrouvées des inscriptions allant de 1616 à 1935. Rien ne prouve qu'il ait pu être creusé au début du XIV^e siècle par les Templiers de la collégiale.



- Le puits de Beaulieu (Alt. 129m), aussi à la Saussaye, est d'une profondeur identique (-85 m). Il est maçonné sur la première quinzaine de mètres et a un diamètre de 1,6 m. Vraisemblablement d'époque moderne.

- Le puits du Tilleul (Ou de Valaine) (Alt. 70m), à Etretat, s'ouvre à l'intérieur de carrières souterraines. Profond de 65 m, il aboutit à un petit conduit menant à une voûte mouillante. Il est équipé de marches qui permettent d'atteindre les pompes installées sur l'écoulement souterrain. Ce captage aurait été réalisé en 1902 pour capter les eaux souterraines alimentant les sources « Pisseuses de Valaine ».

- Le puits du Chêne Henri (Alt. 164m), situé à Roncherolles (S.M.) est descendu en 1962 par les spéléologues qui trouvent l'eau à -62.

- Mais les plateaux de craie français trouvent leur continuation en Angleterre, où ont certainement été creusés des puits de profondeur équivalente, les altitudes étant peu différentes de part et d'autre de la Manche. A mon avis, la profondeur de Woodingdean well (-392 m) est une affabulation. Il fut creusé entre 1858 et 1862 pour une école professionnelle de Brighton [6]. Une telle école avait-elle les moyens financiers de creuser un puits à une telle profondeur et d'en assurer l'exploitation, très coûteuse à l'époque. Les puisatiers auraient atteint une nappe artésienne et l'eau serait remontée à 120 m de la surface. Tous les puisatiers n'auraient mis que 45 minutes pour remonter du fond à la surface, temps d'une brièveté impossible avec les manœuvres de treuil. Beaucoup de flous et de contradictions dans la description qui ne se réfère jamais à des documents d'archive de l'entreprise, ni à une étude sérieuse de l'hydrogéologie locale. Pas de position précise du puits. J'en suis désolé pour nos amis Anglais.

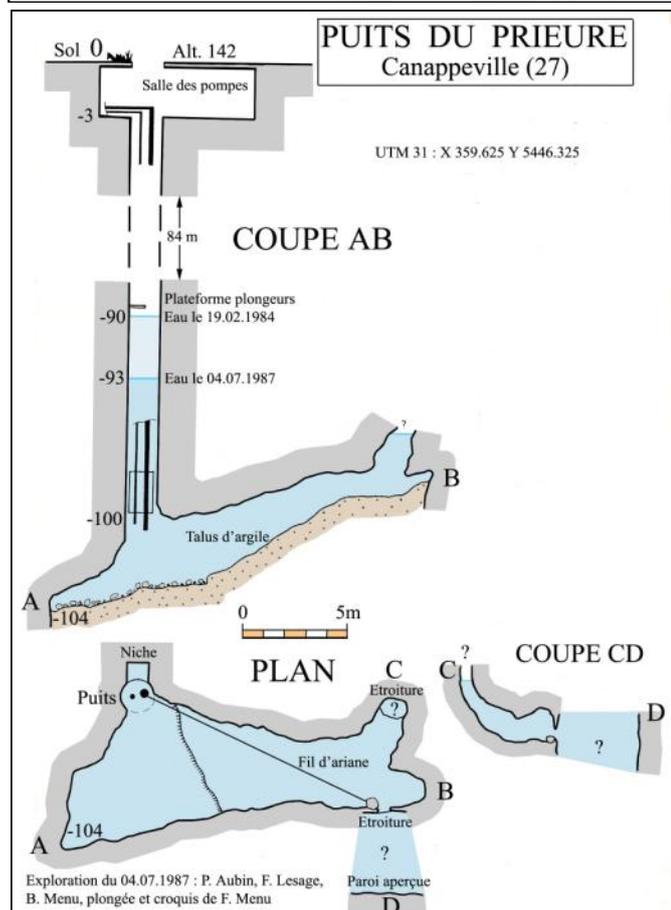
LE CAS DES FORTERESSES

Les forteresses sont situées en hauteur pour mieux se défendre et mieux contrôler un site stratégique. Nous touchons ici un cas où l'approvisionnement en eau devenait vital en cas de siège. La puissance militaire, avec ses moyens supérieurs à ceux des agriculteurs, a permis des creusements très importants, avec les puits à eau les plus profonds connus. Curieusement, c'est dans les pays les moins secs que nous avons trouvé la meilleure documentation sur les puits : en Allemagne en particulier, avec toute la rigueur qui caractérise ce pays. En France, outre la publication sur le puits de Cordes, la meilleure documentation concerne les montagnes alsaciennes grâce à l'ouvrage de René Kill [3] qui par ses recherches va au-delà de ses montagnes ; son travail est une référence. En Italie ou en Espagne, notre récolte a été très maigre alors que des puits existent !

En France, la consultation des cartes et photographies aériennes par le biais de Géoportail, montre de nombreux forts, forteresses, châteaux qui dominent le paysage. Quand on consulte ensuite Internet concernant ces châteaux, on voit souvent des photos qui font rêver. Mais si l'histoire est abordée, celle du ravitaillement en eau ne l'est que rarement, c'est un détail matériel auquel les historiens se sont rarement intéressés ! Quand on consulte des spécialistes des souterrains, on retrouve les mêmes lacunes. Suite à mes recherches, je fournis ci-après des listes non exhaustives, espérant créer une émulation qui pourra les compléter.

Les forteresses avec citerne

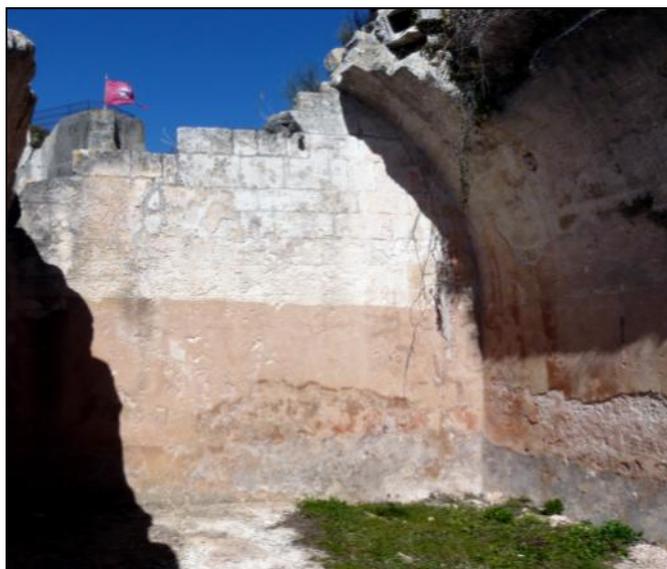
- En Provence, que ce soit aux Baux (13) ou à Buoux (84), entre autres, de vastes citernes et collecteurs recueillant l'eau de pluie avaient été aménagés.



- Les forts hauts perchés de Briançon ont attiré mon attention, mais ils sont tous dotés d'importantes citernes. Seule la place d'Armes de la vieille ville comporte un puits de 48 m.
- C'est aussi le cas au Proche-Orient : En Syrie, au Krak des Chevaliers, l'eau était stockée dans des citernes alimentées par un aqueduc. A Salah ed-Dine, il y avait des citernes.



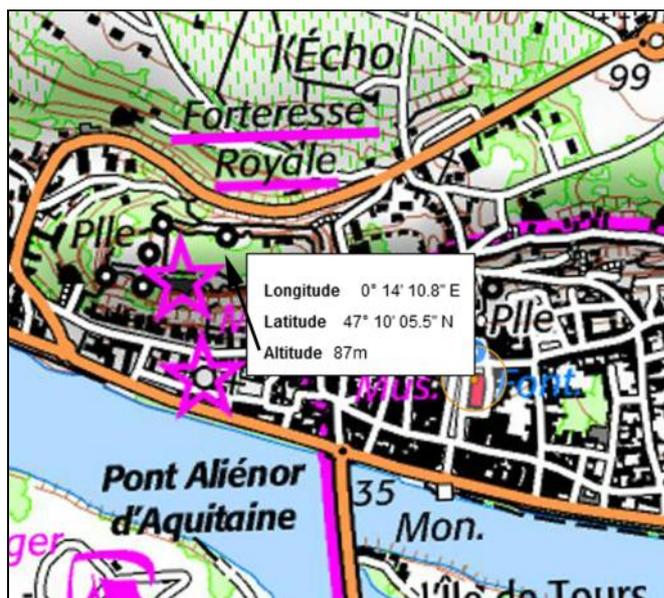
Le piton rocheux de Fakr ed-Dine, qui surplombe les ruines et sources de Palmyre de 120m, n'a pas été creusé de puits.
En bas, l'une des citernes des Baux-de-Provence.



- Qal'at al-Mudiq en Syrie, domine la dépression marécageuse du Gharb de 85 m. Cependant, durant nos travaux, nous n'avons pas eu connaissance de puits, seulement d'anciennes citernes, et il a été nécessaire de faire un forage de reconnaissance pour s'assurer de l'épaisseur du tell. Apamée située sur le plateau à peu de distance était alimentée par un aqueduc du temps des Romains.
- Chez les Nabatéens, dans les parties hautes de Petra, en Jordanie, il y avait tout un système de citernes ; c'était aussi le cas de la région de Hegra en Arabie, où malgré le creusement de nombreux puits dans les fonds de vallées, on retrouvait des citernes dans les parties hautes.
- Même problème concernant Qal'at Ibn Ma'an (ou Fakhr ed-Dine) qui domine les spectaculaires ruines de Palmyre de 120 m ; bâti un piton de roche dure et compacte, le château se contentait de citernes.

Les forteresses avec puits

La proximité d'un cours d'eau ou d'une nappe phréatique connue au pied de la hauteur de la forteresse, garantissait le succès du creusement profond d'un puits ; c'est ce qui s'est passé à Cordes. Cependant, quand on retrouve une documentation concernant les puits, il faut souvent l'examiner avec réserve. Le monde souterrain est un monde où l'imaginaire prend souvent le pas sur la réalité. A l'époque moderne, des désobstructions, curages ou explorations par les spéléologues ont confirmé, ou infirmé, les profondeurs annoncées. D'autres puits n'ont pas été explorés et sont sans doute en partie obstrués.



L'outil exceptionnel qu'est géoportail nous permet d'avoir les altitudes grâce au MNT (Modèle numérique de terrain). Le centre du château de Chinon est à 87 m, d'altitude et de la même manière, celle de la Vienne à 28 m.

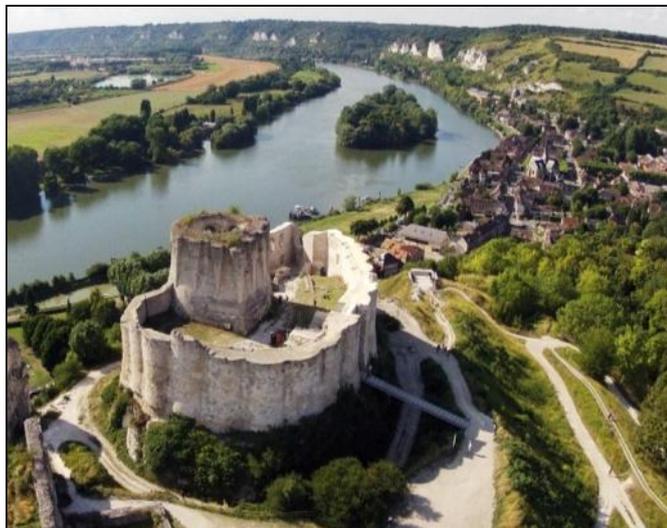
Pour chaque forteresse possédant un puits, par le biais de Géoportail en France et ailleurs par celui de Google Earth, j'ai vérifié la différence d'altitude entre la forteresse et le cours d'eau ou les sources qu'elle dominait. Cela m'a permis de mettre en doute certaines profondeurs annoncées ; c'est le cas du puits de la forteresse royale de Chinon d'une profondeur annoncée de 91 ou 95 m, alors que la dénivellation entre le château et la Vienne qui coule à ses pieds est de moins de 60 m.

Je cite cependant quelques puits aujourd'hui comblés, parce que les factures retrouvées dans les archives, notamment en ce qui concerne les longueurs de chaîne sont des éléments fiables. J'ai ensuite vérifié la cohérence de la profondeur estimée par le biais des altitudes de la forteresse et des terrains avoisinants.

France

Nous avons déjà vu le puits de Cordes, je continuerai par les forteresses les plus anciennes et les plus connues. Il faut noter que de nombreux puits ont été creusés sous Vauban

- Castrum de Constantine à Lançon-de-Provence (13) sur les hauteurs qui dominent l'étang de Berre. Il fut occupé du II^e siècle av. JC, jusqu'au VI^e siècle. On y trouve un puits artificiel, appelé de la Chèvre d'Or, obstrué par les pierres à 47 m de profondeur. Auréolé d'une légende de trésor, qui y a amené des recherches



La haute cour de Château Gaillard domine la Seine de 88 m. Subsiste un puits obstrué dans la grande enceinte. On distingue le puits du château de Robert-le Diable dans la cour. Sa margelle domine la Seine de 100 m.



à partir du XVI^e siècle, aucune étude sérieuse n'en a encore été faite. Peut-on envisager qu'il ait pu être creusé à l'époque du castrum ?

● Le puits de Carcassonne et sa légende. Je ne pouvais ignorer l'extraordinaire cité de Carcassonne, bien qu'elle ne domine l'Aude que d'une cinquantaine de mètres au maximum. En fait, il y a deux puits publics dans la cité : le Grand Puits, ou puits des fées (o Potz de las Fadas) profond de 39,4 m pour un diamètre de l'ordre de 3 m à la margelle ; il est bâti de moellons sur 12 m et se creuse dans le grès en dessous. L'autre puits, le Plô, situé au point culminant du site est appelé le petit puits (diam 1.6), Il est donné pour 21 m de profondeur mais il devait atteindre 50 m à l'origine.

Comme à Cordes, le Grand puits eut une légende : celle d'un trésor caché. Il y eut donc en 1808 une première expédition à la quête du trésor. Elle fut menée à l'instigation des notables de la ville. L'exploration du puits ne donna rien... En 1832, les chercheurs se lancèrent à nouveau à l'assaut du grand puits. On prétendit que, la première fois, le puits n'avait pas été curé dans de bonnes conditions. Peut-être le trésor était-il encore là, gisant sous quelques mètres de vase... Pas davantage de succès !

Mais en dehors de ces puits publics, il y aurait eu une vingtaine de puits privés dans la cité.

● Château-Gaillard aux Andelys (76) Bâti au XI^e siècle, sa haute-cour (Alt. 98 m) domine la Seine (Alt. 10 m) de 88 m. Trois puits y furent creusés, dont un puits dans le donjon [3, p.341]. Aujourd'hui, seul le puits de la Basse-cour (alt 94 m) est encore visible, mais il est

obstrué à quelques mètres de profondeur. Du fait de l'altitude, la plus grande profondeur de ces trois puits ne devait guère dépasser 90m.

● Château de Robert-le-Diable à Moulineaux (76), bâti au début du XII^e siècle, il comporte un puits toujours existant, mais aujourd'hui inaccessible. Il a été descendu jusqu'à l'eau à la fin des années 1970 par les spéléologues du GNSU qui avaient mesuré une profondeur d'eau de 7 m. S'ouvrant à moins de 101 m d'altitude, il ne domine la Seine, située à 1,2 km, que de 100 m, c'est à cette profondeur qu'il serait logique de ramener la profondeur annoncée par les spéléologues (-114).

● Le Château de la Rochepot (Côte d'Or) dont la construction va du XII^e au XV^e siècle possède un puits de 72 m entièrement creusé dans le roc.

● Le château de Coucy (Aisne) bâti au XIII^e siècle, démantelé sous Louis XIII, a un puits de 64 m déblayé en 1819 [3, 106].

● Le château de Bar-sur-Seine (Aube) démantelé au XVII^e siècle sur ordre de Louis XIII. A un puits de 50 toises (97 m), il fut approfondi de 25 pieds (7m) en 1430 [3, 122]. Obstrué, en accord avec les altitudes.

● Le château de Vergy (Côte d'Or) fut rasé sous ordre d'Henri IV en 1610 et son puits comblé. Les écrits relatant ce comblement lui donnent 42 toises de profondeur (Env. 83 m), ce qui semble cohérent quand on voit l'altitude du château par rapport au terrain environnant.

● Le château de Harcourt (Eure) possède un puits de 68 m [3, p.341]. La forteresse initiale date du XII^e siècle et a été réaménagée au XVII^e siècle pour la rendre plus habitable.

● Le puits Bayard, à Aigremont (Yonne), aurait été creusé au Moyen-Âge et mesurerait 62 m.

● La forteresse de Polignac (43) a été construite de 1385 à 1421. Bâtie sur un beau sommet basaltique, elle domine le village de 60 à 70 m. Un puits de 83 m y a été creusé, dont on voit encore la margelle sur les photographies aériennes. Il pouvait subvenir aux besoins d'une garnison de plusieurs centaines d'hommes.

● Le Haut-Koenigsbourg situé à 750m d'altitude, domine la plaine d'Alsace. Il fut reconstruit en 1479. Sur ses pentes, on trouve des sources à 570m d'altitude. On y a creusé un puits de 62 m [3, p.136], aujourd'hui obstrué à 58 m. Mais, on y trouve de vastes citernes.

● Château de Fénelon à Sainte-Mondane (24). Le château se trouve à 180 m d'altitude, 100 m plus haut que la Dordogne. Son puits était donné pour 96 m. Il a été exploré en 1996 par les spéléologues de la Cordée occitane qui touchent l'eau à -69.

● Saint-Jean-Pied de-Port (64). L'emplacement de la citadelle domine la Nive de 75 m. A la suite de son inspection de 1685, Vauban regrette, entre autres, l'absence d'une citerne pour compléter le puits existant. Nous ne savons s'il existe encore.

● Le Fort de Bellegarde, situé sur un sommet de 424 m d'altitude, domine de 130 m le Col du Perthus (66), à la frontière espagnole. En 1680 Vauban fait construire une vaste fortification remplaçant une ancienne tour de surveillance. Le puits, creusé en 1698, a un diamètre de 5,85 m et une profondeur de 62 m. Son orifice est accessible à la visite touristique.

● Le puits du siège de Longwy (54) fut creusé de 1679 à 1690 pour alimenter la population civile, il est surmonté d'un beau bâtiment. Le puits, profond de 30 toises (58,5 m), est alimenté par une galerie souterraine venant de la Fontaine du Bois de la Marchande.

● La citadelle de Montmédy (55) domine la vallée de Ciers de plus de 200 m. Un puits de 80 m y aurait été creusé.



La citadelle domine le Doubs de plus de 125 m, ce qui est cohérent avec la profondeur annoncée dans les archives.

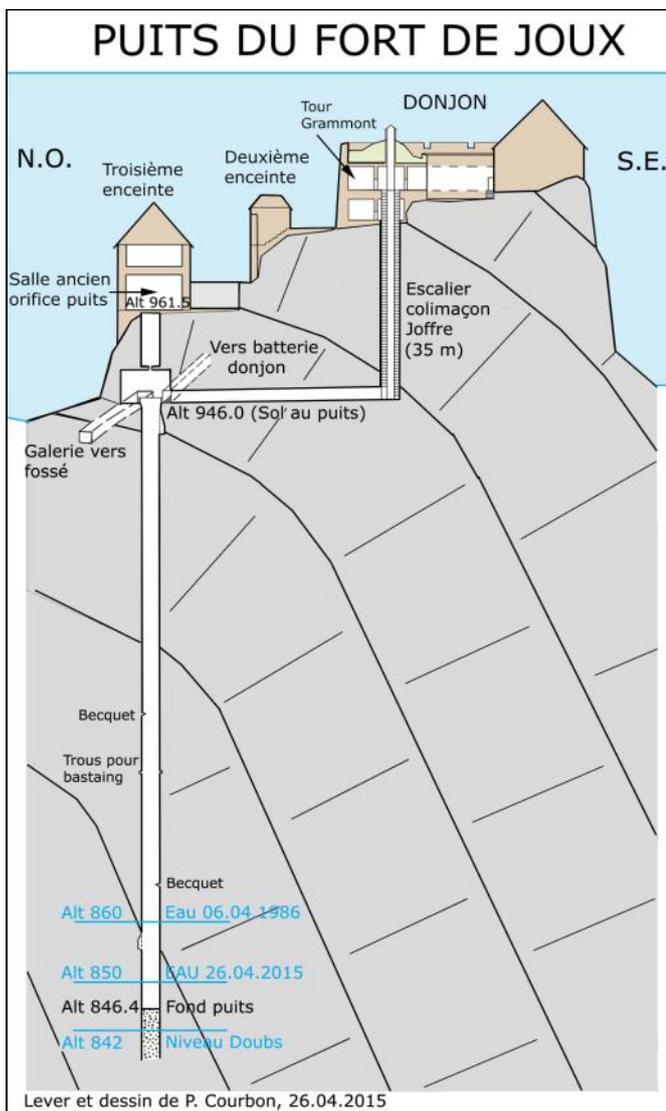
on ne devrait pas être loin de la nappe phréatique.

- Le fort de Belfort (90) bâti sur un rocher calcaire qui domine la ville. Il a un puits du XVI^e siècle, de 81 m exploré par les spéléologues, dans les années 1970, et serait comblé sur une quinzaine de mètres.

Le puits du fort de Joux, en eau lors de notre exploration

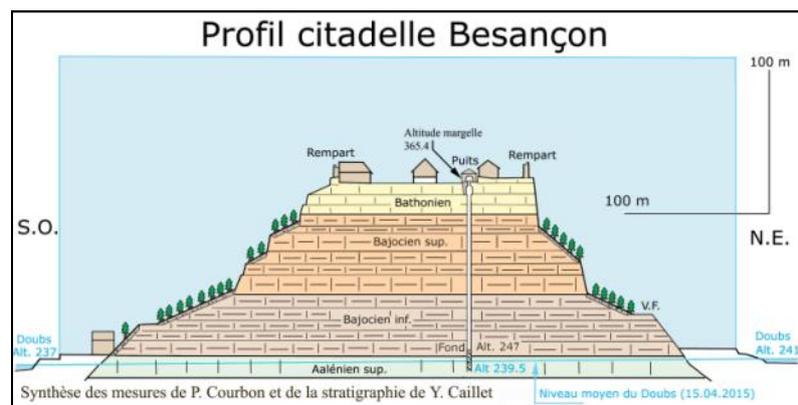


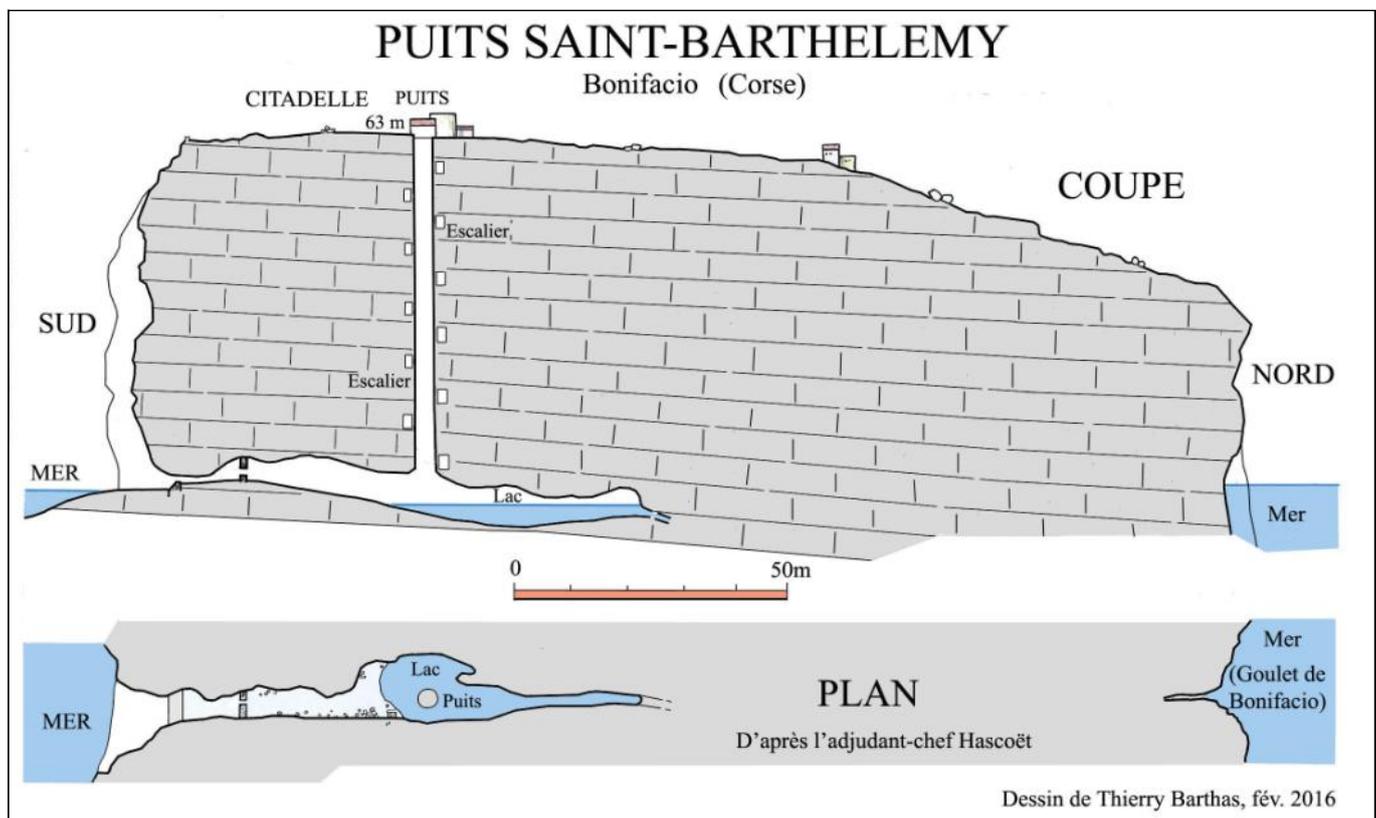
- Le Château de Joux (25), au sud de Pontarlier, domine le Doubs de plus de 120 m. Il a été rebâti par Vauban de 1680 à 1690, sur un château plus ancien. Un puits y a été creusé de 1690 à 1693, puis approfondi en 1696 suite aux grandes variations du niveau de l'eau. Au cours du creusement il n'y aurait eu « que trois morts » ! Depuis 1879, on n'y accède plus que par une galerie latérale, son ouverture supérieure, située 15,5 m plus haut, ayant été condamnée. Il est actuellement obstrué à 101 m sous le niveau de la margelle, mais l'eau peut remonter jusqu'à -87. Les profondeurs données par les documents anciens varient de 119 à 145 m. Après la topographie que j'ai dressée en



La citadelle de Besançon domine le Doubs de plus de 125 m.

- La citadelle de Barraux (38) construite sous Vauban possède un puits de 45 m.
- La Citadelle de Bitché (57), commandant l'accès aux Vosges, a été réaménagée de 1741 à 1750. Le puits est foré jusqu'à 75 mètres. Il atteint le niveau des eaux de l'étang qui se trouve au pied de la citadelle. Quatre mille litres par jour pouvaient être remontés dans les réservoirs de la place. Serait en partie obstrué.
- Puits de la citadelle de Montreuil (62). En 1989, les remblais sont évacués de -29 à -43, à l'initiative de la direction régionale des Antiquités. Au vu des altitudes,





avril 2015 [24], il est raisonnable d'estimer son comblement à une dizaine de mètres. Sa profondeur initiale devait être de l'ordre de 125 m. La coloration du proche puits de Frambourg, en déc. 2008, est ressortie à la source de la Loue.

- **La Forteresse de Besançon** domine le Doubs de plus de 120 m dans son enceinte haute. Sa construction commença en 1668 à partir des plans dessinés par Vauban. Un puits y a été creusé, à partir de 1681. Il est situé dans une petite bâtisse où subsiste encore une grosse cage d'écureuil. Par conversion des unités, les documents d'époque donnaient une profondeur de 130,5 m (67 toises), dont 8 à 10 pieds (3m) d'eau. La topographie que j'ai dressée au cours de l'exploration d'avril 2015 [24] donne son fond obstrué à -118,2 m par rapport à la margelle. Il est raisonnable d'estimer son comblement à une dizaine de mètres et la profondeur initiale à 129-130 m.

- **Le puits St-Barthélémy (Corse)** : C'est le puits le plus surprenant. Il a été creusé par le génie militaire, entre 1852 et 1856, dans la citadelle de Bonifacio. Profond de 63 m et d'un diamètre de 3m, il est doublé d'un escalier colimaçon de 330 marches. Il aboutit dans une salle de 30m sur 15, avec un lac d'eau saumâtre situé à seulement une trentaine de mètres de la mer.

- **Les forts de Briançon** : Briançon possède une ceinture de sept forts, tous bâtis sur des hauteurs et étagés sur 1.000 m de dénivellation. Ils furent érigés sous Vauban, mais il s'avère qu'ils étaient tous alimentés par des citernes et non des puits. Le seul puits connu de la vieille ville est à usage civil. Situé sur une place, il mesure 48 m.

- **Montdauphin** : Ce fort Vauban hors du commun domine la Durance de 110 m. Le creusement d'un puits avait été envisagé, mais trop coûteux, il fut remplacé par le captage de deux sources à l'extérieur du Fort. Ce fort n'a jamais connu de siège !

- **Puits de l'hôpital Bicêtre**. Afin de satisfaire aux besoins en eau de l'ancien hospice construit sous Louis XIII, un énorme puits fut foncé et aménagé entre 1733 et 1735 par Boffrand; il plongeait 57 mètres plus bas dans les eaux de la nappe alluviale de Bièvre. Son utilisation prit fin en 1903.

lisait prit fin en 1903. Pour remonter l'eau, on utilisait : un manège à chevaux ; des hommes (en particulier des épileptiques internés). Subsiste à l'intérieur du puits un système de descente (reste de paliers et d'échelles en fer plus que rouillées) ; il était destiné aux équipes en charge du curage du font de puits.

Belgique

Nos amis belges ont désobstrué de nombreux puits. Nous ne citons que ceux de plus de 40 m de profondeur.

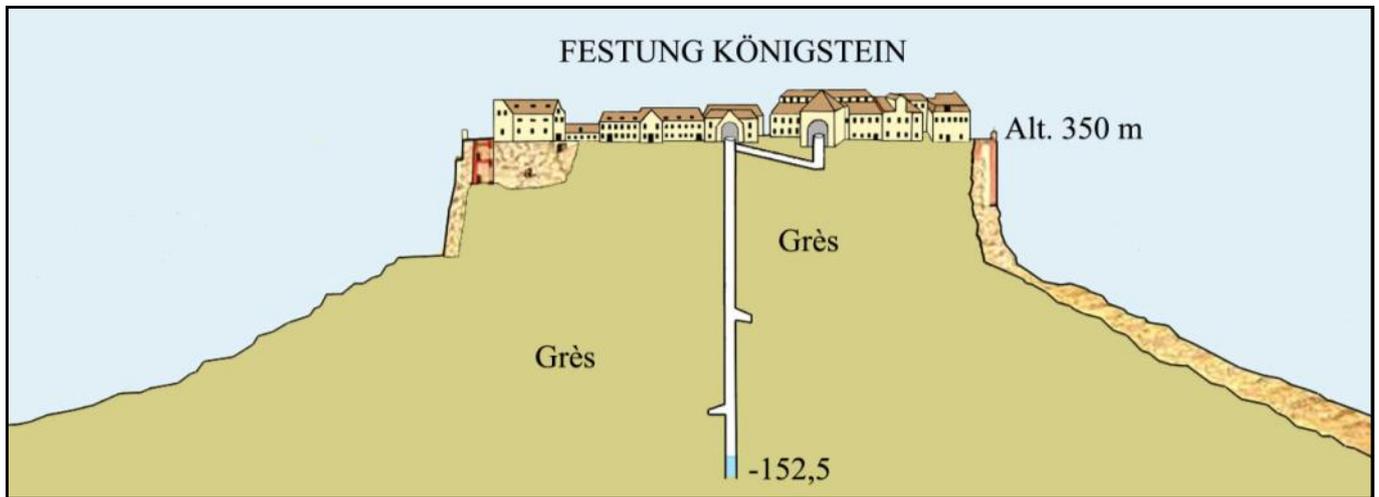
- **Puits de Payen-porte**. Il se situe dans le parc où se dressait l'ancienne citadelle de Liège dominant la Meuse de plus de 110 m. Sa profondeur est de 128 m pour un diamètre de 4,2 m en haut à 3,6 m en bas. On y trouve l'eau à -105 m. Il communique avec le bas de la colline par une galerie de 650 m. C'était à l'origine un puits de mine pour l'extraction du charbon creusé au XIV^e siècle et exploité à cet usage. En 1650, il est englobé dans la citadelle en construction où il servira d'alimentation en eau. L'abaissement du niveau de l'eau dû aux exploitations minières de la région va amener son creusement de 98 à 128 m.

- **Puits de Namur** : La citadelle de Namur s'élève par étages jusqu'à une centaine de mètres au dessus du confluent de la Sambre et de la Meuse. Sur l'un des niveaux, côté Sambre, s'ouvre un puits qui a été exploré et désobstrué par les spéléologues jusqu'au fond rocheux (-50,8 de la margelle), après pompage. Les travaux commencés en 1976 par l'Equipe Spéleo de Bruxelles, sont terminés en 1999 par *The Science Explorers*.

- **Puits de Logne** : Les ruines du château de Logne, dans la commune de Vieuxville, dominant l'Ourthe. Un puits y a été désobstrué par les spéléologues jusqu'à 56 m de profondeur.

- **Le Château de Rochefort** posséderait un puits de 62 m dont le creusement n'a pas abouti. Il a été nettoyé en 2002 par l'association Les Amis de l'Ancien Château de Rochefort.

Le château de Bouillon, dont l'origine remonte au VII^e siècle, comporte un puits creusé dans le schiste, dont le fond actuel est à 56 m de profondeur.



En bas à gauche, l'impressionnant Kyffhäuser Brunnen, profond de 176 m. En haut, la forteresse de Königstein dominant l'Elbe de 240m. En bas à droite, Différemment d'autres puits, celui de Königstein a une taille circulaire plus régulière.

La forteresse de Poilvache comporte un puits, désobstrué en 1988 jusqu'à 57m par l'Association de Recherches Appliquées à la Spéléologie.

Luxembourg

Château de Vianden, Situé au dessus de l'Our, à la frontière allemande. D'après les documents, le puits, profond de 57 m, était doté d'une chaîne de 200 pieds (60 m) au XVII^e siècle [3, p.368], ce qui est cohérent avec les altitudes du château et de l'Our.

Allemagne

C'est en Allemagne, pays de mineurs bien plus que la France, que l'on trouve le plus grand nombre de puits profonds. Mieux étudiés en général, plusieurs d'entre eux ont été désobstrués pour préserver le patrimoine qu'ils représentaient. D'après René Kill, ils ont plus souvent été creusés par des mineurs que par des puisatiers.

- Kyffhäuser Brunnen: C'est le puits profond actuellement connu au monde, avec 176 m. Il se trouve dans l'enceinte du monument national de Kyffhäuser, situé sur un sommet secondaire (440 m) du massif du même nom, près de Bad Frankenhausen (Thuringe). Ce puits fut creusé dans le grès vraisemblablement entre 1140 et 1180, à l'époque de Frédéric I^{er} Barberousse (1122-1190). Il fut désobstrué et restauré de 1934 à 1936, plus de 1.500 m³ de déblais étant extraits du puits.

- Brunnen Königstein (Saxe). La forteresse de Kö-



Homburg est le type de nombreuses forteresses allemandes (Gravure de M. Merian, 1655)

nigstein (*Festung Königstein*) occupe les 9,5 hectares d'une butte dominant de 240 mètres la courbe de l'Elbe, 30 km au sud-est de Dresde (Saxe). Ce remarquable site défensif a été aménagé à partir du XIII^e siècle. Il a été surnommé la « Bastille de Saxe », car il fut utilisé de 1591 à 1922 en tant que prison d'État.

Au centre du château se trouve un puits de 152,5 m, creusé de 1566 à 1569. Lors de son creusement, il n'était pas exclu de devoir descendre jusqu'au niveau de l'Elbe, 246 m plus bas [3, p. 103], mais une nappe d'eau fut trouvée plus haut!

- Homburg (Efze) : Un château sur la colline de basal-

te dominant le bourg fut construit au XII^e siècle et un puits de 150 m fut creusé de 1605 à 1613. Le château fut détruit au cours de la Guerre de Trente ans (1618-1648), mais le puits fut déblayé de 1997 à 2001. D'un diamètre de 2.25m, il serait maçonné jusqu'au fond, ce qui paraît étonnant.

- **Brunnen Wülzburg**. Se trouve dans le Jura franco-nien (Frankenalb). La vaste forteresse où il s'ouvre (7 ha) est sur la butte appelée Wülzburger Berg (629 m), au dessus de Weissenburg-in-Bayern (Bavière). La forteresse fut bâtie de 1588 à 1611. Le puits aurait été creusé en 1600, sa profondeur de 127 m jusqu'à l'eau, plus 3 m ; son diamètre est de 2,5 m. Une citerne de 1.300 m³ lui a été accolée en 1823-31.

- **Augustusburg** (Saxe) : La première mention du château date de 1206, mais le château a été rebâti en 1568. Il y a un puits de 131 m [3, p.364], creusé dans le porphyre.

- **Lemberg** (Rhénanie-Palatinat). La désobstruction de ce puits en 1995 a permis d'en atteindre le fond sec à -95 m. L'eau espérée vers -60 n'ayant pas été rencontrée, une galerie a été creusée à -60 pour capter une source, mais la mauvaise pente a empêché l'ouvrage de fonctionner [3, p.240]

- Plusieurs autres puits sont cités dans les listes allemandes publiées, sans que nous ayons une documentation précise à leur sujet : **Burg Regenstein** (Saxe) est une forteresse en ruine du XII^e siècle bâtie sur un bel éperon de grès (Alt. 290 m) dominant le village de Blankenburg. D'après les documents, un puits de 197 m y aurait été creusé, aujourd'hui complètement comblé. Cette profondeur est peu plausible avec les altitudes. **Burg Harburg** (Bavière) 129 m, **Schloss Spangenberg** (Hesse) 126 m, **Burg Neuhaus** (Bade Württemberg) 120 m, **Burg Waldeck** (Hesse) 120 m, **Veste Heldburg** (Thüringe) 109 m, **Festung Marienberg** (Bavière) 105 m, **Homburg** (Basse Saxe) 103 m. Certains semblent être maintenant obstrués, complètement ou en partie.

Autriche

- **Burg Forchtenstein** (Burgenland). Situé à 500 m d'altitude, près de Mattersburg, aurait un puits de 142 m de profondeur avec une chaîne de 160 m près de son orifice [3, p.370]. Domine la vallée de 150 m

- **Burg Seebenstein** (Niederösterreich). Le puits du château (Alt 450 m) donné pour 78 brasses, soit 136,5 m de profondeur, comporte à mi-profondeur une galerie de jonction entre les enceintes intérieure et extérieure du château. Il domine la vallée de 120 m.

- **Grazer Schlossberg** (Steiermark), au dessus de Graz, domine la rivière de 100 m. Son puits de 94 m aurait été creusé par les Turcs.

Tchéquie

- **Zamek Zbiroh**, Sur le château du XIV^e siècle a été bâti un château renaissance. Lors de l'exploration du puits de 163 m qui s'y trouve en 2006, la découverte d'un double fond en béton a laissé supposer la présence d'un trésor nazi. Altitude 547 m, domine la vallée de plus de 160 m.

- **Hrad Hukvaldy**, Dans le château du même nom, un puits de 150 m aurait été creusé à partir de 1581. Le dispositif de levage a été brûlé en 1738 lors de la chute du château. Une documentation plus précise est à rechercher. Le vieux château (Alt. 470 m), domine la vallée de 150 m.

- **Hrad Spilberk**, domine Brno de plus de 60 m avec un puits de 112 m. Le niveau de l'eau serait à -90.

- **Hrad Trencin**, profond de 80m, creusement arrêté faute de trouver d'eau. La colline du fort domine la rivière Vah de 80 m.

- **Karlstein**, magnifique château gothique, bâti entre 1348 et 1357, où l'on trouve un puits citerne de 78 m. Son creusement n'aboutissant pas, il a été relié à la cote -45 à un ruisseau proche qui l'alimente [3, p.240]

Roumanie

- **Forteresse de Rasnov**. Située à 740 m d'altitude, Elle domine la ville du même nom d'une centaine de mètres et le ruisseau proche de 125m. Aujourd'hui en ruines, elle posséderait un puits de 140 m, non exploré pour confirmation de la profondeur.

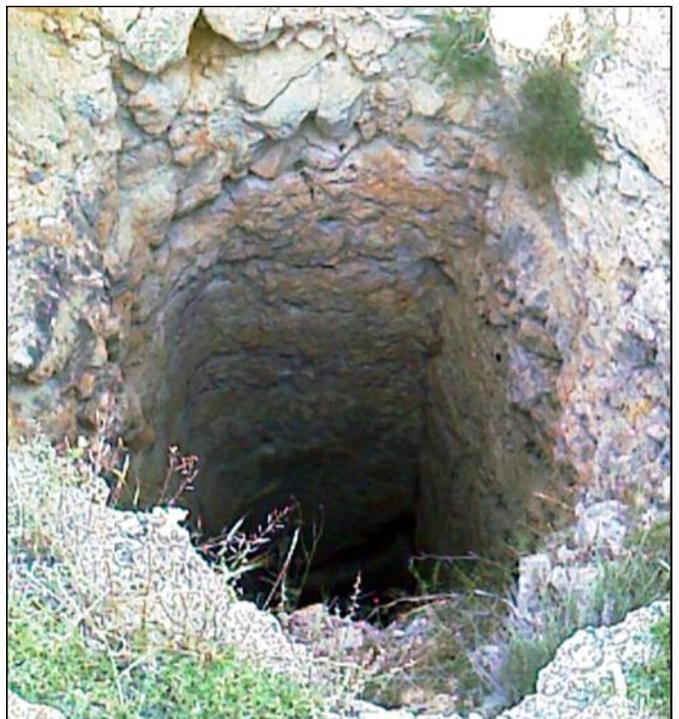
Suisse

- **Dorneck Schloss** (Soleure), ce vieux château pourrait dater du XII^e ou XIII^e siècle. Son puits, n'est plus accessible, mais les devis retrouvés permettent d'évaluer sa profondeur à 85 m et la chaîne utilisée à 99 m [3, p.369], ce qui est cohérent avec les altitudes.

Espagne

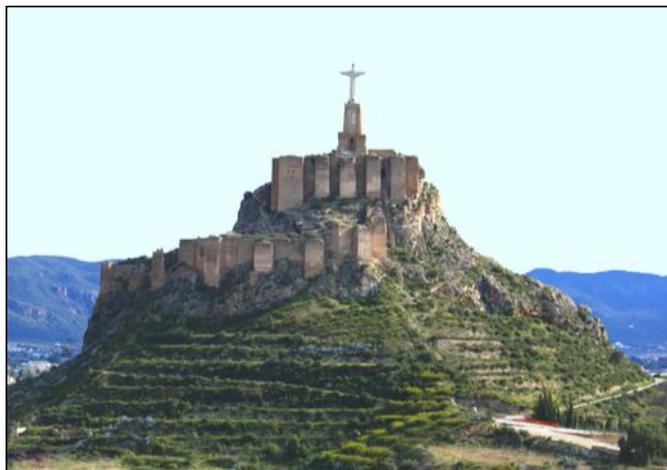
L'Espagne est riche en belles forteresses bâties sur des hauteurs, depuis l'époque de Omeyyades, en passant par les Templiers ! De nombreuses avaient des citernes alimentées par la pluie, nos recherches concernant un puits sont pour l'instant incomplètes.

- **Castello de Alcalá**. Cette belle forteresse arabe (alt. 410 m) domine la petite ville de Mula près de Murcie de plus d'une centaine de mètres. A 2 km passe le Rio Mula (alt. 260 m). Il y existe un puits, entièrement creusé dans le roc, d'environ 100 m de profondeur qui atteignait la nappe phréatique, ce qui est plausible au vu des altitudes. Non exploré par les spéléologues, nous ne savons si son fond n'est pas partiellement comblé.



Le puits d'Alcala n'a pas été exploré .

- **Castellijo de Monteagudo** : La fortification construite par les Arabes au XII^e siècle, occupe le sommet d'une colline calcaire abrupte de 149 m d'altitude maximale, qui domine de plus de 100 m toute la vallée



Le monumental fort de Monteagudo posséderait lui aussi un puits.

septentrionale de la huerta. Posséderait lui aussi un puits profond, non exploré ni photographié.

Italie

- Pozzo San Patrizio. Puits exceptionnel de 53 m de profondeur et de 13 m de diamètre, creusé dans la butte de tuf volcanique occupée par la ville citadelle d'Orvieto (Ombrie). Il fut réalisé entre 1527 et 1537 sur l'ordre du pape Clément VII pour fournir de l'eau en cas de siège ou de calamité. L'ouverture du puits est ceinte d'un escalier hélicoïdal de 248 marches éclairé par 70 fenêtres donnant sur le puits. Le double agencement de cet escalier permettait à des ânes de



En haut, l'extraordinaire Pozzo San-Patrizio doublé par son double escalier circulaire.

En dessous la belle Forteresse d'Exilles au dessus de la Doire Ripaire.

descendre, puis de remonter l'eau du puits sans se croiser !

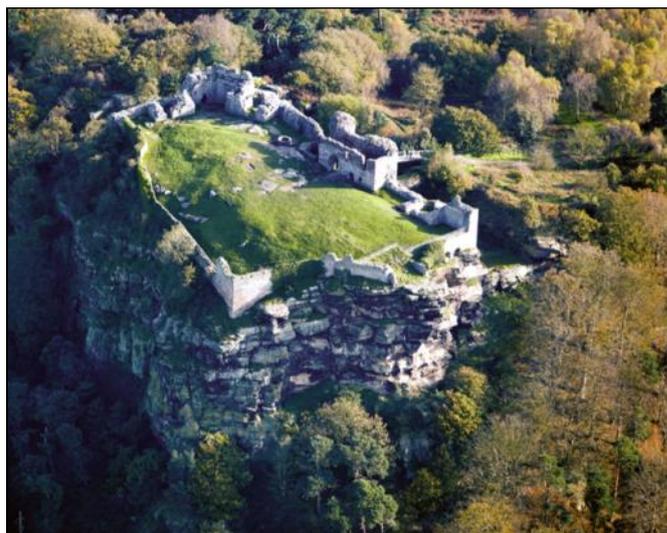
- Forteresse d'Exilles est l'un des monuments les plus anciens du Val de Suse. Le premier fort aurait été construit au XII^e siècle pour contrôler la route du Mont Genève. Il illustre cette zone de conflits entre la France, la Savoie et le royaume de Piémont-Sardaigne qui le reconstruisit au début du XIX^e siècle. Il domine la Doire Ripaire de 70 à 80 m et un puits de grand diamètre y a été creusé descendu par le spéléologue Giovanni Badino dans les années 1970. Il aurait 80 m de profondeur, avec l'eau à -50.

- Fort de Bard et Fort de Fenestrelle : Comme Exilles, dominant largement la vallée de la Doire. Nos recherches n'ont rien donné.

Grande Bretagne

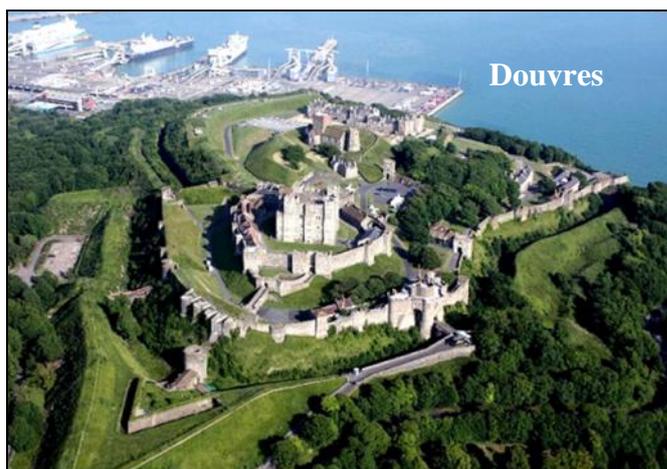
- Beeston Castle. (Cheshire) Ancien château fort du XII^e siècle, perché sur un rocher de grès escarpé qui s'élève 110 m au dessus de la plaine du Cheshire. Pour fournir aux habitants du château un approvisionnement en eau douce, deux puits furent creusés dans la roche, l'un d'entre eux, dont la profondeur est de 113 m, semble être le plus profond que l'on puisse trouver dans un château britannique [7].

- Dover Castle. Dominant la ville de Douvres, à l'endroit où le Channel est le plus étroit (33 km), il est considéré comme la « clé » de l'Angleterre ! Bâti au XII^e siècle, on le considère comme la plus grande for-



Ce qu'il reste de Beeston castle sur sa butte de grès. Le puits est encore visible sur la photo.

En bas, le château de Douvres, symbole de la défense de l'Angleterre contre les invasions venues de la mer.



teresse du royaume. Un puits de 107 m y a été creusé dans la craie qui constitue les falaises de la côte, mais non vérifié par les spéléologues à ma connaissance. Il a été maçonné sur plus de 50 m avec de la pierre de Caen, matériaux coûteux importé de France.

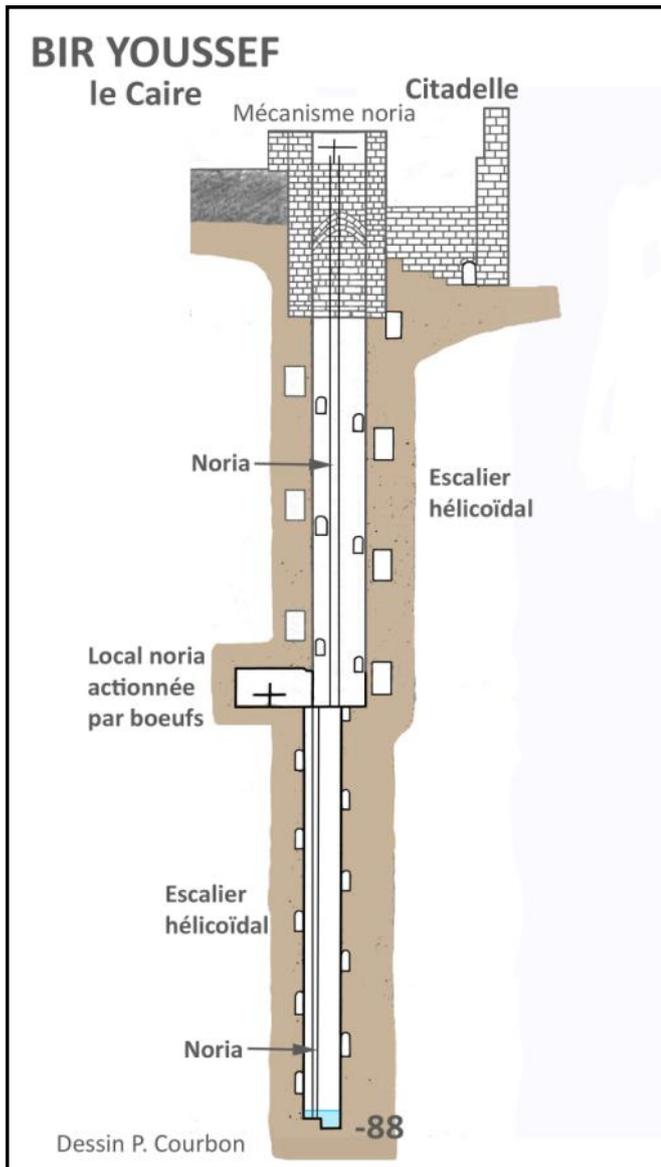
- Windsor Castle, château médiéval célèbre parce que l'une des résidences de la famille royale britannique posséderait un puits de 50 m de profondeur.

- On signale aussi : le puits de Carisbrooke Castle profond de 49 mètres et celui de Scarborough Castle: 46 mètres.

- Le château d'Édimbourg est une ancienne forteresse sur un rocher d'origine volcanique dans le centre de la ville d'Édimbourg, une centaine de mètres au dessus du niveau de la mer. La première référence écrite du château date du XI^e siècle. Nous n'avons pu y avoir confirmation de la présence d'un puits.

- Puits de Joseph ou Bir Youssef (le Caire) Il a été creusé au XII^e siècle par ordre de Salah ed-Din Youssef, pour alimenter la citadelle qui domine le Nil de près de 90 m. D'une profondeur totale de 88 m, il comporte en son milieu un vaste palier où des bœufs faisaient tourner un système de norias, relayant l'élévation de l'eau jusqu'à la surface. Un escalier de six pieds de large s'enroule autour du puits [8].

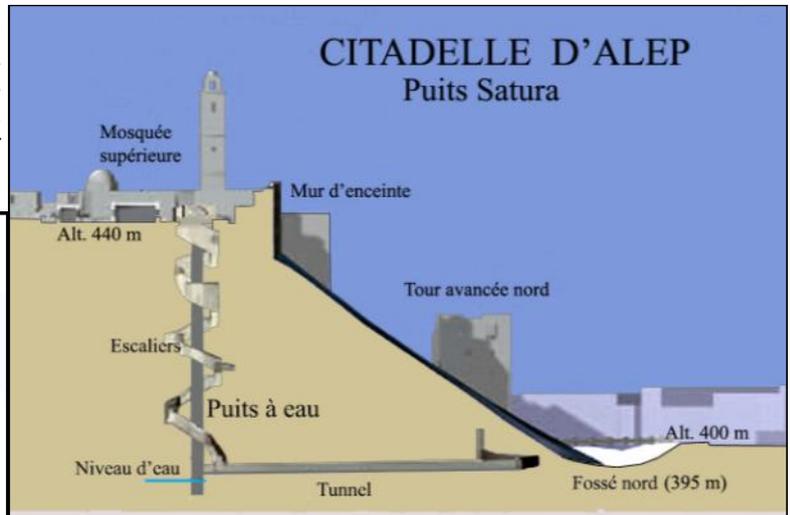
- Le château de Shaubak (Jordanie), construit par les Croisés au XII^e siècle, sous le nom de Krak de Mon-



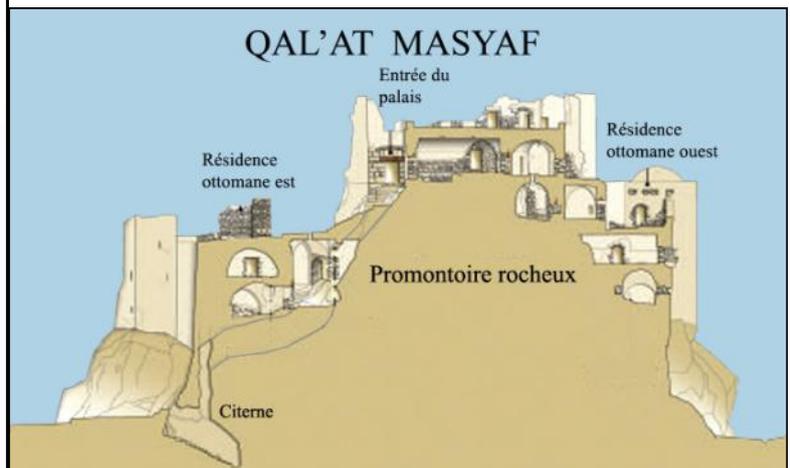
Au dessus du Caire, l'exceptionnel Bir Youssef avec son double système de norias domine le Nil de 90 m.

Proche-Orient

Le Proche-Orient, terre de passage, de combats et de rencontre de plusieurs civilisations regorge de forteresses monumentales tels le Krak des Chevaliers, le Château de Salah-ed-Dine, ou Fakr-ed-Dine que nous avons cité précédemment. Mais, bien qu'il y en ait certainement d'autres, nous n'en avons relevé que deux avec des puits.



Deux belles citadelles de Syrie : celle d'Alep a deux puits, ici le puits nord. Celle de Masyaf une citerne.



Le Krak des Chevaliers, plus célèbre forteresse du Proche-Orient, possède de vastes citernes. L'aqueduc canalisant l'eau de sources extérieures, remplit les douves.

tréal, possède un escalier de 400 marches qui mène à une source située 80 m plus bas dans le fond d'un valon, 130 m au S.E. des remparts. Cet escalier qui constitue une échappatoire aurait permis de résister pendant plus d'un an à un siège. Alt. château 1360 m, alt. source 1280 m.

- **Qala'at Shumaïis** (Syrie) bâtie au XII^e siècle, elle fit partie des trois forteresses ayyoubides qui ne tombèrent jamais aux mains des croisés. Située au N.O. de Salamiyeh, elle domine le paysage de plus de 80 m. Son puits descendu en 2009 par les pompiers à la recherche d'une canadienne disparue, ferait entre 80 et 90 m, obstrué par la pierre.

- **La citadelle d'Alep** (Syrie) se dresse sur une colline dominant la ville d'une quarantaine de mètres. Ses fortifications telles qu'elles nous apparaissent aujourd'hui vont du XII^e au XV^e siècle. Au nord de la citadelle, un puits de 50 m, appelé *puits satura ayyoubide* (XII^e-XIII^e siècle), est entouré d'un escalier hélicoïdal et prolongé d'un tunnel. Au sud s'ouvre un autre puits moins profond appelé Hellénistique, proche de la vaste citerne des Ayyoubides.

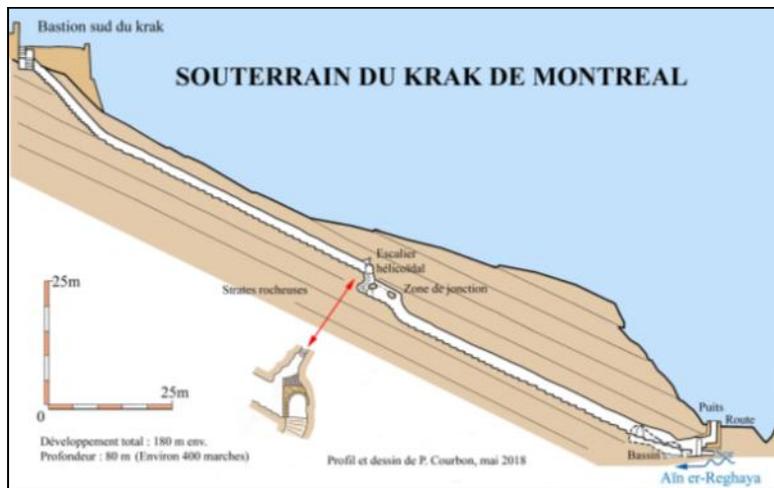
- **A Dûmat al-Jandal**, au nord de l'Arabie, l'oasis est dominée par un fort appelé Qâsr al-Mârid, lié à l'occupation arabe du VII^e siècle, surplombant la mosquée 'Omar al-Khattab et l'ancien village. Dans l'enceinte haute du fort, correspondant à nos donjons, se trouve un puits dont nous avons atteint le fond obstrué à -25, en 2012. Mais, si l'on se réfère, non pas à un cours d'eau, mais aux puits environnants situés dans l'oasis, ce puits devait avoir une profondeur d'au moins 50m pour atteindre la nappe phréatique.



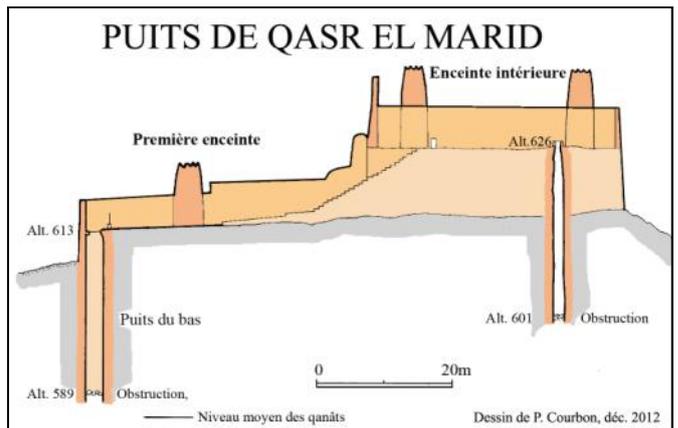
L'extraordinaire qala'at Shumaïmis et son puits (Cl. I. Shaddoud)



- **Qala'at Marqab** (Syrie), bâtie au XI^e siècle, était connue des Croisés sous le nom de forteresse du Margat. Elle est située à 3,5 kilomètres au sud du port de Baniyas, au sommet d'un piton de basalte dominant le paysage d'une centaine de mètres. Au XIII^e siècle, elle pouvait abriter 1000 hommes. Différemment de ce qui



Le souterrain étonnant du Krak de Montréal, creusé à la faveur du pendage de la roche.



Qâsr el Mârid domine l'oasis de Dûma. Au vu des puits, situés plus bas dans l'oasis, on peut supposer qu'au puits supérieur du qasr un creusement de plus de 50 m a été nécessaire pour atteindre l'eau.

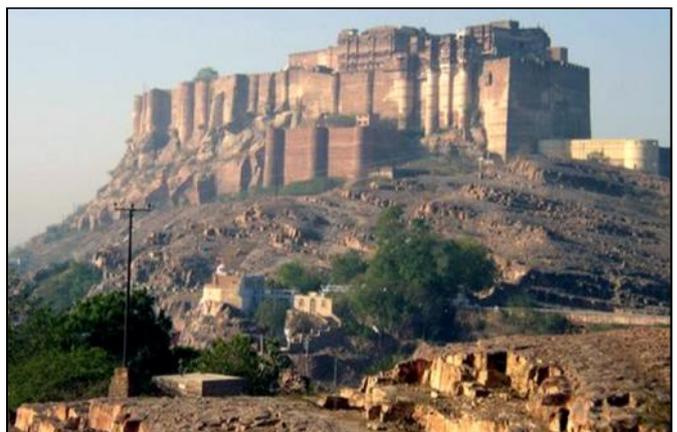
a été dit ou écrit, elle n'a pas de puits et était approvisionnée par des citernes comme nous l'a confirmé le chef de la mission hongroise qui l'étudie.

- **Ailleurs dans le monde : Chine, Inde, Amérique.**

Avec des pays de grande civilisation, comme l'Inde ou la Chine [18], un vaste champ de recherches est ouvert. Je n'ai encore rien collecté sur l'Amérique où beaucoup de régions se prêtaient au creusement de puits.

En Chine, d'après ce que l'on sait, le système de karez (nom local de qanat) qui alimente en eau les zones désertiques autour de Turpan (Xinjiang), proche de la Mongolie comporte des puits mères de grande profondeur. Celui de Miyimu Aji, de 5000 m de développement est alimenté par un puits de 80 m de pro-

Le beau fort de Mehrangarh en Inde.



fondeur. Bien qu'ils doivent exister dans ce vaste pays, nous n'avons aucune information sur des puits de forteresse.

● Le Fort de Mehrangarh, situé à Jodhpur, dans l'État du Rajasthan (Inde) est surnommé *le fort magnifique*. Il surplombe la ville de plus de 120 m de hauteur. Nous ne savons s'il possède des puits, mais son image nous convainc qu'il doit y avoir certainement des puits de grande profondeur dans les pays marqués par une grande civilisation. On peut trouver sur Internet, d'autres images aussi prometteuses.

LES PUIITS DU DESERT

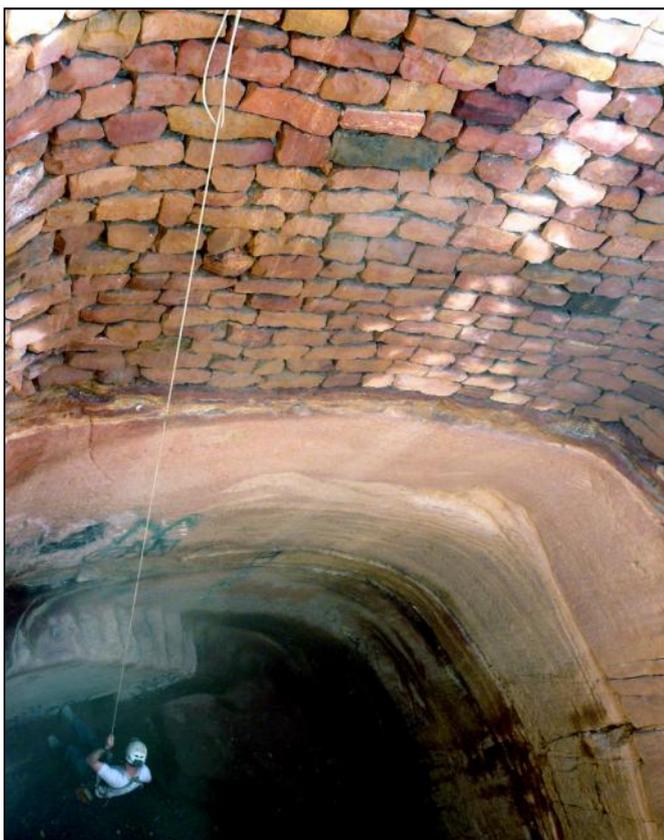
Il m'a paru intéressant d'élargir le cadre précédent pour aborder une zone où l'eau conditionne encore plus l'occupation humaine, regroupée dans des oasis plus ou moins importantes.

Dans les pays désertiques qui ont connu un développement économique suffisant, les forages avec pompes immergées très profondes ont remplacé, à partir des années 1970-1980, les puits classiques pour aller exploiter l'eau de nappes fossiles. Cela nous promet à plus ou moins long terme de belles catastrophes écologiques. En Arabie, dans certaines régions, le niveau de la nappe phréatique baisse de près d'un mètre par an et il y a un gaspillage aberrant de ce « Don de Dieu ». Dans les *marges arides* de la Syrie, ces pompes ont asséché de nombreux puits anciens.

Dans le Sahel

Dépourvu de la manne apportée par le pétrole au Proche-Orient, le Sahel est resté d'une grande pauvreté, interdisant les forages avec pompes immergées ; on continue à s'approvisionner en eau par le creusement de puits traditionnels.. On y trouve de nombreux puits creusés autrefois par les populations pastorales, par l'ORSTOM, ou il y a peu de temps encore par les ONG, telle l'association Via Sahel qui cite des puits de 40 à 70 m à creuser.

Bir Sakaka, dans l'oasis de Jawf en Arabie.



Dans le sud de la Mauritanie, on m'a cité des puits de près de 80 m, creusés pour atteindre des nappes artésiennes et nécessitant de retirer les puisatiers en catastrophe lorsque la couche aquifère était proche.

Claude Sauvel, hydrogéologue au BRGM me signale au Niger des puits touaregs captant les eaux de la nappe du Continental Intercalaire à une centaine de mètres de profondeur (105m pour le plus profond). Mais il s'agit là d'une nappe libre et la hauteur d'eau dans ces puits est toujours faible.

Je ne sais ce qu'il en est dans les zones désertiques de l'Afrique du Sud, les désert du Namib et du Kalahari entre autres.



Gaspillage aberrant de l'eau en Arabie, avec une imitation du jét d'eau de Genève...

En Arabie

Au N.O. du pays, dans la région de Tayma, se trouvent deux puits naturels de 100 m de profondeur : Bir Azaba et Bir 'Abassiyah. Dans les années 1970, l'eau y était remontée à l'aide de bidons accrochés au bout d'une corde de 110 m, tractée par un véhicule tout terrain. Il s'agit de diaclases dans les grès, dont la largeur n'excède pas 2 m et la longueur à l'orifice, 10 m.

En novembre 1983, je leur avais rendu visite à l'occasion d'une mission pour le BRGM. Les Bédouins avaient quitté la région, recouvrant soigneusement les puits d'une structure de tôles colmatées avec de la boue pour éviter l'ensablement. J'avais une corde de 100 m, mais limité par le temps, je ne pouvais défaire et remettre soigneusement les installations en place, ce qui aurait été beaucoup plus long que l'exploration. Le fait qu'en 1983, les puits étaient protégés par des tôles indique qu'initialement la diaclase où ils se creusent devait être ensablée, sans doute complètement. Pour atteindre l'eau, les bédouins avaient dû désensabler cette diaclase manuellement.

Avec la baisse constatée sur toutes les nappes phréatiques fossiles de l'Arabie, il serait intéressant de savoir si trente ans après, ces puits sont toujours en eau. Je traite en annexes, d'autres puits de ce pays, dont certains dépassent les 50 m.

Bibliographie

- [1] Société des Amis du Vieux Cordes, 2011, Cordes-sur-Ciel, le Puits de la Halle, S.A.V.C., 16p.
- [2] Charles PORTAL, 1914, *Le puits de Cordes*, Imp. De Nouguiès, 7p., Paris, réimpr. 1990
- [3] René KILL, 2012, L'approvisionnement en eau des châteaux forts en Alsace, CRAMS, Saverne.
- [4] Francis PIERRE, Puits de mines, puits de châteaux, l'eau en question, SÈSAM (Soc. d'Études et de Sauvegarde des Anc. Mines), PDF non publié.
- [5] Claude CHABERT et Georges MAINGONAT, 1977, Grottes et Gouffres de l'Yonne, CRDP, Dijon

- [6] "The Hunns Mere Pit" de Peter Merced, Book Guild, 1993, pp.221-237.
 [7] Guy DE BLOCK, 2010, La vérité est-elle au fond du puits ? Subterranea Belgica n°67.
 [8] Lise HULL, 2009, Understanding the Castle ruins of England and Wales, McFarland & Co, p. 122.
 [9] Gustave LE DON, 1884, La civilisation des Arabes, réimp. 1990, Firmin Didot, Paris.
 [10] Umberto ALLEMANDI & alii, 2007, Syria Medieval citadels from East and West.

ANNEXES

DATATION ET CREUSEMENT DES PUIITS

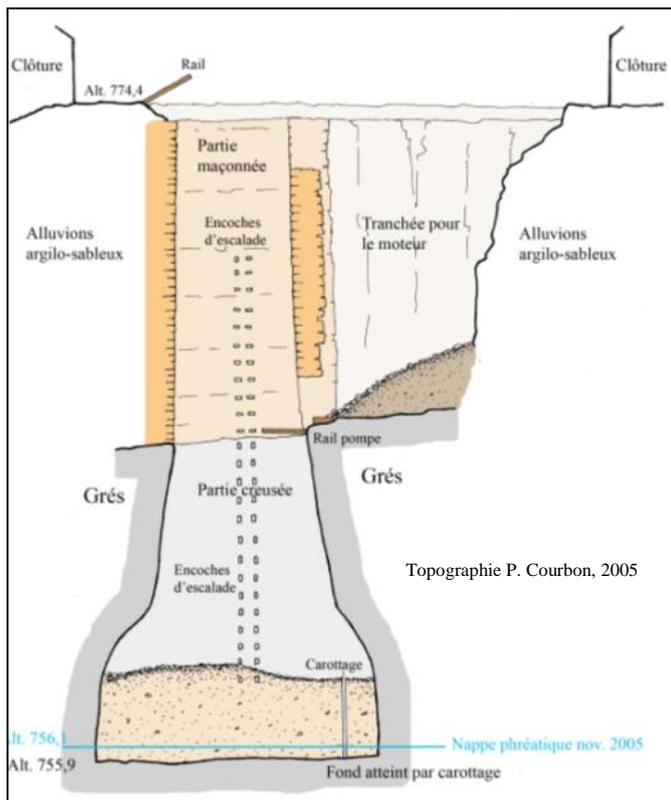
Une synthèse historique et détaillée des puits n'a pas encore été faite. Les techniques d'utilisation de l'eau sont nées avec l'apparition de l'agriculture, quand les chasseurs-cueilleurs décidèrent d'agir sur leur mode de subsistance (Viollet), environ 9 à 10.000 ans avant notre ère.

En 2009, ont été étudiés plusieurs puits à Shilloukambos (Chypre). Profonds de 4.5 m à 6 m, ils ont 1 m de diamètre et ont été datés du 9^{ème} millénaire BC [25]. En 2012 a été découvert en Israël, dans la vallée du Jezreel, un puits de 8m et d'un diamètre de 2.3 m dans sa partie supérieure qui est maçonnée. Il est ensuite creusé dans le roc. Deux cadavres y ont été découverts et datés de 6.500 ans BC [26].

D'autres puits très anciens ont été étudiés dans ce pays. On s'étonne des connaissances que pouvaient avoir ces hommes du néolithique pour choisir l'endroit où creuser un puits et jusqu'à quelle profondeur. Plus étonnant est le puits d'Atlit Yam, en Israël, actuellement englouti sous 10 m d'eau, lors de la montée de la mer provoqué par le réchauffement suivant la dernière glaciation. Il a été daté du VII^e millénaire BC.

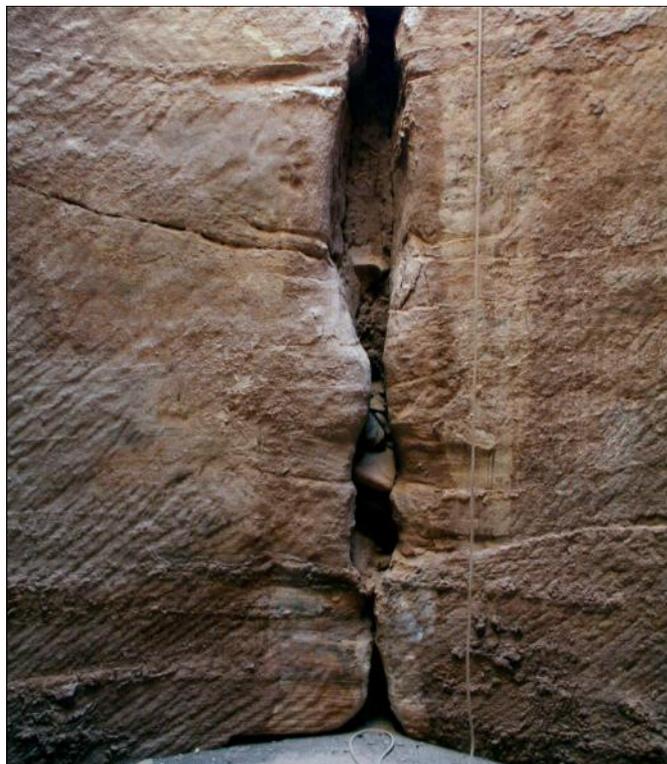
D'après Henri GOBLOT [12], les premiers qanâts et les puits qui les jalonnaient datent de 1.000

Dans ce puits, nous avons fait notre carottage à temps pour essayer de retrouver l'eau. Deux ans après, comme nous l'ont appris les forages alentours, l'eau était beaucoup plus bas.



ans avant notre ère. En Egypte, on se souvient du puits de Syène (aujourd'hui Assouan) : le jour du solstice d'été, le soleil à la verticale en éclairant le fond, avait donné l'idée à Eratosthène de faire la première mesure de la circonférence terrestre [13].

Il n'y a pas eu d'ouvrage de synthèse sur les puits romains, mais à Saintes (Charente), deux puits de 34 et 46 m entièrement creusés dans le roc ont été étudiés. D'un diamètre de 0,9 m, ils comportaient dans la paroi des creux où mettre les pieds, pour pouvoir y descendre.



Deux millénaires plus tard, les traces de taille sont toujours visibles dans la roche.

En bas, comment les Nabatéens creusaient le grès.



Les puits nabatéens

Les puits nabatéens les plus anciens que j'ai étudiés sont les puits nabatéens de Hegra (ou Medaïn Salih) en Arabie saoudite, que l'on peut situer entre le I^{er} siècle av. J.-C. et le VI^e siècle de notre ère [14]. Les tombes monumentales et les temples sculptés dans le roc par ce peuple, montrent que la taille du rocher n'avait aucun secret pour eux et que creuser des puits dans le roc ne leur posait pas de problèmes. D'une profondeur moyenne d'une vingtaine de mètres et d'un diamètre de l'ordre de 4 m, ces puits ont été creusés dans le grès jusqu'à 3 ou 4 m sous le niveau de la nappe phréatique.

que. Au sommet de la nappe, l'eau suintant doucement dans le grès, elle devait être puisée rapidement durant la dernière phase de creusement.

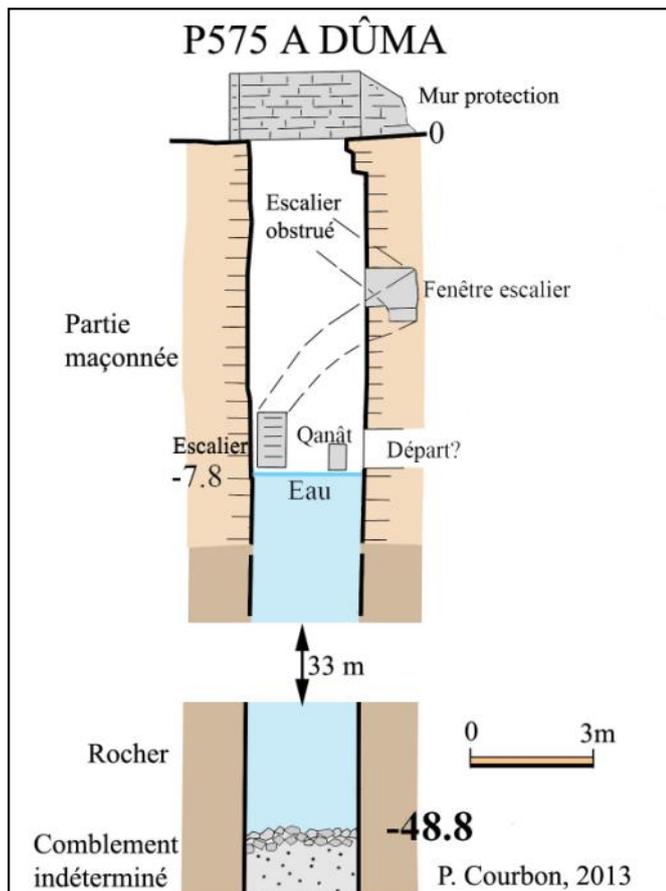
Seule la partie supérieure du puits, creusée dans le sable ou les alluvions, était maçonnée. En dessous, la roche nue est encore marquée par les stries des outils de creusement. Des encoches avaient été creusées dans cette roche et aménagées dans la maçonnerie pour que les puisatiers puissent ressortir par leurs propres moyens, ce qui est impressionnant, même si les puits ne dépassent pas 20 m. Les puits exploités jusque dans les années 1970 avaient été curés et entretenus.

Puits de l'ère islamique

Dans les oasis du Jawf, en Arabie, bien que quelques puits puissent être attribués aux Nabatéens, il est raisonnable de penser que la plupart d'entre eux datent de l'ère islamique et après. Les profondeurs mesurées vont d'une vingtaine de mètres à 50, sans que l'on puisse connaître la profondeur réelle des puits à cause des différents matériaux tombés qui s'y sont entassés sur une hauteur indéterminée. L'eau encore présente dans la majeure partie d'entre eux, empêche tout carottage. Depuis trente ans, ils ont été abandonnés, remplacés par un réseau de conduites d'irrigation alimentées par des profonds puits artésiens.

La première partie de ces puits, correspondant à un creusement dans une roche plus hétérogène, est maçonnée sur des hauteurs variant de 8 à 20 m, avec un diamètre moyen de 4 m. La maçonnerie repose sur une roche plus dure, non aquifère, où la suite du puits se prolonge dans la roche encaissante avec un diamètre de 2,5 m. Vu la hauteur d'eau de certains puits et les caractéristiques hydrogéologiques de la zone, il est logique de penser que les puisatiers avaient creusé jus-

On n'a pu creuser aussi profond avec une telle hauteur d'eau. On a sans doute creusé à sec, jusqu'à atteindre le sommet d'une nappe artésienne. Nous ne savons la hauteur du comblement dû au sable et jets divers. Les infiltrations des arrosages modernes ont faussé le niveau de l'eau.



qu'à atteindre la couche limitant une nappe artésienne, dépassant 50 m de profondeur à certains endroits.

En Europe

Les plus anciens grands puits que nous avons abordés précédemment en Europe ont été creusés à partir du Moyen Âge, du XII^e siècle exactement. Mais des puits moins profonds ont pu être creusés dans le roc, bien avant cette période, en particulier par les Grecs et surtout les Romains, comme nous l'avons vu précédemment à Saintes (Char. Mar.). Aucun ouvrage de synthèse n'a été publié. Le fer aciéré avait remplacé le bronze depuis longtemps, mais les techniques de creusement n'avaient pas changé.

En France, Carcassonne a eu une occupation gallo-romaine qui a amené les premières fortifications au III^e ou IV^e siècle. On en trouve trace dans l'assise d'une partie des remparts actuels. Il ne serait pas étonnant qu'il y ait un premier creusement de puits à ce moment là. Je m'emploie actuellement à des recherches dans le puits du Castrum de Constantine au-dessus de l'Etang de Berre, obstrué à 50 m de profondeur. La légende populaire l'a attribué à des chercheurs de trésor au début du XVII^e siècle, ce qui est peu plausible, et le fait qu'il ait pu être creusé à la fin de l'occupation du castrum (début du VII^e siècle) n'a pas été évoqué. Le puits de Cordes daterait du XIII^e siècle et en Allemagne de nombreux puits ont été creusés du Moyen-âge au début du XVII^e siècle. René Kill [3, pp.107-110], nous décrit en détail les méthodes employées, ou supposées telles.

D'après les vestiges retrouvés dans différents puits, les méthodes n'étaient pas partout identiques. Bien que l'on retrouve quelques documents, il n'y avait pas à l'époque de « Manuel du puisatier », les connaissances devaient se transmettre oralement entre les puisatiers et leurs successeurs. Il était exceptionnel de creuser des puits de 100 m de profondeur et plus ! Aussi, il ne serait pas étonnant que les puisatiers chargés de ce travail hors normes aient adopté des techniques issues de leur propre expérience. Cela expliquerait des techniques de creusement différentes entre les puits. Les recherches sont à affiner.

Le creusement à la poudre : Mais au début du XVII^e siècle, on commence à employer la poudre pour le creusement du rocher, technique attestée à partir de 1620 [15]. Aussi, de nombreux puits, dont ceux de Besançon et de Joux [24], creusés sous Vauban, lors du réaménagement de citadelles à la fin du XVII^e siècle.

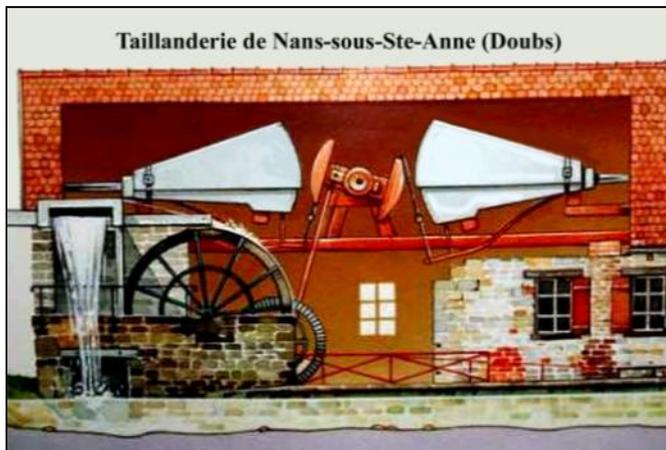
Le problème de l'aération des puits après les explosions de poudre n'a pas encore été résolu avec certitude.



cle, ont employé cette technique. Les traces de barre à mine que nous avons relevées à Besançon diffèrent de la méthode décrite par René Kill. Mais, il y a pu avoir plusieurs méthodes employées pour creuser les puits.

L'aérage des puits avait déjà été abordé au XVI^e siècle par Georg Agricola [16] qui avait décrit plusieurs techniques dont celle des soufflets. Mais avec l'apparition du creusement à la poudre se posait le problème d'un grand dégagement de gaz délétères lourds. A une époque où n'existaient pas encore les pompes de type moderne, comment se faisait l'aérage du piège vertical constitué par le puits ? Ce problème très important n'est actuellement pas résolu d'une manière certaine et il fait l'objet d'un débat. Certaines hypothèses avancées ne sont pas convaincantes, ou n'ont pu avoir qu'un usage restreint. Elles auraient été difficiles à appliquer dans un puits de plus de 100 m. Il faut avouer qu'à notre connaissance, aucune archives militaires ne donnent de précisions techniques sur le creusement de ces puits. Attendait-on trois jours ou plus après une série d'explosions avant de redescendre ? Avait-on confectionné des conduites en toile de marine ou en cuir, où l'on faisait circuler l'air avec un énorme soufflet, comme ceux visibles dans l'ancienne forge de Nans-sous-Ste-Anne (Doubs) ? Un tel tuyau, en toile de lin cirée, aurait été employé pour l'aérage lors du creusement d'un aqueduc souterrain, à Chiomonte (Val de Suse, Italie), au XVI^e siècle [20]. Un tel tuyau aurait été moins lourd et plus facile à manipuler que des conduits en bois.

Les énormes soufflets de 4 m de long, mis en œuvre par une chute d'eau qui alimentaient les forges de la taillanderie par l'intermédiaire de tuyaux en bois.



Le premier « four aspirant » (Wetterofen en Allemand) apparut en 1716 dans l'exploitation d'une mine allemande. Il ne put donc être employé à Besançon, entre autres. Dans ce four, l'air chauffé et ainsi rendu plus léger, montait dans une cheminée suffisamment élevée pour créer une forte aspiration. Placé en surface une canalisation le relayait au puits, ou à un conduit vertical accolé au puits principal.

Les relais : Dans les grands puits, comment se faisaient les transmissions d'ordres, y'avait-il des plateformes intermédiaires ? S'il n'y avait pas de relais, les liaisons se faisaient-elles directement au sifflet, comme l'ont fait de nombreux spéléologues, ou peut-être à la corne, ou par traction sur une cordelette doublant la corde ? Dans les coupes en notre possession, seul le puits allemand de Königstein possède deux départs de galeries ayant pu servir de relais. Nos recherches lors des explorations des puits de la citadelle de Besançon et du fort de Joux n'ont rien donné d'évident.

L'un des rares documents montrant sans ambiguïté l'existence de trous de boulin pour des plateformes concerne le puits du Monastère de Limburg (Rhénanie-Palatinat). Il donne des plans correspondant à l'établissement de 11 plateformes entre le plancher supportant le treuil et le niveau de l'eau à -76,4 m [17]. René Kill cite aussi 14 niveaux de trous de boulin sur les 62 m du puits du Haut Königsbourg. On peut encore voir des trous de boulin sur les photos de la maçonnerie du puits de Paienporte.

Dans les puits rectangulaires, il a été écrit que les mineurs allemands utilisaient une technique d'étalement permettant de coincer une poutre avec des coins de bois, ce qui était rendu possible par les irrégularités de la paroi du puits. Cela paraît plus difficile dans un puits circulaire hors de la zone centrale. Ce serait peut-être l'explication des encoches que nous avons remarquées sur un seul côté du puits au fort de Joux, la poutre étant maintenu par un coin s'appuyant sur une aspérité dans la paroi opposée.

Avec les problèmes soulevés ci-dessus, nous sortons du cadre courant de puits de 10 ou 20 m. Des recherches sont à mener, en espérant trouver des archives du début du XVIII^e siècle, sachant que les puits de mines généraient des contraintes différentes de celles des puits à eau [27].

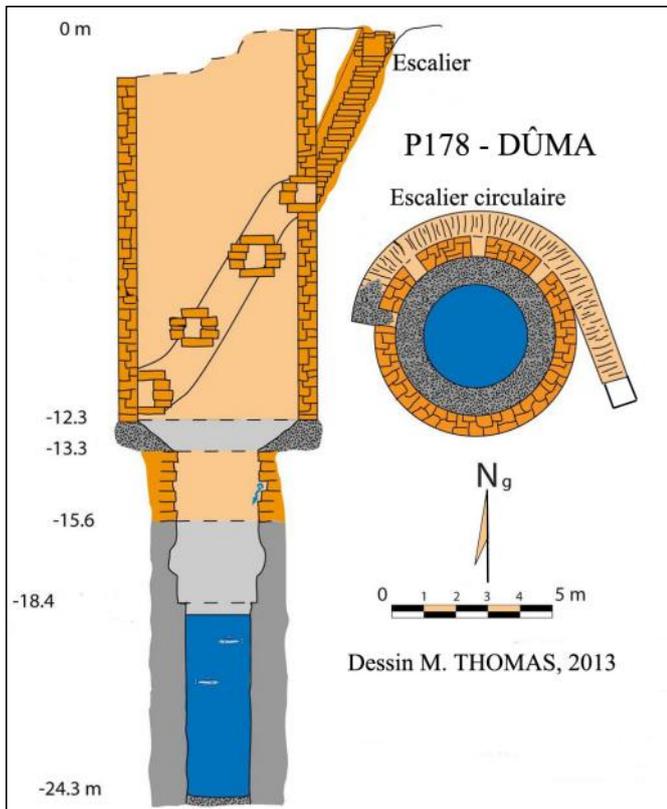
La durée du creusement de ces puits profonds a varié en fonction de la dureté de la roche rencontrée. Il a fallu deux ans ou un peu plus pour le creusement de certains grands puits, Kill [3, p. 116] donne deux ans et demi pour le beau puits de Königstein. Par contre, celui de Homberg dura six ans et celui de Kyffhäuser encore plus. La vitesse diminuant énormément avec les problèmes posés par la profondeur et le temps de halage des déblais.

MACONNERIE DES PUITES

Comme vu précédemment en Arabie, seules les parties creusées dans les couches alluviales ou dans un environnement de roche hétérogène étaient maçonnées. C'est aussi le cas de nombreux puits. A Cordes, les 30 premiers mètres creusés en roche dure ne sont pas maçonnés ; seuls sont maçonnés les 80 m du fond. A Besançon, seuls les 8 premiers mètres sont maçonnés. Les photos des puits allemands montrent dès le départ des parois rocheuses vertigineuses. Une exception, les 150 m du puits de Homberg seraient maçonnés jusqu'au fond, ce qui est étonnant, la forteresse étant bâtie sur une colline de basalte. En Espagne, le puits du Castello Alcalá n'a aucune maçonnerie.

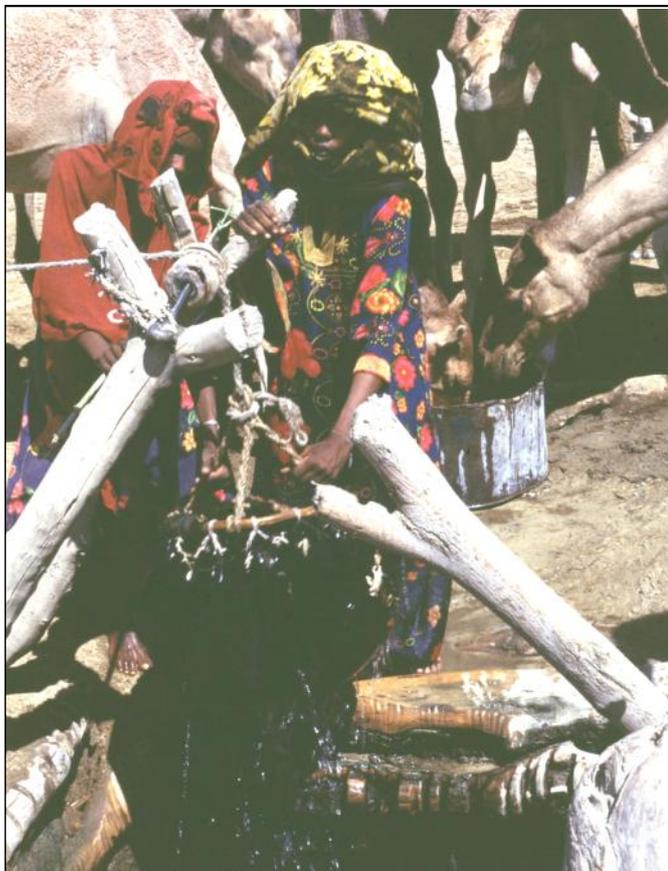
La maçonnerie correspond à une zone de creusement peu stable. Elle cesse au contact du rocher compact.





Le creusement dans la roche compacte est plus étroit. La hauteur du comblement à -24 ne peut être évaluée.

Parmi les puits cités en supra, deux cas remarquables : Bir Youssef au Caire et Pozzo San Patrizio à Orvieto, non seulement maçonnés du haut en bas, mais plus encore doublés d'un escalier hélicoïdal jusqu'au fond. On rencontre la maçonnerie doublée d'un esca-



Dans le désert tchadien, au bout de la corde tirée par un chameau, l'outre en peau de chèvre.

lier dans certains puits que nous avons explorés en 2012-2013 à Dûma en Arabie.

COMMENT REMONTER L'EAU ?

On rencontre là un problème majeur, surtout dans un puits profond où le temps de descente et de remontée d'un récipient devait être important.

- Dans les déserts, on se servait presque exclusivement de la traction animale, en général un chameau tirant une corde au bout de laquelle pendait une outre. C'est toujours le cas dans le Sahel africain, où les chameaux tirent de belles outres en peau de chèvre de plusieurs dizaines de litres.

Dans les puits nabatéens d'un diamètre de 4 m, il pouvait avoir trois structures de levages aménagées à cet effet autour du puits. A Tayma (Arabie), le puits plus moderne appelé Bir Haddaj, d'une ouverture de 15 m par 24, permettait à une cinquantaine de chameaux de tirer simultanément leur outre.



A Bir Haddaj, en Arabie, 50 chameaux pouvaient tirer l'eau en même temps.

A Dûma, le talus circulaire indique la limite de travail des chameaux, on en déduit la profondeur du puits central.



Dans quelques cas plus rares, on avait recours aux norias, comme à Bir Youssef au Caire, ou dans le fort ottoman de la gare de Medaïn Salih (Arabie).

- En Europe, où les besoins en eau ne sont pas les mêmes, les techniques sont différentes. Je me souviens de puits de Provence, où vers 1950, on puisait l'eau fraîche, juste avant de boire le pastis et l'été, on y mettait toujours une ou deux bouteilles de vin rosé au frais ! Il y avait toujours l'inévitable poulie sur laquelle passait une petite corde.



Belle corde du puits de Carisbrooke, profond de 46 m.

Mais, il s'agissait de puits d'une dizaine de mètres de profondeur au plus. Il est certain que dans les profonds puits de citadelles, le problème devait être vu différemment.

Dans les grands puits

- Les cordes ou chaînes : Une corde chanvre de 16 à 22 mm de diamètre, pesait 150 à 300 g au mètre (aujourd'hui une corde spéléo nylon de 11 mm pèse 80 g/m). Mais dans les grands puits, René Kill [3, p.368] cite des cordes de 54 mm de diamètre et d'un poids de 1,8 kg/m, elles avaient le mérite d'une plus grande longévité ! Les chaînes plus onéreuses, mais d'une durée de vie plus grande, pesaient entre 1 kg et 4,7 kg/m. Ce dernier poids correspond à un diamètre de 20 mm du fer utilisé pour les anneaux, ce qui est beaucoup.

René Kill, toujours, nous cite des récipients allant de 12 à 150 litres pour retirer l'eau des puits. Dans le puits de 176 m de Kyffhäuser, où le récipient employé contenait 135 litres, avec les poids des chaînes, on devait avoisiner 500 kg au départ de la remontée !

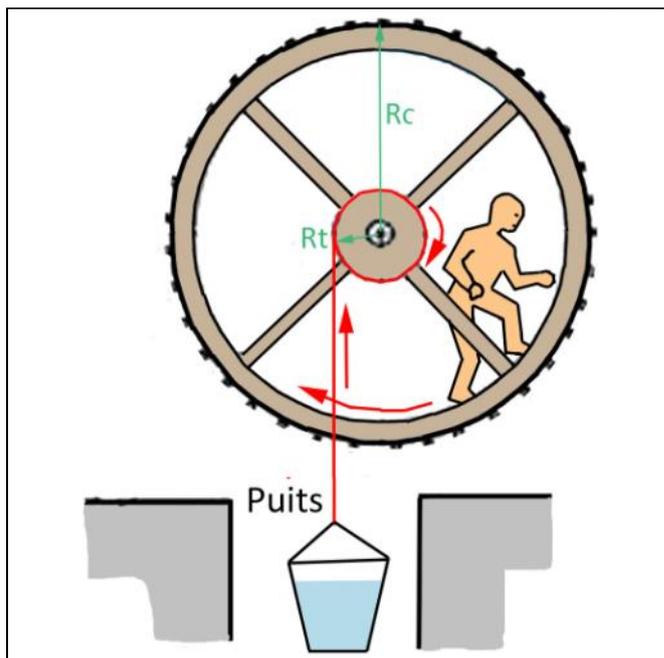
- Les systèmes de remontée : Plusieurs systèmes de treuillage avaient été imaginés : de vastes

Cage d'écreuil de Besançon. Le tambour comporte deux enroulements : un pour le seau qui monte et un pour celui qui descend.



roues à poignée axées sur le tambour en bois où s'enroulait la corde ; des grandes roues placées en hauteur et axées sur le tambour, elles étaient actionnées par une chaîne à laquelle on se suspendait ; des roues avec démultiplication qui permettaient de remonter de plus lourdes charges, mais plus lentement.

On retrouvait surtout, des treuils à cage d'écreuil très employés comme grues au Moyen-âge. Le tambour de bois où s'enroulait la corde était actionnée par une vaste cage circulaire verticale, tournant autour d'un axe horizontal. A l'intérieur de l'espace délimité par les deux faces latérales de la cage on pouvait faire travailler un animal ou des hommes qui en marchant entraînaient la rotation de la cage [3, p.343].



Le rapport entre le rayon R_t du tambour et celui R_c de la cage donne la démultiplication de l'effort de levage.

Il y avait aussi le baritel apparu au XVI^e siècle, qui était un manège où des chevaux étaient attelés pour mettre en mouvement un arbre vertical supportant un tambour où s'enroulait le câble. Ce dispositif lourd et prenant de la place fut utilisé dans deux profonds puits allemands [3, p.349]

- Vitesse de puisage Avec les mécanismes de démultiplication de la force de traction, quelle était la vitesse de montée ? Certainement moins de 10 cm/s, nous vous laissons en déduire le temps d'une rotation complète. Au puits de Nürnberg, profond de 49 m, on arrivait à tirer 4 seaux/heure [3, p.343]. Pour les puits les plus profonds la remontée d'un récipient devait prendre plus d'une demi-heure.

En haut de certains puits, on a retrouvé deux cordes enroulées en sens inverse sur le tambour, ce qui permettait de descendre un seau vide, en même temps qu'on remontait un seau plein et ainsi de gagner du temps. C'est le cas du puits de Besançon (Photo).

Et l'efficacité des puits ?

C'est un problème qui n'apparaît que lorsqu'un puits a été creusé. Parfois, le creusement d'un puits s'est avéré négatif. Dans d'autres puits, comme à Joux, l'alimentation en eau s'est avérée irrégulière. Mais quand la nappe phréatique était atteinte, en fonction de la saison, de la fissuration ou de la porosité de la roche encaissante, l'eau puisée se renouvelait à une vitesse très variable. Cependant, dans plusieurs puits, on a

trouvé des aménagements pour faciliter l'arrivée de l'eau au fond des puits [3, pp. 116-118]

A cette vitesse de renouvellement de l'eau s'ajoutait celle du temps de levage, important dans un grand puits.

Du fait de ces deux éléments, dans quelle mesure un puits suffisait-il aux besoins d'une garnison importante ? Au puits de Bitche, profond de 75 m et bien alimenté en eau, on pouvait remonter 4.000 litres d'eau par jour. A ce rythme, on pouvait compter sur 2.000 l/jour pour un puits de 150 m ! Au XIX^e siècle, on estimait les besoins d'eau à 5 l/jour pour un homme et à 35 l/jour pour un cheval. Le puits de Bitche pouvait subvenir à une garnison de 250 hommes et 75 chevaux. Bien sûr, les puits étaient souvent doublés de vastes citernes qui récupéraient en plus l'eau de pluie pour avoir un stock de réserve.

Et les puisatiers pour le creusement ou l'entretien?

Dans les puits nabatéens de Medaïn Salih (Arabie), des encoches étaient faites dans les parois et la maçonnerie pour que les puisatiers puissent descendre et remonter par leurs propres moyens. Avec 20 m de vide, c'était impressionnant.

A Médain Saleih, les encoches permettant aux puisatiers de remonter du puits. Impressionnant !

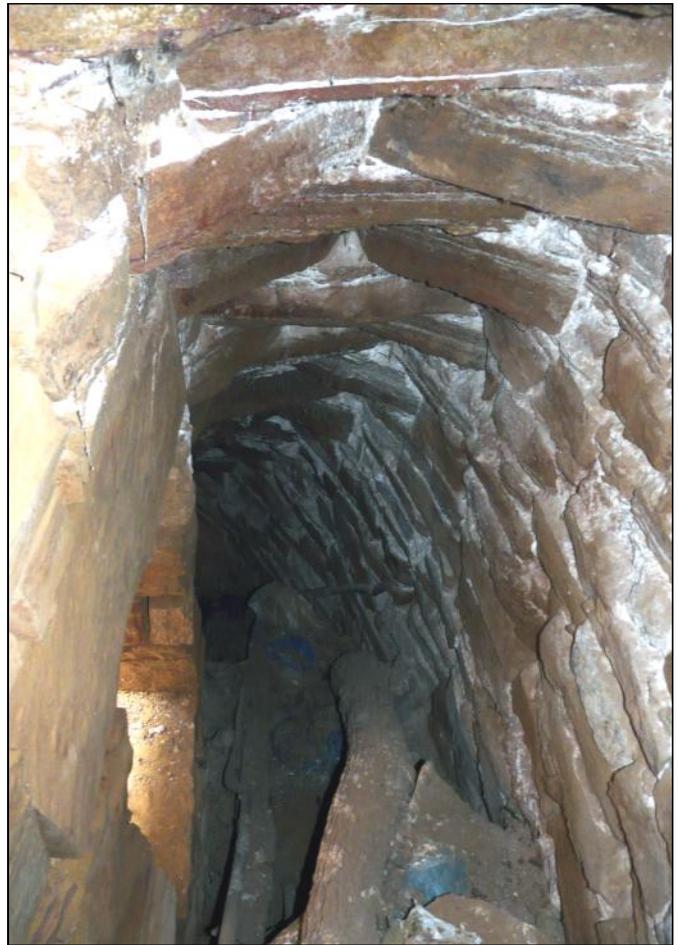


A Dumât al-Jandal, certains puits avaient un escalier circulaire qui doublait la maçonnerie côté rocher. Ces escaliers s'arrêtaient au bas de la maçonnerie. En dessous, dans la partie entièrement rocheuse du puits, on peut penser que les puisatiers étaient descendus ou remontés au bout de cordes halées par les chameaux. Ils devaient être remontés rapidement lorsqu'ils arrivaient à proximité de la couche limitant la nappe artésienne et que l'eau fusait plus ou moins fort à travers la roche poreuse avec une pression de plusieurs kg/cm².

Dans les puits profonds des forteresses européennes, les puisatiers devaient être montés par les dispositifs d'extraction des déblais de creusement :

principalement cage à écureuil. René Kill nous montre un siège accroché à une corde, à l'usage des puisatiers.

Le cas le plus extraordinaire est celui des puits romains de Saintes (Charentes Maritimes), profonds de 34 et 46 m, où des trous dans la paroi permettaient de mettre les pieds pour descendre et monter, ce que permettait leur petit diamètre (0,9 m).



Escalier circulaire doublant la paroi d'un puits de Dûma.

CONCLUSION

J'ai abordé un sujet dont l'étude est récente et les recherches entreprises ont révélé un grand nombre de puits importants. Hors de la documentation existante, nous avons fait des recherches, souvent sans succès, à partir de la carte IGN. Notre attention a porté sur des fortifications ou zones urbanisées bâties sur des buttes, en vérifiant leur altitude par rapport à celle des cours d'eau: St-Cirq-Lapopie (+80), Fourvière (+120), Montmartre (+105), Rocamadour, Château de Robert le Diable (+90), etc...

Il faut aussi se méfier des écrits anciens concernant des puits dont certains ont été comblés, ou ont disparu. En Alsace, le puits du château de Hohneck, faisait d'après les écrits anciens 80 toises*, soit entre 128 et 156 m, suivant la toise employée. Sa désobstruction en 1933 lui donna 42 m. Toujours en Alsace, il y a le puits du château de Ferrette, aujourd'hui comblé, mais donné par les écrits anciens profond de 115 toises (Entre 207 et 224 m). Au château de Chinon, l'altitude du château et celle de la Vienne proche ne sont pas cohérents avec la profondeur de puits annoncée. Parfois, on se demande s'il n'y a pas eu confusion entre la toise et l'aune qui valait selon les régions entre 1,11 m et 0,67 m ! L'examen des factures de travaux pouvait être un élément plus plausible.

**La toise valait 6 pieds, de longueur différente selon les régions. La toise du Châtelet à Paris mesurait 1,95 m, celle de Toulouse 1,80 m. En 1667, Colbert imposa la toise du Châtelet à toute la France.*

Dans notre monde moderne, les forages ont remplacé les puits ! Ici, un forage implanté par l'auteur au Liban, en 1998-99, pour capter l'eau d'une rivière souterraine à 465 m de profondeur. (Cl. Tony Comaty)



Aujourd'hui, l'outil exceptionnel qu'est Internet ouvre ses pages à tout le monde. Cette ouverture a son revers avec des rédacteurs, sans connaissances nécessaires, qui affabulent ou reprennent sans réserve des inepties écrites avant eux. Il faut donc analyser, recouper et chercher confirmation.

Il faudra persévérer pour réunir de la documentation sur de nombreux autres sites avec puits, en particulier militaires ; non seulement en France, mais aussi à l'étranger, en Italie ou en Espagne si riches en château. Quant à la Chine, où l'on faisait des forages profonds depuis des siècles [18], ne réservera-t-elle pas de grosses surprises ? Un important travail de recherche est en perspective.

Enfin, tout n'a pas été écrit sur les méthodes de creusement et comme vu en supra, il faudra faire des recherches laborieuses dans les archives, quand elles existent. La lecture de l'ouvrage de Haton de la Goupillière [19] n'a pas répondu à toutes les questions que je me posais. Tout comme la visite récente de mines à Ste-Marie-aux-Mines, cet ouvrage m'a montré qu'à près creusement, l'utilisation des puits de mines et des puits à eau n'étant pas la même, les techniques pouvaient varier.

Je dois avouer que par rapport à mes prédécesseurs dans cette étude, j'ai eu l'avantage d'une pratique de la spéléologie depuis plus de 60 ans, que j'ai su synthétiser pour essayer de me mettre à la place des puisatiers. Ma grande expérience pour l'exploration

des grands puits m'a permis de mieux appréhender certains des problèmes qui pouvaient se poser aux puisatiers au cours de leur travail. De même que mon expérience acquise sous terre au cours des désobstructions à la poudre et des grands dangers qui en résultent.

Remerciements :

M. Alain Manuel de SAVC, Francis Pierre de SESAM qui avant moi a entamé une longue étude sur le sujet [4], René Kill avec son remarquable ouvrage sur les châteaux d'Alsace, Francis Guichard, Claude Bou, Agusti Ribera, Giovanni Badino, Martin Dixon, Jean-Jacques Compagnon, Philippe Delmas, Hans Klose, Lucienne Golenvaux. Christian Dodelin, Michel Kaspruck, Roger Lutz, Joel Rodet, John Funnell.

Bibliographie des Annexes

- [11] Pierre-Louis VIOLLET, 2000, L'hydraulique dans les civilisations anciennes, Presses des Ponts et Chaussées, Paris.
- [12] Henri GOBLOT, 1979, Les qanats, une technique d'acquisition de l'eau, Mouton-éd.
- [13] Raymond D'HOLLANDER, 2003, Sciences géographiques dans l'Antiquité, Ed. AFT, pp. 127-132.
- [14] Paul COURBON, 2008, Les puits nabatéens de Médain Salih (Arabie saoudite), Arabian [archeology and epigraphy, n° 19, Blackwell Publishing Ltd, Edinburgh.
- [15] Francis PIERRE, 2008, Etude de l'évolution des techniques d'attaque de la roche dans les mines vosgiennes, du XVIIe au XVIIIe siècle, Archeopages 22, (dossier Mines et carrières), juillet 2008, p.42-49, Inrap, Paris
- [16] AGRICOLA Georg, 1556, *De Re Metallica*, traduction française de l'édition originale latine de 1556 par Albert France-Lanord, Gérard Klopp, Thionville, 1992, pp. 163-174. Plusieurs éditions en Allemand existent.
- [17] Th. BARTZ, M. GAUDA, H. KLOSE, D. und H. WEBER, Der Brunnen des Klosters Limburg, Mitteilungen des Höhlenforschergruppe Karlsruhe Heft 20, pp. 46-75.
- [18] J.P. Guillaume PAUTHIER, 1837, L'univers, histoire et développement de tous les peuples, Chine, Firmin DIDOT père et fils, Paris pp.17-18
- [19] J. N. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, M. PELLÉ, 1896, Cours d'exploitation des mines, Ch. Dunod, Paris
- [20] LECUGY Jacques, 2010, La chanson de Colombano, Verdons n° 31, Ed. Pays et gens du Verdon.

SITES WEB

- [21] CFPPhR (Comm. Franç. pour la Protection du Patrimoine Hist. et Rural)
- [22] ASEPS (Ass. Pour la Sauvergarde et l'Etude du Patrimoine Sout.)
- [23] GRAND PUIITS de Wikipedia donne une liste des puits les plus profonds, surtout complète pour les puits allemands.
- [24] Chroniques-souterraines.fr/Spéléologie/ Puits du Fort de [Joux](#) et de la citadelle de [Besançon](#).
- [25] Shillourokambos et la néolithisation de Chypre : quelques réflexions, J Guilaine et F. Briois <http://www.raco.cat/index.php/mayurqa/article/viewFile/122724/169877>
- [26] Un puits à eau de 8500 ans découvert dans la vallée du jezreel. <http://haabir-haisraeli.over-blog.com/article-un-puits-a-eau-vieux-de-8500-ans-decouvert-dans-la-vallee-de-jezreel-112259637.html>
- [27] Chroniques-souterraines.fr/archéologie/ [Aérage-liaisons](#)

Paul COURBON, janvier 2016-novembre 2017.

Si certains lecteurs possédaient des éléments que nous n'avons pas mentionnés dans cette étude, nous leur serions très obligés de nous le signaler par CONTACT en page d'accueil. Un grand merci.