

# L' AUDIOPHILE

*Une publication des*



éditions  
fréquences

UNIVERSITE DE PARIS VI  
INSTITUT DE MECANIQUE, THEORIQUE  
ET APPLIQUEE  
LABORATOIRE D'ACOUSTIQUE  
4, PLACE JUSSIEU, TOUR 66. 5<sup>e</sup> ETAGE  
75230 PARIS CEDEX 05

*Directeur de la publication*  
*Edouard Pastor*

*Secrétaire de rédaction*  
*Gérard Chrétien*

*Editions Fréquences - 11 Boulevard Ney - 75018 Paris*

*Tél. 202 80 88*



UNIVERSITÉ DE PARIS VI  
INSTITUT DE MÉCANIQUE, THÉORIQUE  
ET APPLIQUÉE

LABORATOIRE D'ACOUSTIQUE  
4, PLACE JUSSIEU, TOUR 66, 5<sup>e</sup> ÉTAGE  
75230 PARIS CEDEX 05

# La flûte à bec

*Michèle Castellengo*

La flûte à bec connaît aujourd'hui un regain de faveur auprès des musiciens. Des œuvres que l'on jouait il y a peu de temps encore à la flûte traversière, comme les sonates de Haendel, retrouvent une nouvelle jeunesse lorsqu'on les entend interpréter sur l'instrument pour lequel elles ont été écrites.

La flûte à bec est réputée pour être un instrument facile «il n'y a qu'à souffler et agiter convenablement les doigts», d'où son emploi généralisé dans les écoles. Or nous savons qu'un instrument facile à apprendre est d'un intérêt musical limité car il est peu riche en possibilités pour varier la fréquence, l'intensité et le timbre du son. La flûte à bec est-elle à ce point dénuée de moyens ? Comment expliquer alors la passion de nos ancêtres pour cet instrument ?

*Aussi loin que l'on remonte dans l'histoire de la musique on trouve mention de flûtes à bec de diverses sortes et sous divers noms : flûtes douces et flageolets à 6 trous, flûtes à 3 trous (le galoubet), pipeaux. L'instrument qui nous intéresse ici est souvent désigné sous le nom de «flûte d'Angleterre» et il jouit d'une grande faveur pendant plus de deux siècles.*

*Les gravures et les instruments qui nous sont parvenus nous apprennent que de 1500 à 1660 environ :*

*- la flûte à bec est généralement percée de 9*

*trous. Précisons tout de suite que l'un d'entre eux est toujours bouché ; en effet, les musiciens plaçant indifféremment la main droite ou la main gauche en bas de l'instrument, le premier trou est double, et l'on bouche celui que l'on n'utilise pas. Pour nous, la flûte n'a donc que 8 trous.*

*- la perce est faiblement conique et assez grosse*

*- la flûte est utilisée principalement en ensembles de 3 ou 4 instruments de diverses grandeurs : basse, ténor, alto, dessus.(Fig. 7)*

*Vers 1660 la flûte à bec subit une mutation que*

l'on attribue généralement à la famille des *HOTTETERRE* établis à la Couture-Boussey.

- parallèlement aux transformations extérieures : instrument en 3 parties, muni de viroles, on constate des changements dans la perce (plus étroite, cônes de pente plus accentuée) qui vont de pair avec des modifications dans les doigtés.

- avec le développement des sonates, la flûte alto, employée en soliste prend la suprématie. On lui consacre des méthodes dont la plus connue est celle de *HOTTETERRE* en 1707. (Fig. 3)

La flûte à bec et la flûte traversière ont eu pendant toute cette période un répertoire commun et étaient jouées par les mêmes musiciens. Mais peu à peu, la flûte traversière, plus adaptée au goût nouveau pour les nuances d'intensité, se substituera progressivement à la flûte à bec dans le courant du XVIII<sup>ème</sup> siècle.

A toutes les époques la musique et le jeu des instruments de musique ont atteint un très haut degré de complexité, mais plus nous remontons dans le temps plus les traces que nous en avons sont minces : les partitions ne sont que des schémas auxquels il nous faut redonner la vie ; quand aux instruments, ce ne sont que des outils : nous devons redécouvrir leur utilisation. Écoutons ce que dit un soliste de la flûte à bec : «après dix ans de pratique quotidienne soutenue un élève commence tout juste à jouer proprement ! Combien se donnent aujourd'hui cette peine» ?

Une des grandes difficultés de l'acoustique musicale se trouve justement là : le musicien a une grande part dans le résultat sonore émis par l'instrument. Mais par chance, la flûte à bec est un de ceux qui se prêtent le mieux à une étude acoustique : c'est l'instrument d'étude idéal pour l'acousticien, car la plupart des paramètres ont été déterminés lors de la construction. A partir de l'étude de la flûte à bec et de ses variables il devient possible de comprendre le fonctionnement de l'embouchure de la flûte traversière.

### Fonctionnement du bec

La flûte à bec est un archétype d'instrument répandu dans le monde entier sous des formes diverses (proportions du tuyau, nombre de trous, perce intérieure). Toutes ont en commun un bec qui produit le son, et dont les parties essentielles sont :

- un conduit destiné à former un jet d'air ;
- un bord aminci en biseau placé sur le trajet du jet. (figure 1)

Si le bec est convenablement construit, c'est à dire si le biseau est placé à bonne distance et bien orienté, le jet d'air sortant du conduit oscille de part et d'autre du biseau et produit un son dont la fréquence varie très rapidement avec la pression

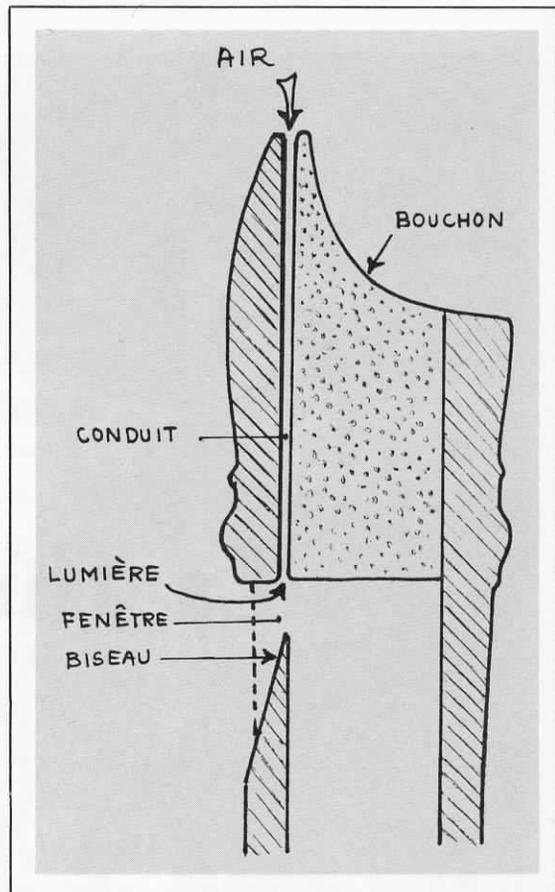


Fig 1 - Coupe longitudinale du bec

du souffle : c'est le son de biseau. On peut l'entendre isolément en coupant le bec un peu en dessous du biseau.

Dans une flûte normale, le biseau est le bord d'un tuyau qui possède ses modes propres de vibrations. L'oscillation du jet est alors le résultat d'interactions complexes entre les fréquences propres du jet et celles du tuyau.

### Le musicien maîtrise le souffle

Au niveau du bec le musicien ne peut agir que sur le souffle, mais nous allons voir que celui-ci entraîne des modifications fort complexes.

Chacun peut faire l'expérience suivante : prenez une flûte à bec et jouez une note donnée d'abord très doucement puis augmentez progressivement le souffle. Au début le son est faible et instable puis il croît en intensité, la fréquence monte, le timbre change, enfin un bruit de souffle apparaît et brusquement le son passe à un registre

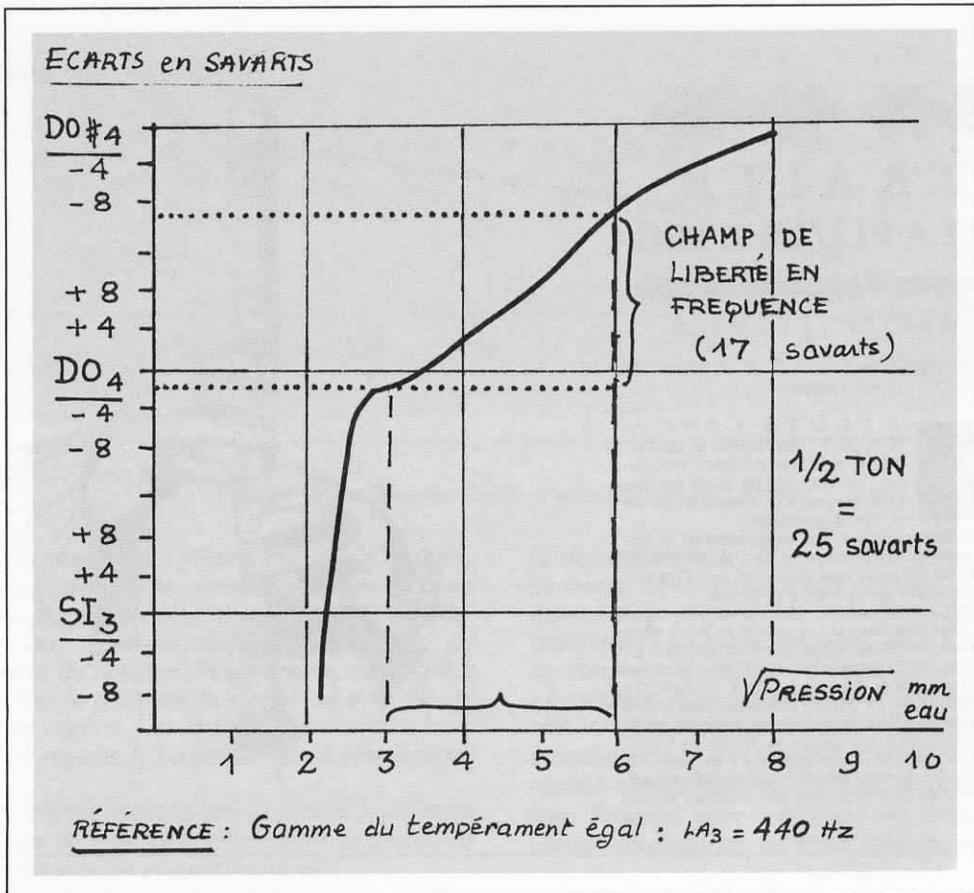


Fig 2 - Champ de liberté en pression d'une flûte à bec Alto

plus aigu. Ainsi par la seule pression de l'air on peut :

- d'une part choisir le registre dans lequel on joue : grave ou aigu,

- d'autre part régler pour chaque note la hauteur, l'intensité, le timbre dans une large mesure. Le malheur est que toutes ces grandeurs sont liées entre elles de façon étroite. Ainsi, jouer plus fort entraîne inévitablement une montée de la fréquence, plus ou moins notable selon les instruments, mais qui existe toujours. La figure 2 le montre bien.

On dispose donc pour chaque note d'une zone d'action d'environ 1/4 de ton que nous appellerons le champ de liberté en hauteur de cette note. Le musicien peut s'y promener assez librement lorsqu'il joue seul, mais la marge de liberté se réduit singulièrement en jeu d'ensemble. Une flûte n'est juste que lorsque toutes les notes ont un champ de liberté en hauteur centré sur les fréquences de la gamme utilisée. Une bonne flûte est

celle dont le timbre et la facilité d'émission trouvent leur optimum pour la pression qui donne la note juste ! Les possibilités du musicien dépendent donc en grande partie des qualités de l'instrument.

**Par l'articulation le musicien donne la vie au son de la flûte.**

«Il y a deux manières de sonner cet instrument» nous dit le Père MERSENNE, «... dont l'une vient du seul souffle, ou du vent que l'on pousse, et l'autre de l'articulation et du mouvement de la langue...; celle là ressemble aux choses mortes, ou muettes, et celle ci aux vivantes, parce qu'elle suppose le mouvement des organes, et particulièrement celui du bout de la langue, et l'autre peut se pratiquer avec un soufflet au lieu de la bouche». Les auteurs anciens décrivent une quantité d'articulations variées que l'on doit employer pour faire «parler» la flûte à bec : Te; Te; Te De; Te Re; Te Le; Te Ke; Le Re... Il semblerait, à écouter beaucoup de nos contemporains que ceux-ci n'aient pas bien suivi le conseil de Philibert JAMBE DE FER qui en 1556 recom-

  
**T R A I T É**  
**DE LA FLUTE A BEC.**



**CHAPITRE PREMIER.**

*De la situation de la Flute, & de la position des mains.*



**L**A FLUTE A BEC A YANT son merite & ses Partisans, ainsi que la Flute Travertiere: j'ay cru qu'il ne seroit pas tout à fait inutile, d'en donner icy un petit Traité particulier.

Je commenceray par une explication de la maniere que l'on doit tenir la Flute, & de la situation où les mains doivent estre; ce que l'on voit déjà représenté par la Figure cy-devant.

1. Il faut tenir la Flute droite devant soy; placer le bout d'en haut *A*, (appellé le Bec) entre les Levres, le moins avant que l'on pourra: Le bout d'en bas *B*, (appellé la Pate) doit estre environ à un pied de distance du corps; enforte que l'on puisse poser les Mains dessus la Flute, sans les contraindre. Il ne faut point lever les Coudes; mais les laisser tomber negligemment proche du Corps. On posera la Main gauche *C*, en haut, & la droite *D*, en bas, comme on le voit démontré. Le pouce de la main gauche doit boucher le trou qui



Fig 3 - HOTTETERRE Le Romain «Principes de la flûte traversière, de la flûte à bec...» 1707

mandait «... vous, qui a ce ieu prenez plaisir, gardez vos langues de moysir c'est à dire beuvez (buvez) souvent» !

De fait les différentes articulations permettent à la fois de moduler la pression au moment de l'attaque et de l'extinction du son et de régler le silence de transition entre deux sons. Ce sont deux moyens d'expression fondamentaux pour modifier le timbre, l'intensité, et donner de la vie au jeu.

### Le bec a un rôle prépondérant dans la sonorité de l'instrument

Le bec est la partie la plus délicate à réaliser. De sa construction dépendent en grande partie la sonorité, la sûreté d'attaque, la facilité de jeu. Voici quels sont les principaux réglages.

- le rapport de section des deux ouvertures du conduit (entrée du bec et lumière) permet d'agir sur le débit.

- la distance lumière-biseau ou hauteur de la

fenêtre modifie principalement la zone de pression utilisée. Plus elle est courte, plus l'aigu sort facilement, mais au détriment du grave. Il existe donc un optimum à trouver.

- l'orientation du biseau par rapport à la lumière est déterminante pour le timbre de la flûte. D'elle dépend directement la composition harmonique et la qualité de l'attaque. Il en est de même des chanfreins que l'on voit aux bords de la lumière; ils interviennent sur la diffusion et la direction de sortie du jet.

Tous ces réglages, surtout le dernier, sont extrêmement critiques et très subtils: des modifications invisibles à l'œil nu pouvant déjà produire un changement de sonorité notable. Il faut donc éviter, à moins d'être très averti, de toucher au bec d'une flûte qui fonctionne bien !

### Les trous et la perce longitudinale

Un grand nombre de flûtes traditionnelles n'ont que 6 trous, ce qui suffit pour produire les 7

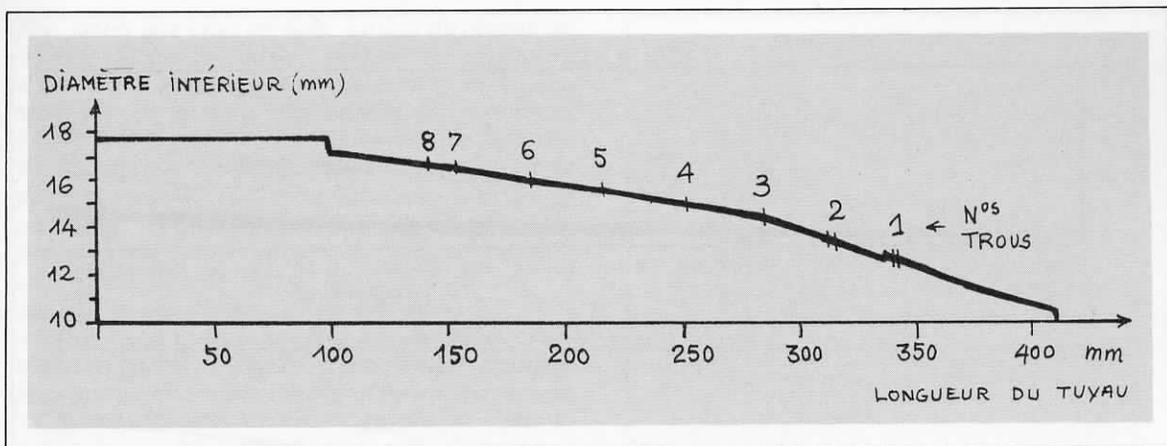


Fig 4 - Perce longitudinale d'une flûte à bec Alto

notes de la gamme. La flûte à bec en a 8, de telle sorte que l'étendue des fondamentaux est d'une neuvième majeure. Ce système offre plus de possibilités pour les sons situés à la charnière du changement de registre. Par exemple, sur la flûte à bec en Fa, le trille sol-fa s'effectue avec un sol produit en régime 1 et le trille la-sol avec un sol produit en régime 2. Le doigté en est grandement facilité.

Le 7ème trou, bouché par le pouce de la main gauche sert de trou de registre pour la deuxième octave (octavation et quintoisement.)

Hormis la basse et quelquefois le ténor, la flûte à bec n'a pas de clé. La place des trous, leurs dimensions et par voie de conséquence la perce extérieure ont été déterminés empiriquement en tenant compte à la fois des données acoustiques (justesse et homogénéité du timbre) et des impératifs anatomiques (surface et écartement des doigts). Ce dernier point mérite quelques développements car plusieurs particularités de l'instrument en dépendent.

1) Tout d'abord la perce. On voit sur la figure 4 une allure commune à beaucoup d'instruments :

la tête cylindrique, le corps et la patte constitués de troncs de cônes de pentes diverses, la plus forte étant située entre le 1er et le 2ème trou. Plus le diamètre  $D$  du tuyau est petit, plus il est possible de diminuer le diamètre  $d$  des trous en conservant un rapport  $d/D$  suffisant pour une bonne sonorité. Or des trous plus petits sont plus faciles à boucher avec les doigts, surtout dans le jeu rapide. On comprend l'intérêt de la perce conique. Pour les mêmes besoins les facteurs agrandissent quelquefois les trous intérieurement.

2) A fréquence égale un tuyau conique étant plus court qu'un tuyau cylindrique l'adoption du cône a permis également de diminuer l'écartement entre les trous.

3) Pour produire avec 8 trous les 15 sons chromatiques de l'intervalle de 9ème il faut utiliser des doigtés de fourche. On entend par ce terme le fait de reboucher des trous inférieurs à 1 ou 2 trous laissés ouverts, comme la figure 5 le fait comprendre. Leur emploi est une des difficultés du jeu de l'instrument, particulièrement dans les

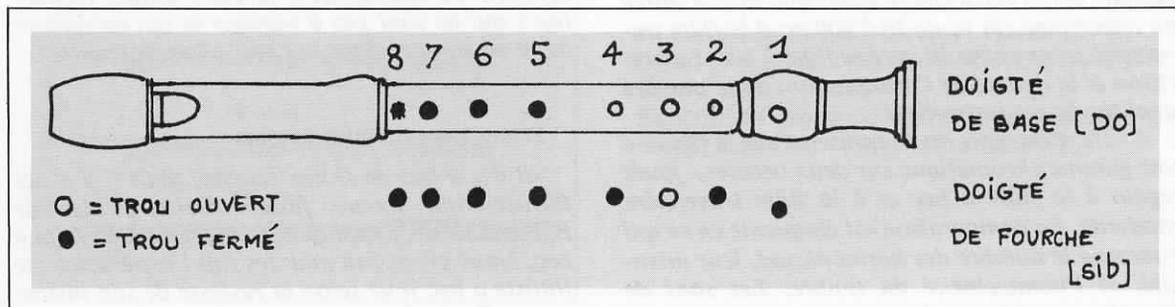


Fig 5 - Doigté de fourche

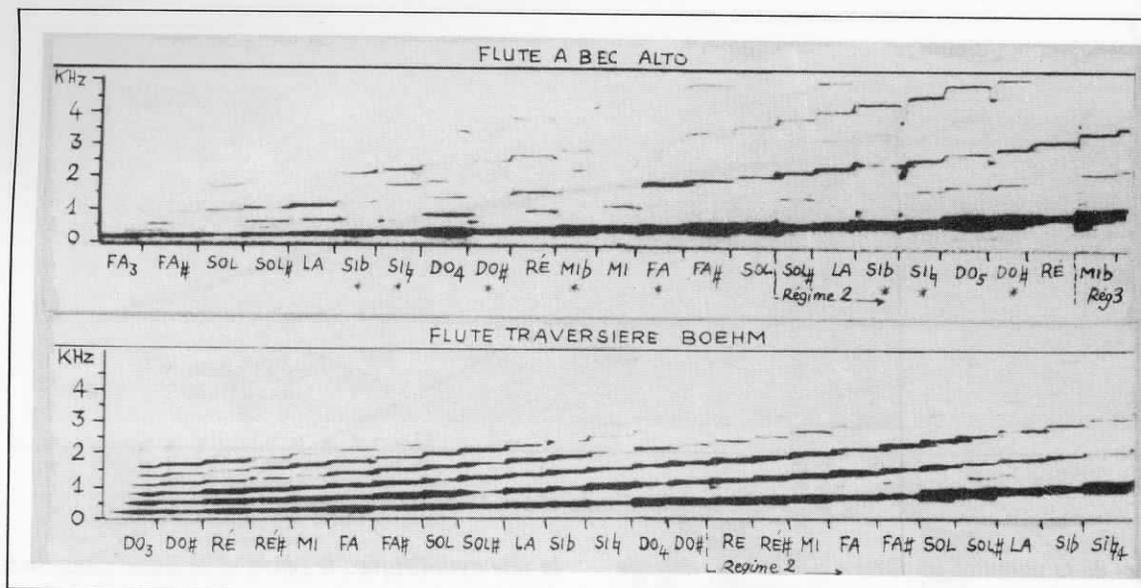


Fig 6 - Sonagrammes de deux gammes chromatiques en jeu lié

transitions entre certaines notes, et ils ont une sonorité reconnaissable à l'audition et à l'analyse.

### Caractéristiques sonores de la flûte à bec

Rappelons qu'une des caractéristiques principales du timbre de la flûte, qu'elle soit traversière, oblique ou à bec est le fait que l'énergie est concentrée à 80 ou 90 % dans le fondamental. De là à dire que la flûte n'a pas d'harmoniques... le pas est vite franchi. Ils existent pourtant et montent souvent très haut pour la flûte à bec.

La deuxième caractéristique est le transitoire d'attaque. La flûte est reconnaissable au bruit de souffle et aux partiels étrangers à la note se produisant au moment de l'attaque. Mais il y a de grandes différences sur ce point quand à la durée du transitoire qui va de 30 à 100 ms à la flûte traversière, et avoisine 10 ms à la flûte à bec. La précision et la netteté de l'attaque sont donc une des qualités de cet instrument.

A titre d'exemple on a représenté sur la figure 6 une gamme chromatique sur deux octaves, jouée legato à la flûte à bec et à la flûte traversière moderne. La comparaison est éloquent en ce qui concerne le nombre des harmoniques, leur intensité, et l'homogénéité du timbre. Les sons de fourche, signalés par des astérisques sont caractéristiques de la flûte à bec où le seul trait continu sur toute l'étendue est le fondamental !

### Flûtes à bec en plastique ou en bois ?

Aucune expérience n'a encore permis de montrer nettement le rôle du matériau sur la sonorité et tout porte à croire que ce rôle est très secondaire, sinon négligeable. Les constructeurs affirment de leur côté que le plastique convient bien aux flûtes de débutants mais que les bons instruments doivent être en bois, et ils détaillent les mérites acoustiques des différentes essences, les prix étant directement proportionnels à ces mérites. Pourtant si l'on y regarde de près on constate que les becs sont réglés différemment selon les matériaux... et selon les prix. Il est tout à fait possible de faire d'excellentes flûtes en plastique, à condition d'y apporter le même soin dans la perce et dans le réglage du bec. Il est vrai toutefois que le bois se travaille plus aisément et qu'il est plus agréable au toucher et à la vue : autant de facteurs qui ne sont pas à négliger et qui entrent en ligne de compte dans le choix d'un instrument.

### Flûtes justes, flûtes fausses

«il n'y a pas de flûtes fausses, mais il y a des flûtistes qui jouent faux». Cette phrase de BOUASSE ne s'applique pas du tout à la flûte à bec. Nous avons fait maintes fois l'expérience : le flûtiste à bec joue selon la justesse de son instrument. Or il n'est pas plus onéreux de fabriquer une flûte juste plutôt qu'une flûte fautive ; d'ailleurs les instruments en plastique sont souvent

plus justes que ceux en bois. Le test du champ de liberté, facile à établir, permet de connaître d'emblée le diapason de l'instrument et sa justesse par rapport à une échelle de référence. L'instrument que l'on peut examiner sur la figure 8 n'est pas un modèle excellent : les sons de la deuxième octave sont plus haut que ceux de la première ; le décrochement se fait au La. Le diapason moyen (ligne horizontale traversant tout le champ de liberté) passe aux environs de +4 savarts, ce qui donne  $La_3 = 440 \text{ Hz}$  à  $20^\circ \text{ C}$ . Il va de soi que ce test doit être fait dans les conditions normales d'emploi : instrument chauffé, joué par un musicien. Pourquoi ne pas exiger que les fabricants glissent un tel graphique dans la boîte de l'instrument comme cela se pratique pour la courbe de réponse des microphones ou des haut-parleurs ? Certains instruments seraient d'emblée éliminés du marché et il serait plus facile pour les musiciens de choisir des instruments devant jouer en ensemble, car une flûte est construite pour un diapason et ne peut être «tirée» sans porter préjudice à la justesse.

### Instruments modernes et copies d'anciens

La flûte à bec a été redécouverte au début du siècle, mais les facteurs ont en fait créé des instruments modernes qui sous des allures «XVIIIème siècle» sont souvent fort différents de ceux de l'époque. Les points les plus notables sont ;

- le doigté, en particulier le doigté dit «moderne» qui diffère sur bien des points de celui des instruments traditionnels,
- la facture du bec qui se veut adaptée à une sonorité plus forte, ce qui n'est souvent valable que de près. Elle exige un débit plus grand, et

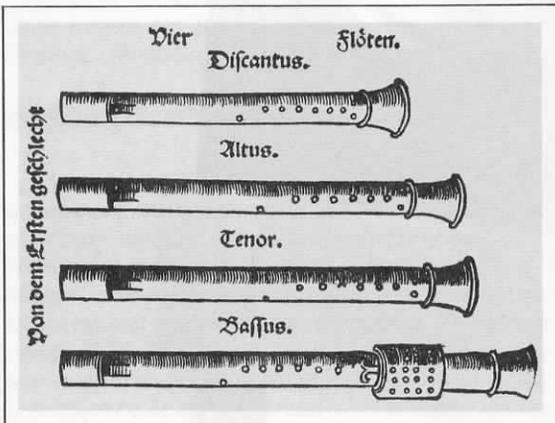


Fig 7 - Agricola «Musica instrumentalis deudsh» 1528

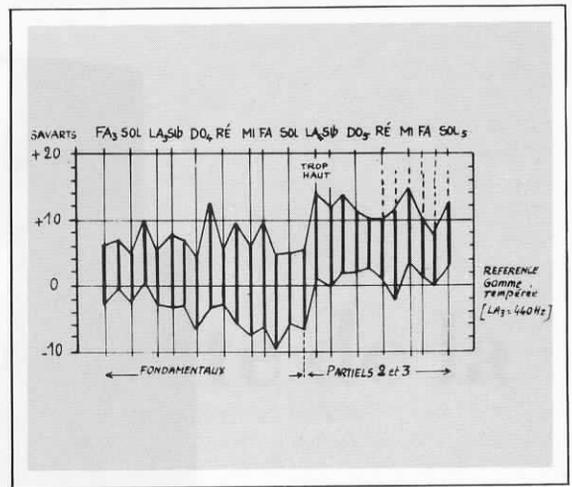


Fig 8 - Champ de liberté en fréquence d'une flûte à bec Alto

prive l'instrumentiste de ressources dynamiques particulières aux instruments anciens à lumière étroite et à canal courbe.

- la perce latérale et longitudinale, en rapport avec la justesse et la sonorité modernes recherchées.

On trouve aujourd'hui des copies d'instruments anciens, mais à des prix peu abordables par l'amateur. Il est à souhaiter que les grands fabricants se rapprochent peu à peu des modèles originaux et fassent bénéficier le plus grand nombre d'instruments de qualité, indispensables pour servir une musique exigeante.

Alors la flûte à bec pourra retrouver ses lettres de noblesse.

### Bibliographie

- HUNT (E.) - The recorder and its music - H. Jenkins Ed. Londres (1962)
- HOTTETERRE - Principes de la flûte traversière, ou flûte d'Allemagne, de la flûte à bec ou flûte douce et du hautbois Paris (1707) - Réédité en fac simulé par Bärenreiter, Kassel (1973)
- CASTELLENGO (M) et BARIAUX (A et D) - la flûte à bec. Bulletin du groupe d'Acoustique musicale. Université Paris VI - ( à paraître fin 1978)