

TPB08 : Flûte de pan



Spécialité-Partie B
Instrument de
musique

Mot clé : Instruments à vent

Contexte et problématique

Problématique : Quel est le lien entre la longueur d'un tuyau d'une flûte de pan et la hauteur du son qu'il émet ?

Documents à disposition

Doc.1 : La flûte de pan

La **flûte de Pan** est un instrument de musique composé d'un ensemble de tuyaux sonores assemblés généralement ouverts à une extrémité et fermés à l'autre.

La flûte de Pan est un aérophone, le matériau vibrant produisant le son est donc l'air. Et plus précisément, puisqu'il s'agit d'une flûte, le son est obtenu par la rupture d'une lame d'air sur un biseau.

Il existe de par le monde une grande variété de formes et d'organisations spatiales de cette flûte. Les matériaux qui ont pu être utilisés à sa facture sont aussi très variés. Mais quelles que soient les formes qu'elles ont ici où là, et en quelque époque que ce soit, toutes ces flûtes dérivent d'un archétype commun : quelques chaumes (roseaux, bambous, etc.) rassemblés pour un jeu musical.

On trouve des flûtes de Pan dont les tuyaux sont fermés à une extrémité et d'autres qui sont ouvertes aux deux extrémités ; ces dernières sont très rares de par le monde, et en voie de totale disparition. On peut en entendre une, pratiquée par le peuple Are des îles Salomon. Il existe aussi au Vietnam une flûte de Pan de ce type jouée par les jeunes filles.

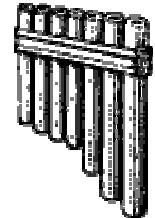


Fig.1 : Flûte de pan

D'après Wikipédia.

Doc.2 : Les modes propres de vibrations d'une colonne d'air

Définitions :

Lorsqu'une colonne d'air est excitée de manière périodique, elle n'entre en **résonance**, c'est-à-dire ne vibre de manière importante, que pour certaines fréquences f_n , appelées **harmoniques** de rang n . La plus petite de ces fréquences est appelée **fréquence fondamentale**. Ces vibrations résultent de la superposition d'ondes progressives se propageant dans l'air dans un sens et dans l'autre, et dont l'interférence n'est constructive qu'à ces fréquences de résonance.

Le résonateur (par exemple le tuyau pour un orgue) impose à l'onde d'avoir un **ventre de vibration** à une extrémité ouverte et un **noeud de vibration** à une extrémité fermée s'il y en a une. Le ventre de vibration est un lieu de vibration d'**amplitude maximale** et un noeud est une zone de vibration d'**amplitude nulle**.

Point méthode : Déterminer la forme d'un mode de vibration

Pour trouver la relation entre la longueur L d'un tuyau sonore et la longueur d'onde λ_n , de l'onde sonore correspondant au mode de vibration de rang n dans le tuyau, il est utile de dessiner les premiers modes de vibration compatibles avec la nature ouverte ou fermée des extrémités du tuyau sonore (Fig. 1).

Sur la figure ci-contre, est dessiné le premier mode de vibration d'une flûte de pan : on remarque que contrairement à une colonne ouverte à ses deux extrémités, dans le cas d'une flûte de pan, pour le mode fondamental, la longueur de la colonne est $\lambda/4$.

Donnée : célérité des ondes sonore à 25°C : $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

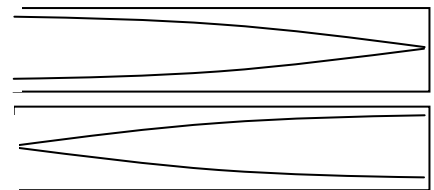


Fig.2 : Premier mode de vibration d'un tuyau sonore ouvert d'un côté et fermé de l'autre a) en termes de vibrations b) en terme de pression

Doc.3 : Fréquences des notes de la troisième octave

Note	do	ré	mi	fa	sol	la	si	do	ré	mi	fa	sol	la	si
Fréquence (en Hz)	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	493,9	523,2	293,7	587,4	698,4	784,0	880,0	987,8

MATERIEL A DISPOSITION

- Flûte de Pan ;
- iPad avec application iAnalyzerLite (free) ou Android avec application Sound Spectrum Analyzer;
- Tableur : Excel ou Open Office.

TRAVAIL A REALISER

S'APPROPRIER

- À l'aide des informations de la partie **définitions** et de vos connaissances, retrouver le lien théorique entre la hauteur f_0 du son émis par un tuyau d'une flûte de pan et sa longueur L . La relation sera vérifiée par analyse dimensionnelle.
- Proposer un protocole pour vérifier cette relation à l'aide de la flûte à votre disposition, de l'analyseur de spectre de votre smartphone ou tablette et d'un tableur permettant de tracer un graphique.

REALISER : Mettre en œuvre votre protocole.

VALIDER : La relation est-elle vérifiée ?