

UN SYSTEME UNIQUE DE PUIITS ET QANATS

A Dûmat al-Jandal (Arabie Saoudite)

Synthèse de Paul COURBON

EN GUISE DE PRESENTATION

Dûmat al-Jandal et les oasis d'al-Jawf ont été révélées aux Occidentaux au XIX^e siècle (Seetzen et al-Maliki en 1806, Burckhardt vers 1810-1816 et, surtout G. A. Wallin en 1845). Il fallut attendre 2009 pour qu'Alexandro de Maigret (†), professeur d'archéologie à Naples, lance les missions archéologiques à Dûma, pour en étudier la richesse patrimoniale et son occupation islamique et préislamique. Des partenaires institutionnels saoudiens, italiens et français furent associés au projet : la Haute Autorité du Tourisme et des Antiquités d'Arabie Saoudite, la direction du Tourisme de la région d'al-Jawf, l'Université de Naples *L'Orientale*, l'*Istituto italiano per l'Africa e l'Oriente*, le CNRS et l'Ambassade de France à Riyadh.

Ces missions [1] reprenaient les premières études faites par le Docteur Abdallah Nasif en 1987 [2] et par l'émir Abderrahmane Sudairi en 1995 [3]. Les archéologues ne manquèrent pas de remarquer l'existence d'un réseau de puits et de regards de qanâts liés à l'ancienne occupation humaine des lieux, 25 puits étaient répertoriés. Mais non rompus aux explorations souterraines et non munis du matériel adéquat ils ne purent les étudier. Aussi, début 2012, Guillaume Charloux, qui préparait une future mission avec Romolo Loreto, se mit-il en recherche d'une équipe de spéléologues. A Paul Courbon qui avait étudié les puits nabatéens de Madain Salih en 2005, s'ajoutaient Olivier Testa et Matthieu Thomas choisis par la FFS en fonction de leur compétence et des expéditions auxquelles ils avaient déjà participé. Cette mission se déroulait du 1^{er} au 15 novembre 2012.

De nombreux puits et portions de qanâts furent explorés, mais d'autres puits encore plus nombreux furent découverts. Le temps manquait pour tous les descendre; de plus ces premières explorations généraient de nombreuses questions sans réponses et nécessitant une étude complémentaire. Aussi, une nouvelle campagne fut-elle prévue en 2013, qui se déroula durant la deuxième quinzaine de novembre.

Mais, nous nous trouvions dans un contexte hydrogéologique particulier et très complexe. Au fur et à mesure de la mise au net de nos relevés topographiques et de nos déterminations d'altitude, au fur et à mesure de l'étude du contexte dans lequel se déroulaient ces réseaux de puits et de qanâts, d'autres questions apparaissaient. Il est certain qu'une troisième mission aurait été utile pour essayer de récolter d'autres éléments y répondant. Malheureusement, elle ne put se faire.

Cependant, au stade actuel de nos études, de nos recherches et de notre réflexion, il apparaît que le réseau de puits et qanâts de Dûma est un réseau unique, qui par son alimentation, ne ressemble à aucun de ceux qui ont été étudiés précédemment par différents auteurs. Nous tenterons d'en faire prendre conscience au lecteur dans les lignes qui suivent.

LE CONTEXTE DE DÛMA

Dûma est une vieille oasis, dont l'occupation humaine est très ancienne. Elle était déjà mentionnée au VII^e s. av. l'ère chrétienne dans les campagnes des rois néo-assyriens et, récemment, des occupations romaines et nabatéennes y ont été mises à jour. Plus près de nous, la période islamique y est marquée par la mosquée 'Umar al-Khattab (VII^e siècle) et par la spectaculaire forteresse Qasr al-Marid qui domine les vestiges d'habitations que nous appellerons la partie historique.

Aujourd'hui, comme la plupart des oasis saoudienne, Dûma a connu une très forte expansion liée à l'explosion démographique et amplifiée par la manne apportée par le pétrole. De ce fait, de nombreuses surfaces agricoles anciennes ont été bâties, des puits ont été bouchés et la plupart des regards de qanâts a disparu. De plus, l'alimentation en eau a été révolutionnée par de profonds forages qui sont allés capter une nappe artésienne donnant un débit important. Les réseaux de conduites d'irrigation créés à partir de ces forages ont remplacé les puits et leurs rigoles qui ne sont plus utilisés et entretenus.



Les vieux réseaux abandonnés, partant des puits

REPARTITION DES PUIITS ET QANATS

L'inventaire systématique réalisé par les archéologues (G. Charloux et Y. Gayet), puis continué par les spéléologues a permis de dresser une carte numérisée avec les puits et réseaux de qanâts de l'oasis (voir fig. p. 9). En 2012, avait été réalisé un positionnement de nombreux puits avec un GPS différentiel d'une précision de l'ordre de 5 cm. En 2013, faute d'avoir ce GPS à notre disposition, nous avons continué au GPS de poche d'une précision inférieure à 5m. De plus, nous avons exécuté quelques raccordements altimétriques de réseaux importants avec un niveau de précision pour rester dans un système d'altitudes permettant une étude fine. Les coordonnées X et Y ont été données en UTM 37, rattachées à la géodésie du pays.

Outre ce géoréférencement, chaque orifice de puits découvert fut photographié et intégré dans la base de données de la mission, donnant les caractéristiques principales des puits et les niveaux d'eau. Les qanâts parcourus à partir des puits ont fait l'objet d'une topographie fine systématique et d'une couverture photographique complète.

Ainsi, nous avons relevé 89 puits et regards de qanâts en surface ; 63 de ces puits non comblés ayant été explorés. Si 22 d'entre eux disposaient de départs de qanâts, seuls 6 donnèrent accès à des réseaux plus étendus, totalisant près de 600 mètres de développement. Dûma devenait une place de choix pour l'étude des structures hydrauliques souterraines dans la région. Nous verrons la répartition de ces réseaux sur le plan figurant en page 9.

Explorations de 2012

En 2012, nous logions dans le musée situé à proximité de Qasr al-Marid et juste au dessus de la zone dite « historique », où s'étendaient les vestiges de l'ancien village. Dans ce même secteur, l'équipe italienne de Romolo Loreto réalisait des fouilles sur des vestiges nabatéens. Plusieurs puits étaient visibles dans cette zone. De plus, des alignements de regards de qanâts y apparaissaient sur les photographies aériennes de 1964 en notre possession. C'est là que commencèrent nos recherches et nos explorations.

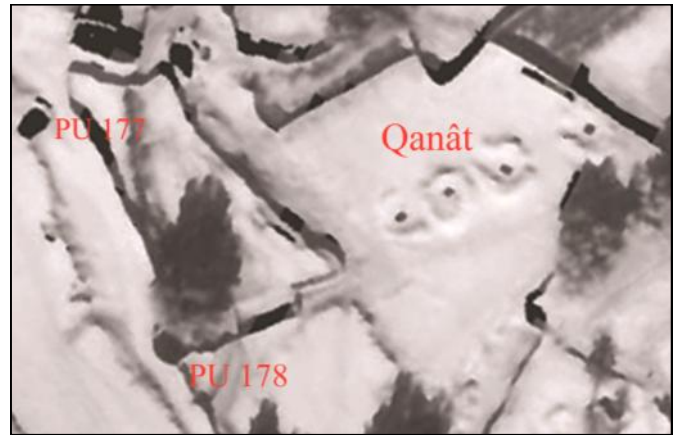
Le vieux village, maintenant inhabité, avait cependant été restauré en vue du tourisme local. Il était dominé par la belle mosquée de 'Umar al-Khattab.



Le vieux village et la mosquée 'Umar al-Khattab, témoins de l'ère islamique. Il y a des puits au fond à droite.

Juste en dessous du village subsistaient quelques puits, abandonnés depuis peu de temps. En s'écartant encore du vieux village, nous abordions une zone encombrée de nombreux déblais venant de terrassements des chantiers voisins. Une zone fraîchement urbanisée s'étendait derrière ces décharges. De nombreux regards de qanâts des photographies aériennes de 1964 avaient de ce fait disparu. Au fur et à mesure de nos explorations, nous élargissions nos recherches vers le sud-est, puis vers le nord-ouest. Les puits explorés mesuraient entre 20 et 37 m de profondeur totale, avec une profondeur en eau maximale de 21 m. Tous les départs de conduits observés dans la paroi de ces puits étaient obstrués à peu de distance, sans donner accès à un réseau significatif de galeries.

Enfin, peu avant la fin de la mission, le Puits 62 et les Puits 211 et 212 s'ouvraient sur des galeries s'apparentant à un réseau de qanâts.



Ces regards de qanâts vus en 1964 ont aujourd'hui disparu.

Explorations de 2013

A la fin de la mission 2012, beaucoup restait à faire. D'une part, il fallait finir les explorations de puits entrevus et d'autre part répondre aux nombreuses questions que nous nous posions, principalement sur le fonctionnement des réseaux puits-qanâts et leur datation. En 2013, le musée étant en travaux, nous logions dans un hôtel plus écarté de la zone.

Trois puits donnant accès à plus de 300 m de qanâts furent descendus. Avec ce que nous avons vu en 2012 nous pouvions mieux comprendre les qanâts de Dûma. La découverte de deux autres puits, l'un avec 41 m de hauteur d'eau et l'autre 30 m, confirmèrent une hypothèse de creusement des puits, que nous aborderons plus loin.

Des mesures de l'altitude de l'eau dans les puits faites en 2012, furent reprises pour voir leur variation. Celles-ci s'avérèrent incohérentes du fait des abondants arrosages modernes, ou des fuites des conduites d'irrigation (fig. p. 7 et 10). Des échantillons de roches furent pris dans les parois des puits pour contrôler leur porosité et leur caractère aquifère.

Les recherches d'éléments de datations furent négatives. En particulier, l'exploration du puits de la mosquée 'Umar al-Khattab ne donna aucune céramique susceptible d'être datée.

Plusieurs habitants assez âgés pour avoir vu les qanâts en fonctionnement furent interrogés. Nous tirons plus loin les conclusions des informations récoltées.

La désobstruction d'un regard bien placé en altitude et près du débouché d'un qanât à l'air libre (Ain al-'Abbas) fut tentée pour confirmer nos hypothèses.

Une belle équipe spéléologique : Matthieu Thomas, Olivier Testa et Paul Courbon

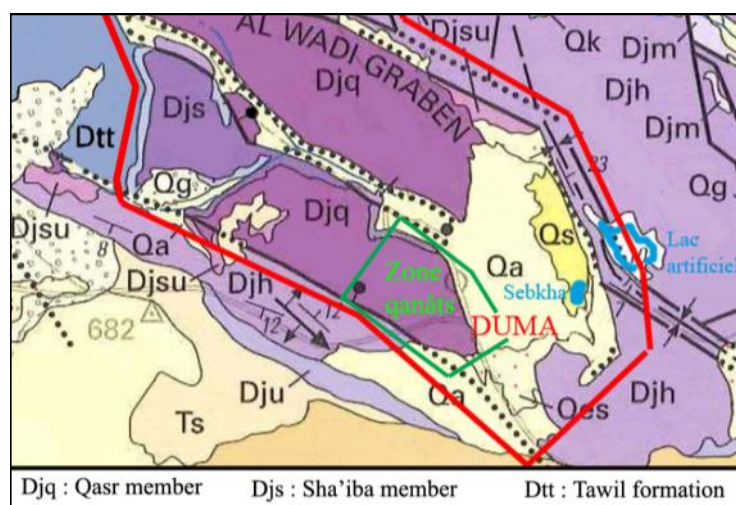


Elle fut malheureusement arrêtée avant d'aboutir, pour des raisons de main d'œuvre. Nous le verrons en détail plus loin.

CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

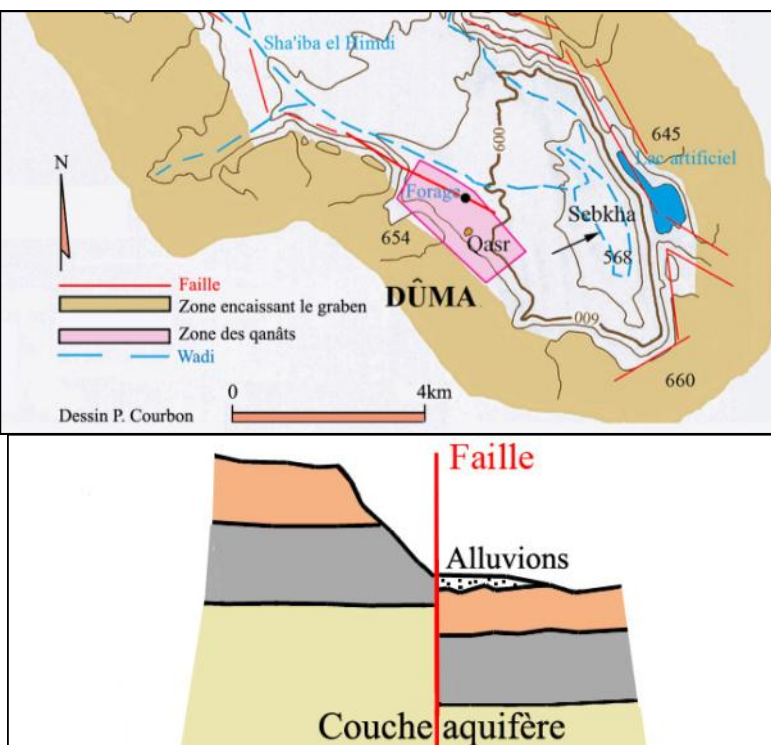
La carte géologique 1/250 000 nous apprend que la vaste gouttière remarquée sur la carte topographique 1/50 000 est en réalité un graben nommé « Al-wâdî graben ». Schématiquement, un graben peut être défini comme un affaissement de terrain qui s'est produit entre deux failles. Limité par des failles notre graben englobe toute la zone des puits et qanâts et toute la vaste palmeraie de Dûmat. Du fait de cet affaissement, une nappe aquifère du terrain encaissant peut se trouver rehaussée par rapport à la dépression du graben, proche d'une structure artésienne.

A Dûma, le schéma du graben est compliqué par des failles qui le compartimentent. De ce fait, l'interprétation hydrogéologique et son influence sur les systèmes d'irrigation souterrains n'est pas toujours facile à établir.



La carte géologique met en lumière le décalage de couches dû au graben. A gauche, la couche Dtt du terrain encaissant, se retrouve beaucoup plus bas dans le graben (zone des qanâts), sous Djq et Djs.

En bas, la carte altimétrique et le profil complètent la compréhension de la carte géologique.



Stratigraphie

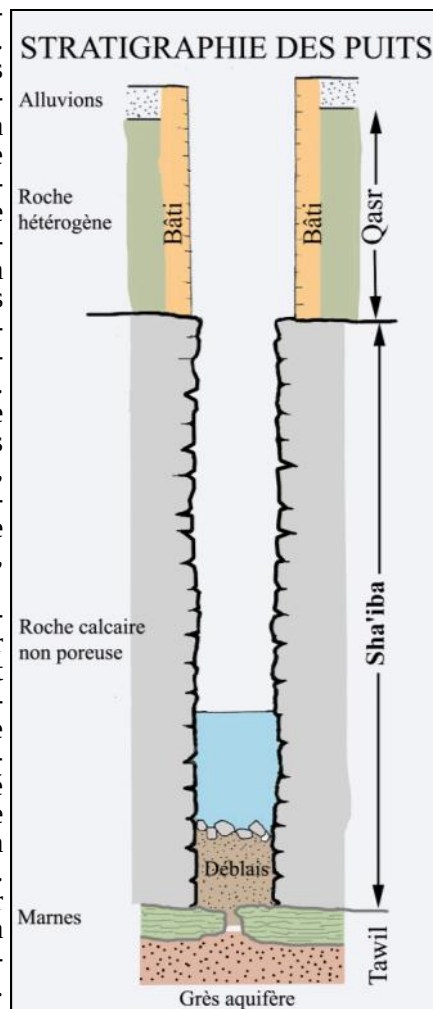
Nos démarches auprès du ministère de l'agriculture pour obtenir des éléments sur les forages de Dûma n'ont pas abouti. Nous avons dû nous référer au master sur la géologie régionale, présenté par le Saoudien Hussain Fahad al-Ajmi à l'Université du Roi Sa'ûd à Riyâdh [4]. Outre un bon collationnement des travaux entrepris précédemment, l'auteur nous donne la coupe stratigraphique issue d'un sondage à Sakaka, s'employant ensuite à une étude palynologique des échantillons issus du carottage. Mais, l'hydrogéologie et l'étude des aquifères, qui nous aurait aidés pour la compréhension des systèmes puits-qanâts n'étaient pas l'objectif de son étude.

Cependant, la stratigraphie du sondage de Sakaka nous donne des éléments très intéressants pour comprendre les puits de Dûma. Mais, Sakaka étant situé à 40 km à vol d'oiseau de Dûma, on ne peut transposer intégralement cette stratigraphie, il peut en résulter des différences, notamment sur les épaisseurs de couches. La stratigraphie de la région de Dûmat al-Jandal appartient au Dévonien inférieur (ère secondaire). En ce qui concerne nos systèmes puits-qanâts, trois couches nous intéressent :

- La première partie des puits se creuse dans Qasr member, d'une épaisseur de 10 à 15 m. C'est un calcaire argileux et silteux finement stratifié, avec des intercalations de marne schisteuse gris-vert [4, p. 34] et sans caractéristiques aquifères. Son manque d'homogénéité et de solidité explique que la première partie des puits ait été maçonnée.

- Sha'iba member, fait suite à Qasr member. La description qu'en fait al-Ajmi comporte des contradictions avec Helal [5] auquel il se réfère [4, p. 32]. En 1965, ce dernier donnait un grès à grains moyens comme principal composant de cet étage. Suivant les auteurs et l'endroit des prélèvements, son épaisseur varie de 25 à 50 m. Elle correspond à la roche plus solide sur laquelle repose la maçonnerie des puits et où le diamètre de creusement est inférieur. Les échantillons de roche que nous avons prélevés, confirment le caractère non aquifère de cette roche très peu, ou pas poreuse.

- La formation de Tawil sur laquelle reposent les deux étages précédents est formée d'un grès moyennement grainé limité par une couche de marne schisteuse en partie supérieure. Elle a une épaisseur de 150 m environ à Sakâkâ. Cette formation est aquifère.



Nous ne savons pas comment est constituée la couche de marne séparant Sha'iba et le grès de Tawil. Nous y reviendrons plus loin, avec notre hypothèse de nappe artésienne.

Description des puits et qanâts

Les puits. Comme vu précédemment, la première partie des puits, creusée dans une roche hétérogène, propice aux éboulements, a été maçonnée. La maçonnerie, d'un diamètre moyen de 4 m, a été réalisée sans mortier avec des belles pierres de siltite. Dans la zone de Qasr al-Marid, cette siltite apparaît en bancs bien stratifiés et se délitant en belles dalles. Au cours de nos explorations, cette hauteur maçonnée a varié de 10 à 15 m. Le soin apporté à la construction est variable selon les puits ; on trouve dans certains d'entre eux des encorbellements ou des niches d'ornementation.

La partie maçonnée est parfois entourée à l'extérieur d'escaliers circulaires. Ils permettaient d'en atteindre la base pour accéder aux qanâts qui nécessitaient des curages fréquents.

La partie maçonnée s'appuie sur une roche plus dure, qui du fait de sa solidité a pu être creusée sans nécessiter de bâti (fig. stratigraphie p. 3). Du fait de sa dureté et des difficultés de creusement, son diamètre est plus restreint : 2,5 m en moyenne. Les prélèvements que nous y avons faits, montrent que c'est une roche peu ou pas poreuse.

Du fait de leur comblement partiel par le sable, les pierres tombées du haut, ou depuis leur abandon, par les ordures qu'on y a jeté, nous ne connaissons pas la profondeur exacte des puits. Si certains ne doivent avoir qu'un comblement de quelques mètres, d'autres

doivent avoir un comblement beaucoup plus important. Par exemple, le P575 est 14 m plus profond que le P261 situé à 20 m de distance.

La majorité des puits explorés était encore en eau, mais avec des niveaux différents et sans aucune cohérence. Nous en verrons l'explication plus loin, à Aïn al-'Abbas.



L'un des escaliers circulaires entourant certains puits.



La maçonnerie en blocs de siltite assemblés sans mortier repose sur le roc de Sha'iba member, plus solide et d'un diamètre de creusement plus faible.

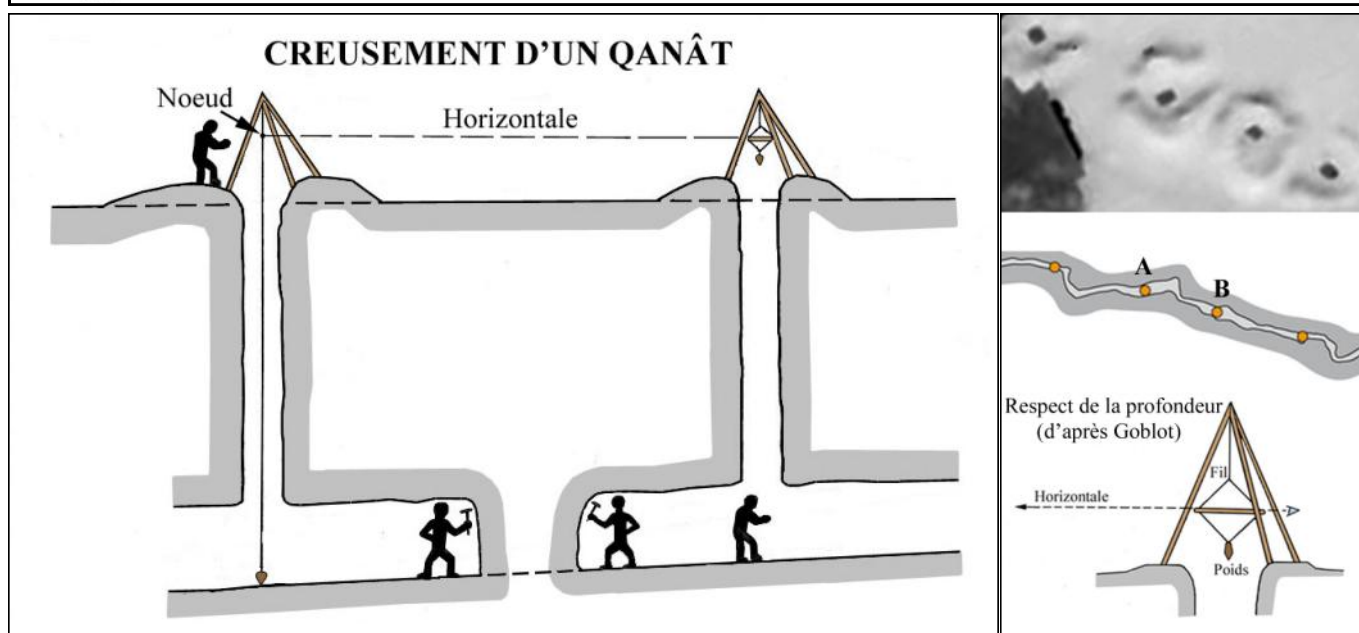
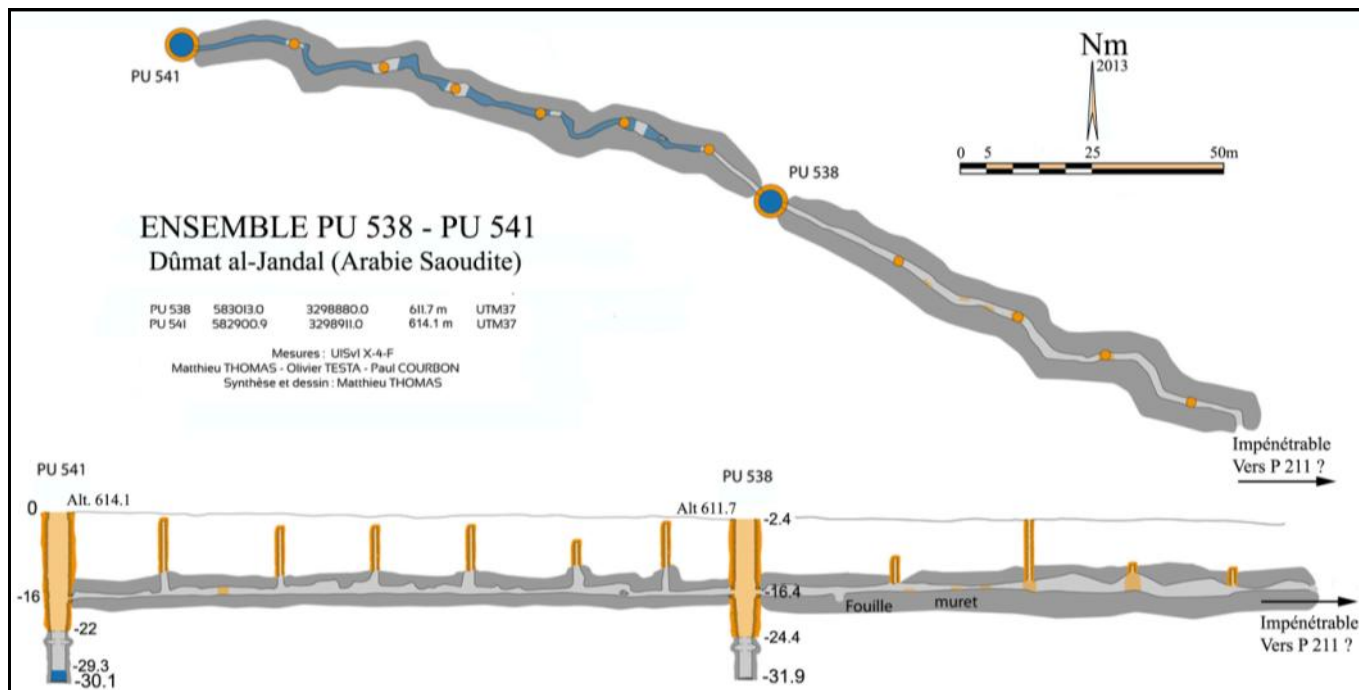


Les qanâts. Si certains puits sont individuels, d'autres appartiennent à un système d'irrigation relié par des qanâts. L'épaisseur des couches de Qasr member est variable du fait de l'érosion du sol, par contre, la transition avec Sha'iba member se fait à un niveau remarquablement régulier. Tous les qanâts sont creusés dans la zone de transition entre les deux couches. Mais, avec le manque d'homogénéité de cette zone de transition, nous avons soit une couche de grès tendre, facile à creuser, soit une couche de marne peu stable.

Dans le premier cas, nous avons des belles galeries, creusées à même la roche et où l'on peut parfois se tenir debout. Dans le second cas, on trouve des conduits maçonnés avec de belles dalles en plafond. Pour limiter ces travaux de maçonnerie, ces conduits sont souvent bas et étroits, on s'y déplace presque en rampant (fig. p. 5). Ils étaient curés par des enfants.

Comme nous le verrons plus loin, la technique de creusement des qanâts nécessitait, à espace régulier, des regards joignant le qanât à la surface du sol. Après l'abandon des puits et qanâts, les cultivateurs ont voulu préserver ces derniers ; à de nombreux endroits, le haut des regards a été obstrué à partir du sol avec une dalle recouverte de terre. On peut voir ces dalles d'en bas quand on explore les qanâts que nous avons atteints à partir des puits.

Sur les topographies que nous avons dressées, on peut remarquer la forme non rectiligne des qanâts, alors qu'en surface, les regards étaient alignés. En fait, on creusait les regards en premier et à la profondeur voulue, on les joignait l'un à l'autre en creusant simultanément la galerie du futur qanât. Ce creusement simultané permettait d'avancer plus vite, comme dans les tunnels. Mais, creusés au jugé, leur tracé avait des écarts que l'on rattrapait au son pour faire la jonction.



En haut, topographie d'un réseau puits-qanâts avec ses regards obstrués par des dalles à partir de la surface.

Pour gagner du temps, le qanât pouvait être creusé simultanément à partir de regards alignés au sol. Une règle lestée d'un poids permettait de définir l'horizontale et la profondeur de creusement du regard suivant. Comme le montre le trajet du qanât entre A et B, les terrassiers ne devaient pas avoir de boussole et la jonction devait se faire au son !



A gauche, un qanât creusé dans une couche de grès permet de se déplacer debout.

En bas, un autre creusé dans des marnes a été maçonné et doit être parcouru en rampant ou à quatre pattes.



DATATION DES PUIITS ET QANÂTS

La datation est le plus gros problème posé par les puits et qanâts de Dûma. Creuser un puits dans la roche est un gros travail, nécessitant des moyens importants. Il est logique que des puits creusés il y a très longtemps aient été entretenus, des réfections plus récentes se superposant aux éléments anciens. De plus, différemment de recherches à l'air libre, au fond d'un puits on ne peut faire des fouilles minutieuses qui dégagent petit à petit les différentes strates d'occupation. D'abord il y a l'eau et, même s'il n'y avait pas d'eau, il faudrait évacuer les déblais, ce qui n'est pas facile dans un puits de 20 ou 30 m ! Quant aux qanâts, nos discussions avec les anciens oasiens nous ont confirmé qu'ils étaient régulièrement entretenus et curés, effaçant ainsi toute trace ancienne.

De plus, il aurait été illusoire d'espérer trouver dans les puits et qanâts quelque gravure qui permette une datation, les ouvriers chargés du creusement étant vraisemblablement illettrés. De telles gravures auraient pu être trouvées à un débouché de qanât à l'air libre, mais nous n'en avons découvert aucun. Aussi, nous n'avons pu que nous référer aux écrits.

Référence aux écrits

- Nasif [2, p. 63] se réfère à Ibn Sa'd [6] qui, en 1957, signale le traité signé en l'an neuf de l'Hégire (630 de notre ère), entre le Prophète Mohammed (Paix soit sur lui) et Ukaidir, détenteur de l'autorité de Dûma. Ce traité ferait mention d'eau courante. S'agit-il de l'eau courant venant des qanâts ou de l'eau sortant de sources ?

- Nasif nous renvoie aussi vers le Finlandais G. A. Wallin [7] qui visita la région en 1845. Après avoir vanté la richesse et la variété des vergers et palmeraies, Wallin écrit [7, p. 140] : *Des allées étroites entre les murs bordant les vergers, qui servent de passage et de canaux alimentant de jour et de nuit les plantations en eau de source ...Cependant, comme l'eau ne suffit pas pour toutes les plantations, chaque verger contient un ou plusieurs puits qui suppléent à l'insuffisance des sources... L'eau est atteinte facilement dans cette vallée, la profondeur moyenne des puits n'excède pas dix brasses (18 m), ce qui est confirmé par les profondeurs où nous avons trouvées les qanâts. Plus loin [7, p. 142] : Le quartier Dûmat al-Jandal contient trois sources abondantes ; Alkubrâ, Bard Zubeïda et Aïn al-Jandal. Plus loin encore [7, p. 145] : De temps à autre, on trouve des aqueducs souterrains, construits de solides pierres taillées, carrées, de facture soignée, qui autrefois servaient peut-être à diriger l'eau de pluie dans les puits ou à l'écoulement d'eau venue de sources ou de puits qui ont maintenant disparu... Comme ils sont pleins de sable, seule une petite partie en est accessible et ni leur départ, ni leur arrivée ne peuvent être certifiés.*

- Un autre auteur, Philby [8, p. 252] nous cite brièvement : *De copieux puits-sources qui fournissent de maigres écoulements pour l'irrigation de l'oasis.* On note la contradiction entre copieux et maigres.

- Ces lignes laissent pensif. Quand on les relit attentivement, on y trouve du flou, des imprécisions ou des contradictions. Ces sources surprennent, on ne peut dire où elles se trouvaient. Ne sont-elles en fait que des sorties de qanâts ? Quant à la description des qanâts, elle suscite deux réflexions : la première est que les qanâts n'ont pas été utilisés en permanence, il y a eu des périodes d'abandon. Étaient-elles liées à des cycles de sécheresse, d'épidémies ou à des périodes de forte insécurité ?

Références aux autres études

- Henri Goblot publiait en 1979 : *Les qanats, une technique d'acquisition de l'eau*, issu de la thèse qu'il avait présentée en 1973 [9]. Il lie l'apparition des qanâts aux mines, où le recoupement de veines aquifères créait des poches d'eau qu'il fallait évacuer. Il a travaillé en Iran pendant 20 ans et c'est dans ce pays qu'il situe l'apparition des premiers qanâts, un millénaire B.C. Il fait état de la première mention écrite des qanâts lors de la huitième campagne du roi assyrien Sargon II (722-705 BC). Dans cette région dépourvue de cours d'eau, le roi s'étonnait des réseaux d'irrigation qu'il qualifie de *sorties d'eau ménagées pour le peuple*. De l'Iran, le principe des qanâts se serait ensuite diffusé vers l'est et l'ouest, mais sans que Goblot fixe de dates. En fait, Goblot fait appel à la réflexion et à l'interprétation de textes historiques, plus qu'à une datation par des moyens scientifiques précis.

- Plus tard, le 20 mars 2000, Pierre Briand, professeur au collège de France, y organisait un colloque, dans le but de confronter les points de vue des divers chercheurs. Une publication a été consacrée à ce colloque en octobre 2001 [10] ; P. Briand n'y est pas tendre avec H. Goblot ! En fait, on assiste à une opposition due à la formation professionnelle : P. Briand est un littéraire, qui s'appuie sur des textes de l'historien grec Polybe, attestant des qanâts de l'époque achéménide (fin du III^e siècle BC). Il relance la discussion sur la datation des qanâts en faisant référence à de nombreux textes anciens. Mais, ces textes anciens n'ayant pas la précision de textes plus modernes, n'en résulte-t-il pas de nombreuses interprétations ? Même les textes du XIX^e siècle que nous avons vus précédemment manquent de précision ! Henri Goblot, ingénieur des mines, a une approche se référant moins aux textes, mais beaucoup plus guidée par une réflexion de scientifique.

- Michel Wuttman, de l'Institut Français d'Archéologie du Caire, décrit la datation des qanâts de 'Ayn-Manâwir, dans l'oasis égyptienne de Kharga [10, p.125-131]. Il fait lui aussi état des difficultés de datation je j'ai mentionnées plus haut. Mais, à partir de déblais du qanât recouvrant les vestiges d'une maison, ce qanât a été daté du V^e siècle BC ; je dois avouer que je n'ai pas été convaincu.

Nos hypothèses

Faute d'avoir pu trouver des éléments de datation dans les qanâts, et d'autres écrits que ceux cités précédemment, nous ne pouvons que formuler des réflexions ou hypothèses.

Peut-on rattacher ces trois puits à l'occupation nabatéenne ?



- Une équipe d'archéologues italiens fait depuis 2010 des fouilles sur un site nabatéen (I^e siècle BC-I^e siècle AC) situé juste sous Qasr al-Marid et non loin de l'ancien village islamique. Peut-on penser qu'il y avait à l'époque un point d'eau, une source artésienne par exemple, situé à proximité ? Ou encore, les nabatéens auraient-ils creusé l'un des puits que l'on trouve à peu de distance ?

- De même, après l'année 106 de notre ère, les Romains s'étaient installés hors de notre zone d'étude, 3 km au nord-ouest de part et d'autre du wadi Sha'ib al-Himdi, où leurs remparts sont encore visibles. On peut penser qu'ils avaient creusé des puits dans le wadi, lequel devait collecter en sous écoulement les eaux de la gouttière du graben. Dans une zone transformée par l'occupation moderne, il n'en n'a pas été trouvé de traces.

- Plus proche de nous, l'occupation de l'ère islamique (VII^e siècle) est marquée par l'ancien village inhabité, mais restauré, situé sous Qasr al-Marid. Les textes anciens y font mention d'eau courante [2]. Ce village est-il à l'origine de tous les puits creusés juste en dessous, ou en a-t-il ajouté à ceux qu'auraient pu creuser les Nabatéens ? Aucun de ces puits, que nous avons explorés dès notre arrivée, ne comporte de départ de qanât, différemment de ceux explorés ensuite. Ce sont des puits simples.



Dans un puits proche du vieux village, comment dater avec certitude ces stries de creusement certainement très anciennes ?

- Restent les réseaux puits-qanâts. D'après nos conversations avec les oasiens, certains puits semblent avoir été creusés à l'époque moderne, mais de quand datent les premiers réseaux-puits-qanâts ? Les premiers occupants islamistes avaient-ils acquis la maîtrise et les connaissances pour creuser de tels réseaux ? Peut-on affirmer que de tels réseaux aient pu être creusés à une époque très ancienne ? Il est fort possible qu'ils soient arrivés bien après l'époque islamique. Nous verrons plus loin nos hypothèses sur les réseaux puits-qanâts de Dûma.

UN RESEAU EXCEPTIONNEL DE PUIITS ET QANÂTS

Les réseaux explorés

Lors de nos explorations de puits, les premiers départs de galeries découverts étaient vite obstrués par des éboulements, ne nous permettant pas de penser à des réseaux puits-qanâts.

C'est en étendant nos recherches vers le nord-ouest que nous avons eu la chance de tomber sur ce qui allait s'avérer des réseaux. Ce fut tout d'abord le P.62, donnant à 15 m de profondeur sur une galerie d'une quarantaine de mètres de long. Dans la foulée, nous explorions ensuite le premier réseau puits-qanâts

à partir des P211 et P212.

En 2013 l'exploration de 300 m de qanâts à partir des P538, P540 et P541 (fig. page 5). nous permis de confirmer les explorations de 2012. Plusieurs habitants assez âgés pour avoir vu les qanâts en fonctionnement furent interrogés et parmi eux un ancien puisatier. Ils nous indiquèrent deux réseaux de puits-qanâts actuellement inaccessibles et la place de leurs débouchés à l'air libre, malheureusement écroulés. Sur les indications d'un autre oasien, des recherches furent faites à Aïn al-'Abbas, nous permettant de préciser le schéma des réseaux de qanâts. Enfin, la découverte de puits avec une profondeur d'eau exceptionnelle (P271, P575) nous amena à reconsidérer le type de la nappe aquifère alimentant les puits.

Nos recherches à Aïn al-'Abbas

En 2012, nous avons trouvé un regard, obstrué à 1 m de profondeur et situé à une dizaine de mètres d'un fossé qui s'ouvrait en contrebas de l'autre côté d'une route. Ce fossé se continuait dans une oasis. En 2013, les habitants nous confirmèrent que ce regard était le dernier d'un qanât, juste avant sa sortie. Ce débouché de qanât, appelé Aïn al-'Abbas, avait été obstrué lors de la construction de la route et le regard (P150) était encore utilisé vers 1990 pour tirer de l'eau.



Nous avons approfondi le P150 de 3 m avant d'être obligés d'interrompre nos travaux, nous touchions presque au graal !

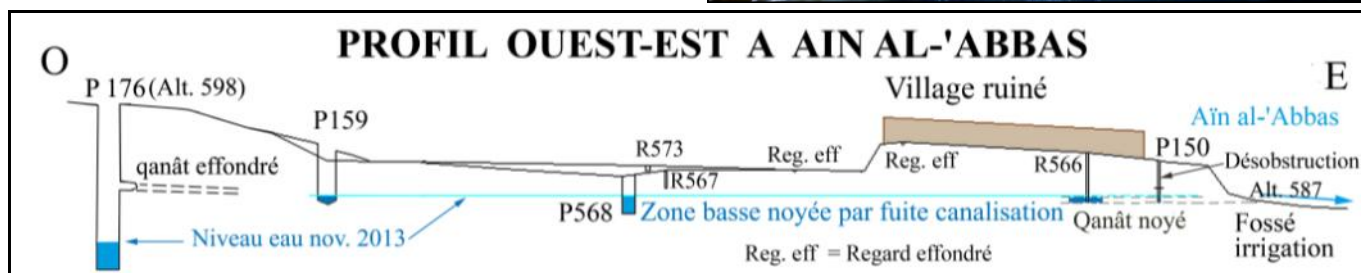
Ce regard était le seul moyen de pouvoir accéder à une sortie de qanât et de reconstituer ainsi une chaîne complète puits-qanât. Son diamètre de 1.2 m laissait entrevoir une désobstruction facile, de seulement 4 ou 5 m pour atteindre le débouché d'un qanât à l'altitude du fossé. La désobstruction entreprise fut malheureusement arrêtée au bout de 3 m pour des raisons de main d'œuvre. Heureusement, moins de 20 m en amont, dans la cour d'une maison en ruine, un habitant nous indiqua un regard non obstrué. Son ouverture étroite, de 0.45 m de diamètre donnait sur un conduit vertical un peu plus large. Après l'avoir équipé d'une corde, nous avons la surprise, 5,7 m plus bas, d'arriver sur de l'eau encombrée de sacs plastiques. L'eau empêchait d'atteindre le fond du qanât, environ 1,5 m plus bas. Cet ennuyage contrariant nous permettait néanmoins d'avoir une estimation d'altitude suffisamment correcte pour asseoir notre profil.

Ce niveau anormalement haut de l'eau était la conséquence de ce que nous avons remarqué lors de nos mesures dans les puits. D'abondants arrosages créaient des infiltrations donnant des niveaux incohé-

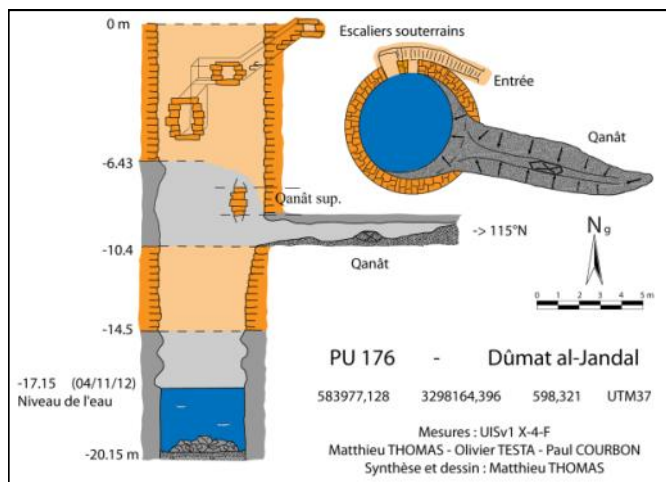


En haut, le regard qui nous a amené 5,7 m plus bas au qanât noyé. Ventrus, s'abstenir !

A gauche, les arrosages provoquent des infiltrations faussant le niveau de l'eau dans les puits.



Le qanât marqué par regards et puits, aboutit vraisemblablement au P 176 (voir page précédente). Comme dans d'autres puits, les infiltrations des réseaux d'irrigation modernes ou les excès d'arrosage faussent la cohérence du niveau de l'eau.



Le P 176, où le départ de qanât maintenant obstrué devait rejoindre Aïn al-'Abbas. Noter deux niveaux de qanâts.

rents. Tout près d'Aïn al-'Abbas, nous avons remarqué en 2012 une fuite dans le réseau d'arrosage moderne. En 2013, toujours non réparée, elle arrosait abondamment la zone, où un autre puits était rempli à moins de 3 m de sa margelle, situation illogique vu la baisse des nappes phréatiques constatée ailleurs.

Description générale des qanâts

Tout ce que nous venons de voir nous amène vers un type de qanâts qui n'avait jamais été décrit auparavant. Goblot nous définit les qanâts comme une *technique de caractère minier qui consiste à exploiter des nappes d'eau souterraines au moyen de galeries drainantes*. Ce terme de caractère minier est repris en Provence avec les mines à eau.

Tous les auteurs consultés nous donnent un schéma de qanât semblable à celui que nous donnons dans l'illustration jointe (page 9).

- Dans la partie haute d'un terrain, on peut creuser un puits jusqu'à atteindre une nappe aquifère. On pourra ensuite creuser une galerie légèrement en pente, pour drainer cette eau vers les terrains en aval.

- On peut aussi creuser une galerie à partir du bas de la pente pour essayer de trouver un écoulement ou un suintement abondant sur une strate rocheuse imperméable.

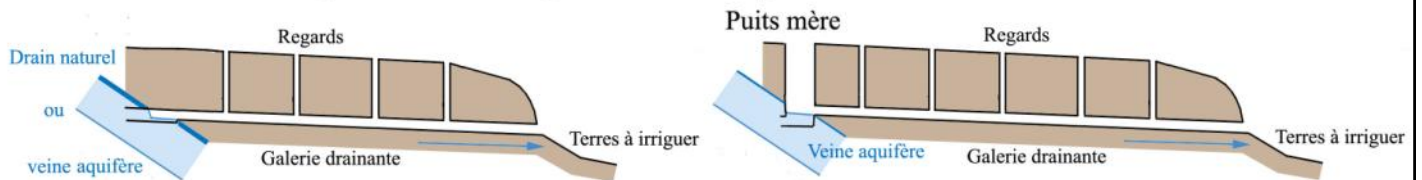
- Dans les deux cas, le creusement de la galerie était accompagné du creusement de regards verticaux, à intervalles réguliers, pour faciliter l'évacuation des déblais, travailler à plusieurs endroits simultanément et, éventuellement, créer une aération. A partir de certains regards aménagés à cet effet, on pouvait aussi puiser de l'eau avec une outre. Le creusement simultané du qanât à partir du fond de ces regards explique le parcours tortueux de certains qanâts, alors qu'en surface les regards sont alignés (photo p. 2). Sans moyen d'orientation précis, la fin de jonction entre deux regards devait se faire au son (fig. p. 5) !

Dans nos conversations avec des archéologues ayant étudié des mines à eau en France et en Italie, certains puisatiers créaient volontairement une désorientation, calculée pour être sûrs de se croiser au moment du creusement simultané de la galerie.

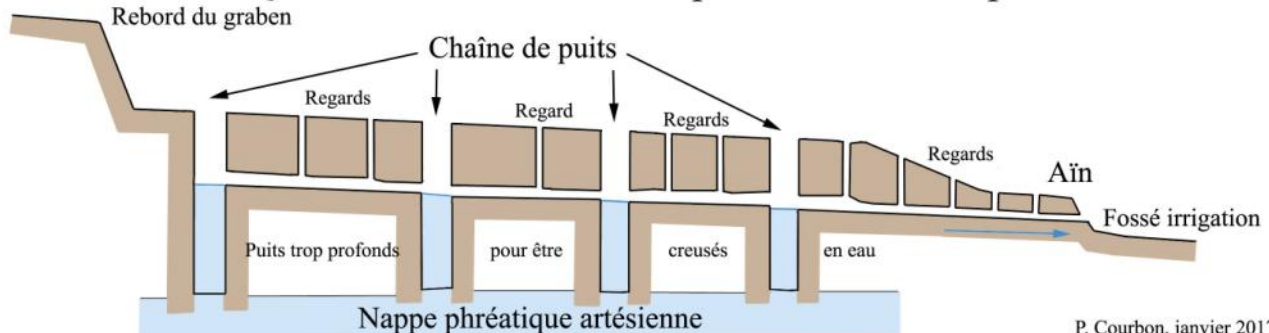
Les quelques regards retrouvés en surface sont d'un diamètre restreint (décamètre en haut à gauche).



Qanâts classiques décrits par divers auteurs



Qanâts de Dûma alimentés par une chaîne de puits



P. Courbon, janvier 2017

• Le cas de Dûma sort de l'ordinaire, car on n'a pas un puits, **mais toute une série de puits** qui forment une chaîne, chacun apportant sa contribution à l'alimentation du qanât. Ces puits avaient une fonction double : arroser par puisage le terrain où ils se trouvent, le surplus d'eau permettant d'alimenter le qanât pour participer à l'irrigation de terrains en aval. Dans les pays secs on savait partager l'eau et instaurer des périodes d'utilisation entre les usagers. Nos mesures altimétriques contrôlent cette logique d'écoulement.

Fond du P211 à -31 m. Quelle était à l'origine la profondeur de ce puits? Comment y entreprendre des fouilles ?



Autre originalité : **les profondeurs en eau** souvent énormes sous le niveau des qanâts, nous ont interpellés. Ici, nous avons mesuré entre 15 et 40 m d'eau ! Le comblement partiel des puits (Photo ci-dessous) nous empêchant d'avoir les profondeurs exactes... certainement plus importantes.

Hypothèse

Faute d'avoir eu accès à une étude hydrogéologique détaillée de la zone, nous ne pouvons que formuler des hypothèses personnelles qui s'accordent logiquement à ce que nous avons constaté.

Comme écrit précédemment, nous avons prélevé des échantillons de roche dans les puits, pour en mesurer la teneur en calcaire et surtout la porosité. La roche où étaient creusés les puits en dessous des qanâts était très peu ou pas poreuse, donc non aquifère. Ce qui ne l'empêchait pas d'être fissurée.

Dans les puits que nous avons étudiés en Fran-

ce, nous avons déjà trouvé des [fluctuations de l'eau de 20 m](#) amenant l'approfondissement d'un puits en période sèche. Certains puits du Sahel connaissent aussi des variations très importantes. Mais ici, la pluviométrie moyenne, mesurée à la station météo de l'aéroport d'Al-Jawf, n'est que de l'ordre de 50 mm/an. De ce fait, comme dans la majeure partie de l'Arabie, les nappes d'eau sont fossiles, ne se prêtant pas à ces variations saisonnières. Le niveau des qanâts dans les puits est un témoin de cette stabilité du niveau d'eau, lequel ne varie qu'avec le rabattement lors de puisages importants.

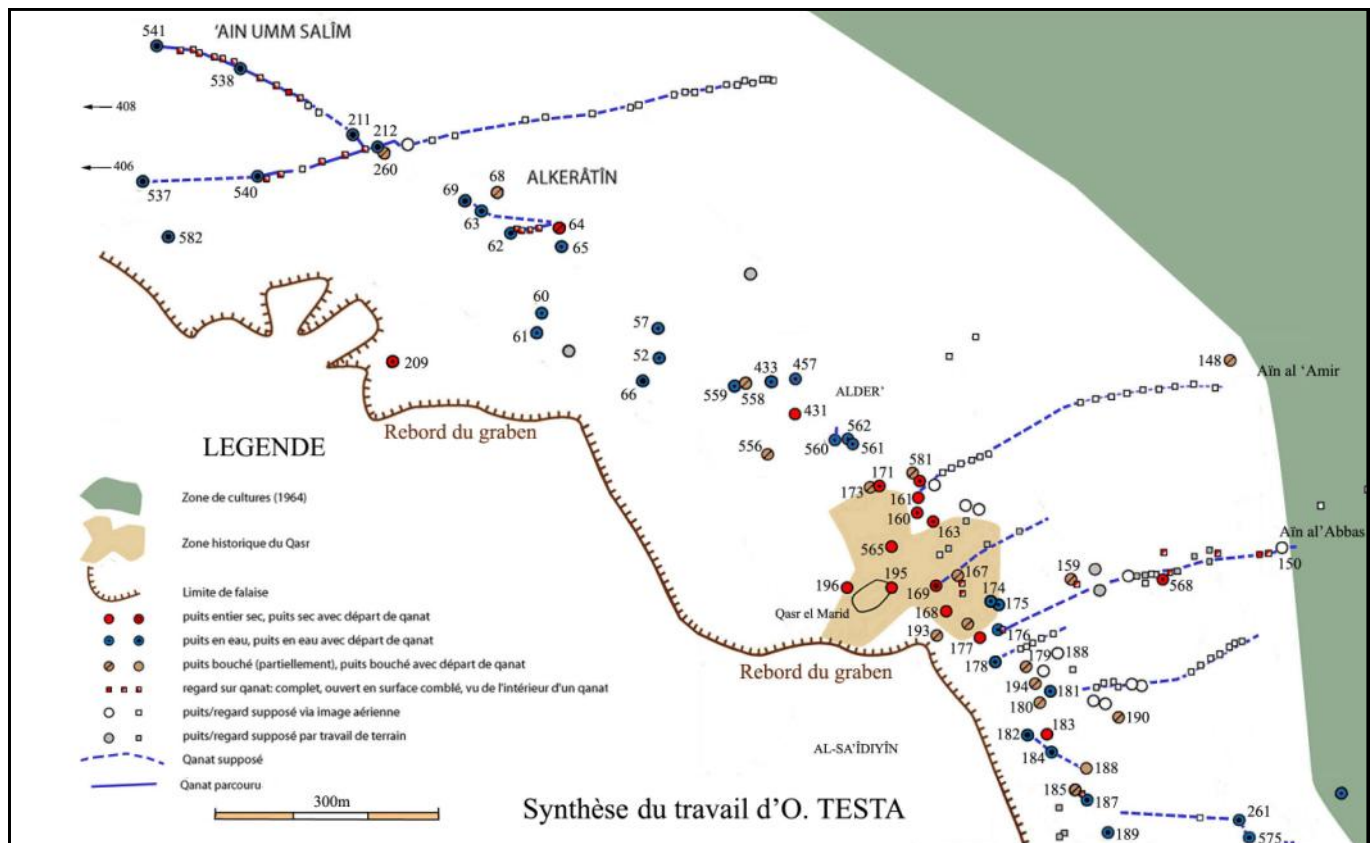
Profondeurs en eau. Avec les grandes profondeurs noyées constatées (40m au P575, 30m au P261 22m au P189), **il aurait été impossible avec des outres tirées** par chameaux d'assurer un puisage assez important pour permettre aux puisatiers de travailler à sec. Dans les puits nabatéens que nous avons étudiés à [Médain Salih](#) [13], on dépassait à peine 3 m de profondeur au dessous du niveau supérieur de la nappe.

Une seule explication : le creusement de la roche non aquifère de Sha'iba member s'effectuait à sec, jusqu'à atteindre le toit d'une nappe artésienne de la formation de grès aquifères du Tawil. Après que le puisatier ait donné les derniers coups de pioche, il fallait le retirer sans tarder ! L'eau remontait alors de 15 m, 20 m ou plus. Les discussions que nous avons eues avec un vieux puisatier le confirmeraient. Mais le barrage de la langue nous a empêchés d'entrer dans le détail. Cette hypothèse de la nappe artésienne est renforcée par le décalage du niveau de la nappe aquifère du Tawil de part et d'autre de la limite du graben. La stratigraphie des puits vue précédemment (fig. p. 3), va dans le sens de cette hypothèse.

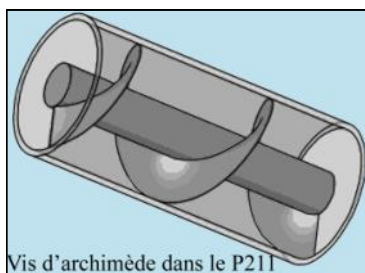
Exploitation à l'époque moderne, arrêt des qanâts

• Dans son ouvrage [2, p. 61], Nasif se reporte à un article de F. Winett et W. Reed [14], qui après leur visite de 1962 discutent d'un système d'anciens qanâts, faisant allusion à leur présence sur des plans de la vieille ville, introuvables aujourd'hui.

• L'un des vieux oasisiens que nous avons questionnés a arrêté de curer les qanâts en 1960, quand la richesse apportée par le pétrole a permis de faire travailler des ouvriers étrangers. Certains des réseaux puits-qanâts fonctionnaient encore à cette époque là. Tout allait changer petit à petit avec l'arrivée des pompes à partir de 1950. Ces pompes n'étaient pas aspirantes et refoulantes comme à Medain Salih, mais elles



Cette carte montre le travail important réalisé par les spéléologues en deux fois deux semaines. Le système de qanât le plus important, situé en haut à gauche, a été atteint par les puits 541, 538, 540, 211 et 212. Les regards de qanât qui suivent ont été repérés sur les photos aériennes de 1964, ils n'existent plus. Les puits les plus profonds en eau, sont situés en zone sud, aux altitudes les plus basses.



utilisaient le principe de la vis d'Archimède, ce qui apparaît encore dans les tuyaux qui plongent dans de nombreux puits. Ces pompes, fixées en surface, permettaient de remonter l'eau au delà de 20 m de profondeur.

- L'arrivée de ces pompes, qui puisaient beaucoup plus vite que les outres tirées par des chameaux, amena petit à petit la fin du fonctionnement des qanâts.

Les 6 pompes du P 211 devaient abaisser l'eau bien en dessous des qanâts. L'excès d'arrosage crée aujourd'hui des ruissellements importants qui faussent le niveau de l'eau.

nâts. Dans le P211 équipé de six pompes, les tuyaux descendaient 10 m plus bas que les qanâts, les rendant inopérants en créant un rabattement qui abaissait le niveau de l'eau d'une manière importante.

Les nouveaux forages de 1985 pour capter une nappe artésienne très profonde et les réseaux d'arrosages qui suivirent amenèrent après 1990 l'abandon de l'exploitation de tous les puits.

- Il faut noter que tous les forages entrepris dans la région ont provoqué, comme cela a été constaté partout en Arabie, un abaissement de la nappe phréatique fossile. De ce fait, lors de notre mission l'eau des puits se trouvait bien plus bas que le niveau des qanâts. Dans le P211, en 2013, elle se trouvait 15 m en dessous. Mais, du fait d'arrosages surabondants, cette baisse était très inégale et dans les puits situés les plus bas en altitude, la baisse était plus minime ou nulle : dans les P575 et 271, l'eau arrivait presque à ras des

Réfection d'une maçonnerie avant l'abandon des puits: réemploi d'une pierre de margelle entaillée par les cordes.





A Bir Jidliya, obstrué à -7 m, subsiste l'aire de halage des chameaux puisant les outres. Tenu compte du retournement des chameaux, l'eau était à 18 m de profondeur.

qanâts et dans le regard à 25 m de la sortie d'Aïn al-'Abbas, il y avait 1,5 m d'eau dans le qanât.

- Indépendamment de cette variation moderne de la nappe phréatique, il est aussi possible qu'il y ait eu des variations de niveau dans la période d'exploitation. C'est ce que montreraient les deux niveaux de qanâts dans le P176, décalés de près de 2m en altitude.

CONCLUSION

Beaucoup de questions et d'hypothèses non confirmées résultent de notre étude. Bien que les lignes qui précèdent soient la synthèse d'un travail collectif, certaines interprétations, ou certains développements sont le fait de leur rédacteur. Très attaché à la langue française, P. Courbon a voulu fournir une version française qui complète la version anglaise parue sur Internet. Avec l'autorisation de ses équipiers, elle figure sur son propre site que vous consultez actuellement.

Crédit photo : P. Courbon, O. Testa et M. Thomas

Remerciements : Cette synthèse n'aurait pu se faire sans le travail d'équipe réalisé par G. Charloux, P. Courbon, O. Testa et M. Thomas. Nous devons remercier : Dominique Janjou, directeur commercial du BRGM qui nous a fourni la carte géologique de Jawf et Alexis Gutierrez, du BRGM aussi, qui a répondu aimablement à nos questions.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CHARLOUX Guillaume et alii, 2012, Dûmat al-Jandal, immémoriale oasis d'Arabie saoudite, *Archéologia* n° 495, pp. 46-55.
- [2] NASIF Abdallah Adam, 1987, The ancient qanat system in Dumat al-Jandal – Jawf, *Ages* vol. 2, part 2, pp. 61-70
- [3] SUDAIRI Amir Abd-er-Rahman, 1995, The desert frontier of Arabia, Al-Jawf through the Ages, Stacey international, London, 209 p.
- [4] AL-AJMI Hussain Fahad, 2005, Geology of Sakaka area, King Saud University, Riyadh, 219p.
- [5] HELAL, A.H., (1965): "General geology and lithostratigraphic subdivision of the Devonian rocks of the Jawf area, Saudi Arabia", *Suttgart, Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, Heft 9, pp. 527 – 551.
- [6] IBN SA'D, 1957, At-Tabaqât al-Kubra, Beirut ; Dar Sâdir, p. 288-289
- [7] WALLIN G. A., 1845, Narrative of a journey from Cairo to Medina and Mecca, by Suze, Araba, Tawila, al-Jauf, Hubba, Hail and Nejd, The journal of the Royal Geographical Society, vol. XXIV, pp. 140-146.
- [8] H. St. J. PHILBY, 1923, Jawf and the North Arabian desert, *Geographical journal*, vol. LVII, p. 252
- [9] GOBLOT Henri, 1979, Les qanâts, une technique d'acquisition de l'eau, Mouton éditeur, Paris, 236 p.
- [10] Irrigation et drainage dans l'Antiquité, qanâts et canalisations souterraines en Iran, en Egypte et en Grèce, séminaire tenu au collège de France sous la direction de Pierre Briand, Imp. Autographique, oct. 2001, Paris
- [11] CHARLOUX Guillaume, LORETO Romolo, 2013, Dûmat al-Jandal, 2 800 years of history and glory, publié avec le support d'EADS, 140 p.
- [12] CHARLOUX Guillaume, LORETO Romolo, 2012, 2010 Report of the Saudi-Italian-French Archaeological Project at Dûmat al-Jandal, Saudi Commission for Tourism and Antiquities, 369 p.
- [13] COURBON Paul, 2008, Les puits nabatéens de Médain Salih (Arabie saoudite), *Arabian archeology and epigraphy*, n° 19, Blackwell Publishing Ltd, Edinburgh, pp. 48-70.
- [14] WINETT F.V. and REED W.L., 1970, Ancient records from North Arabia, Toronto

Version Internet

G. CHARLOUX, P. COURBON, O. TESTA, M. THOMAS, 2017, GIS & Underground Restitution of an Ancient Qanât System within a North Arabian Urbanized Oasis, *Water history* 2017, DOI

<http://rdcu.be/tM26>

Synthèse de mission réalisée par P. Courbon, juin-décembre 2017.
