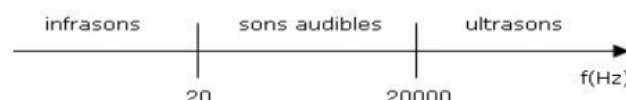


- **But du TP** : Utiliser un logiciel permettant de visualiser le spectre d'un son afin de distinguer son pur et son composé.

## I. Un diapason dans la voix ?

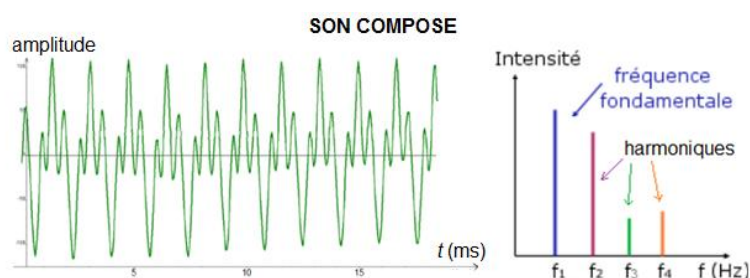
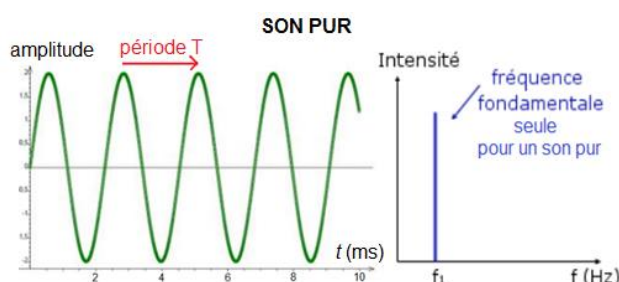
### Document 1 : L'analyse d'un son

- Un son est une onde mécanique périodique qui se propage dans les milieux matériels. Il est caractérisé par une fréquence fondamentale  $f_1$  (en Hz) et un niveau sonore  $L$  (en décibel noté dB). Le son est audible pour l'homme si la fréquence  $f_1$  est comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz.
- Le mathématicien Joseph Fourier (1768 - 1830) a montré qu'un signal périodique de fréquence  $f_1$  peut être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux appelés harmoniques dont la fréquence est un multiple de la fréquence fondamentale :  $f_n = n \times f_1$  où  $n$  est un entier positif non nul.
- L'ensemble de ses fréquences constitue le spectre d'un son dont l'analyse spectrale est obtenue par un logiciel (*Audacity, Regressi...*) après un enregistrement préalable du son.



### Document 2 : Son pur et son composé

- Un son pur est un son dont le signal est sinusoïdal. Son spectre en fréquence ne présente qu'un seul pic, celui du fondamental.
- Cependant, la plupart des sons, tels que ceux produits par les instruments de musique, sont bien périodiques mais pas sinusoïdaux. Il s'agit de sons composés : Leur spectre en fréquence présente plusieurs pics (le fondamental et les harmoniques).



### Document 3 : Timbre d'un son et gamme tempérée

- Le timbre d'un son correspond à la « couleur » propre de ce son. C'est lui qui nous permet, physiologiquement, de distinguer deux instruments jouant la même note. L'analyse spectrale (présence d'harmoniques d'amplitude variée) dépend aussi de l'attaque du son.
- La gamme tempérée (ou de Bach) divise chaque octave en 12 intervalles chromatiques (ou notes). Le tableau ci-dessous indique la valeur de la fréquence de chaque note jouée pour plusieurs octaves.

		Octave							
Intervalles chromatiques		-1	0	1	2	3	4	5	6
	Do	16,35	32,7	65,4	130,8	262	523	1 047	2 093
	Do#	17,3	34,6	69,3	138,6	277	554	1 109	2 217
	Ré	18,35	36,7	73,4	146,8	294	587	1 175	2 349
	Ré# / Mi <sub>B</sub>	19,45	38,9	77,8	155,6	311	622	1 245	2 489
	Mi	20,6	41,2	82,4	164,8	330	659	1 319	2 637
	Fa	21,8	43,7	87,3	174,6	349	698	1 397	2 794
	Fa#	23,1	46,2	92,5	185	370	740	1 480	2 960
	Sol	24,5	49	98	196,0	392	784	1 568	3 136
	Sol# / La <sub>B</sub>	26	51,9	103,8	207,7	415	831	1 661	3 322
	La	27,5	55	110,0	220	440	880	1 760	3 520
	La# / Si <sub>B</sub>	29,1	58,3	116,5	233	466	932	1 865	3 729
	Si	30,9	61,7	123,5	247	494	988	1 976	3 951

### Protocole expérimental (Réaliser)

- Ouvrir le logiciel *Regressi*, puis enregistrer le son émis par le diapason (pas plus d'une seconde) : *Fichier / Nouveau / Son*.
- Sélectionner une zone du signal sinusoïdal (zoomer pour voir une sinusoïde) et faire *Traiter* (sans enregistrer le fichier) puis valider.
- Cliquer sur l'icône *Fourier* pour obtenir son spectre en fréquences.

### Exploitation (Analyser)

- 1) S'agit-il d'un son pur ou d'un son composé ? Justifier de deux façons.
- 2) Déterminer la hauteur du son émis par le diapason et en déduire la note jouée.
- 3) Expliquer la différence avec la valeur indiquée sur le diapason.

### Problème (Raisonnement-Réaliser-Valider)

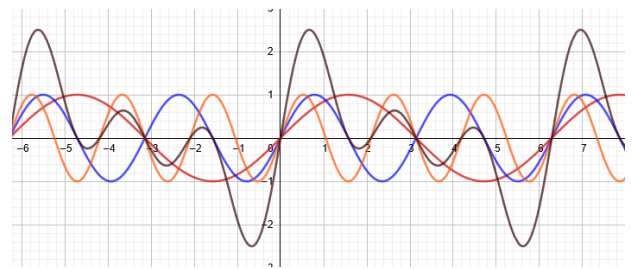
- 4) Le son de votre voix est-il pur ? Chantez-vous juste ? Justifier quantitativement.

## II. Les harmoniques d'une note

- **Problématique** : Comment modéliser le son émis par une guitare ?

### Document 4 : Simulation de signaux périodiques

- Ouvrir le logiciel *Geogebra* (présent sur l'ordinateur ou en ligne) ;
- Cliquer sur « *Saisie...* » en haut à gauche et entrer la fonction  $f(x) = \sin(x)$  ;
- Entrer les fonctions  $g(x) = \sin(2x)$  et  $h(x) = \sin(3x)$  ;
- Enfin, entrer la fonction  $f(x) + g(x) + h(x)$ .



- **Remarque** : On peut faire varier l'amplitude du signal par un coefficient multiplicateur et changer leur couleur dans « propriétés ».

### Protocole expérimental (Réaliser)

- Analyser le son émis par la corde d'une guitare (le fichier son est présent dans votre classe).
- Réaliser le protocole du **doc.4** et faire varier l'amplitude pour obtenir la fonction suivante :  $f(x) + \frac{3}{2}g(x) - 2h(x)$ .

### Exploitation (Analyser-Valider)

- 1) Vérifier que le son joué par la guitare est composé et en déduire la note jouée.
- 2) Quelle serait la fréquence de la même note à l'octave supérieure ? Calculer le rapport des deux fréquences.
- 3) Mesurer la période et calculer la fréquence de chaque signal créé sur *Geogebra*. Comment nomme-t-on ces signaux ?
- 4) Comment est modifié le signal lorsque l'amplitude varie ?
- 5) Elaborer un protocole pour modéliser le signal émis par la guitare à partir de *Geogebra*.

👏 **Faire vérifier le protocole par le professeur, puis le mettre en œuvre.** 👏

- 6) Rédiger, en quelques lignes, une synthèse définissant ce qui différencie un son d'un autre.