



HAL
open science

Restitution et modélisation des monuments hydrauliques d'Uthina (Oudhna)

Sana Ben Salem-Hamani, Jean-Claude Golvin

► **To cite this version:**

Sana Ben Salem-Hamani, Jean-Claude Golvin. Restitution et modélisation des monuments hydrauliques d'Uthina (Oudhna). Virtual Retrospect 2007, Robert Vergnieux, Nov 2007, Pessac, France. pp.281-292. hal-01774917

HAL Id: hal-01774917

<https://hal.science/hal-01774917v1>

Submitted on 24 Apr 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Restitution et modélisation des monuments hydrauliques d'Uthina (Oudhna)

Sana Ben Salem - Hamani

sana_bensalem@yahoo.fr

Jean-Claude Golvin, Ausonius, Université de Bordeaux 3

jean.claude-golvin@wanadoo.fr

Résumé : Les recherches consacrées à la question des installations hydrauliques dans les villes romaines en Tunisie n'ont concerné jusqu'à présent que les réseaux extra-urbains principalement les aqueducs et les temples des eaux ou, de façon ponctuelle, certains grands monuments tels que les thermes et les grandes citernes. Ces recherches ont concerné principalement l'étude historique et architecturale de l'édifice sans évoquer les questions de l'alimentation, de l'évacuation des eaux et la relation du monument avec le reste de l'aménagement urbain.

Nous les avons donc abordé dans le cadre de notre thèse de doctorat intitulée "l'eau dans la ville en Afrique romaine à travers le cas d'Uthina" soutenue le 21 décembre 2006 à l'Université de Bordeaux 3.

L'exemple majeur que nous avons traité est le site d'Uthina (Oudhna) en Tunisie. Nous y avons traité de l'ensemble des questions d'approvisionnement, stockage et distribution de l'eau.

En plus du travail de relevé et d'étude mené sur le terrain, nous avons effectué une modélisation des grandes citernes, de l'arrivée de l'aqueduc et du *castellum divisorum*. La modélisation du terrain a permis de replacer les édifices dans leur position relative et de restituer l'ensemble du réseau.

Mots-clés : Eau, installations hydrauliques romaines, Uthina, Citernes, Puits, *Impluvium*, sources, gestion des ressources hydriques, topographie, aménagement urbain, canalisations, thermes, fontaines, nymphées, temples, latrines, restitution, modélisation 3D des monuments d'eaux.

Abstract : The archaeological research who were dedicated to the question of the Roman hydraulic installations in Tunisia were concerned only with the extra-urban networks, mainly aqueducts and Water Temples, and in particular notable constructions such as thermal baths and cisterns. These works focussed primarily on the historic and architectural study of buildings rather than a consideration of the supply problem, the evacuation of the waters, or the relationship of these monuments to the water supply of the rest of the city.

Therefore, we decided that our approach to water distribution would include a study of the whole infrastructure for water distribution within a city; this study has focussed particularly on the city of Uthina.

Besides the survey work and study on site, we made a model

of the cisterns, the arrival of the aqueduct and the "castellum divisorum". The site modelling of Uthina allows us to replace buildings in their relative position, and to restore the whole hydraulic network. The 3D modelling can reproduce the necessary simulations to enable an understanding of the function of the network and inform hypotheses about their restoration.

Keywords : Water, installations hydraulic, Uthina, Cistern, Well, *Impluvium*, sources, management of hydrous resources, topography, urban development, drains, thermal baths, fountains, nympeum, temples, latrines, restitution and modelling 3D

PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Afin de pouvoir comprendre et restituer le réseau hydraulique de la ville d'Uthina, nous avons examiné 17 villes romaines de l'Afrique du Nord et retenu les mieux connues et publiées, datant du II^e et III^e siècles p.C. celles qui étaient dotées d'un réseau hydraulique visible et d'une trame urbaine lisible. Ainsi, trois catégories ont été établies.

Ont été classées dans la première catégorie, celles pour lesquels il était possible de déterminer avec précision le contour de la ville et dont une partie importante des monuments publics et des quartiers d'habitation était connue. Il faut citer ici : Carthage, Djemila, Timgad, Volubilis, Sbeitla, Lebda, Tipasa et Cherchel.

Dans la catégorie suivante ont été regroupés six exemples dont certaines caractéristiques étaient plus difficiles à cerner en raison de l'irrégularité du tracé urbain et de la faiblesse de l'étendue des zones fouillées par rapport à l'ensemble de la ville. Il s'agit de : Haïdra, Dougga, El Jem, Thurburbo Majus, Mactar et Chemtou.

Dans la dernière catégorie nous n'avons retenu que trois exemples complémentaires qui posent des difficultés importantes, et en particulier, la délimitation précise du périmètre urbain : Sabratha, Bulla Regia et Utique.

Nous avons réalisé le descriptif des ouvrages hydrauliques et celui de leur fonctionnement et, restitué les réseaux qui reliaient les différents édifices hydrauliques en nous basant

sur la topographie et la logique de l'aménagement urbain.

Nous avons procédé à un examen critique des documents publiés et tenté de résoudre les problèmes les plus importants qu'ils posaient afin de parvenir à un plan d'ensemble synthétique de la ville d'Uthina qui révèle au mieux les caractéristiques générales des ensembles monumentaux, du tracé urbain, de la trame urbaine et de la topographie.

De notre côté des séjours de travail réalisés sur site nous ont été indispensables à la compréhension et à la restitution des éléments déterminants de la ville d'Uthina. Une prospection établie en mars 2004 a permis de repérer un grand nombre de citernes privées implantées à l'intérieur de la ville. Le nombre de citernes recensées est de 178 ce qui laisse suggérer que le nombre total devait être nettement supérieur et probablement de l'ordre de 400 citernes.

Nous avons aussi étudié également les grandes citernes publiques ainsi que certaines installations diverses. Entre le 26 mai et le 02 juin 2005, nous avons effectué une étude précise de l'arrivée de l'aqueduc et de l'évolution du *castellum* principal d'Uthina.

Il a été possible de mettre en évidence les points forts du réseau hydraulique et les diverses relations qui pouvaient exister entre les différents monuments d'eau de la ville grâce à la disposition des grands édifices publics.

L'AQUEDUC ET LE CASTELLUM D'UTHINA : L'ÉTUDE PRÉLIMINAIRE ET MODÉLISATION

Bien que notre sujet concerne la question de l'eau à l'intérieur de la ville proprement dite, il n'est pas inutile de rappeler ce que nous savons des aqueducs qui alimentaient Uthina. La carte des environs où ces aqueducs figurent a été publiée¹. Leur parcours a été reconnu et une partie non négligeable de ces ouvrages subsiste. Trois aqueducs ont été reconnus à Uthina.

L'aqueduc A, prend naissance dans le vallon d'Aïn Tagtaga située à 3,8 km au sud du bassin de réception. La largeur moyenne de son canal (*specus*) est de 40 à 45 cm.

L'aqueduc B, venant de l'Est, s'étend sur 1,5 km et semble avoir été alimenté par trois sources dont celle d'Aïn Ezzaouia.

L'aqueduc C, évoluait au Nord parallèlement à l'aqueduc B et s'étendait sur environ 4 km. Il était formé par une dizaine de piles en grand appareil reliées par des arches et soutenant le canal en blocage.

L'aqueduc A se branche à la même hauteur que l'aqueduc C sur un collecteur. D'après Montauzan², les trois ébauches issues des trois aqueducs étaient liées directement au grand collecteur. Ce dernier était alimenté aussi par une source située en contrebas par rapport au point de jonction des aqueducs A et C.

Les piles

Les 10 dernières piles sont bien conservées sur 43 m jusqu'au départ des arches en blocage qu'elles soutenaient. Elles ont une section de 1,50 à 1,55 m sur 1,55 m à 2 m. La plus élevée atteint 6 m de hauteur. Les lits de blocs du grand appareil qui la constituent sont de hauteur irrégulière. Nous avons relevé, étudié et restitué l'aspect d'origine de l'arrivée de l'aqueduc qui sera commentée ci-après. (fig. 1).

La quatrième pile en partant de l'extrémité de l'aqueduc est la plus importante. Sa section rectangulaire est de 3 x 2 m. Elle marque très exactement la fin de la longue partie rectiligne de l'aqueduc à son arrivée en ville. Cet aspect particulier de la pile indique qu'elle avait une fonction différente de celle des autres.

La naissance des arcs de certaines piles subsiste. Celles-ci sont bâties en grand appareil et posées sur une assise de fondation débordante. Leur hauteur diminuait (de 11 à quatre assises) au fur et à mesure que l'aqueduc se rapprochait du *castellum* en raison de la pente du terrain.

Les arcs et *specus*

Il est heureux que les amorces de plusieurs arcs tel que les piles n° 2 et 3 aient été conservées. Elles montrent que le sommet de ces arcs s'amorçait à 15 cm en retrait du sommet des piles dans le sens longitudinal. Ces arcs étaient épais de 0,85 m et en retrait du sommet des piles de 0,20 m dans le sens transversal. Ils étaient construits en petit appareil et semblables à ceux qui ont été observés en plusieurs endroits dans d'autres parties de l'aqueduc, où ils étaient mieux conservés ce qui a permis de les restituer de façon précise³. Dans les parties les mieux conservées de l'aqueduc ont pu être mesurées les dimensions exactes du *specus*⁴.

Il est curieux, a priori, de constater que le collecteur qui rassemblait les eaux des aqueducs A, B et C⁵ et dont le *specus* aurait dû être (en théorie) trois fois plus grand, a en réalité de si petites dimensions. On se demande pourquoi le *specus* du collecteur unique était plus petit que celui d'une simple branche de l'aqueduc.

La seule hypothèse envisageable pour expliquer cette situation est celle d'une alimentation par l'aqueduc des réservoirs appelés "les grandes citernes" avant son aboutissement au *castellum*. C'est après avoir perdu une grande partie de son eau pour alimenter celles-ci, qu'il pouvait continuer son chemin en se contentant d'utiliser une canalisation de section réduite. Ce détail technique est donc d'un grand intérêt : il nous révèle que ces citernes étaient bel et bien alimentées directement par l'aqueduc, chose que l'on ne peut plus voir actuellement puisque celui-ci est détruit à leur proximité et que le canal d'arrivée de l'eau aux citernes n'a jamais été dégagé.

1. Ben Hassen & Maurin 1998, 172, le plan schématique de l'agglomération antique d'Uthina p. 175 et le schéma indicateur de Maurin, p. 179.

2. Montauzan 1907, 71-123.

3. Ben Hassen & Maurin 1998, 200, 201.

4. Ben Hassen & Maurin 1998, 198.

5. Ben Hassen & Maurin 1998, 191.

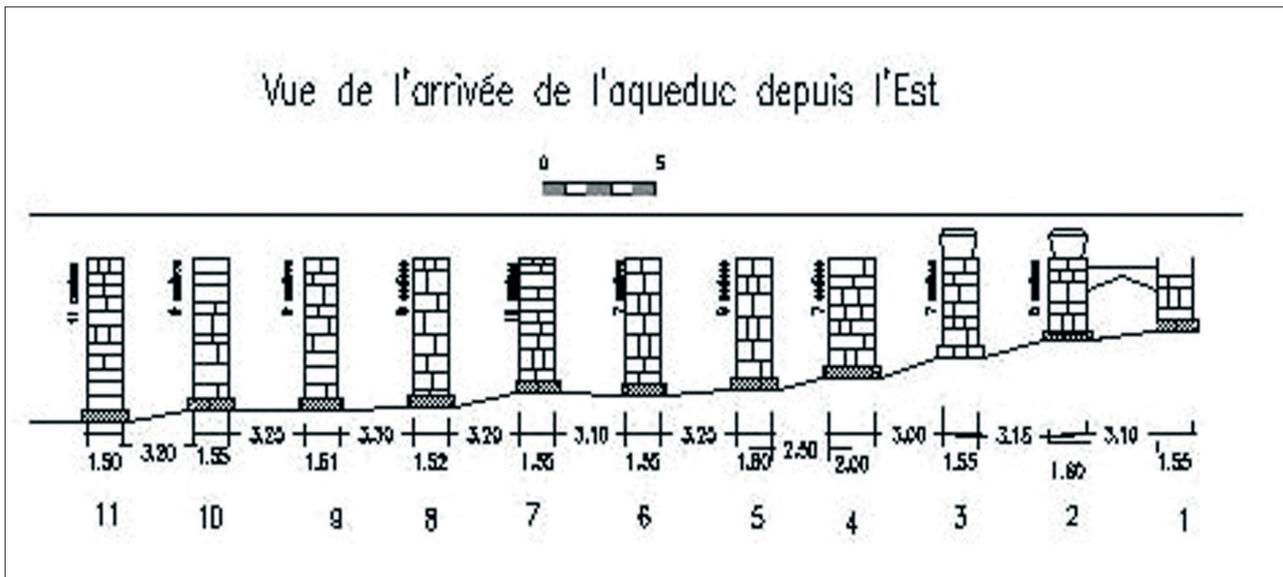


Fig. 1. L'état actuel des piles de l'aqueduc.

De même, il faut se demander pour quelle raison le *specus* est plus grand avant le bassin de décantation qu'après. Ici encore, une seule hypothèse peut être proposée : il faut penser qu'une partie de l'eau était déversée avant l'arrivée au *castellum* et donc, que la citerne voisine était alimentée directement depuis le bassin de réception et de décantation de l'aqueduc.

Le castellum

Le diamètre intérieur du *castellum* était de 4,70 m et son mur périphérique, construit en petit appareil, avait 0,80 m d'épaisseur. Son soubassement comprenait une première marche de 0,20 m de largeur et 0,30 m de hauteur dont la partie verticale conserve une épaisse couche d'enduit. Le niveau de ce soubassement correspond probablement à celui du fond du *castellum* qui devait donc se situer à la côte ± 134.6 m.

Nous avons pu restituer la forme des arcs et la hauteur exacte du *specus*. Le dessin de restitution obtenu permet de fixer la hauteur d'arrivée de l'eau à une altitude d'environ⁶ 138 m. C'est à partir de ce *castellum* cylindrique dont la hauteur devait atteindre environ 4,50 m que devait se faire la distribution de l'eau aux différentes parties de la ville, comme ceci est visible dans d'autres exemples mieux conservés et notamment à Nîmes. (fig. 2).

Une fois le relevé établi sur terrain mis au net, nous avons procédé à la restitution de l'édifice en deux dimensions puis en trois dimensions en nous basant sur les vestiges encore en

place et les résultats de l'étude comparative de différentes citernes romaines implantées dans d'autres villes. Plusieurs hypothèses étaient plausibles, nous avons choisi la restitution la plus vraisemblable.

Afin de mieux comprendre et illustrer les composantes de l'édifice nous avons utilisé successivement plusieurs modes de représentation : filaire, ligne cachée et rendu final avec texture afin de nous rapprocher autant que possible de l'aspect réel des édifices.

La texture des parements de chaque partie de l'aqueduc et pour chacun des édifices étudiés a été obtenue à partir de photographies prises sur le terrain, puis plaquées chacune à l'endroit approprié sur le modèle tridimensionnel.

Une fois les textures plaquées, nous avons tenté de mettre en évidence l'apport de notre travail de restitution par rapport à l'aspect des vestiges subsistants sur le terrain et avons ainsi donné une idée précise de l'aspect de l'aqueduc à son arrivée en ville. (fig. 3 et 4).

LES GRANDES CITERNES PUBLIQUES D'UTHINA

Nous avons étudié également de façon détaillée les trois citernes principales d'Uthina : celles que l'on appelle les "grandes citernes", la citerne du forum et la citerne de l'aqueduc. Ces citernes ont été relevées en 2003 avec des compléments en 2004 et 2006.

La citerne située à l'arrivée de l'aqueduc (n° 1)

Cette citerne, du type "à piliers" jouxte l'arrivée de l'aqueduc et mesure intérieurement 27 x 16 m. Elle est encore en grande partie comblée. Aucun élément de base de ses piliers intérieurs n'est aujourd'hui visible.

D'après les traces d'attachement des voûtes d'arrête qui subsistent sur les murs latéraux, on peut restituer huit piliers massifs définissant trois travées dans le sens longitudinal et cinq dans le sens transversal. (fig. 5).

6. Le point d'insertion du *castellum* se trouve à la côte 134,6 m, l'arrivée de l'eau au niveau du *castellum* a été calculée en fonction de la hauteur du *specus* et les piliers restitués et elle est de 2,72 m par rapport à son fond dont l'épaisseur est de 0,65 m. Ainsi, l'eau arrive à l'altitude : 134,6 + 2,72 + 0,65= 137,97 donc environ 138 m.

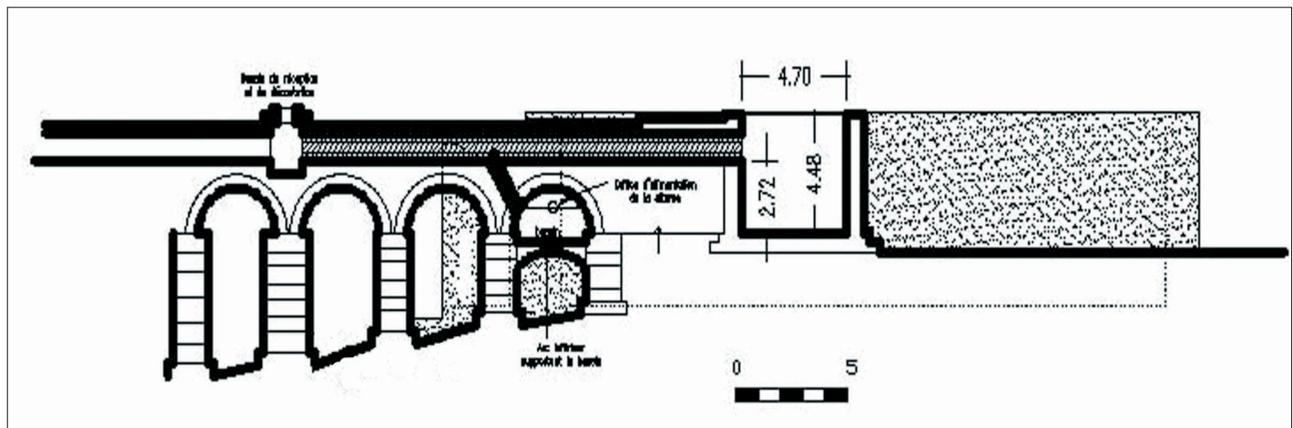


Fig. 2. La restitution de l'arrivée de l'eau et du principe d'alimentation de la citerne

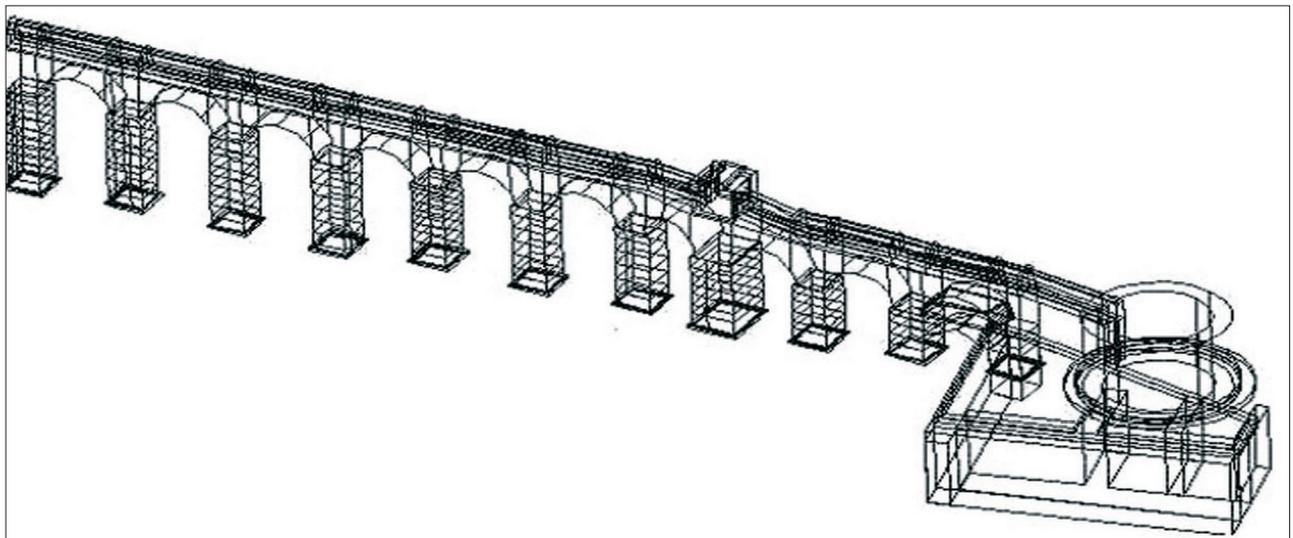


Fig. 3 : Aspect filaire de la branche de l'aqueduc à son arrivée et le castellum divisorum



Fig. 4 : Rendu réaliste de l'arrivée de l'aqueduc collecteur et du castellum

Nous n'avons pas pu mesurer directement la profondeur de la citerne car celle-ci n'a jamais été sondée. Il est probable que la partie inférieure du bâtiment était enterrée sur une hauteur non négligeable (au Sud et à l'Est) plus que sur les autres côtés où les murs latéraux, épais de 1,80 m, étaient épaulés par un système de contreforts semi-circulaires de 3,50 m de diamètre espacés de 1,70 m. L'efficacité de ceux-ci était telle que les murs ont pu être construits entièrement en petit appareil.

L'importance de ce dispositif d'épaulement prouve que le bâtiment s'élevait ici assez haut et était apparent. La citerne est visible aujourd'hui du côté intérieur, sur une hauteur de 4,60 m jusqu'au niveau du départ des voûtes dont la hauteur maximale repérée est de 2 m. La façon dont les contreforts sont disposés permet de comprendre la logique de conception du bâtiment et de restituer son aspect. Nous pensons que le fond de la citerne correspondait au haut des fondations des contreforts extérieurs qui est nettement visible côté sud. C'est donc ainsi que nous l'avons restitué (fig. 6). Le fond de la citerne devait se situer à la cote 130,24 m⁷.

La restitution des voûtes d'arête a permis de déterminer la hauteur de la terrasse de cette citerne. Il est probable qu'il existait une petite ouverture laissant pénétrer l'air et la lumière au milieu de chaque voûte d'arête et que la terrasse était entourée d'un petit parapet ou d'un mur relativement élevé comme ceci se voit encore aux citernes d'Aïn el-Hammam à Dougga.

La hauteur d'eau maximale que nous avons restituée étant 5 m, la citerne devait contenir au maximum 2078 m³ d'eau. Pour cet édifice nous avons suivie la même procédure de modélisation et représentation à savoir : mode filaire afin de pouvoir distinguer l'organisation structurelle de la citerne et en particulier les voûtes d'arête et les contreforts qui assuraient son épaulement. Ensuite, une fois extraites les textures de différents matériaux qui constituaient la citerne nous avons procédé aux placages des photographies sur le modèle tridimensionnel élaboré ce qui a permis d'aboutir à une image réaliste du monument. (fig. 7 et 8)

La citerne du forum (n° 2)

La grande citerne "à piliers" située à l'Est du forum, comprenait trois travées parallèles dans le sens longitudinal et 10 travées dans le sens transversal. Elle s'insérait dans un espace de 51,50 m de long et de 14,50 m de large (dimensions intérieures) (fig. 9).

Les voûtes d'arête qui la couvraient reposaient sur des piles de section carrée de 1,50 m de côté construites en grand appareil. Une galerie de service voûtée de 1,60 m de largeur et 1,90 m de hauteur, implantée au départ des voûtes d'arête, à environ 7,5 m du niveau du sol en faisait le tour. Elle s'ouvrait vers

l'intérieur et dans chaque travée par des ouvertures de deux mètres de large. Celles-ci étaient pourvues d'un parapet de plan semi-circulaire de 0,40 m d'épaisseur en son milieu qui assurait sans doute la sécurité du personnel d'entretien.

Un sondage a été effectué dans l'angle sud-est de la citerne a permis de connaître sa hauteur (7,50 m) et d'estimer la capacité de stockage de celle-ci : environ 4500 m³.

Nous avons pu restituer avec assez de précision le système d'arrivée de l'eau. En effet, au fond de la longue salle qui correspond au compartiment transversal voûté situé au sud du monument on peut encore voir l'ouverture d'arrivée de l'eau. Son orifice rectangulaire a 0,55 m de large et le niveau de celui-ci peut être mesuré par rapport au sommet de la voûte (2,63 m).

L'eau qui se déversait dans cette première chambre en ressortait par une ouverture rectangulaire que l'on peut observer dans le mur nord : elle mesure 0,80 m x 1 m. L'ouverture s'amorçait à 1 m du bas de la voûte de couverture de la salle, ce qui permet de la restituer sur notre coupe ainsi que le canal correspondant. Le bas de celui-ci donne donc la hauteur que pouvait atteindre l'eau à l'intérieur.

Nous avons pu suivre le tracé de la canalisation qui alimentait cette citerne. Plusieurs regards de visite de celle-ci sont conservés, et à partir d'eux, nous avons réussi à photographier l'intérieur.

Cette canalisation rectiligne semble provenir de la citerne de l'aqueduc, mais elle n'est pas entièrement fouillée. Nous pensons que son extrémité sud se raccordait en réalité au *castellum*. C'est un des rares endroits du site où une canalisation importante de desserte des eaux située à l'intérieur de la ville a été observée. Nous avons donc tenu à placer l'arrivée de l'aqueduc, la citerne n° 1 et la citerne n° 2 sur un même plan. Ceci nous éclaire sur les relations fonctionnelles que ces édifices avaient entre eux.

L'édifice le plus important fonctionnant en connexion avec le *castellum* était donc la citerne n° 2 et il est probable que celle-ci alimentait à son tour des fontaines et des thermes placés en contrebas.

Pour le modèle numérique tridimensionnel de cette citerne nous avons suivi la même logique de présentation que précédemment. Nous avons tout d'abord représenté la citerne en mode filaire 3D, pour distinguer les éléments structurants cette dernière (fig. 10), puis montré l'aspect externe de la citerne restituée après plaquage de la texture de son revêtement extrait de photographies.

De même pour cette citerne nous avons aussi tenu à représenter l'aspect d'ensemble de l'édifice dans son contexte réel (fig. 11).

7. La différence de niveau entre le point d'insertion du *castellum* et le fond du contrefort est de 3,36 m ce qui donne : 134,6 – 3,36 = 130,24 m.

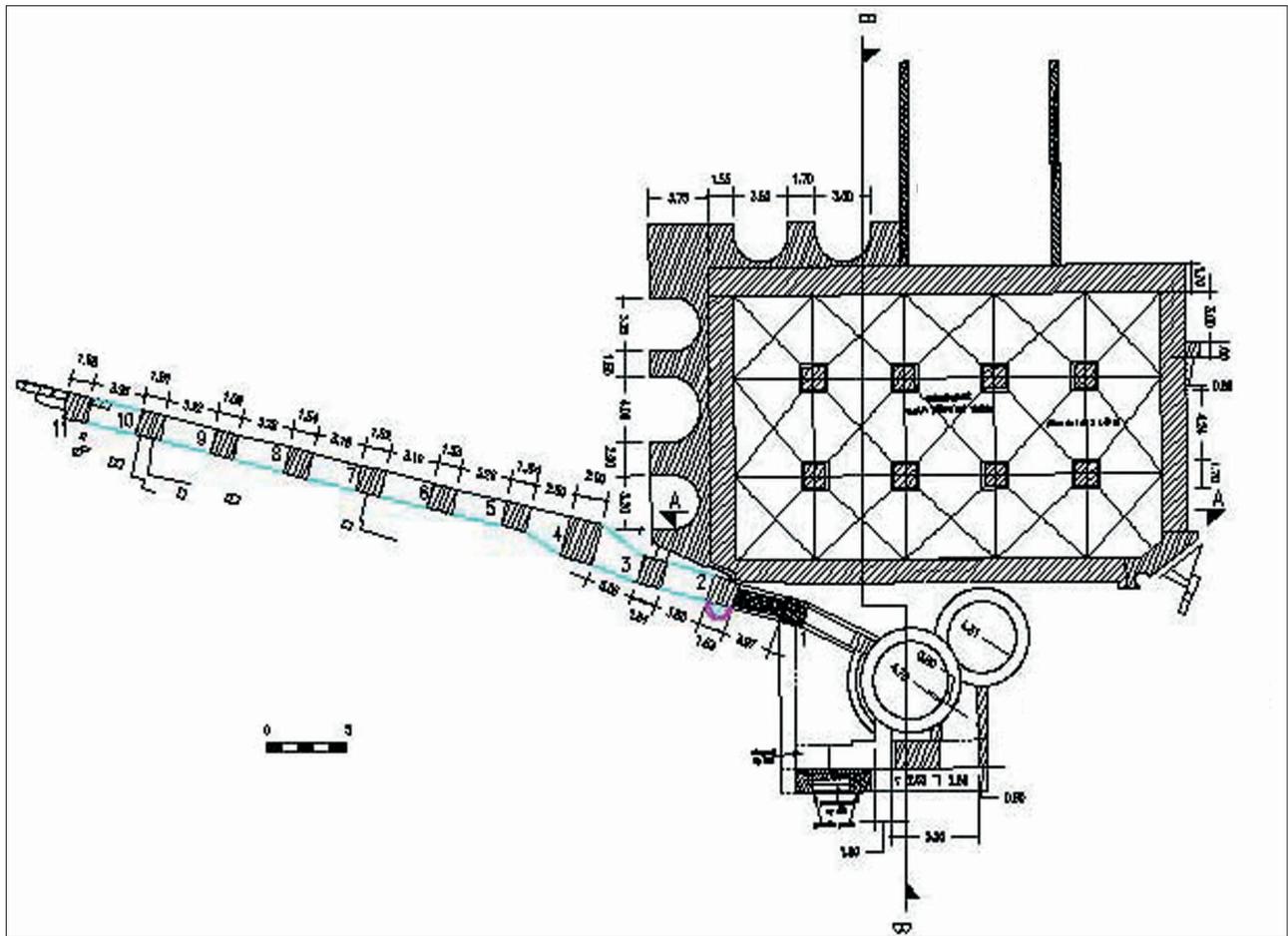


Fig. 5. État actuel de l'arrivée de l'aqueduc et la citerne n°1 en plan

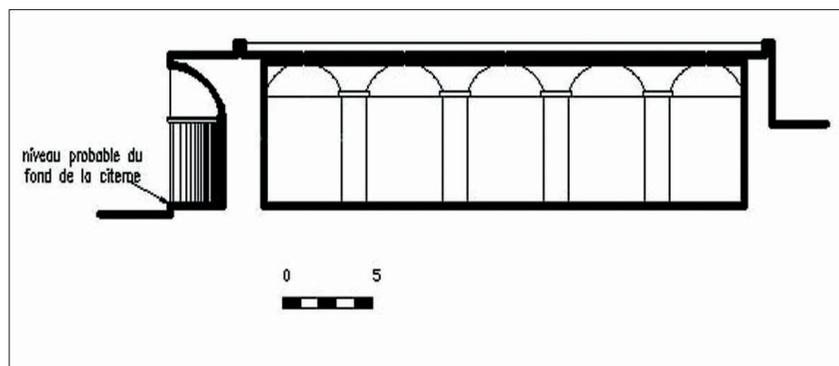


Fig. 6. Coupe longitudinale restituée de la citerne n°1

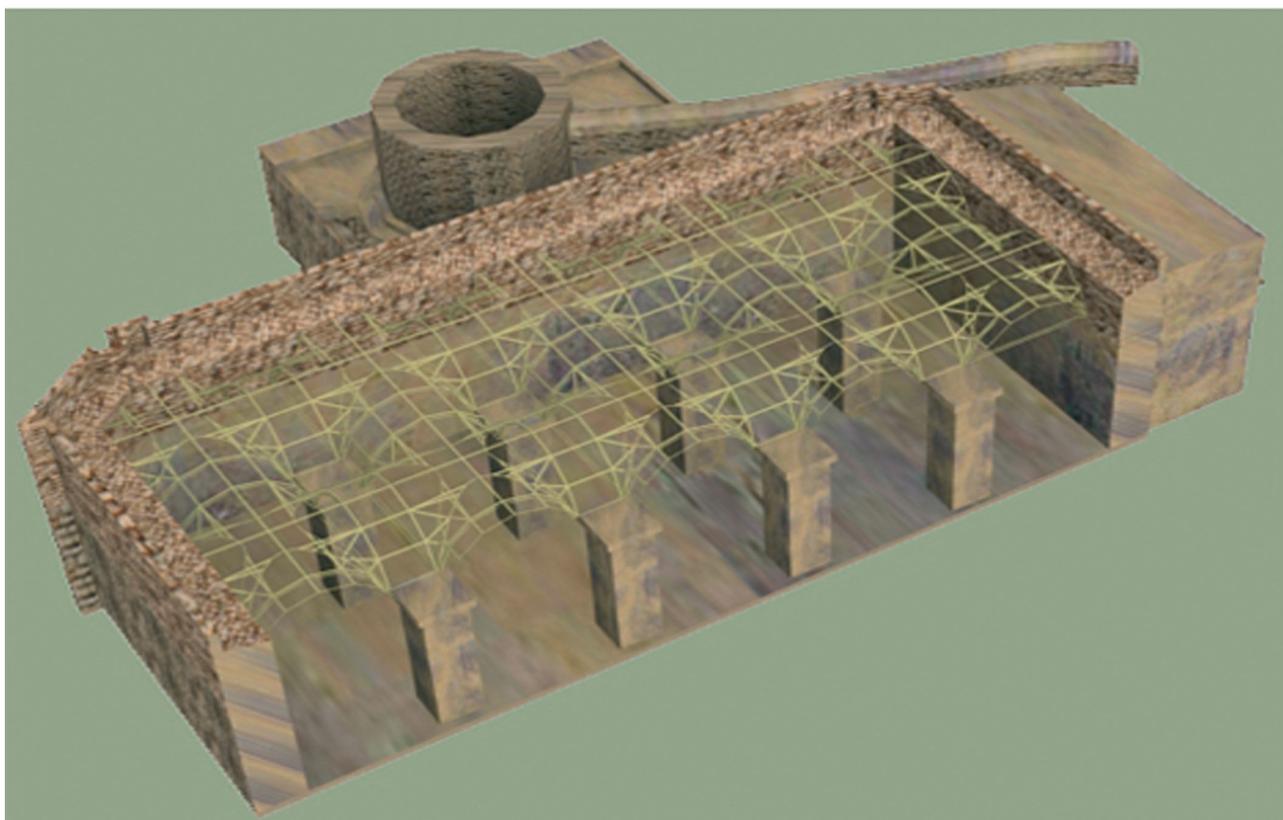
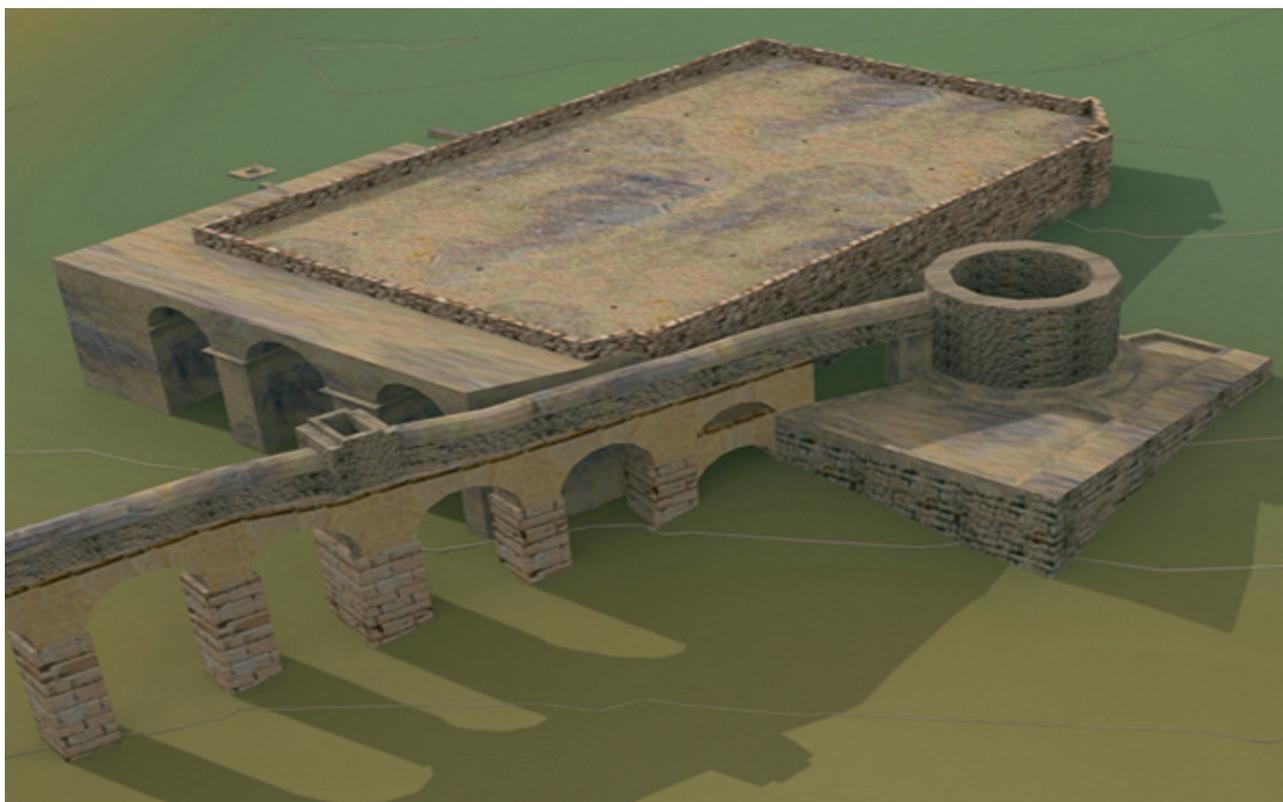


Fig. 7. Aspect général et coupe de la citerne de l'aqueduc et le castellum



Fig. 8. État restitué de la citerne et de la branche de l'aqueduc à son arrivée en ville

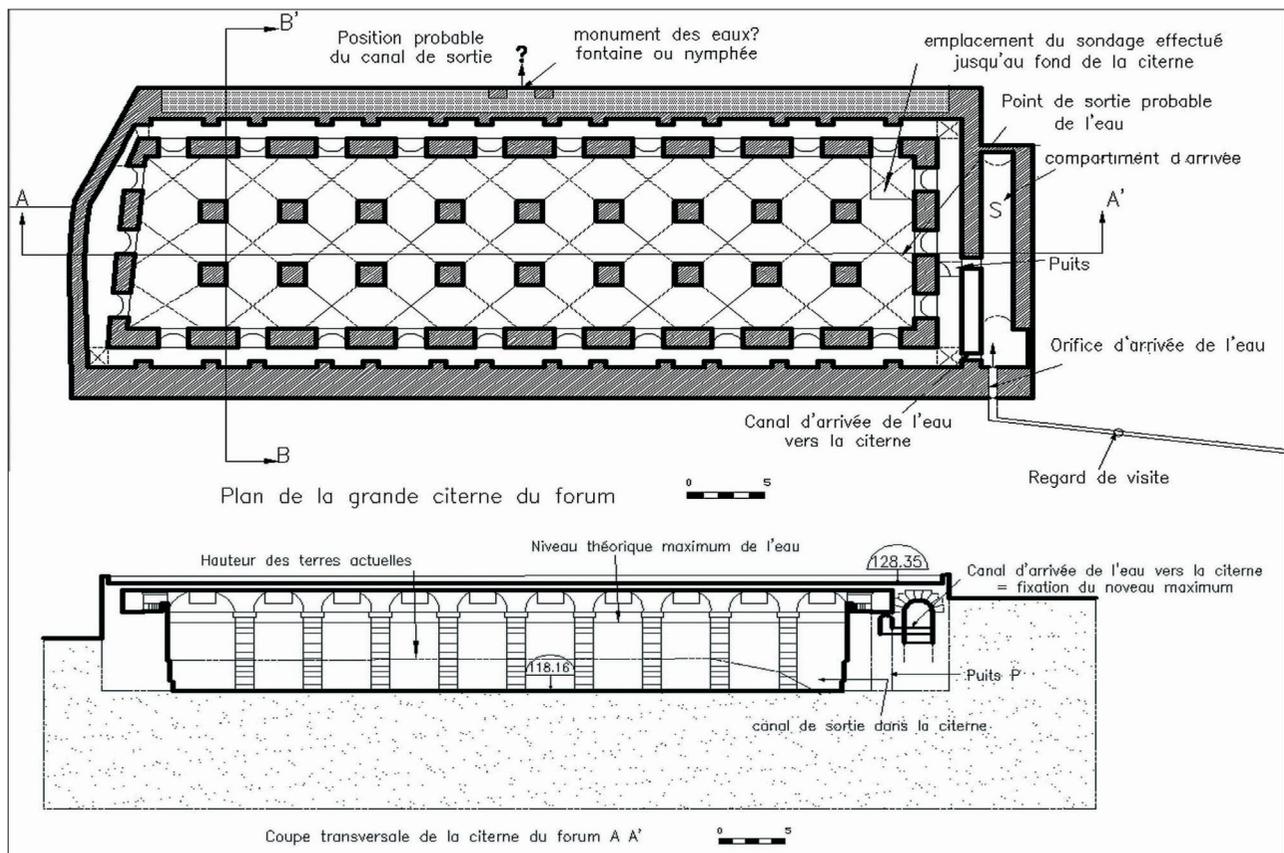


Fig. 9. Plan de la grande citerne du forum et ses relations avec l'aqueduc et la citerne de l'aqueduc

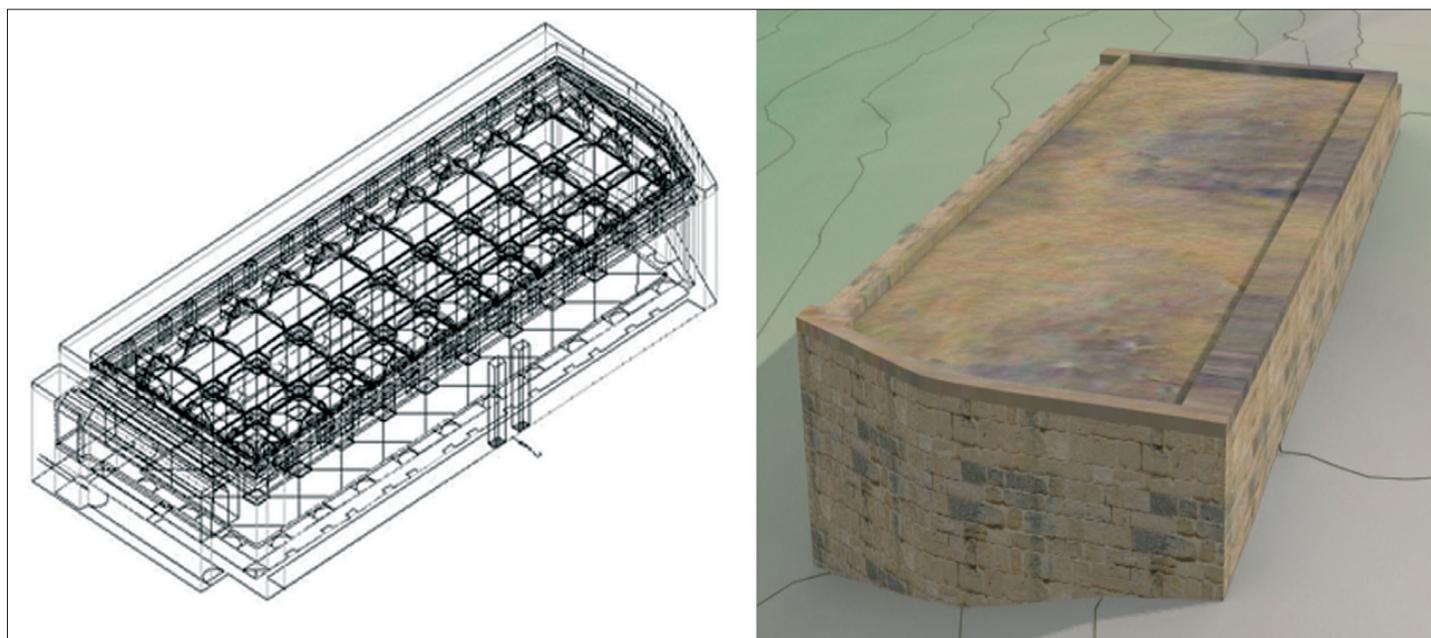


Fig. 10. Citerne du forum en mode filaire et implantée dans le terrain



Fig. 11. Aspect de la citerne restituée dans le contexte actuel du site

La grande citerne sud (n° 3)

Cette citerne du type "à voûtes parallèles", est formée de sept compartiments de 32,5 m de longueur sur 4,50 m de largeur et un huitième placé perpendiculairement. (fig. 12)

D'après nos propres mesures, les compartiments parallèles (1 à 7) ont 4,50 m de largeur et 32,61 m de longueur, sont séparés par des murs de 1,40 m d'épaisseur dans lesquels sont percées des ouvertures de communication en forme d'arcs de 0,85 m de largeur du côté nord et 1,45 m du côté sud.

Le compartiment transversal (8) mesure 4,10 m de largeur et 40,00 m de longueur. Les angles intérieurs de tous ces compartiments sont arrondis et leurs parois sont recouvertes d'une épaisse couche d'enduit étanche encore très bien conservée.

Les voûtes des compartiments recouverts d'un enduit lisse étaient en berceau. Elles sont bien conservées et l'on y observe trois ouvertures carrées régulièrement réparties qui dispensaient l'air et la lumière à l'intérieur.

La couverture, en forme de terrasse, servait sans doute d'*impluvium*. La hauteur exacte de la citerne est connue grâce au sondage qui a été effectué dans le compartiment n° 3. Le sol se situe à la cote 130 m et la terrasse à la cote 139 m. La hauteur totale exacte sous voûte est de 8,65 m.

Au centre du compartiment central (n° 4) peuvent encore être observés les emmarchements du système d'arrivée de l'eau. Ils correspondent à un système de ralentissement et d'aération de l'eau, comparable à celui qui a été observé dans la grande citerne de Rougga⁸.

Les degrés, au nombre de dix, ont 0,22 m de haut et 2,40 m de profondeur et 1 m de largeur, sont installés en haut de la citerne. Leur pente, très raide, est de 60° environ. Une branche de l'aqueduc devait donc aboutir à cet endroit.

Il semble donc, en l'état actuel de la réflexion, que cette citerne de très grandes dimensions ait été destinée à alimenter un ou plusieurs édifices hydrauliques très importants situés dans la partie ouest de la ville.

La capacité de cette citerne était d'environ 7720,37 m³ et la hauteur d'eau de 6,50 m au maximum. Son bon état de conservation a facilité l'élaboration du modèle tridimensionnel restitué. (fig. 13).

Là aussi la représentation en mode filaire a permis de distinguer l'organisation structurelle de la citerne et en particulier le nombre important de murs et de contreforts qui assuraient sa solidité.

La dernière étape a consisté à implanter toutes les citernes restituées selon leurs côtes respectives sur le terrain modélisé. La figure 14 illustre notre proposition de restitution d'ensemble du réseau de distribution et d'alimentation en

eau des établissements thermaux d'Uthina (représentés par des cubes en bleu) à partir des grandes citernes sujet que nous comptons évoquer dans une prochaine communication.

CONCLUSION

La maquette que nous avons réalisée, correspond à la restitution, en trois dimensions, des connaissances actuelles relatives aux grandes citernes publiques d'Uthina. Elle est fondée, pour l'essentiel, sur l'exploitation d'indices archéologiques sûrs.

Aujourd'hui la restitution ne peut s'admettre que sur des bases scientifiques. "Toute intervention sur le patrimoine nécessite de veiller à la crédibilité des informations diffusées auprès du public. L'importance que revêt aujourd'hui l'image du patrimoine, reflet de l'identité d'un peuple et de sa culture, impose de veiller à la qualité des informations données⁹".

Les maquette virtuelles élaborées au cours de cette recherche permettent de parcourir chaque citerne en trois dimensions spatiales (x, y, z) et une quatrième temporelle (t) qui offre la possibilité d'effectuer des visites virtuelles. L'outil numérique est devenu utile à la réflexion et à la représentation des hypothèses comme à la communication des résultats. Il est même devenu indispensable.

Nous avons souhaité, grâce à un mode de rendu explicite, faire figurer la partie existante des monuments en la différenciant clairement de la partie restituée pour bien exprimer les fondements de la restitution et l'aspect que devaient avoir les édifices à l'origine.

Nous avons été frappée aussi par le grand nombre de citernes privées (qui reflètent la collecte diffuse de petites quantités d'eau pluviale à usage domestique) et par le petit nombre de thermes à Uthina. Le schéma traduit clairement la relation fonctionnelle étroite qui liait les thermes et les citernes. Nous serions heureuse que cette étude puisse éventuellement se révéler utile à la présentation au public ce grand site dont la mise en valeur est en cours actuellement.

8. Hallier 1987, t. 23.

9. Golvin 2005, 25.

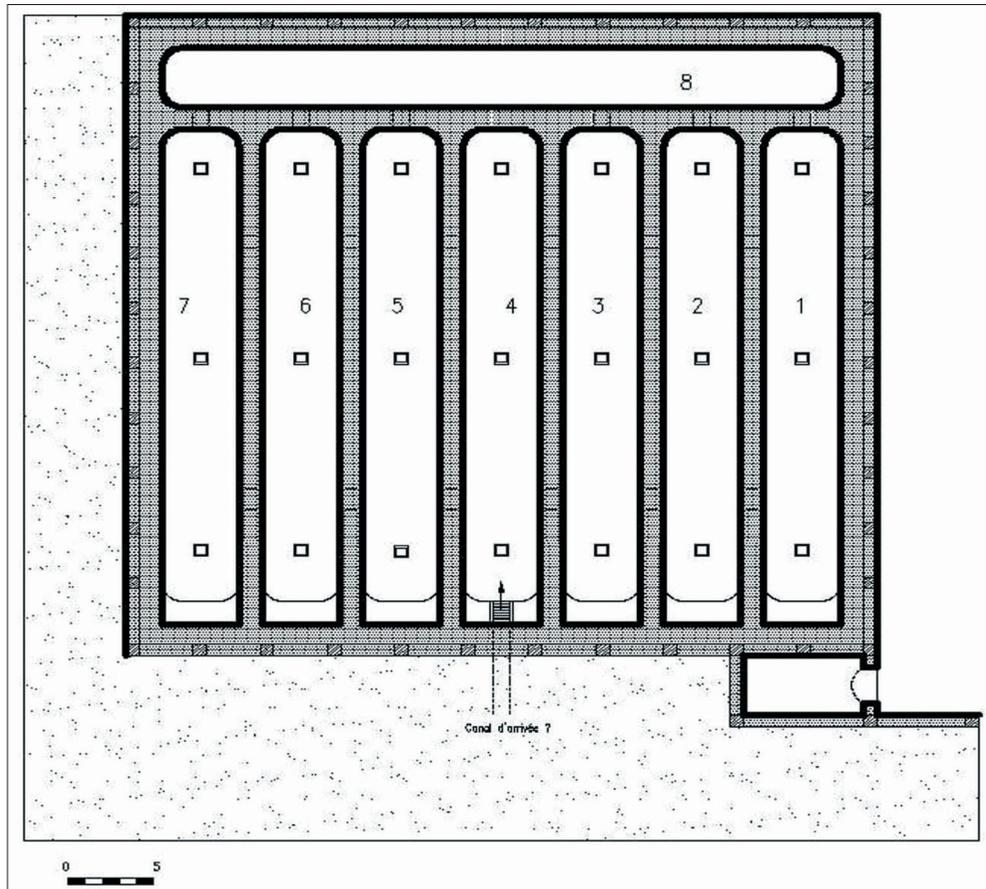


Fig. 12. Plan de la grande citerne au niveau de l'arrivée de l'eau.

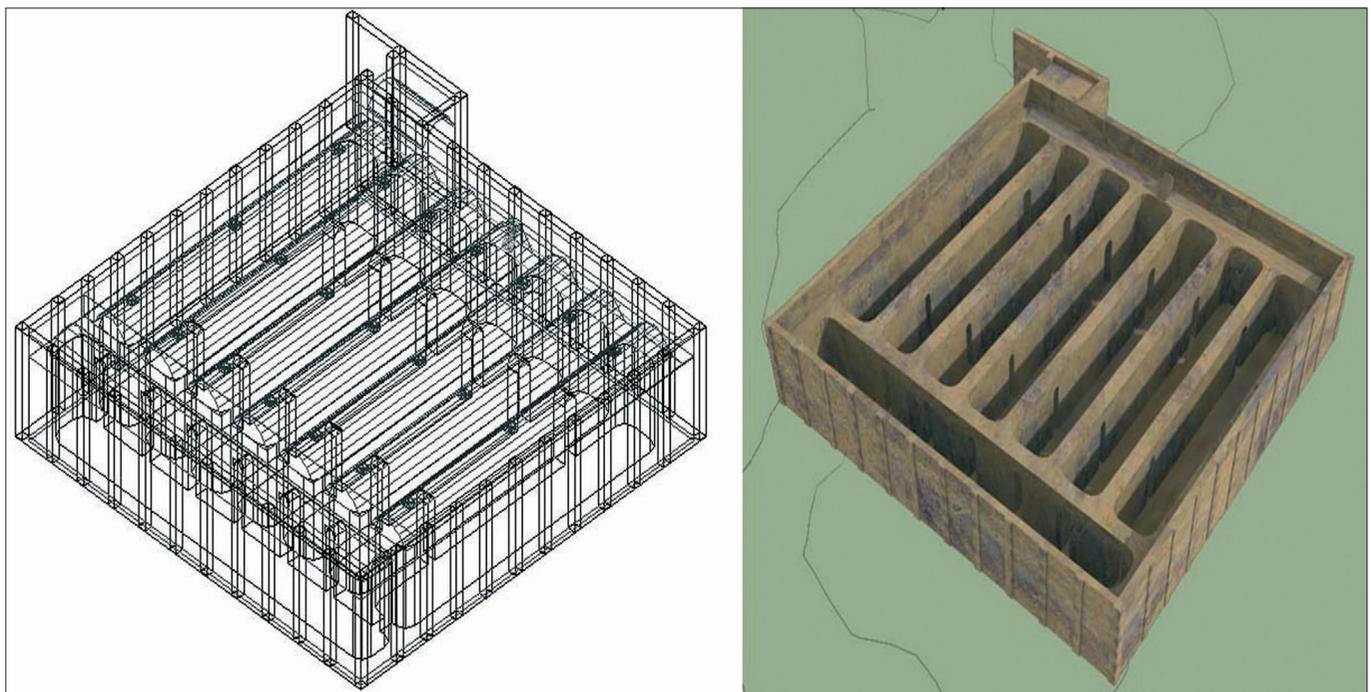


Fig. 13. Grande citerne n°3 en mode filaire

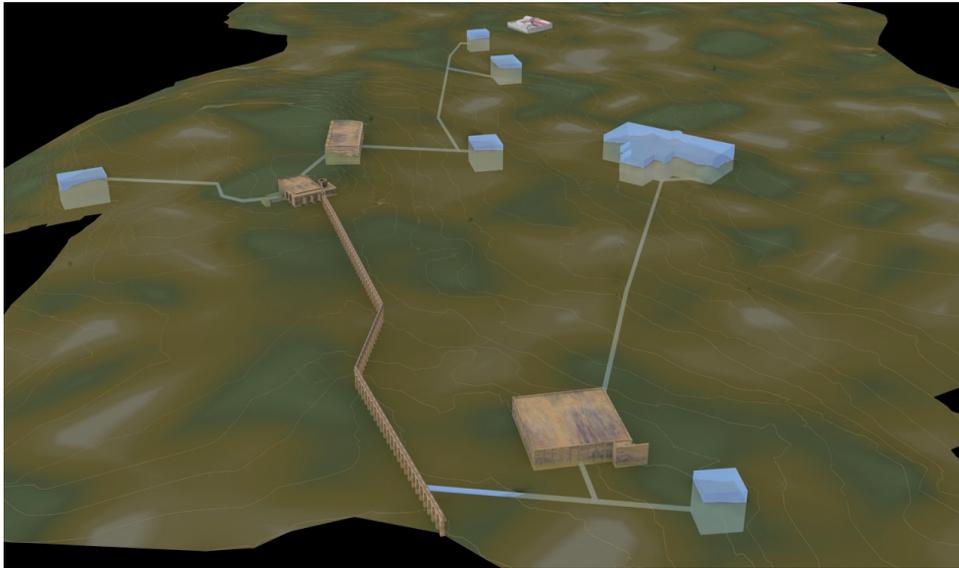


Fig. 14. Réseau d'alimentation des thermes à partir des grandes citernes à Uthina

Bibliographie

Ben Hassen, H. et L. Maurin (1998) : *Oudhna* (Uthina), Bordeaux.

S. Ben Salem-Hamani, S. (2006) : *L'eau dans la ville romaine d'Afrique du Nord à travers le cas d'Uthina*, Thèse de doctorat de l'Université Bordeaux 3 soutenue le 21 décembre 2006 à Bordeaux.

Golvin, J.-C. (2005) : *L'image de restitution et la restitution de l'image, cours de Tunis, I.*

Hallier, G. (1987) : "Les citernes monumentales de Barrarus", *Antiquités africaines*, XXIII, Paris.

Montauzan, G. (1907) : "Rapport sur une mission scientifique en Italie et Tunisie", *NAMS*, 15, 71-123.

