

LES AQUEDUCS DE LA CITÉ ROMAINE DE TROPAEUM TRAIANI

Ghiorghe PAPUC*,
Mihai IONESCU**
Robert CONSTANTIN**

Mots-clés: *aqueduc, canalis structilis, tubuli, caput aquae, opus signinum.*

Cuvinte cheie: *apeduct, canalis structilis, tubuli, caput aquae, opus signinum.*

Résumé: *Les auteurs présentent de nouvelles recherches archéologiques à l'égard des aqueducs de la cité de Tropaeum Traiani. On y passe en revue un à un, les aqueducs qui avaient caput aquae à Șipote, à 10 km Sud de la cité de Tropaeum Traiani, ceux de la zone de Mina Veche, les aqueducs de Valea Cetății et ceux d'Abrud. On souligne le fait que les aqueducs des tubuli ont été repris presque dans tous les cas présentés par des aqueducs du type canalis structilis, ce qui représente une caractéristique des aqueducs romains de Dobroudja.*

On peut supposer que les aqueducs approvisionnaient la cité soit dans la zone de la porte Ouest où ils étaient repris par la citerne qui a été transformée ensuite en basilique, soit dans la zone de la porte Sud et de la fortification – annexe de la cité.

Les aqueducs d'Abrud approvisionnaient, probablement, l'établissement romain de la proximité.

Les aqueducs de la cité de Tropaeum Traiani retrouvent leurs analogues en Dobroudja et dans le monde romain entier en Italie, Hispania, Gallia ou le Nord de l'Afrique.

Rezumat: *Autorii prezintă noi cercetări arheologice cu privire la apeductele cetății Tropaeum Traiani. Sunt enumerate, unul câte unul, apeductele ce aveau caput aquae la Șipote, la 10 km sud de cetatea Tropaeum Traiani, cele din zona Mina Veche, apeductele din Valea Cetății și cele de la Abrud. Este subliniat faptul că apeductele de tubuli au fost*

* Ghiorghe Papuc: Muzeul de Istorie Națională și Arheologie, Piața Ovidiu nr. 12, Constanța, 900745.

** Mihai Ionescu și Robert Constantin: Muzeul de Arheologie „Callatis”, Șoseaua Mangaliei, nr. 23, Mangalia, 905500.

** Mihai Ionescu și Robert Constantin: Muzeul de Arheologie „Callatis”, Șoseaua Mangaliei, nr. 23, Mangalia, 905500.

preluate aproape în toate cazurile prezentate de apeducte de tip *canalis structilis*, aceasta fiind o caracteristică a apeductelor romane din Dobrogea.

Se poate presupune că apeductele aprovizionau cetatea fie în zona porții de Vest, unde erau preluate de cisterna ce a fost apoi transformată în bazilică, fie în zona porții de Sud și a fortificației- anexă a cetății.

Apeductele de la Abrud aprovizionau probabil așezarea romană aflată în apropiere.

Apeductele cetății *Tropaeum Traiani* își găsesc analogii în Dobrogea și în întreaga lume romană, în Italia, Hispania, Galia sau nordul Africii.

La Dobroudja romaine, province délimitée par le Danube et la Mer Noire, peut être partagée en trois unités géomorphologiques issues du changement du relief dans l'ère quaternaire¹. Le plateau d'Adamclisi, caractéristique pour le sud de la région, est fragmenté par des vallées étroites orientées vers le Danube. Ces vallées, qui suivent une direction Nord-Sud ou SE-NO, divisent le plateau en plusieurs inter-fleuves étroits. Il y a là quelques-unes des raisons pour la fondation d'établissements au sud de la Dobroudja à l'époque romaine, car l'existence de ces agglomérations habitations était conditionnée par les dérivations gravitationnelles, très nécessaires dans cette région aride.

Les aqueducs qui retiennent notre attention respectent les principes généraux de ce type de construction antique : la dynamique des fluides est assurée par une inclinaison minimale² et probablement constante, obtenue dans le terrain par l'utilisation des conformations planimétriques. En général, selon la longueur et la déclivité du trajet, l'on a cherché d'obtenir un trajet de pente constant. Même à l'heure qu'il est, dès que l'on trace l'axe d'une voie de communication, d'un canal d'adduction, etc., il est question de réduire essentiellement la détermination des distances. Les rectifications du trajet sont obtenues sur le plan d'après le projet des profils longitudinaux indiquant la procédure d'application en pratique. Par conséquent, les travaux hydrotechniques modernes sont, du point de vue de l'exécution, semblables aux travaux antiques.

Les aqueducs de la cité *Tropaeum Traiani* sont mentionnés par Jules Michel³, Grigore Tocilescu⁴, George Murnu⁵, Vasile Pârvan⁶, et puis, dans l'étude réalisée par A. S. Ștefan⁷. (Fig.1)*

Les aqueducs ont eu plusieurs sources d'alimentations : à Șipote⁸, dans la Vallée de la Cité⁹, à Zorile¹⁰ et, probablement, à Urluia.

¹ MURGOCI 1969, 167-190 ; MACAROVICI 1968, 83.

² Vitruve VIII, VI, I ; Pline, *Naturalis Historia* 33, 31 ; Frontin, *De aquis urbis Romae*.

³ MICHEL 1862, 40.

⁴ BARNEA 1979, 18 et 21.

⁵ MURNU 1913, 434-437.

⁶ PÂRVAN 1911, 173.

⁷ ȘTEFAN 1972, 43-53.

* Nous remercions à mme. Iuliana Barnea de l'Institut d'Archéologie de Bucarest, qui nous a aidé dans la réalisation des figures.

⁸ ȘTEFAN 1972, 47.

⁹ ȘTEFAN 1972, 47-48.

¹⁰ BARNEA 1979, 21.

Les sources d'une vallée située au sud du village de Şipote ont été captées par *tubuli*, pour être ensuite reprises par des aqueducs de type *canalis structilis*. Leur trajet suit la courbe de niveau dans la forêt de Şipote, passe par l'endroit de Mina Veche et, en empruntant la pente Ouest du village d'Adamclisi, il pénètre dans la cité, probablement dans la zone de la porte Ouest. L'eau était captée par un réservoir qui sera transformé plus tard, à l'époque romano-byzantine, en basilique¹¹. Selon une autre hypothèse, ces aqueducs ont fourni l'eau nécessaire aux thermes de la cité romaine.

I. L'aqueduc appartenant au type *canalis structilis* et dont le *caput aquae* est situé à Şipote a été recherché à plusieurs endroits (Fig. 3).

1. Au sud du lieu dit Mina Veche, il a été recherché sur une longueur de plus de 10 m, le blocage étant partiellement détruit par les travaux agricoles et par les torrents pluvieux. Deux sondages y ont été exécutés, grâce auxquels on a identifié un *canalis structilis*. Les dimensions de l'aqueduc sont : épaisseur totale du blocage = 0,74 m ; épaisseur du caniveau = 0,25 m ; profondeur du caniveau = 0,28 m ; parois du blocage = 0,24 m et 0,25 m respectivement. Le couvercle a été réalisé en grandes plaques de calcaire non façonnées et liées avec du mortier. Du côté Nord de la vallée, quelques travaux agricoles mécaniques ont sectionné l'aqueduc, ce qui a permis la découverte d'une arche en provenance d'un sarcophage, réutilisée pour réaliser un compartiment destiné à la décantation de l'eau. Les dimensions en section de l'aqueduc de Mina Veche, sont : épaisseur totale du blocage = 0,76 m ; épaisseur du caniveau = 0,20 m ; profondeur du caniveau = 0,28 m ; parois du blocage = 0,26 m et 0,30 m. Le caniveau est réalisé en *opus signinum* et l'épaisseur du sédiment de calcaire est de 0,002 m. Le couvercle est réalisé dans la même technique, déjà décrite.

2. Suivant la courbe de niveau, à côté de la route entre les villages de Zorile et d'Adamclisi, ont été recherchées deux tronçons d'aqueduc de type *canalis structilis*. Le segment d'aqueduc qui a été découvert dans la partie supérieure de la colline a été détruit partiellement par la route mentionnée et par les torrents. L'on a établi les dimensions : épaisseur du blocage = 0,90 m ; pour une meilleure résistance, la partie supérieure du blocage est plus épaisse (= 0,38 m) par rapport à la partie inférieure (0,33 m) ; épaisseur du caniveau = 0,19 m ; profondeur = 0,27 m. Le caniveau est réalisé en *opus signinum* ; le sédiment de calcaire est de 0,003 m, à cause de la dureté de l'eau (22) et de la longue période d'utilisation de l'aqueduc.

3. Sur la partie inférieure de la pente a été découvert un autre tronçon d'aqueduc de type *canalis structilis* qui a l'épaisseur totale du blocage de 0,88 m et l'épaisseur du caniveau de 0,18 m. La technique de construction est la même que pour les tronçons précédemment décrits, ce qui invite à supposer que ces aqueducs ont été construits dans la même période.

A. S. Ştefan mentionne dans son étude un seul tronçon de l'aqueduc ayant le *caput aquae* à Şipote¹². Il est possible que le deuxième tronçon, situé sur une courbe de niveau plus basse, avait son *caput aquae* aux mêmes sources qui, de nos jours,

¹¹ MĂRGINEANU-CÂRSTOIU 1977, 235-250 ; BARNEA 1977, 221-234.

¹² ŞTEFAN 1972, 43-53.

fournissent de l'eau au village de Zorile. À proximité des sources déjà mentionnées à Zorile, l'on a découvert des tubes d'aqueduc et des fragments céramiques hellénistiques et romains.

Près de la même zone, on a découvert une installation de ravitaillement en eau réalisée d'un grand bloc rectangulaire de calcaire (0,80 x 0,75 x 0,75 m), présentant un trou d'alimentation et deux autres pour la distribution de l'eau ; tous les trous préservent des traces du mortier antique ayant fixé les tubes dans l'installation pour la distribution de l'eau.

Les derniers points identifiés par A. S. Ștefan assurent la continuité du trajet de l'aqueduc jusqu'à la fortification annexe de la cité de Tropaeum Traiani. Compte tenu de la longueur du trajet (10 km) et des côtes altimétriques des objectifs terminaux de la cité antique, il est permis de supposer que la dernière partie du trajet suivait la direction de la porte Sud, à savoir du grand réservoir (citerne), si les sources étaient situées à une hauteur de plus de 85,8 m, ou bien la direction Est, soit le canal de la *via principalis* et la basilique-citerne, si par contre, les sources étaient situées à une hauteur supérieure à 100 m¹³. Mieux encore, quelques inscriptions¹⁴ peuvent être mises en rapport avec la construction des aqueducs de la cité.¹⁵

II. Les aqueducs de la Vallée de la Cité ont été recherchés, eux aussi, à plusieurs endroits (Fig.2).

1. À côté du *caput aquae* est apparu, à la suite des torrents, un bassin rectangulaire de captage en calcaire et un conduit en tubes qui reprenait l'eau du bassin. Il est possible qu'il existait trois installations de captage, vu qu'il s'agit de trois sources.

2. À la suite de quelques travaux d'excavation dans le *læss* pour fabriquer des briques, à 200 m ouest de sources, a été sectionné un aqueduc de type *canalis structilis* ayant les mêmes caractéristiques que celui mentionné à l'ouest du village. L'aqueduc a été recherché sur plusieurs tronçons, le long de la vallée et du ruisseau alimenté par les trois sources.

3. Un autre tronçon d'aqueduc a été découvert à un niveau supérieur à celui décrit sous le point 2. La différence de niveau est de 5 m (le premier aqueduc est à la côte +56 et le deuxième à la côte +61 m).

4. En ce qui concerne la construction située dans le coin SE de la cité, dans laquelle on avait vu soit une grande citerne, soit un grand bassin situé *extra muros*¹⁶, les recherches systématiques effectuées après 1990 ont démontré que l'on

¹³ Selon A. S. Ștefan, l'installation de captation est fixée à une cote supérieure à 130 m. Les mesures GPS réalisées en 2006 indiquent pourtant une cote de + 85 m.

¹⁴ BARNEA 1969, 599.

¹⁵ Il est acquis que les Romains ont découvert dans un premier temps les sources de la vallée de la cité, ensuite les sources de Șipote, situées à 10 km.

¹⁶ PÂRVAN 1911, 174 ; MURNU 1910, 15, qui avait des réserves en ce qui concerne l'interprétation comme bassin. On a estimé que l'eau était accumulée dans la fortification annexe et qu'il s'agissait, par conséquent, de structures hydrofuges. Voir ȘTEFAN 1972, 50. Les travaux hydrauliques dans l'antiquité ont été réalisés sur le principe de la chute d'eau. Cependant, selon le même principe, l'eau peut également monter. Sans connaître les installations destinées à capter l'eau et surtout leur cote altimétrique, la *mensura declivitat*, la longueur réelle des trajets d'adduction, il est très difficile de se prononcer sur la

a affaire à une fortification complémentaire de la cité, érigée après 316 ap. J.-C. Il s'agit d'une fortification annexe trapézoïdale de 95 x 75 m, avec deux portes et quatre tours, adossée aux murs de la cité, et qui ressemble comme conception constructive au *castellum* de Nicopolis ad Istrum.

En 2005, dans une recherche faite au nord de la basilique D¹⁷, a été démonté un ancien témoin de fouille (lequel séparait les carrés C43-C44) et l'on a tracé un nouveau carré (C45) du côté Sud de la *via principalis* (Fig. 6).

À cette occasion ont été établi cinq étapes constructives:

1. La phase la plus ancienne est représentée par un mur en blocs de calcaire, liés avec du mortier blanc, présentant une épaisseur de 0,50 m. Le mur est parallèle à l'axe longitudinale de la *via principalis* et continue vers l'ouest (cote +65,903 m). Deux plaques de pavage placées sur une couche de mortier (cote de +66,108), trouvées au nord de ce mur (Z1), sont à mettre en rapport avec cette même phase. Compte tenu du fait que le nivellement du début du IV^e siècle ap. J.-C. a détruit ce mur jusqu'au niveau de construction de l'artère principale, il convient de dater d'une période de quelque peu antérieure.

2. Le canal C1, un tronçon à quatre tubes céramiques (t₁-t₄), coupe le trajet du mur Z1. Dimensions des tubes : t₁ – longueur 0,53 m ; diamètre du manchon 0,10 m ; t₂ – longueur 0,53 m ; diamètre 0,19 m ; t₃ – longueur 0,49 m ; diamètre 0,16 m ; t₄ – longueur 0,31 m ; diamètre 0,16 m (il présente aussi de petites striations de 0,001 m). Le tronçon de tubes a subi une réparation mise en évidence par un manchon composé d'éléments de tubes céramiques liés avec du mortier (Fig. 6). La position constructive des tubes, avec le manchon vers l'est et à des dimensions différentes, démontre qu'il s'agit d'une ligne secondaire d'adduction ou d'un conduit de déversage.

3. Le canal CII est réalisé en petites pierres liées avec du mortier blanc. Le caniveau a été rendu imperméable grâce à l'*opus signinum*. CII coupe le mur Z1, alors que la relation entre CI et CII demeure moins claire. Après avoir suivi le trajet N-S, le canal CII change de direction en C46 vers l'est. Il est situé à cet endroit sous une couche de mortier de 0,05 m plaquée avec des briques : c'est le pavage représentant le niveau de logement du portique (cote du pavement +65,647). Sur le trottoir est assise la base DVPc7, laquelle soutenait la colonnade du portique. Il convient de dater ce complexe d'une période allant de la première moitié du IV^e siècle, date de l'érection du portique, et le VI^e siècle ap. J.-C, date à laquelle le canal principal était encore fonctionnel, ce qui a permis la construction du canal CIII.

4. Le canal CIII – branche de canalisation – présente des parois en petits blocs de calcaire et un caniveau plaqué avec des briques : 0,35 x 0,10 m. Ce canal avait

destination de l'eau. Le tronçon découvert en 1997, à 234 m ouest des sources de la Vallée de la Cité, désigné comme aqueduc n° I dans l'étude d'Alexandru Simion Ștefan, a une altitude de 61,555 m. Sur la courbe de niveau de 61 m, la distance entre la source (cote de 72,084 m) et la porte Est (côte de 64,144 m) est de 870 m. Le calcul fait pour l'aqueduc n° I de la Vallée de la Cité a démontré le fait que ce canal d'adduction aurait pu diriger l'eau vers la cité. Pour la stagnation de l'eau pendant une longue durée, voir CONEA 1980, 63-74.

¹⁷ Les résultats de la recherche ont été présentés dans CCA 2004 par C. Olariu.

détruit une partie les canaux CI et CII et descend vers l'est où, après 20 m, il rejoint le canal principal. Les plaques en calcaire du couvercle indiquent le trajet du canal au niveau actuel de la *via principalis*, laquelle descend vers l'est (cote +65,448 ; cote du canal principal +64,573 ; inclinaison 4,3%). Le canal CIII date des V^e-VI^e siècles ap. J.-C.

5. Le trajet du mur Z2 représente la dernière phase de construction, du moment qu'il coupe les canaux CI et CIII.

III. Les aqueducs d'Abrud.

En 1995, un ouvrier a donné au Musée d'Adamclisi quelques tubes d'aqueduc¹⁸ trouvés dans le village d'Abrud¹⁹. Une recherche réalisée sur place en 2006 a identifié trois sources d'eau captées par des installations antiques ; l'on a également identifié des traces d'habitation datables de l'époque hellénistique jusqu'à l'époque du Haut Moyen-Âge. Trois tronçons d'aqueduc ont été recherchés (Fig. 4).

1. À l'est du village, à proximité des sources, on a découvert sur une longueur de 10 m des tubes céramiques liés avec du mortier blanc et déposés sur un lit de sable de rivière épais de 10 cm. Dimensions des tubes : longueur totale 0,33 m ; manchon 0,03 m. Les diamètres des deux extrémités sont de 0,12 et de 0,10 m respectivement. L'argile est rougeâtre, de bonne qualité, et les parois des tubes sont plus épais aux extrémités (0,025 m).

2. À 200 m vers l'est, dans la vallée, on a recherché un autre segment d'aqueduc en tubes sur une longueur de 5 m. Les *tubuli* ont les mêmes dimensions que les tubes présentés sous le point 1. Dans ce cas aussi l'aqueduc est aménagé sur une couche de sable de rivière, épaisse de 0,13 m ; au point d'incidence des tubes on a utilisé de petits morceaux de calcaire. Une réparation est mise en évidence par plusieurs morceaux de tubes.

3. À 500 m NE, dans la zone d'origine de la vallée, l'on a identifié deux autres sources captées par des aqueducs de *tubuli*. Le tube ayant capté la première source, a le diamètre de 0,09 m et 0,13 m respectivement, le débit de l'eau est très puissant et le sédiment de calcaire est de 0,001 m. Le conduit antique ayant été détruit, il a été réparé de nos jours avec un conduit en aluminium !!! À 25 m à l'ouest de la première source se trouve une deuxième, utilisée uniquement depuis l'époque contemporaine et qui porte d'ailleurs une inscription de fondation datant de 1924. Cependant, l'installation moderne n'a fait que prendre l'eau des deux tubes antiques qui déversaient dans un répartiteur fouillé dans le roc. Le *caput aquae* se trouve vers le nord, à 100 m.

Quelques conclusions s'imposent après les recherches que nous venons de présenter.

1. L'aqueduc de type *canalis structilis* de la cote plus basse que l'on a recherché à l'ouest du village d'Adamclisi captait peut-être les sources situées dans le village de Zorile et pénétrait dans la cité par la porte Ouest, pour se

¹⁸ Ces tubes ont été trouvés par M. Alexandru Georgescu, habitant d'Adamclisi.

¹⁹ L'habitat ancien des alentours du village d'Abrud était déjà connu grâce à des découvertes archéologiques antérieures, voir VERTAN, PETAC 2000-2001, 597-623. En 2006 on a entrepris une campagne topographiques dans ce même village.

diriger ensuite vers la citerne (Fig. 7) et éventuellement la fortification annexe et les thermes.

2. Les deux aqueducs de la Vallée de la Cité fournissaient de l'eau à la cité par la porte Est, où l'archéologue Ioana Bogdan Cătănciu a recherché un aqueduc. Presque tous les monuments recherchés à Tropaeum, à l'exception des basiliques, ont été datés de la période de la reconstruction de la cité, aux environs de 316 : il s'agit des portes²⁰, du grand édifice public (*basilica forensis*)²¹ et de la *via Principalis* avec son système de canalisation²². De la porte Est, le conduit de l'aqueduc en *tubuli*, introduit dans le canal principal²³, montait vers le centre de la ville. Un profil longitudinal du conduit indique un point d'amplitude maximale (66,587) dans la zone de la *basilica forensis* et deux segments divergents du point de vue de l'inclinaison : l'un, plus court (114 m), à une pente douce, l'autre, plus long, à une pente plus prononcée, allant jusqu'à 53,88 m, à la porte Ouest. Si l'écoulement de l'eau du canal de drainage avait lieu dans des circonstances normales, c'est-à-dire en suivant la direction des deux pentes²⁴, il faudrait compter sur un sens ascendant pour le tronçon situé entre la porte Est et la basilique D du conduit d'eau potable, à savoir de l'est vers l'ouest, donc en contre-pente. Il s'ensuit, pour ce qui est du calcul de la *mensura declivitatis*, que le terminus pour les aqueducs pénétrant dans la cité par la porte Est, serait la cote maximale de la rue, soit +66,587 m. Nous ajoutons une observation intéressante concernant la modalité de faire monter l'aqueduc dans le canal de drainage. Une éventuelle variation de la section peut modifier la pression, conformément à la formule de continuité ($S_1V_1=S_2V_2$) et à l'équation de Bernoulli ($p+1/2gv^2+gqh=k$) ; si $S_2>S_1$, cela implique $V_2>V_1$, ce qui permet d'observer la croissance de l'énergie cinétique de la masse liquide en mouvement.

3. Les aqueducs d'Abrud ont probablement fourni de l'eau à l'établissement romain situé à proximité.

4. Les aqueducs appartenant au type *canalis structilis* trouvent des analogies sur le territoire de la Dobroudja (Tomis, Ovidiu²⁵, Histria²⁶, Callatis²⁷, Troesmis²⁸), mais aussi à Cologne, en Allemagne, à Pont du Gard et Lyon en France²⁹, et peuvent être datés du III^e au IV^e siècle ap. J.-C.³⁰

²⁰ PÂRVAN 1911, 168-169.

²¹ *Ibidem*.

²² MURNU 1911, 81.

²³ MURNU 1911, 81-82.

²⁴ Le tronçon vers l'ouest est plus long et présente un segment important fouillé en contre-pente.

²⁵ BUCOVALĂ 1970, 204-207. Pour Tomis et Ovidiu, voir PAPUC 1982, 161-165, fig. 1, 2, 3 ; PAPUC 2005. Pour Ovidiu, PAPUC, IONESCU 1994, 209-220.

²⁶ CANARACHE 1951, 63-68 ; BOTZAN 1980, 308.

²⁷ BOTZAN 1980, 308 ; IONESCU 1991, 419-424.

²⁸ ȘTEFAN 1972, 50-51.

²⁹ Pour Rome, voir VAN DAMAN 1934, 5 ; ASHBY, RICHMOND 1935, 108 ; HODGE 1992, 93-97.

³⁰ IONESCU 1991, 423.

5. Les aqueducs en *tubuli* ont eux aussi des analogies dans la Dobroudja romaine, dans les cités ouest-pontiques³¹, ainsi qu'à Troesmis³², Noviodunum³³, Măcin³⁴, Cerna³⁵, Dăeni³⁶, Luncavița³⁷, Mircea Vodă³⁸, Sinoe³⁹, Gura Canliei⁴⁰, Bălăgești⁴¹ et Casimcea⁴².

Considéré, à présent aussi, comme un indicateur de civilisation⁴³, la consommation d'eau courante et les caractéristiques constructives des adductions gravitationnelles de l'Empire Romain⁴⁴ constituent une source importante d'informations pour l'organisation urbaine⁴⁵ et les aspects démographiques.

Pour calculer les débits des aqueducs⁴⁶ on a utilisé les données suivantes :

Cote finale : $H_2 = 64,144$ m pour la porte Est.

Vallée de la Cité :

*Caput aquae*⁴⁷: $X = 736564.0592$ $Y = 291619.6942$.

Parcours planimétrique:

Longueur = 1003.3231 m

$X = 736562.4536$ $Y = 291620.4370$

$X = 736555.2388$ $Y = 291624.8724$

$X = 736549.4114$ $Y = 291631.2482$

$X = 736541.0865$ $Y = 291637.6239$

$X = 736536.0916$ $Y = 291641.5049$

$X = 736526.6567$ $Y = 291648.7123$

$X = 736523.3267$ $Y = 291652.8703$

$X = 736511.1169$ $Y = 291664.5131$

$X = 736497.2422$ $Y = 291676.9874$

$X = 736476.7075$ $Y = 291683.9176$

$X = 736460.6127$ $Y = 291688.0757$

$X = 736445.0729$ $Y = 291693.3427$

$X = 736429.8437$ $Y = 291696.5972$

³¹ BOTZAN 1980, 308 et notes 12, 13, 14.

³² ȘTEFAN 1972, 51-52.

³³ BARNEA 1968, 476.

³⁴ TIR, L 35, 24 (aqueduc à 5 km Est de Măcin) ; SUCEVEANU, BARNEA 1991, 185.

³⁵ TIR, L 35, 32.

³⁶ TIR, L 35, 66.

³⁷ TIR, L 35, 49 ; SUCEVEANU, BARNEA 1991, 187.

³⁸ TIR, L 35, 51.

³⁹ TIR, L 35, 66.

⁴⁰ ȘTEFAN 1972, 43-45.

⁴¹ TIR, L 35, 43.

⁴² CANARACHE, 1951, 63-68.

⁴³ Les normes de l'Union Européenne imposent un minimum de 150 l/jour/habitant.

⁴⁴ *Djémila* : ALLAIS 1933, 93-117 ; *Nîmes* : BOSSY et al. 2000, 769-775 ; *Lyon* : BURDY 2002 ; *Metz* : LEFEBVRE 1996 ; *Cordoue* : VILLANUEVA 1993 ; *Carthage* : WILSON 1998, 65-103.

⁴⁵ BOUILLOT, 1976.

⁴⁶ On a gardé les désignations introduites par l'étude d' A. S. Ștefan; voir ȘTEFAN 1972, 43-53.

⁴⁷ Le point géométrique situé à proximité de la source d'où commençait la construction d'un aqueduc.

Aqueducs de Șipote :

Caput aquae : $X=738254.4500$ $Y=286632.6888$.

Parcours planimétrique:

Longueur=10040.6763 m.

$X = 738251.9868$ $Y = 286646.2262$

$X = 738226.2029$ $Y = 286671.9833$

$X = 738193.0522$ $Y = 286730.8567$

$X = 738167.2684$ $Y = 286763.9729$

$X = 738163.5850$ $Y = 286859.6421$

$X = 738226.2029$ $Y = 286940.5930$

$X = 738329.3384$ $Y = 286907.4767$

$X = 738439.8406$ $Y = 286900.1176$

$X = 738498.7751$ $Y = 286984.7480$

$X = 738535.6092$ $Y = 287095.1355$

$X = 738565.0764$ $Y = 287209.2026$

$X = 738554.0262$ $Y = 287323.2697$

$X = 738557.7096$ $Y = 287429.9777$

Pour le calcul des débits on a utilisé la formule⁴⁸ :

$Q = S \times V$

$Q = S \times C \times \sqrt{R_x i}$ – lois de Manning⁴⁹

Q = débit

S = superficie de la section.

$C = 1/n \times r^{1/6}$

n = rugosité⁵⁰

r = rayon hydraulique.

i = pente ; $i = \Delta h/L$ (ou L = longueur de l'aqueduc)

Les études réalisées sur les aqueducs de Gaule⁵¹ montrent des importantes fluctuations de débit, suite à des conditions climatiques. Pour l'aqueduc de Nîmes⁵², à un débit normal de 343 l/s, on a calculé un débit minimal de 125 l/s et un débit maximal de 1660 l/s, ce qui donne un rapport $Q_{\max}/Q_{\min} = 13,28$.

Pour l'Empire Romain, A.T. Hodge⁵³ a calculé la consommation quotidienne par habitant entre 200 et 500 litres.

Tropaeum Traiani

Vallée de la Cité

1. AI1 $L = 1003,323$ m

$P = 0,00791370 = 0.7\%$

$S = 0.0413$ m²

$Q_{\max} = 0.0939$ m³/s ≈ 94 l/s

⁴⁸ Consultance technique de M. l'ingénieur E. Dineț du Département d'hydraulique de I.C.H. București

⁴⁹ CIOC 1975, 294.

⁵⁰ $1/n = 74$ pour le béton ; $1/n = 83$ pour le fer.

⁵¹ FABRE *et al.* 1991, 63-88 ; FABRE *et al.* 1992 127 ; FABRE *et al.* 2000 ; VALENTI 1995 a ; VALENTI 1995 b ; LEFEBVRE 1996 ; BURDY 2002 ; CHANSON 2002, 43-57.

⁵² BAILHACHE 1977, 19-49.

⁵³ HODGE 1992, 462.

$Q_{min} = 0,0070 \text{ m}^3/\text{s} \approx 7 \text{ l/s}$, assurant l'eau pour 3000 personnes.

2. AI2 L = 1003,323 m

$P = 0,00791370 = 0.7\%$

$S = 0.0292 \text{ m}^2$

$Q_{max} = 0,0603465 \text{ m}^3/\text{s} \approx 60 \text{ l/s}$

$Q_{min} \approx 5 \text{ l/s}$, assurant l'eau pour 2160 personnes.

3. AI3 L = 1003,323 m

$P = 0,00791370 = 0.7\%$

$S = 0,0322 \text{ m}^2$

$Q_{max} = 0,061309 \text{ m}^3/\text{s} = 61 \text{ l/s}$

$Q_{min} \approx 5 \text{ l/s}$, assurant l'eau pour 2000 personnes.

4. AII4 L = 1003,323 m

$P = 0,00791370 = 0.7\%$

$S = 0,0649 \text{ m}^2$

$Q_{max} = 0,054222 \text{ m}^3/\text{s} = 54 \text{ l/s}$

$Q_{min} \approx 4 \text{ l/s}$, assurant l'eau pour 1700 personnes

ȘI POTE :

5. AIII L = 10040,6763 m

$S = 0,003621 \text{ m}^2$

$Q_{max} = 0,07262 \text{ m}^3/\text{s} = 72,6 \text{ l/s}$

$Q_{min} = 5,45 \text{ l/s}$, assurant l'eau pour 2332 personnes⁵⁴.

BIBLIOGRAPHIE

ALLAIS 1933 – Y. Allais, *L'alimentation en eau d'une ville romaine d'Afrique, Cuicul*, 5^e Congrès International d'Archéologie, Alger, 1933, 93-117.

ASHBY, RICHMOND 1935 – Th. Ashby, A. Richmond, *The Aqueducts of Rome*, London, 1935.

BAILHACHE 1977 – M. Bailhache, *Étude de l'évolution du débit des aqueducs gallo-romains*, Journées d'Études sur les Aqueducs Romains, Lyon, 1977, 19-49.

BARNEA 1969 – Al. Barnea, *Trei altare inedite de la Tropaeum Traiani*, SCIV 20 (1969), 4, 596-602.

BARNEA 1968 – I. Barnea, *Din istoria Dobrogei*, II, București, 1968.

BARNEA 1977 – I. Barnea, *La basilique citerne de Tropaeum Traiani à la lumière des dernières fouilles archéologiques*, Dacia N.S. 21 (1977), 221-234.

BARNEA 1979 – I. Barnea (coord.), *Tropaeum Traiani*, I, Cetatea, București, 1979.

BOSSY et al. 2000 – G. BOSSY et al., *Sur le fonctionnement d'un ouvrage de grande hydraulique antique, l'Aqueduc de Nîmes et le Pont du Gard (Languedoc, France)*. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Sciences de la terre et des planètes, 330 (2000), 769-775.

BOTZAN 1980 – M. Botzan, *Considerații asupra alimentării cu apă a orașelor*

⁵⁴ Il s'agit d'une région aride, ce qui a imposé un calcul reposant sur des débits minimaux.

cețâți Histria, Tomis și Callatis, Pontica 13 (1980), 299-302.

BOUILLOT 1976 – R. Bouillot, *Hydraulique agricole et urbaine. Polycopié de cours*, Tome 1, INPG, Grenoble, 1976.

BUCOVALĂ 1970 – M. Bucovală, *Descoperiri în zona suburbană a Tomisului*, Pontica 3 (1970), 189-210.

BURDY 2002 – J. Burdy, *Les aqueducs romains de Lyon. Presses Universitaires de Lyon*, Lyon, 2002.

CANARACHE 1951 – V. Canarache, *Despre alimentarea Histriei cu apă de băut*, SCIV 2 (1951), 2, 61-72.

CHANSON 2002 – H. Chanson, *Certains aspects de la conception hydrauliques des aqueducs romains*, JI La Houille Blanche, 6-7 (2002), 43-57.

CIOC 1975 – D. Cioc, *Hidraulica*, București, 1975.

CONEA 1980 – A. Conea, *Solurile în Dobrogea*, București, 1980.

FABRE et al. 1991 – G. Fabre, J.L. Fiches, J.L. Paillet, *Interdisciplinary Research on the Aqueduct of Nîmes and the Pont du Gard*, JRA 4 (1991), 63-88.

FABRE et al. 1992 – G. Fabre et al., *The Pont du Gard. Water and the Roman Town*. Presses du CNRS, Caisse Nationale des Monuments Historiques et des Sites, Collection Patrimoine au Présent, Paris, 1992.

FABRE et al. 2000 – G. Fabre, J.L. Fiches, J.L. Paillet, *L'Aqueduc de Nîmes et le Pont du Gard. Archéologie, Géosystème, Histoire*. CNRS Editions, CRA Monographies Hors Série, Paris, 2000.

HODGE 1992 – A.T. Hodge, *Aqueducts and Water Supply*, London, 1992.

IONESCU 1991 – M. Ionescu, *Un nou apeduct din teritoriul callatian*, Pontica 24 (1991), 419-424.

LEFEBVRE 1996 – C. Lefebvre, *L'aqueduc antique de Gorze à Metz, Itinéraire du Patrimoine No. 119*, Direction Régionale des Affaires Culturelles de la Lorraine, Nancy, 1996.

MACAROVICI 1968 – N. Macarovici, *Geologia cuaternarului*, București, 1968.

MĂRGINEANU-CÂRSTOIU 1977 – M. Mărgineanu-Cârstoiu, *Problèmes d'architecture concernant la citerne romaine et la basilique chrétienne de Tropaeum Traiani*, Dacia N.S. 21 (1977), 235-250.

MICHEL 1862 – J. MICHEL, *Les Travaux de défense des Romains dans la Dobroudcha*, Mémoires de la Société des Antiquaires de France, 25 (1862), Paris.

MURGOCI 1969 – G. Munteanu Murgoci, *Studii de geografie fizică în Dobrogea*, București, 1969.

MURNU 1910 – G. Murnu, *Noi săpături în cetatea Tropeum*, București, 1910.

MURNU 1911 – G. Murnu, *Noi săpături în cetatea Tropeum*, BCMI 4 (1911), 79-82.

MURNU 1913 – G. Murnu, *De la Cetatea Tropeum - Adamclisi: Basilica Cisternă. Studiu arheologic*, AARMSI 36 (1913), 421-440.

PÂRVAN 1911 – V. Pârvan, *Cetatea Tropaeum*, BCMI 4 (1911), 1-12; 163-191.

PAPUC 1982 – Gh. Papuc, *Despre apeductele Tomisului*, Pontica 15 (1982), 161-165.

PAPUC 2005 – Gh. Papuc, *Tomis.I. – Alimentarea cu apă a cetății Tomis în epoca romană și romană târzie*, Constanța, 2005.

PAPUC, IONESCU 1994 – Gh. Papuc, M. Ionescu, *Noi cercetări privind*

apeductul de la Ovidiu, Pontica 27 (1994), 209-221.

SUCEVEANU, BARNEA 1991 – Al. Suceveanu, Al. Barnea, *La Dobroudja Romaine*, București, 1991.

ȘTEFAN 1972 – Al.S. Ștefan, *Apeductele cetății Tropaeum Traiani*, BMI 41 (1972), 43-53.

VALENTI 1995a – V. Valenti, *Aqueduc romain de Mons à Fréjus*. 1. Étude descriptive et technique. Son tracé, son profil, son assise, sa source ,Research Report, Fréjus, 1995.

VALENTI 1995b – V. Valenti, *Aqueduc romain de Mons à Fréjus*. 2. Étude Hydraulique. Research Report, Fréjus, 1995.

VAN DEMAN 1934 – E.B. Van Deman, *The Building of the Roman Aqueducts*, London, 1934.

VERTAN, PETAC 2001 – A. Vertan, E. Petac, *Tezaurul monetar imperial descoperit la Abrud, com. Adamclisi, jud. Constanța*, Pontica 33-34 (2000-2001), 597-624.

VILLANUEVA 1993 – A.V. Villanueva, *El Abastecimiento de Agua a la Cordoba Romana. I: El Acueducto de Valdepuentes Monografías No. 197*, Universidad de Cordoba, Servicio de Publicaciones, Cordoba, Spain, 1993.

WILSON 1998 – A. Wilson, *Water Supply in Ancient Carthage*. JRA, Suppl. 28 (1998) 1, 65-103.

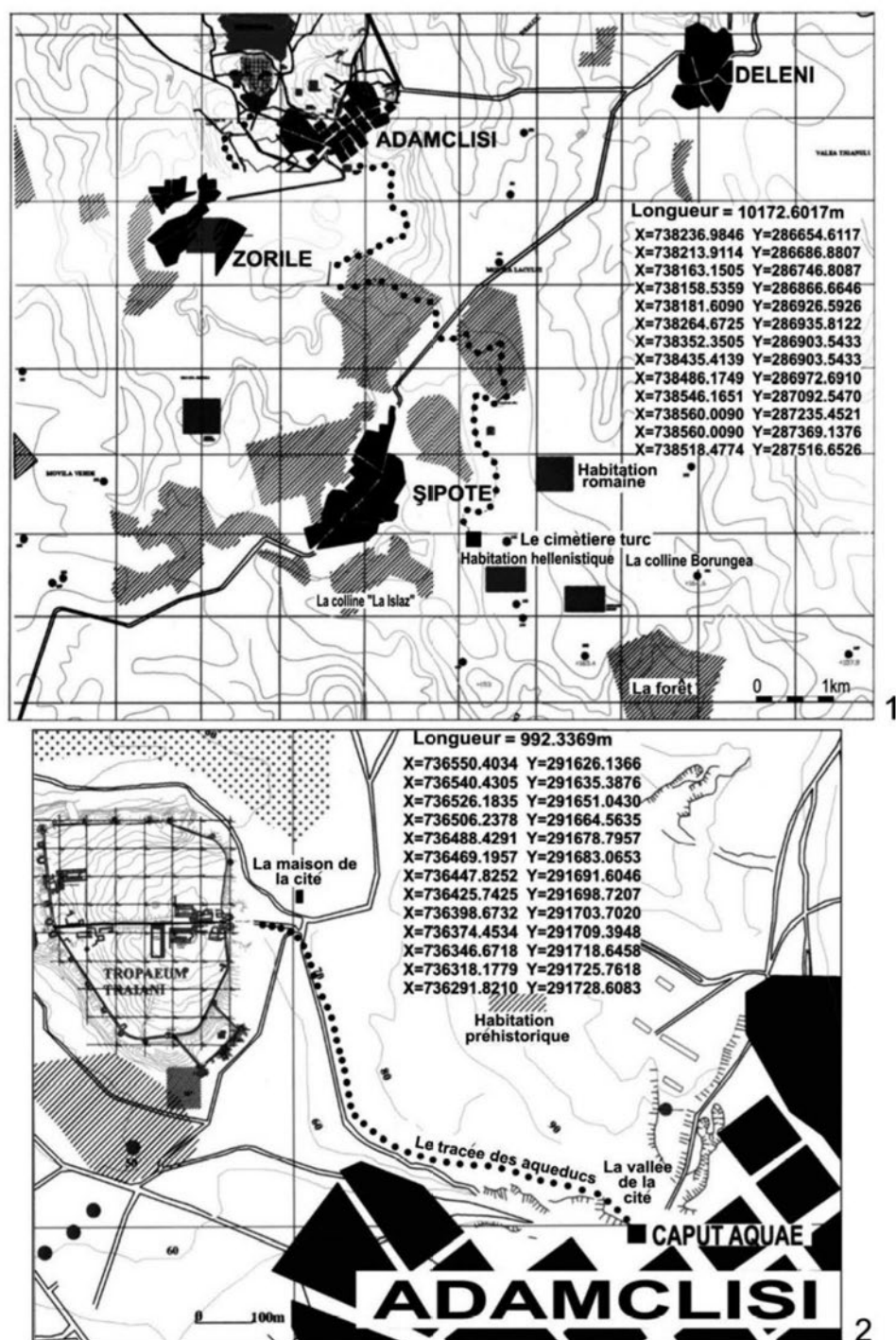


Fig. 1- Les aqueducs de la cité Tropaeum Traiani: 1. Le tracé de l'aqueduc de Şipote; 2. Le tracé des aqueducs de la Vallée de la Cité.



Fig. 2- Les aqueducs de la Vallée de la Cité.



Fig. 3 - Les aqueducs de Şipote.



Fig. 4- Les aqueducs d'Abrud.

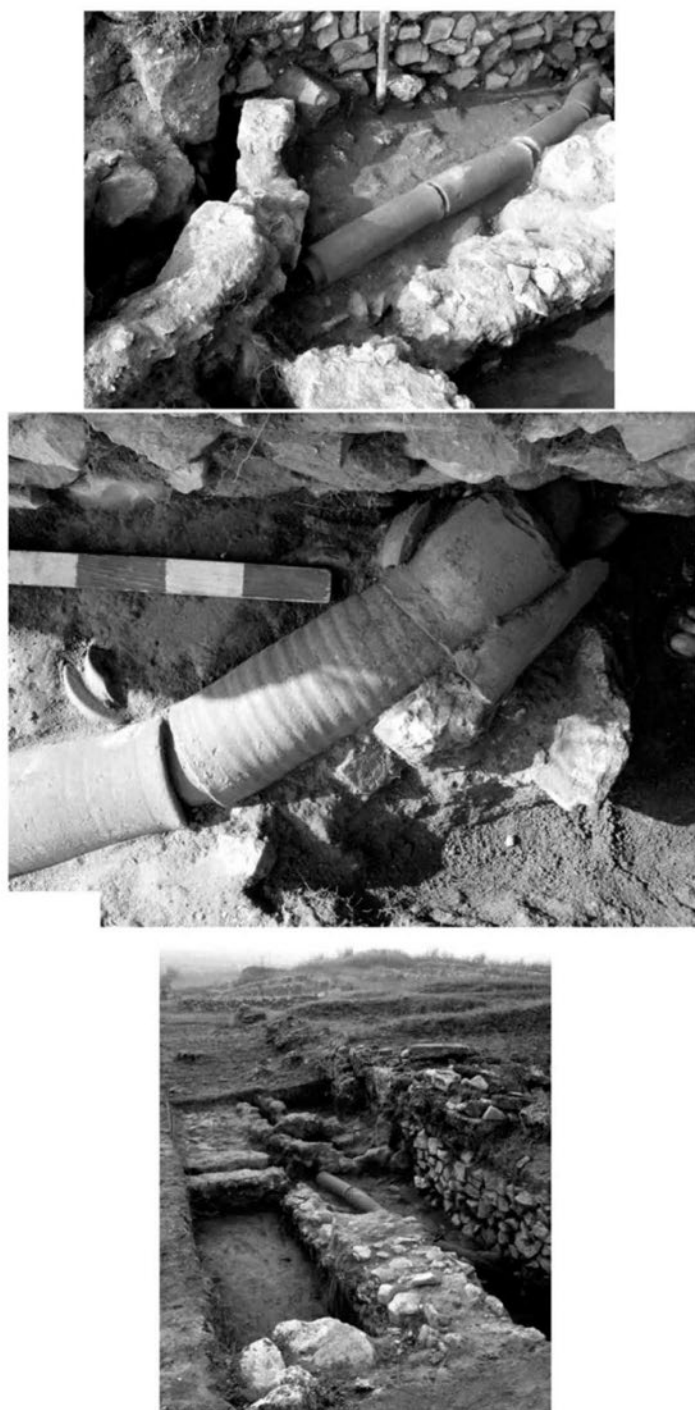


Fig. 5 - Tropaeum Traiani 2005: Recherche archéologique sur *Via Principalis*, secteur D. Système d'aduction urbaine.

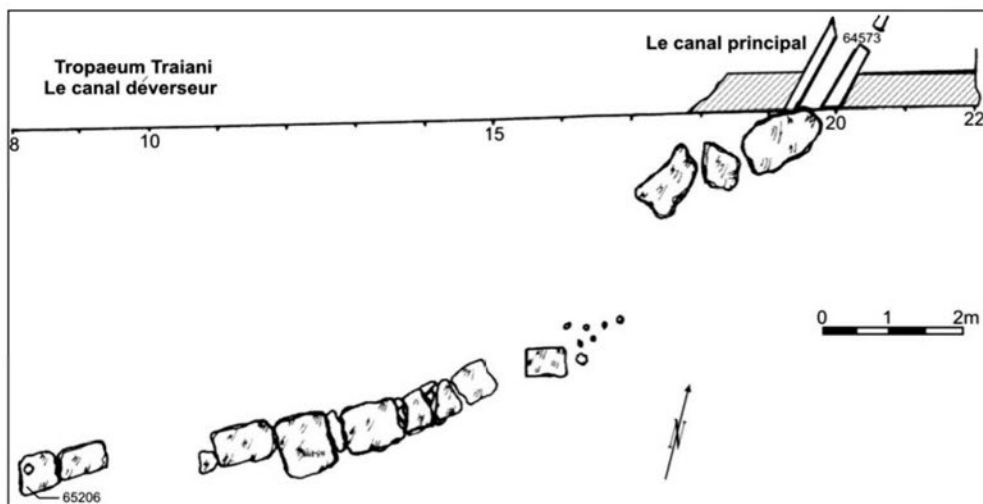
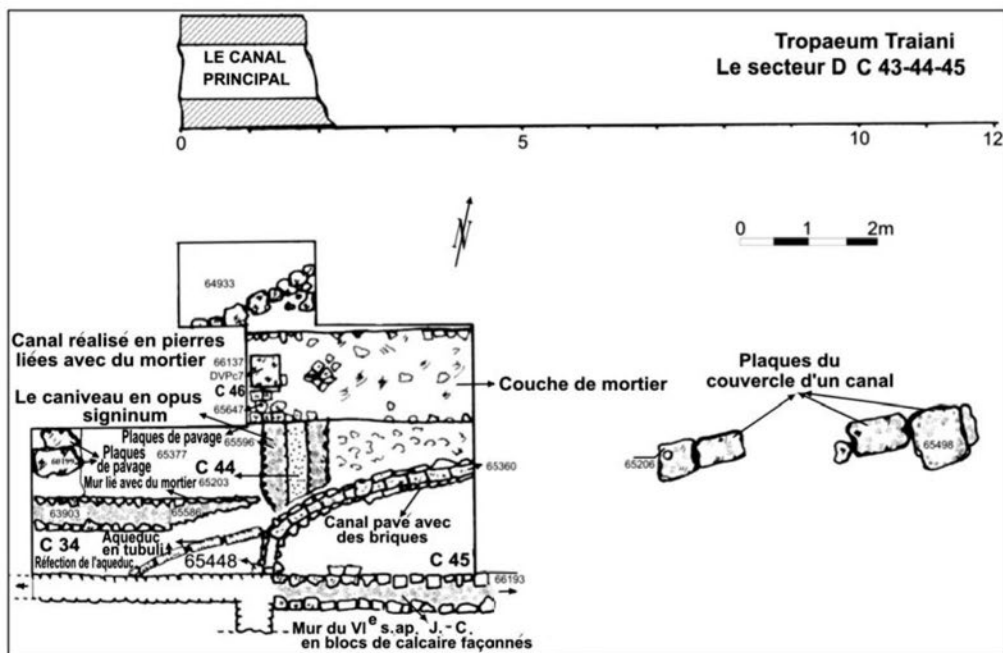


Fig. 6 - Plan de situation: les systèmes d'adduction et d'évacuation de l'eau, *Via Principalis*, Secteur D, 2005.



Fig. 7- Le mur de la citerne et les systèmes d'adduction.