

# Proportions de facture à la Renaissance, entre théorie et empirisme

*Philippe Allain-Dupré*

Novembre 2013

Les proportions sont des modèles mathématiques. La réalité des instruments observés suit-elle ces modèles ou en dévie-t-elle empiriquement et, si oui, de combien ?

Pour cette étude nous choisirons le corpus d'instruments à vent fabriqués en une seule pièce entre le XVI<sup>e</sup> et le début du XVII<sup>e</sup> siècle

- 50 flûtes traversières de Rafi, Rauch von Schrattenbach et Bassano ;
- 30 cromornes (tournebouts est le terme français correct) de Ioerg Wier ;
- 140 cornets à bouquin en majorité « façon de Venise », c'est-à-dire fabriqués par les Bassano.

Ces instruments, qui n'ont plus été utilisés après la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, sont des témoignages précieux des méthodes de construction des facteurs d'autrefois. À la différence des violons rebarrés et remmanchés de Stradivarius ou des clavecins ravalés de Ruckers, ils n'ont subi aucune transformation irréversible.

Nous envisagerons successivement :

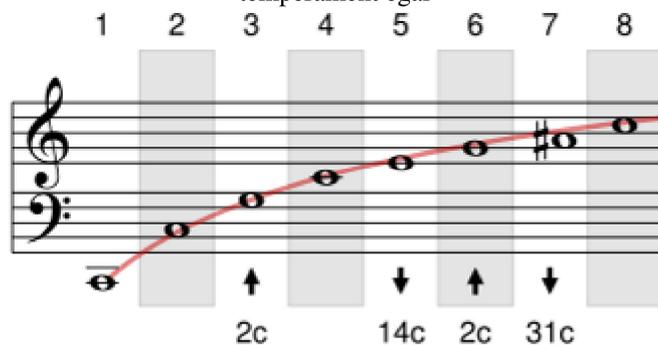
- Les proportions entre les membres d'une même famille, proportions de fratrie ;
- Les rapports aux mesures étalons, ou proportions de conformité ;
- Les proportions cachées du nombre d'or.

La différence entre les mesures et les proportions théoriques seront exprimées en pourcentage et en gras.

## **1 Proportions de fratrie**

Les membres d'une même famille suivent les rapports d'intervalles simples dits pythagoriciens.

Figure 1 : la série des huit premiers harmoniques avec les déviations en cents par rapport au tempérament égal



La série des harmoniques définit les rapports :

- d’octave =  $2/1$  ;
- de quinte =  $3/2$  ;
- de quarte =  $4/3$ , etc.

## 1.1 Proportions de fratrie dans les consorts de flûtes de la Renaissance

Tableau 1: extrait de Galpin Society Journal, 57 (2004), p.55

Signatures et Facteurs présumés	Consorts	Instruments D=dessus T=ténor B=basse	Mesures de longueur acoustique (mm)	Rapports des longueurs vibrantes entre basses et ténors
AA (latin)= Schnitzer selon Boaz Berney	I-Verona : Biblioteca Capitolare 5, 6, 8	T T B	540 540 795,5	<b>B/T=1,48</b>
!!!! = Bassano	I-Verona : Biblioteca Capitolare 2, 3, 7	T T B	544,5 545,5 816	<b>B/T=1,495</b>
Trèfle=Rauch Von Schrattenbach Trèfle au-dessus de l’embouchure	I-Verona : Acc. Filarmonica 13276, 13279, 13282 et 13283	T T B B	574,5 575 855 856	<b>B/T=1,485</b>
Trèfle =Rauch Von Schrattenbach Trèfle en-dessous de l’embouchure	I-Verona : Acc. Filarmonica 13277, 13284, 13285, 13286	T T B B	575 575 575 855,5	<b>B/T=1,486</b>
Michaud Rafi et Claude Rafi	I-Rome : Museo dSM 0713 and 0712	T B	577 860,5	<b>B/T=1,495</b>
Praetorius, <i>Syntagma Musicum</i> (1620) Voir illustration 2a. Une échelle en pied Brunswick donne une idée des tailles.		D T B	? ? ?	<b>T/D=1,6</b> <b>(approximativement)</b> <b>B/T=1,45 (idem)</b>

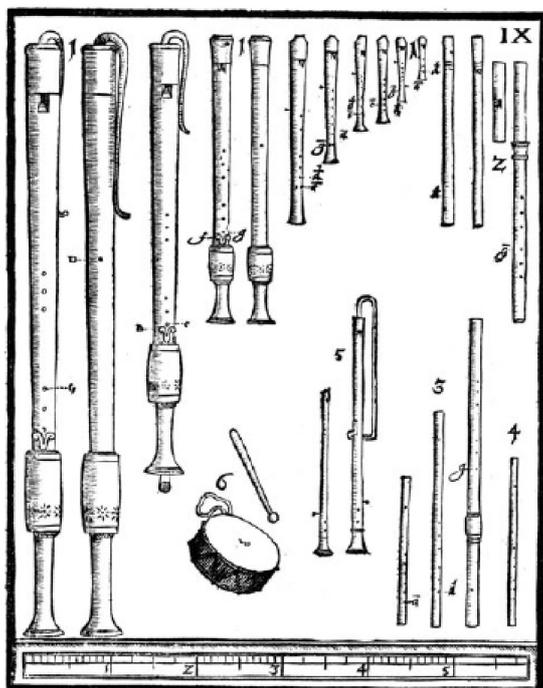
Les mesures proviennent de F. Puglisi, *I Flauti traversi rinascimentali*, Florence, S.P.E.S. « F », 1995.

On constate que les basses mesurent approximativement  $\frac{3}{2}$  des ténors, proportion de la quinte pure. La valeur est en réalité légèrement en-dessous de 1,5.

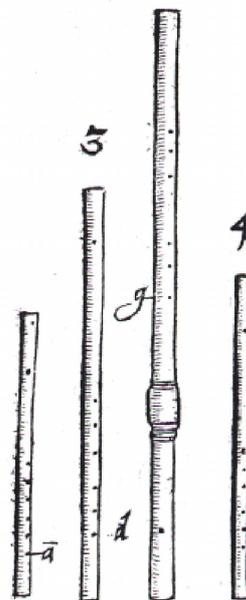
Illustration 1: Signatures et embouchures de deux flûtes traversières basses et de cinq ténors signées d'un trèfle (Rauch von Schrattenbach) de l'Accademia Filarmonica de Vérone



Illustration 2a : Michael Praetorius *De Organographia*, 1619, Tableau VIII des flûtes p.22

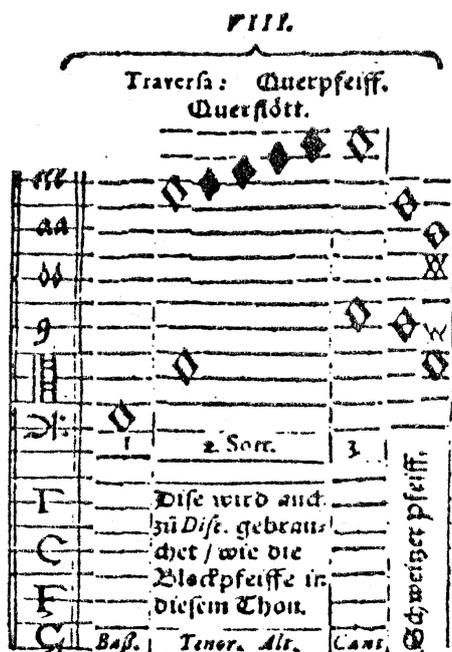


1. Blockflöten-gang Stimwerck. 2. Doleflöte f. g. 3. Quersflöten-gang Stimwerck  
4. Schweizer Pfeiff. 5. Stammenen-Dag und Discant. 6. Klein Pöckflöten:  
zu den Stammenen Pfeiffen außgebrauch.



3. Quersflöten-gang Stimwerck 4. Schweizer Pfeiff.

Illustration 2b : Michael Praetorius *De Organographia*, 1619, Tableau VIII des flûtes p.22



Le consort 3 est nommé « Ganz Stimmwerk » c'est-à-dire « accord complet » de flûtes traversières. On y trouve la proportion de quinte  $3/2$  entre la basse en Sol<sub>2</sub> (noté g) et le ténor en Ré<sub>3</sub> (d̄) puis une proportion identique entre le ténor en Ré<sub>3</sub> (d̄) et le dessus en La<sub>3</sub> (ā).

Dans la planche IX, le « Schweitzer-pfeiff », ou fifre Suisse, est dessiné en 4. (Illustration 2a). Dans le tableau des flûtes (Illustration 2b), ce Schweitzerpfeiff est noté en Sol<sub>3</sub> (en avant-dernière colonne), ce qui montre une proportion de quarte ( $3/4$ ) avec la flûte ténor en Ré<sub>3</sub> (d̄) de la planche IX.

Cette flûte militaire est aussi proposée en Ré<sub>3</sub> (dernière colonne de droite), avec la tierce majeure notée # sur la ligne du Fa<sub>3</sub>, et de manière erronée, à l'octave, où le # est sur la ligne du Mi<sub>4</sub>.

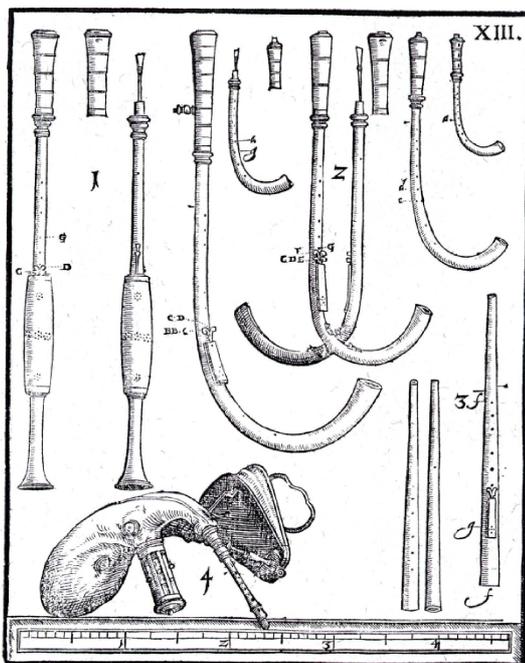
## 1.2 Proportions de fratrie dans un consort de tournebouts

Voici un consort de sept « cromornes » de Ioerg Wier photographié au Museo degli Strumenti Musicali de Rome, cotes 684 à 690 en partant du plus grand :



Ce consort, daté de 1524, est heureusement conservé en l'état – il manque seulement 3 capsules. Il est tout à fait semblable à celui représenté sur la planche XIII de Praetorius, qui fait état de 5 tailles différentes, ainsi que dans le tableau XV :

Illustration 3 : Michael Praetorius *Syntagma Musicum II* –Wolfenbüttel – 1620, Planche XIII



1. Bassett: Nicolò. 2. Krumborn. 3. Cornetti muti: fülle Zinken.  
4. Sackpfeiff mit dem Blasbalg.  
D ij

Illustration 4 : Michael Praetorius *Syntagma Musicum II De Organographia*, 1619, Tableau XV des cromornes, p. 24

XV.

Cornamutitorti. Storti.  
Krumbhorner.

Signa.

Bass. T. A. Cant.  
Bass. Ten. Alt. Cant. Exilis  
Groß Bass. Bass Chorist. T. A. Cant. Cant.

Tableau 2: les sept instruments de Rome reportés dans leurs colonnes respectives

1	2	3	4
Grande Basses en sib -1	Basses en fa 1	Ten. alt	Dessus.
684	686	688	689
685	687		690

Nous constatons que ces sept cromornes correspondent aux tailles décrites dans la planche XV (illustration 4), colonnes 4, 3, 2 et 1. Ils forment un consort composé de :

- deux dessus en sol 2 ;
- un ténor en do 2 ;
- deux basses en fa 1, dont une étendue ;
- deux grandes basses en sib -1, dont une étendue.

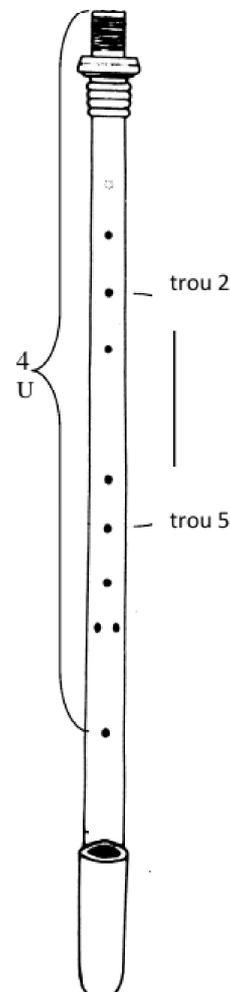
Comme je l'ai démontré dans *Early Music*<sup>1</sup>, ce consort est accordé « alla quarta alta », les notes fondamentales réelles étant do<sub>3</sub>, fa<sub>2</sub>, sib<sub>1</sub> et mib<sub>1</sub>, une quarte au-dessus des fondamentales données par Praetorius.

Définissons la distance entre le trou 2 et le trou 5 (Fig.2), distance entre les centres des deux mains, comme l'unité de base (U) utilisée par Ioerg Wier. En mesurant cette unité de base sur ces sept cromornes on constate la proportion 3/2 entre chaque taille.

Tableau 3: Proportions de fratrie des 7 cromornes de Rome.

N° Musée	Taille	Rapport	Distance entre 2 et 5 (en mm) =U	$\frac{4U}{\text{rapport}}$	Différence entre théorie et mesures	$\frac{4}{3} \left( \frac{4U}{\text{rapport}} \right)$
Rome 690	Dessus	1	53,5	214,0	99%	285,3
Rome 689	Dessus	1	54	216,0	100%	288,0
Rome 688	Tenor	3/2	82	218,7	101,2%	291,6
Rome 687	Basse	9/4	123	218,7	101,2%	291,6
Rome 686	Basse étendue	9/4	123	218,7	101,2%	291,6
Rome 685	Grande basse	27/8	180	213,3	98,7%	284,4
Rome 684	Grande basse étendue	27/8	180	213,3	98,7%	284,4

Figure 2



Cette distance U entre les centres des deux mains est le quart de la longueur vibrante mesurée du haut du tenon au premier trou d'accord situé au-dessous des 7 trous de jeux (Fig.2). En multipliant U par 4, puis par le rapport de 4/3, correspondant au rapport de quarte puisque ces instruments ont été conçus « alla quarta alta », nous arrivons à une mesure (dernière colonne) approximative du pied de Bavière (288mm). C'est une découverte intéressante, car Ioerg Wier était actif de 1515 à 1549 à Memmingen en Bavière. Cette constatation introduit la deuxième règle de proportions.

## 2 Proportions de conformité

Les longueurs acoustiques des instruments étudiés sont proportionnelles aux étalons de longueurs en usage en lieu et temps, nommés la plupart du temps Pied ou Fuß :

1. c.f. Bibliographie [5], Allain-Dupré, Philippe...

Tableau 4: Les différentes valeurs de mesures aux XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles.

Lieu	Pied en mm.	Coudée (2 pieds) nommée <i>Elle</i> en Allemagne
Espagne et Flandres	283	
Saxe	283	566
Brunswick	285	570
Hamburg	286.5	573
Württemberg	286.5	573
Bavière	288	576
Alte-Kulmische Maß (Prusse)	288	576
Pologne	288	
Rome	Once = 298	
Nürnberg	304	
London	305	
Paris	Pied du Roy = 326,6	

Notons que les valeurs élevées de l'once, à Rome, ou du Pied du Roy français ont généré des diapasons des orgues plus bas, vers 392-400Hz, tandis que les orgues allemands basés sur un pied entre 283 et 288mm donnent un diapason haut vers 460 Hz.

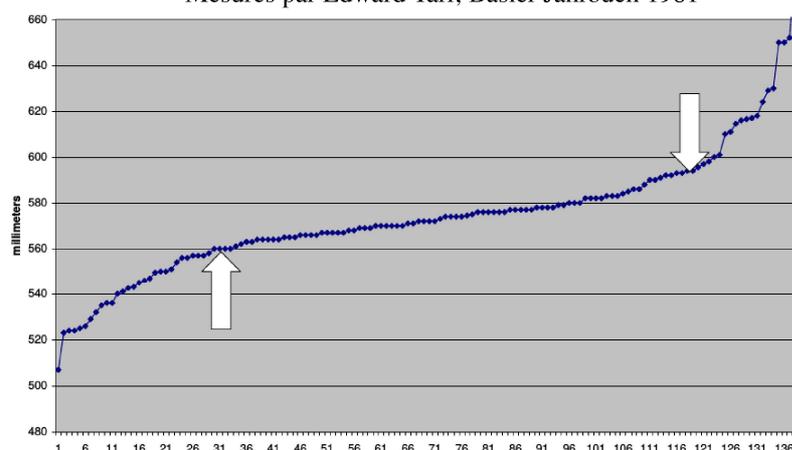
Les facteurs d'instruments à vents, comme les facteurs d'orgues, fabriquaient les instruments en fonction de l'étalon de longueur, le pied, et non d'un diapason en Hertz, comme ce fut le cas à partir du XIX<sup>e</sup> siècle.

Nous avons vu que les longueurs acoustiques des dessus de cromornes valaient environ 1 pied de Bavière soit 288mm. Sur les autres instruments de la famille, ténor, basses et grandes basses, on retrouve cette proportionnalité, notée en dernière colonne du tableau 3. La différence entre théorie et mesures, basée également sur la valeur de U, reste donc la même que pour les proportions de fratrie. Cette différence est notée en avant-dernière colonne du tableau 3.

Observons maintenant celles des cornets et des flûtes traversières :

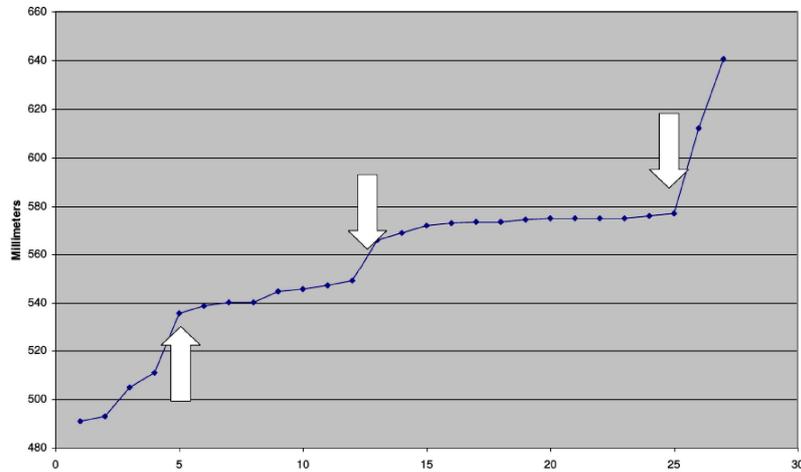
#### Longueurs des 140 cornets courbes

Mesures par Edward Tarr, Basler Jahrbuch 1981



La majorité des cornets mesurent approximativement 2 pieds, entre 560 et 580 mm, ce qui donne le diapason « Cornetthen Thon » ou « ton de cornet » ou « mezzo punto » = 460 Hz.

**Longueurs acoustiques des 28 flûtes ténors Renaissance**  
 Mesures par Ph. Allain-Dupré, Galpin Society Journal, 59 (2006), 21-27.



La majorité des flûtes a une longueur acoustique entre 566 et 576 mm ( Eine Elle ) et sonne au « Chorton » ou « Corista » (410 Hz, un ton entier en-dessous du ton de cornet).

Certaines flûtes, d'une longueur acoustique de 540 mm, sonnent au diapason »Tutto punto » (435Hz). Tous ces termes de diapasons sont référencés dans les textes d'époque cités par Bruce Haynes<sup>2</sup>.

### 3 Proportions cachées du nombre d'or

Des rapports numériques simples régissent la place des trous de jeu et d'accord sur les instruments étudiés, en suivant la deuxième série mathématique, dite de Lucas : 2.1.3.4.7.11 etc. Les rapports successifs de ces nombres se rapprochent du nombre d'or,  $\varphi=1,618$ .

<sup>2</sup>. Haynes, Bruce, A History of Performing Pitch, the Story of 'A', London, The Scarecrow Press, 2002.

Figure 3 : Proportions  
2.1.3.4.7.11 proposées par  
Herbert Heyde sur les flûtes  
traversières Renaissance  
ténors

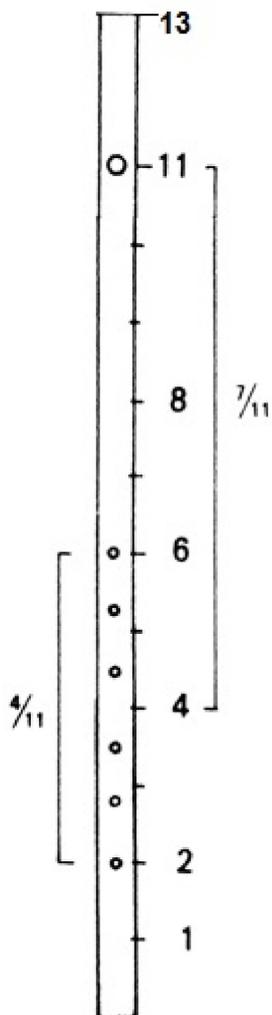


Tableau 5 : Comparaisons entre les mesures réelles et la loi  
de Lucas sur la flûte de la Biblioteca Capitolare di Verona  
N°4 signée C. RAFI

			
	Mesures de la flûte par Puglisi <sup>3</sup>	Proportion Loi de Lucas	% entre théorie et mesures
Embouchure	549	Si 549	<b>100%</b>
Trou 1	302	$\frac{6}{11} * 549 = 300$	<b>100.5%</b>
Milieu des deux mains	200	$\frac{4}{11} * 549 = 200$	<b>100%</b>
Trou 6	102.5	$\frac{2}{11} * 549 = 100$	<b>102.5%</b>
extrémité	0	0	

3. F. Puglisi, I Flauti traversi rinascimentali, Florence, S.P.E.S. « F », 1995.

Figure 3 : Proportions  
2.1.3.4.7.11 proposées par  
Herbert Heyde sur les flûtes  
traversières Renaissance  
ténors

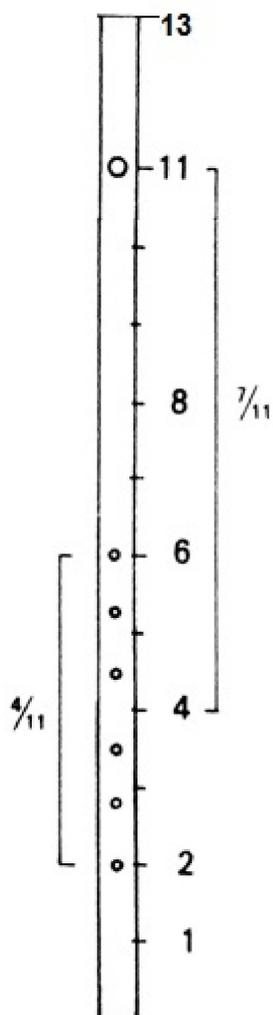
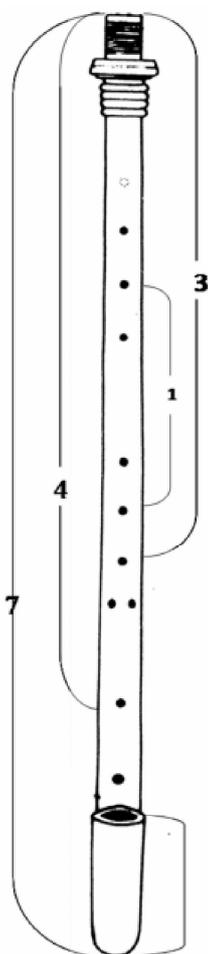


Tableau 6 : Différences entre les mesures réelles et la loi de  
Lucas sur la flûte de l'Accademia Filarmonica di Verona  
13284 signée d'un trèfle

	Mesures de la flûte par Puglisi	Proportion Loi de Lucas	% entre théorie et mesures
Embouchure	575	Si 575	<b>100%</b>
Trou 1	316	$6/11 * 575 = 313.5$	<b>99.2%</b>
Milieu des deux mains	210	$4/11 * 575 = 209$	<b>99.5%</b>
Trou 6	104	$2/11 * 575 = 104.5$	<b>100.5%</b>
extrémité	0	0	

Figure 4 : Proportions 1.3.4.7 découvertes sur les Krumhoerner (tournebouts) de Ioerg Wier



1 = distance des deux mains mesurée sur les trous centraux de chaque main (trous 2 et 5), que nous nommons U pour unité de base.

3 = position du 6ème trou qui régit la place de la main du bas, et incidemment celle du haut.

4 = position du trou d'accord, qui donne la note fondamentale

7 = longueur totale du tube, avant courbure.

Tableau 7 : Différences entre les mesures réelles et la théorie 1.3.4.7 sur deux dessus de cromornes MADRID 1 et SALAMANCA 2. Pour SLM2 nous sommes proches de la parfaite adéquation entre théorie et réalité.

	U	trou 6	3xU	Trou d'accord	4xU	Longueur totale du tube	7xU
MAD1	70	212	210	283	280	490	490
SLM 2	69,5	209,5	208,5	278	278	486	486,5

#### Conclusion :

La connaissance de ces proportions remet en question deux croyances généralement répandues :

- Que les instruments à vent étaient accordés selon « Le » diapason « Renaissance » en Hz.

- Que les instruments à vent étaient accordés selon le « tempérament y » (Mésotonique au 1/x de comma, x variant de 4-mésotonique à 8 tierces pures de Aron1523- à 12- notre tempérament égal). Seuls les claviers et les harpes étaient accordés selon ce système.

La méthode est de partir de ce que connaissaient les anciens, et non pas du savoir actuel que nous leur prêtons.

\* \* \*

#### Bibliographie :

- [1] Heyde, Herbert, Musik-instrumentenbau, Wiesbaden, Breitkopf & Härtel, 1986.
- [2] Allain-Dupré, Philippe, Les flûtes de Claude Rafi, fleustier lyonnais au XVI<sup>e</sup> siècle, Courlay, Éditions J.M. Fuzeau, 2000).
- [3] Allain-Dupré, Philippe, « Renaissance and Early Baroque Flutes, an Update on Surviving Instruments, Pitches and Consort Groupings », Galpin Society Journal, 57 (2004), p. 53-62.
- [4] Allain-Dupré, Philippe, « Proportions of Renaissance Tenor Flutes and the Relationship of the Verona Flutes to Foot-length Standards », GSJ, 59 (2006), p. 21-27.
- [5] Allain-Dupré, Philippe, « Three newly discovered Ioerg Wier crumhorns, Early Music 2015 43 (3) : 471-491 doi : 10.1093/em/cav036