

# Le fonctionnement des plinthides, ou quelques expérimentations autour de l'orgue antique

Alain Hairie

Ingénieur de recherche, CERLAM, Université de Caen Basse-Normandie

hairie@ismra.unicaen.fr

L'orgue antique<sup>1</sup>, inventé par Ctésibios au troisième siècle avant J.-C., est connu à travers diverses sources. Les textes de Vitruve et d'Héron d'Alexandrie en donnent des descriptions relativement détaillées. Divers auteurs grecs et latins l'évoquent de manière plus marginale, tout en nous apportant des informations relatives à son utilisation. À cet égard l'iconographie, abondante et sur des supports variés, fournit aussi de très précieuses données. Enfin les découvertes archéologiques de Dion<sup>2</sup> et surtout d'Aquincum<sup>3</sup> complètent le tableau par des données précises concernant les matériaux et les dimensions de deux petits orgues.

Plusieurs reconstitutions ont été tentées. Dans ce domaine, la tâche est bien entendu délicate. Les restes archéologiques concernent probablement des orgues d'intérieur, alors qu'une partie importante de l'iconographie représente l'orgue accompagnant les jeux du cirque. Vitruve évoque la possibilité d'orgues à quatre, six ou huit jeux. L'orgue de Dion avait deux jeux et celui d'Aquincum quatre. Les divers textes confirment cette variété d'usages et de dimensions. Il ne s'agirait donc pas de reconstituer l'orgue antique, mais plusieurs types d'orgues antiques.

Les données historiques que nous avons évoquées sont relativement riches mais laissent des zones d'ombre que nous devons tenter d'éclairer par des hypothèses vraisemblables. Ces hypothèses doivent alors être passées au crible des contraintes technologiques de l'époque et des lois physiques. Ensuite la reconstitution ne peut être approchée qu'à travers des expérimentations dont les résultats permettent d'analyser le corpus de données sous un jour nouveau.

1. Philippe Fleury, *La mécanique de Vitruve*, Caen, Presses universitaires de Caen, 1993.
2. Dimitris Pantermalis, *L'Hydraule de Dion*, *TDLO* 1/48, p. 7.
3. Melinda Kaba, *Die römische Orgel von Aquincum*, Budapest, Akadémiai Kiado (*Musicologia Hungarica*, 6), 1976.

L'histoire de l'orgue, c'est bien entendu aussi l'histoire de sa facture. Cette question est largement documentée depuis l'époque classique jusqu'à nos jours. À partir de cette histoire « tardive », que pouvons nous inférer concernant la période antique ? Ce corpus technique est composé de strates qui se sont accumulées au fur et à mesure des innovations apportées à la conception de l'instrument. Seules les strates antiques nous concernent, et l'on peut tenter de les mettre en évidence, si elles subsistent, en faisant abstraction des plus récentes.

Enfin, à l'évidence, il faut aussi interroger l'histoire plus générale des instruments à vents, puisque l'orgue ne fait que rassembler et automatiser des instruments individuels préexistants tels que flûtes et instruments à anche. Un premier pas dans ce sens a été fait lors de l'invention d'instruments du type cornemuse. Le soufflet en cuir, sous la forme initiale d'outre à vent, accompagne les technologies du métal depuis leur apparition. S'il fallait entrer dans des querelles de brevets, l'on pourrait arguer que la nouveauté de l'orgue ne réside pas dans le fait d'être un instrument à soufflerie, ni un instrument à tuyaux multiples, mais un instrument à clavier. Il reste alors à se demander quel mécanisme commandé par une touche va contrôler le débit de l'air, le « vent » dans le langage des facteurs d'orgue, de manière à faire « parler » un ou plusieurs tuyaux et produire une note. La réponse à cette question est particulièrement simple du point de vue historique : l'invention antique est l'orgue à plinthis, supplantée depuis le moyen âge par l'invention de l'orgue à soupapes commandées. Ce sont ces plinthis, spécifiques de l'orgue antique, qui font l'objet de notre étude.

## Un problème de robinets

L'hydraulique antique utilisait le robinet à boisseau en bronze. Sa forme est celle du robinet de tonneau. Deux troncs de cône glissent l'un par rapport à l'autre par rotation autour de leur axe commun. Un conduit cylindrique les traverse perpendiculairement à l'axe et permet le passage du liquide en position ouverte. Si on fait tourner le tronc de cône intérieur, l'alignement des portions de conduit est détruit et le passage est fermé.

La plinthis utilise un principe voisin, mais avec des surfaces planes et un déplacement rectiligne. Elle a la forme d'une réglette à faces parallèles, percée d'autant de trous que l'orgue possède de jeux, et peut glisser entre deux plaques fixes identiquement percées. Si les trous sont en regard l'air peut passer. Le glissement de la plinthis est commandé par une touche.

Ce principe peut également être rapproché de celui des instruments à viroles, connus dans l'antiquité. Lorsqu'un trou d'un instrument à vent ne peut être bouché directement par un doigt, pour une raison de diamètre ou de distance, il faut lui adjoindre un « robinet commandé ». La solution généralement adoptée de nos jours est celle du clapet, comme pour la clarinette par exemple. Une autre possibilité consiste à enfiler sur le corps cylindrique de l'instrument un court tube en métal, appelé virole, qui par glissement peut obturer ou non le trou de l'instrument considéré. Si on veut que la commande se fasse par rotation, la virole doit être elle-même percée, ce qui ne serait pas indispensable dans le cas d'un glissement longitudinal.

On peut donc considérer que sur le plan des principes, l'orgue antique utilise des éléments connus avant son invention. Toutefois la réalisation pratique d'un instrument utilisable nécessite la résolution de divers problèmes techniques que nous allons aborder.

## Des robinets qui fuient ?

Le texte de Vitruve précise que les plinthis étaient huilées. La découverte archéologique d'Aquincum comporte les plinthis et les plaques entre lesquelles elles glissaient (fig. 1). Elles sont en bronze et dans un état de conservation remarquable, quoique légèrement

oxydées et déformées. Nous avons réalisé des copies du dispositif de manière à étudier expérimentalement la question des fuites d'air.

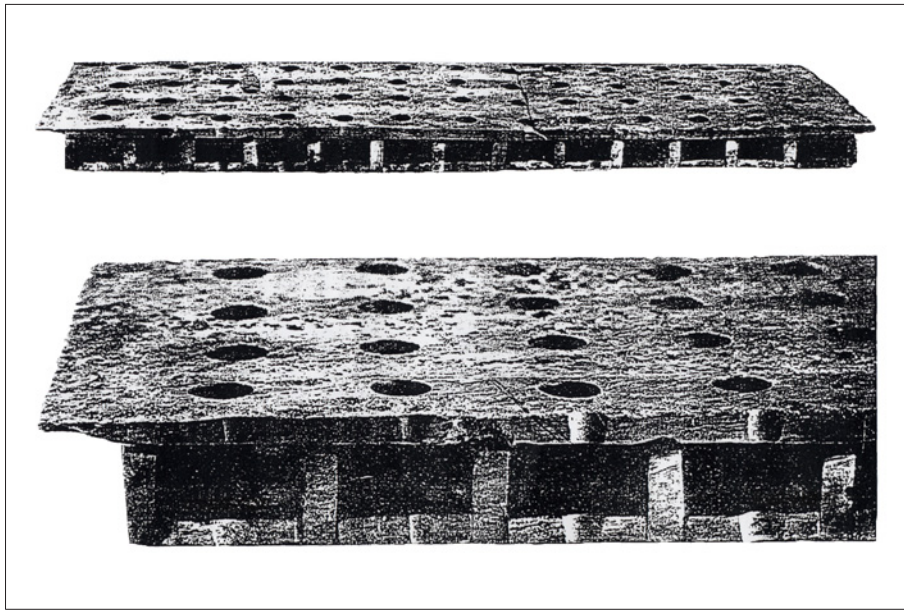


Fig. 1 : Découvertes archéologiques d'Aquincum : les plinthides et leurs logements. Melinda KABA « Die römische Orgel von Aquincum » (Musicologia Hungarica 6), Budapest, Akadémiai Kiadó, 1976, Tafel XVII p. 101

À ce niveau il est nécessaire de connaître l'ordre de grandeur de la pression de l'air. Des flûtes peuvent fonctionner avec une pression obtenue sous moins de dix centimètres d'eau. Une pression un peu supérieure peut être nécessaire pour des tuyaux à anche. Bien que faibles, ces pressions imposent un bon usinage des surfaces.

Une bonne qualité des surfaces coulissantes pouvait être obtenue par un polissage soigneux à l'émeri. Les plinthides découvertes à Aquincum portent toutes un numéro. Lors de l'entretien de l'instrument, cela permettait de les replacer chacune dans le logement auquel elle avait été ajustée. Nos essais ont permis de constater la bonne étanchéité du dispositif, à condition que le rodage ait permis d'aboutir à un frottement doux.

## Force de commande des plinthides

Si le dispositif est convenablement rodé et huilé, la force nécessaire pour déplacer les réglettes est très faible. Selon la description d'Héron d'Alexandrie, le passage en position ouverte est commandé par l'enfoncement d'une touche, tandis que le retour en position fermé s'effectue sous l'action d'un ressort. Les textes attestent une grande virtuosité, donc un jeu rapide. Cela nécessite des ressorts d'une force suffisante pour assurer un retour rapide en position fermée. La force d'appui du doigt sur la touche doit, quand à elle, être suffisante pour bander le ressort.

Avec nos plinthides copiées sur celles d'Aquincum, donc conçues pour quatre jeux, nous avons réalisé un orgue dont les touches peuvent être enfoncées par un poids de seulement 50 grammes.

## Vélocité du jeu

Notre orgue expérimental à plinthides présente un toucher très léger et autorise toute la vélocité que l'on peut souhaiter. Lors de notre exposé au présent colloque, nous avons présenté une vidéo montrant le mouvement des plinthides de notre orgue pendant l'interprétation

d'un morceau à rythme rapide, démontrant l'efficacité du dispositif. Avec un plus grand nombre de jeux, il faudrait des ressorts un peu plus puissants, donc une force d'appui également proportionnée au nombre des jeux. On peut estimer cependant que la dureté des touches ne dépassait pas celle du piano.

## Espacement des touches

Il semble assuré, compte tenu des connaissances dont nous disposons, que pour une note donnée, la touche, la plinthe et les tuyaux étaient disposés dans un même plan vertical. Le diamètre des tuyaux ne pouvait donc pas dépasser la largeur des touches.

Les plinthes de l'orgue d'Aquincum sont disposées selon des intervalles de vingt millimètres environ. Les tuyaux, ainsi que ceux retrouvés à Dion, présentent des diamètres inférieurs à cette dimension. Dans ces deux cas, les touches devaient avoir des largeurs à peu près identiques à celles de nos instruments à clavier. Dans tous les cas où la virtuosité était recherchée, il semble probable que cette dimension ait été adoptée à peu de chose près, car elle est bien adaptée à la main humaine.

## Position du clavier

Nous ne disposons d'aucun reste archéologique attribuable à une partie du clavier. Toutefois, l'examen de la disposition position des trous de l'orgue d'Aquincum nous révèle que la position de repos des plinthes était la position poussée, imposée par les ressorts. Inversement, il en résulte que la position ouverte, commandée par l'enfoncement de la touche, était la position tirée. Des vestiges de crochets montrent que cette commande d'ouverture devait être transmise par une cordelette ou un lacet de cuir, par exemple.

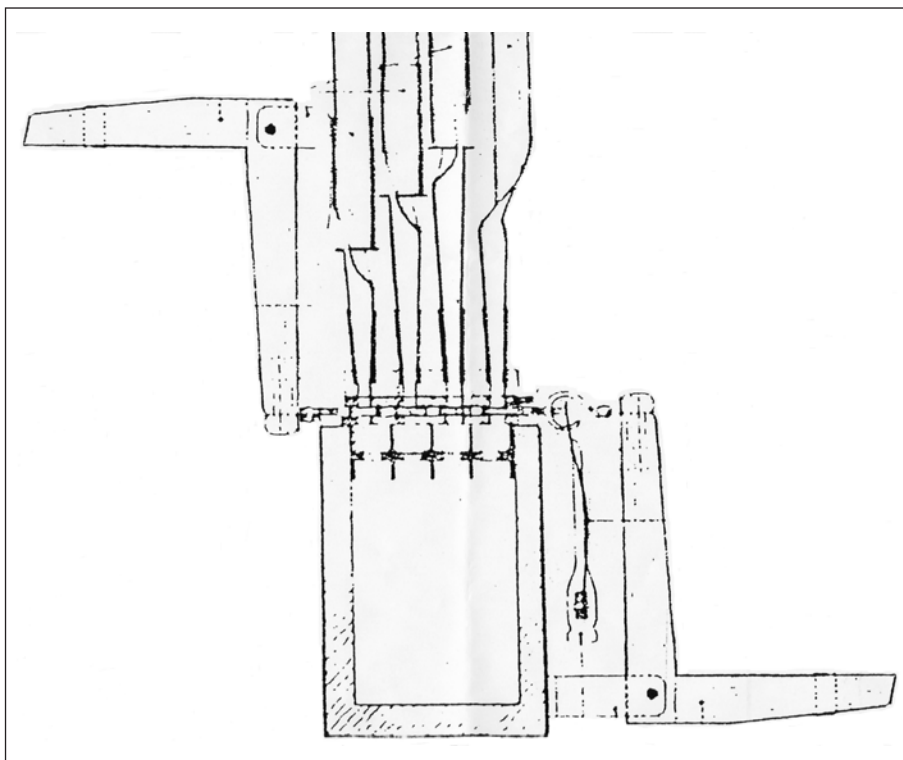


Fig. 2 : Schéma montrant deux dispositions possibles des touches de l'orgue antique à plinthes.

Le texte d'Héron indique une disposition inverse : c'est le ressort en corne qui tire sur la cordelette, tandis que l'action sur la touche pousse la plinthe. Dans ce cas, le fonctionnement

du levier solidaire de la touche impose que le clavier soit situé plus haut que les plinthes. Cette disposition va dans le sens de l'icônographie qui montre l'organiste en position haute, regardant au dessus des tuyaux.

Inversement, dans l'orgue d'Aquincum, le clavier aurait été plus bas que les plinthes, ce qui convenait peut-être pour un petit orgue d'intérieur.

Le texte de Vitruve omet de parler de ressorts, mais indique des « ferrea coracia » reliant les règles aux touches. Il y a doute sur le sens du terme, mais s'il s'agit de crochets, nous serions dans la disposition d'Aquincum, où la touche tire la plinthe.

Nos expérimentations nous ont permis de constater que les deux dispositions (fig. 2) permettent un fonctionnement parfait de la commande.

## Quelques autres observations

Bien que notre étude expérimentale ait été avant tout centrée sur les plinthes, la transmission, et le clavier nous avons également pratiqué quelques autres essais inspirés par les restes archéologiques.

Dans l'orgue de Dion, le plus long tuyau mesure 90 centimètres pour un diamètre de 18 millimètres. Les facteurs d'orgue modernes sont étonnés par un si petit diamètre. De même pour l'orgue d'Aquincum, un tuyau de diamètre 14 millimètres avait une longueur supérieure à 30 centimètres. Si de telles proportions sont fort éloignées de celles de l'orgue « moderne », elles sont par contre comparables à celles d'une flûte traversière, d'une flûte à bec ou d'un fifre.

Les vestiges ne permettent pas de déterminer quelle était la forme bouches. Nous avons donc expérimenté différentes formes. Avec des formes rectangulaires horizontales de type moderne, il est difficile de faire parler ces tuyaux. Par contre des formes proches du carré ou du cercle, comme celles des bouches des flûtes à bec ou traversières, fonctionnent bien entendu correctement.

Faute de données très précises sur la partie acoustique de l'orgue antique, ces constatations nous incitent à pencher du côté de l'hypothèse la plus simple, à savoir qu'il était tout simplement équipé d'instruments à vent usuels peu modifiés.

Dans cette hypothèse, la question de la pression de l'air, pour laquelle nous n'avons pas d'information directe, est résolue car cette pression est imposée par les instruments utilisés. La hauteur d'eau fournissant cette pression pourrait être de l'ordre d'une dizaine de centimètres.

Le dernier point que nous pouvons alors aborder est celui du dimensionnement des pompes et de la pnigée. Le volume d'air  $V$  apporté par un coup de pompe est imposé par le nombre des jeux et leurs types. Soient  $A1$  et  $A2$  les aires des surfaces libres inférieure et supérieure de l'eau. La montée de pression  $MP$  résultant du coup de pompe vaut :

$$MP = V/A1 + V/A2$$

Pour fixer les idées, admettons  $MP = 1$  cm,  $V = 1$  litre, et  $A1 = A2$ . Nous obtenons alors des aires de 5 décimètres carrés, soit des diamètres d'environ 25 centimètres pour des formes circulaires. Pour un orgue puissant et une meilleure régulation, cette dimension devait être supérieure.

L'orgue antique, sous sa forme initiale, avec ses pistons et ses plinthes soigneusement ajustés était totalement dépendant des techniques du bronze : moulage, ajustage, rodage... À cet égard, il est tout à fait cohérent de le voir apparaître dans le milieu des ingénieurs du Musée d'Alexandrie. On pouvait en simplifier la construction en remplaçant les pompes métalliques par des soufflets en cuir, mais les plinthes sont restées indispensables pendant toute l'antiquité.

Nos expérimentations nous ont permis de constater que l'orgue antique pouvait permettre une vélocité et un confort de jeu comparables aux qualités de l'orgue à soupapes commandées qui l'a remplacé. Les avantages de la soupape se situent dans d'autres domaines : d'une part sa fabrication est plus simple et d'autre part elle autorise la réalisation d'orgues comportant un plus grand nombre de jeux.

Chacun aimerait, bien entendu, savoir quelle était la sonorité de l'orgue antique. Il est impossible de le savoir, mais elle était dépendante de contraintes que nous connaissons à des degrés divers. La première contrainte était la puissance nécessaire selon le fonctionnement en plein air ou en intérieur. Sa fonction lors des jeux du cirque n'est pas encore complètement élucidée. La contrainte physique des jeux disponibles était liée aux instruments à vent de l'époque. L'histoire de la musique peut nous renseigner sur ce point ainsi que sur les tonalités et les goûts du public.