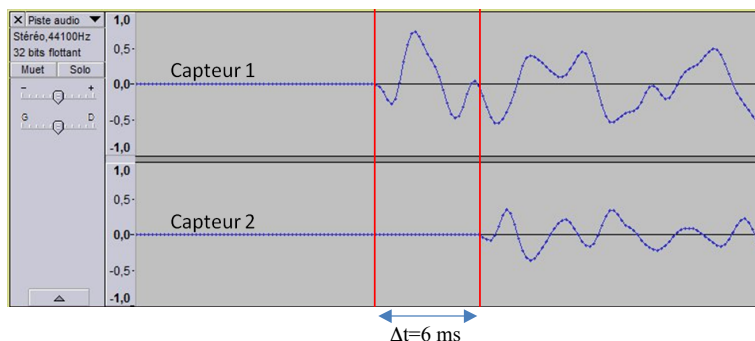


TP : LES ONDES SONORES

Première partie: Mesure de la célérité du son dans l'air

On branche les micros piézoélectriques à l'entrée de la carte son de l'ordinateur. Après avoir disposé chaque micro à une distance $d=2m$, on frappe dans nos mains à proximité du premier micro (capteur 1). Le logiciel nous fournit le temps de retard Δt de réception du signal entre les deux micros.



Déterminez la vitesse du son dans l'air en écrivant vos calculs.

Deuxième partie: Mesure de la hauteur d'un son

Avant tout enregistrement, n'oubliez pas de réclamer le silence dans la salle !

La hauteur d'un son correspond entre autres à sa vitesse de vibration. Il s'agit, en termes scientifiques, de la fréquence sonore (nombre de vibrations périodiques par seconde) que l'on mesure en Hertz (Hz). Plus la vibration est rapide, plus le son est dit aigu ; au contraire, plus la vibration est lente, plus le son est dit grave.

Fréquences des hauteurs (en hertz) dans la gamme tempérée

Note\octave	0	1	2	3	4	5	6	7
Do	32,70	65,41	130,81	261,63	523,25	1046,50	2093,00	4186,01
Do# ou Réb	34,65	69,30	138,59	277,18	554,37	1108,73	2217,46	4434,92
Ré	36,71	73,42	146,83	293,66	587,33	1174,66	2349,32	4698,64
Ré# ou Mi♭	38,89	77,78	155,56	311,13	622,25	1244,51	2489,02	4978,03
Mi	41,20	82,41	164,81	329,63	659,26	1318,51	2637,02	5274,04
Fa	43,65	87,31	174,61	349,23	698,46	1396,91	2793,83	5587,65
Fa# ou Sol♭	46,25	92,50	185,00	369,99	739,99	1479,98	2959,96	5919,91
Sol	49,00	98,00	196,00	392,00	783,99	1567,98	3135,96	6271,93
Sol# ou La♭	51,91	103,83	207,65	415,30	830,61	1661,22	3322,44	6644,88
La	55,00	110,00	220,00	440,00	880,00	1760,00	3520,00	7040,00
La# ou Si♭	58,27	116,54	233,08	466,16	932,33	1864,66	3729,31	7458,62
Si	61,74	123,47	246,94	493,88	987,77	1975,53	3951,07	7902,13

Matériel : 1 micro dynamique, 1 diapason 1 guitare, 1 flûte, logiciel Audacity (avec un seul canal d'entrée).

1) Déterminer avec AUDACITY la *période** du son du diapason, de la flûte, puis de la sixième corde (la plus aiguë) de la guitare.

**utilisez la fonction zoom afin de visualiser une dizaine de périodes, puis l'outil sélection. Utilisez ensuite l'affichage de la durée (annexe 1).*

2) En déduire leur *hauteur* à l'aide du tableau ci-dessus. Donnez vos résultats et calculs en expliquant la méthode suivie. Calculez la longueur d'onde (λ) dans le cas de la sixième corde de la

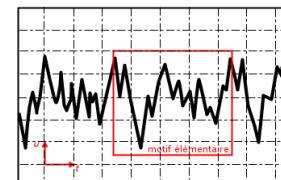
guitare. On prendra la valeur $v=340m.s^{-1}$ pour la vitesse du son dans l'air. $f = \frac{1}{T} = \frac{v}{\lambda}$

3) Dites pour chaque son enregistré si il est périodique / non périodique, sinusoïdal / non sinusoïdal.

Troisième partie : Réalisation du spectre de différents sons

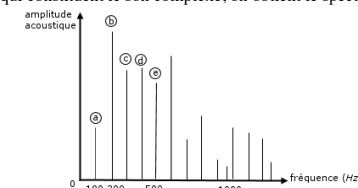
À l'aide d'un logiciel et d'un micro, il est facile d'obtenir une courbe $u = f(t)$ qui permet d'observer l'évolution de l'amplitude du signal (tension u) au cours de l'émission du son étudié.

Joseph FOURIER, mathématicien français, montre en 1820 qu'un son complexe est composé de différents signaux sinusoïdaux de différentes fréquences.



base de temps : 2,5 ms.div⁻¹
Doc. 1. Courbe $u(t) = f(t)$ obtenue en frottant une corde d'un violon.

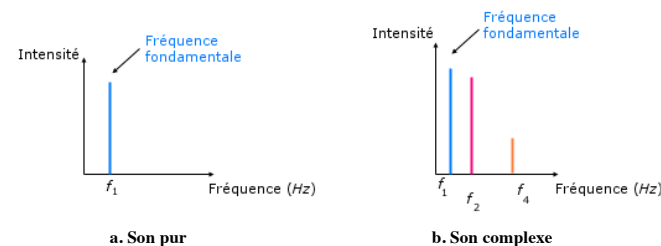
À partir des données de cette courbe et à l'aide d'un logiciel d'analyse de spectre qui permet de calculer les différentes fréquences des signaux sinusoïdaux qui constituent le son complexe, on obtient le spectre de fréquence correspondant :



Doc. 2. Spectre de fréquence de la courbe du document 1.

Le spectre de fréquence d'un **son pur** (ou son simple) n'est composé que d'un seul pic qui correspond à la fréquence du **mode de vibration fondamentale** (ou simplement fréquence fondamentale).

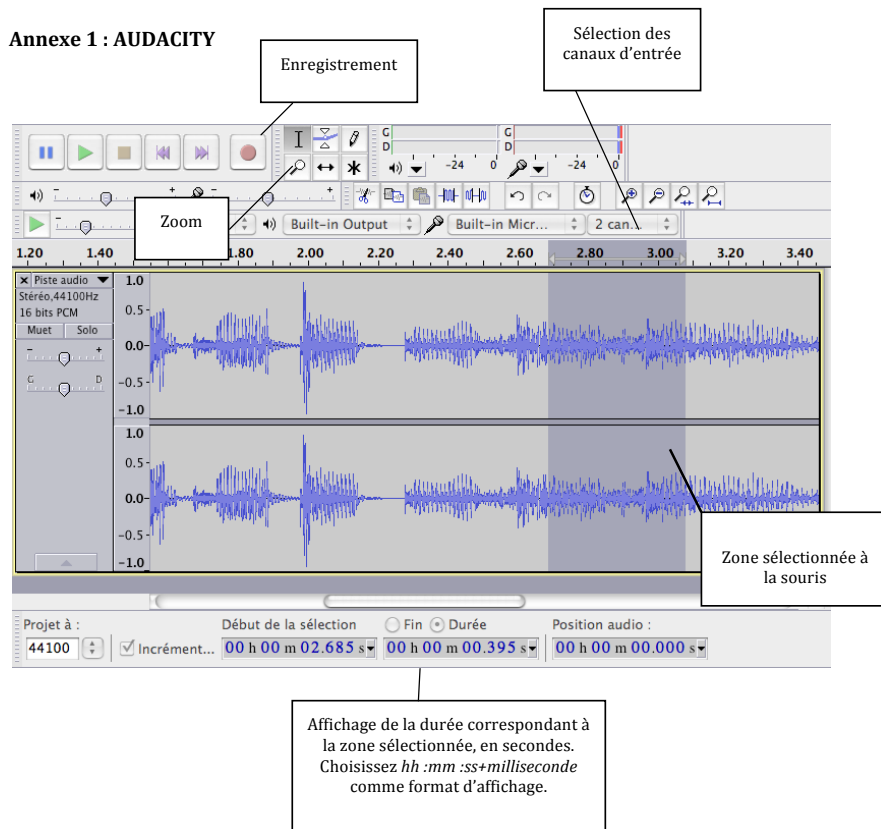
Le spectre de fréquence d'un **son complexe** est composé de **plusieurs pics** correspondants à la fréquence du mode fondamental, celui qui a la plus forte intensité et celles de ses **harmoniques**. En musique on parle de **timbre d'un son**. Plus le son est complexe, plus il est timbré.



- 1) Après avoir lu le document précédent. Générez une sinusoïde (GENERER>SON) à 440 Hz. Ecoutez le son produit puis visualisez la forme de l'onde à l'aide de l'outil ZOOM puis tracez son spectre. Commentez son aspect puis déterminez la fréquence du pic fondamental.
- 2) Faites de même avec un son carré lissé puis en dent de scie (efface les pistes déjà utilisées). Quels sont les points communs et les différences entre ces trois sons ?

Matériel : logiciel Audacity.

Annexe 1 : AUDACITY



Si le son enregistré a une faible amplitude : « EFFETS>AMPLIFICATION ».
Les micros se branchent sur l'entrée micro de l'ordinateur.

Annexe 2 : Réaliser le spectre d'un son dans Regressi

Sélectionnez une partie du son à analyser puis : ANALYSE > TRACER LE SPECTRE
La fréquence correspondant aux pics se détermine à la souris (valeur de crête).
Choisissez la fonction BARTLETT WINDOW, la taille maximum possible et une FREQUENCE LOGARITHIMQUE.