

Observations sur un passage de Vitruve

In: Mélanges d'archéologie et d'histoire T. 22, 1902. pp. 439-467.

Citer ce document / Cite this document :

Dubois Ch. Observations sur un passage de Vitruve. In: Mélanges d'archéologie et d'histoire T. 22, 1902. pp. 439-467.

doi : 10.3406/mefr.1902.6289

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/mefr_0223-4874_1902_num_22_1_6289

OBSERVATIONS SUR UN PASSAGE DE VITRUVÉ

(LIB. V, CAP. XII) (1)

Les Romains furent, comme dans toutes les parties de l'architecture, des maîtres dans l'art des constructions maritimes. Malheureusement il nous est difficile d'apprécier les travaux qu'ils accomplirent sur des côtes peu favorables, en beaucoup d'endroits, à la navigation, et où les ports artificiels, suppléant à la rareté de bons ports naturels, ne peuvent être aménagés ni entretenus aisément. Exception faite pour quelques ports naturels excellents, Brindisi, les rades campaniennes de Naples et de Pouzzoles, le golfe de la Spezia, et certaines stations d'importance moindre, les Romains luttèrent partout contre de grandes difficultés : alluvions des fleuves, du Tibre qui ensablait Porto, de l'Arno, du Pô qui a fini par enterrer Ravenne — phénomènes comme celui des *spiagge sottili* sur les plages du Latium, qui a causé la ruine d'Antium et de Terracine — disposition du littoral mal protégé contre les vents ou pauvre en bons mouillages, comme c'est le cas pour les côtes de l'Adriatique sur presque toute leur longueur.

Les Romains durent donc attacher une particulière importance aux travaux maritimes ; et une étude d'ensemble, à la fois géographique et archéologique, des ruines des ports antiques de l'Italie, est encore à faire, ou plutôt à reprendre presque

(1) M. Hulot, pensionnaire à la Villa Medici, a dessiné les croquis explicatifs reproduits dans notre étude.

entièrement après le livre de G. di Fazio (1), déjà ancien, bon sur certains points et consciencieux, mais souvent aussi très inexact et devenu bien insuffisant. Nous nous proposons aujourd'hui d'examiner seulement le chapitre où Vitruve expose les méthodes employées pour les fondations des jetées. Il soulève des difficultés, que nous ne nous flattons point d'avoir toujours élucidées.

Vitruve distingue d'abord les ports naturellement bien situés, c'est-à-dire enfermés entre deux promontoires qui s'avancent en se recourbant l'un vers l'autre. Là il n'est point nécessaire de construire des jetées; il suffira d'aménager le port en construisant tout autour des portiques, des magasins, des chantiers, et à l'extrémité des promontoires on élèvera des tours, d'où l'on tendra des chaînes au moyen de machines. Connaissons-nous des exemples de ports importants, où les Romains n'aient pas construit de travaux de protection? Deux sont caractéristiques, celui de Brindisi, et celui du *Portus Pisanus*. Le port de Brindisi était merveilleusement abrité, et les digues construites par César de chaque côté des *fauces portus* furent entreprises pour des nécessités purement stratégiques (2). Loin d'être utiles au port, elles en causèrent l'ensablement. Comme ouvrages permanents, les Romains se contentèrent d'élever un phare dans l'île Barra, et probablement aussi un second phare à l'entrée des *fauces* conduisant au port intérieur (3). — L'exemple du *Portus Pisanus* est bien plus curieux. Rutilius le décrit ainsi: " Le rivage découvert est battu par le flot et exposé à tous les vents; il n'y a point de rade protégée par une digue, qui puisse écarter

(1) *Ricerche sul migliore sistema di costruzione de' porti* (1828).

(2) César, *Bellum Civile*, 1, 25.

(3) Pomp. Mela, II, 114. Cf. Hülsen, art. *Brundisium*, dans *Pauly. Real-Encyclopädie*.

les menaces d'Eole », (1). Une profonde barrière d'algues protégeait le port, et brisait la violence des vagues. On ne peut apprécier l'exactitude de Rutilius, car, depuis l'époque antique, la configuration du rivage est complètement modifiée. Suivant Targioni-Tozzetti et O. Müller, le *Portus Pisanus* se trouvait dans une baie profonde qui s'étendait au nord de Livourne jusqu'à l'embouchure actuelle du Calambrone, et qui a été comblée peu à peu par les alluvions de l'Arno et du Serchio (2); selon Dennis, il aurait été un peu plus au sud, là où est maintenant Livourne (3). Où qu'il fût exactement situé, il était protégé non seulement par des lits d'algues, mais aussi par des bancs de sable; des bas-fonds de ce genre, *secchie*, protègent aujourd'hui le port de Vada sur la côte tyrrhénienne; et les bas-fonds dits *Secchie della Meloria* étaient peut-être ceux qui protégeaient contre les vents traversiers de la côte l'ancien port des Pisans (4). L'exemple de Brindisi, qui rentre tout à fait dans le cas invoqué par Vitruve, celui du *Portus Pisanus* qui s'en écarte, nous prouvent également que, toutes les fois qu'une circonstance naturelle quelconque, comme les particularités de la côte tyrrhénienne devant Vada et Livourne, le permettait, les Romains faisaient l'économie de jetées, là même où, malgré tout, elles n'auraient pas été inutiles, comme dans l'emporium des Pisans, qui paraît avoir été assez important.

Lorsqu'ils jugeaient indispensables des constructions maritimes, ils procédaient de deux manières; ils élevaient leurs jetées

(1) Rutilius, *De Red.*, I, 531-540.

(2) O. Müller, *Les Etrusques*, I, p. 199 et 280.

(3) Dennis, *Cemet. of Etrur.*, I, p. 69.

(4) Cf. *Cenni monografici*, publiés par le ministère des Travaux publics d'Italie. *Porti*, 1878, p. 175: «... in luogo ove al presente è la darsena vecchia ed a poca distanza da un seno di mare difeso dai venti traversieri della costa dalle secchie della Meloria, il qual seno costituiva l'antico Porto Pisano ».

ou bien sur des amas de roches, *aggeres*, ou bien sur des fondations en maçonnerie, *structuræ*. Vitruve indique seulement d'un mot le premier procédé; il ne le décrit pas. C'est qu'il lui paraissait trop simple; et d'ailleurs il fut peu employé par les Romains: nous en verrons plus loin la raison. La jetée d'un seul port antique d'Italie, celle de Terracine, fut bâtie sur un enrochement de gros blocs naturels, qui soutenaient, outre des quais, des brise-lames en maçonnerie. Mais ne nous y trompons pas. L'enrochement ne date pas du temps de la construction du port sous les Antonins; il appartenait à un établissement beaucoup plus ancien, œuvre des vieilles populations maritimes de cette partie du Latium, des Anxurnates (1). Les Romains en rasèrent la partie supérieure, et firent un lit de maçonnerie en calcaire; ayant ainsi obtenu une surface plane, ils bâtirent par dessus une digue pleine. Le môle de Terracine est unique dans son genre; et les Romains l'auraient sans aucun doute édifié suivant un système différent, s'ils n'avaient pas dû tenir compte des ruines d'un port déjà existant.

Le port de Civita-Vecchia a conservé à peu de chose près son antique disposition; mais primitivement il n'eut pas d'enrochement, comme l'a cru G. di Fazio (2). Celui-ci s'est laissé tromper par un texte de Pline le Jeune qui écrit, en parlant du port de Centum Celle: Déjà sort de l'eau et apparaît la surface des roches, *saxeum dorsum*, qui brise la lame et la fait se dresser dans les airs. C'est un immense fracas; tout autour la mer mugit. On ajoute ensuite des piles aux rochers; avec le temps l'île semblera naturelle. G. di Fazio s'est figuré, d'après ce texte, que les môles (*braccia*) de Centum Celle furent construits de la manière suivante: ils étaient, dit-il, composés de

(1) La Blanchère, *Mélanges des Ecoles de Rome et d'Athènes*, I, p. 330.

(2) *Op. cit.*, *Nuove osservazioni*, p. 143-144.

pires soutenant des arches; et ces pires reposaient sur une plateforme de roches immergées pour diminuer la hauteur des fondations, entre l'espace qui séparait les différentes ouvertures du môle. En réalité, les choses ne se passèrent pas ainsi; la description de Pline ne peut légitimement s'appliquer qu'à une partie du port, à l'île élevée devant le chenal, à l'*antemurale*; si même il entre dans des détails aussi nombreux, c'est que cette façon de procéder lui paraît nouvelle, étrange; il l'oppose clairement à la méthode employée pour construire les môles. La digue de gauche, dit-il, est solidement bâtie; on travaille à celle de droite. Devant le chenal est une île, qu'on élève d'une manière remarquable; un navire apporte d'énormes rochers que l'on précipite au fond de l'eau, et qui forment une masse à laquelle on ajoute des constructions en maçonnerie (1). Les renseignements que nous avons sur la restauration du port de Civita Vecchia au temps des papes Sixte Quint et Urbain VIII confirment absolument le texte de Pline; il en ressort avec netteté que l'enrochement actuel du port ne date que de cette époque. L'inscription qui relate les travaux accomplis par Urbain VIII nous apprend qu'on a entièrement comblé d'immenses rochers et de diverses matières les vestiges à peine apparents des jetées antiques; au contraire, en ce qui concerne l'*antemurale*, on s'est contenté d'élargir un enrochement qui existait déjà (2).

(1) Voici le texte de Pline: «...sinistrum bracchium firmissimo opere munitum est; dextrum elaboratur. In ore portus insula adsurgit...; assurgit autem arte visenda: ingentia saxa latissima navis provehit; haec alia super alia deiecta ipso pondere manent, ac sensim quodam velut aggere construuntur. Eminent iam et apparet saxaeum dorsum...». Epist. VI, 31.

(2) Pour les môles: «priscae vestigia qua vix apparentia, qua penitus abolita, saxis ingentibus calce testaque comminuta ferruminatis implens;» — Pour l'insula: «ambitum latiori lapidum aggere firmavit». Texte dans Calisse, *Storia di Civita Vecchia*, p. 449. — Cf. aussi Ciacconio, cité par Calisse, p. 450: «Centumcellarum portum

Seule l'*isola* fut donc construite sur un enrochement : *aggere*. Mais aux roches on ajouta des *pilae*: *deinde saxis pilae adji- ciuntur*. Que faut-il entendre par *pilae*? et comment ces pilae sont-elles disposées par rapport au massif rocheux? En général une *pila* est un pilier, un pilastre soutenant une construction. Dans les travaux maritimes, c'est le pilier sur lequel repose l'arche d'une jetée discontinue; la jetée de Pouzzoles qui est construite ainsi, en manière de pont, est appelée dans des inscriptions *opus pilarum* (1), et Sénèque la désigne par ces mots : *pilis Putcolorum* (2). *Pila* est pris dans le même sens par Tite-Live: *locavit pilas pontis in Tiberim* (3). Le mot ne signifie donc pas simplement, quand il s'agit de travaux maritimes, toute espèce de digue ou de jetée, comme nous le lisons dans De Vit-Forcellini (4). — Mais *pila* peut encore avoir un autre sens, dont le premier, que nous venons d'indiquer, n'est qu'une dérivation ou un élargissement. Il signifie toute masse quadrangulaire ou rectangulaire plus ou moins grande, de pierre ou de construction. A Rome on appelait *pila Horatia* une stèle, une base (5); dans Cornelius Nepos. *pila* signifie nettement une stèle, ou une base honorifique (6). Enfin nous verrons tout à l'heure que dans notre chapitre de Vitruve les *pilae* sont des blocs rectangulaires de béton, nullement analogues aux piliers du môle

tam magna accessione auxit, ut recens conditus videatur. Nam aggerem maximum saxis ingentibus qui fluctus elidat portumque tutum efficiat, extruxit ».

(1) *C. I. L.*, X, 1640, 1641.

(2) Sénèque, *epist.* 77.

(3) 40, 51.

(4) *Ad verb.*, p. 671.

(5) Liv. I, 26, Denys, III, 22. — Richter, *Top. der Stadt Rom*, 2^e éd., p. 85.

(6) Corn. Nepos, *Alcib.*, IV: *exemplum* (d'une inscription) *in pila lapidea incisum esse positum in publico*.

de Pouzzoles, mais immergés pêle mêle pour servir de fondation à la jetée (1).

Ces définitions étant posées, que sont les pilae de l'antemurale à Civita Vecchia? Le doute est permis, car l'un ou l'autre sens est admissible. On peut admettre que les Romains prolongèrent de chaque côté le massif rocheux, formant centre, par quelques piliers soutenant des arches. Ils procédèrent peut-être de même quand ils élevèrent l'antemurale du port de Claude, bien que pour celui-ci le second sens soit préférable.

L'antemurale de Porto fut construit d'une manière un peu analogue. A l'entrée du port, dit Suétone (2), Claude fit élever un massif de maçonnerie. Pour l'établir plus solidement, on coula la galère qui avait servi à transporter d'Égypte le grand obélisque; ensuite on amoncela des piles, et l'on construisit le phare. — Le centre des fondations, constitué à Civita Vecchia par un enrochement, était donc à Porto constitué par un immense caisson, chargé et rempli de maçonnerie, et dans la circonstance le caisson était un grand navire. Pline, dans un passage qui complète celui de Suétone, nous raconte que le vaisseau qui apporta l'obélisque d'Égypte occupait une grande partie du côté gauche du port de Claude; il aurait été coulé bas, avec des masses considérables de pouzzolane, que le navire avait apportées de Pouzzoles (3). M. Lanciani a bien montré que Pline s'est trompé en affirmant que le navire fut coulé sous

(1) Dans Caton (R. r, 18, 7) *pila* signifie une masse, un bloc de bois servant à pilonner. — De même encore dans Martial, *pila* arrive à signifier simplement une grosse boule de savon. Epigr. XIV, 22, éd. Friedlander, p. 307. — Cf. plus loin le texte de Virgile: *saxea pila*...

(2) Suétone, *Claude*, 20: *ad introitum profundo jam salo, mole objecta, quam quo stabilius fundaret, navem ante demersit...; congestisque pilis, superposuit altissimam turrim.*

(3) Pline, *H. N.*, XVI, 40.

le môle gauche; il n'a pu être coulé que sous l'antemurale, et sur ce point Suétone a raison (1). Mais le renseignement de Pline, ainsi corrigé, nous permet de conclure que, par une application originale du système des fondations par caisson, on échoua devant le chenal une galère, pleine de béton de pouzzolane (2).

Par dessus on amoncela des piles (*congestisque pilis*). M. Lanciani interprète *pilis* par piliers supportant des arches. L'antemurale, dit-il, était ouvert à arcades (*traforato ad archi*) (3): " En examinant la médaille de Néron, où l'antemurale est représenté avec le phare, nous voyons que la base en est soutenue par trois piliers; d'autre part, Pline le Jeune nous décrit l'antemurale de Civita Vecchia comme percé par des arches „. Ce dernier point, comme nous l'avons noté plus haut, est au moins douteux. En ce qui concerne Porto, l'expression employée par Suétone rend probable l'hypothèse de blocs de béton immergés pêle mêle au-dessus du navire. Il se sert en effet du verbe *congerere*, amasser, amonceler; et ce verbe ne permet guère le doute, qu'autorisait le mot dont usait Pline le Jeune: *adjicere*. Il est vrai que l'examen de la médaille de Néron, qui offre une vue du port de Claude, semble conduire à une conclusion différente; l'antemurale, figuré avec le phare et la statue colossale de Neptune, repose sur quatre piliers, ou supports qui ont l'air de piliers; mais les arches n'y sont pas indiquées, comme elles le sont pour le môle droit (4). Si réel-

(1) Lanciani, *Ann. dell'Ist.*, 1868, p. 155.

(2) Il ne faut pas confondre cette méthode avec celle des fondations sur massif de béton, qui est la première indiquée par Vitruve. Selon la méthode de Vitruve une caisse sans fond est fichée dans le sol, et on y coule ensuite le béton; dans l'autre cas on emplit, avant de la jeter à la mer, une caisse à fond avec des roches ou de la maçonnerie dont le poids la fait enfoncer à mesure qu'on la charge.

(3) *Art. cit.*, p. 155.

(4) Reproduction dans Donaldson: *Architectura numismatica*, p. 332, pl. 89.

lement elles ont existé, il faut croire que Suétone a écrit : *congerere pilas*, dans un style très condensé pour : *congerere ruderationem, qua pila efficitur*.

Nous venons de passer en revue quelques-uns des procédés usités chez les Romains pour les fondations maritimes : enrochement à fond perdu (*insula* de Centumcelle); — échouage de caissons chargés de maçonnerie (application curieuse et originale pour l'*insula* de Porto) (1); enfin à Porto superposition de *pilae* (dans quelque sens qu'on prenne ici le mot) à une plate-forme composée d'un amoncellement de matériaux. Il nous reste maintenant à examiner les trois procédés indiqués par Vitruve : fondations sur massif de béton, coulé à même dans l'eau à l'intérieur d'une enceinte de madriers; — fondations par immersion de blocs de béton; — fondations par épuisement, catégorie dans laquelle rentrent, quand on bâtit sur un terrain compressible, les fondations sur pilotis.

Les fondations sur massif de béton sont les plus simples et les plus économiques. Elles permettent de construire rapidement des jetées fort étendues. Ce procédé, très employé par les Romains, n'a jamais cessé depuis lors d'être en usage chez les peuples méditerranéens qui disposaient de pouzzolane. La première condition est en effet d'avoir une chaux hydraulique, ou mieux encore de la pouzzolane, c'est-à-dire une substance qui, mélangée avec de la chaux grasse, donne des mortiers et permet de fabriquer des bétons, qui font prise rapidement sous l'eau et y deviennent aussi durs que la pierre. Les Romains avaient à leur disposition les gisements de Pouzzoles, d'où la pouzzolane était exportée dans toutes les parties du monde antique (2).

(1) Application ordinaire de cette méthode à Byzance. Cf. plus loin la note et le texte de Procope.

(2) L'exploitation de la pouzzolane fut un des principaux facteurs de la fortune commerciale de Pouzzoles. Pour la construction du port

On ne sait si les gisements qui existent au sud-ouest de Rome, depuis le Tibre jusqu'à Albano, étaient déjà connus et exploités au temps de Vitruve (1); en tout cas il recommande, comme étant la meilleure, la pouzzolane campanienne: " Il faut faire venir la poudre que l'on trouve dans les régions comprises entre Cumes et la promontoire de Minerve (*punta Campanella*, près de Sorrente) „ (2). Il est probable, nous le verrons plus loin, que les Romains connaissaient des mortiers hydrauliques dans lesquels n'entrait pas la pouzzolane. Mais ils préféraient les mortiers de pouzzolane, qui sont encore aujourd'hui les plus appréciés, à cause de leur plasticité, et à cause de la légèreté de la pouzzolane qui l'empêche d'avoir une vive tendance à se séparer de la chaux (3).

Vitruve ne nous donne qu'un renseignement bien bref sur les proportions où doit entrer la pouzzolane dans le béton: *isque misceatur uti in mortario duo ad unum respondeant*. Il ne s'agit ici que du mortier proprement dit; et l'expérience des Romains les avait amenés à mélanger la chaux et la pouzzolane dans les proportions qui sont encore habituelles dans la région campanienne: deux parties de pouzzolane pour une de chaux. Avec le mortier ils fabriquaient le béton: *caementis ex mortario materia mixta, quemadmodum supra scriptum est*. Les *caementa* sont les moëllons qui entraient dans la *caementicia structura* (*opus incertum* et *opus reticulatum*); mais il est évident que Vitruve entend ici par *caementa* des matériaux de moindre

d'Ostie, des navires en apportèrent des monceaux (Pline. *loc. cit.*), on en a retrouvé à Délos des amoncellements qui avaient été apportés de Pouzzoles.

(1) Cf. Texier, *Ports antiques situés à l'embouchure du Tibre*, p. 18.

(2) *Portetur pulvis a regionibus quae sunt a Cumis continuatae ad promuntorium Minervae.*

(3) Laroche, *Travaux maritimes*, p. 251.

dimension, de toutes petites pierres, telles qu'il en peut entrer dans le béton ou *rudratio* (1). A Pouzzoles, dans des réparations faites en bétonnage à la jetée, ces petites pierres, de tuf jaune de Pausilippe, avaient une dimension variant entre 0^m.05 et 0^m.07 (2). — La rapidité de la prise et la résistance de la maçonnerie à l'écrasement dépendent beaucoup des proportions du béton. Vitruve n'en parle pas, et ce qu'il dit ailleurs du bétonnage pour la pose des planchers ne peut valoir ici (3). On estime que le béton doit être aussi riche en mortier que possible, si l'on veut qu'il soit bien homogène et bien compact. « Il faudrait théoriquement que chaque pierre fût noyée dans une gangue assez épaisse » (4). Les constructions en béton du môle de Pouzzoles semblent avoir été faites d'après ce principe; le mortier y était très abondant, et chaque pierre était, à proprement parler, « noyée » dans une gangue épaisse.

Vitruve passe ensuite à la description de la caisse dans laquelle on versera le béton: *deinde tunc in eo loco qui definitus erit, arcue stipitibus robusteis et catenis inclusae in aquam demittendae destinandaeque firmiter*. Ce passage a été rendu d'une façon très inexacte par Perrault (5). *Arca* ne peut signifier ici qu'une caisse, une enceinte de madriers. Cependant, il a quelquefois en architecture un sens dérivé, très restreint; ainsi, dans Vitruve, il signifie ailleurs les chéneaux où coulent les eaux de pluie (6). Par analogie sans doute avec ce sens de chéneau, un chéneau étant une sorte de canal long et étroit,

(1) Cf. Blümner, *Technologie und Terminologie*, III, pp. 146, 161.

(2) Le tuf volcanique de Campanie était recherché pour composer les bétons de pouzzolane. Cf. Vitruve, II, 6.

(3) Vitruve, VII, 1.

(4) Laroche, *op. cit.*, p. 248.

(5) Vitruve, annoté par Perrault. Nouvelle édition revue, de Tardieu et Coussin. 1837.

(6) Vitruve, VI, 3, 2.

Perrault a entendu par *arca* une pièce de bois rainée, c'est-à-dire creusée par un canal propre à recevoir le tenon d'une autre pièce de bois. On commencerait donc par planter dans la mer ces poteaux rainés, et en remplirait ensuite l'entre-deux avec des planches. En particulier, Perrault entend par *catenae* des "pièces de bois mises en travers sur le bout d'en haut des poteaux rainés pour les lier ensemble". Cette explication méconnaît tout à fait le sens des termes employés par Vitruve. Que fait Perrault des *stipites*, à moins d'admettre que ce sont les planches que l'on glisse entre les rainures des *arcae*? Or *stipes* a un sens bien différent, celui de poteau planté en terre, suivant la définition de Festus (1). Quant aux *catenae*, Vitruve ne nous dit pas qu'elles sont mises en travers sur le bout des *arcae*, auquel cas il aurait employé quelque verbe comme *colligatae*; mais les *arcae* sont enfermées, *inclusae*, dans les *catenae*. Marini (2) a bien vu que l'enceinte n'était pas constituée par des planches, dans la ligne desquelles seraient plantés des pieux, mais seulement par ces pieux fichés les uns à côté des autres; pourtant il ne s'est pas bien rendu compte de ce qu'étaient les *catenae*. Il se les représente comme des lattes de bois clouées extérieurement sur les *stipites* et les maintenant. C'est là assurément un mode de liaison qui fut en usage chez les Romains. La tradition l'a conservé; aujourd'hui, à Rome, les mats d'échafaudage "se composent de petits madriers que des règles clouées retiennent en faisceau", (3). Mais souvent les lattes sont remplacées par des ligatures en cordes ou par des harts. Il semble que les *catenae*, dans notre passage, soient des harts, ou liens faits avec des brins de bois forts, mais souples, dont on augmente la flexibilité en les tordant un grand nombre de fois sur

(1) Cf. Forcellini-De Vit, *Ad verb.*

(2) Ed. de Marini, Rome, 1836, *ad loc.*

(3) Choisy, *L'art de bâtir chez les Romains*, p. 161.

eux-mêmes au moment de s'en servir. Vitruve appelle *catenae* des harts de cette sorte: c'est ce qu'on peut induire d'un passage où il enseigne à construire des plafonds en forme de voute avec des perches réunies entre elles, et suspendues aux combles par des liens de bois flexibles (1). Les harts s'attachaient à des clous de fer ou à des chevilles de bois enfoncées dans les madriers (2). Les caissons n'étant faits que de *catenae* (harts) et de *stipites* (madriers), il faut penser que les madriers étaient parfaitement équarris, de façon à ce qu'il n'y eût point d'issue au béton versé. C'est d'ailleurs là un mode de cloisonnage assez élémentaire, et dans la pratique les Romains ont dû recourir à des combinaisons plus savantes, et assurant plus de solidité aux caissons dans une eau agitée.

a. stipites

b. catenae. — c. destiniae ? — d. béton. — e. tube (supposé) pour verser le béton.

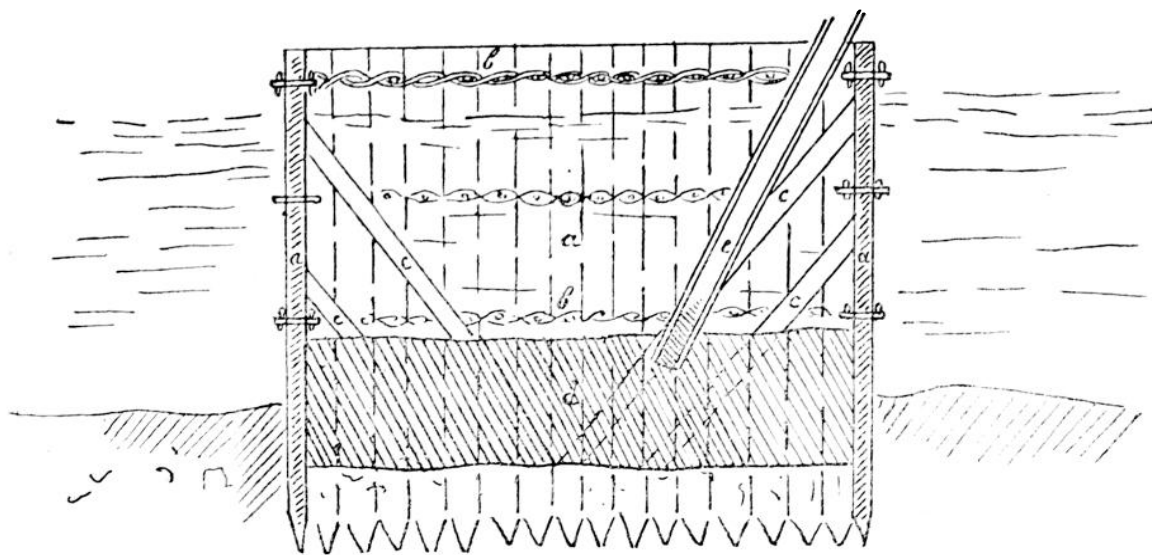


Fig. 1 (fondations sur massif de béton).

Une fois la caisse faite on l'immergeait, *demittendae*, et on l'assujétissait fortement "*destinandaeque firmiter*". Qu'étaient

(1) VII, 3 et Choisy, *loc. cit.*

(2) Vitruve, *loc. cit.*

les *destinae*? Le mot se rencontre rarement dans les auteurs latins; d'après les exemples que nous en avons il ne peut guère signifier que support, étau (1). Que les *destinae* aient en effet étayé les caissons, c'est ce qui ressort des paroles de Vitruve: *sin autem propter fluctus aut impetus aperti pelagi destinae arcae non potuerint continere*. On conçoit que dans une eau calme il y ait eu équilibre parfait entre l'intérieur du caisson et l'extérieur; mais dans une mer agitée le flot vient frapper et ébranler les parois extérieures, et il faut éviter que celles-ci ne s'inclinent ou ne se déplacent légèrement. L'usage des *destinae* paraît clair; leur disposition l'est moins. Vitruve nous dit seulement que dans les batardeaux on accumulait les sacs d'argile entre les *destinae* (2); ils étaient donc placés à l'intérieur des batardeaux. Ils l'étaient aussi à l'intérieur des caissons, dont ils soutenaient les parois en allant peut-être s'enfoncer obliquement dans le sol (3).

Avant de remplir le caisson, on égalise et on nettoie le sol compris dans l'espace ainsi délimité: *deinde intra ex transtillis inferior pars sub aqua exaequanda et purganda*. En effet on peut avoir affaire à un sol recouvert d'une légère couche de

(1) Cf. Augustin, 2, *Anim.*, 4, n. 8: *nonne si eam senserit labare fundamine, destinas quaerit, strues congerit, quibus imminentem possit ruinam sedulo diligenterque fulcire*. — Métaphoriquement Arnobe, 2, p. 92: *Atlantem... destinam caeli*. — Coripp. I, *Laud Justin.*, 18: *et Thomas Libycae mutantis destina terrae*.

(2) Cf. plus loin la description des batardeaux.

(3) Il est certain que, pour construire une certaine longueur de murs, on juxtaposait les caissons. Les *destinae* avaient-ils pour but de les relier et de les maintenir ensemble? Cette seconde explication s'accorderait avec le sens qu'a souvent *destinare*, attacher, lier (*falces laqueis destinare*. Caes. *B. G.* 7, 22; et Forcellini-de Vit. *ad verb*) et avec les mots: *non potuerint continere* (maintenir unis les caissons). Mais alors il devient extrêmement difficile d'interpréter les mots: *inter destinas creta, etc.*... (parag. 5), d'où il ressort que les *destinae* étaient à l'intérieur des batardeaux.

terrain meuble; il importe donc de draguer jusqu'à ce qu'on soit arrivé à un sol suffisamment incompressible. Cela est possible si la couche de terrain compressible ne dépasse pas un mètre ou deux; sinon il faudrait recourir, comme nous le verrons plus loin, à des fondations sur pilotis. C'est ce qu'exprime Vitruve par *purgare*. En outre, il faut rendre le sol bien égal. Cette précaution a pour but d'éviter les glissements possibles de la maçonnerie, sur les fonds marins qui vont toujours en pente plus ou moins rapide à mesure qu'on s'éloigne de la côte; à l'intérieur de chaque caisson on fait donc disparaître cette inégalité naturelle du sol. Comment y procédait-on? Vitruve est ici très obscur. Hübler et Valentin Rose lisent, d'après les manuscrits, *ex transtillis*. Ce mot a été expliqué très diversement: Perrault ne le traduit pas; Galiani comprend "*da sopra delle zatte* „ (1); Ortiz (2): "*desde algunos maderos que se atravesaran para ejecutarlo* „. Au point de vue de la latinité l'explication d'Ortiz est seule possible: les *transtilla* (3) seraient des poutres que l'on met en travers des caissons, sur lesquelles montent les ouvriers, et du haut desquelles ils égalisent le fond en le draguant. Elles auraient eu d'ailleurs une autre utilité très compréhensible, celle de maintenir à égale distance, en les réunissant, les parois du caisson, qui auraient eu une tendance à s'écartier par suite de la poussée exercée par le béton versé. — Marini a voulu voir dans les *transtilla* les instruments de dragage; il corrige le texte et lit: *ex rastellis*. Mais on peut objecter que *rastellus*, diminutif de l'instrument agricole *rastrum*, ne peut signifier que rateau ou hojau denté. Ce n'est pas un

(1) Cité par Marini, *ad loc.* — Rien ne prouve que *transtillum* soit une barque, *zatta*.

(2) Ed. de Jos. Ortiz y Sanz. Madrid, 1787, *ad loc.*

(3) Diminutif de *transtrum*, poutre.

instrument propre à draguer. D'ailleurs *ex* ne serait pas latin dans ce cas.

Quand le fond est nettoyé et égalisé, on verse le béton: *et caementis ex mortario materia mixta quemadmodum supra scriptum est ibi congerendum, donec compleatur structura spatium quod fuerit inter arcas*. Il a semblé à certains archéologues qu'on devait épuiser l'eau dans les caissons, avant de les emplir de maçonnerie (1). Mais pourquoi aurait-on vidé l'*arca*, alors que précisément on dispose de pouzzolane, dont la propriété est de faire durcir en très peu de temps sous l'eau le mortier où elle entre? Perrault l'a bien vu; néanmoins, dans la planche où il représente les ouvriers en train de verser le béton (2), il nous met sous les yeux une opération impossible: les ouvriers, dans des barques autour de l'enceinte, versent le béton à la surface de l'eau. Les anciens n'ont certainement pas procédé ainsi, à cause du délavage du béton. Le délavage est dû à ce que, par suite de la différence de densité, les matériaux composant le béton ont une tendance à se séparer; aussi évite-t-on la " chute libre du béton dans l'eau d'une hauteur appréciable „ (3). Il importe de le conduire immédiatement au fond; et les Romains avaient certainement trouvé quelque moyen pour l'immerger ainsi; peut-être se servaient-ils de conduits dont l'orifice inférieur était toujours engagé dans le béton (4).

(1) Anciens commentateurs cités par Perrault, et Saglio, *art. arca*, p. 364.

(2) Planche n° 62, fig. 1.

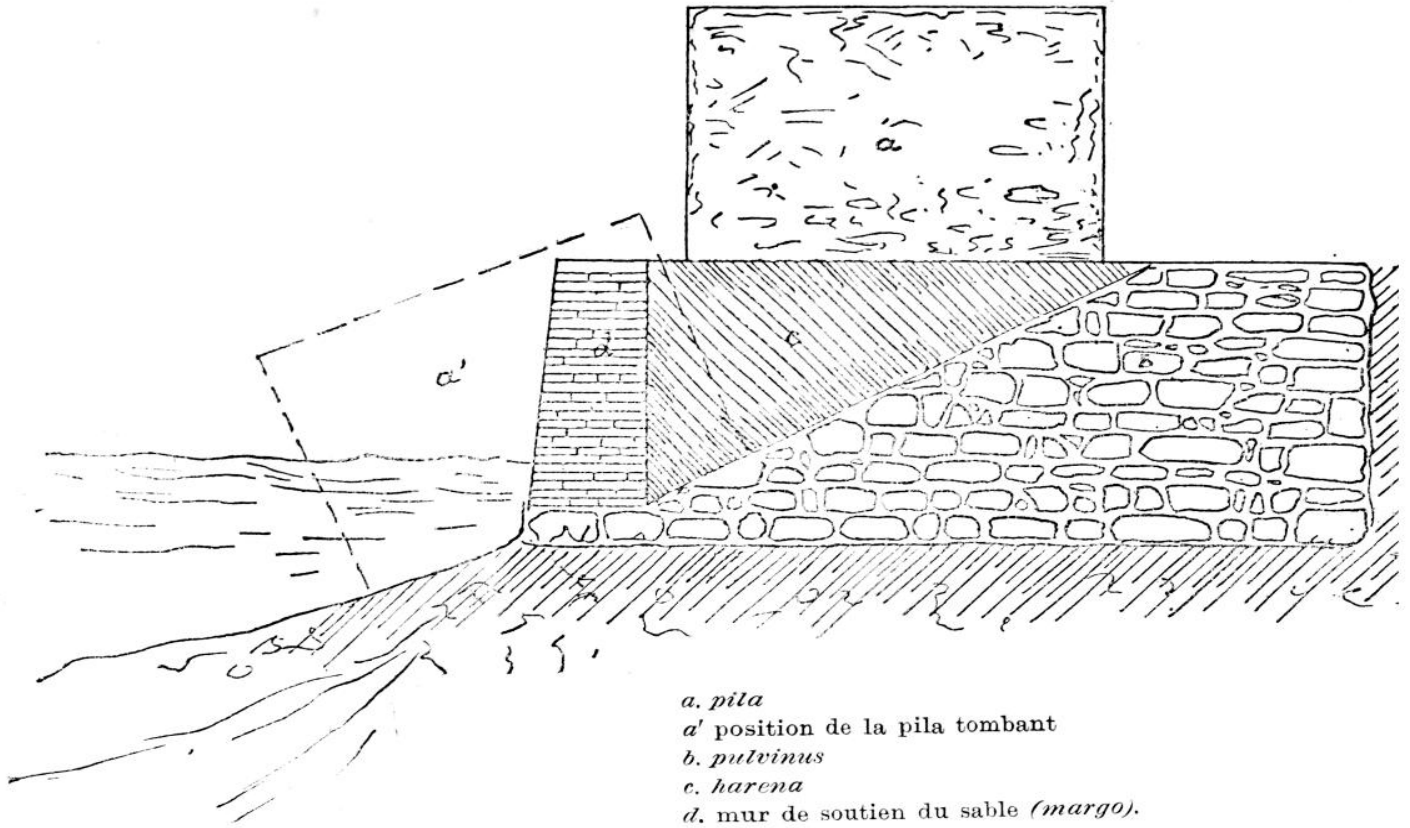
(3) Laroche, *op. cit.*, p. 251.

(4) Sur ces conduits et sur les caisses à parois mobiles servant à immerger le béton cf. Laroche, *id.*, p. 252. — Pour cette raison, il ne faut pas comprendre la phrase: «*ex mortario... congerendum*» immerger le béton en versant à même dans l'eau le contenu de l'auge. Bien que Vitruve n'en dise rien (sa description est très schématique) les Romains, dans la pratique, devaient se servir de quelque conduit dans le genre de celui qu'on voit sur la figure 1.

Le second système est celui des blocs de béton construits à sec et immergés ensuite. Cette méthode, dit Vitruve, est employée, quand, à cause des courants et de la violence du flot, les *destinae* ne peuvent soutenir les caissons. On procède alors ainsi: en prenant son point d'appui sur la terre ou sur la partie du quai déjà bâtie (*ab ipsa terra sive crepidine*), on construit le plus solidement qu'on peut un massif (*pulvinus*); la surface plane du *pulvinus* ne doit pas égaler tout-à-fait la moitié de la superficie totale; le reste, près du rivage, est en pente: *proclinatorum latus habeat*. Ensuite du côté de l'eau, et sur les côtés du massif, on construira des rebords (*margines*) d'un pied et demi, qui auront le même niveau que la surface plane du *pulvinus*; la partie en pente sera comblée de sable de façon à ce que le niveau soit établi avec les rebords et le reste du massif. Sur cette surface nivelée, on édifiera une pile de la grandeur fixée, et on la laissera sécher pendant deux mois. Alors on abattra les petits murs qui soutiennent le sable, et la pile tombera dans la mer. Toutes les fois que cela sera nécessaire, on pourra de cette façon avancer dans l'eau, *in aquam poterit esse progressus*.

Cette description de Vitruve est très nette, et pourtant soulève bien des difficultés. Une chose nous paraît certaine: *pila* ne signifie pas ici, comme dans l'inscription de Pouzzoles, un pilier soutenant les arches d'une jetée discontinue. Il est évident que des piliers de ce genre doivent être fondés avec le plus grand soin; or les piles, tombant à l'eau comme le décrit Vitruve (*pilae praecipitationem*), s'y placeront au hasard, d'une manière irrégulière, ne rappelant en rien l'assise perpendiculaire des *pilae* de Pouzzoles et de Porto. D'ailleurs, précipitées à mesure que la jetée avance, elles s'amoncelleront les unes à côté des autres, ne laissant pas entre elles d'espace pour les arches. Les différentes significations du mot *pila* que nous avons énumérées plus haut nous autorisent donc à entendre ici par *pilae* des

masses cubiques de béton, telles qu'on en fabrique et qu'on en immerge aujourd'hui.



a. pila
a' position de la pila tombant
b. pulvinus
c. harena
d. mur de soutien du sable (margo).

Fig. 2 (fondations par précipitation de la pila).

Bien que Vitruve ne dise pas de quelle matière elles sont construites, *struantur*, il faut les supposer en béton. Sinon, elles ne constitueraient pas une masse assez homogène pour ne pas se rompre, quand elles sont lancées à la mer. Ces blocs artificiels, très employés maintenant pour les fondations maritimes, doivent être construits très rapidement, afin que la cohésion entre les couches de béton frais soit la plus grande possible, et ils sont laissés sur le chantier pendant trois mois, avant d'être immergés, de façon à acquérir toute la solidité et toute la résistance désirables (1). Tel est le laps de temps fixé par

(1) Laroche, *op. cit.*, p. 249.

un ingénieur moderne; on voit que Vitruve pose à peu près la même règle, lorsqu'il réclame au moins deux mois, *ne minus duos menses*, pour que la pile ait le temps de sécher et de se solidifier.

La moyenne des blocs que l'on construit maintenant varie entre 10^{m³} et 30^{m³} (1); on peut admettre que l'expérience avait amené les Romains à ne pas la dépasser sensiblement. Mais alors se présente une difficulté: si chacun de ces blocs doit être construit au-dessus d'une esplanade de sable du genre de celle que décrit Vitruve, au lieu même du lancement, et si chacun doit sécher pendant deux mois, la construction de la digue exigera un temps indéfini. Aujourd'hui on ne construit rapidement une jetée par ce moyen, que parce que les blocs sont apportés en grand nombre, au fur et à mesure, à l'endroit du lancement. Les Romains n'avaient-ils donc pas des machines, *machinae tractoriae*, servant à décharger et à charger les navires, à soulever de grosses masses, pierres de taille, fûts de colonne, etc...? (2). Il semble qu'ils auraient pu soulever, grâce à elles, des blocs de béton d'une dimension moyenne de 10 à 15^{m³}, et les charger sur des pontons à plan incliné, d'où on les aurait immergés. Ils procédaient ainsi, à n'en pas douter, tant que les blocs pouvaient être soulevés; mais quand la masse était trop pesante pour la force de leurs machines, on devait la construire sur place. Ces *pilae* avaient donc des proportions considérables; les modernes en ont construit qui atteignent jusqu'à 50^{m³} (3); le passage de Vitruve laisse supposer que les Romains construisaient des blocs pouvant cuber de 50 à 60^{m³}; seule la masse exceptionnelle explique le mode de lancement.

(1) Id., p. 248.

(2) Description de ces machines dans Blümner, *op. cit.*, III, p. 111 et suiv.

(3) Pour le port d'Alger, cf. Reynaud. *Traité d'architecture*, p. 51.

Néanmoins, dans de grandes profondeurs d'eau, 15 à 20^m, le travail devait être très lent; pour l'accélérer, on commençait sans doute, dans la pratique, par amonceler une plate-forme en enrochements naturels, qui ne laissait plus une profondeur d'eau que d'une dizaine de mètres. En outre, sur le même *pulvinus*, on pouvait construire trois ou quatre blocs de front dans le sens de la largeur, deux dans le sens de la longueur de la jetée. Autour de ces énormes masses formant un noyau inébranlable et entre les vides existant entre elles on accumulait encore des roches ou des blocs de dimension plus restreinte. Ce n'est qu'à cette condition qu'on pouvait arriver, par cette méthode, à construire une jetée relativement vite. — De toutes manières le texte de Vitruve, en apparence clair, donne naissance à de sérieuses difficultés. Quant à la façon d'avancer dans la mer, elle est la suivante; à mesure que les blocs sont immergés, on construit au dessus la partie de la jetée qui est hors de l'eau, le quai (*crepido*); et c'est l'extrémité de ce quai qui toujours sert de *pulvinis*. Le premier *pulvinus* constitue à terre l'attache de la jetée (1).

(1) On trouve dans les auteurs anciens quelques allusions à ce système de construction des jetées. Cf. Virgile, *Aen.*, IX, v. 710: *qualis in Euboico Baiarum littore quondam | Saxca pila cadit, magnis quam molibus ante | Constructam ponto jaciunt*. Ce ne sont pas des blocs naturels, mais des masses de matériaux, cimentés (*magnis molibus constructam*) avant d'être jetés à la mer. Il ne s'agit pas ici du môle de Pouzzoles, bien qu'à la base des piles les Romains aient pu disposer des rochers pour empêcher l'affouillement. Les mots: *in E. B. l.*, nous ramènent à Baia. Benoist (éd. de Virgile, *Aen.* l. IX, p. 147) pense qu'il s'agit des fondations des maisons de campagne de Baia, qui « s'appuyaient sur des blocs jetés dans les flots ». Beloch (*Camp.*, p. 173) voit là une allusion à la restauration de la *Via Herculanea* par Agrippa, entre le lac Lucrin et la mer. Il est difficile de se prononcer. — Quand pour quelque raison ils n'employaient pas la première méthode indiquée par Vitruve, les anciens semblent avoir eu recours de préférence à la méthode par épuisement, ou à celle qui consistait à faire échouer des caissons en les chargeant de maçonnerie. Marini (éd. de Vitr.

La troisième méthode, beaucoup plus compréhensible, est celle de la fondation par épuisement entre des batardeaux. On construit à cet effet deux enceintes de madriers, *arcae duplices*, qui sont reliées entre elles par des ais: *reliatis tabulis et catenis conligatae*. Marini a compris par *tabulis* les planches qui forment l'enceinte des caissons, et par *catenis* les lattes qui les maintiennent (1). Or nous avons vu plus haut que les cloisons des caisses sont constituées par des madriers, *stipites*; elles sont, il est vrai, maintenues par des *catenae*, mais dans ce cas Vitruve emploie le participe *inclusae*. Ici, il se sert du verbe *conligare*, et il s'agit, semble-t-il, de tout autre chose, à savoir de liernes ou pièces de bois transversales qui reliaient, *colligant*, les deux parois parallèles des batardeaux et les maintiennent à égale distance, de telle sorte que la pression inévitable du garnissage en glaise ne les écarte pas. Aujourd'hui on relie par des liernes de ce genre les parois des batardeaux (2). Quant aux *catenae* ce

ad locum) dit que le port de Byzance fut construit par Justinien selon la seconde méthode de Vitruve. C'est une erreur. Les jetées de Byzance furent faites au moyen de caissons, que l'on amenait en place, et que l'on coulait les uns au-dessus des autres par la pesanteur des maçonneries dont on les remplissait. Cf. Procope: *Περὶ τῶν τοῦ δεσπότητος Ἰουστινιανοῦ κτισμάτων* I, 11. τὰς κισσοτάς (*arcas*) καλουμένας ἀκαθάρτους τε καὶ παρμεγέθεις πεποιημένους, ἀμφοτέρωθεν τε αὐτάς τῆς λίθου ἐπιπλεῖστον ἐγκαρσίας ἀπορριψάμενος, ἀεὶ τε τῶν προτέρων καθύπερθεν ἑτέρων ἐν τάξει ἐπιβάλλων ἐπιπέμενος. — Ici les caisses pleines de maçonnerie sont déposées les unes sur les autres en ordre et jointivement: ἐν τάξει. — Il y a beaucoup d'analogie entre cette dernière façon de procéder et la manière dont on dispose aujourd'hui des assises horizontales de blocs, superposés aussi jointivement que possible. Cf. Laroche, *op. cit.*, p. 388. Nous voyons que les architectes antiques connaissaient ce mode assez difficile de construction, soit qu'ils se servissent de blocs, *pilae*, placés régulièrement les uns au-dessus des autres, soit qu'ils se servissent de caisses remplies de maçonnerie (*κισσοτάς*), en tenant lieu, comme à Byzance.

(1) Voir la planche XCIX, n° 3.

(2) Cf. l'article « batardeau » dans la *Grande Encyclopedie*.

tardeaux, et qui relie entre elles les liernes. De cette manière, la solidité des batardeaux est parfaite, d'autant plus qu'ils sont encore étayés à l'intérieur par des *destinae*. A l'intérieur des batardeaux, (c'est-à-dire au milieu même des étais qui y sont placés, *inter destinas?*), on accumule des espèces de corbeilles pleines de terre argileuse: *creta in acronibus ex ulva palustri factis calcetur. Aero a*, selon les cas, le sens de sac ou de corbeille; ici c'est plutôt une corbeille flexible, à mailles serrées, faite d'une herbe des marais qui est probablement la typha. Nous savons par Palladius et par Pline comment on les fabriquait (1). Aujourd'hui, avant de lancer la terre glaise dans l'eau, on a soin de la battre avec les pieds sur une aire et de la transformer en espèces de pains compacts. Les *aerones* étaient précisément des paquets d'argile bien corroyée et enveloppée des feuilles entrelacées de la typha, qui en maintenaient fermement la masse lors du lancement. Quand l'argile immergée avait été pilonnée, et que toute infiltration à travers le batardeau était impossible, on épuisait l'eau dans le caisson au moyen de machines spéciales, que Vitruve appelle brièvement *cochleae, rotae* et *tympana*, et qu'il décrit dans son X^e livre (2). Suivant que la profondeur de l'eau était plus ou moins grande, on se servait de la *cochlea* qui puisait beaucoup d'eau, mais qui ne l'élevait pas très haut (3), du tympan ordinaire, dont les effets étaient les mêmes que ceux de la *cochlea*, et des tympanes à roues et à chaînes de sceaux, qui élevaient l'eau à une hauteur beaucoup plus considérable (4).

Avant de bâtir, on fouillera et on draguera le fond, jusqu'à ce qu'on arrive à une couche absolument incompressible

(1) Citations dans Blümner, I, p. 296.

(2) X, 9, 10, 11, 12.

(3) X, 11.

(4) X, 9.

du sol (*fodiantur... usque ad solidum*), et on remplira de béton la partie draguée en donnant à cette fondation l'empâtement

a. batardeaux. — *b.* *tabulae*, reliant les parois des batardeaux (*liernes*). — *c.* *catenae* ou harts reliant les liernes dans la sens de la longueur des batardeaux? — *d.* madriers (*stipites*). — *e.* *catenae* ou harts reliant les madriers. — *f.* corbeilles d'argile remplissant les batardeaux (*creta in cronibus*). — *g.* *fundamenta* en béton. — *h.* parement du mur en pierre de taille (*quadratum saxum*). — *i.* béton ou construction mêlée (*rudieratio sive structura*).

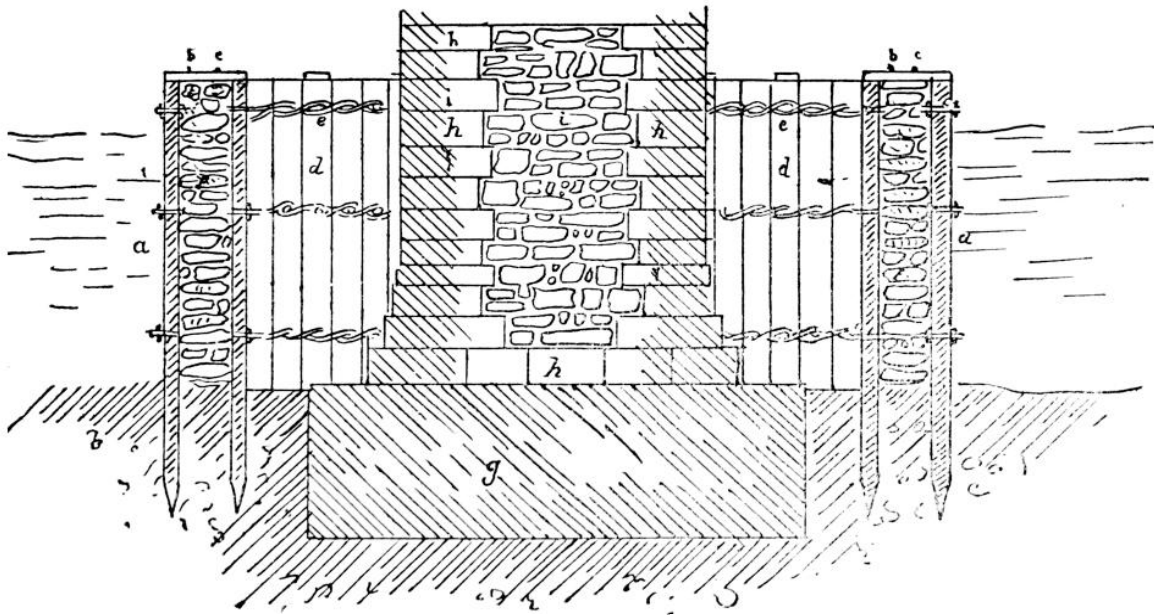


Fig. 3 (fondation à l'intérieur des batardeaux).

proportionné aux pressions exercées, *fundamenta... crassiora quam qui murus supra futurus erit* (1). Vitruve dit que le béton se composera de moellons, de chaux et de sable. Or il faut admettre que dans des fondations de ce genre, de même que pour le cimentage des pierres de taille sous l'eau, les Romains se servaient de mortiers plus ou moins hydrauliques, bien qu'ils ne contiennent pas de pouzzolane. La chaux n'est sans doute pas ici de la chaux grasse ordinaire (2).

(1) Sur cette nécessité de l'empâtement sur les terrains solides (ceux que Vitruve appelle ici *terrena*), cf. Reynaud, *op. cit.*, p. 128.

(2) Vitruve (II, 5) semble distinguer deux espèces de chaux: la chaux grasse faite avec le calcaire pur (*albo saxo*), et une chaux

Si le terrain est mou, on a recours à une fondation sur pilotis (*sin autem mollis locus erit*). C'est le cas des sables vaseux ou des fonds de vase (1). On a aujourd'hui l'habitude de charger le sol de pierres qui, en s'y enfonçant, en diminuent la compressibilité (2). Vitruve n'indique pas cette précaution que les Romains ne durent pas négliger dans la pratique; en revanche il recommande d'accumuler entre les pieux des charbons: *carbonibus compleatur*, et il renvoie à ce qu'il dit sur ce sujet dans son troisième livre (3). Or nous y lisons que quand on bâtit les fondations d'un temple sur pilotis, on remplit de charbons les intervalles des pieux. Même prescription, quand on bâtit un théâtre sur un terrain marécageux (4). Pourquoi cet emploi du charbon? Pline nous dit que les fondations du temple de Diane Ephésienne étaient assises sur des masses de charbon pilonné, *ne in lubrico atque instabili locarentur* (5). Ce texte laisse supposer qu'on n'établissait pas sur les pieux une plate-forme en charpente, suivant la pratique actuelle, mais que celle-ci était remplacée par un massif de charbon, où on asseyait directement la fondation (6). Quant aux pilotis ils devaient être en bois d'aune ou d'olivier (7).

Sur les fondations de béton dans le premier cas, sur les pilotis dans le second, on construit le môle. Les parements seront

faite avec des calcaires différents, qu'il appelle *silices*. Cf. sur le sens de *silices*, Blümner, *op. cit.*, III, 59, 63, et sur la solidité dans l'eau de certains mortiers antiques. Id., p. 108.

(1) Reynaud, *op. cit.*, pp. 129, 135.

(2) Laroche, *op. cit.*, p. 412.

(3) III, 4.

(4) V, 3.

(5) N. H., 36, 21, 1.

(6) Aujourd'hui on remplace aussi parfois la plate-forme en charpente par un massif de béton. Les Romains se servaient sans doute du charbon, à cause de sa rugosité, empêchant tout glissement.

(7) Recommandés encore dans le livre III, ch. 4.

en pierres de taille. Le centre sera en béton, ou en tel autre appareil que l'on préférera.

a. pilotis

b. couche de charbon.

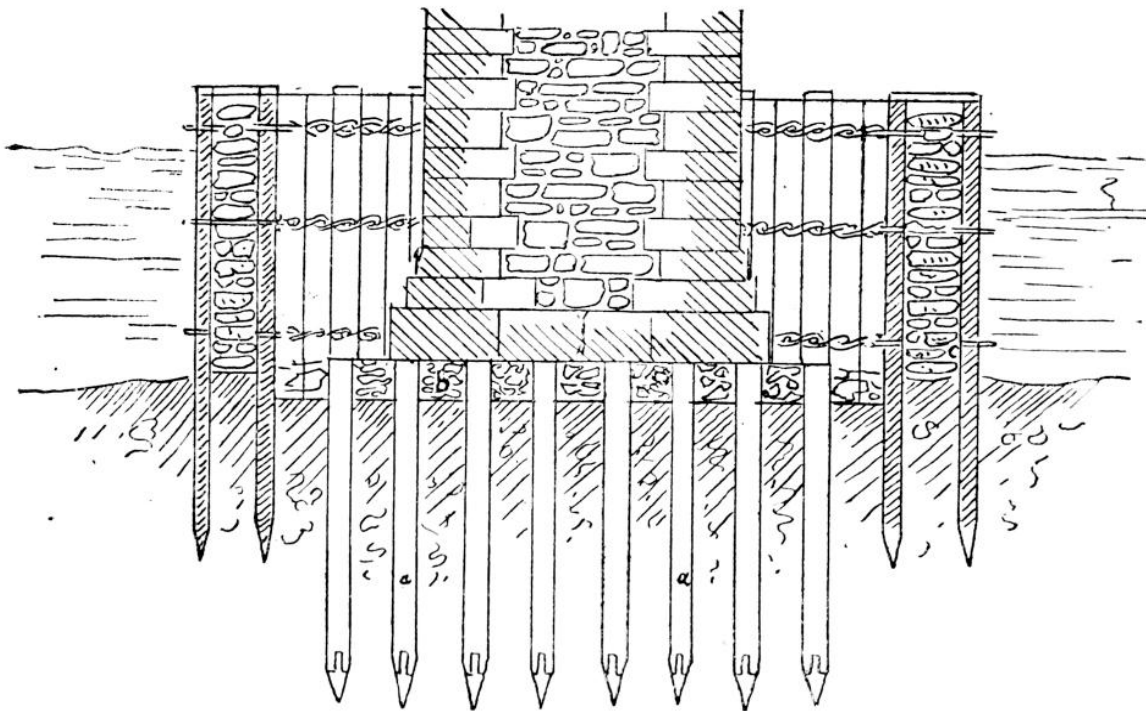


Fig. 4 (fondation sur pilotis dans les batardeaux).

Vitrue, dans le chapitre que nous venons d'étudier, ne s'occupe que des fondations des jetées. Il ne dit pas un mot des constructions qui dépassaient le niveau de l'eau; bien que les ruines observées à Pouzzoles, à Anzio, à Porto donneraient lieu à de nombreuses remarques, nous nous bornerons ici à quelques observations. Notons d'abord que par la méthode par enrochement et par immersion de blocs de béton, on ne pouvait construire que des jetées pleines. Or nous ne connaissons l'enrochement que pour les *antemuralia*, et pour la jetée préromaine de Terracine. Partout, à Anzio, Porto, Civita Vecchia, Pouzzoles, Misène, les Romains construisirent des jetées à arches, qui pou-

vaient être élevées soit par le premier, soit par le troisième procédé indiqué par Vitruve (1).

La pouzzolane avait été employée à profusion dans les bassins du port de Pouzzoles. « Si la ville de Pouzzoles, dit Strabon, est devenue un très grand emporium, c'est qu'elle a des ports artificiels excellents à cause de la qualité particulière de son sable (2) ». Les constructions en brique de la jetée de Pouzzoles descendent aujourd'hui à 2^m sous l'eau, par suite des affaissements du sol propres à cette partie des côtes italiennes; en outre les piles antiques ont disparu sous une jetée moderne, en cours de construction, et nous n'avons pu nous rendre compte de la nature des fondations. Mais G. di Fazio et Niccolini qui en ont observé les ruines nous disent que, sous les constructions en briques, les piles étaient coulées en béton de petites pierres de tuf et de mortier de pouzzolane (3). Il est donc probable que la première méthode de Vitruve fut employée à Pouzzoles. Au-dessus de ces fondations, qui atteignaient le niveau de l'eau,

(1) Sur la monnaie de Néron, où le port de Claude est figuré, seul le môle droit est à arches; sur l'autre on voit des portiques, un temple, etc.... M. Lanciani (*art. cit., loc. cit.*) en conclut que ce môle de gauche était continu. A vrai dire, cette disposition pourrait s'expliquer. Le vent de traverse dominant sur cette partie de la côte étant le *libeccio* (vent du sud-ouest), une jetée pleine à gauche aurait complètement protégé le port contre ce vent, et la jetée de droite, discontinue, aurait entretenu la circulation des eaux. — Mais le graveur, n'arrivant pas à représenter les deux môles dans leur état réel, a peut-être simplement réservé la figuration des arches pour la jetée droite, s'attachant, pour la jetée gauche, aux portiques et magasins. Ce n'est pas une raison pour que le môle droit n'eût pas de portiques (les ruines en ont été retrouvées), ni le môle gauche d'arches. Il ressort de l'ancienne description de Porto par Braun, que les deux jetées étaient discontinues (*muris veluti brachiis erat circumdatus [in quibus habitationes variae] in arcus exstructis*). Dans Corn. Meyer, *L'arte di restituire a Roma la traslasciata navigazione del suo Tevere*. Roma, 1685, pars II, fig. 2.

(2) Strabon, c. 215.

(3) Di Fazio, *op. cit.*, p. 115. — Niccolini, *Term. puteol.*, p. 66.

les Romains disposèrent des couches successives de béton, et de briques isolées les unes des autres dans la masse du mortier. Seules, les restaurations de l'époque des Antonins étaient en briques juxtaposées. On observait (et nous avons encore vu dans les portions non rasées du treizième *pilone*) des trous qui traversaient la maçonnerie en largeur, longueur et hauteur. Les uns étaient irrégulièrement espacés, d'autres étaient à des distances respectives de 1^m. Ces vides, dans l'épaisseur du mur, étaient occupés primitivement par la charpente de l'échafaudage, où travaillaient les ouvriers; les Romains, suivant leur habitude, laissèrent les poutres et les madriers enclavés dans la construction, de façon à consolider le mur, en en reliant ensemble les deux parements (1). Des vestiges de ce liaisonnage, formellement recommandé par Vitruve, existaient aussi dans les môles d'Anzio. Ceux-ci avaient été construits par la méthode d'épuisement à l'intérieur des batardeaux; c'est ce qu'on peut induire de la description de Fontana (2). Les distances entre les arches des môles variaient à Anzio entre 50 et 60^m; or, dans des murs aussi longs, Fontana n'a point remarqué les traces de l'armature des caissons juxtaposés, traces qui auraient subsisté, si la première méthode de Vitruve avait été employée; les murs étaient continus et absolument compacts d'une ouverture à l'autre. En outre Fontana a observé sous l'eau des constructions en pierres de taille, qui ne pouvaient se faire qu'à l'intérieur de batardeaux.

Vitruve ne nous donne aucun éclaircissement sur la pratique constante des Romains de bâtir des jetées discontinues. Cette pratique s'explique par les conditions géographiques des ports italiens, qui s'ensablent facilement (3). Les jetées pleines,

(1) Choisy, *op. cit.*, p. 25-26. -- Vitruve, I, 5.

(2) Fontana, *Antio e sue antichità*, 1710, p. 26.

(3) Vitruve se contente de faire une brève allusion au voisinage des ileuves à alluvions (*si nullum flumen in his locis impedierit*) V. 12.

si elles arrêtent l'ensablement pendant quelque temps, l'accroissent ensuite dans des proportions considérables. Ce fait, maintes fois constaté, est naturel. " Les alluvions arrêtées par la jetée, en s'accumulant dans l'angle de l'enracinement, doivent finir par atteindre et dépasser le musoir „ et " viennent se cantonner dans l'enceinte abritée du port dont elles comblent les profondeurs „ (1). Les jetées discontinues des Romains permettaient au sable de traverser le port sans s'y arrêter, au moins sans le combler (2). Elles n'en auraient pas empêché à la longue l'ensablement, mais elles le retardaient, le diminuaient, et rendaient plus facile l'entretien et le curage des bassins. De plus les lames, en battant contre les piles et en retombant à leur pied, déterminaient un ressac, qui mettait en suspension les alluvions, et celles-ci étaient alors entraînées plus aisément par les courants (3). Il est vrai que ces avantages étaient balancés par l'inconvénient d'avoir à l'intérieur du port un calme moins absolu; mais les Romains y paraient par des dispositions spéciales. Ou bien ils espaciaient beaucoup les ouvertures de la jetée, comme à Anzio, et les faisaient assez petites pour que l'agitation extérieure ne se propageât guère dans le port; ou bien, ils les opposaient obliquement au vent dominant qui, loin de s'y engouffrer, s'y brisait (4); ou bien encore ils avaient adopté un troisième système, comme à Misène, et dans les avant-ports de Pouzzoles (5). Là les *pilae* soutenaient deux jetées discontinues, voisines et parallèles, mais construites de telle sorte que les ouvertures de la jetée extérieure fissent face aux piles de la jetée intérieure, et récipro-

(1) Laroche, *op. cit.*, p. 321.

(2) Id., 325.

(3) Cf. l'explication du phénomène dans Laroche, p. 326.

(4) A Anzio aussi (cf. Fontana, p. 27).


(5) Situés au pied du *Castello*

quement (1). Dans cette espèce de canal mourait l'agitation du dehors, et un calme presque absolu régnait dans les bassins du port.

Vitruve termine son chapitre en faisant allusion aux phares, aux *navalia*, de même qu'au début il dit un mot des portiques, des magasins. Mais nous entrerions ici dans l'étude de l'aménagement du port, et nous sortirions des limites que nous nous sommes fixées.

CH. DUBOIS.

(1) Di Fazio, *Cenno de' porti antichi scoperti nel lido di Pozzuoli*, 1834, p. 33-38.



L'École vient de perdre un de ses plus anciens membres dans la personne de M. Eugène Müntz, membre de l'Institut, bibliothécaire de l'École des Beaux-Arts, décédé à Paris le 30 octobre 1902. Dans le prochain fascicule des *Mélanges* il sera publié une notice biographique avec une bibliographie complète de ce fécond érudit. Mais nous ne pouvons attendre jusque là pour témoigner des regrets que nous a causés sa perte.

L. D.