

CORRIGE (prévoir 2 séances probablement)

1. LA FLÛTE : UN INSTRUMENT A VENT

2.1. Description

Une flûte à bec permet de jouer différentes notes de musique en fonction de la position des doigts du flûtiste.

2.2 Problématique

Comment expliquer que le joueur de flûte à bec bouche ou débouche les trous de la flûte lorsqu'il veut changer la hauteur des notes qu'elle émet ?

2.3 Protocole expérimental

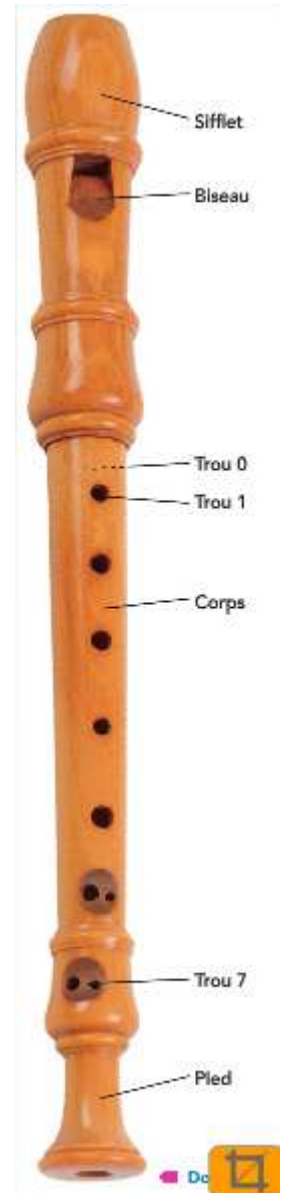
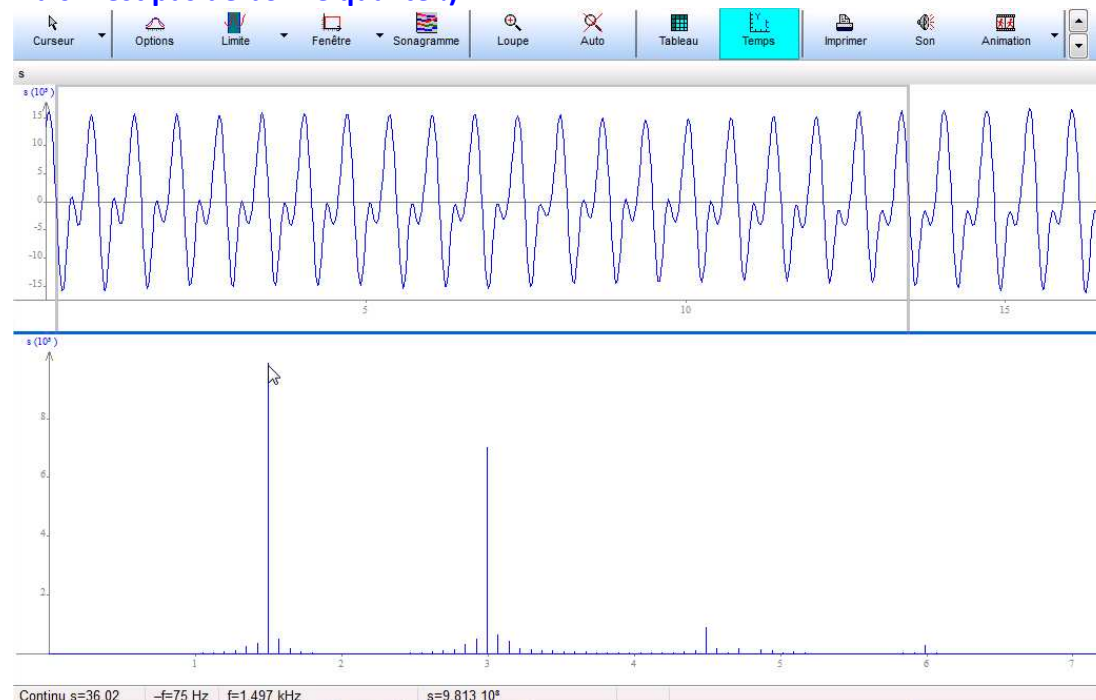
On étudie la partie supérieure de la flûte qui se nomme le sifflet (doc. 7).

- Enlever le corps de la flûte, ne garder que le sifflet. Souffler doucement.
- Enregistrer le son produit par le sifflet de la flûte. En effectuer l'analyse spectrale.
- Réaliser plusieurs acquisitions successives.

1ère méthode :

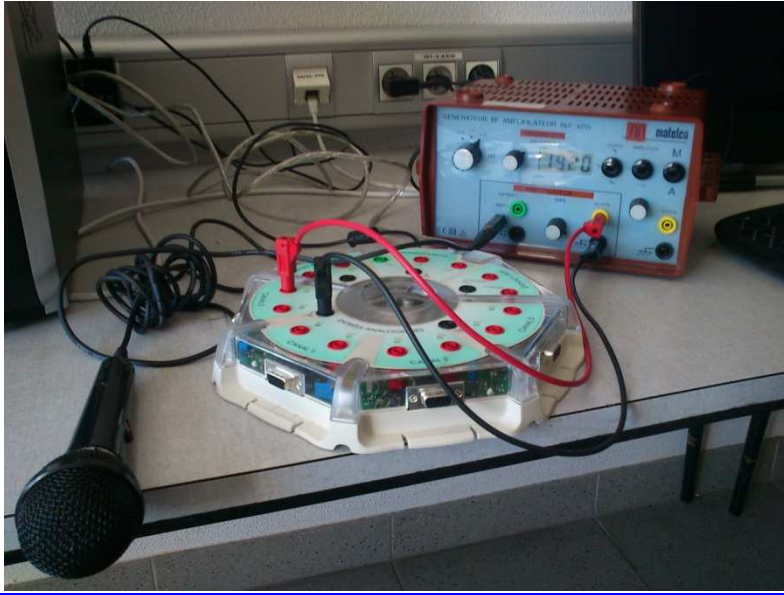
Enregistrement avec Audacity et exportation sous forme d'un fichier WAV.

Ouverture dans Regavi puis transfert dans Regressi où est effectuée l'analyse spectrale. (Attention : l'analyse spectrale directement ds Audacity est possible mais n'est pas de bonne qualité !)



2ème méthode :

Capture du son à l'aide d'un micro relié (après amplification) à l'interface Sysam puis analyse spectrale ds Latis Pro

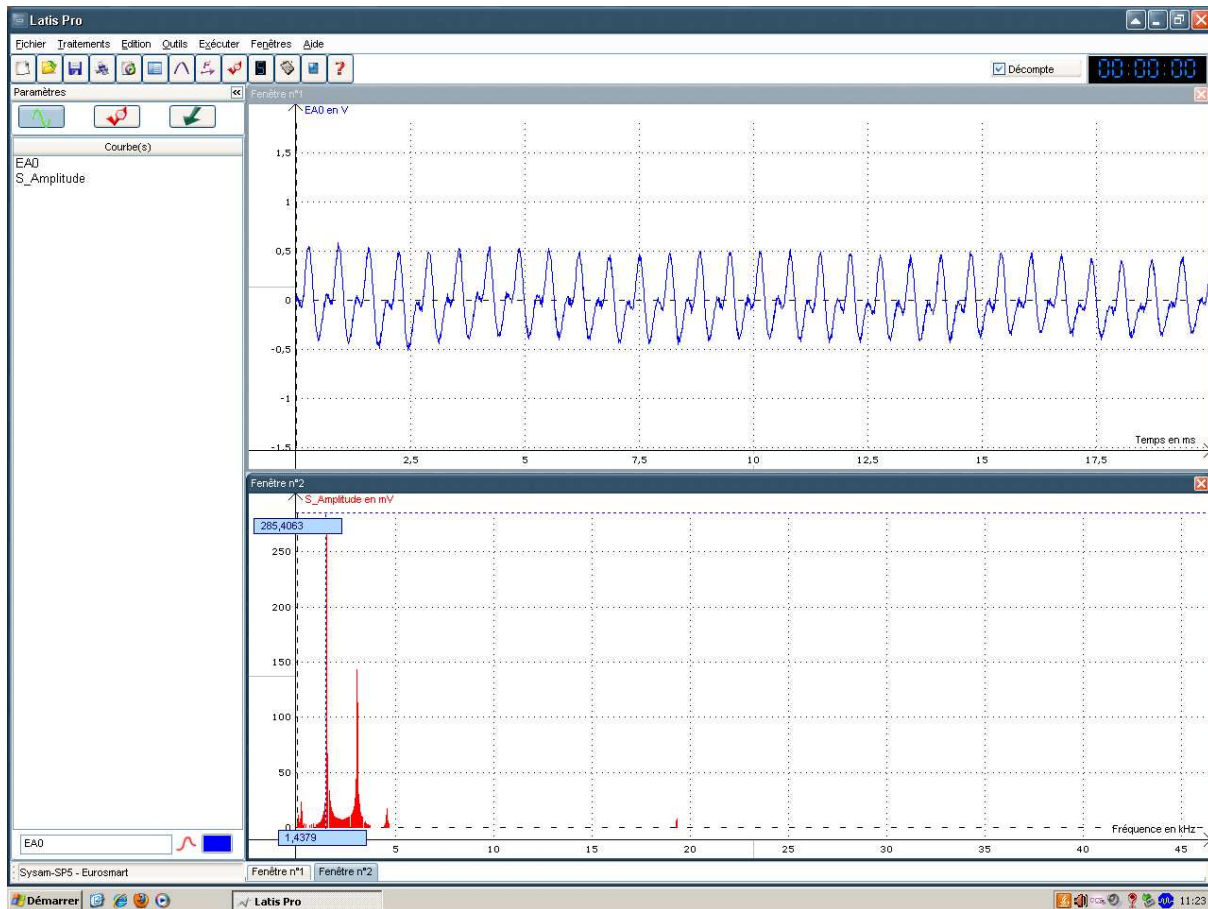
**Paramétrage de Latis pro :**

EAO +/- 5V

2000 points

Durée totale: 20 ms

Déclenchement EAO, montant , 0V

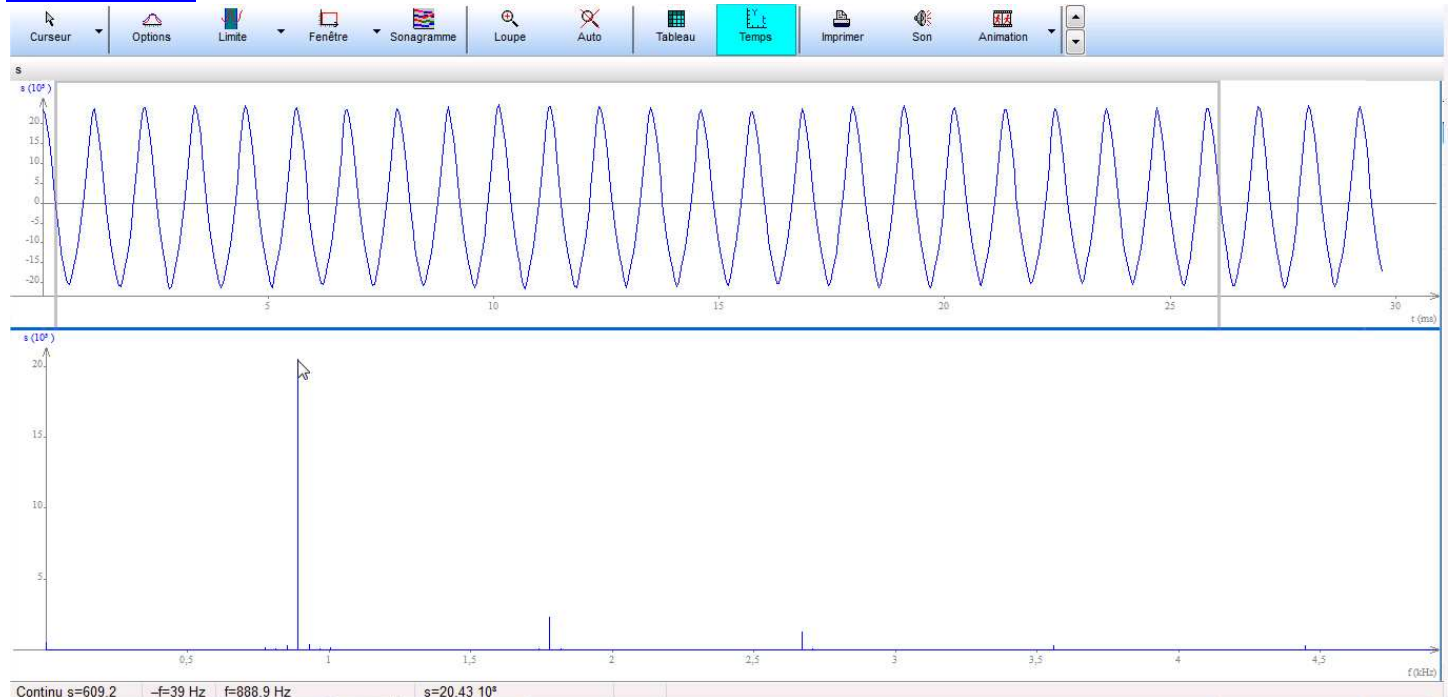


On utilise maintenant l'instrument au complet.

d) Boucher simultanément les trous 0 (le trou 0, qui se bouche avec le pouce, est situé en arrière des autres trous.), 1 et 2 de la flûte et souffler doucement.

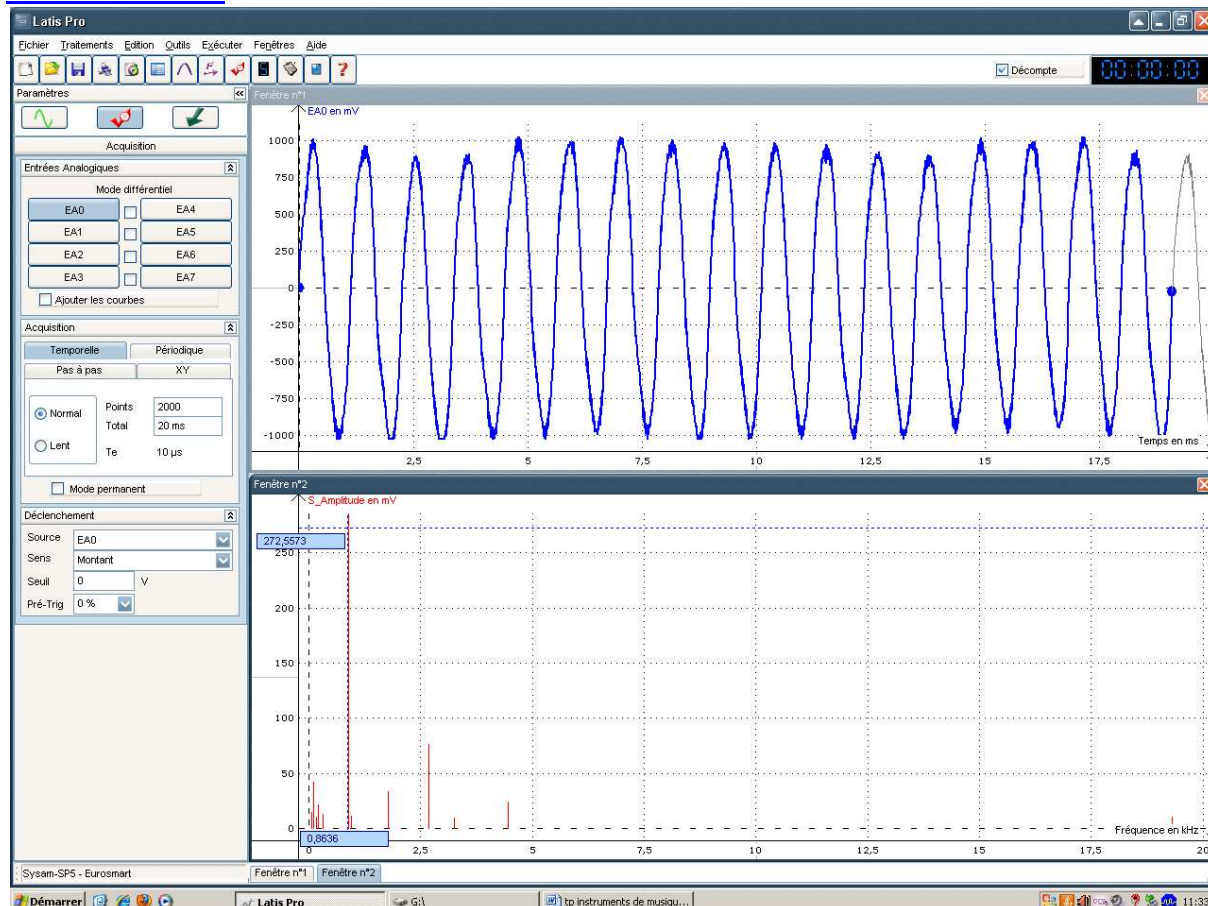
e) Enregistrer le son produit par la flûte. Effectuer l'analyse spectrale du son obtenu.

1^{ère} méthode :



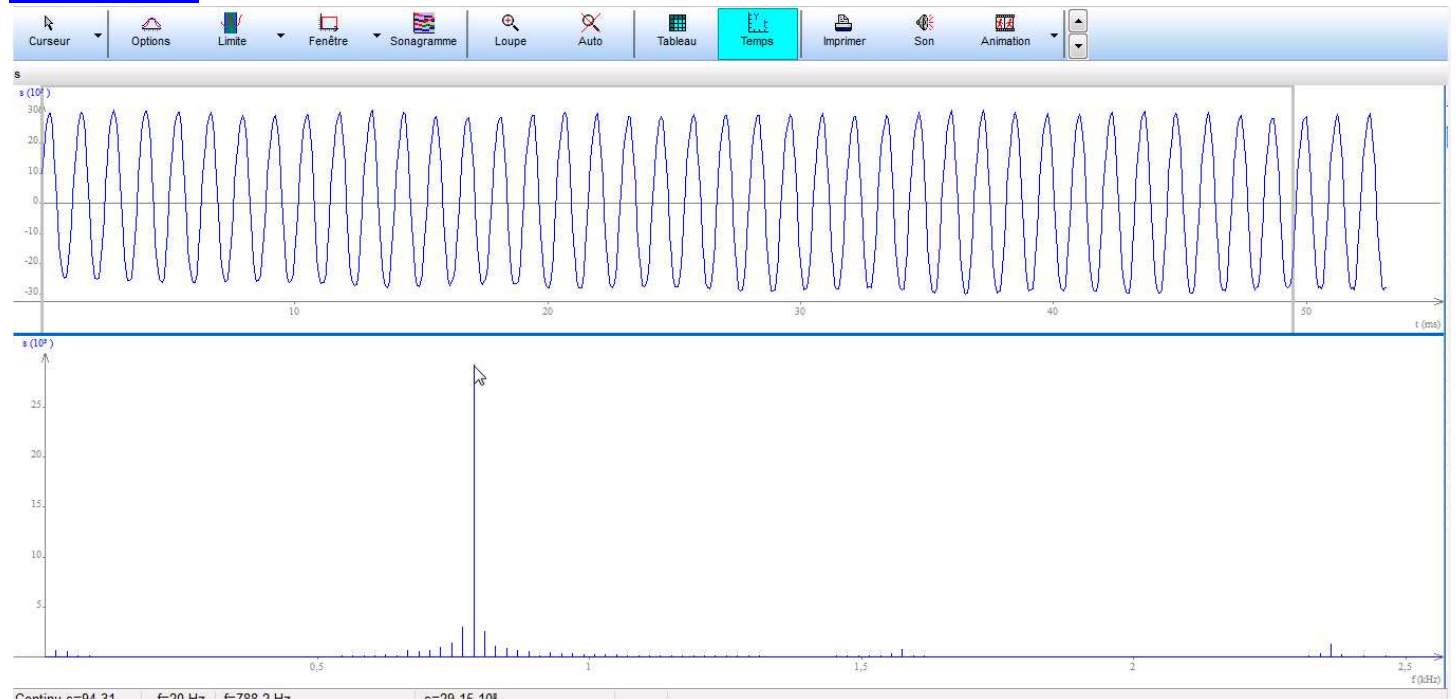
Fréquence du fondamental : $f_1 = 889$ Hz

2^{ème} méthode :



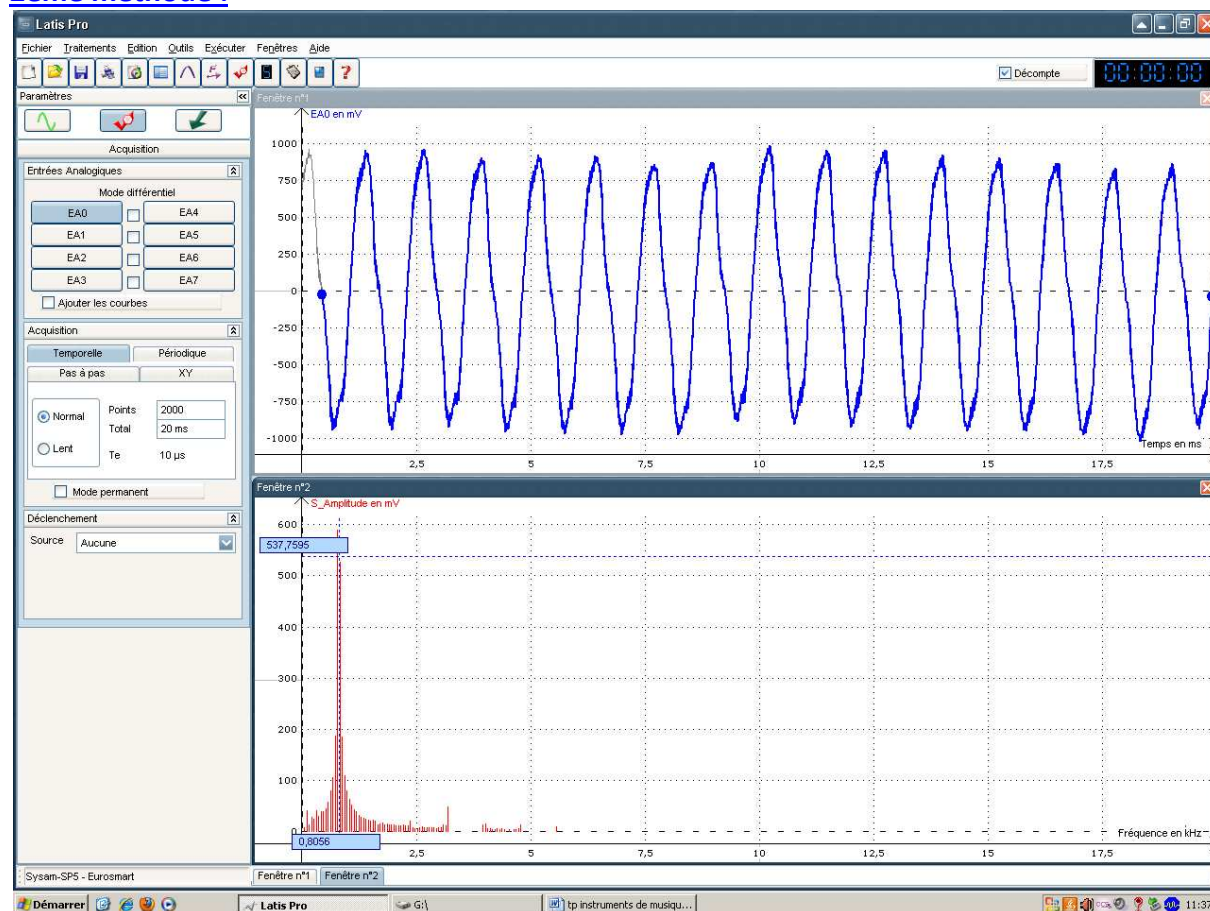
f) Recommencer l'analyse en bouchant les trous 0, 1, 2 et 3.

1^{ère} méthode :



Fréquence du fondamental : $f_2 = 788$ Hz

2^{ème} méthode :



g) Effectuer le rapport des deux fréquences fondamentales f_1 et f_2 obtenues.

h) Mesurer la distance d_1 entre le biseau et le trou 3, puis d_2 celle entre le biseau et le trou 4. Calculer le rapport entre ces deux distances.

i) Consigner les mesures de f_1 , f_2 , d_1 , d_2 de tous les binômes dans un tableau.

2.3. Questions

a) Décrire le son produit par le sifflet. **Très Aigu** Quelles sont ses caractéristiques ? **son complexe** Quelle est sa fréquence ? **1497 Hz** Rechercher la note correspondante. **Fa# (5^{ème} octave) [valeur proche du sol]**

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#	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#	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#	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#	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#	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

b) Évaluer l'incertitude de répétabilité (cf fiche) sur les deux fréquences mesurées avec la flûte complète.

c) Évaluer l'incertitude de répétabilité sur les deux distances.

groupe	f1	f2	f1/f2	d1	d2	d2/d1
prof	889 Hz	788 Hz	1,13	14,0cm	16,3 cm	1,16
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Moyenne \bar{m}						
Ecart type σ_{n-1}						
Incertain répétabilité (confiance 95%)	U(f1)=	U(f2)=		U(d1)=	U(d2)=	
Incertain répétabilité (confiance 99%)	U(f1)=	U(f2)=		U(d1)=	U(d2)=	
Incertain (confiance 95%)			$U\left(\frac{f_1}{f_2}\right) =$			$U\left(\frac{d_1}{d_2}\right) =$
Incertain (confiance 99%)			$U\left(\frac{f_1}{f_2}\right) =$			$U\left(\frac{d_1}{d_2}\right) =$

L'incertitude de répétabilité peut être calculée à partir des résultats des séries de mesures : on a réalisé 2xhuit mesures de fréquences et 2xhuit mesures de distances.

-On calcule la moyenne et l'écart type, grâce à un tableur pour chaque série de mesures ($n = 8$).

-Puis on calcule l'incertitude de répétabilité pour chaque série de mesures : $U(M) = k \cdot \sigma_{n-1}$

L'incertitude est établie pour les deux intervalles de confiance 95 % et 99 %.

La loi de Student donne les facteurs d'élargissement pour une série de huit mesures (voir la fiche méthode).

Pour un intervalle de confiance de 95 %, $k = 2,37$ et, pour un intervalle de 99 %, $k = 3,50$.

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (m_k - \bar{m})^2}{n-1}}$$

d) Évaluer les incertitudes sur les rapports $r_1 = \frac{f_1}{f_2}$, et $r_2 = \frac{d_1}{d_2}$, sachant que l'incertitude sur une grandeur $G = \frac{G_1}{G_2}$,

$$\text{est donnée par } U(G) = \sqrt{\left(\frac{U(G_1)}{G_1}\right)^2 + \left(\frac{U(G_2)}{G_2}\right)^2}$$

On calcule les rapports $r_1 = \frac{f_1}{f_2}$, $r_2 = \frac{d_1}{d_2}$, à partir des valeurs moyennes des fréquences et des distances :

$$\text{l'incertitude sur } r_1 = \frac{f_1}{f_2}, \text{ est donnée par } U\left(\frac{f_1}{f_2}\right) = \sqrt{\left(\frac{U(f_1)}{f_1}\right)^2 + \left(\frac{U(f_2)}{f_2}\right)^2}$$

$$r_1 = \pm \quad \text{pour un niveau de confiance à 95\%}$$

$$r_1 = \pm \quad \text{pour un niveau de confiance à 99\%}$$

$$\text{l'incertitude sur } r_2 = \frac{d_1}{d_2}, \text{ est donnée par } U\left(\frac{d_1}{d_2}\right) = \sqrt{\left(\frac{U(d_1)}{d_1}\right)^2 + \left(\frac{U(d_2)}{d_2}\right)^2}$$

$$r_2 = \pm \quad \text{pour un niveau de confiance à 95\%}$$

$$r_2 = \pm \quad \text{pour un niveau de confiance à 99\%}$$

Rq : on retient un seul chiffre significatif pour exprimer les incertitudes.

e) Comparer les deux rapports et conclure sur la manière d'obtenir des notes différentes à la flûte à bec.

$$r_1 \text{ est compris ds l'intervalle } \left[r_1 - U\left(\frac{f_1}{f_2}\right) ; r_1 + U\left(\frac{f_1}{f_2}\right) \right]$$

$$[\quad ; \quad] \quad \text{pour un niveau de confiance à 95\%}$$

$$[\quad ; \quad] \quad \text{pour un niveau de confiance à 99\%}$$

$$r_2 \text{ est compris ds l'intervalle } \left[r_2 - U\left(\frac{d_1}{d_2}\right) ; r_2 + U\left(\frac{d_1}{d_2}\right) \right]$$

$$[\quad ; \quad] \quad \text{pour un niveau de confiance à 95\%}$$

$$[\quad ; \quad] \quad \text{pour un niveau de confiance à 99\%}$$

Quelque soit le niveau de confiance, les intervalles se recoupent donc on peut conclure que $r_1 = r_2$ c'est à dire $f_1/f_2 = d_2/d_1$; la fréquence est inversement proportionnelle à la longueur de la colonne d'air

2. LA GUITARE : UN INSTRUMENT A CORDES

1.1 Problématique

Lorsqu'il joue, un guitariste exerce des actions mécaniques sur les cordes de la guitare pour les faire vibrer. Comment peut-il jouer des notes différentes? Quel est le rôle de chacune des parties de la guitare dans la production des notes?

1.2. Description

Une guitare comporte trois parties principales : des cordes, une caisse et un manche.

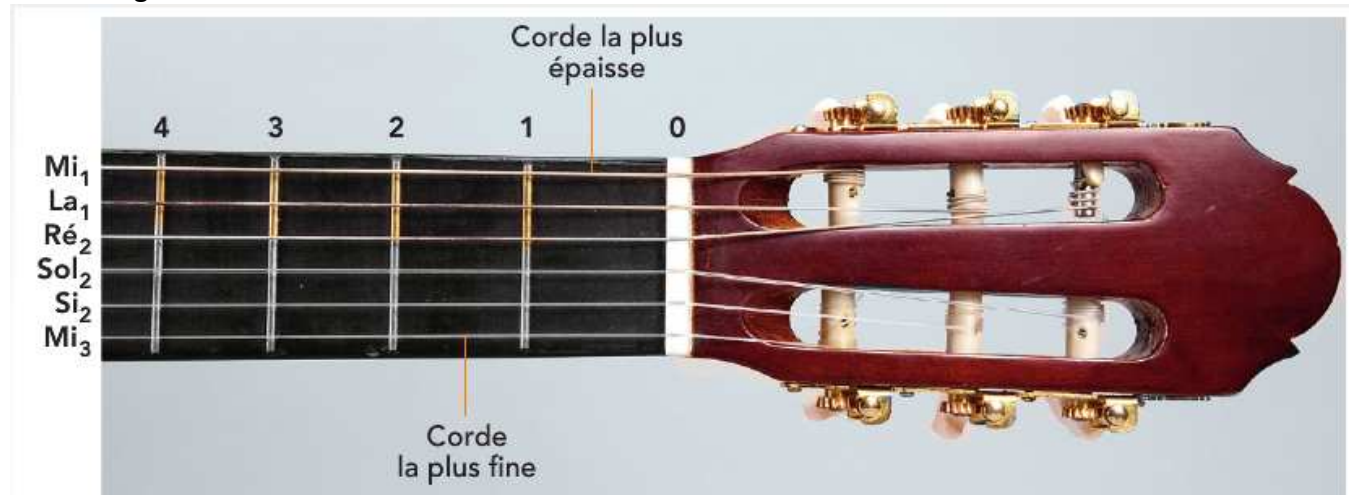
Les cordes d'une guitare ont des noms (Mi_1 , La_1 , $Ré_2$, Sol_2 , Si_2 , Mi_3) et des aspects différents.

Le manche de la guitare est divisé en intervalles par des incrustations métalliques appelées « frettes ».

De l'extrémité du manche à la caisse de résonance, les frettes sont numérotées 0, 1, 2, 3, etc. (doc. 4). Lorsque le guitariste appuie sur une corde entre deux frettes, la longueur de vibration de la corde correspond à la distance **entre le sillet du chevalet et la frette de numéro le plus élevé.**

(ex : si on appuie entre la frette 1 et 2, la distance de corde qui vibre c'est entre le sillet et la frette 2)

Le tableau du document 5 donne la fréquence de la note correspondant à chaque frette pour la corde la plus fine de la guitare



Doc. 4 Les six cordes d'une guitare et les premières frettes.



Doc. 6 Matériel disponible.

Numéro de la frette	Fréquence de la note (Hz)
0	329
1	349
2	370
3	392
4	415
5	440
6	466
7	494
8	523
9	554
10	587
11	622
12	659
13	698
14	740
15	784
16	831
17	880
18	932

Doc. 5 Notes pouvant être jouées avec la corde la plus fine.

1.3. Elaboration du protocole

a) Proposer des protocoles expérimentaux permettant de répondre aux questions posées en introduction. On pourra utiliser les documents et le matériel proposés.

Guitare :

Une guitare comporte principalement trois parties : des cordes, une caisse et un manche.

Protocole no 1 : rôle des cordes

- Relier un microphone à un système d'acquisition informatisé.
- Paramétrer le logiciel d'acquisition.
- Pincer une corde en effectuant une acquisition.
- Faire plusieurs acquisitions en pinçant différemment la corde.
- Observer les caractéristiques des oscillogrammes obtenus.
- Procéder de même avec les autres cordes.

Protocole no 2 : rôle de la caisse

On peut utiliser le diapason avec, puis sans sa caisse de résonance.

- Effectuer deux acquisitions, la première avec le diapason sur sa caisse de résonance et la seconde avec le diapason sans sa caisse de résonance.
- Comparer les deux oscillogrammes.

Protocole no 3 : rôle du manche

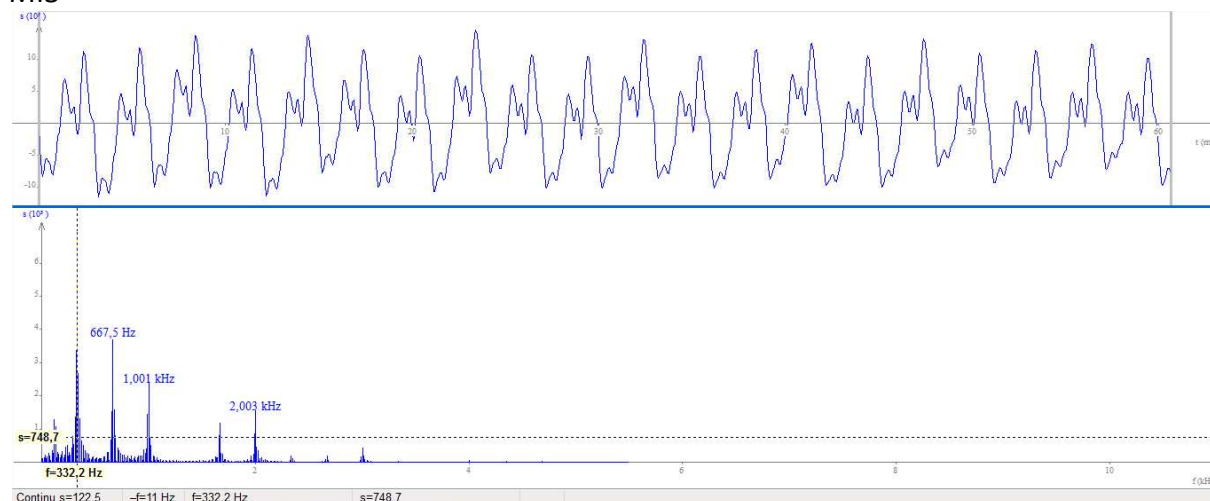
Le manche contient des incrustations métalliques, les frettes, et le guitariste, en appuyant sur la corde entre deux frettes, modifie la longueur de vibration de celle-ci.

- Effectuer plusieurs acquisitions en faisant vibrer la corde la plus fine :
 - a. sur toute sa longueur ;
 - b. en appuyant sur la corde entre les frettes 4 et 5 ;
 - c. en appuyant sur la corde entre les frettes 11 et 12.
- Dans chaque cas, déterminer la fréquence de la note jouée.

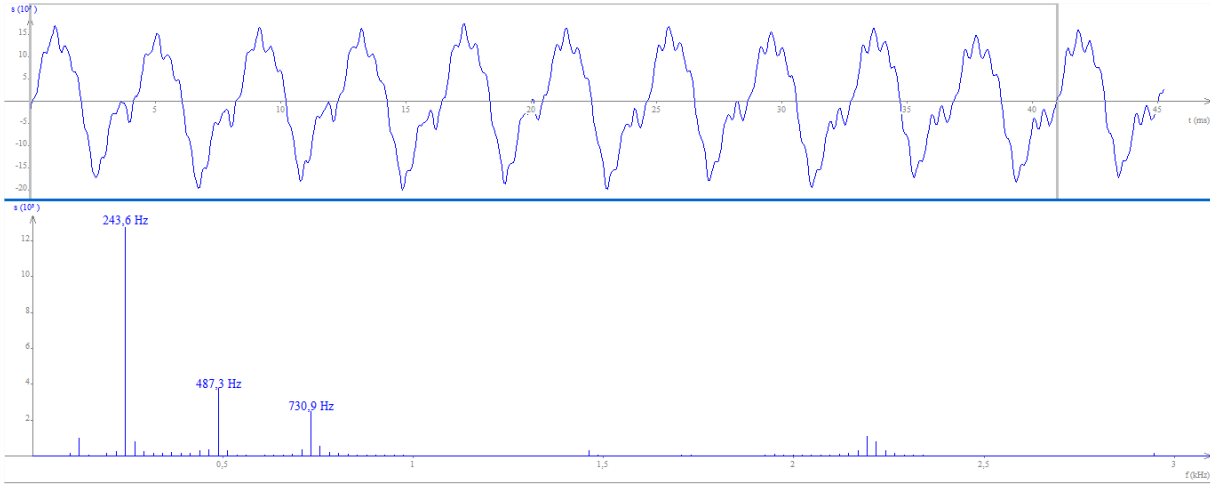
b) Après accord du professeur, mettre en œuvre ces protocoles et réaliser les mesures.

Protocole no 1 : rôle des cordes

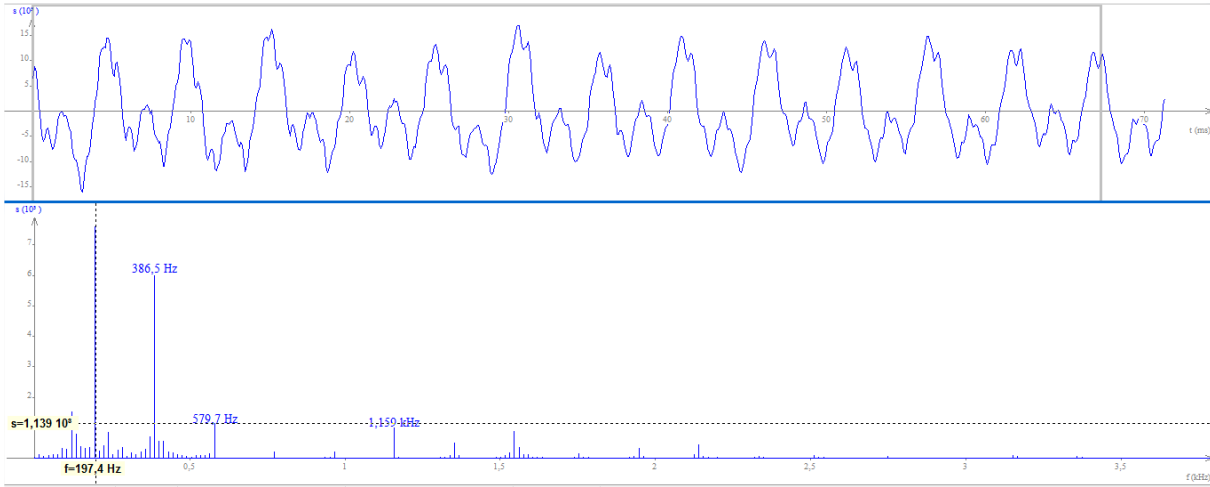
MI3



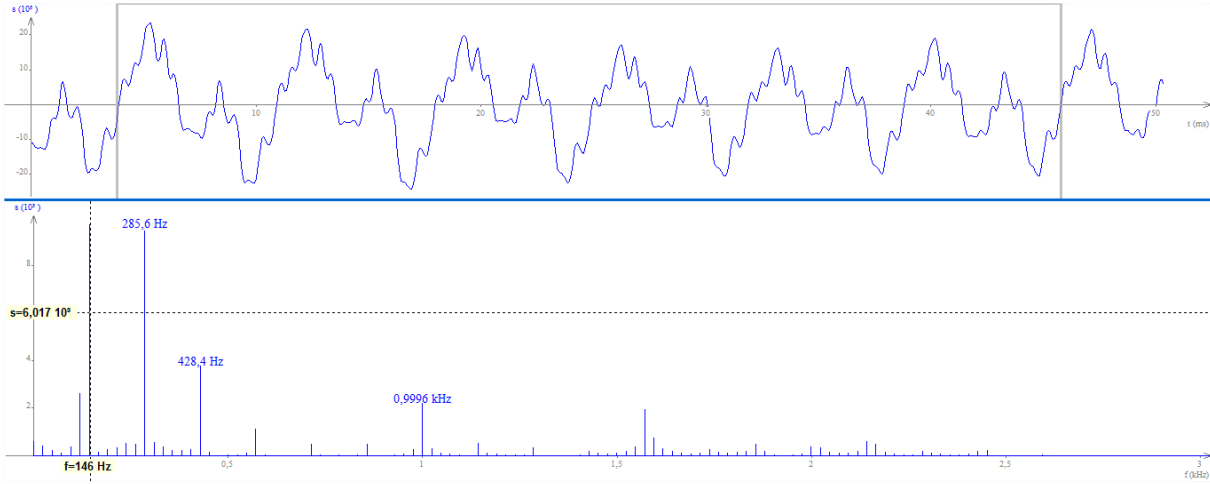
Si2



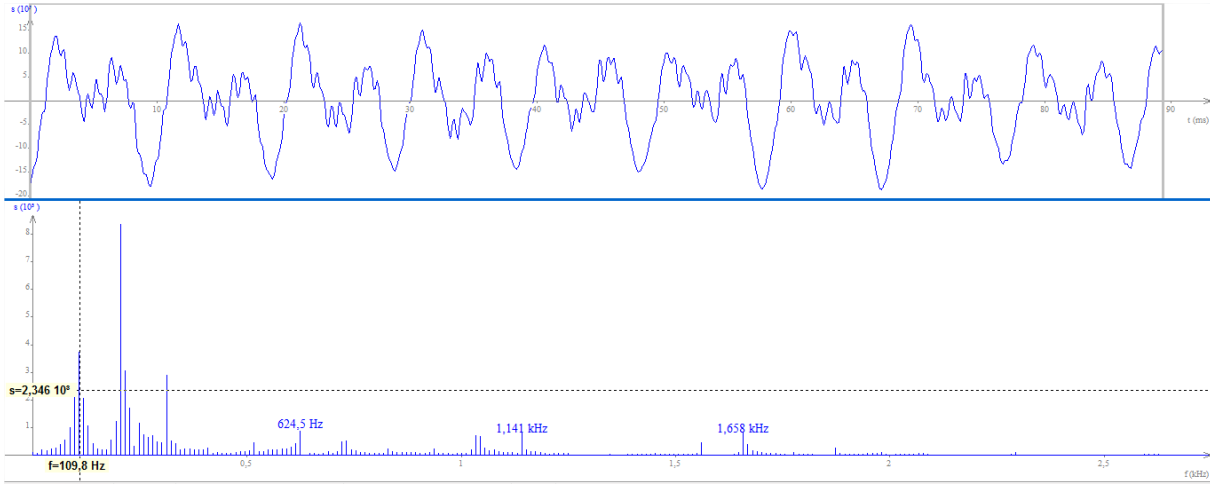
SoI2



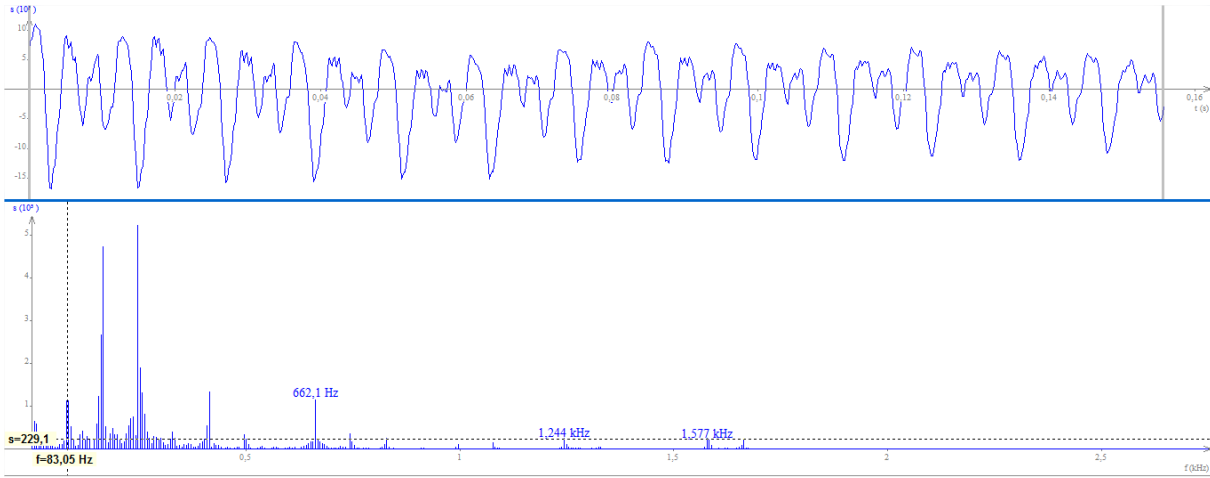
Re2



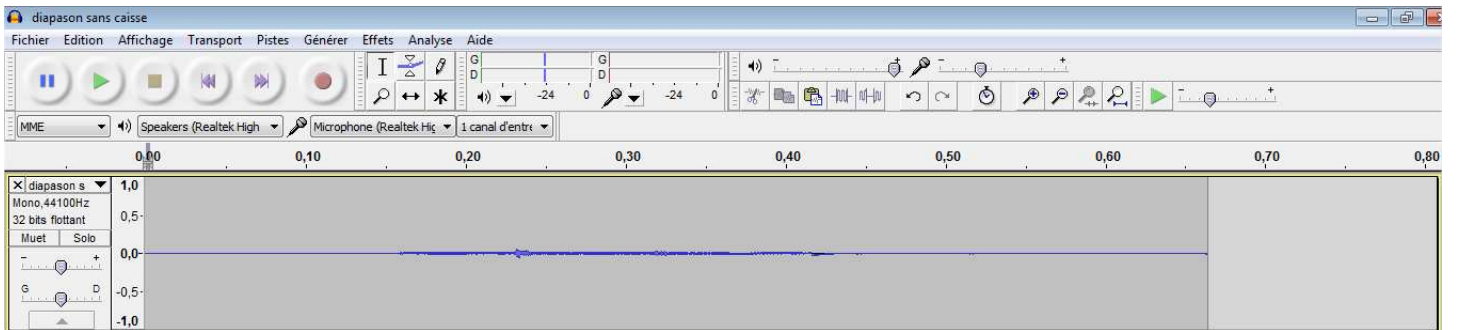
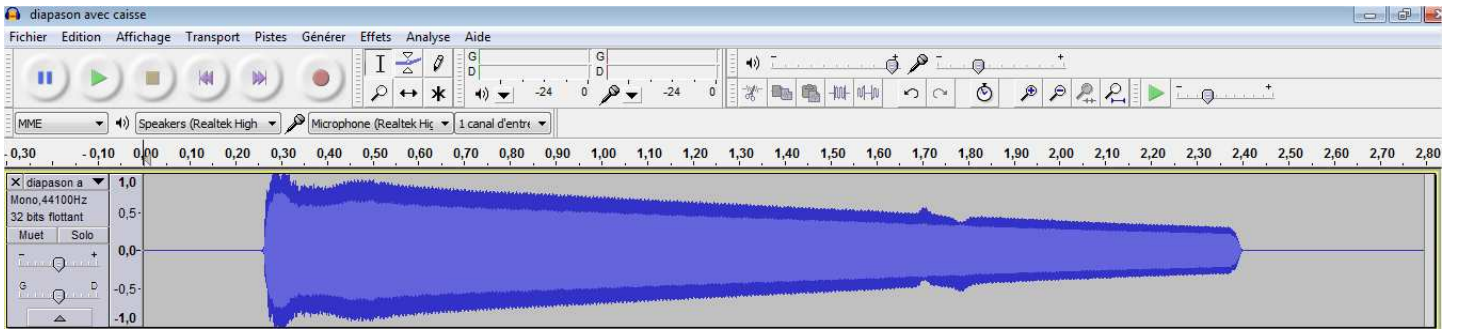
LA1



MI1

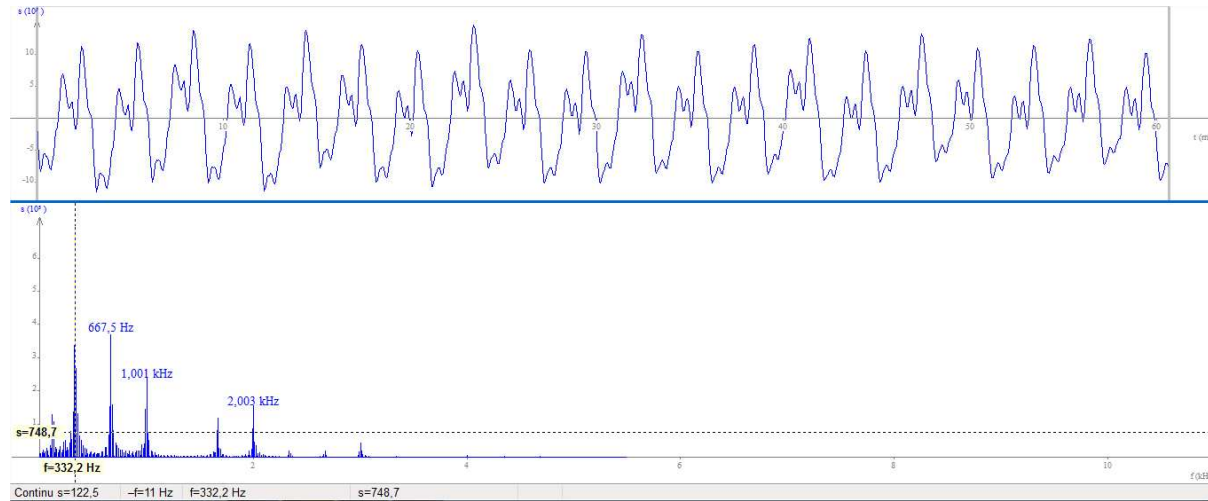


Protocole no 2 : rôle de la caisse

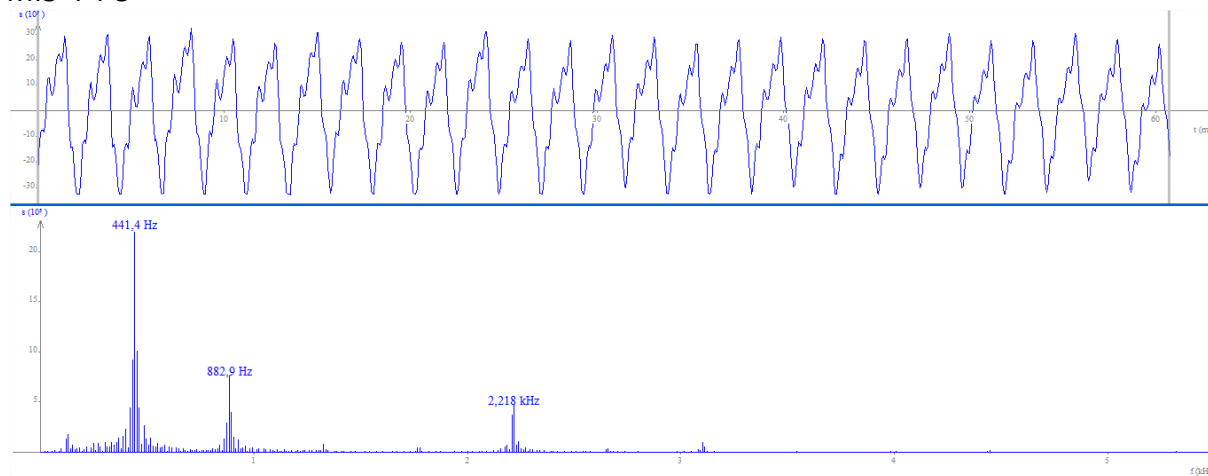


Protocole no 3 : rôle du manche

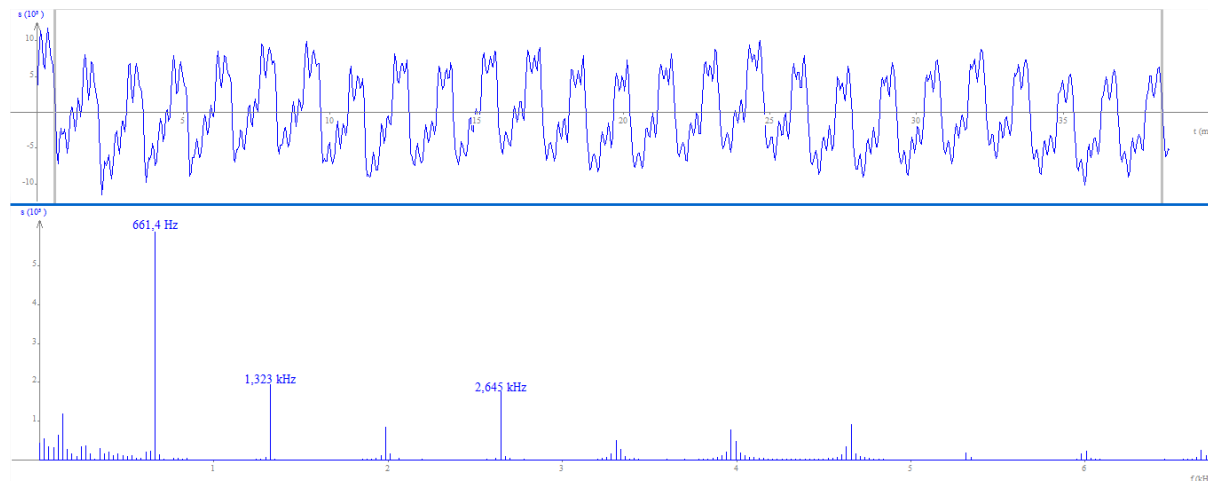
MI3



MI3+F4-5



MI+F11-12



c) Rédiger une synthèse sur le fonctionnement d'une guitare.

Une corde de guitare vibre sur toute sa longueur avec la même fréquence et émet toujours la même note. Les cordes de la guitare vibrant sur toute leur longueur émettent chacune une note différente. En appuyant entre deux frettes, le guitariste diminue la longueur de la corde. Elle vibre alors avec une fréquence supérieure, la note émise est plus aiguë. La caisse permet d'amplifier la note émise de manière audible.

Q+ : la guitare utilisée était-elle accordée : **OUI !**

3. LA CAISSE CLAIRE : UN INSTRUMENT A PERCUSSION

3.1 Description

La caisse claire est un des éléments principaux d'une batterie. Sur la caisse, en bois ou en métal, on fixe deux membranes, une de percussion et l'autre de résonance.



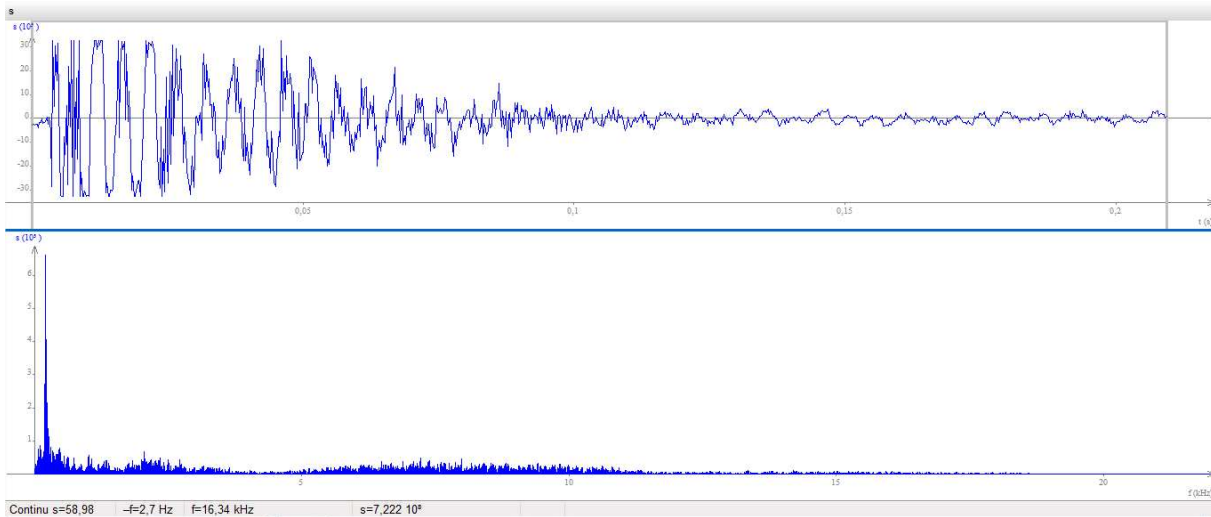
3.2 Problématique

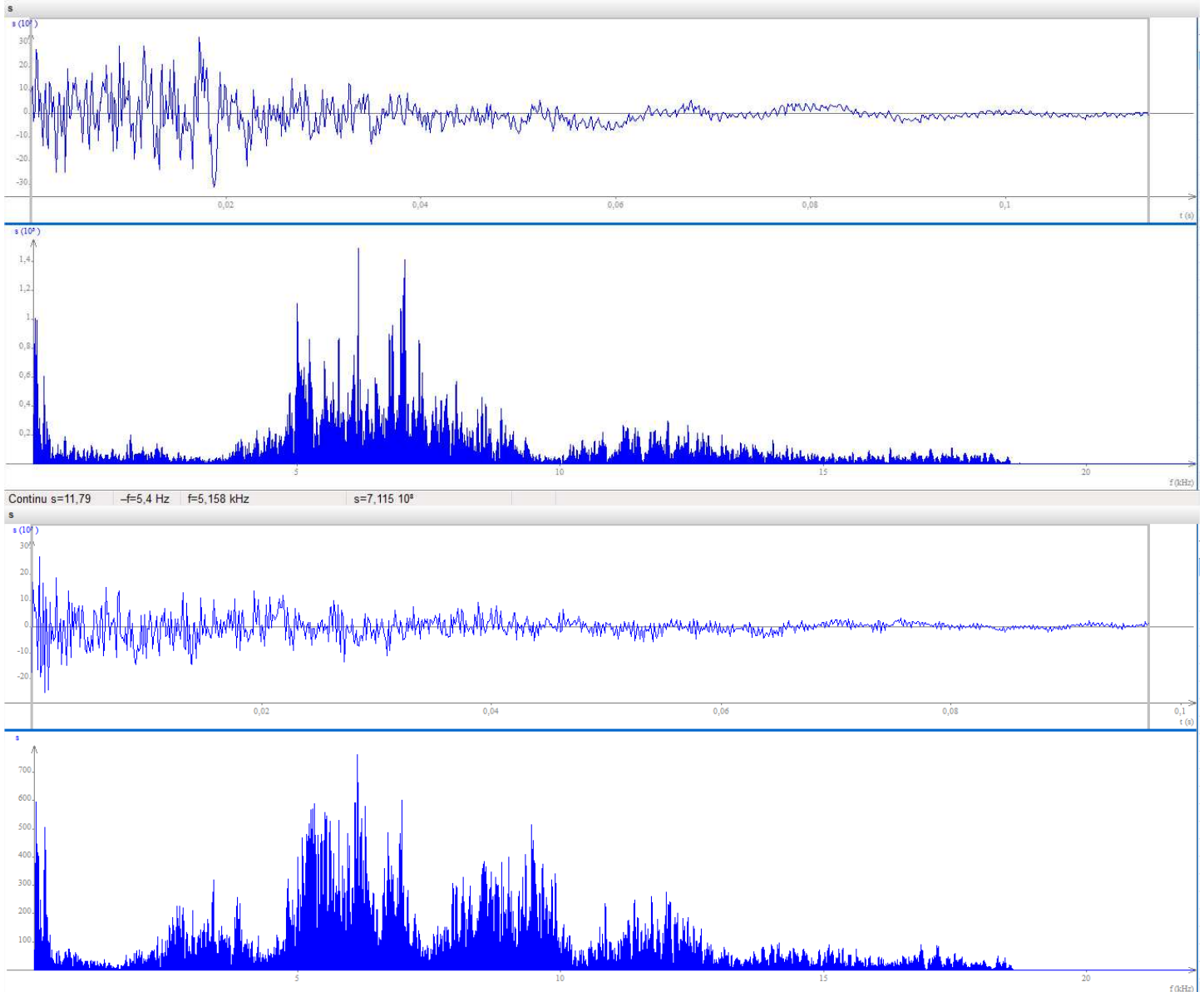
Un instrument à percussion comme la caisse claire joue-t-il une note de musique ?

3.3 Protocole expérimental

On étudie une boucle jouée sur une caisse claire (fichier « Drum_Loop.wav » ou « Drum_Loop.mp3 »)

- a) En utilisant un logiciel de traitement du son, écoutez les différents sons puis faire apparaître pour quelques son l'évolution du signal en fonction du temps sur une durée de quelques milliseconde, ainsi que son spectre en fréquence.





- b) Les sons produits engendrent-ils, à l'écoute, une sensation de hauteur bien nette ? **NON**
- c) Les sons émis par la caisse claire, présentent-ils les mêmes « régularités » que pour les autres instruments? **NON** Peut-on qualifier les sons produits de périodiques ? **NON**
- d) Les fréquences obtenues dans le spectre ont-elles des relations entières ou fractionnaires entres-elles ? **NON** Peut-on qualifier le spectre d'harmonique ? **NON le spectre n'est pas constitué d'harmoniques**
On parle de spectre inharmonique
- e) Conclure : une caisse claire joue-t-elle des notes de musique ? **NON**