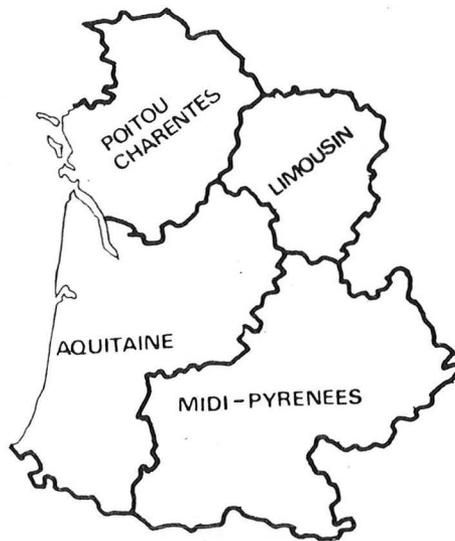


AQVITANIA

TOME 6
1988

UNE REVUE INTER-RÉGIONALE
D'ARCHÉOLOGIE



EDITIONS DE LA FEDERATION AQVITANIA

SOMMAIRE

D. BARRAUD (sous la direction de). — <i>Le site de "la France" : origines et évolution urbaine de Bordeaux antique.</i>	3
P. AUPERT. — <i>Les thermes de Sanxay (Vienne).</i>	61
J.-P. LOUSTAUD. — <i>Les thermes de la Place des Jacobins à Limoges.</i>	81
J. LAPART. — <i>Inscriptions et sculptures romaines récemment découvertes à Auch.</i>	125
R. SABLAYROLLES. — <i>La pompe romaine de Périgueux.</i>	141
F. BERTHAULT. — <i>Amphore à fond plat et vignoble à Bordeaux au premier siècle de notre ère.</i>	157
J.-P. BOST, G. FABRE. — <i>L'inscription d'Hasparren.</i>	167
 NOTES ET DOCUMENTS	
B. CAUJET. — <i>La mine d'or antique des Fouilloux (Jumilhac, Dordogne) : les premiers résultats de la fouille.</i>	181
F. BERTHAULT, † B. WATIER. — <i>Les amphores romaines du musée de Libourne.</i>	191
C. COSTEDOAT. — <i>Les marbres pyrénéens de l'Antiquité ; éléments d'enquête pour de nouvelles recherches.</i>	197
J.-M. DESBORDES. — <i>Note sur des céramiques médiévales à Solignac (Haute-Vienne).</i>	205

Ce numéro a été publié avec le concours financier du Ministère de la Culture, Direction du Patrimoine, Sous-Direction de l'Archéologie, du Centre National de la Recherche Scientifique, de l'Université de Bordeaux III et de l'Association des Archéologues de Poitou-Charentes.

Adresser tout ce qui concerne la Revue (*secrétariat de la rédaction, édition, diffusion*) à la Fédération Aquitania, 6 bis cours de Gourgue, 33074 Bordeaux-cedex. Téléphone : 56 51 39 06 poste 302.

Prix et mode de paiement :

Règlement (*à joindre obligatoirement au bulletin de commande*) par chèque bancaire ou postal à l'ordre de la Fédération Aquitania.

Le Tome 1 (1983), le Tome 2 (1984), le Tome 3 (1985), le Tome 4 (1986), le Tome 5 (1987), le Supplément 1 (1986) et le Supplément 3 (1988) sont disponibles à la Fédération Aquitania.

Tome 1 : 140 F Franco. Tome 5 : 170 F Franco.

Tome 2 : 170 F Franco. Supplément 1 : *Actes du VIII^e colloque du les Ages du Fer*, 350 F Franco.

Tome 3 : 170 F Franco. Supplément 3 : *Les fouilles de "Ma Maison", Etudes sur Saintes antique*, 250 F Franco.

Tome 4 : 170 F Franco.

Couverture :
Maquette des Thermes de Limoges
Réalisation : Jean-Pierre LOUSTAUD
Photo : Jean MARQUAIRE

Robert SABLAYROLLES
avec la collaboration de Marc LACOUR

LA POMPE ROMAINE DE PERIGUEUX

Résumé : En 1975, à Périgueux, la fouille d'un puits comblé au II^e siècle de notre ère permit de découvrir les restes d'une pompe en bois de chêne : furent mis au jour le corps de la pompe, un des pistons et le tuyau de refoulement. La pompe servait probablement à monter l'eau du puits avant d'être jetée, hors d'usage, parmi les matériaux qui comblèrent celui-ci. Identique en son principe à la machine de Ctésibius décrite par Vitruve, cette pompe foulante à deux cylindres présente des aménagements originaux, dus à l'utilisation du bois comme matériau de construction ou à l'habileté technique des artisans. Son parfait état de conservation lui donne une place de choix dans la série peu nombreuse des pompes en bois de l'époque romaine.

Abstract : In 1975, when excavating at Périgueux a well filled up at the end of the 2nd Century A. D., archaeologists discovered the remains of a wooden pump carved in oak : the body of the pump, one of the pistons and the drawing pipe were brought to light. The pump was probably used to lift up water from the well and then, when out of use, thrown away among the rubble which filled the well. Its working principle is identical to that of the Ctesibian machine described by Vitruvius, but this two cylinder force pump presents unusual features, due to the use of wood as material or to the craftsmen's technical skill. Its perfect conservation secures for it a prominent place among the very few wooden force pumps of Roman date that have come down to us.

La fouille d'un puits dans la *domus* des Bouquets, à Périgueux, permit, en 1975, la découverte d'une pompe en bois prise dans une masse de déblais qui constituait le comblement du puits¹. Les restes de cette pompe furent traités et restaurés au Centre d'Etude et de Traitement des Bois Gorgés d'Eau de Grenoble. La pompe restaurée et remontée est aujourd'hui exposée au Musée du Périgord à Périgueux.

1. Conditions de la découverte

Le puits d'où fut retirée la pompe avait une profondeur de 8,20 m ; la partie supérieure (4,50 m à partir de la margelle) était maçonnée en pierres sèches, la partie inférieure (de 4,50 m à 8,20 m) était creusée dans le banc rocheux. Au fond du puits, furent découverts les fragments de plusieurs cruches à bec trilobé, toutes du même type. Ces

Robert Sablayrolles, Université de Toulouse-Le Mirail.

1. La fouille du puits, commencée en 1972 par M. P. Sicouly, fut terminée en août 1975 par MM. P. Sicouly, P. Régaldo-Saint Blancard, J.-L. Gabillat, A. Poli et M. Gauthier. La pompe fut découverte et exhumée lors de cette dernière campagne. Elle fit l'objet, avant sa restauration à Grenoble au CETBGE, d'une étude préliminaire de M. Lacour, alors objecteur de conscience employé à la Direction des Antiquités d'Aquitaine. Les notes de M. Lacour et certains de ses dessins (restitutions) ont été utilisés pour le présent article ainsi que les notes des fouilleurs, communiquées par la Direction des Antiquités. La documentation a été complétée par les remarquables dessins effectués par M. P. Mille au CETBGE de Grenoble. Les clichés ont été pris sur le chantier, lors de la découverte des pièces de la pompe.

différents récipients ont pu être reconstitués, ils étaient donc tombés dans le puits à une époque où celui-ci était encore en service. Un fragment de sigillée gallo-romaine de Lezoux constitue le témoin chronologique le plus récent découvert à ce niveau : la forme du vase (Drag. 37), l'atelier d'origine (Lezoux), les thèmes et l'organisation du décor permettent de dater le tesson de la fin du II^e siècle de n. è.² Plusieurs ossements d'animaux furent dégagés à ce niveau, parmi lesquels un crâne de bovidé. Un grand nombre de *tegulae* et d'*imbrices* mêlées à des fragments de mortier et de bois recouvraient cet ensemble (niveau : 7,80 m sous la margelle du puits). Toute la partie supérieure du puits était comblée d'un remblai homogène, qui comprenait des blocs de petit appareil, du mortier désagrégé, du sable et quelques objets épars. La pompe, partiellement montée puisque le tuyau de refoulement était encastré dans le corps, était prise dans ce remblai. Elle n'était donc pas en place mais avait été jetée avec le matériau de comblement. Le tesson de Lezoux fournit un *terminus a quo* : à la fin du II^e siècle ou au début du III^e siècle de notre ère, le puits cessa d'être utilisé. Les débris animaux découverts dans le fond prouvent qu'il servit quelque temps de dépotoir. La strate de *tegulae* et d'*imbrices* correspond peut-être à l'effondrement dans le puits d'un toit couvrant la margelle. Le puits fut ensuite comblé et la pompe jetée avec le matériau de comblement.

2. Description des éléments découverts

2.1 Le corps de la pompe (fig. 1 à 5)

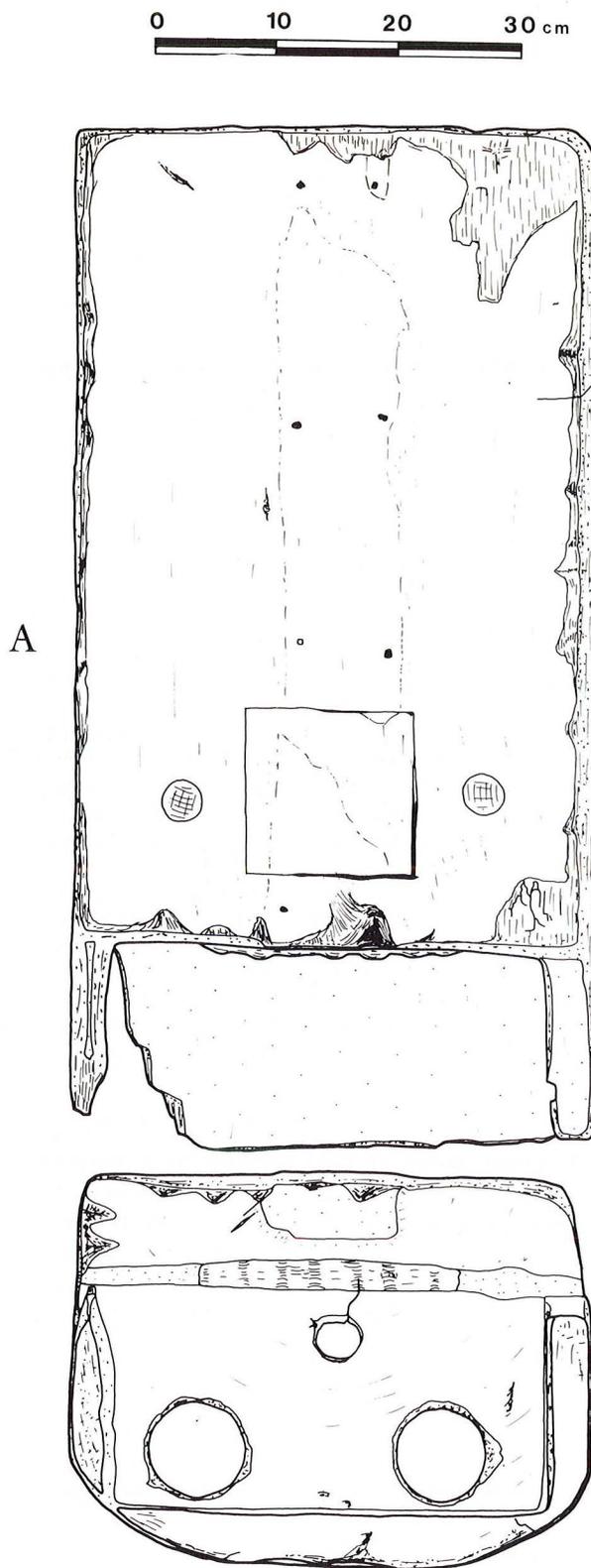
Le corps de la pompe était constitué d'un bloc en bois de chêne (H. : 0,82 m ; L. : 0,42 m ; l. : 0,33 m) à l'intérieur duquel avaient été creusés les différents éléments constitutifs de la pompe : cylindres, tuyaux de sortie des cylindres, chambre de refoulement, tuyau de refoulement, tuyau de vidange.

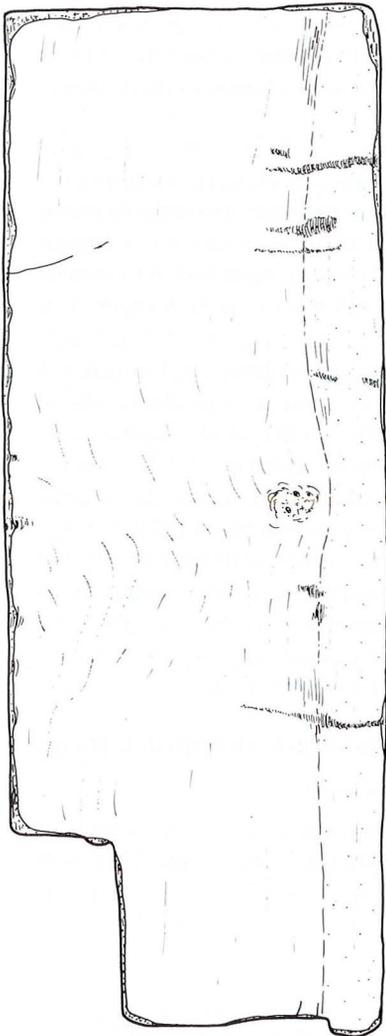
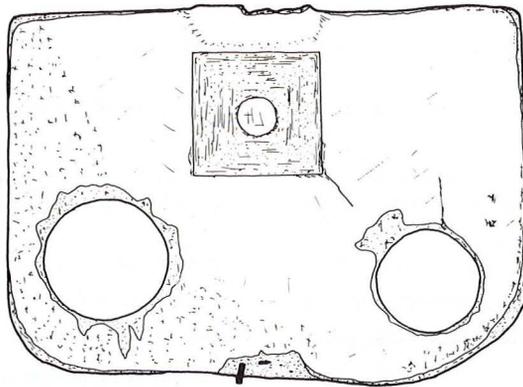
La base du bloc était complètement évidée sur une hauteur de 0,165 m ; cet évidement laissait subsister sur trois côtés (faces latérales et face antérieure du corps) une paroi de 0,039 m d'épaisseur maxima (fig. 1 B et fig. 3). Sur

2. Ces conclusions sont celles que fournit le cahier de fouilles de la *domus* des Bouquets (Etude de J.-L. Tobie).

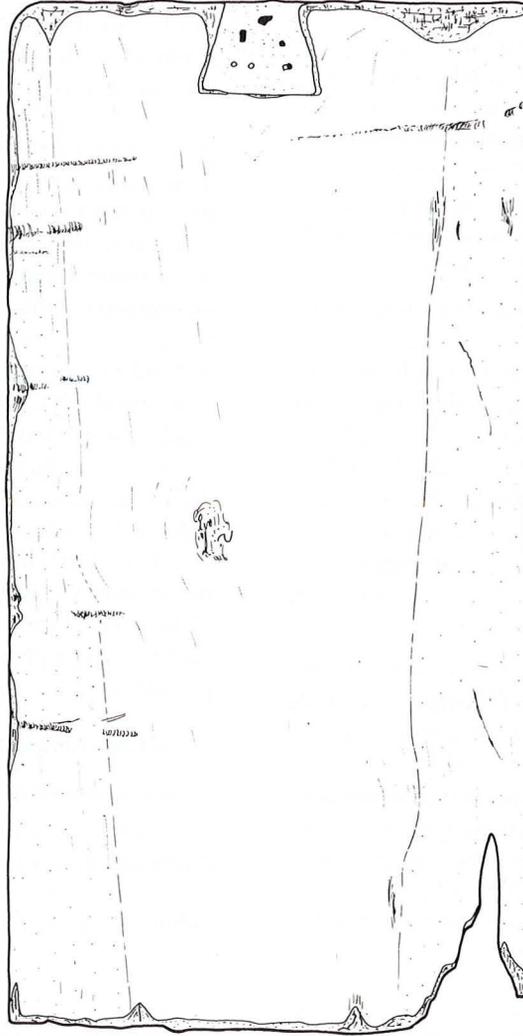
Fig. 1. — Dessin du corps de la pompe :
A. Face postérieure ;
B. Face inférieure.
(dessin P. Mille)

Fig. 2. — Dessin du corps de la pompe :
A. Face Latérale droite ;
B. Face antérieure ;
C. Face latérale gauche ;
D. Face supérieure.
(dessin P. Mille)

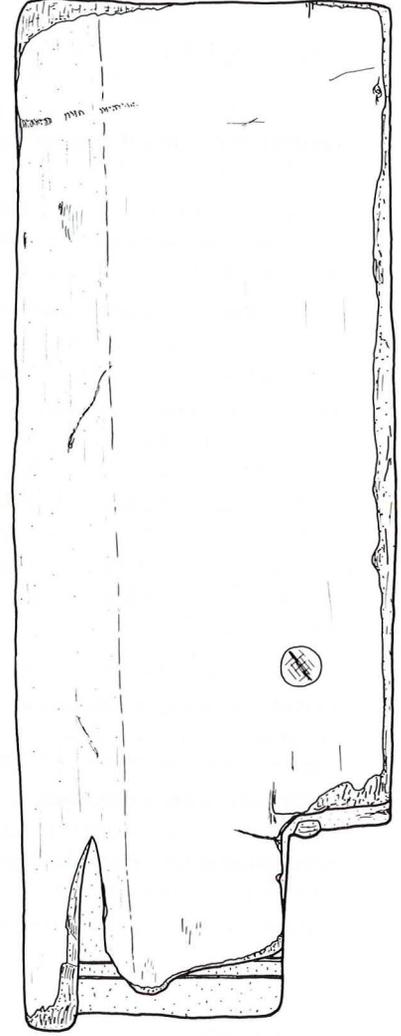




A



B



C

● clous

λ fentes

le quatrième côté (face postérieure) était ménagée une grille dont les vestiges furent nettement visibles lorsque la pompe fut extraite du puits (fig. 3). Il n'a pas été possible de conserver ce vestige de grille. Enfin une plaque (pleine ou en forme de grille) se glissait dans les rainures aménagées dans les parois latérales de l'évidement, à 0,045 m au-dessus de la base du corps de la pompe. Il ne subsiste rien de cet élément, sinon la trace de la rainure sur les faces latérales (fig. 1 A et fig. 3). Ainsi était aménagée une sorte de chambre de pompage : les grilles fixées aux parois postérieure et — peut-être — inférieure de la chambre en question laissaient pénétrer l'eau tout en retenant les impuretés susceptibles de venir boucher les conduits du corps de la pompe. Cet aménagement, dont la pompe de Périgueux comporte le seul exemple connu, pouvait avoir une autre fonction : la chambre de pompage ainsi fermée permettait en effet de retenir éventuellement prisonniers des éléments comme les manchons d'admission d'eau dans les cylindres qui, s'ils s'étaient détachés du corps, auraient été irrémédiablement perdus au fond du puits sans la présence de la plaque inférieure de la chambre.

Les cylindres étaient creusés dans le corps de la pompe, qu'ils traversaient de part en part. Dans la partie supérieure, ils avaient un diamètre de 0,086 m pour le cylindre de droite et de 0,097 m pour le cylindre de gauche (fig. 2 D et fig. 4). Dans la partie inférieure, où venaient s'encaster les manchons d'admission, les diamètres étaient de 0,072 m pour le cylindre de droite et de 0,078 m pour le cylindre de gauche (fig. 1 B et fig. 3). Les deux cylindres n'avaient donc pas rigoureusement le même diamètre, ce qui implique que les manchons d'admission et les pistons n'étaient pas interchangeables.

Les tuyaux de sortie des cylindres avaient été, comme tout le reste du système, creusés dans le corps en chêne de la pompe. Cette technique de construction explique la configuration de l'ensemble. Deux conduits circulaires furent percés à la même hauteur depuis la face postérieure, perpendiculairement au corps de la pompe (fig. 16 n° 5). Ils débouchaient tous deux dans les cylindres, à 0,535 m en dessous du sommet du corps. Les bouchons en bois de ces conduits, visibles sur la face postérieure du corps (fig. 1 A

et fig. 5), mesurent 0,035 m de diamètre. Ce devait être approximativement la taille des conduits eux-mêmes, où ces bouchons furent enfoncés en force³. Un troisième conduit, perpendiculaire aux deux autres, les joignait l'un à l'autre. Ce troisième conduit fut percé depuis la face latérale gauche, où l'on distingue le bouchon en bois qui l'obture (fig. 2 C et fig. 16 n° 5). Il se situe comme les précédents à 0,535 m du sommet du corps et a un diamètre identique aux autres de 0,035 m. Sa distance par rapport à la face postérieure du corps est de 0,076 m.

Sur la face postérieure du corps fut évidée une chambre de refoulement, où aboutissait le conduit perpendiculaire aux tuyaux de sortie des cylindres. La plaque carrée qui obture cette chambre de refoulement mesure 0,135 m de côté (fig. 1 A et fig. 5). Elle était très soigneusement ajustée, à tel point qu'il n'a pas été possible de la démonter lors de la restauration⁴, et que la jointure entre la plaque d'obturation et le corps de la pompe est difficile à distinguer par endroits. On ne peut donc faire que des suppositions sur cette partie interne de l'instrument, en raisonnant à partir des éléments d'obturation. Ainsi la chambre de refoulement mesurait-elle au moins 0,135 x 0,135 m en hauteur et en longueur (dimensions de la plaque) et au moins 0,150 m de profondeur (position du tuyau de vidange). Aboutissaient à cette chambre les tuyaux de sortie des cylindres après un coude à angle droit, comme il a été dit plus haut (fig. 16 n° 5), le tuyau de refoulement (diamètre : 0,034 m) percé depuis le sommet du corps et un tuyau de vidange (diamètre : 0,034 m) percé depuis la base évidée du corps (fig. 16 n° 3). Ce dernier tuyau, décalé de quelque 0,045 m par rapport au tuyau de refoulement, était naturellement obturé quand la pompe était en service, et c'est sa position sur la base qui permet de calculer approximativement la profondeur de la chambre de refoulement⁵.

2.2 Eléments amovibles intégrés au corps de la pompe

a. Les manchons d'admission

A la base des cylindres venaient se fixer des manchons d'admission en bois équipés d'un clapet en cuir. Un seul de ces éléments a pu être étudié en détail, celui qui équipait le cylindre de droite (fig. 6 et 7). Long de 0,120 m, il avait une

3. Tous les conduits percés dans le corps de la pompe qui ont pu être mesurés ont un diamètre de 0,034 m : c'est le cas du tuyau de vidange et du tuyau de refoulement ainsi que du prolongement du tuyau de refoulement creusé dans une poutrelle de chêne. Les tuyaux de sortie des cylindres, percés avec le même instrument, avaient probablement le même diamètre.

4. La plaque d'obturation aurait pu être irrémédiablement endommagée, ainsi que le corps de la pompe lui-même, si on avait défilé cet assemblage qui, probablement, n'avait jamais été démonté depuis la construction de la pompe. La perte d'information est compensée par le remarquable état de conservation de l'objet.

5. Le décalage entre les orifices des deux conduits permet de penser qu'il s'agit de deux percements différents, effectués l'un (tuyau de refoulement) depuis la face supérieure du corps de la pompe, l'autre (tuyau de vidange) depuis la face inférieure. Au demeurant, il aurait été plus difficile de percer les deux tuyaux en une fois — et en biais par rapport à la fibre du bois — depuis l'une ou l'autre des deux faces.

forme tronconique (petit diamètre : 0,061 m, grand diamètre : 0,075 m) et était percé d'un canal circulaire, légèrement décalé (0,005 m) par rapport à l'axe longitudinal du tronc de cône (fig. 8 A). L'extrémité du grand diamètre est chanfreinée. A l'extrémité du petit diamètre, sur la partie en bois la plus épaisse du tronc de cône, quatre clous en bronze fixaient un disque constitué d'une double épaisseur de cuir (fig. 6 B et 7). Ce mode de fixation jouait le rôle de charnière : le disque de cuir pouvait se soulever et se rabattre sur l'orifice du manchon. A ce disque de cuir devait être fixé un lest en plomb qui assurait la fermeture du clapet ⁶. Les manchons étaient enfoncés en force dans la partie inférieure du cylindre. Leur forme tronconique assurait le blocage des deux pièces l'une dans l'autre et empêchait ainsi les manchons de sortir des cylindres lorsqu'ils subissaient la pression de l'eau refoulée par le piston. Les manchons n'étaient pas fixés sur les cylindres : en les démontant, on pouvait ainsi atteindre commodément les clapets pour d'éventuelles réparations.

b. Les pistons

Un seul fragment de piston fut retrouvé dans les puits, à un niveau inférieur à celui du corps de la pompe, ce qui confirme bien que celle-ci fut jetée dans les puits alors qu'elle était hors d'usage. Ce fragment est constitué d'un morceau de chêne de section circulaire (diamètre : 0,057 m) long de 0,300 m (fig. 9). A l'extrémité inférieure, un clou en fer à large tête (diamètre : 0,060 m) fixait sur le manche en bois des disques de cuir, sur une épaisseur de 0,040 m. Ces disques permettaient une adhérence parfaite du piston au corps du cylindre, assurant l'étanchéité de l'ensemble lors des mouvements de va-et-vient des pistons. La partie supérieure du piston ayant disparu, il n'est pas possible de savoir si la pièce de bois qui le constituait se prolongeait jusqu'au balancier actionnant la pompe ou si une tige de fer articulée liait le balancier au piston. La seconde hypothèse paraît plus vraisemblable : dans le premier cas de figure en effet, les pistons auraient eu une hauteur de plus de 3 m au moins, ce qui les auraient rendus peu maniables en raison de leur poids.

6. M. Lacour, dans son étude préliminaire, dit que ce lest en plomb, d'un poids de 68 g, avait une forme demi-circulaire et qu'il était fixé sur les disques de cuir par des rivets matés aux deux extrémités. Cette pièce avait disparu lorsque la restauration fut effectuée à Grenoble. Le trou pratiqué dans les disques en cuir tels qu'ils ont été dessinés (fig. 6 B) fait plutôt penser à des lests en plomb du type de ceux qui furent découverts sur les pompes en bois de Wederath-Hunsrück ou de Zewen-Oberkirch (voir note 17).



Fig. 3. — Vue de la face inférieure de la pompe. (cliché DAHA)

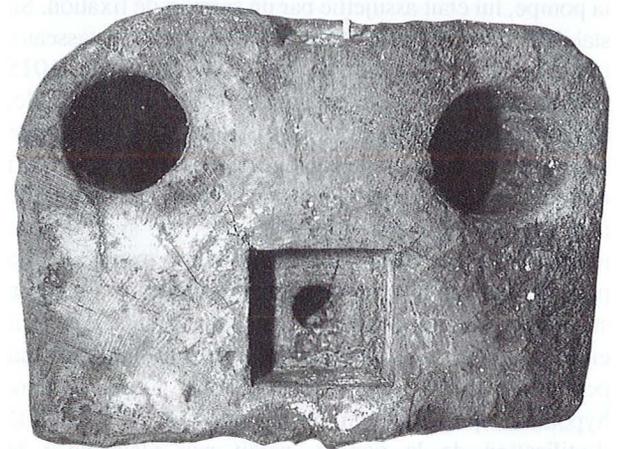


Fig. 4. — Vue de la face supérieure de la pompe. (cliché DAHA)

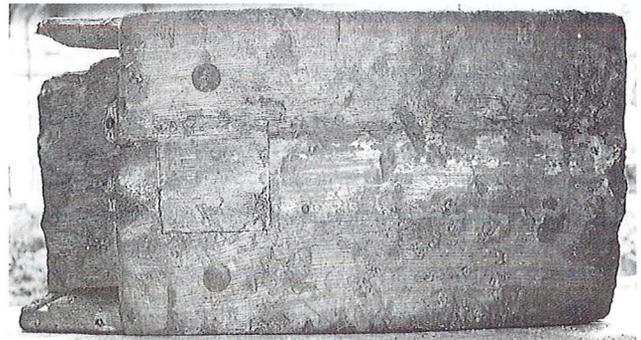


Fig. 5. — Vue de la face postérieure de la pompe. (cliché DAHA)

2.3 Le système de refoulement et de fixation

a. Le prolongement du tuyau de refoulement

Le tuyau de refoulement, creusé dans la masse du corps de la pompe, était prolongé par une canalisation en bois qui venait s'encastrier dans la mortaise prévue à cet effet au sommet du corps de la pompe (dimensions de la mortaise : section 0,100 x 0,105, profondeur 0,060 m, voir fig. 2 D et 4). Cette canalisation était un conduit circulaire (diamètre : 0,034 m) creusé dans une poutrelle de chêne carrée (section : 0,110 x 0,110 m) longue de 2,730 m (fig. 10 et 11). La réalisation de cette pièce, dont la perforation et l'alésage furent probablement effectués à la pointe rougie au feu, témoigne de la maîtrise technique des artisans qui la fabriquèrent : percer sur 2,73 m un conduit de 0,034 m sans faire éclater le support constitue une véritable prouesse technique. A chaque extrémité de la poutrelle, le conduit se termine en tronc de cône (fig. 11). A l'extrémité inférieure, un clapet en cuir, de même type que celui des manchons d'admission des cylindres, sépare le tuyau de refoulement taillé dans la masse de son prolongement. Ce clapet devait être fixé au corps de la pompe et fonctionner dans le tronc de cône inférieur. La poutrelle, emmanchée dans le corps de la pompe, lui était assujettie par un support de fixation. Sa stabilité dans le puits était assurée par des tasseaux transversaux : une rainure de 0,110 m de large et de 0,015 m de profondeur, pratiquée à 1 m du sommet de la poutrelle, devait recevoir un de ces tasseaux (fig. 11). A l'extrémité supérieure de la poutrelle une tige de fer la traverse de part en part, ainsi que le conduit. Peut-être cette tige servait-elle à fixer un nouveau prolongement au système de refoulement, une canalisation coudeée par exemple. Elle pouvait aussi, comme les tasseaux transversaux, assurer la stabilité du conduit de refoulement dans le puits. Il se peut enfin que cette tige ait constitué l'axe du balancier qui permettait le mouvement des pistons. Cette dernière hypothèse, qui aurait limité à 3 m environ la possibilité d'utilisation de la pompe, paraît peu plausible : le mouvement du balancier autour de son axe aurait en effet nui à la stabilité du système de refoulement.

b. Le support de fixation

La poutrelle de chêne était encastrée dans la mortaise aménagée à cet effet au sommet du corps de la pompe. Comme sa section (0,110 m de côté) était légèrement supérieure à celle de la mortaise (0,105), elle devait être

limée et emmanchée en force. De la graisse devait faciliter l'opération et assurer l'étanchéité du joint. La fixation des deux pièces l'une à l'autre s'effectuait à l'aide d'un support en bois cloué sur le corps de la pompe et sur la poutrelle prolongeant le tuyau de refoulement. Ce support était constitué d'une pièce de 1,470 m de long, de section rectangulaire à la base (0,100 x 0,080 m) et effilée au sommet (fig. 12). Au milieu, un évidement de 0,660 m de long permettait d'ajuster exactement le support sur la face postérieure du corps de la pompe : la partie inférieure du support, de section rectangulaire, se glissait dans la partie évidée du corps de la pompe ; la partie évidée du support épousait la forme compacte du corps de la pompe et la partie supérieure du support, effilée, s'appuyait contre la poutrelle de chêne. Sept clous en fer fixaient le support sur le corps de la pompe et sept autres le fixaient sur la poutrelle de chêne.

2.3. Pièces annexes

Deux autres éléments découverts dans le puits appartenaient, de façon certaine pour le premier et de façon beaucoup plus hypothétique pour le second, à la pompe.

a. Support de manutention

Dans le comblement du puits, au-dessus de la pompe, fut découverte une planche de chêne de 0,410 x 0,240 x 0,550 m; percée de deux trous circulaires de 0,110 m de diamètre (fig. 13 et 14)⁷. La pièce a rigoureusement la même longueur que le corps de la pompe et on pourrait songer à un guide destiné à maintenir la course des pistons en dehors du corps de la pompe. On constate cependant que l'entraxe des trous percés sur la planche (0,240 m) est inférieur à l'entraxe des cylindres (0,280 m), ce qui rend l'hypothèse peu vraisemblable. Par ailleurs, un tenon en forme de queue d'aronde a été distingué sur la partie inférieure de la planche (fig. 14). Ce tenon venait probablement s'encastrier dans la mortaise de même forme pratiquée au sommet du corps de la pompe sur la face antérieure (fig. 2 B et 4). La pièce ainsi placée ne pouvait avoir qu'une utilité : clouée sur le corps auquel elle était solidement fixée par l'emboîtement du tenon et de la mortaise, elle permettait, à l'aide de cordes passées dans les trous, de descendre la pompe dans le puits. Elle pouvait également permettre le transport de la pompe, au moyen de barres passées dans les trous et utilisées comme brancards par deux porteurs.

7. Cette pièce en bois, photographiée sur le terrain (fig. 12) et restituée par M. Lacour (fig. 13), n'a pas été envoyée à Grenoble pour la restauration. Elle n'est pas, non plus, à l'heure actuelle au Musée du Périgord.

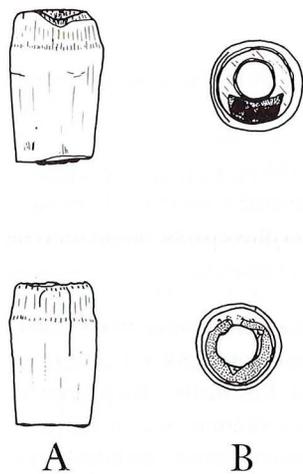


Fig. 6. — Dessin du manchon d'admission du cylindre de droite :
A. Manchon d'admission en bois ;
B. Clapet en cuir.



Fig. 7. — Manchon d'admission droit et clapet en cuir. (cliché DAHA)

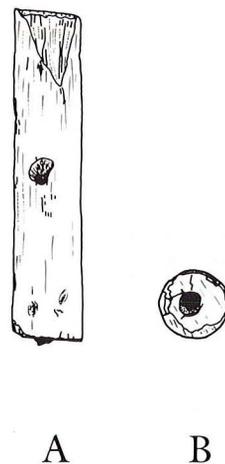
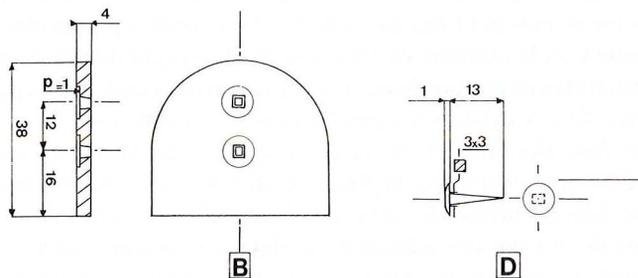


Fig. 9. — Dessin d'un piston :
A. manche en bois du piston ;
B. Disque en cuir.
(dessin P. Mille)



SYSTEME d'ADMISSION	
nombre: 2	
A: support	chêne
B: lest	plomb
C: languette *	cuir
D: clous *	
E: clous	bronze
F: rondelle *	

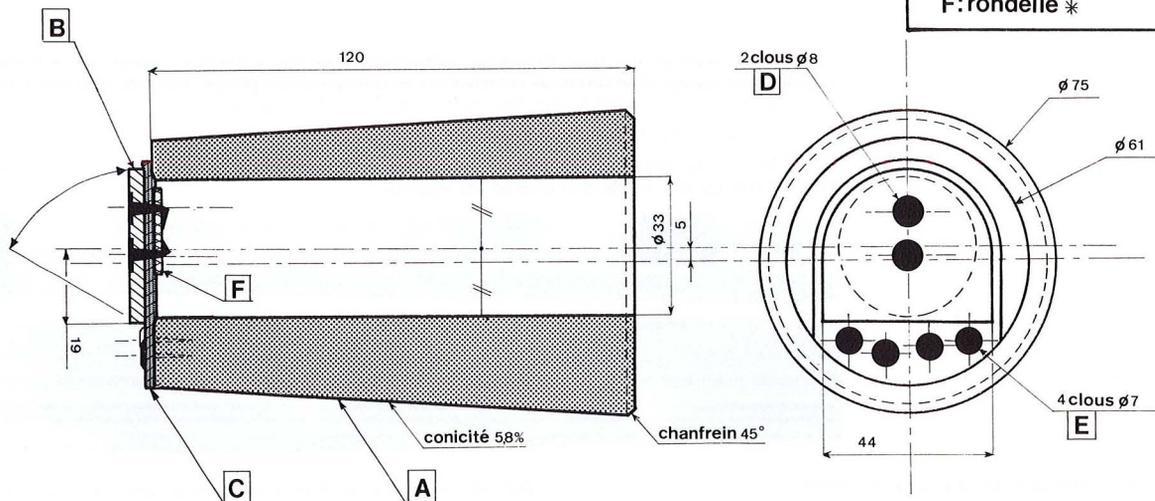


Fig. 8. — Restitution du manchon d'admission. (dessin M. Lacour)

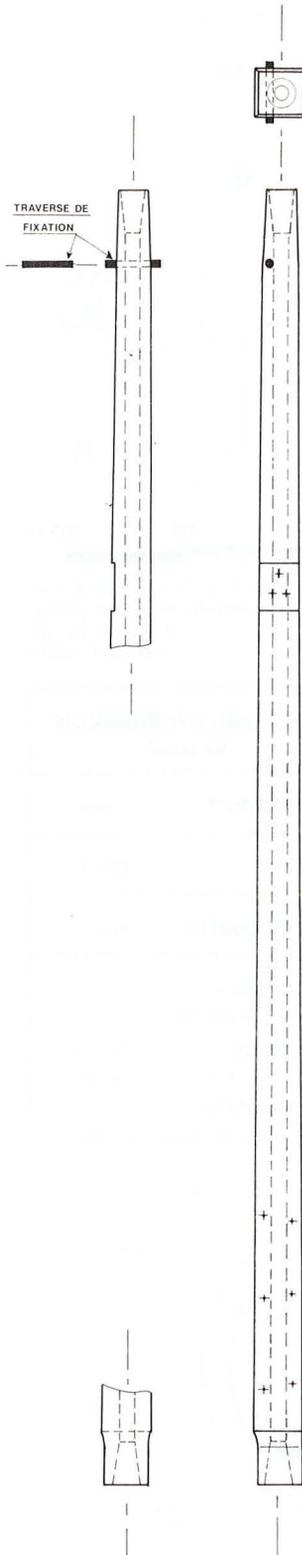


Fig. 11. — Reconstitution du tuyau de refoulement. (dessin M. Lacour)

b. balancier (?)

Dans le puits fut également découvert une barre en bois de chêne de section semi-circulaire percée de deux trous à une de ses extrémités (fig. 15). La section de la barre est plus épaisse du côté plein que du côté percé (0,053 m pour 0,036 m). Les deux trous, distants de 0,206 m l'un de l'autre, ont un diamètre de 0,034 m. Peut-être cet élément est-il incomplet : il pourrait s'agir en effet du balancier destiné à imprimer le mouvement de va-et-vient aux pistons de la pompe. L'extrémité la plus épaisse aurait servi de manche, et les deux trous seraient l'un le trou de l'axe du balancier l'autre le trou de fixation d'une des bielles des pistons. Il manquerait dans cette hypothèse l'extrémité opposée au manche avec le trou de fixation de la bielle du second piston. Si tel était le cas, la distance entre les deux trous de fixation des bielles serait de $0,206 \times 2 = 0,412$ m, soit beaucoup plus que l'entraxe des cylindres (0,280 m). Les bielles des pistons ne pourraient alors être que des tiges en fer articulées à une extrémité avec le corps du piston et à l'autre avec le trou de fixation du balancier. On ne saurait cependant avoir de certitude absolue en la matière : en effet d'autres éléments en bois furent découverts dans le puits, qui, eux, n'avaient rien à voir avec la pompe. Il se peut donc que la barre en chêne n'ait pas fait partie de la pompe ⁸.

3. Mode de fonctionnement de la pompe

Ainsi constituée, la pompe était, comme la plupart des pompes en bois connues à ce jour, une adaptation de la *machina ctesibiana* décrite par Vitruve ⁹. Le corps de la pompe devait être partiellement immergé dans le puits, ce qui suppose des supports horizontaux, perpendiculaires à l'axe du puits et appuyés contre les parois ¹⁰. Le mouvement alternatif des pistons faisait pénétrer l'eau du puits dans les cylindres puis la chassait par les tuyaux de sortie vers la chambre de refoulement et le tuyau de refoulement (fig. 17). Quand le piston était en position haute, l'eau, par gravité et peut-être en partie par aspiration, pénétrait dans le cylindre à travers le manchon d'admission ; le clapet en cuir du manchon était alors ouvert par la poussée de l'eau. Quand le piston descendait, le clapet d'admission, lesté par la plaque de plomb, se refermait et l'eau du cylindre était chassée dans les tuyaux de sortie vers la chambre de refoulement. Un clapet de sortie, similaire à celui des manchons d'admission, devait s'ouvrir à ce moment-là pour permettre le passage de l'eau et se refermer quand le piston remontait, de façon à éviter que l'eau chassée du cylindre n'y retournât. Ces clapets de sortie ne

8. Le diamètre des trous (0,034 m), identique à celui des différents conduits de la pompe, est cependant un argument en faveur du rattachement de cette pièce à la pompe. La barre en chêne, restaurée, est à l'heure actuelle conservée dans les réserves du Musée du Périgord.

9. Vitruve, *De Architectura*, X, 7, 1-5.

10. Une clavette en bois de grandes dimensions (0,380 x 0,090 x 0,090 m) découverte dans le remblai du puits pourrait être un élément d'un de ces supports.

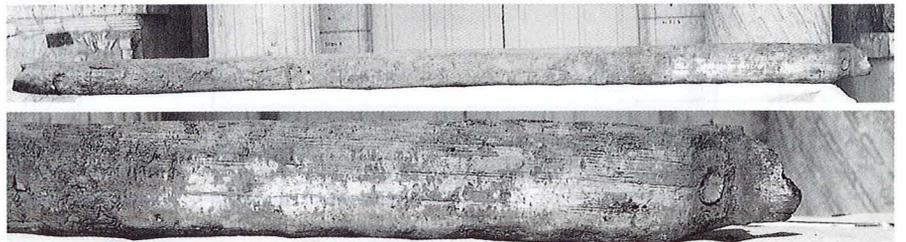


Fig. 10. — Prolongement du tuyau de refoulement. (clichés DAHA)

pouvaient se situer que dans la chambre de refoulement, à l'endroit où débouchaient les tuyaux de sortie des cylindres. C'était en effet le seul endroit accessible lors de la construction de la pompe : les tuyaux de sortie des cylindres, d'un diamètre de 0,034 m et percés depuis la face postérieure du corps, ne pouvaient recevoir ce type d'équipement.

Le principe de fonctionnement est donc celui des pompes foulantes à deux cylindres, décrites par Vitruve et Héron d'Alexandrie¹¹. Les différences mineures dans les détails techniques entre le modèle et la réalisation s'expliquent soit par la nature du matériau utilisé (le bois, et non le métal) soit par le savoir-faire des constructeurs qui pouvaient améliorer dans le détail de l'exécution concrète la réalisation du modèle théorique. Ainsi les tuyaux de sortie des cylindres se rejoignent dans la chambre de refoulement après un coude à angle droit et leur percement dans la masse du corps de la pompe nécessite la mise en place de trois bouchons en bois. C'est là une contrainte de construction liée à l'utilisation du bois comme matériau de base : on retrouve ces circuits à angle droit et les bouchons d'obturation sur les pompes de Metz et de Wederath-Hunsrück par exemple¹², où cependant les circuits sont taillés à partir des faces postérieure et inférieure du corps et non à partir des faces postérieure et latérale comme dans la pompe de Périgueux. C'est que la chambre de refoulement de la pompe de Périgueux est taillée au même niveau que la base des cylindres alors que, sur les pompes de Metz et de Wederath-Hunsrück, elle est située à un niveau plus élevé, ce qui nécessitait une branche de tuyau verticale pour accéder des cylindres à la chambre de refoulement branche de tuyau qui ne pouvait être percée que de la face inférieure du corps de pompe. Le système de Périgueux devait en la

matière être plus performant : le clapet de sortie, situé dans la chambre de refoulement, se trouvait en effet au même niveau que le tuyau de sortie des cylindres alors que sur les pompes de Metz et de Wederath-Hunsrück l'eau avait à parcourir entre le cylindre et le clapet de sortie qui l'empêchait de revenir en arrière un segment de conduit vertical.

Le système des circuits à angle droit, rigoureusement appliqué sur la pompe de Périgueux, permettait en outre de travailler toujours dans le sens de la fibre du bois ou perpendiculairement à la fibre, ce qui diminuait les risques d'éclatement. On connaît cependant des pompes en bois où furent aménagés des tuyaux de sortie de cylindre obliques formant, comme dans la description de Vitruve, une fourche en forme de Y renversé¹³. C'est le cas notamment de la pompe de Zewen-Oberkirch, où les tuyaux obliques débouchent dans deux chambres de refoulement symétriques avant leur jonction¹⁴. C'est dans ces chambres qu'étaient fixés les clapets empêchant l'eau chassée des cylindres de retourner en arrière.

Les clapets, qu'ils aient été en position horizontale comme dans les manchons d'admission ou en position verticale comme dans la chambre de refoulement¹⁵, ne pouvaient être sur une pompe en bois que des clapets à charnière. Il aurait été difficile en effet de fixer comme clapets sur du bois des disques mobiles maintenus par des rivets selon le système décrit par Héron d'Alexandrie¹⁶. L'étanchéité des clapets était plus grande avec des plaques de cuir qu'avec des disques de métal, et les lests en plomb permettaient de remédier au manque de densité du cuir qui pouvait gêner la bonne fermeture des clapets. La pompe de Périgueux a dans ce domaine un équipement tout à fait comparable aux pompes en bois du même type¹⁷.

11. Vitruve, *De Architectura*, X, 7, 1-5. Héron d'Alexandrie, *Pneumatica*, I, 28 (texte, traduction et commentaire dans R. Sablayrolles, *Les cohortes de vigiles*, thèse dactylographiée, Paris, 1987, p. 1398-1402). Un manuscrit arabe a conservé également un texte de Philon de Byzance, successeur de Ctesibios, sur le même thème (Philon de Byzance, *Pneumatica*, livre V, éd. B. Carra de Vaux, Paris, 1903, p. 192-194. Cf. J.P. Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices : The History of Technology*. Londres et Toronto, 1986, p. 81).

12. La pompe de Metz, actuellement conservée au Musée de Metz, fut découverte en 1905 (J.B. Keune, *Jahresbuch der Gesellschaft für Lothringische Geschichte und Altertumskunde* (Metz), 22, 1910, p. 509-511 et pl. 5^o). Voir J.P. Oleson *Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices*, p. 227-228. La pompe de Wederath-Hunsrück, conservée au Landesmuseum de Trèves, fut découverte en 1971 (A. Neyses, "Eine römische Doppelkolben Druckpumpe aus dem Vicus Belginum (Wederath-Hunsrück, Krs Bernkastel-Wittlich)", *Trierer Zeitschrift*, 35, 1972, p. 109-121 ; J.P. Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices*, p. 279-280).

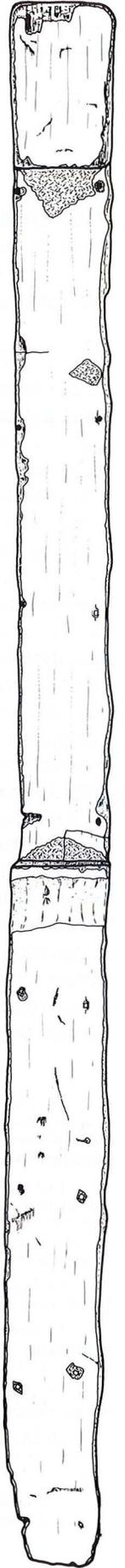
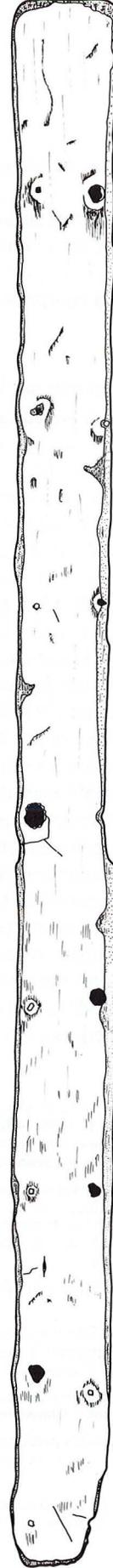
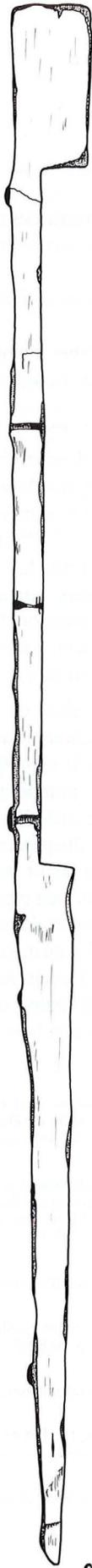
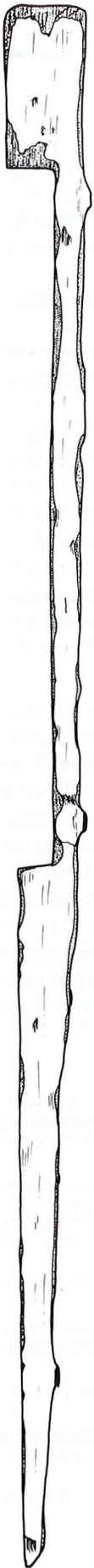
13. Les cylindres, selon Vitruve, sont équipés de "*fistulas furcillae figura similiter cohaerentes, in medium catinum cohaerentes*" (Vitruve, *De Architectura*, X, 7, 1).

14. Pompe découverte dans la région de Trèves et conservée au Trier Landesmuseum où elle fait l'objet, comme celle de Wederath-Hunsrück, d'une reconstitution en plastique transparent (bibliographie : T. Kretschmer, *Trierer Zeitschrift*, 24-6, 1956-1958, p. 594-595 ; A. Neyses, *Trierer Zeitschrift*, 35, 1972, p. 112-117 ; J.P. Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices*, p. 281).

15. Si, pour la pompe de Périgueux, l'hypothèse de la localisation des clapets de sortie dans la chambre de refoulement est exacte, ceux-ci ne pouvaient être que verticaux alors que ceux des manchons d'admission étaient horizontaux (voir fig. 18).

16. Héron, *Pneumatica*, I, 10. Les nécessités pratiques — utilisation du bois pour le corps de la pompe, facilité de la fabrication de clapets en cuir — ont ici primé sur les considérations théoriques qui enseignent qu'un clapet vertical doit être un clapet à charnière et un clapet horizontal un clapet à disque riveté.

17. Des clapets en cuir munis de lests en plomb ont été trouvés sur les pompes de Wederath-Hunsrück et de Zewen-Oberkirch (voir J.P. Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices*, fig. 162 et 167).



- clous
- ∟ fentes
- ☉ conglomérat sur le bois

0 10 20 30cm

Fig. 12. — Dessin du support de fixation.
(dessin P. Mille)

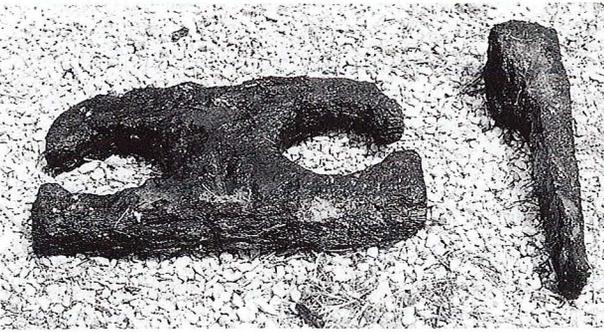


Fig. 14. — Reconstitution
du support de manutention.
(dessin M. Lacour)

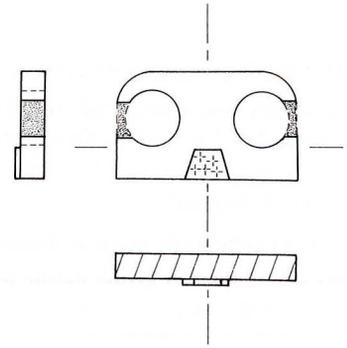
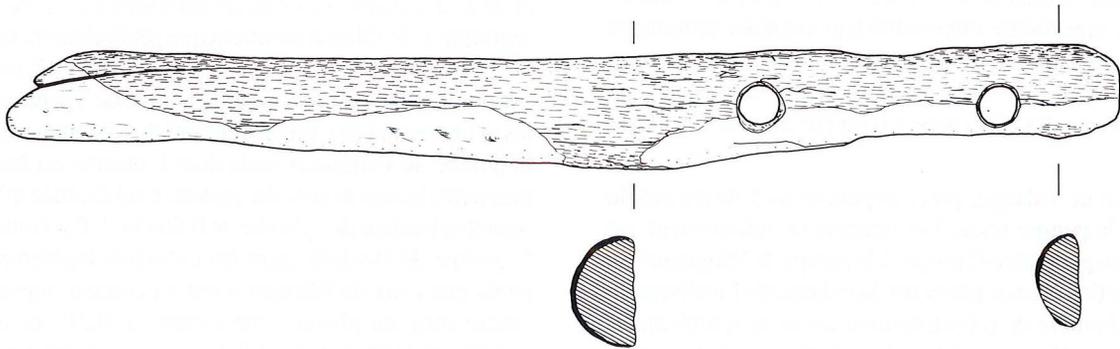
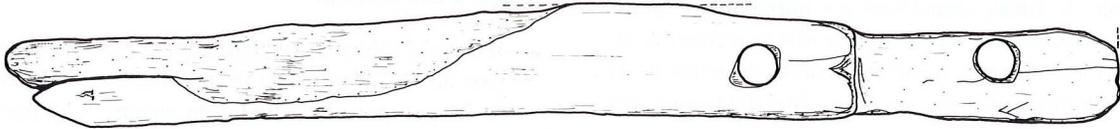


Fig. 13. —
Support de manutention.
(cliché DAHA)



0 10 20 30cm

● clous ● cuir ● aubier / fentes

Fig. 15. — Dessin du balancier (dessin P. Mille)

La pompe de Périgueux est par contre la seule dont le système de refoulement et le support de fixation aient été retrouvés intacts¹⁸. Ces pièces témoignent, comme il a été souligné, de la maîtrise technique des artisans qui fabriquèrent l'ensemble. La forme du support de fixation, simple mais parfaitement adaptée, montre qu'ils savaient

apporter des solutions pratiques aux problèmes qu'ils rencontraient dans l'exécution d'un travail. Le système de refoulement subissait en effet la pression de l'eau chassée des cylindres par les pistons ; il devait donc être solidement assujéti au corps de la pompe, comme l'avait souligné les auteurs anciens qui proposaient pour les pompes en métal

18. Une pièce fort semblable au système de refoulement de la pompe de Périgueux a été trouvée avec la pompe de Wederath-Hunsrück (A. Neyses, *Trierer Zeitschrift*, 35, 1972, p. 116, fig. 5 et J.P. Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices*, fig. 159). Cette pièce a cependant été interprétée par ces deux auteurs comme un élément fixé sous les cylindres et plongeant dans le puits, évitant ainsi à la pompe de se désamorcer lors de la baisse de la nappe phréatique. Cette interprétation n'est guère convaincante.

d'ingénieux systèmes de joints et de fixations¹⁹. Conscients de la nécessité d'une fixation solide, les constructeurs de la pompe de Périgueux avaient fabriqué une pièce répondant exactement au besoin et adaptée au matériau comme à la forme de la pompe.

L'évidement de la partie inférieure du corps de la pompe et l'installation de grilles autour de la chambre de pompage ne se rencontrent, comme il a été dit, sur aucun des spécimens de pompes en bois connus à ce jour. Il s'agit là encore d'une amélioration technique de détail peut-être due à l'expérience des constructeurs. La grille pouvait jouer à la fois le rôle de filtre, empêchant les impuretés de venir boucher les conduits de la pompe, et le rôle de récupérateur, empêchant les éléments accidentellement détachés de la pompe de tomber au fond du puits. Nul doute que des accidents de l'un ou l'autre type avaient appris aux utilisateurs à prévenir ce genre de défaillance. La maîtrise et l'expérience des constructeurs se manifestent aussi dans le détail de la réalisation des manchons : la forme tronconique permet de les emboîter et de les caler dans les cylindres sans rendre impossible leur éventuel démontage pour une réparation. Le décentrage du conduit creusé à travers le tronc de cône permet d'avoir une paroi plus épaisse sur un des côtés pour y fixer par des clous le clapet de cuir.

Le trou de vidange, percé depuis la face inférieure du corps de la pompe jusqu'à la chambre de refoulement, est encore une particularité propre à la pompe de Périgueux. Sa seule fonction était de permettre la vidange de l'intérieur du circuit (chambre de refoulement et tuyau de refoulement) sans avoir à démonter le bouchon d'obturation de la face postérieure de la chambre de refoulement, dont l'étanchéité devait être plus difficile à assurer en raison de sa surface. La

pompe sortie du puits pouvait être ainsi vidangée et nettoyée sans risque. L'existence de ce tuyau de vidange prouve que l'on devait assez fréquemment sortir la pompe du puits ou la déplacer. C'est ce que confirme également la présence d'un support de manutention à la forme élaborée, témoin lui aussi de l'imagination créatrice des constructeurs dans le domaine technique. Peut-être ces déplacements de la pompe étaient-ils liés à la variation du niveau de la nappe phréatique dans le puits : le corps de la pompe devant être partiellement immergé pour lui permettre de fonctionner, il fallait la descendre quand la nappe d'eau baissait.

Il reste à évaluer les capacités de cette pompe. La surface de base des cylindres est de 58 cm² pour le cylindre de droite et de 74 cm² pour le cylindre de gauche. La hauteur des cylindres au dessus des tuyaux de sortie est de 0,520 m, mais il est difficile d'évaluer avec exactitude la course utile du piston sur ces 0,520 m, celle-ci dépendant à la fois de la longueur du piston et des bielles, de l'entraxe des cylindres et de leur volume. Les calculs effectués par A. Neyses et repris par J.-P. Oleson montrent que généralement la course du piston varie entre le 1/4 et les 2/5 de la hauteur du cylindre²⁰. Par exemple, pour la pompe de Silchester, dont les cylindres ont des dimensions proches des dimensions de la pompe de Périgueux mais dont l'entraxe est beaucoup plus petit, la course utile des pistons a été évaluée à 0,145 m pour une hauteur de cylindre de 0,569 m²¹. Par contre, pour la pompe de Benfeld, dont les cylindres légèrement plus petits que ceux de Périgueux ont un entraxe important, la course utile du piston a été évaluée à 0,210 m pour un cylindre de 0,50 m de haut²². L'entraxe des cylindres de la pompe de Périgueux étant important (0,280 m)²³, il est légitime de penser que la course utile du piston était proche

19. Voir Héron, *Pneumatica* I, 28, en particulier pour la pompe à incendie et la lance ajustée à son extrémité. Le joint était là d'autant plus difficile à réaliser que l'axe de sortie devait être mobile, ce qui n'était pas le cas des pompes en bois installées dans les puits comme la pompe de Périgueux.

20. J.P. Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices*, p. 320 et tableau p. 321. La seule exception est celle des pompes de Saint-Malo, où la course du piston couvre les 2/3 de la hauteur des cylindres. Mais les pompes de Saint-Malo, comme l'a fort justement souligné l'auteur, constituent à tous points de vue un cas à part et ne sauraient par conséquent être utilisées dans des statistiques d'ordre général.

21. Dimensions de la pompe de Silchester : diamètre des cylindres = 0,076 m ; hauteur des cylindres = 0,569 m ; entraxe des cylindres = 0,191 m ; évaluation de la course du piston = 0,145 m. Sur la pompe découverte à Silchester et conservée au Reading Museum, voir W. St John Hope et G.F. Fox, *Archaeologia*, 5, 1896, p. 232-234. L'évaluation de la course utile du piston est celle de A. Neyses (*Trierer Zeitschrift*, 35, 1972, p. 118), reprise par J.P. Oleson (*Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices*, p. 320). A partir des mêmes dimensions, J.G. Landels propose pour la pompe de Silchester une course de piston beaucoup plus longue : 0,350 m. (J.G. Landels, *Engineering in the Ancient World*, Londres, 1978, p. 78-79). Ces différences d'évaluation montrent l'incertitude des restitutions en la matière : suivant que l'on adopte les chiffres de Landels ou ceux de Neyses et Oleson, le débit de la pompe est multiplié par 2,5.

22. La pompe de Benfeld, conservée au Musée National de St-Germain-en-Laye, fut trouvée près de Strasbourg en 1869 (R. Forrer; *L'Alsace romaine*, Paris, 1935, p. 54-55 ; J.P. Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices*, p. 191-192). Dimensions : diamètre des cylindres = 0,076 m ; hauteur des cylindres = 0,500 m ; entraxe des cylindres = 0,264 m ; évaluation de la course utile du piston : 0,210 m (J.P. Oleson, *op. cit.*, p. 321).

23. Avec 0,280 m., l'entraxe des cylindres de la pompe de Périgueux est un des plus importants : seule la pompe de Zewen-Oberkirsch a un entraxe plus important (0,315 m) et une pompe de Trèves a un entraxe de cylindres assez proche (0,288 m) (J.P. Oleson, *op. cit.*, p. 321). La moyenne des entraxes de cylindres, calculée à partir des sept pompes en bois connues et mesurées (les pompes de Saint-Malo n'ont pas été prises en compte dans ce calcul), s'établit à 0,220 m.

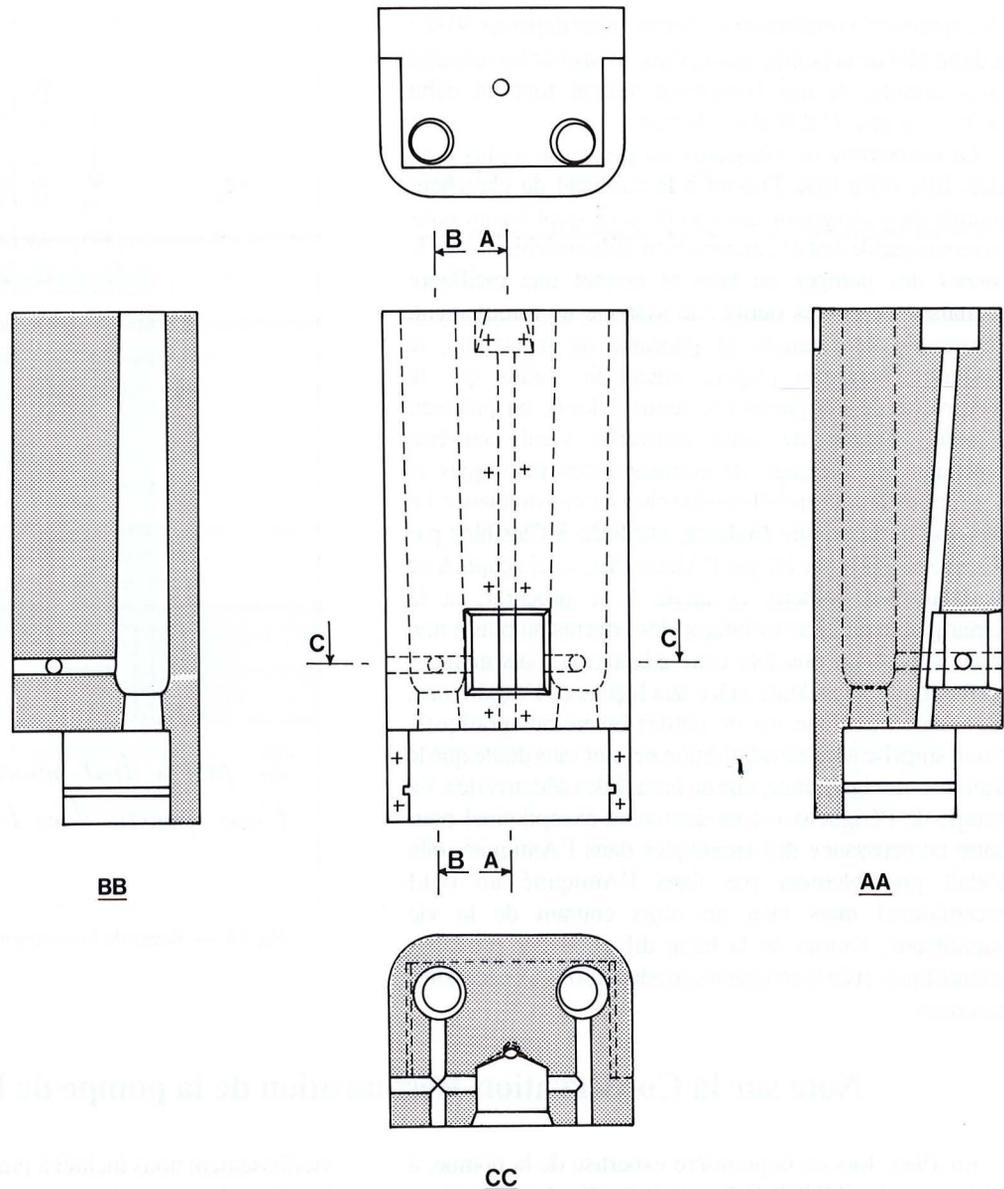


Fig. 16. — Coupe schématique de la pompe. (dessin M. Lacour)

des valeurs les plus élevées, c'est-à-dire proche des $2/5$ de la longueur des cylindres, soit une longueur de 0,210 m pour des cylindres de 0,520 m²⁴. Le volume d'eau déplacé dans ce cas de figure serait, pour un aller-retour des pistons, de 1,22 l pour le cylindre de droite et de 1,55 l pour le cylindre de gauche, soit un total de 2,77 l. Si l'on estime à 40 par

minute le nombre de coups de balancier²⁵, la capacité théorique de la pompe était de 110 litres par minute. Mais le rendement mécanique devait être assez faible : il faut en effet tenir compte des frottements nombreux ainsi que de la sinuosité et de la longueur du circuit parcouru par le liquide. Une bonne partie de l'énergie se perdait à vaincre ces

24. Pour la pompe de Zewen-Oberkirsch, qui a des dimensions assez proches de celles de la pompe de Périgueux (diamètre des cylindres : 0,086 m ; hauteur des cylindres : 0,540 m, entraxe des cylindres : 0,315 m), la course utile du piston a été évaluée à 0,220 m (J.P. Oleson, *Greek and Roman Mechanical Water Lifting Devices*, p. 321).

25. Des simulations effectuées avec les reconstitutions en plastique des pompes de Wederath-Hunsrück et de Zewen-Oberkirsch montrent qu'on pouvait maintenir une cadence de 44 coups à la minute sans difficulté (J.P. Oleson, *op. cit.*, p. 320).

résistances et le rendement ne devait guère dépasser 50 % ; le débit réel de la pompe devait donc avoisiner les soixante litres minute, ce qui constituait malgré tout un débit intéressant pour l'utilisation du puits.

La découverte de Périgueux est précieuse à plus d'un titre. Elle offre tout d'abord à la curiosité du chercheur comme du grand public un objet de la vie quotidienne dans un remarquable état de conservation. Elle enrichit ensuite le *corpus* des pompes en bois et permet une meilleure connaissance de ces outils : le système de refoulement, l'ensemble de fixation, la présence de manchons, le fonctionnement des clapets, autant de points que la découverte de Périgueux est venue éclairer ou préciser. L'intérêt majeur de cette trouvaille vient peut-être cependant du mélange de connaissances théoriques et d'astuce technique qu'elle révèle chez les constructeurs. Le principe de la pompe foulante, attribuée à Ctesibios par Vitruve et repris par Héron d'Alexandrie, a été adapté à un matériau peu coûteux et facile à se procurer, et la remarquable maîtrise technique des artisans du bois a non seulement rendu possible cette adaptation mais même a perfectionné, sans doute grâce aux leçons de l'expérience, le modèle théorique par de petites inventions pratiques. Notre surprise et notre admiration ne sont sans doute que le fruit de notre ignorance, due au hasard des découvertes. La pompe de Périgueux est un document exceptionnel pour notre connaissance des techniques dans l'Antiquité, elle n'était probablement pas dans l'Antiquité un outil exceptionnel mais bien un objet courant de la vie quotidienne, témoin de la large diffusion des principes scientifiques et de leur ingénieuse adaptation aux nécessités pratiques.

Note sur la Conservation-Restauration de la pompe de Périgueux

En 1981, lors de la première expertise de la pompe, à Périgueux, le C.E.T.B.G.E. notait le développement en surface d'une pourriture molle, émoussant les angles et rendant la manipulation difficile. Malgré cette dégradation superficielle le corps de la pompe demeurait solide. Des prélèvements effectués en surface révélaient un taux d'humidité de 11,80 % par rapport au poids sec, pourcentage élevé correspondant à un bois très dégradé (en revanche, le tuyau monoxyle ne contenait que 4,80 %).

Le choix de la méthode de traitement a été guidé par une expérience antérieure réalisée pour le Musée de la Civilisation gallo-romaine à Lyon, sur une pompe présentant de nombreuses analogies avec celle de Périgueux. La stabilité de cette pièce après huit ans de

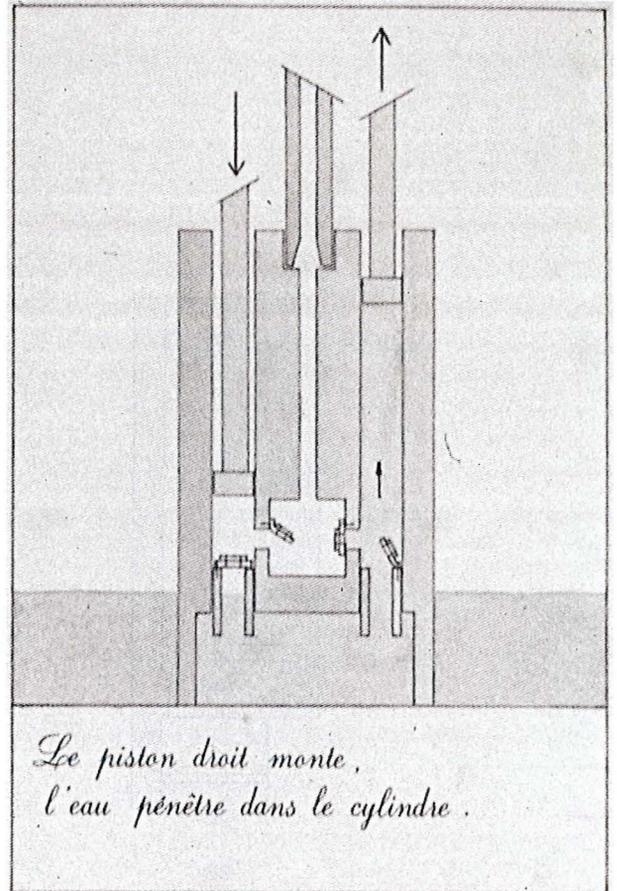


Fig. 15. — Schéma de fonctionnement. (dessin Y. Perratone)

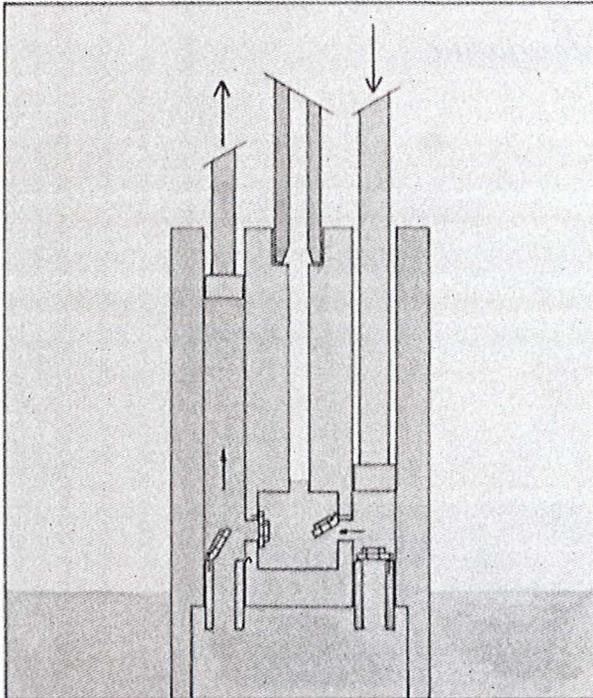
vieillesse nous incitait à pratiquer une fois encore une imprégnation de styrène-polyester suivie d'une irradiation gamma (procédé Nucléart).

D'autre part la référence à l'emploi de polyéthyléneglycol (lyophilisé ou à saturation) pour imprégner une pièce aussi massive faisait défaut de même que les assurances d'un bon comportement en dehors d'un milieu strictement contrôlé en hygrométrie et température.

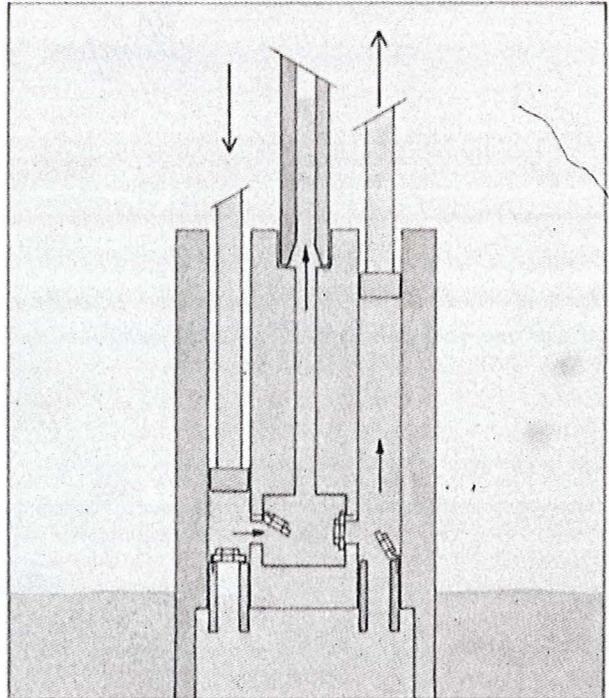
Le mode opératoire : le traitement s'effectue en deux phases :

— imprégnation :

La résine, styrène polyester, n'étant pas miscible dans l'eau, l'eau est remplacée par un solvant : l'acétone.



Le piston droit descend, l'eau passe dans la chambre centrale de la pompe.



Par la même action décalée du piston gauche, l'eau est poussée dans le tuyau.

L'échange eau/acétone se fait en immersion. Lorsque l'équilibre est créé entre le bois et le bain, le bain est changé pour qu'il y ait à nouveau osmose. Le contrôle est réalisé par chromatographie en phase gazeuse. Le nombre de bains est généralement de deux ; pour accélérer l'échange, le nombre a été porté à 7 pour le corps de la pompe, à 5 pour les fragments (du 8-02-1982 au 2-08-1983).

Ensuite trois bains d'imprégnations de résine se sont succédés en 11 mois.

— polymérisation :

Le durcissement de la résine est obtenu sous l'action du rayonnement gamma, issu d'une source de Cobalt 60, en casemate.

L'ensemble a été irradié et durci en coeur en 5 jours (5,6 Mrad. pour le corps ; 5,2 Mrad. pour les fragments ; à la température maximum de 60° C).

La restauration qui a suivi a apporté une consolidation de la surface par du Pacaloïd B72 dilué dans du Toluène.

Les fissures et les fentes, selon leur importance, ont été comblées préférentiellement avec une pâte cellulosique (réversible), mais aussi avec une poudre de bois mêlée à la résine. La surface des zones comblées en léger retrait, est teintée à la gouache. Les assemblages ont été faits à la colle vinylique pour les petites pièces, par chevillage et collage pour les fragments plus importants.

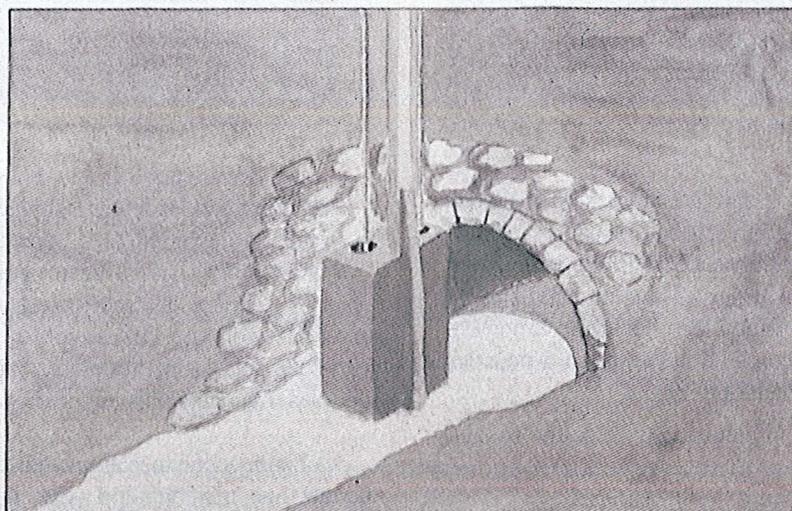
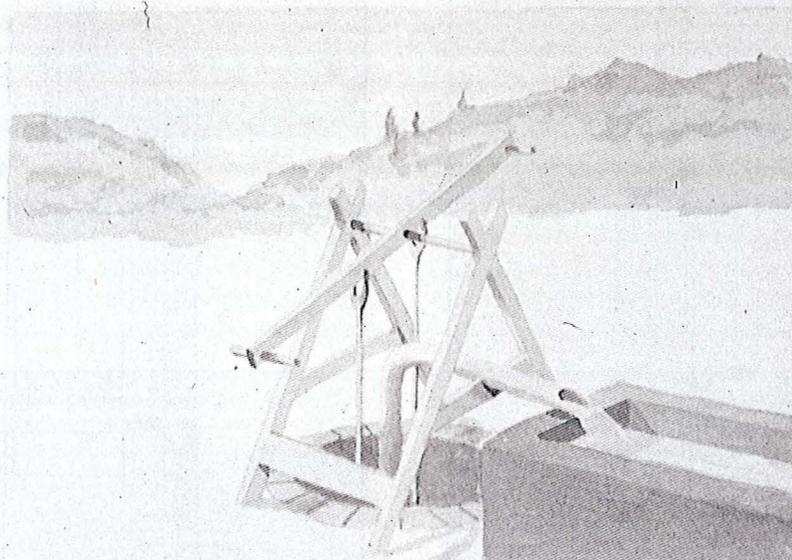
La bonne tenue mécanique obtenue avec ce traitement permet une manipulation aisée de la pompe. Pour les conditions de présentation seules sont à éviter de trop fortes variations de températures- et d'humidité.

Poids gorgé d'eau : 28,900 kg

Poids après traitement : 23,400 kg

Centre d'Etude et de Traitement des bois gorgés d'eau
(M. Giffault)

Pompe de Périgueux



Croquis de Fonctionnement

Fig. 16. — Reconstitution. (dessin Y. Perratone)