



HAL
open science

Nouvelle étude de l'aqueduc gallo-romain de Montjeu à Augustodunum

Laetitia Borau

► **To cite this version:**

Laetitia Borau. Nouvelle étude de l'aqueduc gallo-romain de Montjeu à Augustodunum. Revue archéologique de l'Est, 2009, 58, pp.461-476. hal-01769529

HAL Id: hal-01769529

<https://hal.science/hal-01769529>

Submitted on 18 Feb 2021

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.

NOUVELLE ÉTUDE DE L'AQUEDUC GALLO-ROMAIN DE MONTJEU À AUGUSTODUNUM (AUTUN, SAÔNE-ET-LOIRE)

Laetitia BORAU*

Mots-clés *Aqueduc, canal, puits de rupture de pente, cascade, hydraulique.*

Keywords *Aqueduct, channel, dropshaft, cascade, hydraulic.*

Schlagwörter *Aquädukt, Kanal, Fallschacht, Kaskade, Hydraulik.*

Résumé *Depuis 2003, de nouvelles recherches réalisées dans le cadre d'un travail universitaire permettent de mieux appréhender l'équipement hydraulique antique de la capitale éduenne Augustodunum (Autun). La réalisation de prospections pédestres et de deux sondages archéologiques sur l'aqueduc de Montjeu précisent ses particularités architecturales, notamment celles de son canal et du premier puits de sa cascade de puits de rupture de pente.*

Abstract *New research carried out for a university thesis from 2003 onwards has led to a greater comprehension of Autun's hydraulic equipment dating from the Roman period when Augustodunum was considered the Eduan Capital. Fieldwalking and two archaeological surveys on the Montjeu's aqueduct have shed new light on its architectural characteristics, particularly those of its channel and the first of its dropshafts.*

Zusammenfassung *Seit 2003 ermöglichen im Rahmen eines Universitätsdiploms durchgeführte neue Untersuchungen ein besseres Verständnis der antiken hydraulischen Installationen des Hauptortes der Haeduer Augustodunum (Autun). Bei Begehungen und zwei archäologischen Sondierungsgrabungen auf dem Aquädukt von Montjeu konnten seine architektonischen Eigenheiten herausgestellt werden, insbesondere sein Kanal und der erste Schacht der Kaskade der Fallschächte.*

Les réseaux hydrauliques gallo-romains d'Autun-*Augustodunum* font l'objet de nouvelles recherches archéologiques depuis 2003. Des prospections pédestres et des fouilles¹ ont été réalisées dans le cadre d'un travail universitaire².

1. Les conditions de fouilles de 2005 et 2006, très difficiles, ont été soumises à des contraintes de sécurité strictes (fouille en palier, non dégagement de certaines structures, conservation de souches d'arbres). Par conséquent, la qualité des relevés et des photographies s'en trouve amoindrie. Elles reflètent parfois assez peu la qualité des vestiges découverts.

2. Thèse de doctorat en cours.

La capitale éduenne disposait d'un équipement hydraulique (fig. 1) assez conséquent : deux aqueducs (dits de Montjeu et de Montdru) subvenaient aux besoins en eau potable des habitants. Eumène (LANDRIOT, ROCHET, 1854, p. 109-113) signale d'ailleurs leur réparation par l'armée, suite aux dégâts causés par le siège de 269. L'hypothèse la plus couramment admise est leur jonction au sud-ouest de la ville (actuel faubourg Saint-Blaise) : ils formeraient alors une seule canalisation dont subsistent quelques tronçons dans la ville haute. Sa destination est toutefois incertaine. Les édifices bénéficiant de cette eau

* Doctorante en archéologie gallo-romaine à l'université de Paris IV-Sorbonne. l.borau@orange.fr

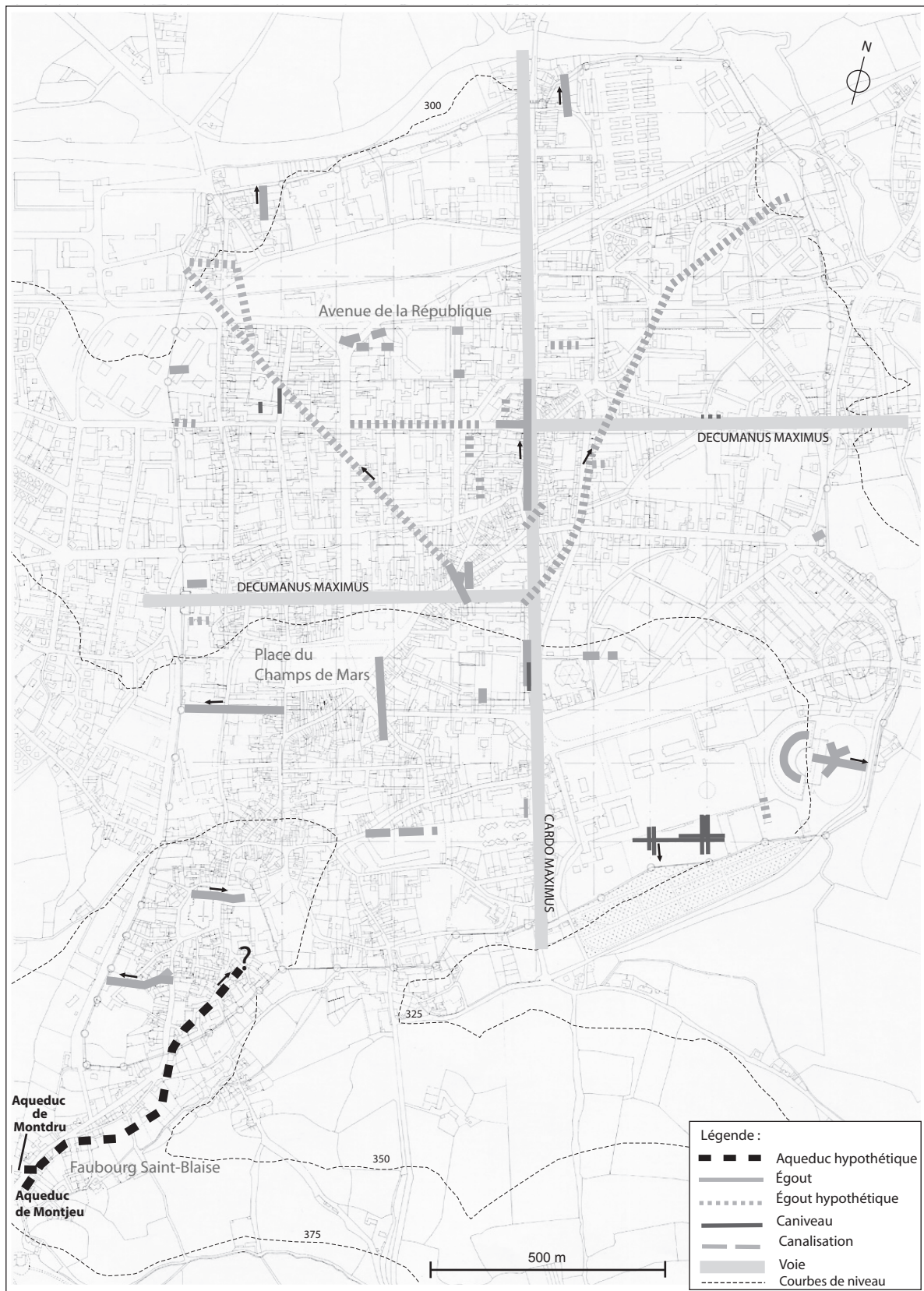


Fig. 1. Les structures hydrauliques d'Augustodunum, état de la recherche en 2007 (fond de plan tiré de REBOURG, 1993, p. 67).

courante sont pour l'instant mal localisés (notamment les thermes).

Le système d'évacuation des eaux usées est en revanche assez bien connu grâce aux études anciennes et récentes. Des collecteurs, installés dès le début de l'occupation du site, partent du centre de la ville et se dirigent vers le nord-est et le nord-ouest en suivant la pente naturelle pour évacuer les eaux usées au-delà du rempart. À ce premier réseau viennent se raccorder des égouts secondaires qui suivent l'organisation orthonormée des rues.

I. L'AQUEDUC DE MONTJEU : TRACÉ ET CONSTRUCTION DE LA CANALISATION COURANTE

L'aqueduc de Montjeu est la structure d'adduction d'eau la mieux conservée. Repéré au XIX^e siècle par les érudits locaux, membres de la Société Éduenne, principalement H. de Fontenay (FONTENAY, 1889), il n'a plus fait l'objet d'études approfondies depuis lors.

La reprise des recherches en 2003 (BORAU, 2003) a mis en évidence le tracé de l'aqueduc ainsi que ses particularités architecturales. Elles s'appuient nécessairement sur les données anciennes, notamment les relevés et les plans exécutés par J. Roidot-Deléage (ROIDOT-DELÉAGE, XIX^e siècle) et J. Roidot-Errard (ROIDOT-ERRARD, 1889) qui ont servi de base de travail aux nouvelles investigations.

I.1. *Le parcours*

L'aqueduc de Montjeu (fig. 2) prend sa source au sud de la ville (FONTENAY, 1889, p. 94), dans les massifs montagneux granitiques, dont le point culminant atteint 668 m d'altitude. Ce véritable réservoir naturel est toujours utilisé aujourd'hui pour alimenter la ville actuelle. Les captages antiques se situent dans le domaine privé de Montjeu, dans lequel les récentes analyses de terrain se sont révélées stériles. La disparition des captages, partielle ou totale, est due aux aménagements modernes (barrages, chemins, parc et château). Seuls les observateurs du XIX^e siècle (FONTENAY, 1889, p. 94) signalent l'existence de sources, réunies dans une canalisation maçonnée au niveau de l'actuel étang Paillard, conduites ensuite par l'aqueduc de Montjeu dans le talweg de l'étang de la Toison.

L'aqueduc de Montjeu est un ouvrage entièrement souterrain. À partir des sources à 570 m d'altitude, il serpente à travers la forêt sur près de 6 000 m, en suivant le plus souvent les courbes de niveau. La déni-

vellation de l'aqueduc de son point de départ à son point d'arrivée en ville est de 200 m environ, soit une pente théorique de 30 % (fig. 1 à 3).

À 1 000 m de la zone de captage, en dehors du domaine privé, les premiers vestiges apparaissent dans le substrat naturel (point 1, fig. 2 et 3) : deux voûtes distantes de 14 m environ sont partiellement visibles sur 0,60 m de hauteur et 1 m de largeur. Cette zone a fait l'objet d'une opération de terrain en 2006.

À partir de ce point, l'aqueduc est essentiellement repérable grâce à des anomalies topographiques consécutives à l'effondrement de la voûte souterraine.

À 1 170 m, un regard est identifié (point 8).

À 1 380 m, le négatif d'un puits de rupture de pente est reconnu (point 11). Puis, sur 800 m de longueur, des dépressions ponctuelles, causées par l'effondrement d'une partie de la voûte, permettent d'observer les claveaux.

À 2 240 m, les points 14 et 15 marquent l'emplacement de sept contreforts, suivis d'un puits de rupture de pente au point 16.

À 2 620 m, les indices sont peu visibles jusqu'au point 17, qui correspond à un nouveau puits de rupture de pente. Ensuite, des vestiges en creux trahissent la présence de l'aqueduc sur plusieurs mètres (point 18).

À 3 000 m, le point 19 constitue le premier puits d'une cascade de puits de rupture de pente. Six puits successifs ont été repérés avec certitude (points 19 à 24). Quatre sont hypothétiques (points 25-26).

Après avoir franchi les accidents de terrain les plus rudes de son parcours, l'aqueduc reprend certainement un cheminement normal au bas de cette cascade, en suivant la courbe de niveau 395 m.

C'est à partir de cette zone (Brisecou) que les vestiges de l'aqueduc disparaissent intégralement. Sa destruction partielle est à envisager.

En tenant compte des données du XIX^e siècle, il faut supposer la localisation du conduit sous l'actuel chemin bordant le ruisseau artificiel de la Toison (dit des Moulins) à la cote 395.

À Couhard, il suivrait la cote 375 jusqu'au faubourg Saint-Blaise où il est rejoint par l'aqueduc de Montdru (FONTENAY, 1889, p. 105-106). Ces deux aqueducs, réunis en une canalisation unique, pénétraient en ville en suivant la courbe 370 m.

En définitive, le travail de prospection n'a révélé que le parcours rural de l'aqueduc, sur 2 300 m environ, soit à peu près le tiers du conduit. En dépit de prospections répétées, deux zones n'ont fourni aucun résultat probant : il s'agit du domaine de Montjeu,

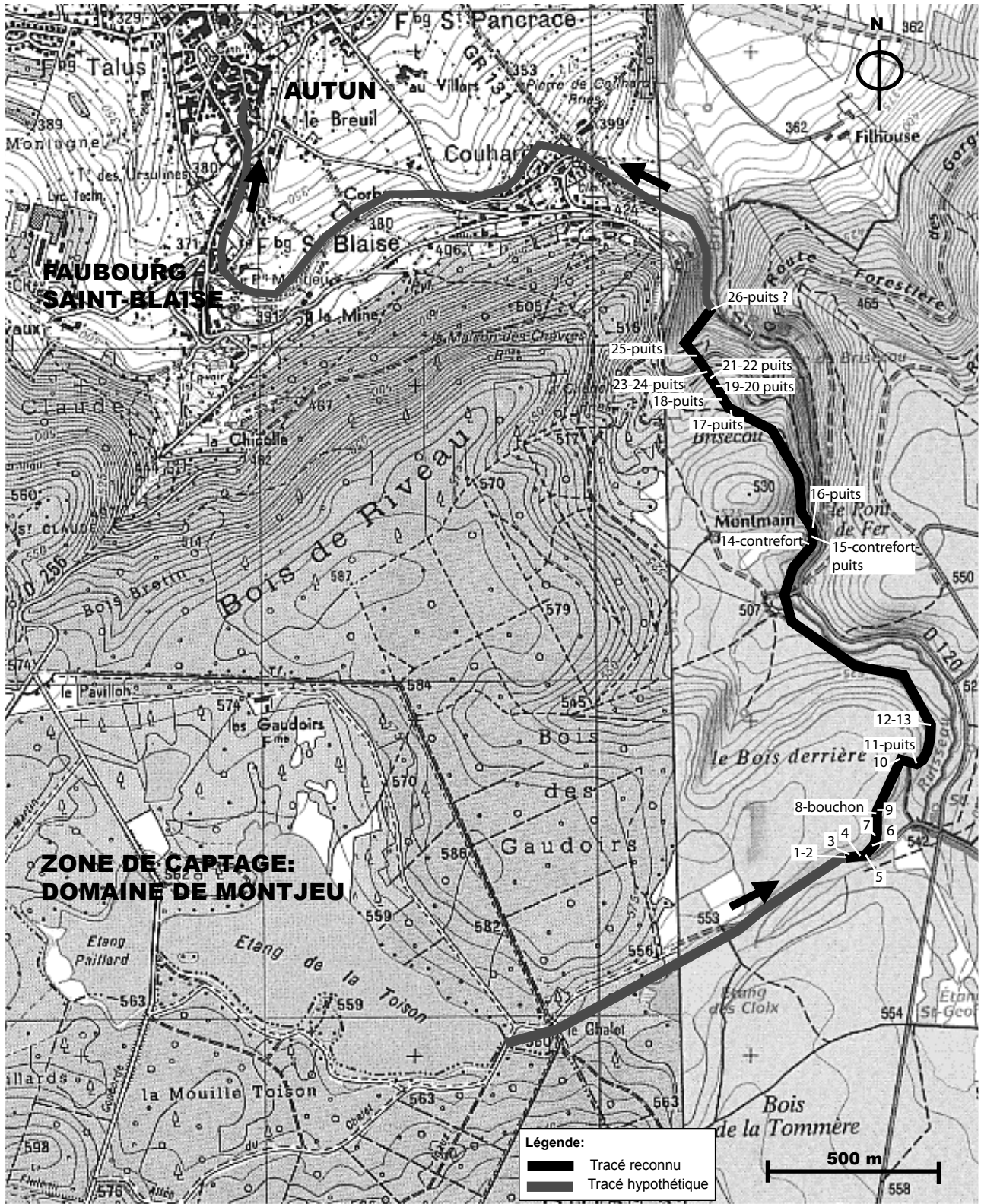


Fig. 2. Tracé de l'aqueduc de Montjeu à Autun et localisation des structures repérées (fond de plan IGN 71 ouest).

point de départ de l'aqueduc, et du secteur compris entre Brisecou et Autun, point d'aboutissement de l'aqueduc en ville. Les remaniements successifs du

paysage ont en partie détruit les vestiges et la densité du couvert végétal exclut pour l'instant de nouvelles découvertes.

Point	Distance	Courbe de niveau (m d'altitude)	Description	Localisation
0	0 m	570	zone de captage	Domaine de Montjeu
1 et 2	1000 m	550	2 voûtes	Le Bois derrière
3	1035 m	550	effondrement	Le Bois derrière
4	1053 m	550	effondrement	Le Bois derrière
5	1094 m	550	effondrement	Le Bois derrière
6	1112 m	550	effondrement	Le Bois derrière
7	1139 m	550	effondrement	Le Bois derrière
8	1174 m	550	regard/bouchon	Le Bois derrière
9	1194 m	550	effondrement	Le Bois derrière
10	1319 m	550	effondrement	Le Bois derrière
11	1378 m	545	puits de rupture	Le Bois derrière
12	1500 m	535-530	effondrement	Le Bois derrière
13	1541 m	535-530	voûte	Le Bois derrière
14	2241 m	500	contrefort	Le Pont de Fer/ Montmain
15	2253 m	500	contrefort + puits de rupture	Le Pont de Fer/ Montmain
16	2276 m	500-495	puits de rupture	Le Pont de Fer/ Montmain
17	2619 m	500-495	puits de rupture	Brisecou
18	2843 m	500-495	effondrement	Brisecou
19	2983 m	495	puits de rupture : 1 ^{er} de la cascade	Brisecou
20	3018 m	495-490	puits de rupture : 2 ^e de la cascade	Brisecou
21	3063 m	490	puits de rupture : 3 ^e de la cascade	Brisecou
22	3088 m	485	puits de rupture : 4 ^e de la cascade	Brisecou
23	3128 m	475	puits de rupture : 5 ^e de la cascade	Brisecou
24	3158 m	455	puits de rupture : 6 ^e de la cascade	Brisecou
25	3178 m	445	puits de rupture : 7 ^e -10 ^e de la cascade	Brisecou
26	3378 m	395	puits de rupture : 11 ^e -14 ^e de la cascade	Brisecou
27	4423 m	395	tracé hypothétique	Brisecou à Couhard
28	5423 m	375	tracé hypothétique	Couhard à Saint-Blaise
29	5800 m	370	tracé hypothétique	Saint-Blaise à Autun

Fig. 3. Tableau récapitulatif des tronçons repérés de l'aqueduc de Montjeu (L. Borau).

1.2. Les caractéristiques architecturales du canal: un travail organisé des fondations aux élévations

La bonne connaissance du canal est le résultat d'une opération de terrain datant de 2006 (point 1). Les prospections préalables avaient déjà révélé le bon état de conservation interne de l'aqueduc : en effet, à partir des orifices, la voûte ainsi que les piédroits enduits de mortier de tuileau semblaient intacts. Cependant, l'entrée était obturée par un éboulis. Une étude convenable n'était donc pas envisageable en l'absence de fouilles. Le sondage de 2006 a, de ce fait,

permis d'examiner précisément le mode de construction du canal.

Il est possible de retracer les différentes étapes de construction de la canalisation. Le travail est organisé par sections horizontales qui se matérialisent très nettement au sein de la maçonnerie (fig. 4 et 5).

Une profonde tranchée de forme trapézoïdale est d'abord creusée dans l'arène granitique naturelle. En dépit d'un dégagement incomplet côté talus et au fond de l'excavation antique (présence d'eau de ruissellement à la base de celle-ci), les dimensions de la tranchée de fondation doivent atteindre 3 m de largeur et 2,70 m de profondeur au minimum.



Fig. 4. Canal et tranchée de fondation de l'aqueduc (point 1) à la fin de la campagne de fouilles 2006 (L. Borau).

Dans cette excavation, la semelle de fondation du canal est construite à partir des deux piédroits délimitant un blocage de moellons lié au mortier soutenant le radier du *specus*.

Les piédroits mesurent 0,30 m de hauteur au minimum en fondation et 0,80 m de hauteur en élévation, soit une hauteur totale de 1,10 m. Les piédroits sont donc plus profonds que le radier de l'aqueduc. L'aménagement du radier a été observé en aval lors de la campagne de 2005 (BORAU, 2005, p. 38).

Puis, le radier reçoit une (ou deux) épaisse(s) couche(s) d'enduit hydraulique ainsi que l'enduit de lissage. Un relevé en coupe réalisé au XIX^e siècle (ROIDOT-DELÉAGE, XIX^e siècle, pl. XXVI) indique une épaisseur de 0,18 m. Les parements internes du conduit sont également revêtus de trois couches successives de mortier de tuileau sur 0,80 m de hauteur. L'enduit hydraulique recouvre le haut de la huitième assise de chaque piédroit et forme un quart-de-rond de 10 cm de largeur : cette forme particulière empêche les infiltrations entre l'enduit et le mur, qui causeraient un gonflement puis un éclatement de l'enduit et finalement une destruction du piédroit. Elle permet aussi un bon accrochage de cet enduit au moment de son installation et se rapproche en cela des aqueducs

d'Avenches (GREZET, 2006, p. 96) et de Ballarucles-Bains (BERMOND, 2005, p. 35-48). On notera en revanche l'absence de solin à la base du *specus*.

Une couche de mortier jaune recouvre la partie sommitale de chaque piédroit et le quart-de-rond : elle marque vraisemblablement la fin de la première phase de construction du conduit. Il pourrait aussi s'agir d'un indice de restauration mais difficilement justifiable car la construction paraît homogène.

Une partie de la tranchée de fondation est ensuite comblée au moyen de blocs de grès dont la taille est décroissante de bas en haut (de 0,60 m à 0,10 m). Ce comblement a une triple fonction : il épaulé la paroi du côté aval et contrecarre ainsi la pression du terrain sur le conduit, il sert de vide sanitaire et il draine les eaux de ruissellement, comme nous avons pu le vérifier lors de la fouille. L'emploi d'un matériau différent des maçonneries ne s'explique que par la proximité d'un gisement de grès. Ce comblement n'a été dégagé qu'à l'est (partie avale).

Au-dessus de ce comblement et au même niveau que la couche de mortier jaune, une épaisse couche d'argile crue verte de 0,10 à 0,20 m d'épaisseur est disposée. Cette argile, rapportée volontairement, provient d'un gisement d'argile du Trias du plateau voisin d'Antully³. Étant donné le caractère original de cet aménagement dans un aqueduc et sa position particulière au-dessus de la tranchée de fondation, cette argile doit limiter l'infiltration des eaux de ruissellement et imperméabiliser partiellement les fondations. Par ailleurs, les recherches actuelles⁴ confirment l'emploi de l'argile crue dans plusieurs structures hydrauliques autunoises et éduennes (tranchée de fondation ou canal) et dont le *corpus* s'enrichit chaque jour.

Ces aménagements doivent fournir aux constructeurs une assiette, relativement plane, leur permettant de reprendre une nouvelle phase de travail afin d'achever l'élévation. Les extrémités des piédroits sont bâties de manière à former un plan incliné de 60° : en tout, le parement interne compte onze assises et le parement externe quinze assises (sans les fondations). Les claveaux de la voûte s'appuient sur ce plan incliné dont il faut souligner le caractère inhabituel. La voûte était construite à partir d'un cintre dont les traces de banches, au nombre de cinq, ont laissé leurs empreintes dans le couchis de mortier de l'intrados. Ce cintre ne s'appuyait pas sur l'épaulement des murs latéraux. Il était très certainement soutenu par des

3. Nous remercions C. Petit et J.-P. Garcia (Université de Bourgogne, UMR 5594) pour ces informations.

4. Thèse de doctorat en cours.

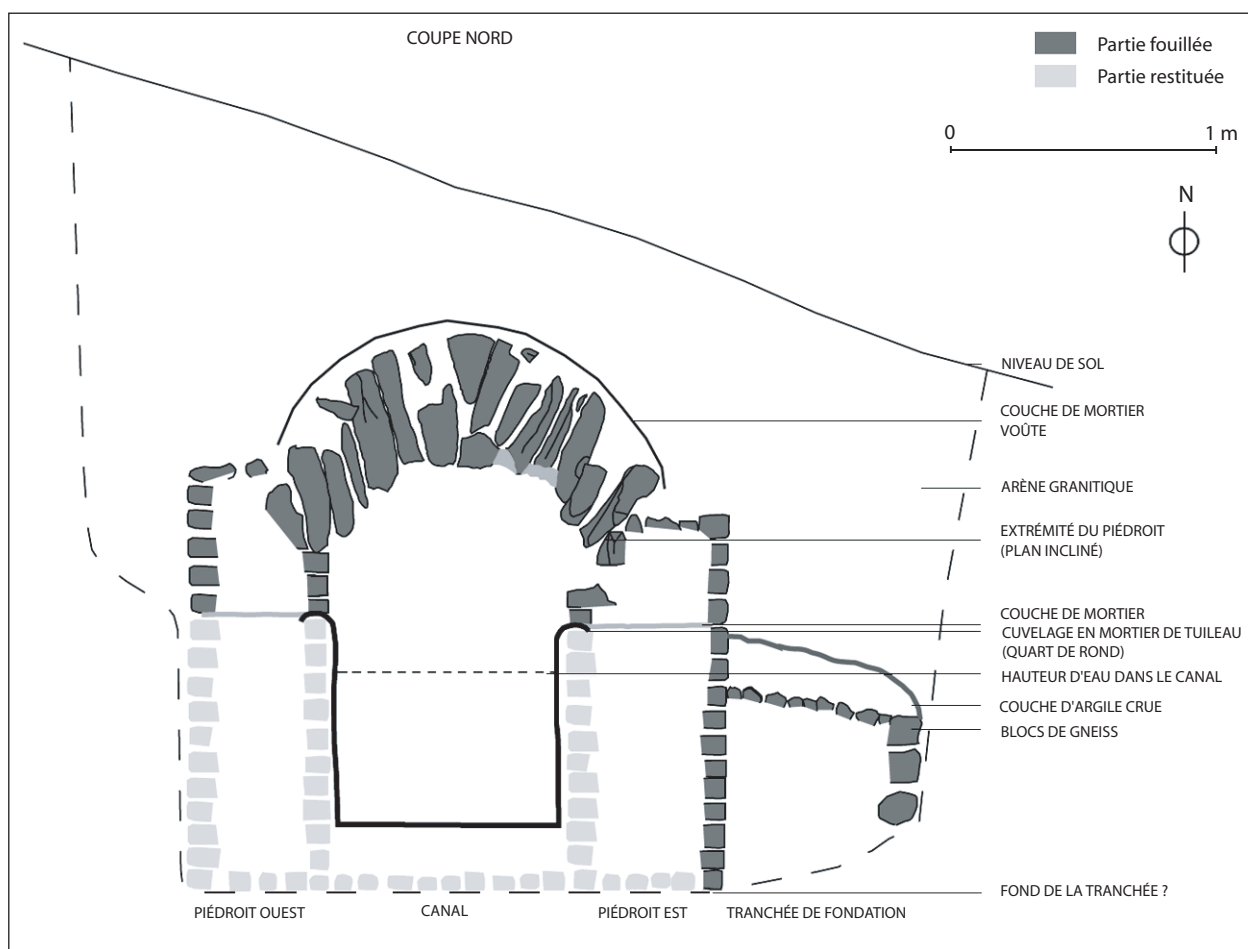


Fig. 5. Coupe nord de l'aqueduc exécutée en 2006 (L. Borau).

étais, comme l'avaient montré J.-P. Adam (ADAM, 1989, p. 189, fig. 417) et C. Ohlig (OHLIG, 2001, p. 107, fig. 31-32) dans d'autres conduits. Lors du décoffrage, le plan incliné devait faciliter l'enlèvement du cintre (par glissement) une fois les coins bloquant les étais retirés.

Au cours d'une troisième phase de travail, l'aqueduc bénéficie de dispositifs de protection sur l'extrados de la voûte, composés d'une couche de mortier de 3 cm d'épaisseur, déjà observée par H. de Fontenay (FONTENAY, 1889, p. 98). Cet enduit, commun à tous les aqueducs, constitue une couche protectrice vis-à-vis des eaux d'infiltration et des racines qui détruiraient le conduit⁵. Au-dessus, des fragments de granite, formant de petites dalles plates disposées régulièrement sur l'extrados, renforcent sa protection.

Enfin, la canalisation et la tranchée de fondation sont intégralement recouvertes par une épaisse

couche d'arène granitique provenant des déblais issus du creusement préalable à la construction. L'ouvrage est donc entièrement enterré et protégé des agressions extérieures telles que le gel ou les eaux d'infiltration. Il échappe également aux détournements volontaires pour des utilisations agricoles ou simplement domestiques, que combattait Frontin (FRONTIN, CXXVIII, CXXIX) par exemple.

I.3. Une construction soignée

Il faut souligner le soin apporté aux maçonneries : les moellons de granite sont grossièrement équarris et aplanis sur une seule face, formant un parement soigneusement appareillé à assises régulières. Par ailleurs, ce travail appliqué est manifeste, d'une part, au niveau de la tranchée de fondation où les blocs sont judicieusement disposés pour laisser circuler l'air et l'eau, et d'autre part, au niveau de la voûte où les éclats de granite sont disposés régulièrement. L'observation attentive de l'*opus signinum* traduit également

5. Information de J.-L. Paillet.

la qualité du travail. Une première couche de mortier de tuileau, dont la matrice est assez fine, recouvre le piédroit. Elle ne dépasse pas les 2 cm d'épaisseur. Au-dessus, une seconde couche de 3 cm est constituée de fragments de terre cuite de forte section (de 1 à 3 cm). Enfin, une couche de lissage recouverte d'un badigeon rouge vif est conservée par endroits, particulièrement au niveau du quart-de-rond, où elle était protégée par les élévations supérieures : la qualité de sa couleur et sa finesse sont remarquables. Ce revêtement hydraulique est d'une grande solidité. Le passage continu de l'eau a néanmoins formé de singulières traces d'usure. H. de Fontenay (FONTENAY, 1889, p. 100) avait déjà fait des constatations similaires, il y a plus d'un siècle. Ces détériorations antiques ont l'avantage de fournir la hauteur de la section mouillée de l'aqueduc qui est comprise entre 0,50 m et 0,60 m, soit un taux de remplissage du conduit aux 3/4 de la hauteur du cuvelage.

I.4. *Les dimensions de l'aqueduc*

La canalisation mesure entre 1,36 m et 1,42 m de hauteur et 0,90 m à 0,96 m (près de 3 pieds romains) de largeur. Or, H. de Fontenay fournissait des dimensions différentes : « 1,57 m de hauteur du radier en ciment, à l'intrados de la voûte, sous clef », soit une différence minimale de 0,15 m (FONTENAY, 1889, p. 98). La voûte est épaisse de 0,50 m et les piédroits atteignent 0,60 m à 0,65 m de largeur (près de 2 pieds romains). Le mortier de tuileau, d'une puissance de 5 cm, couvre les piédroits sur une hauteur de 0,80 m.

Cependant, les bouleversements du terrain, le vieillissement de l'ouvrage se traduisant en particulier par les affaissements de la voûte et des piédroits, les problèmes de régularité de la construction, sont autant de facteurs à prendre en considération, expliquant la variation des dimensions.

À l'image d'autres études (FABRE *et alii*, 2005, p. 6), il est possible de considérer l'aqueduc de Montjeu comme un ouvrage de petite hydraulique puisque la section maximale de son cuvelage atteint 0,72 m² (0,90 x 0,80 m) et sa section mouillée seulement 0,54 m² (0,90 x 0,60 m).

Cependant, la hauteur interne du canal demeure relativement élevée et traduit ici la volonté des concepteurs de donner une hauteur suffisante au conduit pour la circulation des hommes d'entretien. Cette hypothèse proposée par J.-L. Paillet (PAILLET, 2007, p. 25) est confirmée par l'observation de l'enduit hydraulique recouvrant le canal seulement aux 2/3 de sa hauteur : les concepteurs estimaient que le niveau

d'eau ne dépasserait jamais la hauteur maximale de 0,80 m et l'élévation supérieure est donc réalisée dans un autre dessein, en l'occurrence la surveillance et l'entretien du conduit par un homme pouvant se tenir quasiment debout.

II. LES OUVRAGES SPÉCIFIQUES

II.1. *Un seul regard*

En 1991, A. Rebourg réalise une couverture photographique d'un regard (fig. 2, point 8) implanté à 174 m des premiers vestiges reconnus et rebouché depuis (REBOURG, 1998, p. 186, fig. 34). Le regard se présente sous la forme d'une margelle de granite, installée au niveau de la voûte et percée en son centre. Il était obturé par un tampon : il s'agit d'un bloc de granite taillé en forme de bouchon. Deux fragments jointifs gisent à proximité et ont été relevés en 2008 (fig. 6). La partie rectangulaire, signalant le regard en surface, mesure 0,55 m de côté et 0,32 m de hauteur. La partie circulaire, fermant l'orifice, mesure 0,43 m de diamètre et 0,12 m d'épaisseur. Ce dispositif de contrôle⁶ constitue le seul exemplaire connu à ce jour sur l'ensemble du conduit. Ce tampon est d'ailleurs tout à fait comparable à d'autres exemplaires observés en ville, notamment sur l'égout du premier état du *cardo maximus* et sur les égouts du théâtre⁷ (FONTENAY, 1889, p. 112 ; ROIDOT-DELÉAGE, XIX^e siècle, pl. XIX). Pour ne citer que deux exemples, l'aqueduc de Sens (BELGRAND, 1875, p. 218 ; VITRUVÉ, trad. Callebaut 2003, p. 159-160) et certains égouts nîmois (VEYRAC, 2006, p. 245, fig. 243, p. 269, fig. 265) présentent des dalles de regards et des tampons circulaires mais dont la morphologie diffère légèrement.

II.2. *Les contreforts*

À 2241 m du parcours, l'aqueduc souterrain est soutenu par sept contreforts (fig. 2, point 14) installés régulièrement sur une distance de 12 m. La mise en œuvre de ce dispositif s'explique par le contexte topographique accidenté : en effet, l'aqueduc circule entre le rocher naturel et une pente abrupte. Ainsi, les constructeurs ont implanté ces contreforts afin d'éviter la détérioration du canal, causée par un affaissement du terrain. Ils sont construits en *opus caementicium*

6. L'aqueduc du Gier à Lyon possède des exemplaires remarquables et a fait l'objet d'études approfondies qui servent de référence (BURDY, 2002, p. 117-127).

7. Thèse de doctorat en cours.

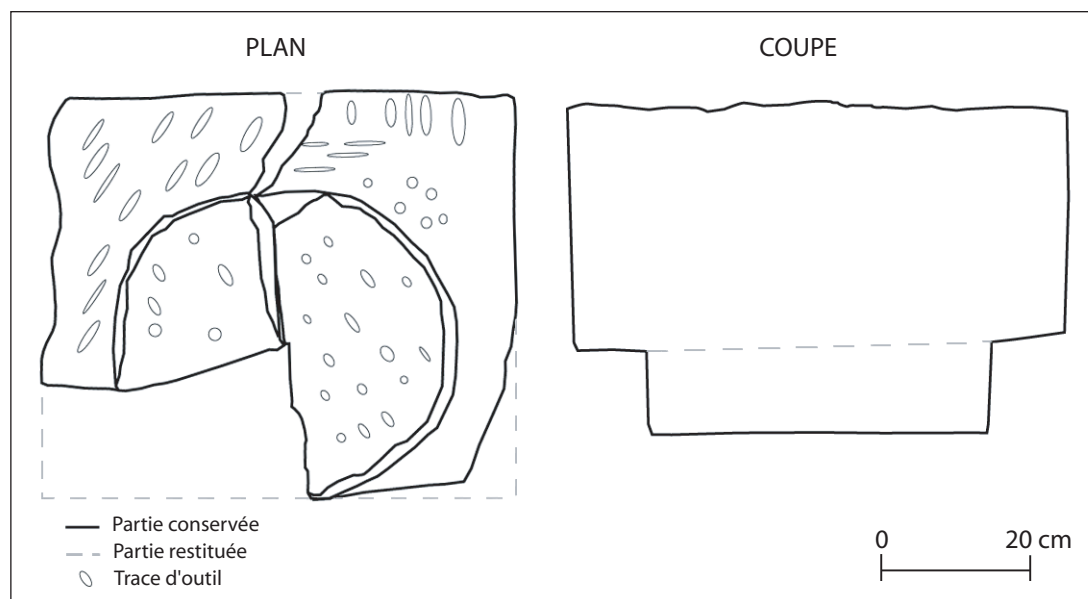


Fig. 6. Plan et coupe du tampon du regard au point 8 (L. Borau).

et mesurent 5 m de longueur, 2 à 3 m de largeur et 2 m de hauteur. La contemporanéité du canal et des contreforts n'est pas assurée pour l'instant, en l'absence de dégagement : il pourrait par exemple s'agir d'une phase de réfection. À titre de comparaison, les aqueducs de Nîmes (FABRE *et alii*, 2000, p. 90) et de Fréjus (GEBARA *et alii*, 2002, p. 148-161) comportaient également des contreforts sur un côté pour épauler les ouvrages notamment aériens.

II.3. Le puits de rupture de pente : un dispositif de ralentissement

Le canal d'un aqueduc possède généralement une inclinaison assez faible puisqu'il suit les courbes de niveau⁸. Dans certains cas, la canalisation doit cependant s'adapter à de brusques changements d'altitude. Pour cela, des puits de rupture de pente, également appelés « puits de chute », sont construits. Il s'agit d'un dispositif comportant un canal d'arrivée (amont) connecté à un puits de profondeur variable et à la base duquel se présente un canal de fuite (aval). Ce dispositif permet de ralentir la vitesse du courant. Après cette brusque chute, l'eau reprend un écoulement gravitaire normal.

8. Les pentes sont variables comme en témoignent J.-P. Adam (ADAM, 1989, p. 266), Vitruve (VITRUVÉ, VIII, VI, 1) et Palladius (PALLADIUS, IX, 11). Ils livrent d'ailleurs des chiffres très différents, soit respectivement : 0,2 m/km ou 0,5 m/km (selon les interprétations) et 9,4 m/km. Les dernières synthèses illustrent parfaitement cette diversité (BEDON, 1997 ; FABRE *et alii*, 2005).

Mais, lorsqu'une pente est trop forte, plusieurs puits sont associés formant alors une cascade de puits de rupture de pente : c'est un véritable « escalier hydraulique ».

Au XIX^e siècle, vingt-quatre puits de rupture de pente rectangulaires sont reconnus sur l'ensemble du parcours comprenant une cascade de quatorze puits successifs (FONTENAY, 1889, p. 95). Un plan et une coupe ont été effectués à cette époque (ROIDOT-DELÉAGE, XIX^e siècle, pl. XXVII) : ils montrent un puits de 4,40 m de profondeur et de 3 m par 2,40 m de côté.

Aujourd'hui, seuls quatre puits isolés (fig. 2, points 11, 15, 16, 17) ont été repérés en prospection. La cascade compte six puits successifs, attestés avec certitude (points 19-24), et quatre à huit plus hypothétiques (points 25-26). Certains vestiges ne sont que les négatifs de ces anciennes constructions. D'autres, en revanche, conservent des pans de murs encore en élévation. Cependant, la lisibilité des structures s'avère presque nulle en raison de l'importante végétation.

II.3.1. La fouille d'un puits de rupture de pente

En 2005, le premier puits de la cascade a fait l'objet d'une fouille (fig. 2, 7 et 8). Ce dispositif est logiquement implanté à un endroit de forte déclivité. Les difficultés rencontrées au cours de cette campagne (pierrier, souches d'arbres, fouille en palier pour des raisons de sécurité...) ont toutefois limité l'extension et l'approfondissement des sondages.



Fig. 7. Premier puits de rupture de pente (point 19) de la cascade à l'issue de la campagne de fouille de 2005 (L. Borau).

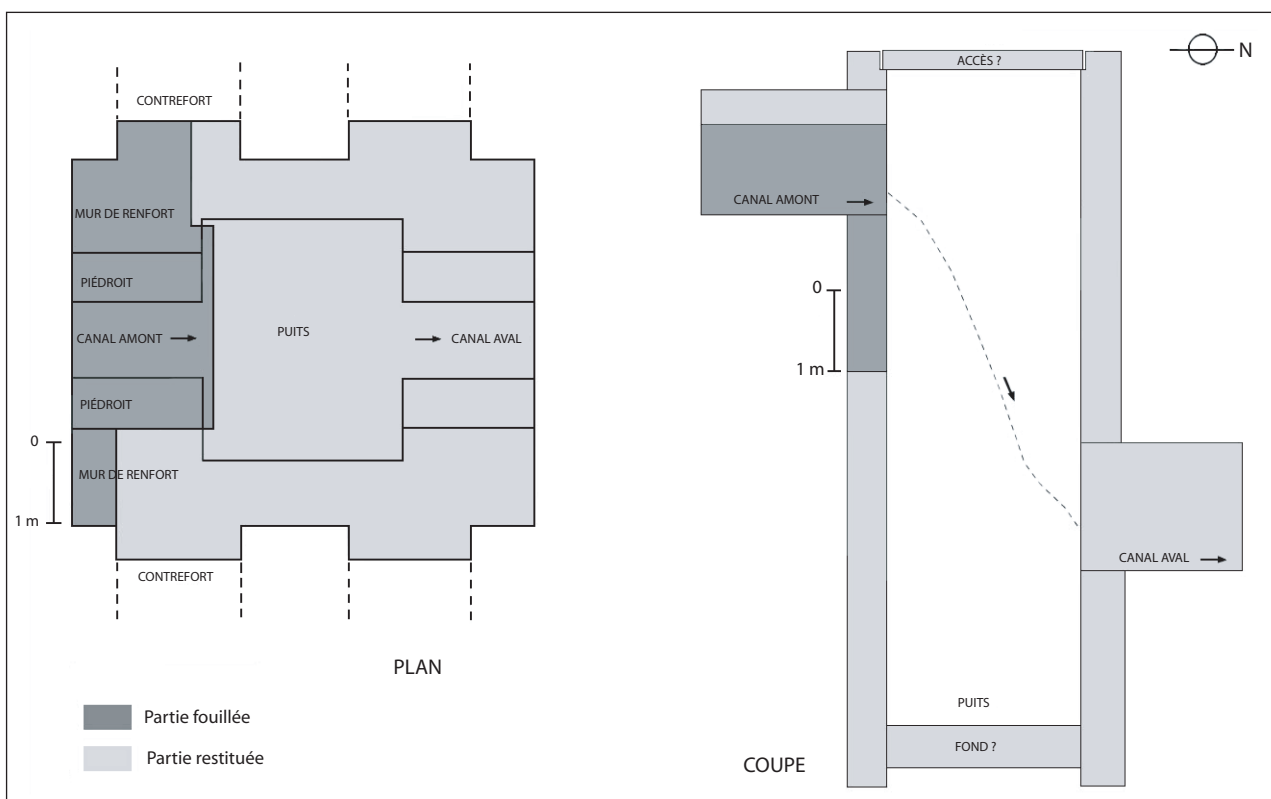


Fig. 8. Plan et coupe restitués du premier puits de rupture de pente de la cascade (L. Borau).

En amont, le canal d'arrivée de l'aqueduc a été mis au jour. La découverte la plus étonnante est celle de massifs de maçonnerie inédits, disposés de part et d'autre du canal et servant à renforcer toute la construction. Leurs dimensions sont d'ailleurs imposantes : 1,20 m pour le mur de renfort oriental et 1,10 m pour le mur de renfort occidental (longueur

indéterminée). De plus, on observe l'amorce d'un contrefort perpendiculaire au mur de renfort ouest.

Néanmoins, l'analyse interne du puits proprement dit est incomplète. Seuls les angles méridionaux ont été dégagés en surface, en raison de la profondeur des niveaux de destruction qui empêche pour l'instant une vision d'ensemble du puits.

En revanche, l'élévation conservée est considérable: le canal atteint 1,10 m de hauteur, son soubassement 0,80 m et les parois du puits 1,10 m, constituant une hauteur totale de 3 m. Si l'on se réfère aux relevés du XIX^e siècle, il manquerait 2,40 m avant d'atteindre le fond du puits. De plus, la zone où se connectent le canal et le puits est partiellement détruite sur 1,30 m de longueur, rendant encore une fois la lecture pénible. Ces lacunes peuvent s'expliquer par des problèmes de poussées de la pente naturelle et des massifs de renfort, qui ont entraîné un éboulement convergent vers le fond du puits. Les poussées et l'usure, que le canal d'arrivée a subies pendant plusieurs siècles, ont pu accélérer sa destruction, soit au moment de son utilisation soit juste après son abandon.

Enfin, des interrogations demeurent, notamment au sujet de la couverture du puits dépassant les 6 m² et de son repérage dans le terrain à l'époque antique (présence d'un regard, mode d'accès au puits, implantation de bornes...).

II.3.2. Une construction élaborée

La fouille a permis d'estimer la masse de travail préalable à l'implantation du puits. Le terrain est décaissé profondément afin d'installer une structure dépassant certainement les 6 m de hauteur hors tout et les 4,40 m de largeur (soit 10 coudées romaines). La hauteur est calculée en tenant compte de la profondeur du puits, de la hauteur du canal et de l'épaisseur de la voûte (4,40 + 1,42 + 0,50 m). La largeur est obtenue en additionnant les dimensions des massifs de renfort, des piédroits et du canal (1,10 + 1,20 + 0,60 + 0,90 + 0,60 m). L'aqueduc lyonnais de l'Yzeron possède des puits de profondeur égale (BURDY, 2002, p. 130).

Les maçonneries sont réalisées en *opus caementicium* dont les éléments constitutifs ne diffèrent pas de ceux du canal. Les moellons employés pour les parements des murs de renforts atteignent des dimensions plus importantes, de l'ordre de 0,30 m de côté. La présence d'une *imbrex* dans la maçonnerie du piédroit oriental reste plus surprenante, car elle est le seul matériau de terre cuite découvert dans l'ensemble de la structure. Elle sert ici de calage ou de repère. Aucune analyse n'a pu en être faite, faute de moyens.

L'originalité de l'ouvrage réside dans son organisation générale qui est rarement reconnue. Il respecte logiquement un axe vertical mais celui-ci est déterminé par les piédroits de l'aqueduc. En effet, ces derniers doivent constituer le point de départ de la construction du puits: ils servent d'axes principaux et de symétrie sur toute la hauteur du puits. À partir de ces murs, les espaces internes et externes sont remplis

d'un blocage de moellons noyé dans du mortier. Les espaces internes correspondent au parement du puits et en partie haute, au soubassement du canal et les espaces externes, au parement du puits et aux massifs de renfort.

Des axes horizontaux réguliers rythment également sa construction. C'est le cas d'un niveau de mortier, servant d'assise de réglage dans le piédroit oriental et coïncidant avec le radier de l'aqueduc et un sol de travail à l'ouest du massif de renfort. Ces couches servent de repère et permettent de conserver l'horizontalité à chaque étape de la construction. Cette hiérarchie générale devait stabiliser la construction et organiser le travail. Par ailleurs, le puits est épaulé par des murs de renforts et des contreforts renforçant ainsi la stabilité de l'ouvrage.

Sur la surface interne du puits, J. Roidot-Deléage restitue un enduit hydraulique (ROIDOT-DELÉAGE, XIX^e siècle, pl. XXVII).

Dans l'état actuel de nos connaissances, le puits de rupture de pente a vraisemblablement été bâti en une seule fois. Aucune trace de remaniement n'a été observée au cours de cette campagne, même si un entretien régulier devait être indispensable.

II.3.3. Puits de rupture de pente et cascades: des structures complexes

Comme le souligne H. Chanson (CHANSON, 2002, p. 13), «l'analyse hydraulique d'une cascade de puits est un exercice très difficile» et les aqueducs romains en comptent finalement assez peu, ce qui confère un caractère particulier à celui de Montjeu. À Autun, le dénivelé de 200 m entre la source et l'arrivée en ville nécessite l'installation de puits de rupture de pente. De plus, la configuration du terrain, notamment les brusques changements d'altitude, renforce cette exigence particulièrement dans le secteur de Brisecou où la pente atteint 25 %. Cette gorge naturelle, qui ne devait pas être franchie mais contournée, constituait le passage le plus favorable en direction d'Autun. Ainsi, le choix du tracé s'explique en dépit des difficultés techniques.

La construction de cascades de puits de rupture de pente dépend, selon H. Chanson (CHANSON, 1998, p. 47-70), de trois facteurs: une topographie très accidentée, la nécessité de réguler le courant et le besoin d'oxygéner l'eau. L'aqueduc de Montjeu remplit ces trois conditions. Pour J.-L. Paillet⁹, le dernier critère n'était vraisemblablement pas envisagé par les hydrau-

9. Information orale.

liciens romains et d'ailleurs l'aqueduc de Nîmes en est dépourvu. Il est certain que le facteur principal reste la déclivité du terrain. L'installation de puits de rupture a pour conséquence le ralentissement du débit. Ainsi, ils ne sont pas le signe d'une technique caractéristique d'un nouveau modèle d'aqueduc mais sont édifiés en fonction des circonstances (CHANSON, 1998, p. 47-70).

En dépit d'une vision incomplète, la fouille du premier puits de la cascade offre des premiers résultats concluants et confirme la remarquable maîtrise technique. L'ampleur des travaux de terrassement préparatoires, la conception d'une structure axée verticalement sur les piédroits, bien organisée et solide, dotée d'imposants dispositifs de renfort, ont nécessité l'intervention d'ingénieurs détenteurs d'un savoir-faire exceptionnel. La notion de « planification » prend ici tout son sens car la bonne connaissance du terrain et une excellente maîtrise des normes constructives sont les deux conditions préalables à la réalisation d'un tel ouvrage.

Cette fouille illustre parfaitement l'absolue nécessité de poursuivre ce type d'investigations afin de mieux cerner ces « ralentisseurs » et leur typologie. Actuellement, le nombre de puits de rupture de pente fouillés demeure très faible. Ce problème limite les comparaisons qui permettraient pourtant de mieux caractériser les techniques constructives. D'ailleurs, la littérature antique est muette à ce sujet. Néanmoins, les aqueducs lyonnais de la Brévenne et de l'Yzeron (GERMAIN de MONTAUZAN, 1908, p. 173-175; BURDY, 2002, p. 129-133), et dans une certaine mesure, de Valdepuentes (VENTURA VILLANUEVA, 1993, p. 75-77), de Cherchell (LEVEAU, PAILLET, 1976, p. 76-77) ou encore de Rusicade (VERTET, 1983, p. 358) possèdent des puits de rupture de pente que l'on peut rapprocher de l'exemple autunois¹⁰.

III. INTERPRÉTATION

III.1. *Les questions de pente*

La pente moyenne de l'aqueduc varie entre 2 % et 4 %. Cependant, les mesures prises dans le canal lors de la fouille (point 1) ne sont pas probantes. Elles témoignent surtout des irrégularités de la pente. Ces variations doivent se corriger globalement, à plus

grande échelle. La question de la pente et de l'emploi des puits de rupture de pente est plus difficile à aborder. H. Chanson (CHANSON, 2002, p. 8) s'est d'ailleurs interrogé sur l'utilité des vingt-quatre puits de rupture de pente, mentionnés par H. de Fontenay. Selon lui, ce nombre est abusif et il suppose la présence de seulement cinq puits sur la cascade. Il réfute également les dimensions des puits, qui ne nécessitaient pas, selon lui, de mesures aussi imposantes en raison de la quantité d'eau que l'aqueduc drainait. Il est le seul auteur depuis le XIX^e siècle, à évoquer ces problèmes et à remettre en question les études passées relatives à l'aqueduc autunois.

Néanmoins, la relecture des relevés du XIX^e siècle et les récentes prospections répondent différemment à cette question. La prise de mesures en planimétrie et altimétrie est parfois très approximative en raison de difficultés d'accès et de lisibilité des structures. Pour l'instant, les mesures sont prises à l'aide d'un GPS dont la fiabilité est variable (de 5 à 9 m). À défaut de meilleurs instruments, elles donnent un ordre d'idée des pentes et des distances.

La présence de plusieurs puits de rupture de pente isolés sur le parcours de l'aqueduc de Montjeu est justifiée par des pentes atteignant 8 % et plus (par exemple aux points 11 et 15).

Concernant la cascade, l'hypothèse de quatorze puits successifs est évidemment sujette à interrogation. Un postulat peut être proposé tout en gardant à l'esprit que seules des campagnes de fouilles pourraient valider ou invalider ce dernier. La perte d'altitude entre le haut et le bas de la cascade est estimée à 100 m pour une distance de 395 m¹¹, soit une pente de 25 %. Si le nombre de quatorze puits est admis, alors chaque puits est installé en moyenne tous les 28,20 m. Si l'on considère que les puits sont disposés à distance régulière, tous les 28,20 m, et que la différence de niveau entre radiers est constante soit 4,40 m de profondeur, alors la pente du canal entre puits est réduite à 7 %, chiffre qui reste important. En revanche, si les puits étaient moins nombreux, les pentes seraient beaucoup plus importantes et/ou la différence de niveau entre les radiers plus grande.

Bien entendu, le nombre de puits, la longueur des canaux entre puits et leur pente ont pu varier d'une section à l'autre. Mais il est certain que le nombre de quatorze puits est tout à fait recevable et qu'il ne nécessite pas de travaux de terrassement « surhumains ». On pourrait d'ailleurs envisager un nombre plus impor-

10. Les puits de rupture de Cordoue, Cherchell et Rusicade sont circulaires. A. Trevor Hodge (HODGE, 2002, p. 160-161) inclut également les puits d'un des aqueducs d'Aix-en-Provence (Beaulieu), hypothèse écartée par Ph. Leveau (LEVEAU, 2006, p. 94).

11. La distance est de 357 m en ligne droite, soit une pente de 28 %.

tant de puits, ce qui tendrait à réduire davantage la pente. Il est difficile de trancher entre régularité et adaptation au terrain. À titre de comparaison, J. Burdy privilégie l'hypothèse de la régularité pour l'aqueduc lyonnais de l'Yzeron (BURDY, 2002, p. 132) alors qu'A. Ventura Villanueva démontre la mise en place de puits en fonction du contexte topographique de Cordoue (VENTURA VILLANUEVA 1993, p. 73-74).

Ces remarques montrent à quel point il est nécessaire d'approfondir ces recherches et d'employer un matériel de mesure plus précis (si les conditions sont un jour réunies), voire d'effectuer des sondages systématiques, afin d'apporter des réponses plus assurées à ces questions de pente.

III.2. *La provenance des matériaux de construction*

L'aqueduc de Montjeu est implanté sur un socle majoritairement granitique et naturellement, les constructeurs ont utilisé cette roche pour tailler les moellons nécessaires à la canalisation. Des gisements de grès sont également présents et cette roche est employée dans le comblement de la tranchée de fondation. Cependant, les lieux d'extraction, sans doute proches, ne sont pas encore localisés. Cette hypothèse est néanmoins confirmée par les fouilles de 2006 : l'aqueduc se situe à la limite des socles granitiques et gréseux, matériaux employés dans la canalisation. Enfin, l'argile verte du Trias provient du plateau d'Antully. L'emploi de matériaux locaux permet d'économiser sur le coût de la construction.

III.3. *La datation de l'aqueduc*

À Autun, comme dans d'autres capitales, se pose la délicate question de la date de construction des aqueducs. Ph. Leveau écrit à ce sujet : « la fouille elle-même résout difficilement le problème. » (LEVEAU, 1992, p. 262). Il explique clairement les difficultés et indique en substance qu'il est nécessaire de fouiller de grandes portions d'aqueducs ; la découverte d'une monnaie fournit souvent la datation d'une seule partie de l'ouvrage ; les éléments architecturaux ne fournissent des repères chronologiques qu'en présence d'éléments sculptés ; enfin, une datation peut être proposée en mettant en relation l'aqueduc et les structures hydrauliques urbaines tels que les thermes ou les égouts. Comme nous l'avons déjà évoqué, la construction de puits de rupture de pente relève davantage de problèmes topographiques que d'un courant architectural. Ainsi, leur présence n'est pas un critère à consi-

dérer pour la datation. Cependant, quelques éléments de réponse peuvent être avancés. Deux hypothèses s'affrontent sans pouvoir être validées pour l'instant.

Au XIX^e siècle, une monnaie est découverte « dans une cavité pratiquée au centre d'une des pierres de taille de la vingt-troisième cascade » (point 26) : il s'agit d'une monnaie de Vespasien portant, sur le revers, la légende IVDEA CAPTA, frappée en 71 (Anonyme, 1862, p. 102-103, 173 ; FONTENAY, 1889, p. 101). Dès lors, la datation de l'aqueduc a été admise à cette époque. Cependant, cette monnaie, qui a pu circuler longtemps, date une partie de la structure et non l'aqueduc et pourrait même résulter d'une restauration. A. Blanchet allait également dans ce sens au début du XX^e siècle (BLANCHET, 1908, p. 17, 43-49).

Lors de la fouille du puits de rupture de pente (BORAU, 2005, p. 41-42), quelques tessons de céramique commune claire ont été découverts dans le piédroit et la tranchée de fondation occidentale. Ces productions, attestées de la période augustéenne jusqu'au III^e siècle après J.-C., ne permettent pas d'affiner la datation mais ne contredisent pas la datation flavienne.

Une seconde hypothèse situe la construction de l'aqueduc à l'époque augustéenne. En effet, si l'aqueduc parvient effectivement en ville à la cote 370, il est contraint de passer sous le rempart ou à travers celui-ci. Or, les portes de la ville sont datées d'Auguste et la courtine peut-être de Claude. Le franchissement du rempart en sous-œuvre pour le passage de l'aqueduc constitue une tâche colossale, même si elle n'est pas impossible.

Chr. Goudineau situe lui aussi la construction de l'aqueduc de Montjeu à l'époque augustéenne en raison de son implantation « dans les remblais qui supportent les terrasses de la ville. » (GOUDINEAU, 2002, p. 78-79). Ces arguments tendent à proposer une datation haute : la mise en place du rempart, des terrasses et de l'aqueduc feraient alors partie d'un grand projet urbanistique incluant d'ailleurs les égouts collecteurs, avant l'occupation des îlots essentiellement à partir de l'époque claudienne (REBOURG, 1998, p. 203).

Dans l'état actuel de nos connaissances, la première hypothèse paraît somme toute la plus satisfaisante. La monnaie de Vespasien fournit un *terminus post quem* de 71 après J.-C. Par ailleurs, une monnaie du même type a été découverte dans le théâtre antique dont on situe généralement la construction à l'époque flavienne. De plus, il faut aussi rappeler que les regards de l'aqueduc et du théâtre sont similaires, même s'ils ne constituent pas un fossile directeur.

CONCLUSION

Dans leur récente publication, G. Fabre, J.-L. Fiches et Ph. Leveau décrivent l'importance des études consacrées aux aqueducs : « L'étude de ces ouvrages permet donc à la fois d'évaluer les progrès techniques accomplis dans le domaine hydrologique et de mesurer leur diffusion dans une région de l'Occident romain » (FABRE *et alii*, 2005, p. 5). Ces deux concepts peuvent s'appliquer à la recherche entreprise sur l'aqueduc de Montjeu à *Augustodunum*. Néanmoins, l'analyse d'un ouvrage entièrement souterrain pose un certain nombre de problèmes, particulièrement au niveau de l'accès aux structures et donc de leur examen.

Les récentes opérations de terrain, telles que les prospections pédestres et les deux campagnes de fouilles, permettent progressivement de cerner plus précisément la construction générale de ce conduit. Cet aqueduc, modeste par sa longueur (seulement 6 000 m), mais relativement important par la taille de son canal, possède finalement des particularités architecturales intéressantes et originales, en l'absence de structure qualifiée « d'ouvrage d'art », même si les puits de rupture de pente sont véritablement des structures monumentales.

La présence de nombreux puits de rupture de pente et d'une cascade s'explique par la configuration escarpée du terrain. Il demeure toutefois des incertitudes relatives au nombre de puits ou à leur typologie. Cependant, les fouilles, rarissimes sur ce type de structure, ont permis de mieux appréhender les modes de construction employés pour réaliser ces ouvrages imposants et cependant enterrés ou semi-enterrés. En 2005, elles mettent en exergue l'organisation verticale et horizontale du travail, matérialisée au sein même de la construction, pratique qui s'est vérifiée également au niveau du canal lors de la campagne de 2006. Ces fouilles ont montré l'évidente intervention d'un ingénieur capable de planifier et de diriger la construction. Elles ont permis de mettre au jour des structures inédites telles que les murs de renfort au niveau du canal en amont du puits de rupture de pente et de montrer l'agencement original des piédroits en plans inclinés, la couverture soignée de la voûte ou encore le comblement inhabituel de la tranchée de fondation avec l'emploi d'argile crue.

Ces recherches, outre la localisation précise du tracé de l'aqueduc et sa couverture photographique, apportent des éléments nouveaux à la connaissance de

l'architecture de l'aqueduc et de son environnement immédiat. Elles ont permis de reconnaître précisément des structures particulières telles que le regard ou les contreforts, d'évaluer et de souligner la bonne conservation globale de l'aqueduc.

Cette étude donne le sentiment que les constructeurs, tout en s'adaptant au terrain, font régulièrement appel aux normes constructives qu'ils connaissent et qu'ils maîtrisent, par exemple en employant simultanément du mortier de tuileau et de l'argile crue dans un ouvrage typiquement romain : leur technique n'est donc pas figée. Il en résulte un ouvrage particulier et adapté à son contexte environnemental, comme c'est le cas pour d'autres aqueducs (PAILLET, 2007, p. 26). Leur travail n'est pas complètement soumis aux normes, ni entièrement imprégné de leur propre expérience. On se situe entre normalisation et adaptation.

Enfin, l'établissement de la date de construction demeure encore problématique. Une datation flavienne est toutefois envisagée pour l'instant. Aucune trace de remaniements n'a été décelée à ce jour, mais il est certain que cet aqueduc a nécessairement bénéficié d'un entretien régulier et de réfections ponctuelles au cours de ses siècles d'utilisation. L'absence de concrétions calcaires, due au contexte géologique du site, empêche toute analyse de dépôts, reflets des phases d'utilisation d'un aqueduc. Les comparaisons répondent encore difficilement à ces problèmes chronologiques. Néanmoins, l'aqueduc autunois est à rapprocher particulièrement de celui de Besançon (JACCOTEY, 1997, p. 399-405) pour la morphologie de son canal, mais aussi de plusieurs aqueducs dotés de puits de rupture de pente précédemment cités, tels que ceux de Lyon.

La multiplication des études spécifiques permettra d'établir un dialogue avec les chercheurs et une comparaison entre les différents édifices. En dépit de petits moyens, le travail réalisé à Autun montre que des études de terrain ponctuelles et ciblées apportent une contribution importante à la connaissance d'un aqueduc qu'on pourrait qualifier de « gallo-romain » de la moitié nord de la Gaule¹².

12. J'en profite pour remercier vivement J.-L. Fiches (CNRS, UMR 5140) et J.-L. Paillet (Architecte, USR 3155) dont le regard expert et les précieux conseils ont sensiblement contribué à une analyse plus fine des données.

Bibliographie

- ADAM J.-P., 1989, *La construction romaine*, Paris, Picard, 367 p.
- Anonyme, 1862, «Séance de la Société Éduenne du 10 mars 1861», «Séance de la Société Éduenne du 26 mai 1861», *Annales de la Société Éduenne*, 506 p.
- BEDON R., 1997, *Les aqueducs de la Gaule romaine et des régions voisines*, Limoges, PULIM, 786 p.
- BELGRAND M., 1875, *Les travaux souterrains de Paris. II. 1^{ère} partie. Les Eaux. Introduction. Les aqueducs romains*, Paris, Dunod éditeur, 237 p.
- BERMOND I., 2005, «L'aqueduc de l'agglomération antique de Ballaruc-les-Bains (Hérault)», in: FABRE G., FICHES J.-L., LEVEAU P. dir., Dossier «Aqueducs de la Gaule méditerranéenne», *Gallia*, t. 62, Paris, CNRS éd., p. 35-48.
- BLANCHET A., 1908, *Recherches sur les aqueducs et les cloaques de la Gaule romaine*, Paris, Picard, 161 p.
- BORAU L., 2003, *Les systèmes d'adduction et d'évacuation d'eau à Autun à l'époque antique*, Mémoire de maîtrise, Paris, Université Paris 4-Sorbonne, 192 p.
- BORAU L., 2005, *Sondage archéologique sur le premier puits de rupture de la cascade de l'aqueduc de Montjeu, Autun (Saône-et-Loire)*, D.F.S., Dijon, DRAC de Bourgogne, 47 p.
- BORAU L., 2006, *Sondage archéologique sur le canal de l'aqueduc de Montjeu, Autun (Saône-et-Loire)*, D.F.S., Dijon, DRAC de Bourgogne, 30 p.
- BURDY J., 2002, *Les aqueducs romains de Lyon*, Lyon, PUL, 204 p.
- CHANSON H., 1998, *Hydraulics of Roman aqueducts: steep chutes, cascades and dropshafts*, Department of civil engineering, The University of Queensland, Australia, p. 47-70 (*Research report*, CE 156).
- CHANSON H., 2002, «Certains aspects de la conception hydraulique des aqueducs romains», *La Houille Blanche*, n° 6/7, 16 p.
- FABRE G., FICHES J.-L., LEVEAU Ph. dir., 2005, Dossier «Aqueducs de la Gaule méditerranéenne», *Gallia*, t. 62, Paris, CNRS éd., p. 1-170.
- FONTENAY H. de, 1889, *Autun et ses monuments*, Autun, Dejussieu, 541 p.
- FRONTIN, *Les aqueducs de la ville de Rome*, texte établi, traduit et commenté par P. Grimal, Paris, Les Belles Lettres, 2003 (3^e édition), 113 p. (*Coll. des Universités de France*).
- GEBARA C., MICHEL J.-M., GUENDON J.-L. dir., 2002, *L'aqueduc romain de Fréjus, sa description, son histoire et son environnement*, Montpellier, Ass. de la R.A.N., 319 p. (33^{ème} suppl. à la *Revue Archéologique de Narbonnaise*).
- GERMAIN de MONTAUZAN C., 1908, *Les aqueducs antiques de Lyon: étude comparée d'archéologie romaine*, Paris, Ernest Leroux éditeur, 407 p.
- GOUDINEAU Ch. dir., 2002, *Autun antique*, Paris, éd. du Patrimoine, 128 p. (*Guides archéologiques de France*).
- GREZET C., 2006, «Nouvelles recherches sur les aqueducs d'Aventicum», *Bull. de l'Association Pro Aventico*, 48, p. 49-106.
- HODGE A. T., 2002, *Roman aqueducts and water supply*, London, Duckworth, VIII-504 p.
- JACCOTEY L., 1997, «Le problème de l'approvisionnement de Besançon antique (*Vesontio*): l'aqueduc d'Arcier», in: BEDON R., *Les aqueducs de la Gaule romaine et des régions voisines, Actes du colloque du Centre A. Piganiol, 16-17 mai 1996*, Limoges, PULIM, p. 399-404.
- JACCOTEY L., 1999, «Sur les traces de l'aqueduc romain de Besançon», *Archéologia*, 355, Dijon, éd. Faton, p. 34-39.
- LANDRIOT J.-B., ROCHET B.-J., 1854, *Traduction des Discours d'Eumène*, Autun, Dejussieu, 388 p.
- LEVEAU Ph., 1992, «L'eau dans les villes d'Aquitaine», in: *Villes et agglomérations urbaines antiques du sud-ouest de la Gaule: histoire et archéologie, 2^{ème} colloque Aquitania, Bordeaux, 13-15 sept. 1990*, Bordeaux, Féd. Aquitania, p. 259-281 (6^{ème} suppl. à *Aquitania*).
- LEVEAU Ph., 2006, «Les aqueducs d'*Aquae Sextiae* et la gestion de l'eau sur le territoire de la cité», in: MOCCI F., NIN N., *Aix-en-Provence. Pays d'Aix. Val de Durance*, Paris, Acad. des Inscriptions et Belles Lettres, 779 p. (*Carte archéologique de la Gaule*, 13/4).
- LEVEAU Ph., PAILLET J.-L., 1976, *L'alimentation en eau de Caesare de Maurétanie et l'aqueduc de Cherehell*, Paris, L'Harmattan, 185 p.
- OHLIG C.P.J., 2001, *De aquis Pompeiorum: das Castellum Aquae in Pompeji: Herkunft, Zuleitung und Verteilung des Wassers*, Nijmegen, ed. by J.A.K.E. de Waele and E.M. Moormann, 483 p. (*Circumvesuviana*, 4).
- PAILLET J.-L., 2007, «Réflexions sur la construction du *specus* des aqueducs antiques», in: *Africa, Séances scientifiques de l'Institut National du Patrimoine, Tunis, INP*, p. 21-36.
- PALLADIUS R. T. A., *De l'Agriculture*, Livre IX, traduit par M. Cabaret-Dupaty, Paris, C.L.F. Panckoucke éd., 1843, 148 p.
- REBOURG A., 1991, «Les origines d'Autun: l'archéologie et les textes», in: GOUDINEAU Ch., REBOURG A. éd., *Les villes augustéennes de Gaule, Actes du colloque international d'Autun, 6-8 juin 1985*, Autun/Ville d'Autun, p. 99-106.
- REBOURG A., 1993, *Autun, atlas des vestiges gallo-romains*, Paris, Acad. des Inscriptions et Belles Lettres, 81 p. (*Carte archéologique de la Gaule*, 71/2).
- REBOURG A., 1998, «L'urbanisme d'*Augustodunum* (Autun, Saône-et-Loire)», *Gallia*, t. 55, p. 141-236.
- ROIDOT-DELEAGE J., XIX^e siècle, *Autun, Augustodunum, Recueil de planches*, 2 vol., Bibliothèque de la Société Éduenne.

- ROIDOT-ERRARD J., 1889, *Plan d'Autun antique et moderne*, in: FONTENAY H. de, 1889, *Autun et ses monuments*, Autun, Dejussieu, 541 p.
- VENTURA VILLANUEVA A., 1993, *El abastecimiento de agua a la Cordoba romana. I. El acueducto de Valdepuente*, Cordoba, Universidad de Cordoba, servicio de publicaciones, 174 p. (*Monografias*, n° 197).
- VÉRETET H., 1983, «Observations sur les aqueducs de Rusicade (Algérie)» in: *Journées d'Études sur les aqueducs romains, Lyon, 26-28 mai 1977*, Paris, Les Belles Lettres, p. 349-369.
- VEYRAC A., 2006, *Nîmes romaine et l'eau*, Paris, CNRS éd., 424 p. (57^{ème} suppl. à *Gallia*).
- VITRUVÉ, *De l'Architecture*, Livre VIII, texte établi, traduit et commenté par L. Callebaut, Paris, Les Belles Lettres, 2003 (3^e édition), 196 p.