



HAL
open science

L'aqueduc de l'Yzeron : nouvelles données sur le double siphon de Craponne (Métropole de Lyon)

David Baldassari

► To cite this version:

David Baldassari. L'aqueduc de l'Yzeron : nouvelles données sur le double siphon de Craponne (Métropole de Lyon). *Gallia - Archéologie des Gaules*, 2023, Les aqueducs romains de Lyon et d'ailleurs : nouveaux repères, 80 (1), pp.199-215. <10.4000/11ud4>. <hal-04614816>

HAL Id: hal-04614816

<https://hal.science/hal-04614816v1>

Submitted on 17 Jun 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.



Distributed under a Creative Commons CC BY-SA 4.0 - Attribution - ShareAlike - International License

L'aqueduc de l'Yzeron : nouvelles données sur le double siphon de Craponne (Métropole de Lyon)

David BALDASSARI*

Mots-clés. Architecture, échafaudage, hydraulique, matériau de construction, technique de construction, siphon inversé, trou de boulon.

Résumé. La restauration des piles du double siphon de l'aqueduc de l'Yzeron aux Tourillons, engagée par la ville de Craponne (Métropole de Lyon) en 2019, a représenté une occasion exceptionnelle de réaliser une étude de bâti de cet édifice, dont les vestiges, en dépit de leur intérêt, étaient restés jusqu'à ce jour inaccessibles. Par l'intermédiaire d'un examen minutieux de l'ensemble des maçonneries

documenté par un levé lasergrammétrique et des relevés d'élévation manuels, l'intervention a permis de définir, d'une part, les techniques et les processus de mise en œuvre de l'édifice et, d'autre part, d'interroger la possibilité d'un phasage dans la construction des deux piles. Cette question est particulièrement prégnante en regard de l'incohérence structurelle des piles : alors que la pile à l'ouest possède des départs de voûtes, celle à l'est ne comporte aucune trace de la retombée de l'un de ces arcs.

Yzeron aqueduct: New data on the Craponne double siphon (France)

Keywords. Architecture, scaffolding, hydraulics, building material, building technique, inverted siphon, putlog holes.

Abstract. The restoration of the piers of the Yzeron aqueduct's double siphon at Les Tourillons undertaken by the town of Craponne in 2019 provided an exceptional opportunity to carry out a study of the structure of this construction, the remains of which, despite their qualities, had remained inaccessible until now. Meticulous studies of all the walls were conducted by means of a high-resolution laser scanning

survey and manual drawings. These studies first helped to determine the techniques and processes used in the building of the structure. And secondly, they allowed us to investigate whether the two piers were constructed in phases. This is particularly significant considering the differences in their construction; the western shows hints of the starting points of vaults, while the eastern pier shows no sign of the presence of one of these arches.

L'étude du bâti des deux piles centrales du double rampant des Tourillons s'est déroulée au printemps 2019 conjointement à des travaux de restauration engagés par la ville de Craponne (Métropole de Lyon) localisée à l'ouest de Lyon. L'intervention a été réalisée dans le cadre d'une prescription d'archéologie préventive requise par le service régional de l'archéologie de la région Auvergne-Rhône-Alpes (Baldassari 2021).

L'aqueduc de l'Yzeron doit son nom à la rivière éponyme dont le bassin versant est situé sur le flanc est des monts du Lyonnais. Édifié durant l'époque romaine, il assurait une partie de l'approvisionnement en eau de la ville de Lyon/*Lugdunum* (Burdy 1991).

L'ouvrage comportait deux captages avérés (Yzeron et Vaugneray) et un troisième supposé, dont les ramifications convergeaient vers un canal unique situé sur le territoire de la commune de Grézieu-la-Varenne (Rhône). L'aqueduc cumulait ainsi près de 40 km de canaux avec un dénivelé de 442 m entre la cote la plus élevée (710 m NGF à Yzeron) et son arrivée sur les hauts de Saint-Just à Lyon (environ 268 m NGF). Entre les lieux-dits le Tupinier à Grézieu-la-Varenne et les Garennes à Lyon, sur le flanc ouest de la colline du Point-du-Jour, l'eau était acheminée par un double siphon inversé de 5,80 km de long au total (fig. 1).

* Archeodunum SA ; chercheur associé, UMR 5138 – Archéologie et Archéométrie (ArAr) ; 500 rue Juliette-Récamier, F-69970 Chaponnay. Courriel : d.baldassari@archeodunum.fr

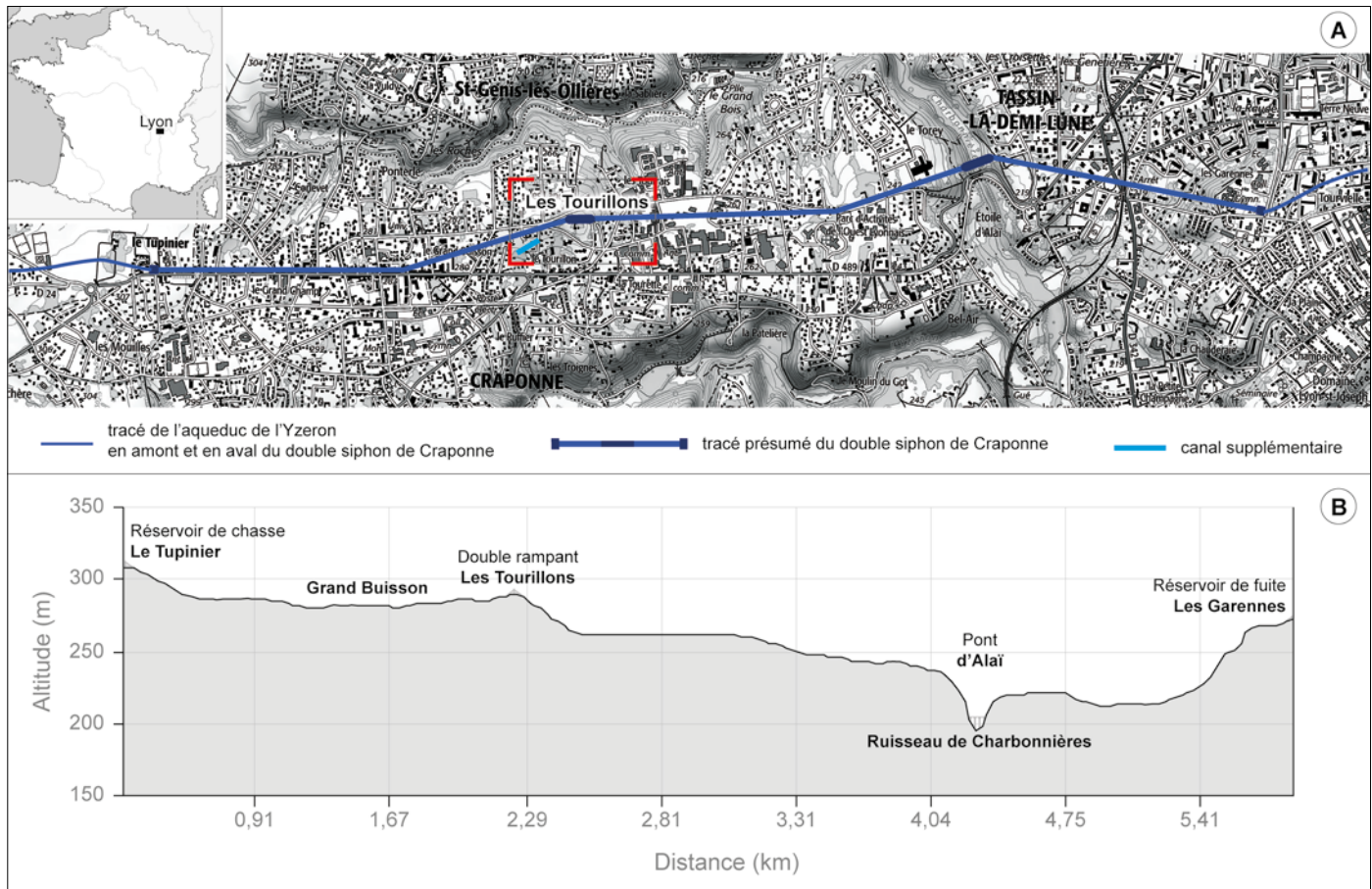


Fig. 1 – Le double siphon inversé de Craponne (Métropole de Lyon): A, tracé de l'aqueduc de l'Yzeron et localisation présumée de l'édifice des Tourillons; B, profil topographique dans l'axe du double siphon (DAO: D. Baldassari, Archeodunum; fond de carte: geoportail.gouv.fr).

L'édifice des Tourillons est construit à Craponne, sur une éminence culminant à 289,60 m NGF sur la bordure orientale du plateau du Grand Buisson et dominant les cours d'eau du Ratier au nord et de l'Yzeron au sud, dont les vallées entaillent profondément les formations géologiques des contreforts des monts du Lyonnais.

Un premier siphon permettait à l'aqueduc de traverser la dépression du Grand Buisson, tandis que le second franchissait le ruisseau de Charbonnières par l'intermédiaire d'un pont-siphon au pont d'Alaï dans la commune de Tassin-la-Demi-Lune (Métropole de Lyon). Entre le réservoir de chasse du premier siphon et le réservoir de fuite du second, l'eau s'écoulait sous pression dans des tuyaux de plomb. Au lieu-dit les Tourillons, sur la commune de Craponne, un ouvrage aérien d'une quinzaine de mètres de haut, muni de deux rampants supportant les tuyaux et surmonté d'un réservoir commun aux deux siphons, assurait la reprise de charge pour le franchissement du deuxième segment de l'ouvrage. Les vestiges de cet édifice sont essentiellement représentés aujourd'hui par deux piles conservées sur près de 12 m de haut (fig. 2).

La présence de ces deux piles, semblables à des tours, a fortement marqué la toponymie locale, en commençant par l'appellation actuelle de l'éminence qu'elles dominent. Elles apparaissent pour la première fois sur un plan cavalier de 1599 avec le vocable de « la Tourray ». Au XIX^e s., Achille Raverat (1887, p. 13) rapporte qu'elles ont indistinctement été nommées les Tours, le Torion ou « le vieux château des Romains ». Des quartiers de Craponne situés à

près de 500 m à la ronde, voire au-delà, conservent une appellation probablement déterminée par la proximité de cet édifice dans le paysage: le Tourillon, les Tourrais, la Tourette ou encore le Torey.

Les deux piles sont inscrites à l'inventaire supplémentaire des Monuments historiques par arrêté du 15 mars 1982. Jusqu'à une époque très récente – précédant de quelques mois les travaux de restauration –, elles étaient abandonnées à une végétation luxuriante.

Des substructions appartenant aux piles du rampant oriental ont été répertoriées dans les années 1980 par Louis Jeancolas (1986) puis par Jean Burdy et Henri Bougnol sur des parcelles adjacentes (Burdy 1991).

Au sud-ouest, à environ 250 m en contrebas de l'éminence des Tourillons, un segment de canal signalé par Camille Germain de Montauzan au début du XX^e s. (Germain de Montauzan 1908) a été mis au jour en 1996 lors d'un diagnostic réalisé par Michel Lenoble (Lenoble 1996; Coquidé, Macabéo 2010, p. 489) (fig. 1). Ce canal pourrait correspondre au « petit conduit très bien cimenté » évoqué par A. Raverat (1887, p. 28-29). Sa fonction reste, en revanche, indéterminée: était-elle liée au double siphon ou bien s'agissait-il d'un canal de desserte indépendant de l'aqueduc?

Comme l'a écrit J. Burdy, « on ne peut traiter du siphon de Craponne sans tourner ses regards vers Aspendos en Pamphylie » (Burdy 1991, p. 102). Située à 45 km à l'est d'Antalya (Turquie), Aspendos était à l'origine une colonie grecque fondée au V^e s. av. J.-C. La ville, passée sous la domination romaine en 133 av. J.-C.,



Fig. 2 – Les vestiges des piles des Tourillons à Craponne vus depuis le nord: A, vue ancienne; B, vue actuelle (cliché A: s.d., auteur inconnu; cliché B: E. Bouticourt, Archeodunum).

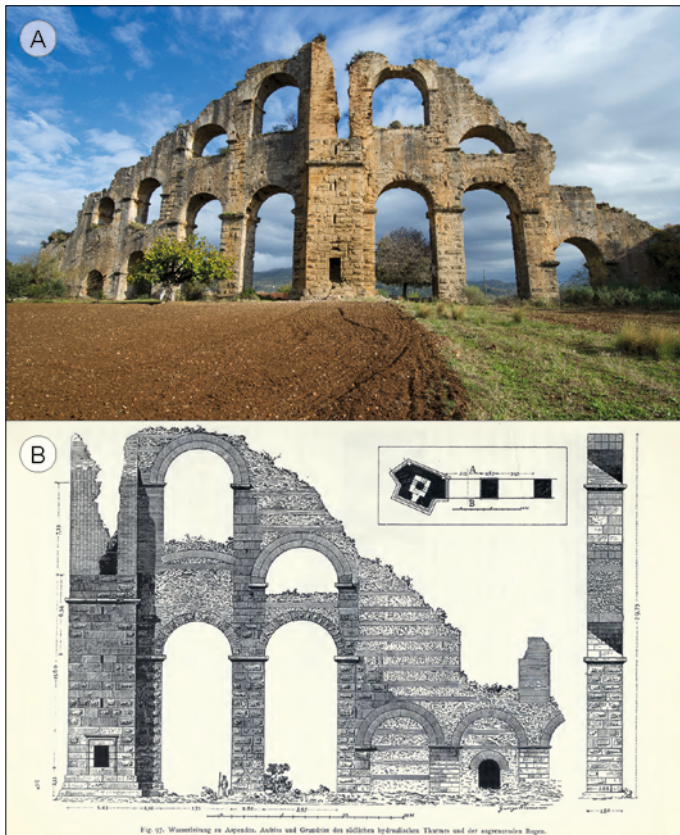


Fig. 3 – L'aqueduc d'Aspendos (Turquie): A, double rampant de la tour hydraulique nord; B, rampant aval de la tour hydraulique sud (Lanckoroński et al. 1890, p. 123).

a connu son apogée au cours des II^e et III^e s. apr. J.-C. (Kessener 2000, p. 104). L'aqueduc édifié au cours de cette période de prospérité était long de 19 km et prenait sa source à 550 m d'altitude pour conduire l'eau sur la colline d'Aspendos, dominant d'une trentaine de mètres la plaine de l'ancien fleuve Eurymedon (Köprüçay). Afin de franchir cette plaine et d'atteindre le plateau sur lequel était érigée la ville, l'aqueduc était doté d'un triple siphon inversé dont le conduit, composé de dés en pierre évidés et emboîtés, parcourait une distance de 1,67 km. Le conduit était porté par trois enfilades d'arches de 15 m de haut entre lesquelles s'intercalaient deux réservoirs intermédiaires juchés à 30 m de hauteur au sommet de deux tours – que Paul Kessener nomme « tours hydrauliques » – flanquées de rampants à l'amont et à l'aval (Kessener 2000, p. 105). D'abord construites en moyen appareil sur près de 18 m, puis en briques sur le restant de leur élévation, les tours possèdent un plan carré de 5,50 m de côté et abritent un escalier en vis de 0,90 m de large enroulé autour d'un pilier central carré de 1,20 m de large (fig. 3). Les rampants de chaque côté des tours mesurent 2,40 m de large et entre 30 et 40 m de long et sont portés par des piles de hauteur croissante unies par deux rangs d'arcs superposés de 6 à 4 m d'ouverture. Leur construction offre la combinaison de techniques mixtes: l'*opus quadratum* de moyen appareil, ainsi que l'*opus testaceum* et l'*opus incertum* de maçonnerie concrète alternée de quadruples ou quintuples arases de briques. Comme l'a souligné John Brian Ward-Perkins, la différence substantielle entre les deux tours et leurs rampants est la valeur de l'angle du changement de direction de la conduite portée par les files d'arches à l'amont et l'aval (Ward-Perkins 1955, p. 119). Au nord, la modification d'axe assurée par l'édifice est de 16° alors qu'au sud, un peu plus d'une centaine de mètres avant d'atteindre le plateau, elle est de 55°.

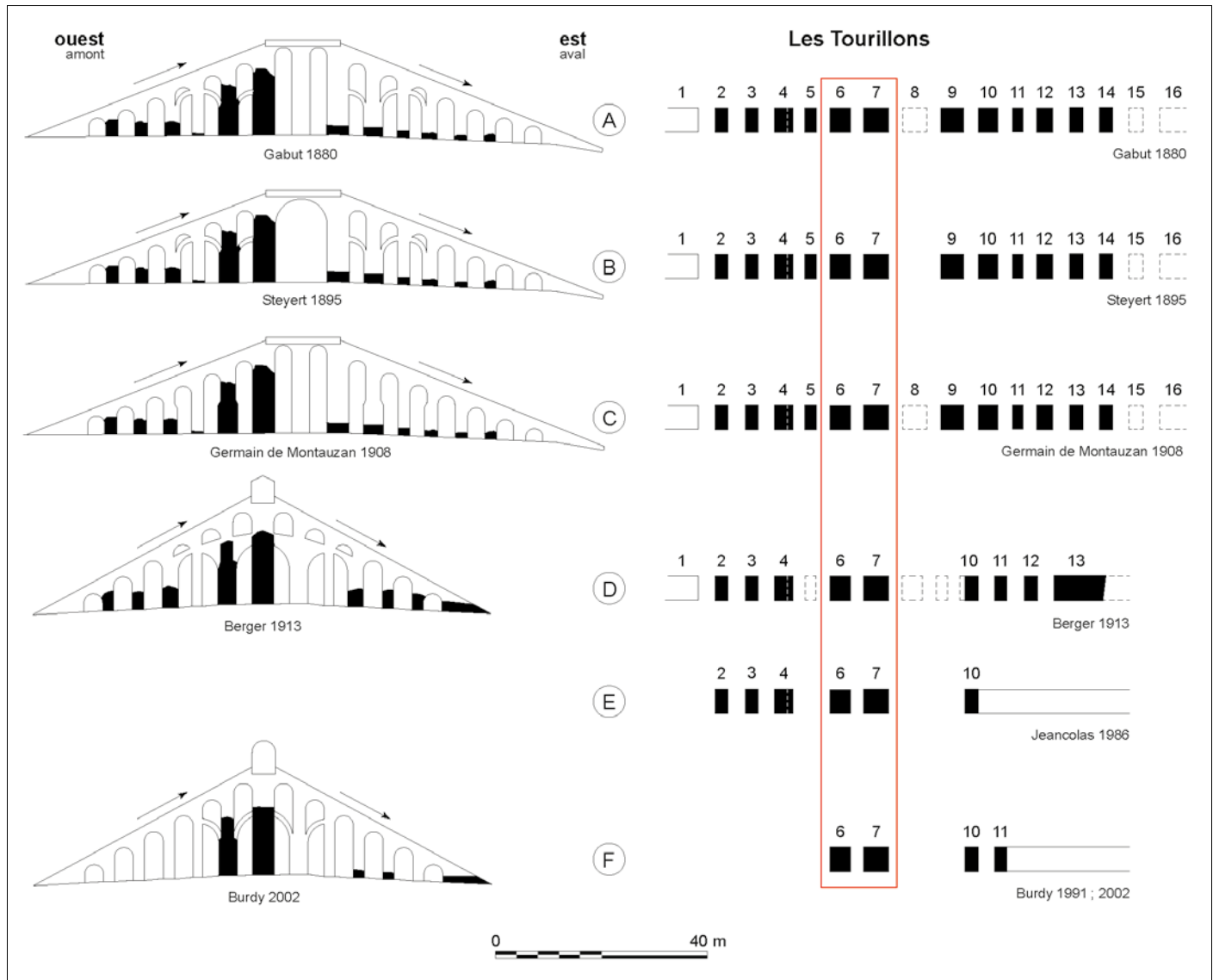


Fig. 4 – Hypothèses de restitution et mise en correspondance des plans des relevés des piles du double rampant des Tourillons à Craponne (DAO: D. Baldassari; d'après Burdy 1991).

PROBLÉMATIQUES DE L'ÉTUDE

Un certain nombre d'aqueducs antiques ont été pourvus par leurs concepteurs de siphons inversés pour le franchissement de vallées lorsque la construction d'ouvrages d'art était trop onéreuse ou impossible. Les quatre aqueducs romains de Lyon (Mont d'Or, Yzeron, Brévenne et Gier) regroupent à eux seuls neuf siphons parmi la quarantaine répertoriée dans le monde romain. Et c'est en Turquie (Patara, Aspendos, Laodicée du Lycos), en Sicile (Termini Imerese) et à Lyon que les vestiges les plus significatifs sont conservés. L'aqueduc de l'Yzeron, avec son double siphon inversé, possède une caractéristique que seul surpasse l'aqueduc d'Aspendos avec l'enchaînement d'un triple siphon inversé.

Depuis longtemps, l'édifice des Tourillons a suscité l'intérêt des érudits, des savants et des chercheurs. Au XIX^e s., l'idée la plus répandue voulait que les Tourillons fussent les restes de la porte prétorienne d'un camp retranché affecté aux troupes de Jules César et placées sous le commandement de Marc Antoine (Raverat 1887, p. 15; Burdy 1991, p. 89). Cependant, cette interprétation

fut balayée très tôt par François Gabut, qui fit l'hypothèse que l'édifice se composait de deux rampants supportant le réservoir intermédiaire d'un double siphon (fig. 4, A) (Gabut 1880, p. 4-5; 1890). Sur la base des vestiges de douze piles dont il a dressé un plan précis, il restitue un édifice comportant quatorze piles alignées entre deux culées. Les rampants s'élèvent vers un réservoir juché sur une plateforme supportée par trois piles, dont celle à l'est était alors encore conservée. De plus, il propose le dessin de six arcs-boutants lancés entre les piles intermédiaires en s'appuyant sur les restes des départs de voûtes conservés sur l'une des piles soutenant le rampant amont et encore conservée aujourd'hui, mais également sur les vestiges d'une maçonnerie plaquée contre une pile située à une dizaine de mètres à l'ouest. Ce placage visible sur une vue ancienne de l'édifice a été également identifié bien plus tard par L. Jeancolas (1986, p. 46-47).

Par la suite, la restitution que proposa F. Gabut fut discutée, revue et corrigée. En 1895, André Steyert, dans son ouvrage *Nouvelle Histoire de Lyon* (Steyert 1895, p. 225), reprend le dessin de F. Gabut, en se contentant de retirer la pile centrale (fig. 4, B).

À juste titre, attendu que les vestiges de celle-ci sont absents, à la différence des douze autres piles sur lesquelles F. Gabut a initialement établi la première restitution du monument. En 1908, Camille Germain de Montauzan (1908, p. 79) reprend à son compte et rectifie à son tour la proposition de F. Gabut, réfutant la restitution d'arcs-boutants qui selon lui « ne jouent aucun rôle pour la stabilité de l'ouvrage », remarquant au passage que « la paroi entièrement lisse de la grande pile [à l'est] ne marque nulle part le point d'attache » de cet arc. Il ajoute, avec raison : « On n'a d'ailleurs jamais vu d'arcs-boutants semblables dans aucune construction romaine ou autre », proposant ainsi que « ce qui a été, de chaque côté de la petite pile [à l'ouest], pris pour la naissance d'un arc-boutant, n'est autre chose que la partie supérieure mutilée du double contrefort de cette pile » et offrant donc un dessin identique à celui de F. Gabut, mais débarrassé des arcs-boutants (fig. 4, C). En 1913, l'architecte lyonnais Joseph Berger s'intéresse également à l'édifice des Tourillons (Berger 1913). Dans le dessin qu'il présente au Salon de Lyon de 1913 (fig. 4, D), il supprime la plateforme sommitale proposée initialement par F. Gabut, place le réservoir intermédiaire à plusieurs mètres au-dessus de la plus haute des deux piles (à l'est) et réduit le nombre de piles à onze entre les deux culées amont et aval, contrairement aux quatorze proposées par F. Gabut. Il rétablit cependant les arcs-boutants que C. Germain de Montauzan avait réfutés quelques années plus tôt. Au milieu des années 1980, L. Jeancolas (1986, p. 46-47) dresse un plan des vestiges conservés aux Tourillons (fig. 4, E). Sur ce plan assez imprécis, seulement six piles sont visibles, dont trois, disparues aujourd'hui, étaient localisées dans la parcelle située à l'ouest des deux piles des Tourillons. Il mentionne notamment un placage de maçonnerie contre une pile située à l'ouest, mais n'a toutefois pas pu mesurer la distance la séparant des deux piles centrales. Bien que son plan paraisse schématique, tout porte à croire qu'il s'agit de la même pile relevée par F. Gabut un siècle plus tôt. En 1991, J. Burdy consacre seize pages de son ouvrage dédié à l'aqueduc de l'Yzeron au double siphon de Craponne (Burdy 1991, p. 88-103). Il confronte notamment les données antérieures relatives au double rampant à celles qu'il collecte sur le terrain avec l'aide de H. Bognol (fig. 4, F). S'appuyant sur ces données et celles produites par L. Jeancolas, J. Burdy se rallie à la proposition de J. Berger en soulignant les incohérences du plan dessiné par F. Gabut. En effet, le plan de l'édifice proposé par J. Berger coïncide exactement avec les plans récents des deux piles centrales et de celles situées à l'est. Cependant, F. Gabut a proposé une restitution dans laquelle sont considérés les vestiges de douze piles. Or, J. Berger, 30 ans plus tard, établit son dessin sur les vestiges visibles de seulement huit piles et de la culée orientale, rétablissant également les arcs-boutants que C. Germain de Montauzan avait très justement réfutés.

Si l'hypothèse de restitution dessinée par F. Gabut est effectivement contestable du point de vue des cotes qui y sont reportées, la véracité des vestiges qu'il a identifiés aux Tourillons est, en revanche, délicate à remettre en cause. Par ailleurs, le principe de l'arc-boutant et, avant lui, celui de la voûte en demi-berceau pour contrebuter des poussées obliques, n'a été développé qu'à partir du XI^e s., l'arc-boutant constituant l'un des canons de l'architecture gothique classique au milieu du XIII^e s. J. Burdy, qui ne remet pas en cause cette hypothèse, reconnaît toutefois, à l'instar de C. Germain de Montauzan, que cette proposition se heurte à l'absence d'indices de la retombée de la voûte sur la face ouest « dont le parement est en excellent état et parfaitement vertical »

(Burdy 1991, p. 97). Il conclut que les vestiges des deux piles des Tourillons pourraient manifester deux états de construction de l'édifice. Cette hypothèse serait renforcée par la présence d'une double arase de briques au bas de l'une des piles, mais dont la fonction est indéterminée. Ce faisant, bien qu'il mentionne volontiers dans son ouvrage le triple siphon de l'aqueduc d'Aspendos dont les vestiges sont remarquablement bien conservés, reproduisant au passage la gravure de l'un des doubles rampants dessinée par Karl Lanckoroński à la fin du XIX^e s. (Lanckoroński *et al.* 1890), J. Burdy, 10 ans plus tard (Burdy 2002, p. 138), n'en propose pas moins une restitution de l'édifice des Tourillons « sur le modèle des tours-réservoirs d'Aspendos » (fig. 4, F) comportant toutefois des arcs-boutants comme en avait dessinés F. Gabut en 1880.

Les circonstances de la restauration des deux piles des Tourillons ont offert l'opportunité de procéder à une étude minutieuse et méthodique de l'édifice, dont les incohérences manifestes n'avaient pas échappé à C. Germain de Montauzan et plus récemment à J. Burdy suscitant, au-delà de l'architecture générale du monument, la question du phasage de sa construction.

PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES GÉNÉRAUX DE L'ÉTUDE

L'opération archéologique s'est articulée autour d'un suivi des travaux de restauration au niveau du sol et d'une étude du bâti des élévations. Le creusement d'un sondage destiné à vérifier l'état sanitaire des maçonneries enfouies de la pile à l'est a permis, au cours de la surveillance des travaux, d'examiner le massif de fondation de cette pile et le contexte sédimentaire de son implantation. L'étude des élévations et la réalisation de relevés manuels « pierre à pierre » traditionnels, effectués après l'installation des échafaudages et la dévégétalisation complète des deux piles, ont été appuyées sur des ortho-images extraites d'un relevé lasergrammétrique géoréférencé produit au préalable et constituant un support géométrique précis. L'homogénéité des parements et le peu d'intérêt que pouvait représenter leur relevé systématique ont conduit à opter pour des relevés sélectifs des éléments remarquables : moellons à la périphérie des surfaces de parement conservés, contour des arrachements de maçonnerie, briques et arases de briques, trous de boulin et opes, planées, etc. Les trous de boulin, vestiges de l'ancrage de l'échafaudage dans l'édifice et témoins de l'organisation du chantier de construction, ont fait l'objet d'un inventaire raisonné systématique. Enfin, les matériaux de construction (mortier et briques) ont été échantillonnés en vue de leur caractérisation en laboratoire et quatorze fragments de charbon piégés dans le mortier ont été prélevés dans la perspective de datations par radiocarbone.

DESCRIPTION

La pile orientale possède un plan carré, dont les angles ne sont pas tout à fait droits, de 4,37 m de côté (fig. 5). Elle est conservée sur une hauteur de 11,97 m, jusqu'à 301,02 m NGF, à partir de sa fondation située à 289,05 m NGF (fig. 6). Cette pile se singularise par la présence dans son élévation d'une double arase de briques à 1,30 m de hauteur (fig. 7). Un peu moins de 40 % du parement est conservé sur trois de ses faces et principalement à partir de 5 m de

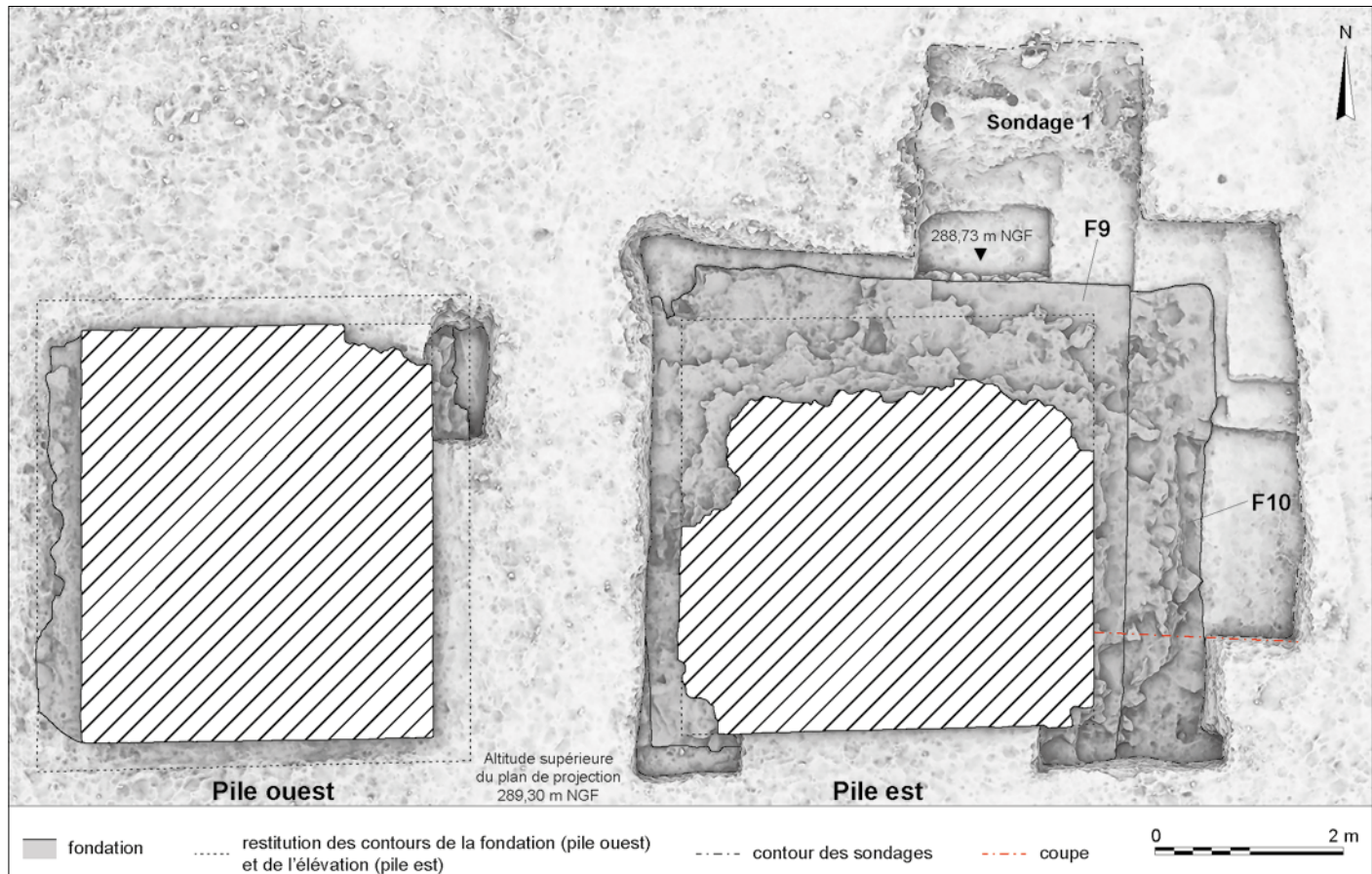


Fig. 5 – Plan des piles ouest et est du double rampant des Tourillons à Craponne, dessiné d'après une ortho-image établie dans un plan de projection situé entre 288,73 et 289,30 m NGF (ortho-image: O. Veissière, Patrimoine numérique; DAO: D. Baldassari).

hauteur. De plus, la tentative de démolition entreprise par un propriétaire de la parcelle dans le courant du XIX^e s.¹ est à l'origine de la destruction et de la disparition d'une partie du blocage interne sur les cinq premiers mètres de hauteur de la face nord et de la face ouest.

La seconde pile est distante de 2,63 m à l'ouest et s'élève sur un plan rectangulaire de 4,37 m dans le sens transversal et 3,73 m dans le sens longitudinal (fig. 5). Elle est conservée sur une hauteur de 11,70 m, jusqu'à 300,87 m NGF, à partir de sa fondation située à 289,17 m NGF (fig. 6). Cette pile possède deux départs de voûtes à l'est et à l'ouest, dont les plans de naissance se situent entre 6,56 et 6,61 m au-dessus du ressaut de la fondation (fig. 8). L'élévation se poursuit sur plus de 3 m au-dessus des voûtes et de leurs charges de maçonnerie et sa largeur se rétrécit à 2,80 m dans le sens longitudinal. À l'ouest, le retrait du parement est de 0,44 m en moyenne par rapport à la partie basse de la pile, tandis qu'il s'établit autour de 0,50 m en moyenne sur le côté est. À peine plus de 40 % de la surface du parement sont conservés, principalement sur les deux tiers des faces sud et ouest. Moins de 2 m² du parement sont conservés sur la face nord et, à l'instar de la pile est, le blocage interne est entamé de plusieurs dizaines de centimètres sur près de 6 m de hauteur sur le côté est.

1. « Il y a quelques années, un des anciens propriétaires avait entrepris de renverser ces piliers et d'en enlever les décombres sous le prétexte qu'ils gênaient la culture de ses terres. Déjà il avait sapé la base du plus élevé, lorsque l'État vint l'arrêter dans son œuvre de vandale, et revendiquer ces nobles restes comme monuments historiques de la province du Lyonnais » (Raverat 1887, p. 14).

LE CONTEXTE STRATIGRAPHIQUE

Les données ont été collectées au sein d'un sondage creusé au pied de la pile orientale sur ses côtés nord et est (fig. 5; fig. 9, A et B). Sur ces deux côtés, l'amorce de l'élévation de la pile, jusqu'à l'apparition de la troisième assise du parement, était ensevelie sous des remblais d'environ 0,50 m d'épaisseur jusqu'à 289,58 m NGF. Ces derniers ont vraisemblablement été remaniés à plusieurs reprises au cours de l'époque contemporaine. L'absence de quelques moellons de la dernière assise de la fondation (cote inf. 288,94 m NGF) incite à penser que les tentatives de démolition du XIX^e s. évoquées par A. Raverat (1887) ont été accompagnées d'un décaissement au bas de la pile, à moins que le sol n'affleurât ce niveau à cette époque et qu'il ne fut exhaussé par la suite. Sur le côté nord, l'enfouissement de déchets et débris de nature diverse (vaisselle, verre, métal, gravats) jusqu'à la cote 288,73 m NGF témoigne de ces remaniements récents, comme l'attestent également la succession et le pendage des unités stratigraphiques Us 11-3, Us 11-2 et Us 11-1 apparaissant sur le côté méridional. L'Us 11-3, qui recouvre le ressaut de la fondation (F9) de la pile, tout en s'appuyant de quelques centimètres contre la première assise de l'élévation, était chargée de fragments de mortier délité et de débris de gneiss altéré résultant peut-être des travaux de démolition. En revanche, la couche Us 11-4, ensevelie sous les couches Us 11-3 et Us 11-2, pourrait être antérieure à ces remaniements récents.

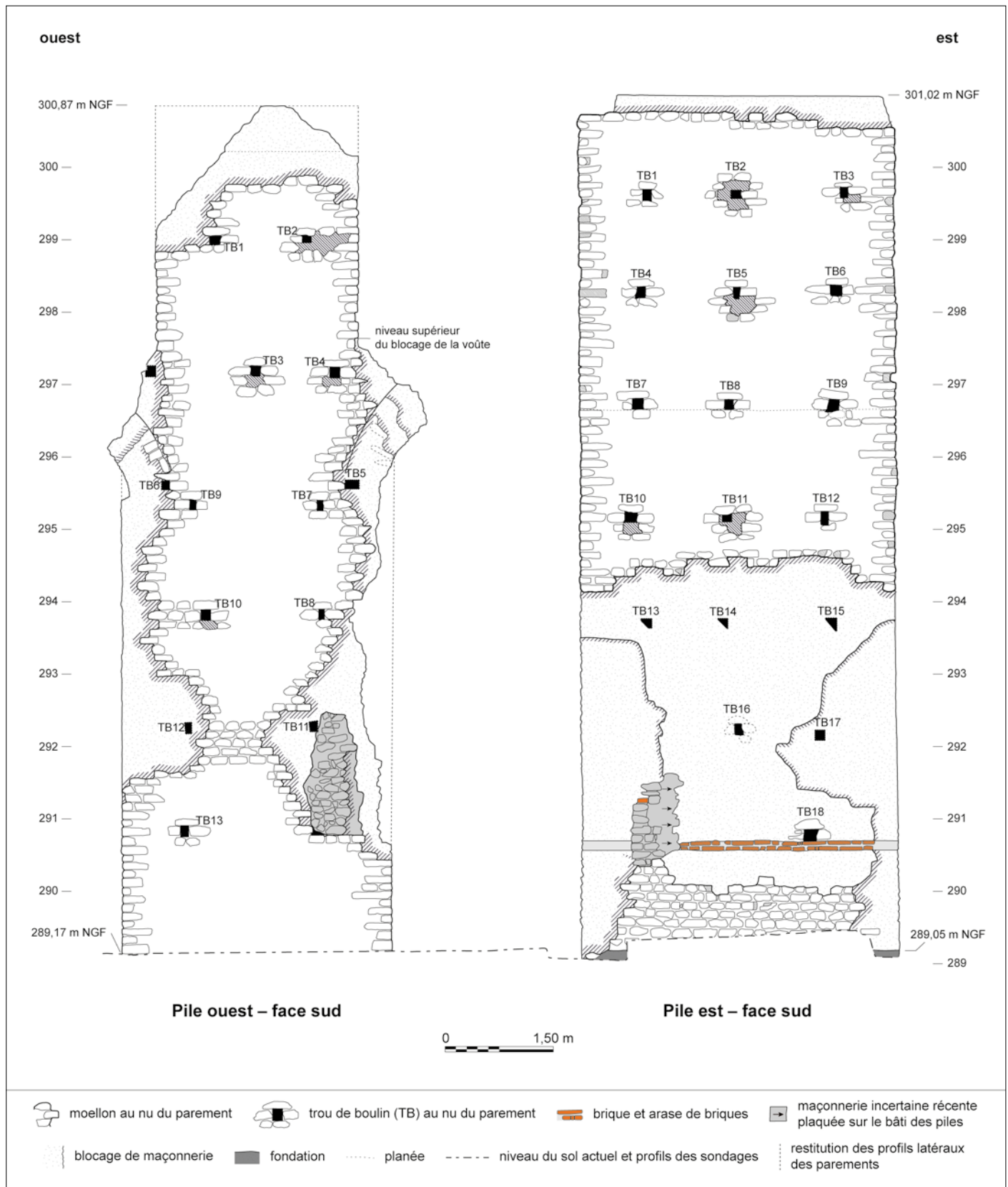


Fig. 6 – Relevé d'élévation des faces sud de la pile ouest et de la pile est du double rampant des Tourillons à Craponne (DAO: D. Baldassari).

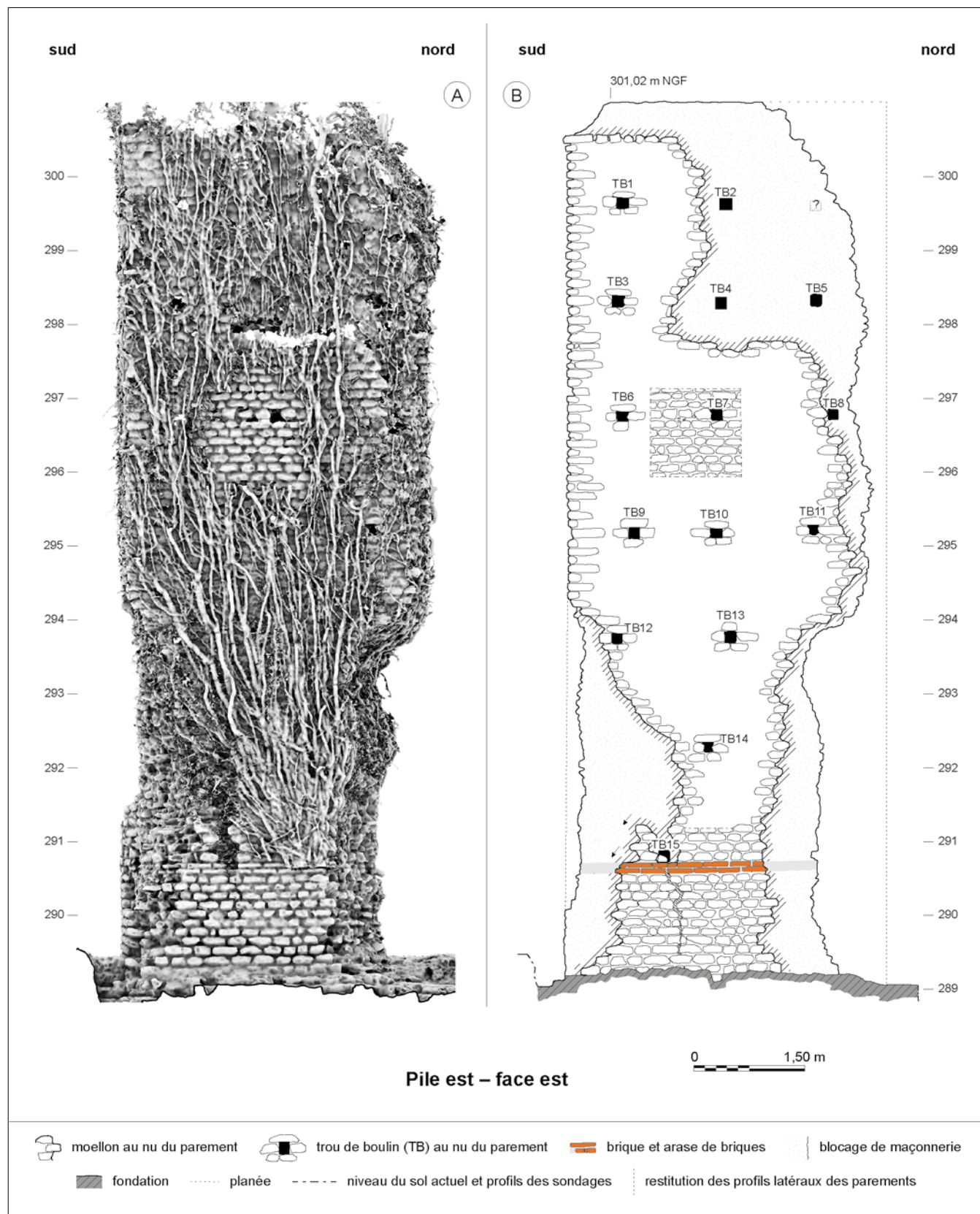


Fig. 7 – La pile est du double rampant des Tourillons à Craponne: **A**, ortho-image de la face est; **B**, relevé d'élévation de la face est (ortho-image: O. Veissière; DAO: D. Baldassari).

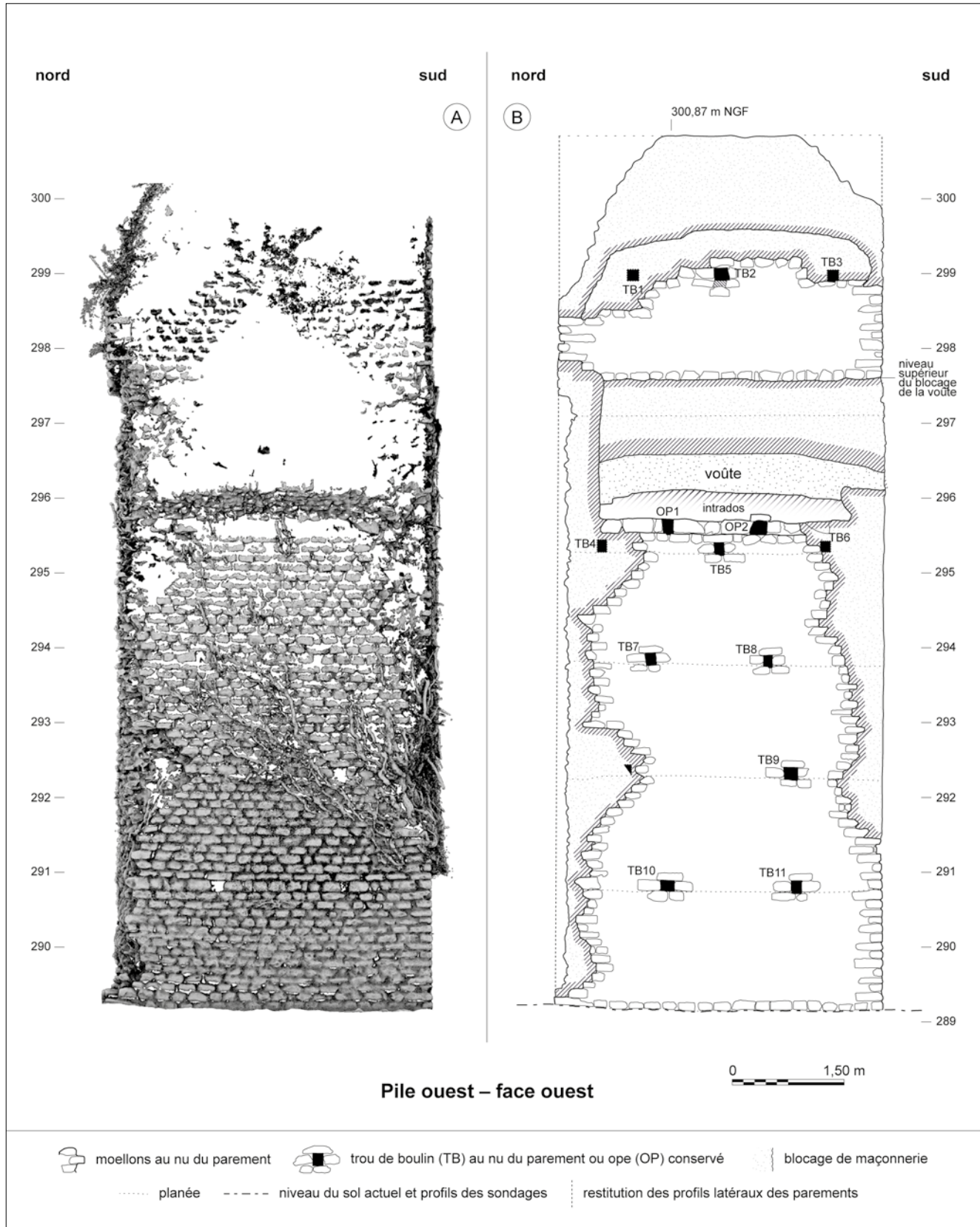


Fig. 8 – La pile ouest du double rampant des Tourillons à Craponne: **A**, ortho-image de la face ouest; **B**, relevé d'élevation de la face ouest (ortho-image: O. Veissière; DAO: D. Baldassari).

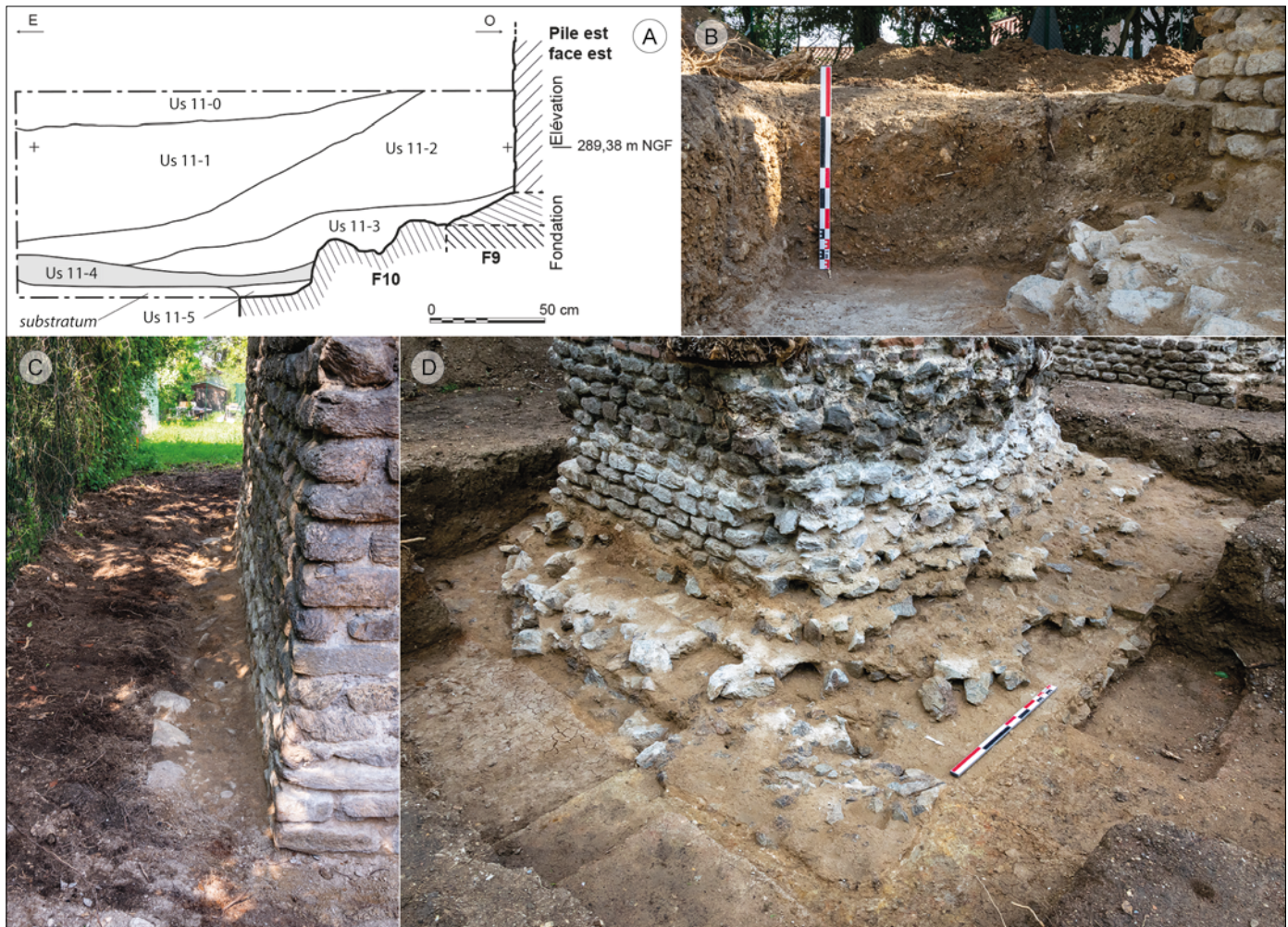


Fig. 9 – Les piles du double rampant des Tourillons à Craponne: **A**, coupe stratigraphique perpendiculaire à la face est de la pile est dans le sondage 1; **B**, vue de la coupe stratigraphique depuis le nord; **C**, vue vers le nord du ressaut de fondation affleurant à l'ouest de la pile ouest; **D**, vue vers le sud-ouest de la fondation (F10) de la pile est (clichés et DAO: D. Baldassari).

Composée de sédiments remaniés du substrat géologique, cette couche renfermait quelques fragments de céramique commune indéterminée datés du Haut-Empire² et pourrait être contemporaine ou de peu postérieure à la construction du double rampant des Tourillons. Cette strate surmonte immédiatement le sommet du substrat géologique et recouvre partiellement le blocage de maçonnerie F10. Ce constat invite à imaginer que le niveau d'apparition du terrain naturel pourrait correspondre au niveau de sol du chantier de construction et l'Us 11-4 à une couche produite par l'aggradation du sol au cours du chantier.

2. Ce lot de céramique a été examiné par Amaury Gilles (céramologue, Archeodunum): « il est composé uniquement de fragments de céramiques communes. Le seul élément de forme appartient à un pot à col côtelé cuit en mode B. Sa taille ne permet pas d'être certain de son mode de façonnage (tourné ou non tourné). Les autres fragments montrent néanmoins l'emploi du tour. C'est le cas notamment de fragments de panses cuits en mode A, de teinte pâle et comportant de nombreuses paillettes de micas. Ces caractéristiques rappellent celles des vases produits dans le département de la Loire et également diffusés dans l'Ouest lyonnais au cours du Haut-Empire. Nous proposons donc de situer ce lot entre l'époque augustéenne et la fin du II^e s. » (Baldassari 2021, p. 40).

LA FONDATION DES PILES

La fondation (F9) de la pile orientale a été partiellement observée dans le sondage à l'est (fig. 5; fig. 9, D). Son arase culmine à 289,05 m NGF. Sur le côté est, l'élévation est établie à 0,35 m en retrait du bord de la fondation, si bien que les dimensions du massif de fondation peuvent être estimées à environ 5 m de côté. La maçonnerie comble entièrement le creusement de la fouille d'installation. Elle était composée de lits successifs relativement réguliers d'environ 15 cm d'épaisseur, de moellons de gneiss de formes irrégulières, posés à plat et noyés dans une charge importante de mortier de chaux.

La fondation de la pile orientale était flanquée d'un blocage de maçonnerie (F10) culminant à la même altitude de 289,05 m NGF. Légèrement irrégulier, il mesurait entre 0,85 et 1,05 m de large et se déployait sur toute la longueur du côté est (fig. 5; fig. 9, D). Il était constitué de moellons de gneiss de formes irrégulières posés sans organisation et noyés dans un mortier de chaux semblable à celui de la fondation. Ce blocage de maçonnerie ne semblant avoir aucune fonction structurelle, il pourrait simplement s'agir du comblement de la fouille d'installation dont le creusement était trop large en regard des dimensions voulues pour le massif de fondation de la pile est.

En raison de la déclivité du terrain naturel vers l'ouest, l'arase de la fondation de la pile occidentale affleurerait sur son côté ouest à 289,17 m NGF, seulement enfouie sous une accumulation de quelques dizaines de centimètres d'humus et de moellons effondrés (fig. 5 ; fig. 9, C). Le débord du massif de fondation par rapport à l'amorce de l'élévation, mesuré à partir de l'alignement de trois moellons, est d'environ 0,46 m.

L'ÉLEVATION DES PILES

Contrairement à la pile ouest, l'amorce de l'élévation parementée de la pile orientale est précédée par une assise d'environ 17 cm d'épaisseur, posée à une vingtaine de centimètres en retrait du bord de la fondation. Les contours de cette assise sont cependant irréguliers (fig. 9, D). Elle semble agir comme un niveau de réglage avant le dressage de l'élévation parementée, elle-même placée entre 10 et 15 cm en retrait. La première assise parementée est posée à 289,23 m NGF.

Les parements des piles sont composés d'assises régulières de moellons de gneiss équarris sur leurs faces de parement ou présentés sur une face naturellement plane (diaclose) et de forme plus ou moins rectangulaire (fig. 10, A). Leurs dimensions varient entre 10 et 35 cm de long sur leur face visible, se situant entre 20 et 30 cm en moyenne. Leur épaisseur est très régulière, se situant entre 8 et 12 cm. Posés à plat, ils mesurent entre 10 et 16 cm de profondeur quand ils sont disposés en panneresse et 20 à 25 cm quand ils sont placés en boutisses, engagés dans le remplissage des piles. À l'angle des piles, les moellons mesurent entre 30 et 40 cm de long. Ils sont posés à plat en panneresse et superposés en alternance offrant l'effet esthétique d'un chaînage d'angle sans pour autant en posséder la fonction structurelle (fig. 10, B). Les joints verticaux mesurent de 1 à 4 cm de large, tandis que les joints de lits horizontaux s'établissent entre 1 à 3 cm d'épaisseur, conférant une hauteur d'assise de 11 à 13 cm. Là où ils sont les mieux conservés, les joints sont pleins et garnis de mortier à fleur de la surface du parement ou parfois légèrement débordant et le mortier semble être tassé dans le joint d'un coup de truelle légèrement oblique. Malheureusement, l'état de conservation des joints de mortier sur les parements est globalement médiocre, notamment sur les faces sud des deux piles où ils sont parfois érodés sur plusieurs centimètres de profondeur – jusqu'à 8 à 10 cm à certains endroits.

LA DOUBLE ARASE DE BRIQUES DE LA PILE EST

Les briques sont posées à plat et alignées sur le parement (fig. 10, C et D). Leur chevauchement d'une arase à l'autre est relativement équidistant, et l'assise n'est pas strictement réglée à l'horizontale. Sur le côté est de la pile, où celle-ci est la mieux conservée (fig. 7), l'assise inférieure possède une inclinaison d'environ 2 cm sur 2 m. Les briques sont posées dans le sens de la largeur. La double arase, joints compris, mesure 19 à 20 cm de hauteur, les joints verticaux sont d'environ 2,50 à 3 cm de large, tandis que les joints horizontaux mesurent 2 à 2,50 cm d'épaisseur.

Cette double arase de briques est traversante sur toute l'épaisseur de la maçonnerie (fig. 10, E). En revanche, les briques y sont indifféremment entières ou fragmentées. Elles sont posées à plat selon un réglage approximatif. De plus, aucun sens de pose n'est respecté et certains éléments ne sont pas perpendiculaires au plan de la pile.

La largeur des briques, qui a pu être mesurée sur treize exemplaires seulement, s'échelonne entre 30,50 et 32,70 cm, avec une moyenne de 31,80 cm. Leur épaisseur moyenne se situe quant à elle entre 5,30 et 5,50 cm : les épaisseurs varient globalement entre 4,50 et 6 cm, et pour cinq exemplaires entre 0,20 et 0,80 cm.

Ces briques, de module dit « lydien³ », possèdent une pâte comparable aux groupes B-1 ou B-2⁴ définis par Benjamin Clément (2016, p. 297-302). Leurs dimensions moyennes les rapprochent du groupe typologique SES-2 présent dans des contextes allant de la période augustéenne au milieu du 1^{er} s. apr. J.-C.

LE BLOCAGE INTERNE DES PILES

Le blocage interne des piles est composé de moellons non taillés de formes irrégulières, posés bord à bord en rangs successifs réglés sur l'assise de l'appareil des parements (fig. 10, F). Les moellons sont posés et scellés sur et par des lits de mortier garnis de fragments et d'éclats de taille de gneiss épandus sur toute la surface de la couche de mortier en lits réguliers. Bien que le mortier soit employé de manière abondante, il n'est pas totalement tassé dans les joints des rangs de moellons, laissant des vides dans les anfractuosités produites par l'irrégularité des moellons. Quelques fragments de terre cuite architecturale sont parfois mêlés aux moellons de gneiss. Très rares dans la pile ouest, ils sont à peine plus significativement présents dans la pile est.

L'étude macroscopique des dix échantillons de mortier prélevés dans le blocage interne des piles a révélé une parfaite homogénéité du mélange, tant au niveau de la charge que du liant. La seule différence provient de la résistance des échantillons, qui sont très durs lorsqu'ils proviennent de la pile ouest et présentent un caractère plus fragile, voire friable, lorsqu'ils proviennent de la pile est. Cela peut être dû aux conditions de conservation et ne témoigne pas nécessairement d'une véritable différence entre les mortiers, dont les autres caractéristiques sont, par ailleurs, identiques. Il s'agit dans les deux cas d'un mortier de chaux beige et aéré présentant de rares nodules de liant dont le diamètre est inférieur à 0,30 cm. La proportion entre le liant et la charge est pondérée. Cette dernière, sablo-gravillonneuse et composée de grains siliceux anguleux, présente seulement de rares graviers dont la dimension est supérieure à 0,50 cm. Deux échantillons de la pile est montrent de rares cailloux et un échantillon révèle une forte concentration de graviers compris entre 0,20 et 0,50 cm. La comparaison des échantillons d'après leur localisation sur l'élévation n'a pas permis de mettre en évidence des différences entre les parties basses et hautes des piles.

3. Un pied et demi par un pied.

4. Les groupes B-1 et B-2 se caractérisent par des pâtes siliceuses très grossières, composées d'éléments quartzo-feldspathiques bruts associés à la présence de chamotte, de fragments de roche et de nodules ferrugineux. La distinction entre ces deux groupes repose sur la variabilité de l'abondance de ces éléments (Clément 2016, vol. I, fig. 188, p. 299).



Fig. 10 – Les élévations des piles du double rampant des Tourillons à Craponne : **A**, parement de la face sud de la pile ouest ; **B**, chaînage d'angle et trou de boulin sur la face sud de la pile ouest ; **C** et **D**, vues de la double arase de briques sur la face est de la pile est ; **E**, vue de la double arase de briques dans la fourrure de la pile est du côté nord ; **F**, vue de détail de la fourrure de la pile est (clichés **A**, **B** et **C**: **D. Baldassari**; clichés **D**, **E** et **F**: **E. Bouticourt**).

LES VOÛTES DE LA PILE OUEST

Les sommiers des voûtes sont posés sur une assise de gros moellons non taillés de formes irrégulières et dont les dimensions sont d'environ 0,18 à 0,20 m d'épaisseur, 0,20 à 0,30 m de profondeur et 0,20 à 0,40 m de long sur leur face visible (fig. 8 ; fig. 11, A). La face la plus régulière des moellons est préférentiellement présentée en parement. Ce dispositif est doublé parallèlement dans le blocage interne par un deuxième rang de moellons de même calibre (fig. 11, B). La surépaisseur produite par la pose de ces moellons est compensée dans le blocage interne par une double assise de moellons de taille inférieure.

Sur le côté ouest de la pile, là où le parement est le mieux conservé, cette assise de gros moellons est posée légèrement en retrait du parement d'environ 4 à 5 cm (fig. 11, A). Ce retrait est cependant irrégulier, voire inexistant au droit de certains moellons. Deux opes sont conservés dans cette assise (fig. 11, A). Ces trous, distants de 1 m, mesurent 0,19 m de haut, 0,15 et 0,20 m de large et 0,28 m de profondeur. Ils étaient vraisemblablement destinés à recevoir les poutres d'entrait nécessaires au maintien de la charpente des cintres employés pour la construction de la voûte. L'entraxe de 1 m et leur emplacement permet de présumer que ce dispositif était probablement complété par des trous supplémentaires de part et d'autre, mais dont la présence dans le blocage interne de la pile n'a pu être identifiée.



Fig. 11 – Voûtes de la pile ouest du double rampant des Tourillons à Craponne: **A**, vue du plan de naissance de la voûte sur le côté ouest de la pile ouest; **B**, départ de la voûte sur le côté est de la pile ouest, vue du nord-est; **C**, voûte et charge de maçonnerie établie au-dessus sur le côté est de la pile ouest, vue du nord; **D**, parement de l'arc de tête de la voûte du côté ouest de la pile ouest, vue du sud; **E**, parement de l'arc de tête d'un départ de voûte situé vers l'extrémité du rampant aval à l'est, vue vers le nord (clichés: D. Baldassari).

Les voûtes, construites en maçonnerie concrète (fig. 11, B et C), sont composées de moellons non taillés préférentiellement choisis pour leur forme allongée et leur faible épaisseur (7 à 10 cm). Ils sont placés de manière privilégiée sur l'intrados. La forme des moellons est, au demeurant, très hétérogène. L'épaisseur de la voûte est de 0,60 m. La charge disposée au-dessus des voûtes est assurée par un blocage de maçonnerie constitué de la même manière que le blocage interne des piles, cependant caractérisé par l'emploi de moellons de petits calibres sur les premiers lits au-dessus de l'extrados dans l'écoinçon (fig. 11, C). La mise en place de ce blocage est simultanée à la poursuite de la construction des parements latéraux et de le blocage interne de la pile. Sur le côté est,

le blocage s'élève à 1,87 m au-dessus du départ de la voûte dont le plan de naissance se situe à 295,78 m NGF. Sur le côté ouest, il s'élève à 1,85 m au-dessus du départ de la voûte dont le plan de naissance se situe à 295,73 m NGF (fig. 6 et 8).

Hormis trois moellons encore en place dans la voûte ouest sur le côté sud, les arcs de tête des voûtes de la pile ouest ne sont pas conservés (fig. 11, D). Les vestiges d'une pile du rampant aval, conservée dans une parcelle adjacente à l'est, présentent le départ d'une voûte dont le parement de l'arc de tête est encore conservé (fig. 11, E). Les moellons sont soigneusement parementés, équarris et choisis pour leur faible épaisseur, entre 8 et 12 cm, et leur longueur peut atteindre jusqu'à 0,50 m.

LES TROUS DE BOULIN ET L'ÉCHAFAUDAGE

Au total, une centaine de trous de boulin a été identifiée sur les faces des deux piles, dont 51 sont partiellement ou totalement conservés au nu du parement (fig. 6 à 8). Compte tenu du mode de construction, il s'agit sans exception de trous de boulin maçonnés selon la définition typologique établie par Nicolas Reveyron «[...] autrement dit obtenu par décalage des blocs dans une assise donnée» (Reveyron 1994, p. 81).

MISE EN ŒUVRE, DIMENSIONS ET PLANS

Les ouvertures des trous de boulin sont de forme quadrangulaire relativement régulière (fig. 10, B). Les appuis sont indifférenciés et ne tiennent pas compte des joints verticaux de l'assise inférieure. En parement, les moellons latéraux employés comme piédroits semblent, pour la plupart, choisis pour la régularité de leur face présentée vers l'intérieur du fourreau du trou de boulin, mais leurs dimensions et leur mode de pose ne sont pas différents de ceux des moellons de parement. Seuls les moellons employés en linteau sur le parement et en couverture dans la profondeur des fourreaux possèdent des dimensions supérieures aux moellons usuels. Leur longueur, comprise entre 0,24 à 0,44 m, se situe autour de 0,33 m en moyenne. Leur profondeur dans le parement et dans le blocage interne se situe entre 0,20 et 0,25 m. Les dimensions des 51 trous de boulin conservés au nu des parements sont relativement homogènes : les hauteurs sont comprises dans un intervalle de 9 à 20 cm, avec une moyenne de 14,40 cm, et les largeurs vont de 8 à 18 cm, pour une moyenne de 12,80 cm. Il s'agit sans exception de trous de boulin borgnes⁵ dont les longueurs des fourreaux sont, en revanche, moins homogènes, se situant à 56,70 cm en moyenne, mais comprises dans un intervalle de 0,25 à 0,79 m. La profondeur réelle, de même que la largeur, sont parfois réduites à des dimensions utiles inférieures, avec dans certains cas des saillies de pierres et des rétrécissements intérieurs amenant à des dimensions ou des profils inutilisables.

Dans la plupart des cas, les trous de boulin ont été ménagés perpendiculairement aux parements des piles, mais un petit nombre d'entre eux sont aussi orientés en biais.

ORGANISATION HORIZONTALE ET VERTICALE

Bien qu'elle n'ait pas pu être appréciée de manière égale sur toute la surface des parements, la répartition et l'organisation des trous de boulin semble relativement homogène et systématique avec, cependant, quelques exceptions.

Sur ses quatre faces, la pile orientale comporte sept niveaux comprenant généralement trois trous de boulin répartis horizontalement avec un entraxe moyen de 1,32 m compris entre 1,10 et 1,58 m (fig. 6 et 7). Les trous médians se situent approximativement à équidistance ($\pm 0,30$ m) des angles du parement. Les trous latéraux en sont distants de 0,82 m en moyenne. Pour la pile est, seule la face nord fait exception avec deux niveaux (parmi trois conservés) de seulement deux trous de boulin distants de 1,88 m.

L'horizontalité des niveaux est assez régulière avec une variation de l'altitude des appuis inférieure à 10 cm. La valeur de cette variation est équivalente entre toutes les faces de la pile. Le premier niveau de trous de boulin prend appui sur la double arase de briques à 1,71 m au-dessus de l'arase de la fondation. Les niveaux suivants se succèdent avec un écart moyen de 1,52 m de hauteur, à l'exception du dernier niveau, à 10,50 m du sol, séparé de seulement 1,36 m du niveau inférieur, mais à 1,46 m environ sous le plan d'arasement de la pile où aucun indice d'un niveau de trous de boulin n'a été décelé.

Sur ses quatre faces, la pile occidentale comporte elle aussi sept niveaux, comprenant chacun deux à trois trous de boulin répartis horizontalement (fig. 6 et 8). Jusqu'au plan de la naissance des voûtes, les petits côtés nord et sud possèdent quatre rangs de deux trous de boulin, dont l'entraxe moyen est de 1,70 m, chacun des trous se situant à 0,80 m en moyenne des arêtes verticales. La face sud – la mieux conservée des deux – comporte deux trous de boulin (TB5 et TB6) situés à environ 0,20 m sous le plan de naissance des voûtes (fig. 11, D) et à une altitude équivalente aux trous de logement des poutres d'entrait soutenant le cintre de la voûte à l'ouest (voir *supra*, p. 210). Un rang de trois trous de boulin est également conservé aux deux tiers de la hauteur de l'écoinçon. Sur les deux faces, au-dessus de l'écoinçon, l'élévation rétrécie de la pile comporte à nouveau un rang de deux trous de boulin distants de 1,37 m en moyenne et situés entre 0,60 et 0,80 m des arêtes verticales.

La face ouest comporte d'abord trois niveaux de deux trous de boulin possédant un entraxe moyen de 1,66 m. Un niveau de trois trous possédant un entraxe moyen de 1,49 m est situé à quelques dizaines de centimètres sous le plan de naissance de la voûte. Un dernier niveau de trois trous de boulin est conservé à 1,36 m au-dessus de l'arase de l'écoinçon. La face est, dont le parement et le blocage interne sont dégradés sur les six premiers mètres de l'élévation, comporte au moins un premier niveau de deux trous de boulin et deux niveaux de trois trous ménagés comme sur la face ouest, sous le plan de naissance de la voûte et au-dessus de l'arase de l'écoinçon. Dans ces deux niveaux, les entraxes sont inégaux avec deux trous distants d'environ 1,50 m et deux trous séparés d'environ 0,80 m. La distance aux angles du parement est, en revanche, relativement homogène, se situant entre 0,80 et 1 m.

L'horizontalité des niveaux est assez régulière avec une variation de l'altitude des appuis inférieure à 10 cm. La valeur de cette variation est également équivalente entre toutes les faces de la pile. Les premiers niveaux de trous de boulin se situent à 1,59 m au-dessus de l'arase de la fondation. Les niveaux suivants jusqu'au départ de la maçonnerie des voûtes se succèdent avec un écart moyen de 1,51 m de hauteur. Sur les faces sud et nord, les trois derniers niveaux se succèdent avec un écart moyen de 1,81 m de hauteur. Sur les côtés ouest et est, le dernier niveau se situe de part et d'autre à 1,36 m et 1,25 m au-dessus de l'arase de l'écoinçon.

Sur les faces des deux piles, l'organisation verticale des trous de boulin est globalement homogène et régulière. Une majorité s'organise en colonnes au sein desquelles l'écart entre les piédroits opposés de certains trous de boulin, distants de plusieurs mètres de hauteur, est compris entre 0 et 0,30 m. Les principales exceptions apparaissent sur la pile ouest, où la construction des voûtes intermédiaires et de la maçonnerie qui les surmonte a nécessité une adaptation de l'échafaudage et de ses ancrages aux parois verticales de l'édifice. Sur la face nord de la pile est, bien que celle-ci

5. La longueur du «trou borgne» est inférieure à l'épaisseur du mur contrairement au «trou traversant» qui possède une ouverture dans chaque parement du mur (Reveyron 1994, p. 93).

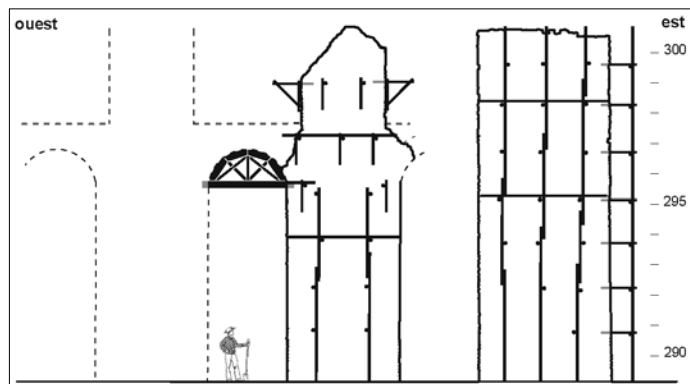


Fig. 12 – Schéma de principe de l'organisation de l'échafaudage encastré à un rang de perches et encastré en bascule autour des piles du double rampant des Tourillons à Craponne (DAO : D. Baldassari).

soit dégradée, deux niveaux de deux trous de boulin font exception alors qu'ils sont surplombés par un niveau qui en comporte vraisemblablement trois.

PLUSIEURS TYPES D'ÉCHAFFAUDAGES

L'organisation horizontale et verticale des trous de boulin est révélatrice des diverses solutions employées pour le montage des échafaudages nécessaires à la construction des piles de l'édifice des Tourillons. La présence et la typologie des trous de boulin borgnes ainsi que la régularité de leur alignement vertical manifeste la mise en œuvre généralisée d'un échafaudage encastré à un rang de perches⁶ (fig. 12). Toutefois, la présence sur la face nord de la pile est et sur la face ouest de la pile ouest de rangs de deux trous de boulin surmontés par un rang de trois trous tend à montrer l'utilisation d'une solution alternative avec des niveaux d'échafaudage à bascule⁷. C'est probablement aussi le cas pour la structuration de l'échafaudage sur les faces nord et sud de la pile ouest afin de permettre la construction des voûtes et la poursuite de l'élévation de la pile. La technique de construction des maçonneries en assises successives de matériaux en parement et dans le blocage interne a probablement exigé que les plateaux de l'échafaudage soient ininterrompus et praticables sur les quatre côtés des piles, impliquant un système de liaison et de soutien à leurs angles.

DATATION

En l'absence d'indices chronologiques tangibles, la datation de l'aqueduc de l'Yzeron a depuis longtemps et communément été située à l'époque augustéenne (Burdy 1991, p. 124). Cette hypothèse était fondée sur un argument de « simple bon sens » (Germain de Montauzan 1908, p. 21), suggérant que les constructions successives des aqueducs lyonnais et l'éloignement de leurs captages allaient de pair avec la croissance au fil des décennies de la

population de *Lugdunum* et des besoins en eau de la colonie. L'étude du bâti des deux piles des Tourillons apporte des données inédites à ce sujet avec la datation par radiocarbone de quatre échantillons⁸ de charbons piégés dans le mortier de construction. La corrélation des âges calibrés de ces échantillons couvre une période chronologique qui pourrait être située entre 0 et 20 apr. J.-C. De plus, cette coïncidence est renforcée par la datation attribuable aux briques de type SES-2 situées entre la période augustéenne et le milieu du 1^{er} s. apr. J.-C. et permet de consolider cette hypothèse chronologique que rien jusqu'à présent n'avait permis de discuter. Entre-temps, une fouille récente d'un tronçon en rapport avec l'arrivée de l'aqueduc à Lyon, rue du Point-du-Jour (Borlenghi, Coquidé, dans ce volume ; Motte, dans ce volume), a permis de mettre au jour deux tuyaux en bois dont l'analyse dendrochronologique fournit une datation de 3 apr. J.-C.

*

* *

Le chantier de consolidation et de restauration des deux piles centrales du double rampant des Tourillons de Craponne a représenté une rare occasion d'effectuer des observations et des relevés de cet édifice, jusqu'ici difficilement réalisables.

L'analyse des données acquises au cours de cette étude du bâti autorise à formuler deux affirmations. D'une part, les deux piles sont construites de manière semblable sans que rien ne puisse les différencier du point de vue des techniques et des matériaux mis en œuvre, à l'exception de la double arase de briques de la pile est. Cette première affirmation se vérifie également au travers de l'organisation du chantier de construction et de l'échafaudement dont la mise en place, perceptible par le biais de la répartition des trous de boulin, obéit à des règles semblables sur les deux piles. D'autre part, s'il est indéniable que la pile ouest a supporté deux voûtes, la parfaite homogénéité du parement de la face ouest de la pile orientale exclut que cette dernière, dans cet état, ait reçu la retombée d'une voûte. Ces deux affirmations apparaissent contradictoires. La première fait le constat de l'unité du chantier de construction de l'édifice, dont les différentes étapes se sont succédé avec l'application de techniques uniformes et la mise en œuvre de matériaux identiques. La seconde, quant à elle, impose de considérer l'incompatibilité structurelle des deux piles comme la preuve de plusieurs états de construction de l'édifice. Ce faisant, ces deux constatations sont peut-être conciliables en envisageant que l'uniformité de la construction – qui peut raisonnablement être située dans un temps relativement court – ne s'oppose pas nécessairement à ce que des modifications du projet architectural – « remords » de chantier, malfaçons ou reprises – aient pu avoir lieu (Dessales 2014 ; 2017, p. 84).

La construction des voûtes, dont les amorces étaient conservées sur les faces est et ouest de la pile occidentale, a nécessité l'utilisation de cintres dont la charpente était supportée par des poutres d'entrait prenant appui sur des opes ménagées dans la maçonnerie de la pile. Cette solution technique consistant à appuyer le cintre sur l'ouvrage en construction plutôt que sur le sol a très fréquemment

6. La stabilité de cette catégorie d'échafaudage est assurée grâce à son ancrage dans la maçonnerie par l'intermédiaire des boulines et à l'appui extérieur procuré par les perches verticales (Adam 2005, p. 87).

7. La plupart du temps, l'échafaudage en bascule est appuyé au parement par une échasse verticale et triangulé par un lien diagonal (Adam 2005, p. 88).

8. Centre de datation par le radiocarbone de Lyon ; codes laboratoire : Lyon-17174, âge ¹⁴C BP : 1980 ± 30, âge calibré : de 45 à 77 av./apr. J.-C. ; Lyon-17175, âge ¹⁴C BP : 2065 ± 30, âge calibré : de 171 à 2 av./apr. J.-C. ; Lyon-17176, âge ¹⁴C BP : 2050 ± 30, âge calibré : de 166 à 20 av./apr. J.-C. ; Lyon-17177, âge ¹⁴C BP : 1930 ± 30, âge calibré : de 4 à 131 apr. J.-C.

été choisie à l'époque romaine (Adam 2005, p. 189). Elle est attestée par les deux opes conservées sur la face ouest de la pile occidentale (fig. 8). L'absence d'opes destinées à cet effet sur la face ouest de la pile est, tout comme la parfaite homogénéité du parement, incitent à proposer que la pile ouest aurait appartenu à la première phase de construction de l'édifice, alors que la pile est aurait été reconstruite dans un second temps. Cette reconstruction aurait pu, par exemple, être imposée par un effondrement de la voûte consécutif à des malfaçons ou à son décintrement prématuré. Toutefois, un tel désordre aurait-il impliqué la reconstruction complète de la pile est ? Le raisonnement inverse inciterait à proposer que ce soit plutôt la pile ouest qui aurait pu être reconstruite. Dans ce cas de figure, les voûtes auraient été inachevées et seraient demeurées à l'état d'amorces. Si tant est que le départ d'une voûte en maçonnerie concrète puisse être bâti sans l'établissement d'un cintre.

S'il peut être interprété de manières différentes comme la maçonnerie de retombée d'une voûte ou le confortement de la pile, le placage contre une pile du rampant amont identifié par F. Gabut (1880) – relevé également plus récemment par L. Jeancolas (1986) – pourrait aussi constituer un témoignage de remaniements appliqués à l'édifice. En effet, les monuments romains ne sont pas dépourvus de défaut que leurs bâtisseurs eurent à corriger. C'est le cas, par exemple, des ponts des siphons de l'aqueduc du Gier, du Garon et de l'Yzeron, dont certaines piles élégies ont été bouchées, probablement peu de temps après leur construction, afin de contrecarrer des fragilisations imprévues (Burdy 1996, p. 262-265 ; Blanc, Danielou, dans ce volume). La double arase de briques de la pile orientale pourrait être également considérée comme un indice de la reconstruction de l'une des piles. Cependant, elle peut, à certains égards, être aussi envisagée comme un « remords » de chantier. Le recours aux arases d'une ou plusieurs assises de briques est une des caractéristiques des modes de construction de Lyon et de ses environs dès l'époque augustéenne et tout au long des I^{er} et II^e s. (Desbat 1992 ; Borlenghi 2015). Toutefois, ce mode de construction en *opus mixtum* s'entend par l'alternance sur le parement de rangs de briques et de l'appareillage de moellons, quelles qu'en soient ses caractéristiques. Dans la pile est, cette arase est placée à une hauteur de 1,30 m au-dessus du ressaut de la fondation, hauteur comparable à celle des épaulées des ouvrages aériens de l'aqueduc du Gier, comprise entre 1,20 et 1,40 m (Burdy 1996, p. 227). Le principe de l'alternance d'arases de briques était-il un parti pris initial très tôt abandonné au cours du chantier ? La présence de cette arase désigne-t-elle la spécificité de la pile est, au sommet de laquelle aurait été situé le réservoir commun aux deux siphons ? La présence de cette seule et unique double arase de briques est difficile à expliquer. L'examen du blocage interne des deux piles a montré que, malgré leur rareté, des fragments de briques étaient piégés dans les maçonneries tout au long de leur édification, incitant à penser que l'usage de la brique n'était pas totalement absent du chantier de construction.

Bien que la seconde affirmation soit incontestable, les deux départs de voûtes portés par la pile ouest encouragent à imaginer que le projet architectural comportait peut-être initialement l'entrecroisement des piles les plus hautes avec des voûtes en berceau. Cette conception se rencontre tout autant dans les seuls édifices

comparables de l'aqueduc d'Aspendos (voir *supra*, p. 200) que dans des ponts d'aqueducs, comme par exemple le pont de Oued Ielouine sur l'aqueduc de Cherchell (Algérie) ou le pont du Diable sur l'aqueduc de Tarragone (Espagne).

Les aqueducs de l'Yzeron et d'Aspendos sont les seuls ouvrages du monde romain pourvus d'un enchaînement de plusieurs siphons. Cependant, P. Kessener, dont les travaux ont été en particulier axés sur les aspects hydrauliques de l'aqueduc d'Aspendos (Kessener, Piras 1998 ; Kessener 2000 ; 2015), a montré que le choix de ces systèmes reposait sur des justifications différentes. Pour Aspendos, l'économie de moyens a imposé un tracé comprenant deux changements de direction, mais auxquels le conduit en pierre n'aurait pas résisté sous l'effet des coups de bélier provoqués par l'échappement brutal d'air au travers de fuites inévitables au niveau des joints de liaison des blocs le constituant (Kessener 2015, p. 42-50). Les deux tours élevées à l'emplacement de ces changements de direction à une hauteur permettant de conserver le gradient hydraulique du système supportaient des réservoirs ouverts à l'air libre permettant d'écarter cette faiblesse. Pour Craponne, le problème hydraulique était d'une autre nature. L'eau sous pression était conduite dans des tuyaux en plomb dont les propriétés offraient la capacité de supporter les changements de direction. Cependant, les contraintes topographiques et le choix du tracé imposaient, en partant du Tupinier à 311 m NGF, de parcourir la plaine du Grand Buisson située à 280 m NGF puis de franchir l'éminence des Tourillons culminant à 290 m NGF, avant de plonger dans le vallon du Charbonnières s'enfonçant à 195 m NGF, pour enfin déboucher au bord du plateau du Point-du-Jour à 272 m NGF. P. Kessener a montré que, dans le cas d'un siphon simple, la pénétration d'air dans la conduite sous pression était inévitable. Dans un double siphon, la formation et le piégeage de poches d'air en aval du point culminant auraient eu pour effet de ralentir, voire de stopper l'écoulement de l'eau dans le conduit. À Craponne, le réservoir permettait avant tout de libérer l'air qui aurait non pas détérioré le siphon, mais plutôt empêché son fonctionnement.

Bien que connu de longue date, le site n'avait jamais fait l'objet d'une étude soumise aux méthodes de l'archéologie. Si la justification et la fonction de l'édifice des Tourillons peuvent être appréciées à l'aune des sciences physiques. La restitution de sa morphologie architecturale s'avère plus délicate au regard des seules données acquises par cette opération d'archéologie du bâti.

Ce faisant, l'hypothèse d'une restitution pourrait d'une part, s'appuyer sur l'exemple de l'architecture des doubles rampants du triple siphon inversé de l'aqueduc d'Aspendos et d'autre part, réhabiliter l'hypothèse de F. Gabut (1880), dont il est délicat de remettre en cause les observations de l'édifice et de ses abords qu'il fit aux Tourillons à la fin du XIX^e s.

Restituer l'architecture du monument pourrait être possible par une étude élargie à l'intégralité des vestiges en sous-sol et en élévation, parmi lesquels au moins trois piles du rampant aval sont encore conservées dans une parcelle adjacente. De plus, cette réflexion gagnerait à être enrichie d'une étude étendue au fonctionnement et aux caractéristiques hydrauliques de l'aqueduc, dont la spécificité permettrait, par exemple, d'estimer la hauteur du réservoir commun aux deux siphons.

BIBLIOGRAPHIE

SIGLES ET ACRONYMES

RAE	Revue archéologique de l'Est.
SRA	Service régional de l'archéologie.

RÉFÉRENCES

- Adam J.-P. 2005** [4^e éd.] : *La construction romaine : matériaux et techniques*, Paris, Picard, 367 p.
- Baldassari D. 2021** : *Craponne (69), Les Tourillons, Voie Romaine*, RFO, Lyon, SRA Auvergne-Rhône-Alpes, Archeodunum, 170 p.
- Berger J. 1913** : Les Tourillons de Craponne et leur reconstitution, in *Supplément à La Construction lyonnaise : architecture, génie civil, travaux publics*, n° 4, 16 février 1914, 35^e année, tome 28, p. 208-211.
- Borlenghi A. 2015** : La technique en *opus (reticulatum) mixtum* de l'aqueduc du Gier à Lyon : un apport pour la détermination de sa chronologie ? in Borau L., Borlenghi A. (dir.), *Aquae ductus, Actualité de la recherche en France et en Espagne, Actes du colloque international de Toulouse, 15-16 février 2013*, Bordeaux, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à Aquitania, 33), p. 77-95.
- Burdy J. 1991** : *L'aqueduc romain de l'Yzeron. Département du Rhône. Comité du pré-inventaire des monuments et richesses artistiques*, Lyon, Conseil général du Rhône, 168 p.
- Burdy J. 1996** : *L'aqueduc romain du Gier. Département du Rhône. Comité du pré-inventaire des monuments et richesses artistiques*, Lyon, Conseil général du Rhône, 408 p.
- Burdy J. 2002** : *Les aqueducs romains de Lyon*, Lyon, Presses universitaires de Lyon, 204 p.
- Clément B. 2016** : *Construire à Lugdunum. Organisation, formes et évolution de l'architecture domestique (II^e av.-III^e apr. J.-C.)*, Thèse de doctorat, université Lumière Lyon 2, vol. I.
- Coquide C., Macabeo G. 2010** : Les aqueducs antiques de Lyon : l'apport de l'archéologie préventive (1991-2007), *RAE*, 59-2, p. 447-504.
- Desbat A. 1992** : Note sur l'apparition des constructions à arases de briques dans la région lyonnaise, *Gallia*, 49, p. 45-50.
- Dessales H. 2014** : L'architecture prise en défaut. Les malfaçons dans les bâtiments romains, in Bourdin S., Dubouloz J., Rosso E. (dir.), *Peupler et habiter l'Italie et le monde romain. Études d'histoire et d'archéologie offertes à Xavier Lafon*, Aix-en-Provence, Presses universitaires de Provence, p. 215-220.
- Dessales H. 2017** : L'archéologie de la construction. Une nouvelle approche de l'architecture romaine, *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 72-1, p. 75-94.
- Gabut F. 1880** : *Les eaux de Lyon sous les Romains*, Lyon, Imprimerie du Salut Public, 12 p.
- Gabut F. 1890** : Archéologie romaine, les aqueducs Lyonnais. Craponne, le monument des Tourillons restitué, *Revue du Lyonnais*, 5-9, p. 117-133.
- Germain de Montauzan C. 1908** : *Les aqueducs antiques de Lyon : étude comparée d'archéologie romaine*, Paris, E. Leroux, 439 p.
- Jeancolas L. 1986** : *Les aqueducs antiques de Lyon*, Paris, Presses universitaires de France (coll. Hors-série RA, 30), 104 p.
- Kessener P. 2000** : The aqueduct at Aspendos and its inverted siphon, *Journal of Roman Archaeology*, 13, p. 104-132.
- Kessener P. 2015** : Aspects of Roman water provision and related hydraulics, in Tamburino E., *Aquam Ducere. Proceedings of the Third International Summer School, Feltre, 22nd-26th August 2016, III : Water Management in Arid and Semiarid Climates in Roman Time*, Seren del Grappa, DBS edizioni, p. 31-52.
- Kessener P., Piras S. 1998** : The pressure line of the Aspendos aqueduct, *Adalya*, 2, p. 159-187.
- Lanckoroński K., Niemann G., Petersen E. (dir.) 1890** : *Städte Pamphyliens und Pisiadiens. I: Pamphylien*, Wien, Tempsky, 186 p.
- Lenoble M. 1996** : *Craponne, 41, rue des Aqueducs*, Document final de synthèse de sondage, Lyon, SRA Rhône-Alpes.
- Raverat A. 1887** : *Le nouveau pont d'Alaï et le Tourillon de Craponne (Recherches sur l'aqueduc de Saint-Bonnet)*, Lyon, imprimerie P. Mougins-Rusand, 42 p.
- Reveyron N. 1994** : Typologie, structure et implantation du trou de boulin dans son rapport à l'échafaudage médiéval, *Archéologie du Midi médiéval*, 12, p. 79-98.
- Steyert A. 1895** : *Nouvelle Histoire de Lyon et des provinces de Lyonnais, Forez, Beaujolais, Franc-Lyonnais et Dombes. I: Antiquité*, Lyon, Bernoux et Cumin éd., 614 p.
- Ward-Perkins J.-B. 1955** : The aqueduct of Aspendos, *Papers of the British School at Rome*, 23, p. 115-123.