

L'eau dans la fabrique de la ville: état de la recherche à Baelo Claudia. Brassous Laurent, Lemaître Séverine, La ville antique de Baelo, cent ans après Pierre Paris

Laetitia Borau, Clémence Mège

▶ To cite this version:

Laetitia Borau, Clémence Mège. L'eau dans la fabrique de la ville: état de la recherche à Baelo Claudia. Brassous Laurent, Lemaître Séverine, La ville antique de Baelo, cent ans après Pierre Paris. Mélanges de la Casa de Velázquez, 2017, 47 (1), pp.97-120. 10.4000/mcv.7368. halshs-01712182

HAL Id: halshs-01712182 https://shs.hal.science/halshs-01712182

Submitted on 29 Jan 2024

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.



Mélanges de la Casa de Velázquez

Nouvelle série

47-1 | 2017 La ville antique de *Baelo*, cent ans après Pierre Paris

L'eau dans la fabrique de la ville

État de la recherche à Baelo Claudia

El agua en la fábrica de la ciudad: estado de la investigación en Baelo Claudia Water in the fabric of the town: state of research at Baelo Claudia

Lætitia Borau



Édition électronique

URL: http://journals.openedition.org/mcv/7368

DOI: 10.4000/mcv.7368 ISSN: 2173-1306

Éditeur

Casa de Velázquez

Édition imprimée

Date de publication : 15 avril 2017

Pagination: 97-120 ISBN: 978-84-9096-083-7 ISSN: 0076-230X

Référence électronique

Lætitia Borau, « L'eau dans la fabrique de la ville », *Mélanges de la Casa de Velázquez* [En ligne], 47-1 | 2017, mis en ligne le 01 janvier 2018, consulté le 25 avril 2019. URL : http://journals.openedition.org/mcv/7368; DOI : 10.4000/mcv.7368



La revue *Mélanges de la Casa de Velázquez* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

L'eau dans la fabrique de la ville

État de la recherche à Baelo Claudia

Lætitia Borau

CNRS (UMR 5607 - Ausonius, Bordeaux)

Avec la collaboration de Clémence Mège

Service archéologique de la ville de Lyon (UMR 5138 – ArAr)

À l'extrême sud de la péninsule Ibérique, dans la province de Bétique, la petite ville romaine de Baelo Claudia était alimentée par un vaste équipement hydraulique, encore mal connu jusqu'à ce jour. Grâce à une reprise de la documentation existante, augmentée de prospections pédestres et de sondages archéologiques¹, son réseau hydraulique (fig. 1, p. 98) apparaît désormais particulièrement bien développé : elle a bénéficié précocement de l'intervention d'ingénieurs spécialisés. En effet, la ville dispose de trois aqueducs, de citernes, de bassins, de tuyaux en plomb et de canalisations diverses ainsi que de deux édifices thermaux. Ces recherches mettent en évidence l'existence de structures hydrauliques inédites, particulièrement dans la ville haute, quartier pour lequel la littérature archéologique est quasiment muette². Ainsi, l'étude de ce réseau a permis de démontrer sa richesse et sa diversité, l'importance de la planification et donc de son intégration dans la trame urbaine à mesure que la ville se développe. La faible occupation post-antique a contribué à la bonne conservation des vestiges intra et extra-muros, en particulier celle des aqueducs. Si l'on ignore presque tout du réseau d'eau de l'état républicain, en dehors de la découverte dans les années 1960 de tuyaux en terre cuite dans les quartiers ouest de la ville³, il est en revanche possible de mettre en relation le système d'alimentation en eau — qui a pour l'instant été le plus étudié — avec une structuration urbaine prenant véritablement forme à partir de l'époque augustéenne : c'est à cette époque que la trame viaire,

¹ Cette étude a été initiée dans le cadre d'un post-doctorat à l'EHEHI, Casa de Velázquez, à Madrid en 2014. Ce projet de recherche, toujours en cours, est depuis 2015 un programme associé de la Casa de Velázquez. En outre, depuis 2016, ce projet a été également développé dans le cadre d'une chaire junior du programme LabEx Sciences archéologiques de Bordeaux, ANR-10-LABX-52.

² Sillières, 1995, pp. 73-84.

³ Domergue, 1973, pp. 107-108.

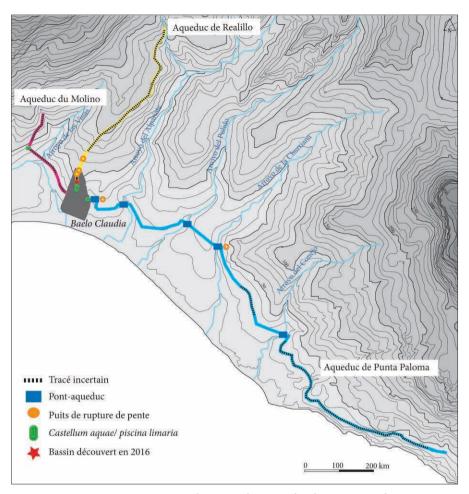


Fig. 1. — Tracé et particularités architecturales des trois aqueducs DAO : L. Borau.

le rempart et le premier forum sont implantés. Ancienne cité pérégrine, la ville obtient le droit latin et devient un oppidum latinum puis un municipe à l'époque claudienne⁴. Son essor, lié à une intense activité économique due à la production de salaisons de poisson, s'accroît entre le milieu du 1er s. de n. è. et le début du 11e s. L'image de la ville, telle qu'on la connaît aujourd'hui, se fixe alors à cette période avec son forum, son capitole, son decumanus bordé de boutiques, son théâtre, etc. La ville du Bas-Empire est moins bien connue, mais les récentes fouilles archéologiques5 démontrent que l'habitat et les édifices publics sont reconstruits et associés à des réseaux d'eau.

⁴ Sillières, 1995, p. 29.

⁵ Brassous, Deru, Rodríguez Gutiérez, 2014.

Les résultats exposés dans le présent article correspondent à l'état d'avancement des recherches et n'ont pas pour ambition de proposer une synthèse générale sur le réseau d'eau de la ville antique. Néanmoins, ce premier bilan permet d'analyser les ouvrages hydrauliques baeloniens au regard du développement de la ville durant le Haut-Empire — peut-être lié à son changement de statut ? — au travers de leurs implantations, de leurs techniques de construction, de leurs modèles architecturaux ou encore de leurs rapports avec l'urbanisme et enfin, de leurs chronologies⁶ (fig. 2, p. 100).

Histoire des recherches

Si le site de Baelo Claudia est l'un des plus importants du détroit de Gibraltar pour la connaissance de l'époque romaine, ce sont essentiellement certains secteurs bien circonscrits de la ville intra-muros qui ont été dégagés au début du xxe s. puis à partir des années 1960 : en particulier, l'enceinte, le centre public monumental, diverses usines de salaisons de poissons, deux habitations, le théâtre ainsi que plusieurs rues⁷. En revanche, comme nous l'avons déjà précisé, son réseau d'eau était assez mal connu et aucune étude systématique n'avait été réalisée jusqu'en 2013. C'est à P. Paris⁸ que l'on doit les premières explorations des abords de la ville. Il reconnaît ainsi trois aqueducs : celui de Realillo au nord, celui de Molino de Sierra de la Plata à l'ouest et celui de Punta Paloma à l'est. Il en profite pour réaliser une série de photographies des vestiges conservés en élévation. Cette précieuse documentation nous renseigne aujourd'hui à la fois sur l'évolution du paysage et l'état de conservation des vestiges à cette époque mais nous procure également des informations inédites puisque certaines structures, telles que le pont-aqueduc du Pulido, ont depuis lors été détruites. Au cours des fouilles exécutées dans la ville, P. Paris identifie la fontaine monumentale ainsi que deux habitations desservies par des canalisations9. Près d'un demi-siècle plus tard, en 1972, C. Fernández Casado¹⁰ propose une nouvelle chronologie des aqueducs puis, en 1973,

⁶ L'auteure remercie en premier lieu la Casa de Velázquez et l'équipe Rhadamante du laboratoire Traces de Toulouse pour leur soutien scientifique et financier ; ensuite les membres de l'équipe, tout particulièrement Cl. Mège (Savl., UMR 5138-ArAr) et C. Trémeaud (UMR 8215, Trajectoires), ainsi que les chercheurs de l'UMR 5608, Traces : C. Calastrenc, J.-M. Fabre, P. Moret, N. Poirier. Enfin, nos sincères remerciements s'adressent à l'ensemble de l'équipe du Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia qui assure le bon déroulement de chaque mission, en particulier son directeur A. Muñoz Vicente et l'archéologue I. Garcia Jiménez, membre de l'équipe également.

⁷ Sillières, 1995, pp. 43-46.

⁸ Paris et alii, 1923.

⁹ Paris, Bonsor, 1918, pp. 105-117.

¹⁰ Fernández Casado, 1972.

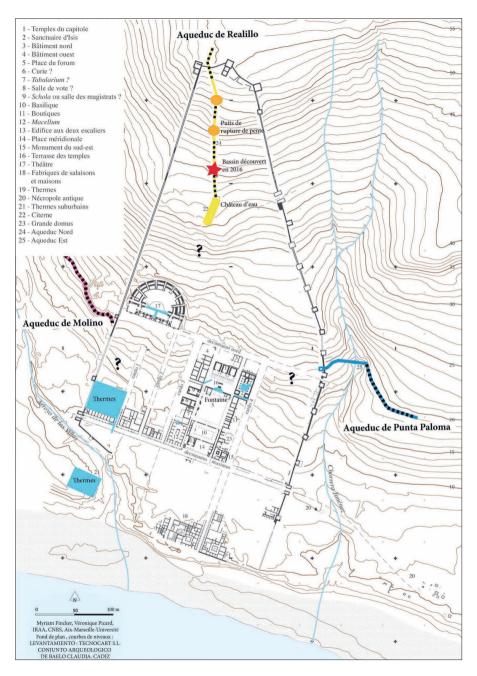


Fig. 2. — Localisation des réseaux d'eau de Baelo Claudia DAO: L. Borau. Fond de plan: M. Fincker, V. Picard (IRAA).

A. Jiménez¹¹ effectue les relevés de deux ponts de l'aqueduc de Punta Paloma partiellement conservés en élévation : celui du Conejo et celui de Churriana. L'année suivante, M. Ponsich¹² publie une étude exhaustive de la fontaine monumentale surplombant le forum au nord. Parallèlement, les fouilles conduites à la fin des années 1970 et au début des années 1980¹³, sur le secteur monumental, aux abords du decumanus maximus, du Capitole et du temple d'Isis, livrent plusieurs tronçons de canalisations — généralement des égouts évacuant les eaux de ruissellement — ainsi que plusieurs tuyaux en plomb. À l'occasion de la fouille du théâtre, les statues de deux silènes sont découvertes : elles ornaient deux petits bassins du pulpitum¹⁴. En 1995, P. Sillières¹⁵ propose une première synthèse des connaissances en décrivant les principales caractéristiques architecturales de chaque conduit et en restituant leurs tracés, travail alors inédit. Plus récemment, les thermes de l'ouest ont fait l'objet d'une nouvelle étude par L. Gómez Araujo¹⁶, et un second établissement thermal a été mis au jour extra-muros, au sud-ouest de la ville, près du rivage¹⁷.

En 2013, nous avons conduit une première campagne de prospections pédestres visant à évaluer l'état de conservation des équipements hydrauliques en commençant par celle des aqueducs¹8. Le bon état global des vestiges — en dépit d'un accès parfois difficile dû à une végétation abondante — a motivé la poursuite des investigations. Ces prospections ont consisté en un inventaire systématique des différents tronçons d'aqueducs, de relevés topographiques et architecturaux et en une analyse des techniques de construction. L'utilisation d'un drone a permis de réaliser une couverture photographique de certains ouvrages d'art. Ce travail a été complété en 2016 par des sondages archéologiques fournissant à la fois des données stratigraphiques et chronologiques inédites.

¹¹ Jiménez, 1973.

¹² Ponsich, 1974, pp. 21-39.

¹³ Dans la collection des *Mélanges de la Casa de Velázquez* au départ et maintenant sur le blog Archéo CVZ (https://archeocvz.hypotheses.org/), sont publiés chaque année les rapports des fouilles archéologiques réalisées à *Baelo Claudia*. La majorité des découvertes sporadiques de structures hydrauliques sont mentionnées dans les fascicules 7 (1971) à 20 (1984) ainsi que dans les monographies suivantes : Dardaine *et alii*, 1988 et Bonneville *et alii*, 2000.

¹⁴ Ponsich, Sancha Fernández, 1979, pp. 559-580; Sancha Fernández, Ponsich, 1980, pp. 357-374.

¹⁵ Sillières, 1995.

¹⁶ Gómez Araujo, 2013, pp. 165-173.

¹⁷ Bernal *et alii*, 2013, pp. 115-152.

¹⁸ Borau, 2015b.

Contexte géomorphologique

La ville, installée dans une anse délimitée à l'ouest par la Sierra de la Plata et à l'est par la Loma de San Bartolome, présente une pente de 9 % puisqu'elle culmine à 55 m d'altitude au nord pour se réduire à 4 m au-dessus du niveau de la mer toute proche. Une terrasse naturelle semble traverser la ville d'ouest en est, entre le Capitole et le forum ainsi qu'à l'arrière du Capitole et du théâtre19. Par ailleurs, Baelo Claudia est encadrée de nombreux cours d'eau ayant un régime torrentiel. Au pied des massifs gréseux sourdent les principales sources captées au moment de la construction des aqueducs : d'une part, à l'ouest dans le secteur de la Sierra de la Plata ; d'autre part, à l'est dans le secteur de San Bartolome, où les grès sont alors associés à des dunes mobiles et des calcarénites à Punta Paloma. De manière générale, les terrains qu'occupe la ville sont le plus souvent argilo-sableux et liés à des bancs de calcaire et de grès²⁰. Cette géographie singulière a eu une incidence à la fois sur l'implantation des équipements hydrauliques mais également sur les techniques de construction mises en œuvre.

Le réseau d'alimentation en eau potable

L'alimentation en eau de la ville était assurée par des aqueducs pour lesquels la documentation se révèle hétérogène. Le principal problème que pose la construction de ce type d'ouvrage est le maintien d'une pente suffisante pour que l'eau se déplace par gravité, de la source à la ville. Si les canaux des aqueducs baeloniens sont généralement souterrains, leur passage sur des ouvrages d'art garantit le maintien de cette pente en franchissant certains obstacles topographiques, par le biais de murs-bahuts ou de ponts-aqueducs. En outre, deux des trois conduits (celui de Punta Paloma et de Realillo) comportent un dispositif tout à fait original permettant au canal d'affronter une pente trop abrupte : il s'agit des puits de rupture de pente, qui constituent de véritables escaliers hydrauliques²¹. Le canal de l'aqueduc parvient au sommet d'un puits de profondeur variable, à la base duquel se présente un canal de fuite. Ce dispositif permet de ralentir la vitesse du courant à l'intérieur du canal. Après cette brusque chute, l'eau reprend un écoulement gravitaire normal. Le faible nombre d'aqueducs romains dotés de tels aménagements fait de Baelo Claudia un site singulier pour l'étude de l'ingénierie hydraulique romaine.

¹⁹ Bonneville *et alii*, 1981, p. 405 ; Sillières, 1995, p. 21.

²⁰ Dardaine *et alii*, 1983, pp. 88-89.

²¹ Chanson, 1998.

L'aqueduc de Molino de Sierra de la Plata

En l'état actuel des recherches, l'aqueduc de Molino de Sierra de la Plata, provenant de l'ouest, n'est connu qu'à travers certains tronçons (fig. 1, p. 98 et 2, p. 100). P. Sillières avait effectué les premiers repérages et restituait un parcours dépassant 1 km de longueur jusqu'à l'enceinte de la ville. En effet, en ligne droite, depuis la source éponyme, l'aqueduc atteint 1,460 km de longueur, mais il faut envisager un tracé légèrement plus long, puisqu'un aqueduc suit généralement les courbes de niveau. Actuellement, trois secteurs ont été étudiés : les abords de la source, une structure traditionnellement qualifiée de « citerne » et une zone à l'est du rempart dans l'enceinte du site archéologique.

À 185 m en aval de la source située à 144 m d'altitude, des tronçons de canalisations monolithes erratiques ont été mis en évidence. Taillés en U dans du grès, leur gabarit est modeste : 0,22 m de profondeur, 0,48 m de largeur, 1,74 m de longueur avec des parois épaisses de 0,14 à 0,18 m. La différence typologique de canal par rapport aux structures observées aux abords de la ville romaine permet de supposer qu'il s'agit probablement d'un petit canal captant la source et alimentant une conduite plus importante à moins que l'on ne soit en présence d'une adaptation des techniques de construction au contexte géologique.

À 400 m en contrebas, une voûte en *opus caementicium* subsiste dans le paysage actuel. Si pour P. Sillières²² elle correspond à une citerne, cette structure intermédiaire est plus probablement un bassin de régulation.

Enfin, à 650 m en aval, à l'ouest du rempart de la ville, plusieurs tronçons du canal ont glissé dans la pente. Ici, il est construit en béton coffré, de bonne qualité, à partir de cailloux de calcaire mélangés à du mortier. Aucune trace d'opus signinum n'est visible. Le canal mesure 0,33 m de largeur et 0,20 m de hauteur. Les parois sont épaisses de 0,29 à 0,34 m. Ces structures correspondent au dernier point visible de l'aqueduc situé à 48 m d'altitude. Le conduit devait alimenter les quartiers ouest ainsi que les thermes de la Porte de Gades à 300 m en aval. La pente globale du canal est forte puisqu'elle est estimée entre 6,5 et 8 %. De fait, la « citerne » déjà évoquée aurait pu jouer un rôle de ralentisseur à mi-parcours telle une piscina limaria. Cependant, l'étude de cet aqueduc étant incomplète, il est difficile de restituer l'ensemble du projet architectural. On pense notamment au passage de la vallée de l'arroyo de las Viñas séparant la « citerne » de la ville. Deux hypothèses peuvent être émises : soit l'aqueduc contourne cet obstacle en suivant les courbes de niveau vers le sud, rallongeant ainsi son parcours ; soit il franchit en ligne droite la vallée par l'intermédiaire d'un pont-aqueduc, édifice qui a le désavantage d'alourdir le coût de construction. Enfin, on ignore où se situait le château d'eau de cet aqueduc assurant la distribution de l'eau en ville. Ces nouvelles pistes de recherche seront poursuivies à l'avenir.

²² Sillières, 1995, p. 146.

L'aqueduc de Realillo captait la source de la Cortijada del Realillo de Bolonia à 2,4 km (à 158 m d'altitude) au nord de Baelo Claudia, en ligne droite. Il aboutit à une structure qui a toujours été considérée comme une « citerne » dans l'enceinte de la ville, mais comme nous le verrons ci-après, cette dénomination est impropre (fig. 1, p. 98 et 2, p. 100). P. Sillières²³ avait identifié cinq puits de rupture de pente ponctuant le parcours. À la fin des années 2000, une fouille de sauvetage²⁴ avait mis en évidence un tronçon du canal associé à une structure très arasée que nous interprétons désormais comme un nouveau puits de rupture de pente.

Les récentes recherches de terrain se sont concentrées sur l'identification des structures à l'intérieur du site archéologique. À une trentaine de mètres en aval de la pointe nord du rempart, un mur-bahut, soutenant le canal lorsqu'il sort de terre, apparaît hors-sol sur 1 m de hauteur environ. Il se connectait à un puits de rupture de pente qui est aujourd'hui masqué par la végétation. Distant de 38 m, un second puits de rupture de pente est toujours apparent telle une cheminée émergeant du sol, sur 1,60 m de hauteur. À la lumière de la dernière campagne de fouille, on peut restituer l'emplacement du canal en amont du puits (fig. 3, p. 105). Aujourd'hui disparu, il était probablement porté par un muret durant l'Antiquité, comme son pendant plus en amont. En revanche, le canal aval a à la fois été identifié au fond du puits et dans un sondage au pied de celui-ci. Il mesure 0,29 m de largeur, 0,20 m de hauteur, doté de piédroits de 0,40-0,44 m d'épaisseur. Sa couverture n'est pas conservée. En coupe, il présente une morphologie assez peu commune puisque les piédroits sont recouverts d'un enduit hydraulique très épais formant un triple bourrelet — deux dans le canal et un au sommet des piédroits — d'une puissance de 0,08 m. Ce canal en aval du puits est d'un faible gabarit et ne s'aligne pas sur l'axe du canal amont mais s'oriente vers le sud-est. Selon cette configuration, le puits de rupture de pente a pour but de ralentir le débit de l'eau et de permettre au canal de changer de direction. Le même dispositif s'observe sur l'aqueduc de Valdepuentes à Cordoue²⁵. Pourquoi un tel changement d'orientation ? Le canal forme-t-il une série de coudes pour ralentir encore davantage le débit de l'eau avant de rejoindre le château d'eau situé 79 m en aval ? En outre, sa pente reste très forte, de l'ordre de 7 %, en dépit de la chute que constitue le puits de rupture de pente.

Le puits a un diamètre de 0,95 m et sa profondeur totale atteint 2,67 m. Il s'agit du premier puits de rupture de pente dégagé intégralement en péninsule Ibérique, suivant les méthodes de fouille actuelles. Il est parfaitement

²³ *Ibid*, pp. 145-146.

 $^{^{24}}$ Je tiens à remercier J. Á. Expósito Álvarez (Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia) de m'avoir communiqué ces données inédites (Expósito Álvarez, 2013).

²⁵ Ventura Villanueva, 1996, p. 33.

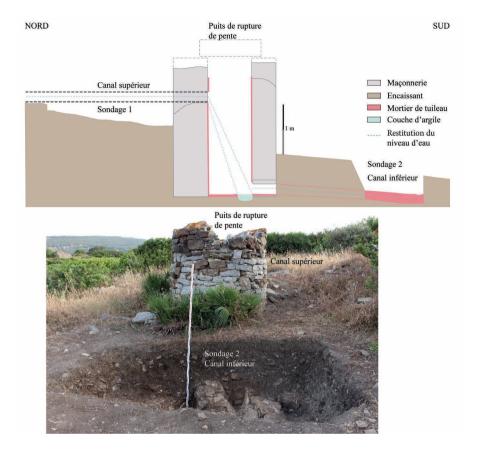


Fig. 3. — Coupe et vue générale du puits de rupture de pente de l'aqueduc de Realillo Photographie et DAO : L. Borau.

conservé en élévation puisque l'on peut à la fois observer le point d'entrée du canal en partie haute ainsi que le canal de fuite complet en partie basse : soit une différence de hauteur de 1,77 m. L'enduit d'imperméabilisation sur les parois internes et au fond du puits est quasiment intact, à l'exception d'une trace d'usure liée à la chute d'eau. L'ensemble du fonctionnement de ce dispositif ingénieux peut ainsi être restitué. Par ailleurs, le puits présentait plusieurs couches de comblement — composées essentiellement de gros blocs résultant du bouchage volontaire du puits — mais également des couches d'utilisation au fond — correspondant à des dépôts limoneux et argileux véhiculés par l'eau. Étonnamment, il n'a pas servi de dépotoir au moment de son abandon, son comblement s'étant effectué rapidement, sans doute

pour des raisons de sécurité. Enfin, on observe sur les parois une pellicule de concrétions calcaires qui conserve les traces d'un bûchage, preuve du nettoyage de ce puits de rupture de pente.

À 45 m en aval, une structure repérée lors des prospections (fig. 2, p. 100) avait alors été interprétée comme un tronçon de canalisation en raison notamment de la présence de mortier de tuileau. En l'état actuel des recherches, elle a uniquement été dégagée en plan : en réalité, il ne s'agit pas d'une canalisation mais d'un bassin inattendu, de plan carré de 3,30 m de côté (fig. 4, p. 107). L'exécution d'un petit sondage-test dans l'angle intérieur sud-est a permis de démontrer que son élévation était supérieure à 0,80 m. Ainsi, ce bassin pourrait se révéler bien plus profond. Les murs parfaitement conservés sont enduits intérieurement d'opus signinum et présentent aux angles des bourrelets caractéristiques des équipements hydrauliques. En l'absence d'un dégagement complet, il est difficile d'interpréter cette construction. On ignore pour l'instant si elle entretient un lien direct avec l'aqueduc mais elle se situe à mi-chemin entre le puits de rupture de pente et le château d'eau. Il pourrait s'agir d'un bassin de régulation destiné à ralentir le débit de l'aqueduc en amont du château d'eau, d'un bassin lié à une fontaine publique (nymphée?), d'une citerne privative ou encore d'un bassin d'agrément lié à une habitation. Enfin, on peut s'interroger sur le rapport qu'entretient ce bassin avec la trame urbaine : est-il longé par une rue ? Appartient-il à un quartier d'habitations ? Existe-t-il une zone protégée, non constructible, à l'image de ce qu'indique Frontin pour les aqueducs²⁶? En l'état actuel des connaissances, l'occupation de la ville haute, correspondant à la moitié nord de la ville, reste mal cernée.

Dans les années 2000, la grande « citerne » avait été fouillée mais l'absence de rapport limite les descriptions. Néanmoins, quelques photographies permettent de se forger une image de cette structure impressionnante dont la voûte s'est progressivement effondrée sur les différents remblais qui la comblaient, riches en mobiliers. L'originalité de cette structure réside dans sa forme. Elle présente un plan quadrangulaire terminé par une abside (fig. 2, p. 100, nº 22, Château d'eau). Les murs latéraux sont renforcés de dix contreforts à l'est et onze à l'ouest, disposés à espaces irréguliers. Elle mesure 28 m de longueur et près de 4,60 m de largeur, soit une superficie intérieure de 125 m² pour une profondeur de 5 m.

L'aqueduc de Punta Paloma

L'aqueduc oriental de Punta Paloma, est le plus long des conduits puisqu'il atteint près de 6 km, son tracé est par ailleurs le mieux reconnu (fig. 1, p. 98 et 2, p. 100)²⁷. Le plus souvent souterrain ou affleurant légèrement le sol, il est

²⁶ Frontin, Les aqueducs de la ville de Rome, CXXVII.

²⁷ Borau, 2015b, pp. 153-157.



Fig. 4. — Bassin découvert en 2016 au nord de la ville Photographie : L. Borau.

porté par cinq ponts, pour la plupart effondrés partiellement. Nos recherches ont permis de confronter ces données aux découvertes anciennes, notamment à celles de P. Paris.

Sans rentrer dans les détails des particularités architecturales de chaque structure, on peut en souligner plusieurs caractéristiques. À proximité de la source située à 65 m d'altitude et toujours captée aujourd'hui, le canal semi-enterré dans le sable des dunes de Punta Paloma est visible sur 17 m de longueur. Construit en béton coffré, il présente une couverture du conduit originale, formée de dalles convexes de près d'1 m de longueur en calcarénite. Le canal mesure 0,40 m de hauteur et 0,46 m de largeur. Puis on perd sa trace en raison de la densité du couvert végétal sur près de 2 000 m de longueur. Il réapparaît juste avant le franchissement d'un premier cours d'eau où il passe sur le pont-aqueduc dit du Conejo. À partir de ce point, les matériaux employés changent : il s'agit de grès utilisés à la fois pour les moellons et les dalles de couverture. Le conduit est alternativement souterrain et porté par quatre autres ponts-aqueducs présentés dans le tableau page suivante.

Tableau 1. — Caractéristiques architecturales des ponts de l'aqueduc de Punta Paloma

Nom du pont- aqueduc	Longueur en m	Largeur	Hauteur	Nombre de piles	Nombre D'ARCS	PUITS DE RUPTURE DE PENTE	Fenêtre de décharge avec contre- fort
Conejo	> 64	1,5	> 4,3	> 13	> 14	0	Oui
Churriana	72	1,7	9	8	9	1	Non
Pulido	125	1,8	3 ou 4	11 ?	12 ?	0	Oui
Alpariate	152	2,58	> 5,8	22 ou 23	21 ou 22	?	Oui
Chorrera	20	1,4	3,2	2	3	1	Non

Source: L. Borau.

L'observation attentive de leur positionnement, notamment grâce à l'emploi d'un drone, couplé à des photographies aériennes de l'armée américaine, révèle que l'aqueduc forme régulièrement un coude au passage d'une rivière : il est rectiligne puis tourne à angle droit pour traverser la vallée. Ces changements de directions pourraient intervenir lorsque l'aqueduc doit franchir le cours d'eau là où il est le plus étroit, mais aussi pour ralentir la vitesse de l'eau véhiculée dans le conduit. Ces vues d'ensemble permettent de comprendre l'insertion de ces ouvrages dans leur contexte topographique.

Cet aqueduc est également doté de deux puits de rupture de pente. Le premier se situe en amont du pont de Churriana et s'observe uniquement en plan. Le second implanté en amont du pont de Chorrera mesure 1,25 m de profondeur et 0,60 m de diamètre. Le specus est enduit de mortier de tuileau.

Aux portes de la ville, l'aqueduc aboutit à une structure quadrangulaire de 2 m de côté et de 1,95 m de hauteur, s'appuyant sur le rempart. Elle a toujours été considérée comme une citerne : il convient plutôt de l'interpréter comme un bassin de régulation.

Au-delà de ce point, la canalisation n'est plus visible. Ce travail documentaire et de terrain a déjà permis de restituer de manière assurée près de 40 % du tracé dont 2 200 m en continu, entre le pont du Conejo et la ville, sur une longueur totale estimée à 5 460 m.

Ainsi, au regard de ces nouvelles données, il est possible de proposer une première carte de répartition des équipements hydrauliques baeloniens : il faut davantage la considérer comme un état des recherches qu'une véritable image du réseau d'eau de la ville antique, ce que les futures investigations sur le système de distribution d'eau intra-muros viendront enrichir.

Analyse des particularités architecturales des aqueducs

Matériaux

La technique de construction des canaux est globalement similaire sur les trois ouvrages : il s'agit d'un béton coffré. La seule différence réside dans la dimension des pierres noyées dans le mortier, à une exception près : les canaux monolithes taillés mis au jour près de la source de l'aqueduc de Molino. La nature des matériaux peut également changer sur un même conduit : c'est le cas sur l'aqueduc de Punta Paloma, où la calcarénite est mise en œuvre dans le tronçon du canal situé près de la source, puis elle est remplacée par un grès dur à partir du pont-aqueduc du Conejo. Sur cette première section, le conduit muni d'une couverture convexe traverse des terrains instables, c'està-dire des dunes qui évoluent chaque année. Par conséquent, cette morphologie si spécifique démontre que les constructeurs ont choisi de former une « poutre indéformable » sur un terrain mouvant, pour reprendre une formule de J.-L. Paillet²8. On peut d'ailleurs comparer ce canal à l'un des aqueducs de Saintes²9 qui présente la même morphologie.

Ainsi, les constructeurs changent à la fois de matériaux en fonction des ressources disponibles à proximité du passage de l'aqueduc, mais ils adaptent aussi leurs techniques aux terrains traversés.

Les structures en élévation (mur-bahut, pont-aqueduc, puits de rupture de pente) présentent toutes un appareil soigné réalisé à partir de petits moellons, de taille décroissante du bas vers le haut.

La qualité des mortiers de tuileau diffère très légèrement : le broyage de celui de l'aqueduc de Realillo est plus fin que celui de l'aqueduc de Punta Paloma. Pour ce dernier, la granulométrie est souvent supérieure à 1 cm et l'on y distingue très nettement divers types de céramiques, en particulier différentes pâtes d'amphores locales ainsi que des fragments de sigillées. Sur chacun d'eux, le mortier forme un solin.

Morphologie et typologie des structures

À la différence des ponts-aqueducs hispaniques les plus connus comme le pont de Ségovie ou le pont du Diable à Tarragone dotés d'arcs appareillés sans mortier³⁰, ceux de *Baelo Claudia* sont maçonnés et réalisés à partir d'un coffrage.

L'association de petits arcs à de grands arcs n'est pas une formule architecturale très répandue dans les ponts-aqueducs romains. En dehors de quelques exemplaires, dont celui de la ville voisine d'Almuñecar, on les retrouve le plus

²⁸ Paillet, 2007, p. 22.

²⁹ Bonicelle, Bonicelle, 2008, p. 28.

³⁰ L'opus quadratum est généralement mis en œuvre dans la construction de grandes arches (Barruol et alii [dir.], 2011, pp. 551-552).

souvent sur les ponts routiers, tel qu'à Mérida, Villa del Rio à Cordoue, Vial Ruiva au Portugal, ou encore le pont Julien en France³¹. Il s'agit de fenêtres de décharge³² qui facilitent généralement le passage de l'eau en cas de crue. Cependant, les arcs des ponts du Conejo, de Churriana et de l'Alpariate sur l'aqueduc de Punta Paloma se situent à près de 9 m du lit de la rivière. Partant de ce constat, il faut inéluctablement admettre que ces petits arcs revêtent une fonction différente. Il s'agit bien, comme l'envisageait P. Sillières³³, d'arcs allégeant la construction. Mais on peut aller plus loin en suivant l'hypothèse de l'architecte Jiménez pour qui la construction de tels dispositifs est liée aux vents extrêmement puissants balayant régulièrement la zone et qui pourraient fragiliser des constructions pleines.

La morphologie et les dimensions de ces ponts sont nécessairement liées à celles des vallées qu'ils traversent, mais aussi aux régimes des cours d'eau baeloniens qu'ils franchissent, comparables à ceux des oueds du Rif au Maroc³⁴. Ces derniers sont en effet caractérisés par une relative torrentialité : ils sont secs en été et peuvent être en crue en hiver.

À la différence des grands ouvrages d'art hispaniques déjà cités, les pontsaqueducs de Baelo Claudia présentent un seul niveau d'arches variant de 3 à 9 m de hauteur. Leur analyse morphologique (fig. 5, p. 111) permet d'ores et déjà d'établir l'existence de deux types de ponts-aqueducs :

- le type 1 correspond à des ponts dotés de fenêtres de décharge sans contrefort : c'est le cas de ceux de Churriana et de Chorrera ;
- le type 2 correspond aux ponts dotés de fenêtres de décharge incluses dans des contreforts : c'est le cas de ceux du Conejo, du Pulido et de l'Alpariate.

Or, comme nous le verrons ultérieurement, cette distinction coïncide également avec les ponts munis ou dépourvus de puits de rupture de pente. Cette distinction typologique doit encore être consolidée à l'avenir.

Dimensions des ouvrages

On observe plusieurs similitudes entre les ouvrages. Premièrement, les canaux de chaque aqueduc sont de faible gabarit et ne dépassent généralement pas les 0,40 m de côté. En 1977, M. Bailhache³⁵ proposait une classification des aqueducs en trois catégories à partir de leur section mouillée qui s'obtient en multipliant la largeur par la hauteur d'eau dans le canal. Il distingue ainsi les aqueducs de grande section, supérieurs à 1 m², de moyenne section, entre

³¹Duran Fuentes, 2004, pp. 38, 56.

³²On trouve aussi « ouïe » (BARRUOL et alii [dir.], 2011, pp. 17-18).

³³Sillières, 1995, p. 151.

³⁴Dardaine *et alii*, 1983, p. 86.

³⁵ Bailhache, 1983, pp. 19-49.



Fig. 5. — Typologie des ponts de l'aqueduc de Punta Paloma Photographies : L. Borau et Paris *et alii*, 1923, p. 115, fig. 37 et pl. XIX.

1 m² et 0,50 m² et de petite section, inférieurs à 0,50 m². L'application d'une telle approche à Baelo Claudia est difficile à réaliser car on ignore la hauteur d'eau dans les conduits. Il est seulement possible d'évaluer les sections des aqueducs, données qui permettent néanmoins de situer les gabarits des exemplaires baeloniens. La section de l'aqueduc de Realillo est de 0,058 m² (0,29 x 0,20 m); celle du Molino est de 0,066 m² (0,33 x 0,20 m) et celle de Punta Paloma est de 0,184 m² (0,46 x 0,40 m). Or, la section mouillée de chaque aqueduc est inférieure et généralement le niveau d'eau se situe à la moitié de la hauteur du conduit. Ce rapide calcul démontre que les aqueducs de Baelo Claudia appartiennent tous à la petite hydraulique.

À titre de comparaison, il existe une grande différence morphologique entre les aqueducs baeloniens et celui de la ville voisine, Cadix. Les premiers sont de petit gabarit et couverts de dalles alors que l'exemplaire gaditan est voûté et atteint 1,70 m de hauteur sous clé et 0,55 m de largeur. La section du canal, qui avoisine 1 m², conduit à supposer qu'un homme pouvait se tenir debout à l'intérieur du conduit pour effectuer son entretien, ce qui n'est pas le cas à *Baelo* Claudia. De fait, cela explique l'absence de regards d'inspection comme on l'observe à Cadix, dispositif qui permet de pénétrer dans le conduit souterrain.

Ces faibles gabarits sont à mettre en relation avec la quantité d'eau procurée par chacune des sources. À titre d'hypothèse, la modestie des apports journaliers en eau fournis par celles-ci³⁶ pourrait expliquer aussi la multiplication du nombre d'aqueducs afin de satisfaire au mieux les besoins en eau potable des habitants de Baelo Claudia.

Deuxièmement, l'examen des dimensions des puits de rupture de pente procure également de nouveaux éléments. Les puits de l'aqueduc de Realillo mesurent 0,95 m de diamètre et ceux de Punta Paloma 0,60 m, soit respectivement 3 et 2 pieds romains. Ces dimensions sont intéressantes car elles sont similaires à celles des puits mis au jour sur l'aqueduc de Valdepuentes à Cordoue, la capitale provinciale. En revanche, comme nous l'avions évoqué dans un précédent article³⁷, la comparaison de ces puits avec les quelques exemplaires bien documentés de l'Empire romain, tels que ceux de Cherchell, Lyon ou Autun, montre que ceux de Baelo Claudia sont les plus petits.

Troisièmement, les récents relevés de terrain ont permis d'observer que les arcs des ponts-aqueducs de Punta Paloma varient en moyenne de 2,90 à 4,90 m d'ouverture et de 1,40 à 1,90 m de largeur. Les fenêtres de décharge varient de 0,50 à 1 m d'ouverture, de 1,20 à 1,90 m de largeur et de 1,10 à 2,10 m de hauteur. Ces différences d'ouverture d'arcs sur un même aqueduc démontrent que les cintres ne sont pas systématiquement réutilisés d'un pont à l'autre sur un même conduit, ce qui a pour conséquence d'augmenter le temps de travail et le coût de la construction.

 $^{^{36}}$ On ignore dans quelle mesure le débit des sources a varié depuis l'Antiquité. Cependant, les dimensions des canaux sont des indices d'un débit faible.

³⁷ Borau, 2015b.

Les piles varient entre 1,40 et 2,80 m de longueur ; de 1,20 à 2,50 m de largeur et de 2,10 à 8,90 m de hauteur. En dehors du pont de Churriana qui possède la pile la plus haute conservée à ce jour, les dimensions les plus importantes se retrouvent systématiquement sur le pont de l'Alpariate. La poursuite de cette enquête permettra ainsi d'identifier des modules qui se répètent et probablement de mettre en évidence des normes constructives, à l'image des travaux de J. Burdy³⁸ sur l'aqueduc du Gier à Lyon.

Citerne, bassin de régulation, château d'eau : nouvelles interprétations

Ce travail a également contribué à réviser l'interprétation de deux structures jusqu'alors considérées comme des citernes constituant les points d'aboutissement des aqueducs : l'une d'elle, située à l'extrémité de l'aqueduc de Punta Paloma, correspond vraisemblablement à un bassin de régulation/décantation c'est-à-dire une piscina limaria comparable à celle de l'aqueduc de Los Milagros à Mérida³⁹. Il s'agit d'une hypothèse de travail que seule une fouille permettra de confirmer.

D'autre part, la structure qui a toujours été interprétée comme une « citerne » constituant l'extrémité de l'aqueduc de Realillo au nord de la ville, est en réalité un véritable château d'eau très proche de celui d'Ostie en Italie⁴⁰. S'ils sont morphologiquement très similaires, leur capacité diffère : à *Baelo Claudia*, elle est estimée à 560 m³ — si l'ouvrage était intégralement rempli —, valeur qui doit être abaissée à 322 m³ (pour une hauteur de remplissage de 2,50 m), alors qu'à Ostie elle atteint 845 m³ (62 m de long, 6,50 m de large, 4,50 m de hauteur pour un niveau d'eau à 2,10 m).

Enfin, le bassin inédit découvert en 2016 dans le nord de la ville pourrait également jouer le rôle de régulateur sur l'aqueduc de Realillo.

Les problèmes de pente : des dispositifs originaux

La pente des aqueducs est généralement faible⁴¹, de l'ordre de 0,02 % à 0,05 %. Or, les pentes des aqueducs de Molino, de Realillo et de Punta Paloma sont estimées respectivement à : 6,5 à 8 % ; 7 % à 11,6 % ; et 1 %. Ce constat justifie l'aménagement d'ouvrages de ralentissement. En l'état actuel des recherches, l'aqueduc de Realillo possède au moins cinq puits de rupture de pente et celui de Punta Paloma, deux. Pour ce dernier, il est possible d'établir un lien évident entre ces dispositifs et les ponts-aqueducs, puisqu'un puits se situe en amont du pont de Churriana et qu'un second précède le pont

³⁸ Burdy, 2002, pp. 81-84.

³⁹ Pizzo, 2015, pp. 33-35.

⁴⁰ Borau, 2015b, pp. 144-146.

⁴¹ Pline, *Histoire Naturelle*, XXXI, 57 ; Vitruve, *De l'architecture*, VIII, VI, 1.

de Chorrera. Cette caractéristique s'observe également sur les conduits de Cordoue⁴² en Espagne, de Cherchell⁴³ en Algérie et de Zama en Tunisie⁴⁴. Si ces puits sont destinés à piéger les impuretés véhiculées par l'eau, ils servent surtout de ralentisseur au passage d'un pont. Cette particularité incite à formuler l'hypothèse suivante : ces puits, lorsqu'ils sont installés en amont d'un pont, ne constitueraient-ils pas un dispositif de « secours » pour relier le canal souterrain au pont-aqueduc, chacun étant alors construit indépendamment ? À travers le panel de solutions techniques disponibles, ces puits de rupture de pente pourraient ainsi constituer un dispositif d'union entre le canal souterrain et le pont.

Les ingénieurs qui ont élaboré la planification des puits de rupture de pente de *Baelo Claudia* se sont probablement inspirés de modèles déjà connus. Les similitudes constatées en particulier avec ceux de Cordoue sont peut-être l'indice d'une diffusion de savoir technique de la capitale à un municipe.

La ville et la chronologie des réseaux d'eau : nouvelles propositions

La mise en perspective des trois aqueducs d'une part et de leur rapport avec la ville d'autre part renouvelle la question de leur datation. En outre, les fouilles réalisées en 2016 pourraient aussi apporter un nouvel éclairage sur la place de celui de Realillo au regard des deux autres conduits, grâce au mobilier céramique qui a été découvert dans les niveaux de comblement et/ou de destruction du canal et du puits de rupture de pente⁴⁵.

En premier lieu, la topographie et l'urbanisme jouent un rôle déterminant dans l'implantation de ces réseaux à mesure que la ville se développe et que les besoins s'accroissent. En effet, *Baelo Claudia* est une ville étagée, lotie, et les constructeurs ont pris soin d'implanter un réseau intra-muros raisonné, tributaire de ces contraintes. Dans ce contexte, la mise en relation des trois aqueducs avec les différentes composantes du réseau interne à la ville peut procurer de nouvelles pistes de réflexion. Bien que le dispositif de distribution d'eau soit encore mal connu — par exemple depuis le château d'eau au nord de la ville — plusieurs indices prouvent l'existence d'un raccordement de certaines structures au réseau d'eau courante sous pression. C'est le cas du bassin installé devant le temple d'Isis et alimenté par un tuyau en plomb encore *in situ*⁴⁶. Il en va de même pour les fontaines agrémentant le théâtre,

⁴² Ventura Villanueva, 1993, p. 77.

⁴³ Leveau, Paillet, 1976, pp. 76-77.

⁴⁴ Ferjaoui *et alii*, à paraître.

⁴⁵ Une étude préliminaire de ce mobilier céramique est en cours.

⁴⁶ Dardaine *et alii*, 1988, pp. 23-25.

dans lequel un tuyau en plomb avait également été découvert⁴⁷, ou encore les édifices thermaux⁴⁸. Certaines maisons devaient aussi bénéficier de l'eau courante, bien que la connaissance de ces systèmes d'approvisionnement soit encore trop lacunaire⁴⁹. La question reste plus difficile à évaluer dans le cas des cetariae, établissement dans lesquels l'usage d'eau de source ne semble pas constituer une nécessité⁵⁰. Enfin, il ne faut pas négliger l'importance du rôle de la fontaine monumentale, ornant le *forum* sur sa bordure septentrionale. Son emplacement ainsi que sa morphologie singulière participent à la scénographie urbaine. La difficulté de trouver des comparaisons de forum flanqué d'une fontaine de ce type⁵¹ démontre bien l'originalité de celui de *Baelo Claudia*. Dans ce contexte, on ne peut imaginer une telle structure sans une arrivée d'eau sous pression, ornée de bouches de fontaines décoratives⁵². Or P. Paris⁵³ fait état de précieuses découvertes à l'intérieur de son bassin : d'une part, celle d'un fragment de crinière en bronze qu'il suppose appartenir à une bouche de fontaine ; d'autre part, une inscription incomplète évoquant probablement un acte d'évergétisme, peut-être le don d'une adduction d'eau en complément de celui de la fontaine monumentale⁵⁴. Pour son évacuation, elle dispose d'un puits de rupture de pente — exceptionnel pour un système d'évacuation d'eau — très similaire à celui de Chorrera, assurant le ien entre la terrasse où est installée la fontaine et le petit égout de la place du forum en contrebas.

Ainsi, ce faisceau d'indices démontre l'importance du rôle de l'eau dans la ville et permet également de comprendre la nécessité de maintenir un réseau d'adduction d'eau par la construction successive ou simultanée d'aqueducs.

En l'absence de nouveaux éléments chronologiques pour l'instant, la datation de l'aqueduc de Molino proposée par P. Sillières⁵⁵ paraît la plus logique : il semble exister un lien entre ce conduit et les thermes de l'ouest. Ainsi, l'édification des thermes se situerait dans le courant du 11^e s. à moins que l'on ne suive la proposition de L. Gómez Araujo⁵⁶ qui propose une première phase de construction dans la seconde moitié du 1^{er} s., complétée par une deuxième phase aux 1V-V^e s.

⁴⁷ Ponsich, Sancha Fernández, 1979, p. 573.

⁴⁸ Sillières, 1995, pp. 152-163.

⁴⁹ Laumonier, 1919, pp. 253-275; Sillières, 1995, pp. 165-178.

⁵⁰ Botte, 2009, p. 103.

⁵¹ Bonneville *et alii*, 2000, pp. 196-197.

⁵² Les chercheurs émettent souvent l'hypothèse d'une alimentation par le biais des eaux de ruissellement (SILLIÈRES, 1995, p. 103).

⁵³ Paris, Bonsor, 1918, pp. 112-117.

⁵⁴ De telles inscriptions se retrouvent notamment à Cordoue (Ventura Villanueva, 1996, pp. 27-30).

⁵⁵ Sillières, 1995, pp. 151-152.

⁵⁶ Gómez Araujo, 2013, pp. 173-175.

Par ailleurs, des données de différentes natures permettent de délimiter assez précisément la datation de l'aqueduc de Punta Paloma : d'abord, la présence d'éléments architecturaux archaïsants que sont les fenêtres de décharge⁵⁷; ensuite, son rapprochement avec l'aqueduc d'Almuñecar daté de la première moitié du 1^{er} s. alors que les thermes ne seraient pas édifiés avant la seconde moitié du 1^{er} s.⁵⁸. De plus, l'arc chronologique des aqueducs dotés de puits de rupture de pente comme Cordoue et Cherchell s'échelonne entre l'époque augustéenne et le début du 11e s.59. En outre, si l'on établit un lien possible — en considérant leurs emplacements — entre ce conduit, le bassin du temple d'Isis⁶⁰ et la fontaine monumentale⁶¹, alors l'aqueduc de Punta Paloma pourrait remonter à la seconde moitié du 1er s. Enfin, le tronçon du rempart oriental le plus tardif⁶² qu'il semble couper, est également daté de cette période : tous ces arguments font donc pencher pour une datation soit de la fin de l'époque julio-claudienne, soit flavienne.

L'examen du château d'eau peut fournir une nouvelle piste de réflexion pour dater l'aqueduc de Realillo. En effet, le château d'eau est volontairement implanté au sommet de la ville en position axiale et à l'intérieur des limites urbaines déjà fixées. Par conséquent, sa construction est soit concomitante de ce plan d'urbanisme créé à l'époque augustéenne, soit à celle de l'essor de la ville à l'époque claudienne. La découverte en 2016 — en très faible quantité cependant — de mobilier céramique dans le comblement du puits et du canal ne vient ni infirmer, ni confirmer cette proposition. En effet, les quelques fossiles-directeurs observés autorisent seulement à proposer une datation contemporaine ou plus ou moins postérieure aux premières années du règne de Tibère. Si l'on accepte l'hypothèse d'un abandon à cette date, le conduit pourrait être le premier ouvrage d'adduction d'eau de la ville, peut-être mis en place dès sa fondation, et n'aurait alors fonctionné qu'un demi-siècle. Ainsi, à moins que leur construction ne soit contemporaine, cette datation viendrait en partie contredire l'hypothèse d'un modèle architectural venu de Cordoue et parfaitement daté du premier quart du 1er s.63. En revanche, si l'on considère que le mobilier céramique mis au jour dans le comblement de l'aqueduc se trouve en position résiduelle, option qui semble la plus raisonnable à ce jour, le parallèle avec l'ouvrage de Cordoue prend encore davantage de sens. Ces différentes hypothèses, qui renouvellent ainsi la chronologie des aménagements, doivent encore être validées.

⁵⁷ Sillières, 1995, pp. 151-152.

⁵⁸ SÁNCHEZ LÓPEZ, inédite, p. 28.

⁵⁹ Borau, 2015a, p. 67.

⁶⁰ Sillières, 1995, p. 102; Dardaine *et alii*, 2008, pp. 50-51.

⁶¹ Bonneville *et alii*, 2000, pp. 75-79.

⁶² Alarcón Castellano, 2004, p. 76.

⁶³ Ventura Villanueva, 1993, pp. 25-27.

À l'issue de ces recherches liminaires, s'esquisse une nouvelle image de *Baelo Claudia* où l'eau revêt un rôle important dans la fabrique de la ville. Ses équipements hydrauliques sont intimement liés au développement de l'urbanisme. Cela explique pour partie la construction de trois aqueducs qui desservent la fontaine monumentale, les temples, le théâtre, les thermes et probablement certaines habitations. Mais le réseau devait être bien plus vaste et d'autres fontaines publiques, bassins d'agréments ou bains privatifs existaient très certainement dans les nombreux îlots encore inexplorés de la ville. Ce réseau d'eau semble désormais bien plus complexe et complet qu'on ne le supposait jusqu'alors : en témoigne l'identification du château d'eau, des divers bassins de régulation, des différents types de ponts-aqueducs, des puits de rupture de pente — dont celui de Realillo — ou encore du bassin inédit au nord de la ville. En outre, la découverte de ce dernier et son bon état de conservation révèlent un pan de la ville inconnu, dans un quartier considéré jusqu'à ce jour comme faiblement exploitable pour des recherches archéologiques.

Si ce bilan est positif, de nombreuses questions restent encore à exploiter telles que : la reconnaissance précise et exhaustive du tracé et des techniques de construction de chaque aqueduc, leur point d'aboutissement, leur date de construction et leur maintien possible au Bas-Empire. L'étude des puits de rupture de pente mérite également d'être approfondie, à la fois à l'échelle de la ville et de la péninsule Ibérique car il existe probablement un bien plus grand nombre d'aqueducs dotés de ce dispositif — encore peu étudié — dans l'Empire romain, tel que celui d'Almuñécar⁶⁴ semble-t-il. La reconnaissance du réseau d'eau intra-muros constitue un de nos principaux axes de recherche et le dégagement du bassin découvert en 2016 est une priorité ainsi que l'identification de son lien éventuel avec l'aqueduc et/ou le château d'eau. En outre, l'importance des problèmes de sismicité⁶⁵ reste à évaluer car ils pourraient avoir causé l'abandon ou la destruction d'une partie des équipements d'adduction d'eau de *Baelo Claudia*.

En dehors d'une meilleure connaissance de l'ingénierie hydraulique romaine à l'échelle d'une petite ville, cette recherche a pour finalité d'analyser la diffusion des connaissances techniques, l'organisation des chantiers de construction et l'exploitation des ressources dans le cadre d'une économie locale, mais aussi d'évaluer le savoir-faire des concepteurs et des ouvriers, ou encore la viabilité des réseaux d'eau. C'est toute la population d'une ville qui est concernée par les moyens dont elle dispose pour accéder à l'eau et qui conditionnent bon nombre de moments de la vie quotidienne, que ce soient les activités domestiques, économiques, cultuelles, sportives et même politiques. Cette recherche contribue ainsi à mieux comprendre les pratiques sociales à l'échelle d'un municipe aux confins de l'Empire romain.

⁶⁴ Sánchez López, inédite, p. 219.

⁶⁵ Bernal *et alii*, 2015, pp. 119-136.

- Bailhache, Marcel (1983), « Étude de l'évolution du débit des aqueducs gallo-romains », dans Jean-Paul Boucher (éd.), *Journées d'études sur les aqueducs romains*, Paris, Les Belles Lettres, pp. 19-49.
- Barruol, Guy, Fiches, Jean-Luc, Garmy, Pierre (dir.) [2011], Les ponts routiers en Gaule romaine, Actes du colloque tenu au Pont du Gard du 8 au 11 octobre 2008, Supplément à la Revue Archéologique de Narbonnaise, 41.
- Bernal, Darío, Arévalo, Alicia, Muñoz, Ángel, Expósito, José Ángel, Díaz, José, Lagóstena, José, Vargas, José Manuel, Lara, Macarena, Moreno, Elena, Sáez, Antonio, Bustamante, Macarena (2013), « Las termas y el *suburbium* marítimo de *Baelo Claudia*. Avance de un reciente descubrimiento », *Onoba*, 1, pp. 115-152.
- Bernal, Darío, Expósito, José Ángel, Díaz, José, Bustamante, Macarena, Lara, Macarena, Vargas, José Manuel, Jiménez Camino, Rafael, Calvo, Manuel, Luaces, Max, Pascual, Manuel Antonio, Blanco, Enrique, Hoyo, Lorena, Retamosa, Jose Alberto, Durante, Antonio, Muñoz, Natalia, Bellido, Antonio (2015), « Evidencias arqueológicas de desplomes paraméntales traumáticos en las Termas Marítimas de Baelo Claudia. Reflexiones arqueosismológicas », Cuaternario y Geomorfología, 29 (1-2), pp. 119-136.
- Bonicelle, Joëlle, Bonicelle, François (2008), « L'aqueduc de Saintes, mémoires et recherches », *Les Cahiers de l'Aqueduc*, 1, pp. 19-34.
- Bonneville, Jean-Noël, Dardaine, Sylvie, Didierjean, François, Le Roux, Patrick, Sillières, Pierre (1981), « La quinzième campagne de fouilles de la Casa de Velázquez à Belo en 1980 (Bolonia, province de Cadix) », *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 17, pp. 393-456.
- BONNEVILLE, Jean-Noël, FINCKER, Myriam, SILLIÈRES, Pierre, DARDAINE, Sylvie, LABARTHE, Jean-Michel (2000), *Belo VII. Le Capitole*, Madrid, Collection de la Casa de Velázquez (67).
- Borau, Laetitia (2015a), « Réflexions autour de la construction des puits de rupture de pente des aqueducs : mise en perspective des résultats obtenus à Autun (*Augustodunum*) », dans Laetitia Borau et Aldo Borlenghi (éd.), *Aquae ductus. Actualité de la recherche en France et en Espagne, Actes du colloque international (Toulouse, 15-16 février 2013)*, Supplément de *Aquitania*, 33, pp. 49-68.
- (2015b), « Difusión de modelos romanos: particularidades técnicas del sistema de abastecimiento de agua a *Baelo Claudia* », *AEspA*, 88, pp. 149-169.
- BOTTE, Emmanuel (2009), Salaisons et sauces de poissons en Italie du sud et en Sicile durant l'Antiquité, Naples, Centre J. Bérard, coll. « Centre J. Bérard » (31), p. 103.

- Brassous, Laurent, Deru, Xavier, Rodríguez Gutiérrez, Oliva (2014), « Le centre monumental. Évolutions et transformations d'un espace public », *Chroniques d'archéologie 2011-2014*, Madrid, Casa de Velázquez.
- Burdy, Jean (2002), « Méthodologie et problématique en archéologie. La normalisation dans la construction de l'aqueduc du Gier à Lyon », dans Atti del convegno internazionale su metologie per lo studio della scienza idraulica antica, nº 1 de Rivista di studi sull-idraulica storica, pp. 81-84.
- CHANSON, Hubert (1998), *Hydraulics of Roman Aqueducts: Steep Chutes, cascades, dropshafts. Department of civil engineering. Research report series*, Australie, The University of Queensland, pp. 47-77, en ligne sur http://staff.civil.uq.edu.au/h.chanson/reprints/ajwr200.pdf/>.
- DARDAINE, Sylvie, FINCKER, Myriam, LANCHA, Janine, SILLIÈRES, Pierre (2008), *Belo VIII. Le sanctuaire d'Isis*, Madrid, Collection de la Casa de Velázquez (107).
- Dardaine, Sylvie, Lancha, Janine, Pelletier, Agnès, Sillières, Pierre, Fincker, Myriam, Paillet, Jean-Louis, Charpentier, Gérard (1988), « Belo. Le temple d'Isis et le forum », Mélanges de la Casa de Velázquez, 24, pp. 19-51.
- Dardaine, Sylvie, Ménanteau, Loïc, Vanney, Jean-René, Zazo Cardeña, Caridad (1983), *Belo II. Historique des fouilles. Belo et son environnement*, Madrid, Collection de la Casa de Velázquez (12).
- DOMERGUE, Claude (1973), *Belo I. La stratigraphie*, Madrid, Collection de la Casa de Velázquez (2).
- Durán Fuentes, Manuel (2004), *La construcción de puentes romanos en Hispania*, Saint-Jacques de Compostelle, Xunta de Galicia.
- Expósito Álvarez, José Ángel, Bravo Jiménez, Salvador, Muñoz Vicente, Ángel, García Jiménez, Iván, Rojas Pichardo, Francisco Javier, Díaz Rodríguez, José Juan (2013), *Actuación puntual en el paisaje de la ensañada de Bolonia*, Tarifa Cadix, Conjunto arqueológico de Baelo Claudia.
- Fernández Casado, Carlos (1972), *Acueductos romanos en España*, Madrid, Instituto Eduardo Torroja.
- Ferjaoui, Ahmed, Pailler, Jean-Marie, Darles, Christian, Philippe, Éric, Fabre, Jean-Marc (à paraître), L'approvisionnement en eau de Zama: étude archéologique et historique. Résultats préliminaires des campagnes 2002 à 2004.
- Frontin, *Les aqueducs de la ville de Rome*, trad. Pierre Grimal, Paris, Les Belles Lettres, 1947 (2° éd. 2003).
- GÓMEZ ARAUJO, Loreto (2013), « Revisión interpretativa y cronológica de las termas de *Baelo Claudia*: nuevas propuestas », *Antiquitas*, 25, pp. 165-176.
- JIMÉNEZ, Alfonso (1973), « Los acueductos de Bellone Claudia (Bolonia, Cádiz) », *HABIS*, 4, pp. 273-293.
- LAUMONIER, Alfred (1919), « Fouilles de Bolonia (mars-juin 1918). La Maison du cadran solaire », *Bulletin Hispanique*, 21 (4), pp. 253-275.

- PAILLET, Jean-Louis (2007), « Réflexions sur la construction du specus des aqueducs antiques », Africa, 3, pp. 21-36.
- Paris, Pierre, Bonson, Georges (1918), « Exploration archéologique de Bolonia (province de Cadix) », Bulletin Hispanique, 20 (2), pp. 77-127.
- Paris, Pierre, Bonsor, Georges, Laumonier, Alfred, Ricard, Robert, De MERGELINA, Cayetano (1923), Fouilles de Belo (Bolonia, province de Cadix) [1917-1921], I. La ville et ses dépendances, Paris, Feret et Fils Editeurs.
- Pizzo, Antonio (2015), « Los acueductos de Augusta Emérita : técnicas y procesos de construcción », dans Laetitia Borau et Aldo Borlenghi (éd.), Aquae ductus. Actualité de la recherche en France et en Espagne, Actes du colloque international (Toulouse, 15-16 février 2013), Supplément de Aquitania, 33, pp. 21-48.
- PLINE, Histoire Naturelle, Livre XXXI, trad. Guy SERBAT, Paris, Les Belles Lettres, 1972 (2e édition 2003).
- Ponsich, Michel (1974), « La fontaine publique de Belo », Mélanges de la Casa de Velázquez, 10, pp. 21-39.
- PONSICH, Michel, SANCHA FERNÁNDEZ, Salvador de (1979), « Le Théâtre de Belo: 1^{re} campagne de fouilles de juin 1978 », Mélanges de la Casa de Velázquez, 15, pp. 559-580.
- SANCHA FERNÁNDEZ, Salvador de, Ponsich, Michel (1980), « Le théâtre de Belo: campagne de fouilles (juin 1979) », Mélanges de la Casa de Velázquez, 16, pp. 357-374.
- SÁNCHEZ LÓPEZ, Elena (inédite), Aqua Sexitana, La relación del acueducto de Almuñécar con Sexi Firmium Iulium y su territorio, thèse de doctorat soutenue en 2012 à l'université de Grenade.
- SILLIÈRES, Pierre (1995), Baelo Claudia, une cité romaine de Bétique, Madrid, Collection de la Casa de Velázquez (51).
- VENTURA VILLANUEVA, Ángel (1993), El abastecimiento de agua a la Córdoba romana, t. I : El acueducto de Valdepuentes, Cordoue, Universidad de Córdoba.
- (1996), El abastecimiento de agua a la Córdoba romana, t. II : Acueductos, ciclo de distribución y urbanismo, Cordoue, Universidad de Córdoba.
- VITRUVE, De l'architecture, VIII, trad. Louis CALLEBAT, Paris, Les Belles Lettres, 1973 (2e éd. 2003).

Mots-clés

AQUEDUCS, BASSIN DE DÉCANTATION, CHÂTEAU D'EAU, INGÉNIERIE, PUITS DE RUPTURE DE PENTE, TUYAUX