

4856

Belis, A. Auloi grecs du Louvre
Bulletin de correspondance hellenique. 1984, 108, p 111-122 C2 Louvre

4855

Belis, A. Cithares, citharistes et citharods en Grece
Comptes-rendus des seances de l'Academie des inscriptions et belles-lettres 1995
139 1025-1065 C2 lyre

Auloi grecs du Louvre

Annie Bélis

Bulletin de correspondance hellénique, Année 1984, Volume 108, Numéro 1
p. 111 - 122

[Voir l'article en ligne](#)

Il s'agit d'un aulos double, en bois, en excellent état de conservation. Il comporte deux tuyaux, formés d'une embouchure et d'un bulbe, et du « bombyx », percés de 7 et 9 trous, dont un pour le pouce en dessous sur les deux tuyaux. Leur position varie notablement d'un tuyau à l'autre, et l'on peut en restituer le doigté. Des mesures précises permettent de reconstituer l'échelle musicale de l'instrument, conformément à des calculs dont les théoriciens grecs se servaient eux-mêmes. On établit ainsi que l'aulos double n'est pas conçu pour l'exécution de mélodies hétérophones : le facteur perce des trous sur deux tuyaux là où il lui aurait été impossible de le faire sur un seul sans risquer d'endommager l'instrument. L'aulos double du Louvre peut jouer 16 notes ; c'est un instrument de très belle facture, fait pour un virtuose. On peut le dater de la fin du ive siècle.

Avertissement

L'éditeur du site « PERSEE » – le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation – détient la propriété intellectuelle et les droits d'exploitation. A ce titre il est titulaire des droits d'auteur et du droit sui generis du producteur de bases de données sur ce site conformément à la loi n°98-536 du 1er juillet 1998 relative aux bases de données.

Les oeuvres reproduites sur le site « PERSEE » sont protégées par les dispositions générales du Code de la propriété intellectuelle.

Droits et devoirs des utilisateurs

Pour un usage strictement privé, la simple reproduction du contenu de ce site est libre.

Pour un usage scientifique ou pédagogique, à des fins de recherches, d'enseignement ou de communication excluant toute exploitation commerciale, la reproduction et la communication au public du contenu de ce site sont autorisées, sous réserve que celles-ci servent d'illustration, ne soient pas substantielles et ne soient pas expressément limitées (plans ou photographies). La mention Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation sur chaque reproduction tirée du site est obligatoire ainsi que le nom de la revue et- lorsqu'ils sont indiqués - le nom de l'auteur et la référence du document reproduit.

Toute autre reproduction ou communication au public, intégrale ou substantielle du contenu de ce site, par quelque procédé que ce soit, de l'éditeur original de l'oeuvre, de l'auteur et de ses ayants droit.

La reproduction et l'exploitation des photographies et des plans, y compris à des fins commerciales, doivent être autorisés par l'éditeur du site, Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation (voir <http://www.sup.adc.education.fr/bib/>). La source et les crédits devront toujours être mentionnés.

AULOI GRECS DU LOUVRE*

Le Département des Antiquités Égyptiennes du Musée du Louvre possède un double aulos grec¹ en bois, dont les deux tuyaux, de longueur égale, sont intacts, exception faite d'une fêlure longitudinale.

Cet instrument est d'un intérêt exceptionnel ; en effet, à quelques rarissimes exceptions près², les auloi grecs nous sont parvenus en piètre état, et généralement sous forme de fragments. D'autre part, fait quasiment sans exemple, nous possédons deux tuyaux appartenant à un seul et même instrument, et faits l'un et l'autre d'une seule pièce. Cet aulos se présente donc tel qu'il a été fabriqué et joué, sans qu'on ait pour une fois à tenter d'en reconstituer les fragments ; cela signifie surtout que la position des trous nous est donnée exactement, sans risque d'erreur.

Il ne fait pas de doute que cet aulos est grec et non pas égyptien ; les instruments égyptiens, le plus souvent en roseau, sont étroits et longs, mais leur facture est tout autre : ils n'ont pas l'embouchure évasée, ni le renflement du baril des auloi grecs³ (fig. 1 et 2).

Nous ne possédons plus les anches de cet instrument ; mais on peut escompter trois résultats d'une étude et des mesures effectuées sur ces tuyaux : d'abord, établir comment ils étaient joués, c'est-à-dire, retrouver leur doigté ; d'autre part, comprendre pourquoi les facteurs grecs perçaient deux tuyaux au lieu d'un seul ; enfin, puisque l'instrument est intact, peut-on définir une méthode pour restituer avec le moins de risque possible son échelle musicale ?

(*) Je tiens à exprimer ma reconnaissance à M. J.-L. de Cénival et à M^{me} Christiane Ziegler, qui m'ont aimablement autorisée à étudier ces instruments et m'ont fourni les photos 1 et 2. Les dessins ont été réalisés par Irô Athanassiadi et Nikos Sigalas.

(1) Inv. E 10 962 a et b. Publié par Ch. ZIEGLER, *Catalogue des instruments de musique égyptiens du Musée du Louvre*, IDM 115, p. 96 et fig. 115. Sa provenance n'est pas connue : il a été acquis par le musée du Louvre en 1903, d'une collection privée (renseignement communiqué par M. J.-L. de Cénival).

(2) C'est le cas de l'aulos double du Musée National de Copenhague (n^{os} 14.411 et 14.412), dont la provenance n'est pas connue ; des quatre auloi du Musée Archéologique National de Naples, découverts à Pompei (n^{os} 76 891, 76 892, 76 893 et 76 894) ; très endommagés et d'une grande fragilité, ils ont fait l'objet de multiples restaurations qui en ont peut-être modifié les mesures.

(3) Pour le catalogue et la description des flûtes égyptiennes, voir V. LORET, *Journal Asiatique* (1889), p. 111-142 et p. 197-237.



Fig. 1. — Aulos double du Louvre, inv. 10 962 a et b : vue de la face supérieure des tuyaux.

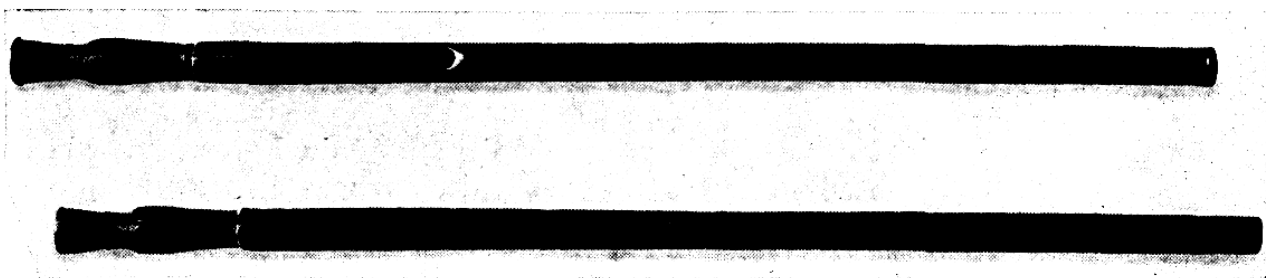


Fig. 2. — Aulos double du Louvre : vue de la face inférieure des tuyaux.

Les deux tuyaux, parfaitement cylindriques, offrent entre eux des ressemblances frappantes ; ils sont faits en bois sombre, lustré, peut-être en sycomore⁴. Quelques accidents (fêlure longitudinale, ébréchure d'un rebord) n'empêchent pas d'en mesurer précisément les dimensions et de déterminer exactement la disposition des trous.

Ils ont les caractéristiques des auloi de facture grecque :

1) Une partie supérieure en entonnoir, l'*ἄλμος*, destinée à recevoir l'anche. Hauteur : 1,7 cm.

2) Une partie renflée, de belle facture, dont l'extrémité inférieure est moulurée : c'est l'*ὕφολμιον*, ou bulbe, mais dont la section intérieure est, ici comme dans tous les auloi grecs, rectiligne⁵. Hauteur : 4,3 cm.

3) Le corps de l'instrument est constitué par les tuyaux rectilignes de section intérieure constante, les *βόμβυκες* ; ils comportent une série de trous circulaires sur le dessus, auxquels s'ajoute un trou sur la face inférieure pour le pouce.

4) L'extrémité inférieure de chaque tuyau dessine, par un très léger renflement du rebord, un petit pavillon.

(4) Les fragments d'auloi qui ont été découverts en Grèce sont généralement en os, plus rarement en ivoire. Plutarque, *Banquet des Sept Sages*, 150-151, Pline l'Ancien, XVI, 172 et Pollux, IV, 70 parlent d'auloi en bois, et particulièrement en buis ou en micocoulier ; les instruments conservés au British Museum, les *Elgin pipes* sont en bois de sycomore.

(5) Cf. J. G. LANDELS, *Hesperia* 33 (1964), p. 392-400. Il en va de même pour tous les *holmoi* que j'ai pu examiner (Agora d'Athènes, Délos, Musée National à Athènes, auloi de Corinthe, auloi de Pompei, etc.). Le renforcement des parois réduisait vraisemblablement les risques de fêlure ou d'éclatement, là où la pression du souffle était la plus considérable.

Les deux tuyaux sont de même longueur : 41 cm.

a) *Tuyau E 10 962 b* :

Huit trous circulaires sur la face supérieure, un trou sur l'autre face. Les huit trous ne sont pas disposés sur la même génératrice : ils dévient progressivement vers la droite.

Dimensions : . Longueur totale = 410 mm.

. Diamètre des trous : 6 mm. Le trou IX est cependant évasé vers le haut, comme s'il avait été retouché.

Embouchure : Hauteur : 17 mm ; diam. extérieur en haut : 18 mm. L'intérieur de l'*holmos* est d'abord en forme d'entonnoir, de sorte à ménager une cavité dans laquelle l'anche venait se loger, peut-être sur une « pirouette » en bois butant sur le rebord intérieur circulaire (fig. 7). Au-dessous de cette cavité, les parois s'épaississent et la perce intérieure devient cylindrique. *Hypholmion* en forme de bulbe.

Disposition des trous : Les mesures de longueur sont prises à partir du point A (extrémité supérieure du tuyau) et pour chaque trou, au bord supérieur.

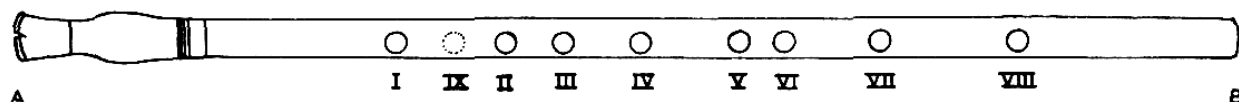


Fig. 3. — Emplacement des trous du tuyau A.

I = 12,05 cm	V = 23,40 cm
IX = 14,25 cm	VI = 24,90 cm
II = 15,65 cm	VII = 28,05 cm
III = 17,60 cm	VIII = 32,70 cm
IV = 20,10 cm	

b) *Tuyau E 10 962 a* :

Six trous sur la face supérieure du tuyau, un trou sur l'autre face. Ici, les trous sont rigoureusement alignés. Les caractéristiques de l'embouchure (*holmos* et *hypholmion*) sont identiques à celles de l'autre tuyau.

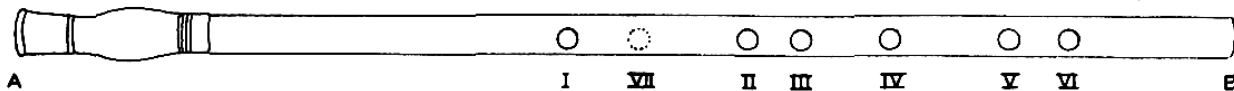


Fig. 4. — Emplacement des trous du tuyau B.

I = 17,65 cm	IV = 28,40 cm
VII = 20,90 cm	V = 32,41 cm
II = 23,55 cm	VI = 34,30 cm
III = 25,31 cm	

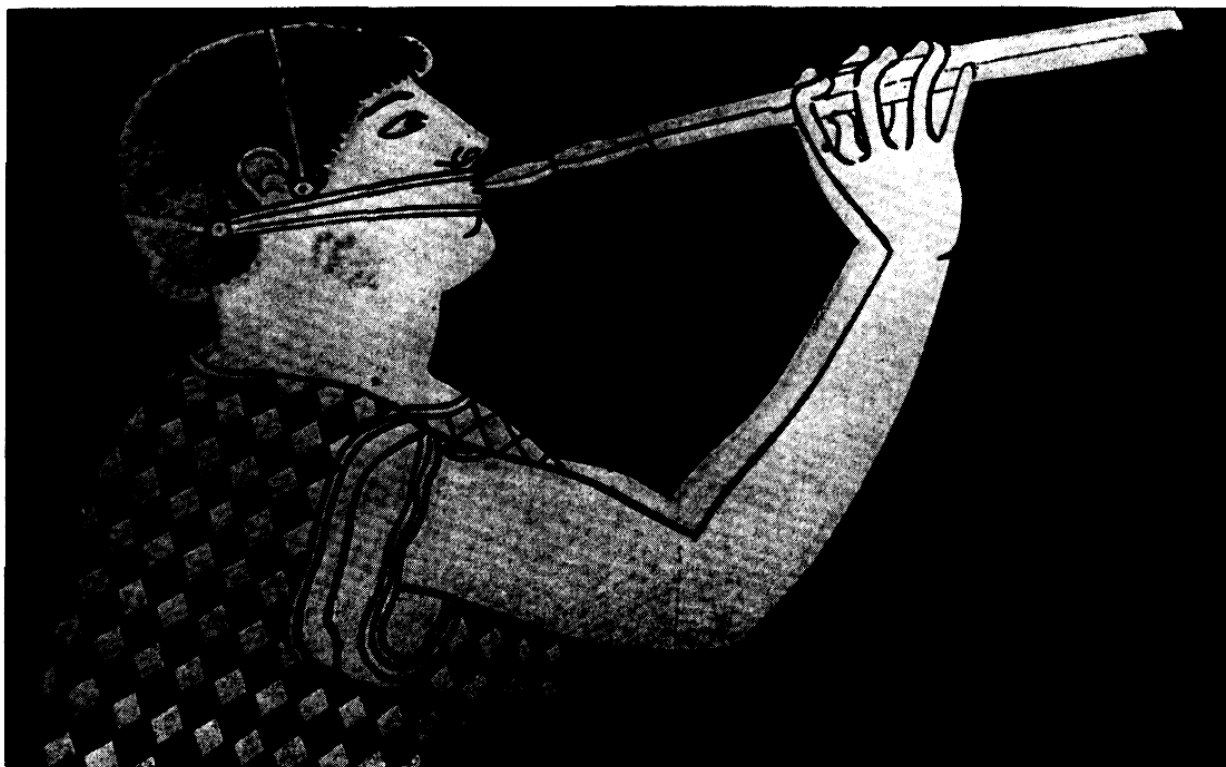


Fig. 5. — Amphore E 270 du British Museum ; index « crochus » et petits doigts « libres ».



N. S. Sigalas

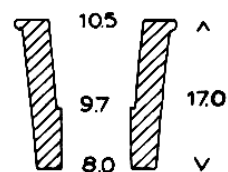


Fig. 7. — Section de l'embouchure des tuyaux a et b de l'aulos double du Louvre.

←

Fig. 6. — Cratère à colonnettes (coll. Käppeli) du Peintre de Berlin ; index « crochus » et petits doigts « libres ».

On constate dès à présent que chaque tuyau a sa spécificité : le premier comporte neuf trous alors que le second n'en a que sept, et les uns sont disposés de manière à s'écarter progressivement vers la droite quand les autres, moins nombreux, sont alignés. Il est donc vraisemblable que le tuyau A, à 9 trous, était joué par la main droite, toujours plus habile et plus véloce. La déviation des trous facilite simplement la manipulation : la main atteint de la sorte plus commodément les trous situés au bas du tuyau⁶.

Le nombre des trous, sur chaque tuyau, excède les cinq (quatre doigts dessus, pouce dessous) que l'on peut obturer d'une seule main tous à la fois. Il se pose donc une question de doigté et de position, d'autant que cet instrument ne comporte pas de clefs permettant comme de nos jours, d'obturer indirectement un trou. J'ai pu constater que la manipulation optimale des tuyaux requerrait deux positions :

— *main droite* : première position : I. index ; IX. pouce ; II. majeur ; III. annulaire ; IV. petit doigt. Deuxième position : pouce libre ; VI. index ; VII. majeur ; VIII. petit doigt ; l'annulaire est libre ;

— *main gauche* : première position : I. index ; VII. pouce ; II. annulaire ; III. petit doigt ; le majeur est libre. Deuxième position : IV. index ; V. majeur ; VI. annulaire ; le pouce et le petit doigt sont libres.

En « première position », l'index doit nécessairement être replié pour obturer correctement le trou ; c'est là un doigté crochu, très inélégant, que les peintres de vase ont souvent représenté (fig. 5 et 6) ; de même, on voit des aulètes en « deuxième position », placer sous le tuyau leur petit doigt pour faciliter leur jeu.

L'utilité — la nécessité — de disposer de deux tuyaux est démontrée ici ; il ne s'agit pas, comme on l'a souvent dit, de permettre au musicien de jouer deux notes à la fois et de produire des accords : l'hypothèse ne peut d'ailleurs s'appuyer sur aucun texte sûr, et les théoriciens anciens n'auraient certainement pas manqué de parler à loisir des lois qui régissent l'harmonie simultanée, s'ils l'avaient connue ; pas d'avantage les textes musicaux, hymnes ou morceaux tragiques, n'utilisent d'accords.

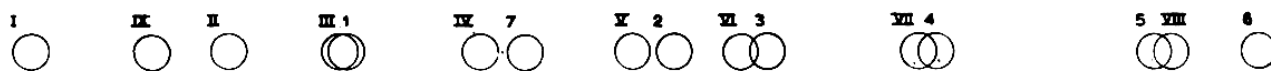


Fig. 8. — Schéma de la superposition des trous des deux tuyaux.

En fait, comme le montre la figure 8, le facteur répartit sur deux tuyaux des trous qui n'auraient en aucune manière pu être percés sur un seul tuyau : ou bien ils se seraient chevauchés et alors il aurait fallu opter pour l'un ou l'autre ; ou bien encore, ils auraient été si rapprochés qu'il eût été presque impossible de les forer sans briser l'instrument ou l'endommager irrémédiablement.

(6) Conséquence naturelle du plus grand nombre de trous : ils sont répartis sur une plus grande longueur, rendant les déplacements plus difficiles ; la déviation des trous est conforme à la position que prend naturellement la main sur le tuyau.

Ainsi, l'instrumentiste a à sa disposition à peu près deux fois plus de notes, et surtout, peut produire des intervalles plus serrés et plus variés. En somme, il lui est facile, en faisant parler tel ou tel trou, sur l'un ou l'autre tuyau, de jouer dans tous les genres, et spécialement en enharmonique, où les intervalles au grave de la quarte sont des quarts de ton. De même, il peut changer de genre, c'est-à-dire moduler, sans avoir à changer d'instrument. Enfin, l'aulète accroît encore les possibilités de son instrument par des artifices de doigtés ou en modifiant la position de l'anche ou la pression de son souffle.

Il s'agit donc véritablement d'un double aulos et non pas de deux auloi, joués simultanément. Comment peut-on essayer de reconstituer son échelle musicale?

Plusieurs tentatives ont été faites, sur d'autres instruments grecs, pour reconstituer leur échelle musicale. On peut procéder de différentes manières : ou bien, comme l'a fait K. Schlesinger⁷, en supposant *a priori* que la perce de l'aulos est en rapport direct avec la modalité, mais avec cette conséquence que le système ne peut se déduire commodément que d'un tuyau dont la perce serait équidistante. Ou bien, à l'instar de R. J. Letters⁸, en convertissant les longueurs de colonne d'air en *cents* ou en *savarts* : ce procédé n'est efficace que si l'on suppose *a priori* à quel intervalle on a affaire. Enfin, on peut essayer tout simplement d'adapter à un instrument antique une anche moderne, et de produire sa gamme en le jouant.

Mais, dans ce cas, l'expérience se heurte à une objection insurmontable : les anches grecques, dont Théophraste décrit longuement la laborieuse fabrication, n'ont rien de commun avec nos anches modernes ; par suite, on ne peut rien démontrer de probant en utilisant sur des instruments antiques des anches modernes.

Quant aux deux autres méthodes, elles s'appuient sur des suppositions *a priori*, ce qui suffit à les rendre sinon douteuses, du moins incertaines. Certes, lorsque l'on n'a devant soi que des fragments d'aulos, ce sont là des moyens qui, faute de mieux, permettent une restitution approximative.

Mais, dans le cas présent, nous disposons pour une fois d'un aulos double en excellent état de conservation, où chaque longueur se mesure avec précision. Les musicologues et les acousticiens modernes doutent que des mesures de ce type puissent contribuer à la restitution des échelles : la position de l'anche, l'intensité du souffle, la position des lèvres, modifient notablement la hauteur des sons produits⁹. Cependant, on ne peut pas produire n'importe quel intervalle sur n'importe quel instrument, c'est l'évidence même ; on peut tout au plus élever ou baisser le diapason, ou altérer une note.

Les Grecs, qui ne disposaient pas d'outil de mesure acoustique, pratiquaient leurs calculs musicaux à partir des seules longueurs, ou plutôt, à partir des rapports de longueur : il s'agit de la célèbre division du canon, que toute la tradition littéraire attribue à Pythagore, et que l'on voit continûment pratiquée par les Pythagoriciens jusqu'à Ptolémée. Comme l'indiquent les théoriciens, cette méthode, d'abord expéri-

(7) K. SCHLESINGER, *The Greek Aulos* (1939, réimpr. 1970), spécialement ch. I.

(8) R. J. LETTERS, *CIG* 19 (1969), p. 266-268.

(9) BOUASSE, *Instruments à vent*, I, p. 24 et II, p. 62-64.

mentée sur une corde, a été par la suite appliquée à la perce de l'aulos¹⁰, où la longueur de la colonne d'air remplace la longueur de corde vibrante.

La division du canon vise à attribuer à chaque intervalle musical un rapport de deux nombres entiers, et ce, en partant de constatations d'expérience simples : si une corde entière donne un son, la moitié de cette corde sonnera à l'octave supérieure ; les deux tiers de la corde donneront la quinte supérieure de la fondamentale, les trois quarts produiront la quarte, etc. De la sorte sont établies des séries de rapports numériques, expression mathématique des intervalles musicaux, que les théoriciens n'ont cessé de reproduire et d'affiner par le calcul¹¹ ; voici les principaux :

$$2/1 = \text{octave} ; 3/2 = \text{quinte} ; 4/3 = \text{quarte} ; 9/8 = \text{ton}$$

On vérifie que l'octave, *addition* de la quarte et de la quinte, est de rapport 2/1, *produit* des rapports 4/3 et 3/2 ; le ton, 9/8, *différence* entre la quinte et la quarte, s'obtient en *divisant* leurs rapports numériques.

Tous ces rapports sont de forme superpartielle : $(n + 1)/n$, si bien que les Pythagoriciens avaient voulu que les intervalles musicaux fussent le plus possible exprimés par des rapports dont le dénominateur était d'une unité plus grand que le numérateur¹².

Cependant, le « demi-ton » juste était introuvable ou inexprimable ; en effet, ce devrait être la racine carrée du rapport 9/8, laquelle est un nombre irrationnel ; Philolaos, puis Archytas de Tarente ont alors cherché à calculer un demi-ton qui soit un rapport de deux nombres entiers, en retranchant de deux tons $(9/8)^2$ une quarte 4/3. Le résultat de cette opération est le rapport 256/243, appelé *leimma* ; ôté d'un ton 9/8, ce rapport donne un autre demi-ton, plus grand que le *leimma*, l'*apolomé*, de rapport 2187/2048. Il est évident que ces deux intervalles, obtenus par le calcul, sont impossibles à déterminer sur le canon harmonique, et encore moins appréciables en termes de longueurs.

Outre ces rapports, exprimant les intervalles essentiels au découpage de l'octave (quarte + quinte, addition de six tons, etc.) et du tétracorde, cellule fondamentale de la gamme grecque, les théoriciens se sont ingéniés à trouver d'autres rapports super-

(10) La célèbre expérimentation de la *κατατομή κανόνος* est relatée par l'ensemble des théoriciens antiques, grecs et latins ; c'est aussi le titre d'un opuscule attribué à Euclide (*Musici Scriptores Graeci*, éd. Von Jan, p. 148-166). La division du canon s'effectue à l'aide d'une tablette graduée, sur laquelle est tendue une corde, que l'on intercepte à la hauteur voulue à l'aide d'un curseur. Les points d'interception sont soigneusement établis pour correspondre à des sections définies de la longueur totale. La règle graduée comportait 12 divisions/unités : sur ce chiffre, voyez A. SZABÓ, *Les débuts des mathématiques grecques* (1977), p. 149-157. L'application de cette expérience à la perce de l'aulos est décrite par un certain nombre de théoriciens dont le plus ancien est le Ps.-Aristote, *Problèmes XIX.23* : οἱ ἀλλοτρῦται οὕτω λαμβάνουσι ; citons quelques textes : Nicomaque, *Enchiridion*, Von Jan, p. 255, et *Introduction arithmétique* II, ch. 27 ; Jamblique, *In Nicomachi Arithm. Introd.*, éd. Pistelli, p. 122 ; Ptolémée, *Harm.*, éd. Düring, p. 9 ; Porphyre, *Ad Ptolem. Harm. Comm.*, éd. Düring, p. 57.

(11) On trouve ces calculs dans tous les traités d'inspiration pythagoricienne ; outre les textes cités ci-dessus, voir Théon de Smyrne, qui donne aussi les calculs de Didyme et d'Ératosthène.

(12) Dans l'introduction de sa *Division du Canon*, le Ps.-Euclide insiste sur le fait que tout intervalle musical, qu'il soit musicalement consonant ou dissonant, doit être exprimé par un rapport multiple ou *épimore*, chaque rapport particulier recevant un nom (c'est là l'expression même qu'il est rationnel et non pas « irrationnel » — ἄλογος) : double pour l'octave $(1+1)/1$, hémiole pour la quinte $(2+1)/2$, épitrète pour la quarte $(3+1)/3$, épogde pour le ton $(8+1)/8$.

partiels pour exprimer les intervalles dans les trois formes que peut prendre la quarte, c'est-à-dire dans les trois genres : enharmonique, chromatique et diatonique. Ils ont essayé le plus possible de donner des formules telles que chaque rapport fût superpartiel, et que le produit des trois rapports fût égal à la quarte : $4/3$; Philolaos, Archytas, mais aussi Didyme, Ératosthène, Claude Ptolémée, ont proposé des solutions différentes¹³.

Ce qui nous importe ici, c'est que les théoriciens attestent de façon réitérée que les *αὐλοτρῦπαι*, les « perceurs d'auloi » adaptaient à leur travail les principes établis par les mathématiciens, et ce, en comparant des longueurs sur un tuyau donné, *sans tenir compte de la position de l'anche* ; libre au musicien de la tirer ou de l'enfoncer davantage, ou de modifier éventuellement l'accord de tel ou tel trou en le remplissant de cire. Les longueurs considérées sont des segments dont l'origine est figurée par le point le plus haut du tuyau, et l'extrémité, par le bord supérieur du trou ; ces segments sont donc la colonne d'air mise en vibration lorsque parle le trou. De la sorte, les longueurs entre les trous n'interviennent jamais dans le calcul.

C'est en suivant cette méthode inspirée de la « division du canon » des Anciens et utilisée par les facteurs d'instruments grecs que nous nous proposons d'analyser l'aulos double du Louvre, puisque nous avons la chance qu'il se soit assez bien conservé. Elle s'appuie sur des mesures aussi exactes que possible, plusieurs fois vérifiées.

L'établissement des intervalles se fera en 4 étapes :

1) comparaison des deux longueurs correspondants à deux trous donnés ; on divisera la longueur la plus grande par la plus petite, et l'on obtiendra un nombre 1 suivi de plusieurs décimales. *Ex.* : $17,6 : 15,65 = 1,1246$;

2) à ce nombre, on cherchera l'expression chiffrée du rapport numérique, connu des théoriciens antiques, le plus voisin. *Ex.* : 1,125, expression chiffrée du rapport de ton $9/8$;

3) on multipliera ensuite par ce rapport la plus petite longueur ; *Ex.* : $15,6 \times (9/8)$ et l'on obtiendra alors une autre longueur, celle du segment de tuyau où l'extrémité B représente idéalement l'emplacement du trou pour obtenir le dit intervalle, soit, dans notre exemple : 17,606 cm ;

4) enfin, on comparera cette longueur idéale avec la mesure réelle pour évaluer la marge d'erreur : ici, 17,606 et 17,6, c'est-à-dire 0,006 cm.

TUYAU DROIT :

a) *Intervalle n° 1 = trous I et IX :*

Longueurs : 14,25 et 12,05.

$14,25 : 12,05 = 1,1825$.

Rapport le plus proche : $32/27$ ($= 1,185$).

Or, $12,05 \times (32/27) = 14,28$.

Marge : 0,03 cm pour une longueur réelle de 14,25 cm, soit $1/475$ d'erreur.

(13) Un tableau est donné de ces différentes solutions dans le manuel de Th. REINACH, *La musique grecque*, p. 24-25.

L'intervalle exprimé par le rapport $32/27$ est la différence entre la quarte et le ton, c'est-à-dire la tierce mineure, d'un ton et demi¹⁴.

b) *Intervalle n° 2 = trous IX et II :*

Quotient des longueurs : $15,65 : 14,25 = 1,098$.

Rapport le plus proche : $11/10$ (1,10).

Or, $14,25 \times (11/10) = 15,675$.

Marge : 0,025 cm soit $1/627$ d'erreur.

L'intervalle musical $11/10$ se situe entre le ton et le demi-ton « apotome »¹⁵.

c) *Intervalle n° 3 = trous II et III :*

Quotient des longueurs : $17,6 : 15,65 = 1,1246$.

Rapport le plus proche : $9/8$ (1,125).

Or, $15,65 \times (9/8) = 17,606$.

Marge : 0,006 cm, soit $1/2933$ d'erreur.

L'intervalle est d'un ton.

d) *Intervalle n° 4 = trous III et IV :*

Quotient des longueurs : $20,1 : 17,6 = 1,1420$.

Rapport le plus proche : $8/7$ (1,1428).

Or, $17,6 \times (8/7) = 20,09$.

Marge : 0,01 cm soit environ $1/2000$.

L'intervalle excède le ton ; Archytas et Didyme l'utilisent dans leur genre diatonique¹⁶.

e) *Intervalle n° 5 = trous IV et V :*

Quotient des longueurs : $23,4 : 20,1 = 1,1641$.

Rapport le plus proche : $7/6$ (1,1666).

Or, $20,1 \times 1,1666 = 23,44$.

Marge : 0,04 cm, soit $1/585$.

L'intervalle $7/6$ est situé entre le ton et la tierce mineure : c'est la tierce minime d'Archytas.

f) *Intervalle n° 6 = trous V et VI :*

Quotient des longueurs : $24,9 : 23,4 = 1,0641$.

Rapport le plus proche : $16/15$ (1,0666).

Or, $23,4 \times (16/15) = 24,958$.

Marge : 0,05 cm, soit $1/498$.

Cet intervalle $16/15$ est le demi-ton diatonique, correspondant à notre seconde mineure.

(14) L'intervalle défini par le rapport $32/27$, petite tierce mineure de la gamme diatonique « naturelle » de Zarlino, a été calculé par Archytas de Tarente (ap. Ptolémée, *Harm.* I, 30, Düring, p. 30, 9 sq. : c'est l'intervalle le plus haut du genre chromatique : $32/27,243/224,28/27 = 4/3$.

(15) Le rapport $11/10$ est tenu par Aristide Quintilien comme la *diesis* caractérisant l'intervalle *hypate-parhypate* de l'harmonie dorienne (tétracorde des moyennes) : *De Musica* Meib. p. 124 = Winnington-Ingram, p. 103.

(16) $8/7$ définit le ton le plus grand connu des Pythagoriciens. Additionné à la tierce minime $7/6$, il donne une quarte $4/3$ (voyez Boèce, *De Inst. Mus.*, V, 17, p. 368 pour les divisions de la quarte proposées par Archytas).

g) *Intervalle n° 7 = trous VI et VII :*

Quotient des longueurs : $28,05 : 24,9 = 1,1265$.

Rapport le plus proche : $9/8$ (1,125).

Or, $24,9 \times (9/8) = 28,0125$.

Marge = 0,04, soit $1/700$.

Intervalle musical : un ton.

h) *Intervalle n° 8 = trous VII et VIII :*

Quotient des longueurs : $32,7 : 28,05 = 1,165$.

Rapport le plus proche : $7/6$ (1,166).

Or, $28,05 \times (7/6) = 32,723$.

Marge = 0,02, soit $1/1635$.

Même intervalle que pour les trous IV et V : la tierce mineure.

TUYAU GAUCHE :

a) *Intervalle n° 1 = trous I et VII :*

Quotient des longueurs : $20,9 : 17,65 = 1,187$.

Rapport le plus proche : $32/27$ (1,185).

Or, $17,65 \times (32/27) = 20,91$.

Marge : 0,01, soit $1/2000$ environ.

L'intervalle musical est la tierce mineure.

b) *Intervalle n° 2 = trous VII et II :*

Quotient des longueurs : $23,55 : 20,9 = 1,1267$.

Rapport le plus proche : $9/8$ (1,125).

Or, $20,9 \times (9/8) = 23,512$.

Marge : 0,04 soit moins de $1/600$.

Intervalle de ton.

c) *Intervalle n° 3 = trous II et III :*

Quotient des longueurs : $25,31 : 23,55 = 1,0747$.

Rapport le plus proche : $14/13$ (1,0769).

Or, $23,55 \times (14/13) = 25,36$.

Marge : 0,03, soit moins de $1/850$.

L'intervalle est un demi-ton un peu plus grand que l'apotome des Pythagoriciens.

d) *Intervalle n° 4 = trous III et IV :*

Quotient des longueurs : $28,4 : 25,31 = 1,122$.

Rapport le plus proche : $9/8$ (1,125).

Or, $25,31 \times (9/8) = 28,473$.

Marge : 0,07 soit environ $1/400$.

L'intervalle approche le ton tempéré.

e) *Intervalle n° 5 = trous IV et V :*

Quotient des longueurs : $32,41 : 28,4 = 1,1411$.

Rapport le plus proche : $8/7$ (1,1428).

Or, $28,4 \times (8/7) = 32,457$.

Marge : 0,04 soit un peu plus de $1/800$.

L'intervalle est le ton diatonique de Didyme et Archytas.

f) *Intervalle n° 6 : trous V et VI :*

Quotient des longueurs : $34,3 : 32,41 = 1,0583$.

Rapport le plus proche : $18/17$ (1,0588).

Or, $32,41 \times (18/17) = 34,31$.

Marge : 0,01 soit environ $1/340$.

L'intervalle est extrêmement proche du leimma pythagoricien (de rapport $256/243$), et qui donnerait pour le trou VI une « longueur » de 34,41 cm.

Deux séries d'intervalles sont ainsi obtenues ; ce sont :

Tuyau A : $32/27$ $11/10$ $9/8$ $8/7$ $7/6$ $16/15$ $9/8$ $7/6$.
Tuyau B : $32/27$ $9/8$ $14/13$ $9/8$ $8/7$ $18/17$.

L'établissement des rapports numériques s'effectue avec des erreurs allant de $1/400^e$ à $1/3000^e$, en somme, de façon admissible. Musicalement, les échelles des deux tuyaux sont les suivantes :

Tuyau A : ton $1/2$; $1/4$; ton ; ton + ; ton $1/4$; $1/2$; ton ; ton $1/4$.

Tuyau B : ton $1/2$; ton ; $1/2$; ton ; ton d. ; *leimma*.

Fait remarquable, les intervalles sont tous exprimables par des rapports numériques simples, de forme superpartielle, que les théoriciens pythagoriciens (Archytas, Didyme, Ptolémée) ont connus et qu'ils ont fait entrer dans leurs échelles musicales. Loin qu'il s'agisse là d'un tour de force, les αὐλοτρυπαι trouvaient dans cette méthode un moyen sinon simple, du moins commode pour pratiquer la perce : il leur suffisait de disposer, pour chaque trou, d'une unité de longueur, par exemple d'un canon divisé en 14, 32 ou 17 parties égales, et ce, sans se préoccuper de la mesure exacte nombrée. Nous savons que Théodore, sans autre moyen qu'une unité dont la mesure est indifférente, réussit à faire la construction des 17 premières racines¹⁷. La perce de l'aulos se pratiquait donc *more geometrico* et non pas *more arithmetico*.

Le double aulos du Louvre n'est pas construit de manière à ce que s'enchaînent des tétracordes ; il est certes conçu pour pouvoir produire des quarts (ton, ton, demi-ton et les variantes de cette forme) ; mais, plus important encore, il est un aulos double, dont les deux tuyaux se complètent : les trous se correspondent deux à deux, de manière que l'on puisse produire des modulations de genre :

A) III IV V VI VII
 B) I VII II III IV

Sont isolés les trous I, IX et II du tuyau droit (A), qui donnent les notes les plus aiguës de l'instrument, et le trou VI du tuyau gauche (B). Le musicien, passant d'un tuyau à l'autre, peut jouer un tétracorde chromatique ou diatonique à sa guise, et même, par des artifices de doigté ou de souffle, produire des « nuances », c'est-à-dire des micro-intervalles.

(17) Platon, *Théétète*, 147 c-148 b.

On peut douter que notre oreille, accoutumée à la gamme tempérée, ait apprécié la gamme de cet aulos, si remarquablement conçu : elle serait sans doute pour nous un de ces « monstres harmoniques » dont parlait jadis T. Reinach, et dont se plaignait aussi l'adversaire le plus acharné des Pythagoriciens : Aristoxène de Tarente ; tenant d'une musique faite pour et par l'oreille, il contestait qu'on pût admettre pour gamme musicale une gamme constituée par des rapports numériques, et ne voulait pas qu'on se réglât sur les auloi pour l'établir¹⁸. Pire encore : il est certain que les auloi, quelque soin qu'on ait mis à les construire, étaient des instruments d'une grande instabilité, et qu'il fallait pour les jouer correctement une très grande virtuosité.

Voici faite la démonstration sur un seul instrument que les facteurs grecs recouraient à des comparaisons de longueurs pour percer les auloi ; des calculs simples, appuyés sur des mesures précises, permettent de retrouver les rapports utilisés, et partant, les intervalles musicaux. D'autre part, l'hypothèse défendue par certains que l'aulos était un instrument hérétophone, est ébranlée : c'est un instrument dont les capacités mélodiques se trouvent multipliées par deux, le deuxième tuyau comportant des trous qui n'auraient jamais pu être percés sur le premier.

Il n'est pas douteux que cet aulos double, de facture grecque, a été construit pour un virtuose ; seul un habile musicien pouvait jouer d'un instrument comportant au total 16 trous, au lieu des 8 ou 10 que comportent généralement des instruments moins raffinés et moins coûteux. Construit par un excellent facteur et joué par des mains expertes, c'est là un instrument exceptionnel, qu'on peut dater de la fin du iv^e siècle.

Quant aux deux fêlures longitudinales que comportent les embouchures des deux tuyaux, et qui sont sans doute anciennes, elles sont l'indice de l'histoire de l'instrument : c'est ainsi que s'endommagent irrémédiablement les tuyaux qui sont rejoués après un long abandon.

Annie BÉLIS.

(18) Aristoxène de Tarente, *Harm.* II, Meib. 40-42 ; la discussion couvre la majeure partie de l'introduction au second livre du *Traité*.