

# Le souterrain du Krak de Montréal Jordanie



■ Paul COURBON

Le magnifique Krak de Montréal, bâti par les croisés, s'appelle maintenant Qal'at ash-Shawbak. Il domine les paysages semi-arides, juste au nord de Petra.

*À première vue, l'article qui suit aurait plus sa place dans une revue d'histoire ou d'archéologie, plutôt que dans une revue de topographie. Pourtant ! Dans leur quête du passé les archéologues n'abordent pas tous les aspects de ce passé. Dans ce cas précis, leur formation littéraire ne les a pas amenés à se poser des questions sur les aspects techniques de ce souterrain : son creusement et le guidage topographique de ce creusement. Nous allons tenter de remédier à cette lacune.*

L'approvisionnement en eau des châteaux forts était vital en cas de siège. Les châteaux étant toujours situés sur des hauteurs, cet approvisionnement posait des problèmes. En fait, dans la plupart des châteaux les ressources en eau étaient assurées par de vastes citernes où était stockée l'eau de pluie tombant sur les toits, ou sur de vastes aires rocheuses canalisées.

Cependant, en de nombreux endroits, on préféra creuser des puits, souvent très profonds. C'est en Allemagne, pays minier par excellence, que l'on en trouve en plus grand nombre. Le plus profond connu est le Kyffhauser Brunnen avec 176 m. En France, on trouve quatre forteresses avec des puits de plus de 100 m. Plusieurs de

ces puits ont été creusés au Moyen Âge, aux XII<sup>e</sup> et XIII<sup>e</sup> siècles. C'est le cas de Kyffhauser Brunnen et du puits de la Halle à Cordes-sur-Ciel (France). En France, les puits de la citadelle de Besançon et du Fort de Joux, profonds de 130 m, ont été creusés sous Vauban, autour des années 1690.

Dans le Proche-Orient, le plus remarquable est BirYoussef, au Caire (figure 1). Il fut creusé au XII<sup>e</sup> 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 atteint la nappe phréatique du fleuve. 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. On connaît d'autres puits en Syrie : à Shumaymis, ou à la citadelle d'Alep.

Ici, au château de Shawbak, le schéma est un peu différent : nous n'avons pas un puits, mais une longue galerie souterraine, qui suivant la pente du pendage rocheux, arrive jusqu'à une source située 80 m plus bas en altitude. Elle était citée par les archéologues, ou historiens, mais sans aucune précision, qualifiée à plusieurs reprises d'escalier hélicoïdal. À ma connaissance c'était un cas unique qu'il était intéressant d'étudier. Une équipe italienne [1] avait fait son étude en 2006-2007, mais avait laissé de nombreux flous et donné des

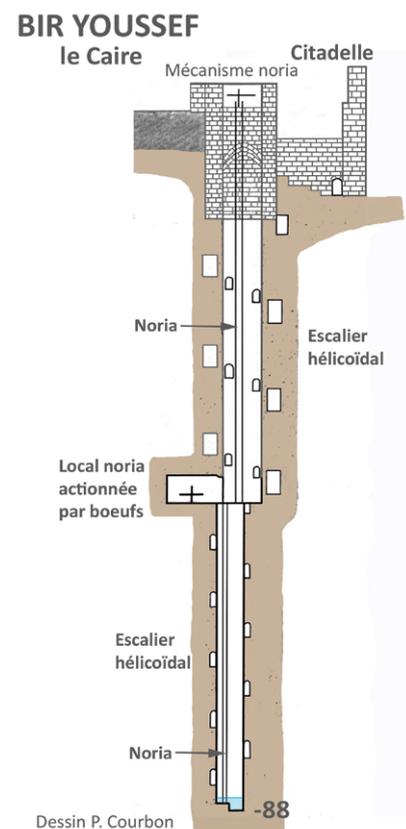


Figure 1. L'extraordinaire Bir Youssef, au-dessus du Caire. Il surpasse, et de loin, les plus beaux puits européens. Il date du XII<sup>e</sup> siècle

analyses et conclusions peu satisfaisantes. En mai 2018, j'ai voulu profiter de mon intervention au site troglodytique de 'Iraq al-Amir, près d'Amman, pour faire un saut à Shawbak et voir moi-même ce site exceptionnel.



### ■ Brève histoire du Krak de Montréal

Aujourd'hui connu sous le toponyme Qal'at ash-Shawbak, le nom d'origine de ce château est Krak de Montréal, car il fut construit par les croisés à partir de 1115 à l'initiative de Baudouin I<sup>er</sup> de Jérusalem. La première moitié du XII<sup>e</sup> siècle est pour le Krak de Montréal une période de développement, de prospérité et de paix relative. Mais, à partir de 1169, prise en étau entre l'Égypte de Salah-ed-Din et la Syrie de Nour ed-Din, la citadelle est plusieurs fois assiégée et sa situation se détériore. En avril 1187, plus de 12 000 musulmans assiègent les kraks de Montréal et des Moabites (aujourd'hui Karak). Après un an et demi de siège, les assiégés durent rendre les armes et Salah ed-Din s'empara de la forteresse.

La citadelle fut donnée par Salah-ed-Din à son frère Malek Adel et forma dès lors un émirat. Le fort fut par la suite occupé par les mamelouks à partir de 1250, puis tout au long de l'Empire ottoman. Le Krak de Montréal fut en partie détruit par Ibrahim Pacha lors de son occupation du Levant en 1840.

### La galerie de la forteresse

#### ■ Le contexte de la zone du château

Nous sommes ici, à 25 km de Petra, à l'extrémité nord d'un relief qui arrête les dernières pluies venant de la Méditerranée. D'après la carte pluviométrique de la Syrie et de la Jordanie, il y tombe en moyenne 290 mm de pluie par an, une quantité du même ordre qu'à Amman. Cela correspond aux régions semi-arides, mais permet cependant la formation de sources permanente, si utiles pour affronter la longue saison sèche. Si on admet que la galerie aboutissant à la source a été creusée par les croisés, on comprend quel fut son rôle lors du siège de la citadelle. Complétant en fin de saison sèche la vaste citerne que l'on peut voir dans le château, est-ce elle qui permit en partie de résister à un siège pendant dix-huit mois ?

#### ■ Aperçu géomorphologique

Cet aperçu semble nécessaire pour comprendre le creusement de la galerie et les irrégularités qu'on y trouve.



© OFA-Bacri & Normier 2013

Figure 2. La stratification mise à profit lors du creusement apparaît parfaitement sur cette vue aérienne. La source se trouve tout près du carrefour au bas de la photo.

Le krak de Montréal se trouve sur une jolie butte conique de roche calcaire (figure 2), coincée dans la confluence de deux wadis. Ce n'est pas un calcaire massif, car il est marqué par une stratification très nette en bancs peu épais. Cette stratification visible au sol, l'est encore plus sur l'image aérienne jointe. Sous terre, ces strates sont rendues encore plus apparentes par les longues lentilles de silex noir qui les accompagnent.

Le creusement de la galerie a utilisé au maximum cette stratification. En effet, les lignes de fracturation marquées par les joints de strates rendent beaucoup plus facile l'attaque du rocher lors du creusement. Ici, avec une pente de 50 %, il suffisait de suivre les strates pour descendre rapidement. Les photos que nous avons prises l'attestent. Sauf dans la toute première partie, où la direction à prendre par la galerie ne le permettait pas, le creusement a utilisé la pente des strates au maximum.

Il y a une autre zone où la galerie a traversé les strates pour gagner plus rapidement de la profondeur, nous en discuterons plus loin. Je pense qu'à l'époque, les connaissances géomorphologiques étaient sinon innées, ou acquises sur le tas, au cours des multiples chantiers. Les creuseurs de la galerie ont exploité au maximum les

facilités de creusement que leur offrait le pendage.

#### ■ Description de la galerie

| UTM36/WGS84 - Entrée et sortie |            |              |
|--------------------------------|------------|--------------|
| X 745.713                      | Y 3380.404 | Z 1 350 env. |
| X 745.752                      | Y 3380.268 | Z 1 275 env. |

Distance horizontale entrée-puits de sortie : 140 m, dénivellation 75 m.

La galerie part du bastion sud de la forteresse, pour rejoindre une source située au fond du vallon situé en contrebas. Son orifice est bien marqué, fermé par une porte grillagée en fer, au pied d'un mur bordant le chemin de ronde des remparts (figure 3).

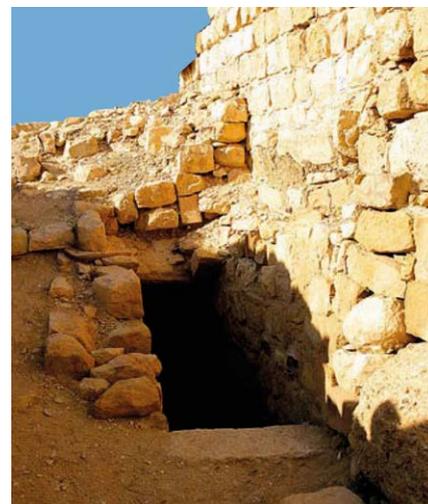
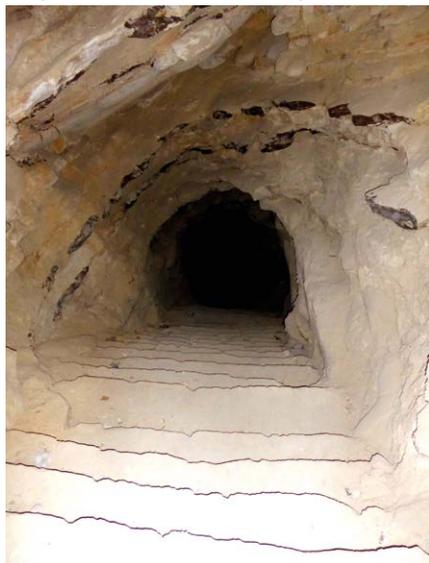


Figure 3. L'entrée du souterrain.



Des marches bien maçonnées permettent de gagner rapidement 4 m de profondeur. Là, démarre le creusement d'une galerie descendante, de direction 195°, permettant de sortir hors du périmètre des remparts. Les marches sont de belle facture, car sans doute restaurées, et on atteint la profondeur de 15 m environ (figure 4). Après un virage de 55° à droite, la galerie prend la direction 140° qu'elle va suivre jusqu'à la fin avec quelques petites irrégularités. Aussi loin que porte la vue, sa section paraît régulière avec une dimension moyenne de 2 m de large et de 2,5 m de haut. Les marches n'ont pas été restaurées et sont usées. Taillées à même le rocher, elles sont souvent en pente et il faut prendre garde de ne pas glisser. Sur les parois, on voit parfaitement la stratification et les veines de silex qui la soulignent. La pente régulière est de 50 %. Au bout de 50 m, nous arrivons au point clé de la galerie, surnommé pompeusement escalier hélicoïdal, alors qu'il ne comporte qu'une seule spire permettant de gagner 5 à 6 m de profondeur.

Concernant cette partie hélicoïdale de l'escalier, il faut noter qu'à son entrée et à sa sortie, ont été bâties deux voûtes en jolies pierres de taille. A la voûte supérieure, voulait-on bloquer les pierres qui pouvaient tomber d'un petit conduit partant en hauteur que nous verrons plus loin ? Mais en bas ? Etait-ce une coquetterie des tunneliers qui ont voulu



**Figure 4.** Dans les 20 premiers mètres de creusement, la galerie traverse exceptionnellement les strates, sans en tenir compte.



**Figure 6.** Dans la partie hélicoïdale, la pente s'accélère, on plonge en coupant les strates.

souligner cette partie qui sort du schéma général de la galerie ?

A la lecture de l'article italien, j'avais été intrigué par cet "escalier hélicoïdal" (figure 5) qui coupe la galerie en son milieu. J'avais pensé à la technique employée dans les *qanâts* (système d'irrigation souterrain d'origine perse) : entre les deux extrémités d'une future galerie, on creuse à partir de la surface des puits intermédiaires, ce qui fait gagner du temps en permettant à plusieurs équipes de travailler simultanément dans les deux directions à partir



**Figure 5.** Zone de jonction entre la galerie venant du fond (en bas) et celle venant de la forteresse (en haut). La jonction faite, la galerie a été élargie. Elle suit les strates et les marches sont usées par de multiples passages.

de ces puits. On crée ainsi un aérage et on limite la longueur du transport des déblais. Mais l'examen des lieux me fit abandonner cette hypothèse : au-dessus de la première voûte de l'escalier hélicoïdal, pas d'amorce nette d'un puits vers la surface qui aurait été obstrué un peu plus haut à la fin du creusement. Seulement un petit conduit naturel vertical, de forme irrégulière, obstrué par les pierres au bout de quelques mètres. Rien d'un conduit bien taillé permettant l'aération et l'évacuation des pierres du creusement.

Une dizaine de mètres plus bas que la partie hélicoïdale, on note au-dessus du plafond de la galerie une deuxième petite galerie superposée et de même direction, la hauteur du plafond dépasse 5 m (figure 6). Les Italiens l'ont assimilé à tort à un conduit karstique.

### ■ La technique de creusement

Cette galerie superposée nous ramène vers les techniques de creusement des tunnels. En fait, la galerie a été creusée simultanément à partir de ses deux extrémités : la forteresse et la source. Cette technique était toujours employée dans les tunnels, depuis l'Antiquité et le Moyen Âge pour aller plus vite. Les moyens topographiques de l'époque n'avaient pas la précision actuelle ! Aussi y avait-il des tâtonnements dans la zone, où était espérée la jonction entre



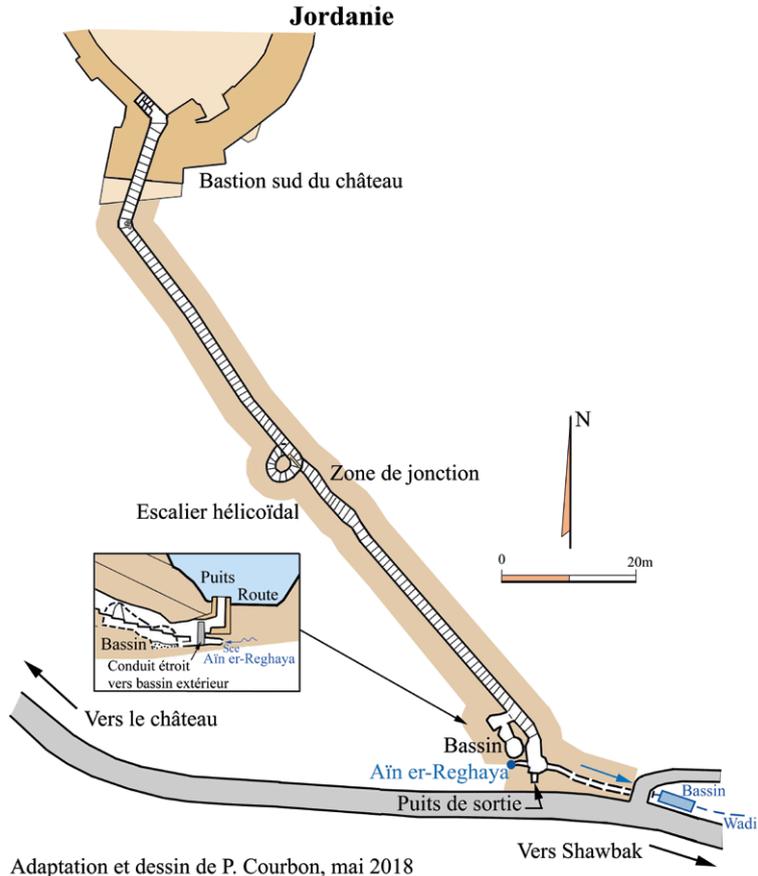
les deux équipes. À l'époque, dans cette zone, la jonction se faisait souvent au son : on se dirigeait vers le bruit des pics et marteaux de l'autre équipe.

Ici, une galerie était trop haute par rapport à l'autre. Rattraper cette différence de niveau s'est fait par une pente plus forte de la galerie sur une courte portion et, une dizaine de mètres plus haut, par l'escalier hélicoïdal. Dans ce rattrapage, on recoupe les strates au lieu de les suivre.

Comme cela se faisait toujours, on creusait tout d'abord un tunnel de petite section. Ce n'est qu'une fois l'erreur de jonction corrigée que l'on agrandissait la galerie en largeur et en hauteur pour une utilisation plus confortable. Malgré cet élargissement de la galerie, des irrégularités subsistent, visibles sur le plan et la coupe jointes (figures 7 et 8).

Au-delà de cette zone de jonction, la galerie reprend sa pente régulière suivant les strates, jusqu'à atteindre une petite salle où coule la source appelée *Aïn er-Reghaya* (Source qui mousse). Les constructeurs n'ont pas pris la peine de mettre la jonction entre la galerie et la salle au gabarit de 2 m par 2,5, elle est un peu plus basse ! À moins qu'au cours de l'aménagement moderne de la salle, on ait rehaussé son sol. Quant à la source, elle sourd entre les pierres, 1 m plus bas que le sol de la salle. Par un conduit étroit, elle ressort à l'extérieur, 15 m plus à l'est, alimentant un bassin au fond d'un *wadi*.

SOUTERRAIN DU KRAK DE MONTREAL



Adaptation et dessin de P. Courbon, mai 2018

Figure 7. Le plan montre la bonne jonction des parties aval et amont de la galerie, juste quelques irrégularités dans la zone de jonction. La source ne sert plus au château, mais se déverse dans un bassin au profit des habitants de la zone.

Quant au captage de la source pour les besoins de la forteresse, il se faisait un peu en amont : sur le côté de la galerie principale, une petite galerie descendante mène à une petite salle ronde de

3,5 m de diamètre qui semble être une citerne et dont le sol est malheureusement encombré par pierres et terre qui s'y sont éboulées. Pour moi, ce n'était pas une citerne, mais seulement un bassin rond, en communication directe avec la source. L'eau y était plus facile à puiser que dans la source elle-même qui sort d'une fissure étroite. Une petite salle contiguë à ce bassin, de forme carrée, permettait sans doute d'entreposer les bacs ou fûts pleins d'eau à monter. Il est regrettable qu'une fouille n'ait pas été entreprise dans le bassin souterrain par les archéologues qui ont fait appel aux spéléologues. La découverte de tessons aurait permis de mieux cerner son utilisation.

Juste au-dessus de la source, un puits remontant de 6 m de hauteur permet de regagner la surface, débouchant en bordure d'une route asphaltée montant à la forteresse. Ce puits est de facture moderne : d'une section carrée de 1 m de côté, il est maçonné soigneusement

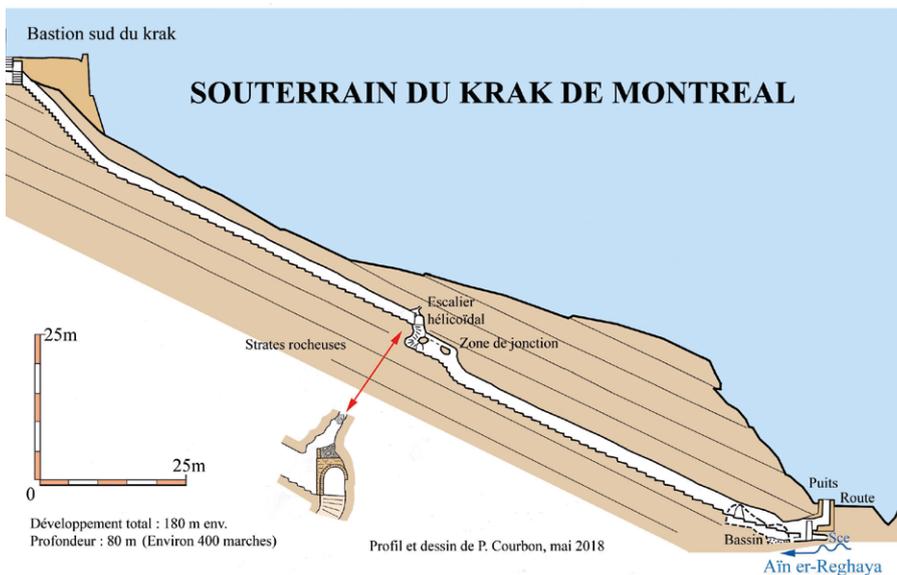


Figure 8. On a utilisé au maximum le pendage de la roche au cours du creusement. En bas, l'agrandissement montre mieux le conduit menant l'eau au bassin extérieur.



et comporte des marches en fer scellées dans la pierre. Je ne pense pas qu'il soit l'œuvre de ceux qui ont creusé la galerie, leur source devait rester à l'abri des regards et sans accès extérieur !

Ce puits remplace-t-il l'accès ouvert du temps des croisés pour sortir tous les déblais du creusement ? Une fois le creusement du tunnel terminé, il est vraisemblable que les croisés aient obstrué et recouvert soigneusement cette ouverture qui aurait laissé un passage aux ennemis éventuels.

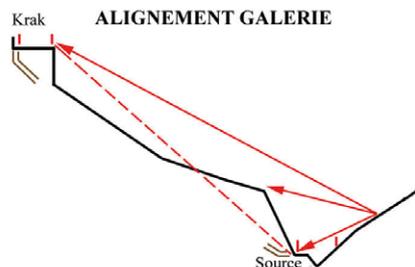
À une époque plus récente, ce puits a sans doute été aménagé pour avoir un accès facile à la source, pouvoir la nettoyer et assurer la bonne alimentation du grand bassin au fond du *wadi*.

À titre de vérification, j'ai compté près de 400 marches pour l'ensemble du souterrain, ce qui est cohérent avec la profondeur atteinte : 80 m.

### ■ Orientation du tracé de la galerie

En tant que topographe, je m'étais intéressé à la manière dont les tunneliers de l'Antiquité se guidaient pour joindre les deux portions aval et amont de tunnel, lors de leur creusement simultané. Je renvoie à l'article que j'avais écrit dans XYZ [2]. À l'époque, ni les théodolites, ni la boussole n'existaient encore et les instruments topographiques utilisés étaient des plus rudimentaires. En 2012 et 2013, j'avais participé à l'étude d'un réseau de puits et *qanâts* en Arabie. Alors qu'en surface les regards de *qanâts* étaient parfaitement alignés, les galeries souterraines les joignant comportaient des écarts de direction montrant la difficulté à bien se diriger lors d'un creusement souterrain.

A Shawbak, il faut signaler que si l'écart vertical de jonction entre les deux galeries était bien supérieur à 5 m (*figure 8*), il était seulement de 1 à 2 m sur le plan horizontal. On peut s'étonner d'une aussi bonne précision en direction, car non seulement il y a un virage important dans la galerie au départ du fort, mais encore, il n'y a pas de vision directe entre le fort et la source, à cause de la rupture de pente créée par une falaise. Cela devait créer un problème d'orientation.



**Figure 9.** De la source, on ne voit pas le krak. Il a fallu monter sur le versant du *wadi* pour aligner des jalons permettant d'orienter la galerie.

En partant de la citadelle, la première partie descendant de 4 ou 5 m a une voûte maçonnée. Donc, avant la construction de la voûte, on pouvait faire une visée vers l'extérieur et une vers l'intérieur pour orienter le creusement.

Mais que penser des 20 m de creusement qui suivent la voûte ? Ils s'écartent de 50° de la direction vers la source. Pour quelle raison ? Craignait-on en prenant la direction de la source de taper dans la base des remparts, très élevés dans cette portion de la forteresse ? Ou, faute de pouvoir s'orienter directement sur la source, y a-t-il eu une erreur au début des travaux, rectifiée ensuite par la venue d'un tunnelier plus compétent en topographie ?

Comment a-t-on déterminé la direction entre le fort et la source ? Les anciens topographes connaissaient la méthode du "Fourrier" qui permet de recréer un alignement entre deux points qui ne se voient pas l'un de l'autre. Ici, avec l'abrupt de la falaise, le terrain ne s'y prêtait pas. Je pense qu'en s'élevant dans le versant opposé du *wadi*, on pouvait voir à la fois le fort et la source. Il suffisait ensuite de déterminer des alignements par des jalons. Je suis admiratif devant le savoir-faire de celui qui a dirigé les opérations d'orientation de la galerie.

### ■ Utilisation de la galerie

Différemment de ce qui a été écrit, cette galerie n'est pas d'un parcours facile avec sa pente de 50 % qui s'accroît à la partie hélicoïdale et 10 m plus loin, à la jonction des parties aval et amont. Même pour des mulets, cela devait poser problème, surtout à la descente. Quant aux hommes, affamés après un long siège, la remontée pouvait leur

prendre encore plus de leurs forces déclinantes ! Cette galerie a-t-elle réellement servi ? Certainement si l'on considère l'usure des marches !

Parmi toutes les alimentations en eau des forteresses portées à ma connaissance, celle-ci me semble unique et mériterait un complément d'étude par un chercheur habitué au monde souterrain et à son utilisation par l'homme. ●

## Remerciements

À l'IFPO Amman et Thibaud Fournet qui ont facilité ma visite de la forteresse, à Élodie Vigouroux qui m'a transmis le travail des Italiens.

## Contact

Paul COURBON  
paul.courbon@yahoo.fr

## Bibliographie

- [1] Ezio BURRI, Carlo GERMANI, Massimo MANCINI, Michele NUCCIOTTI, Mario PARISE, Guido VANNINI, 2009, *a tunnel for exploitation of natural spring in Shawbak Castle (Jordan)*, Opera Ipogia 2009-1, Rivista della Società Speleologica Italiana, p. 61-67. (Rédigé sans bonheur en Anglais dans une revue italienne)
- [2] Paul COURBON, 2012, *les creusements de la roche de l'Antiquité à la poudre*, XYZ n° 130 (Revue de l'Association française de topographie)

## ABSTRACT

*Many fortresses have been built on hills or summits allowing an easier defense and also a better control of a way or an area. These citadels dominate the landscape often more than 100 m. But in case of siege, water supplying was very important and vital. The military means were bigger than the farmers' ones and the depth of many wells dug in fortresses exceeds 100 m. Krak de Montreal is an apart case: we have no wells but a long steeply gallery which reaches an underground spring 80 m lower. As land surveyor, more the history of the krak, the authors try to understand how was dug the gallery and how was found the right direction during the digging.*