

Analyse de sons

L'oreille humaine entend de nombreux sons émis par des émetteurs ou sources sonores.

Les émetteurs sonores sont extrêmement variés : les cordes vocales, les instruments de musique, les haut-parleurs d'appareils divers (chaîne Hi-Fi, radio, télévision, magnétophone, lecteur MP3...), etc.

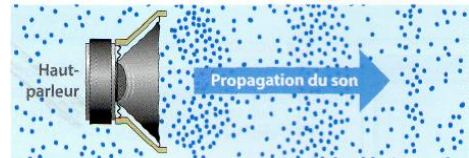
Nous allons ici voir comment caractériser un son.

I. Analyse spectrale.

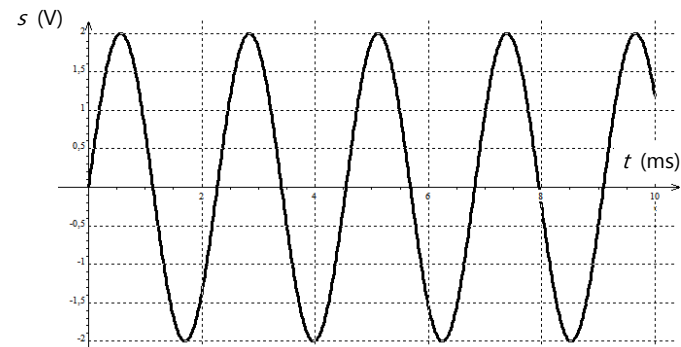
Document 1 : Qu'est ce qu'une onde sonore ?

Une onde sonore est une onde produite par la vibration mécanique d'un corps et propagée grâce à l'élasticité du milieu. C'est une propagation de proche en proche d'une perturbation de type "compression-dilatation".

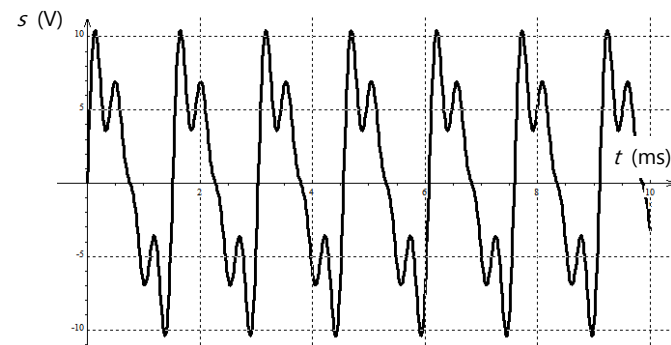
Par extension physiologique, le son désigne la sensation auditive à laquelle cette vibration est susceptible de donner naissance.



Document 2 : Acquisition du son émis par un diapason



Document 3 : Acquisition du son émis par une guitare

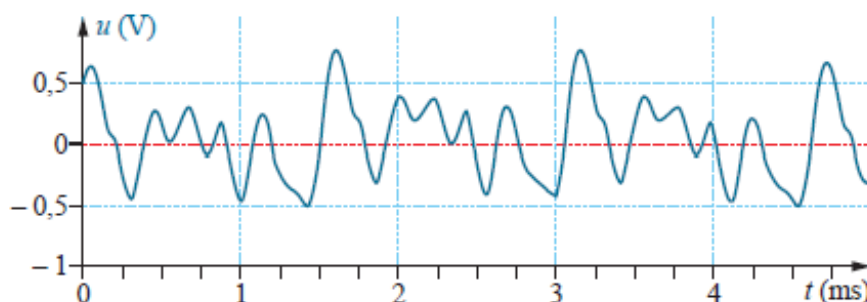


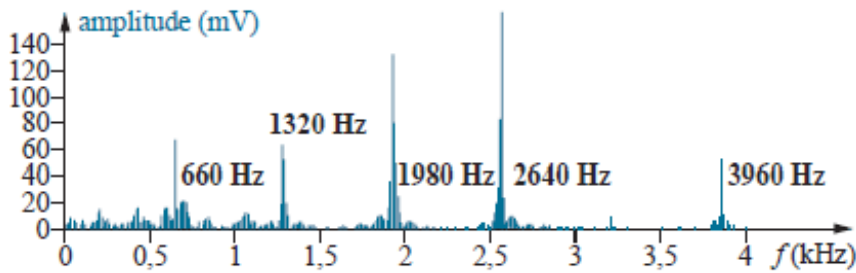
0) Comparer les sons émis par un haut-parleur alimenté par des signaux sinusoïdaux de différentes fréquences.

1) Quel est le point commun entre les deux enregistrements des documents 2 et 3 ?

2) Le son émis par le diapason est un son pur. Celui de la guitare est un son complexe. À partir des documents 2 et 3, comment caractériser un son pur ? Un son complexe ?

Ci-dessous se trouvent l'enregistrement puis le spectre de la note Mi₄, de fréquence 660 Hz, jouée par une guitare :





- 3) Sur son spectre, à quoi correspond le premier pic de ce son complexe ?
- 4) Comment sont les fréquences des autres pics ?
- 5) Comment serait le spectre d'un son pur ?

On dispose de quatre enregistrements sonores numérotés de 1 à 4. Parmi eux, se trouve un diapason, un piano, une guitare et un saxophone.

Le piano et le saxophone jouent la même note, toutefois, le saxophone est mal accordé et joue un peu bas. La guitare joue une note différente.

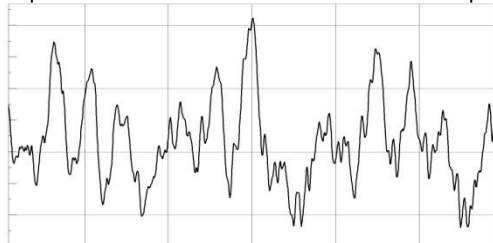
6) En réalisant une analyse spectrale (en s'aidant de la notice jointe à la dernière page), identifier les quatre enregistrements (et préciser à chaque fois la note jouée).

Fréquences des hauteurs (en Hz) dans la gamme tempérée								
octave note \	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 Ré b	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 b	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 b	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 b	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 b	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

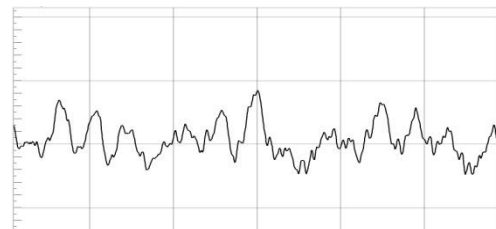
II. Niveau d'intensité sonore.

Document 4 : Deux types de nuance

Un violoniste joue deux fois la même partition musicale mais avec deux nuances différentes. On obtient les deux enregistrements suivants représentant l'intensité sonore en fonction du temps (les échelles horizontales sont identiques et les échelles verticales sont identiques) :



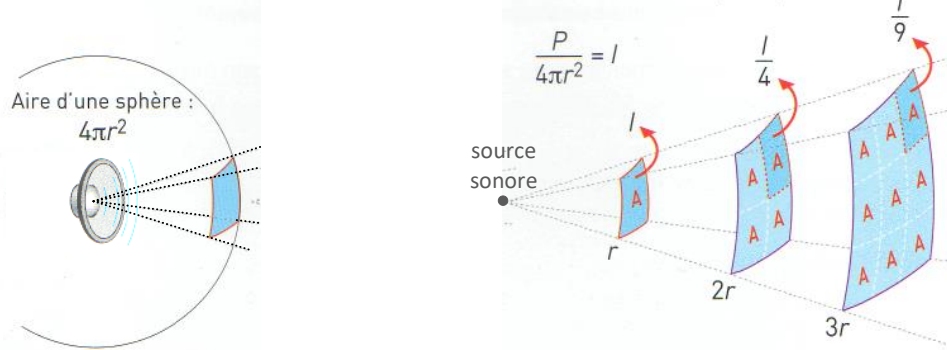
Nuance : fortissimo



Nuance : pianissimo

Document 5 : lien entre intensité sonore, puissance sonore, niveau d'intensité sonore

Une source sonore émet un son avec une certaine **puissance sonore, notée P** (unité watt) qui se propage dans toutes les directions, cette puissance se répartit sur l'ensemble de la surface S atteinte. Le son est caractérisé par son **intensité sonore, notée I** (unité Watt par m²) : $I = P / S$.



Le seuil d'audibilité correspond à une intensité sonore de $I_0 = 1 \times 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ et le seuil de douleur correspond à une intensité sonore de $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Le problème avec l'intensité sonore est qu'entre des sons très faibles et très forts, on a des valeurs extrêmement éloignées les unes des autres. On a donc créé une autre grandeur en utilisant une échelle logarithmique pour avoir des valeurs plus proches les unes des autres : le niveau d'intensité sonore notée L (unité décibel, dB) :

$$L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

7) Dans le document 4 quelle est la principale différence entre les deux sons ?

Quelle grandeur physique permet de distinguer un son fort d'un son faible ?

8) De quels paramètres l'intensité sonore dépend-elle ?

Expliquer alors pourquoi s'éloigner d'une source sonore permet d'être moins exposé aux nuisances sonores.

9) De quels paramètres le niveau sonore dépend-il ?

10) À partir du document 5, calculer le niveau sonore correspondant au seuil de douleur et le niveau sonore correspondant au seuil d'audibilité.

11) Ces résultats sont-ils en accord avec le document 6 ?

12) Écouter le son produit par un hautparleur (et mesurer son niveau d'intensité sonore).

13) En vu de comparer, écouter ensuite le son produit par deux hautparleurs, identiques au 1^{er} (et mesurer le niveau d'intensité sonore).

14) Commenter.

15) Qu'indique le sonomètre lorsqu'il n'y a "aucun son" dans la salle de classe ?

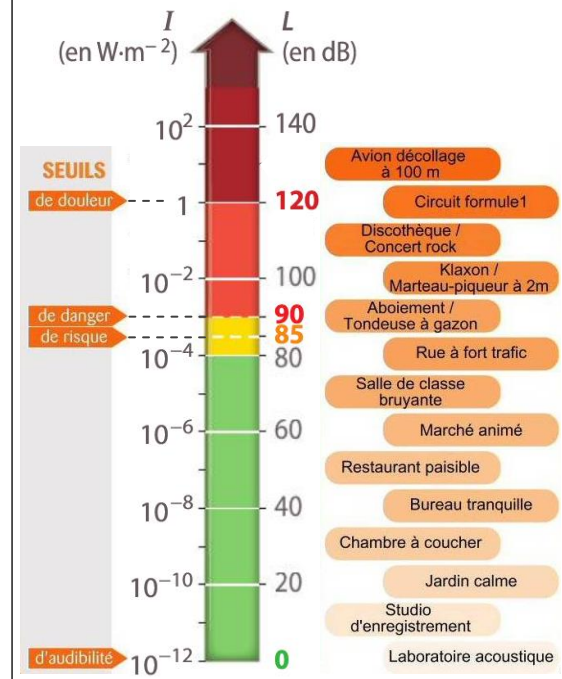
16) Un saxophoniste joue une note avec un niveau sonore de 78,0 dB. Quelle est l'intensité sonore correspondant ?

17) Quelle sera l'intensité sonore si deux saxophonistes jouent la même note avec la même intensité sonore ?

18) Calculer alors le niveau sonore.


19) Commenter.



Document 6 : échelle des intensités sonores et des niveaux d'intensité sonore




Notice simplifiée du module SON de REGRESSI

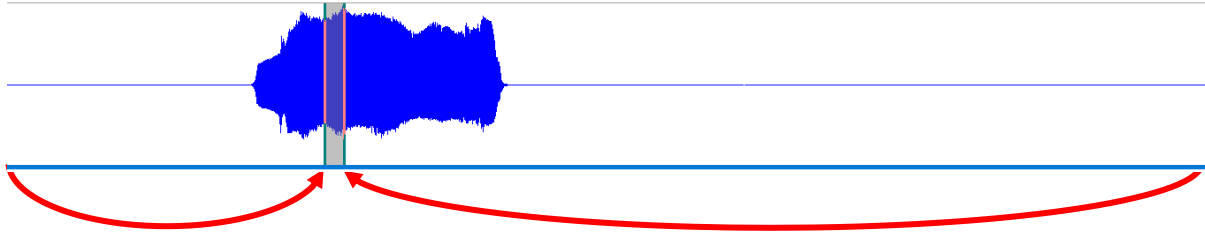
- Commencer par cliquer sur "Fichier/Nouveau/Son".


- Puis cliquer sur  **Mode** et sélectionner la plus grande fréquence (44 100 Hz, 16 bits).

- Puis cliquer sur  **Ouvrir** pour ouvrir un fichier son existant OU enregistrer un son : Cliquer sur  **Enregistrer** pour démarrer l'enregistrement puis, immédiatement après, chanter ou jouer la note assez brièvement, puis,

immédiatement après, cliquer sur  **Stop** pour arrêter l'enregistrement.


- Puis faire un zoom sur une tout petite partie de l'enregistrement (écran du haut) en déplaçant les bornes situées à gauche et à droite de l'écran (cliquer-étirer) de façon à n'avoir qu'une grosse dizaine de périodes :








- Puis envoyer les données correspondant au zoom dans Regressi en cliquant sur  **Traiter** (à la question "Sauvegarde préliminaires des données", répondre "Non").

Notice simplifiée du module ANALYSE SPECTRALE de REGRESSI

Une fois le fichier de données ouvert ou créé :

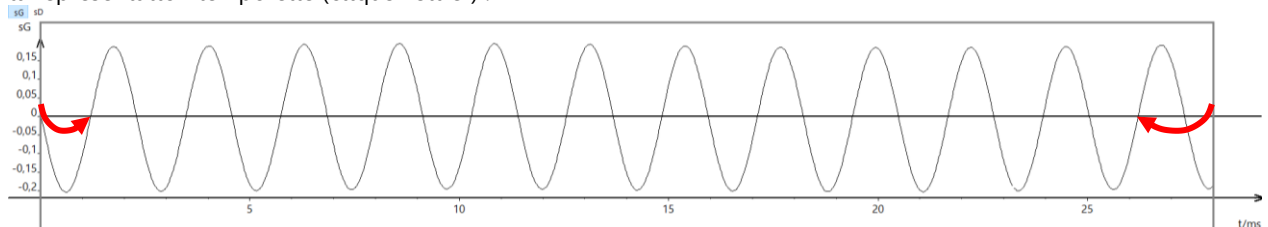
 **Fourier** permet d'accéder au menu de l'analyse spectrale.


 **Temps** permet de faire apparaître la représentation temporelle au-dessus du spectre.


 **Limite**  **Période** permet d'avoir un spectre moins parasité ( **Limite**  **Tout** pour annuler).


OU

Sélectionner un nombre entier (assez grand) de périodes en déplaçant les bornes situées à gauche et à droite de la représentation temporelle (cliquer-étirer) :



 **Loupe** permet de faire un zoom sur une partie du spectre (cliquer et étirer le rectangle de sélection).

 **Auto** permet d'annuler tous les zooms.

 **Curseur** permet d'accéder au réticule afin d'obtenir les coordonnées de tout point du spectre.

Analyse de sons

Liste du matériel

Au bureau :

- 2 GBF avec 1 adaptateur BNC chacun
- 4 longs câbles de connexions électriques (2 noirs et 2 rouges)
- 2 haut-parleurs identiques avec fiche banane 4 mm (ou avec pinces crocodile)
- 2 sonomètres
- diapason avec son marteau et sa caisse de résonance

Pour chaque poste : (9 postes)

- ordinateur avec Regressi et [logiciel d'émulation de calculatrice NumWorks](#)
- fichiers son [enregistrement1](#), [enregistrement2](#), [enregistrement3](#) et [enregistrement4](#) - je m'en charge
- notice simplifiée de Regressi (version traitement d'un son) - je m'en charge (inclus dans l'énoncé)