

LE PROBLEME DE LA JUSTESSE DES FLUTES.

CASTELLENGO (M).

Laboratoire d'Acoustique de la Faculté des Sciences de Paris.

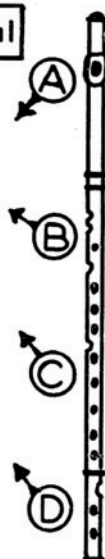
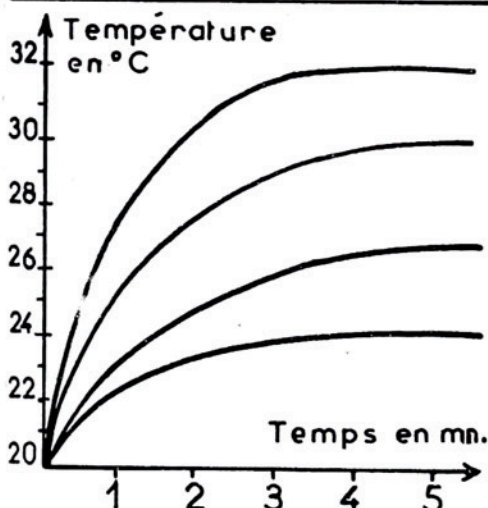
I - INTRODUCTION

Le musicien qui achète un instrument exige de lui certaines conditions de maniabilité, de sonorité, et dans le cas d'une flûte, de justesse par rapport à une échelle de référence considérée comme étalon.

Il est facile, grâce aux appareils électro-acoustiques actuels comme l'accordeur électronique, le Stroboconn etc... de mesurer la fréquence des sons musicaux. On peut donc tester un instrument, en demandant à un flûtiste de jouer plusieurs fois de suite une gamme chromatique et en relevant la fréquence moyenne de chaque son. Les travaux de R.W.YOUNG (Bib 1) ont montré que dans ces conditions, la dispersion des résultats atteignait un comma de part et d'autre d'une gamme idéalement juste. Cette méthode appelle quelques remarques. On sait que le flûtiste peut modifier dans une assez large mesure la hauteur des sons qu'il émet, surtout lorsqu'il s'agit d'une flûte traversière : le test est donc dépendant du musicien qui a joué, et risque de nous renseigner plus sur "l'oreille" de ce musicien que sur la justesse de la flûte... Pour éviter ces causes d'erreurs, E. LEIPP (Bib 2 et 3) a proposé une méthode d'appréciation de la justesse un peu différente et adaptée au cas des flûtes.

II - LE CHAMP DE LIBERTE DES HAUTEURS.

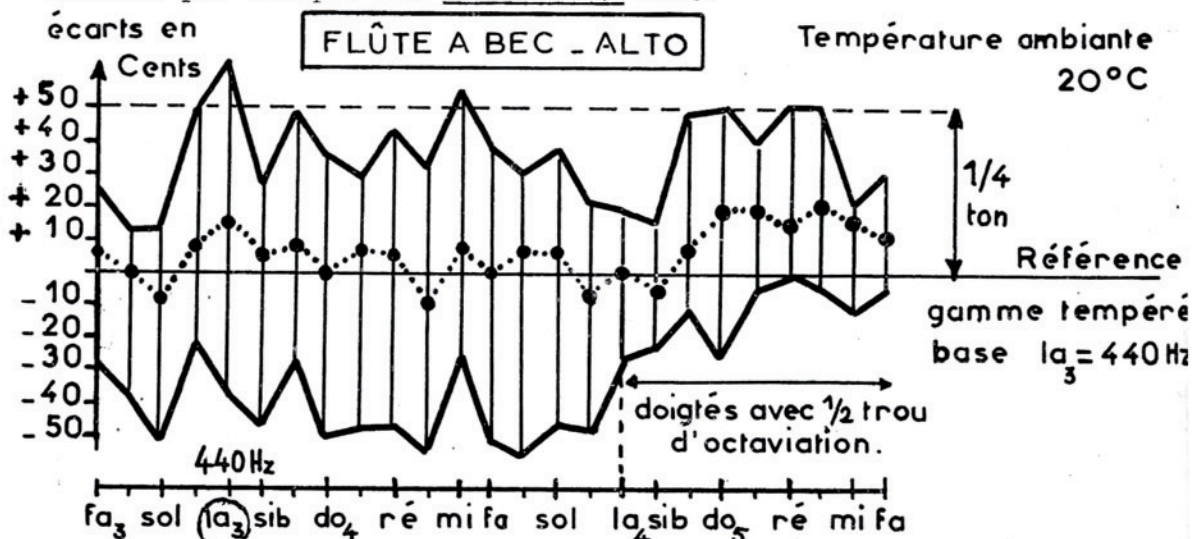
FLÛTE TRAVERSIÈRE_métal



La justesse d'un instrument à vent étant étroitement liée à la température de sa colonne d'air, il est nécessaire de le jouer un certain temps avant d'établir le champ de liberté des hauteurs. En effet, des relevés de la température intérieure des instruments à vent (Bib 4) ont montré que celle-ci évoluait continuellement pendant les premières minutes de jeu, pour se stabiliser à des valeurs, différentes de l'embouchure à l'extrémité. On peut voir sur la figure ci-contre la montée de la température prise en quatre points différents A, B, C, D d'une flûte traversière métallique. Dans cet exemple l'instrument est stable après 4 minutes de jeu.

On procède alors au relevé du champ de liberté des hauteurs. Puisque le musicien peut modifier la hauteur d'un son donné, on lui demande de le faire au maximum de ses possibilités, en restant dans des limites acceptables de sonorité. Il joue la première note de l'instrument et la monte le plus possible. On mesure l'écart en cents avec la note correspondante de la gamme tempérée (base $La_3=440$ Hz) que l'on prend comme référence. Puis il rejoue la même note, et cette fois la baisse le plus possible ; on mesure à nouveau l'écart. On fait de même pour toutes les notes de l'instrument et on transcrit les résultats sous forme graphique en joignant d'une part tous les minima et d'autre part tous les maxima. L'espace compris entre ces deux limites définit le CHAMP DE LIBERTE DES HAUTEURS de l'instrument considéré.

Prenons par exemple une flûte à bec alto.

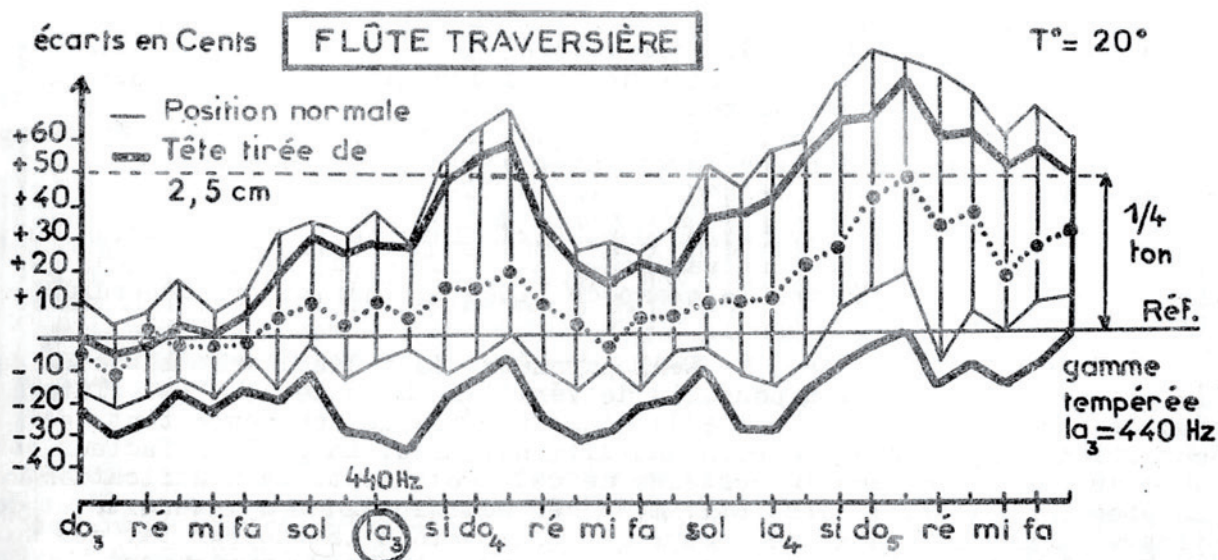


Le champ de liberté s'étend en moyenne de quelques 40 cents de part et d'autre de la ligne de référence ; le champ total est donc d'environ 80 cents, presque un demi-ton, ce qui est assez considérable. Pour certaines notes il est possible de faire des glissandos continus de fréquence, par exemple en enchainant le la_3 le plus élevé au sib_3 le plus bas. Toute la partie de droite du champ de liberté, au delà du la_4 n'est portée qu'à titre indicatif car elle dépend énormément de la proportion dans laquelle on débouche le demi-trou d'octaviation.

L'expérience montre que le timbre change beaucoup entre les limites extrêmes. Il existe pour chaque note une hauteur optimale pour laquelle elle sort plus facilement et avec le timbre le plus agréable : cette hauteur est indiquée par la ligne pointillée. Elle n'est pas recherchée systématiquement par le musicien qui fait ce qu'il veut à l'intérieur de ce champ de liberté. Il peut donc jouer la gamme qu'il désire, il peut aussi jouer faux...! cela dépend uniquement de son habileté musculaire.

En bref, cette flûte peut être considérée comme juste conformément à la définition que nous avons donnée.

Prenons maintenant une flûte traversière.



Les relevés assez nombreux que nous avons faits avec des instruments variés de ce type présentaient tous une allure caractéristique. L'ensemble du champ de liberté (en hachures sur la figure) monte graduellement jusqu'au Do \sharp ₄ puis redescend brusquement sur le Ré₄. Il monte de nouveau jusqu'au Do \sharp ₅ qui est la note la plus "haute". Ces irrégularités sont manifestement inhérentes à la conception traditionnelle de l'instrument.

Au diapason de 440 Hz la flûte considérée ici est juste dans les deux premières octaves. Au delà, le champ de liberté s'écarte complètement de la ligne de référence : le musicien ne peut plus rectifier les notes de la 3^{ème} octave qui seront toujours plus hautes que les autres. On pourrait baisser l'ensemble de l'instrument en tirant sur la tête de la flûte ; le champ de liberté se transpose de façon irrégulière vers le bas (traits épais) : la 3^{ème} octave est alors correcte, mais cette fois les notes graves de l'instrument sont trop basses. Comparativement à la flûte à bec, cet instrument est plus difficile à jouer juste. En effet, la note la plus facile suit en gros la limite supérieure du champ de liberté et reproduit son irrégularité ; tout flûtiste sait qu'il faut corriger le Si, le Do et le Do \sharp ...

En résumé, une flûte est juste pour un diapason donné quand on peut tracer à travers le champ de liberté une ligne horizontale correspondant à ce diapason. Elle sera d'autant plus facile à jouer que le champ de liberté se répartit de façon plus régulière de part et d'autre de la ligne de référence.

L'allure du champ de liberté des hauteurs est évidemment conditionnée par des paramètres physiques qu'il est intéressant d'étudier. Ce sont :

- la perce longitudinale du tuyau (cylindre, cône ou forme compliquée) et la taille (rapport de la longueur sur le diamètre). Ces paramètres déterminent les caractéristiques des régimes 2et3, donc la justesse des notes de la deuxième et de la troisième octave.

- la place, la forme et la section des trous latéraux, qui déter-

IV. BUDAPESTI AKUSZTIKAI KONFERENCIA

Budapest 1967

LE PROBLEME DE LA JUSTESSE DES FLUTES

4

minent la fréquence des sons fondamentaux et jouent également un rôle important dans la justesse des partiels.

- les rapports des sections de la lumière et de la fenêtre.
- la pression dans la bouche du musicien.
- la température ambiante ; lorsqu'elle varie, l'ensemble du champ de liberté se trouve déplacé vers l'aigu ou vers le grave mais de façon irrégulière.

Certains de ces paramètres sont fixés lors de la construction de l'instrument ; d'autres sont variables et c'est en agissant sur eux que le musicien peut exploiter le champ de liberté. Leur nombre dépend du type de flûte.

Dans la flûte à bec, le seul paramètre dont dispose le musicien est la pression. Il est donc possible de vérifier la justesse d'une flûte à bec de façon automatique à l'aide d'une soufflerie, en respectant les conditions de température et d'humidité normales. La part du facteur est donc déterminante dans la justesse de cet instrument. La modification de la pression entraîne corrélativement des modifications d'intensité et de timbre, aussi est-on amené à corriger quelquefois la hauteur par des doigts spéciaux (fourches et demi-trous) propres à chaque instrument.

Le joueur de flûte traversière dispose, en plus de la pression, de la possibilité de varier la section de la lumière (ouverture des lèvres) et la section de la fenêtre en couvrant plus ou moins le trou de l'embouchure. Il peut donc dissocier hauteur, intensité et timbre ; l'instrument offre de ce fait beaucoup plus de possibilités, mais corrélativement il est plus difficile à jouer. On ne peut établir le champ de liberté qu'avec la collaboration d'un musicien expérimenté.

Le champ de liberté des hauteurs présente de multiples intérêts que nous allons maintenant examiner.

III - INTERET DU CHAMP DE LIBERTE DES HAUTEURS.

a) Du point de vue musical.

- La hauteur d'une note change selon le contexte musical. De nombreuses expériences ont montré (Bib 5) que dans les passages attractifs les demi-tons "justes" musicalement sont en réalité des $1/3$, voire des $1/4$ de tons ! S'il n'y avait pas de champ de liberté, le musicien ne pourrait pas exploiter les effets attractifs dont le rôle esthétique est considérable, ni produire les sons enharmoniques bien distincts en fréquence qu'il utilise chaque fois que son instrument le lui permet.

- grâce au champ de liberté, le flûtiste peut effectuer un vibrato de fréquence analogue à celui des chanteurs ou des violonistes, et donner ainsi plus de vie au son musical.

- nous avons vu d'autre part qu'il était possible de réaliser des inflexions de hauteur en continu d'une note à l'autre, ce qui permet de jouer des "formes mélodiques" harmonieusement reliées entre elles. Cette technique, exploitée au maximum dans le jeu de la flûte de Nô japonaise est utilisée plus ou moins consciemment par les musiciens occidentaux pour enchaîner les notes les unes aux autres. (Bib 6)

- les déviations systématiques de hauteur peuvent enfin constituer un effet esthétique particulier, possible uniquement grâce au champ de liberté.

b) Du point de vue psycho-physiologique.

- On sait que la perception de la hauteur des sons sinusoïdaux n'est pas liée de façon simple à la fréquence. Elle dépend de la place des sons dans la zone des fréquences, de l'intensité et d'autres paramètres plus ou moins bien connus. Mais on possède peu de données sur la perception des sons complexes. Il est donc du plus haut intérêt d'étudier ce que font les facteurs de flûtes en pratique : leur connaissance empirique des propriétés de l'oreille aux sons musicaux réels est certainement inscrite dans les champs de liberté qu'ils ménagent à leurs instruments.

IV - CONCLUSIONS

Nous avons montré qu'il était possible d'apprécier objectivement la justesse d'une flûte en établissant le champ de liberté des hauteurs. Une flûte est un compromis entre divers impératifs de construction, de maniabilité, de sonorité et de justesse. Pour des raisons physiques précises, en particulier la modification de la taille au fur et à mesure que l'on débouche les trous, il n'est pratiquement pas possible d'obtenir un champ de liberté horizontal. D'autre part, la référence à la gamme tempérée n'est qu'un moyen pratique pour comparer des instruments et nullement un idéal esthétique de justesse. L'important est alors qu'on puisse modifier les sons dans une assez large mesure pour leur donner la hauteur que l'on désire, conforme à des échelles et à des effets esthétiques définis : la "justesse" du résultat dépend alors uniquement de l'habileté du musicien.

CASTELLENGO M. - Paris le 3 Juillet 1967

* * *

B I B L I O G R A P H I E

- (1) R.W. YOUNG - Sur l'intonation de divers instruments de musique
"Acoustique musicale". Ed. du C.N.R.S. PARIS (1959) p.170
- (2) E. LEIPP - De l'acoustique des instruments à cordes
Communication au G.A.L.F. (1960)
Annales des Telecommunications . T.17 N° 5-6 (1962)
- (3) E. LEIPP - Les champs de liberté des instruments de musique
Bulletin GAM - Ed. Interne Fac. Sciences PARIS N°10 (Fév. 1965)
- (4) E. LEIPP - Le problème du diapason
Bulletin GAM - Ed. Interne Fac. Sciences PARIS N° 3 (Fév. 1964)
- (5) VAN ESBROECK et F. MONTFORT - Qu'est-ce que jouer juste ?
Ed. Lumière - BRUXELLES (1946)
- (6) M. CASTELLENGO - Instruments de musique traditionnels, instruments de musique électroniques.
"Conférences des journées d'Etudes" - Ed. Chiron
PARIS (1967) p. 10