I) Analyse d'un son pur et modélisation d'une onde sinusoïdale

I.1) Acquisition d'un son

RÉALISER

I.2) Exploitation du signal obtenu

ANALYSER

1.a. On observe un signal sinusoïdal, périodique.

1.b. On détermine la durée de 10 périodes à l'écran (pour réduire les incertitudes) : $\Delta t = t_2 - t_1 = 22{,}73\ ms$
On en déduit la période $T = \frac{22{,}73}{10} = 2{,}273\ ms$
Et on détermine la fréquence $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}273 \times 10^{-3}} \approx 439{,}9\ Hz$

2.a. Le spectre en fréquence représente un pic de forte amplitude pour une valeur de fréquence.

2.b. On retrouve la fréquence du signal en abscisse et l'amplitude du signal en ordonnée.

2.c. Le spectre présente un pic unique à la fréquence $f = 440\ Hz$.

3. On parle de son pur dans le cas du diapason car le signal est parfaitement sinusoïdal et on n'observe qu'un seul pic dans le spectre en fréquences du son.

II.3. Modélisation du signal obtenu

VALIDER

4. Le son peut être modélisé par une fonction cosinus dépendant du temps.

II) Analyse spectrale du son d'un instrument

II.1) Hauteur d'un son

ANALYSER

5. Résultats correspondants aux notes de la flûte :

Note	*Do4*	*Ré4*	*Mi4*	*Fa4*	*Sol4*	*La4*	*Si4*	*Do5*
Période $T\ (en\ ms)$	1,90	1,70	1,53	1,43	1,28	1,14	1,01	0,95
Fréquence $f\ (en\ Hz)$	526	588	654	699	781	877	990	1053

Pour vérifier avec l'analyse de Fourier, on regarde si la fréquence du pic le plus bas, le fondamental, correspond avec la valeur calculée.

6. Le son le plus aigu est le Do5.

VALIDER

7. Chaque note jouée par la flûte est différente à l'oreille, et on remarque que la fréquence l'est aussi. La hauteur d'un son est donc liée à sa fréquence fondamentale.

II.2) Timbre d'un instrument et harmoniques

ANALYSER

8. Étude de la note Sol3 jouée par une guitare et un ukulélé :

Instrument	Guitare	Ukulélé
Période T $(en\ ms)$	2,52	2,55
Fréquence f $(en\ Hz)$	397	392

Les deux fréquences mesurées sont très proches et correspondent bien à la fréquence de la note Sol3.

Étude de la note La3 jouée par le diapason, une guitare et un piano :

Instrument	Diapason	Guitare	Piano
Période T $(en\ ms)$	2,28	2,24	2,27
Fréquence f $(en\ Hz)$	439	446	441

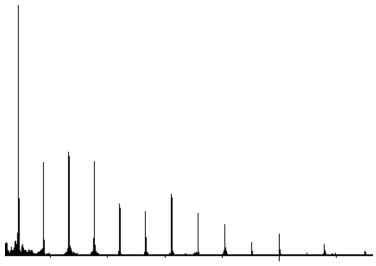
Les trois fréquences mesurées sont très proches et correspondent bien à la note La3.

9.a. Fréquences du fondamental relevées avec l'analyse de Fourier :

Instrument	Guitare (Sol3)	Ukulélé (Sol3)	Diapason (La3)	Guitare (La3)	Piano (La3)
Fréquence f $(en\ Hz)$	396	392	440	443	439

9.b. Exemple pour le La3 joué au piano :

Pic	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f $(en\ Hz)$	439,5	879,9	1 322	1 776	2 213	2 664	3 120	3 581	4 048
Rapport $\frac{f}{f_1}$	1	2	3	4	5	6	7	8,1	9,2

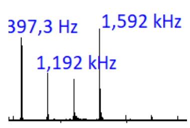


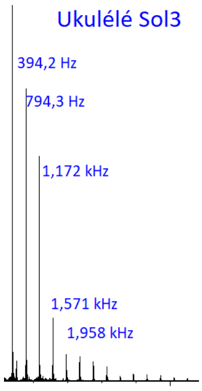
On remarque que les fréquences f_n des harmoniques sont liées à la fréquence du fondamental f_1 par la relation $f_n = n \times f_1$.

VALIDER

10. On remarque que selon l'instrument qui joue la note, les harmoniques présentes dans le spectre ne sont pas les mêmes. Ce sont donc les harmoniques qui déterminent le timbre de l'instrument.

11. Ainsi, dans un son musical, la fréquence fondamentale f_1 correspond à la hauteur du son, et les harmoniques f_n correspondent au timbre de l'instrument.





III) Intensité sonore et niveau sonore d'un son musical

RÉALISER

12. Lorsque le sonomètre est collé au diapason, on mesure $L = 90\ dB$.
Lorsqu'on l'éloigne de $10\ cm$, la nouvelle mesure donne $L' = 70\ dB$.
Lorsqu'on l'éloigne de $30\ cm$, la nouvelle mesure donne $L = 40\ dB$.

Conclusion : On remarque ainsi que plus on s'éloigne de la source, plus le niveau sonore mesuré diminue.

13. Pour une distance d'éloignement de $10\ cm$, l'intensité sonore produite par le diapason est :

$$I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}} = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{70}{10}} = 1{,}0 \times 10^{5}\ W.m^{-2}$$