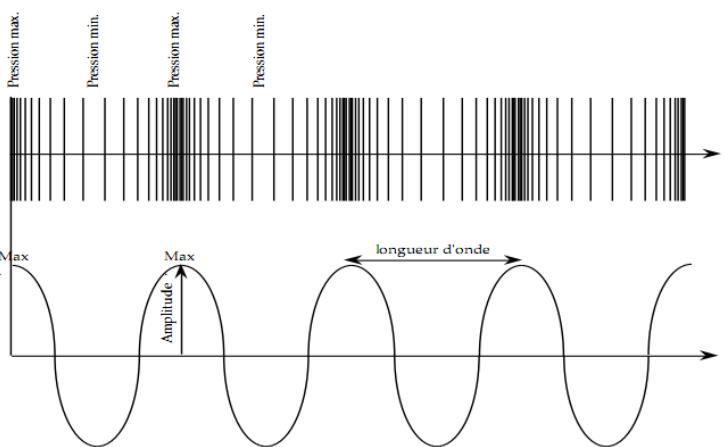


**1- Document 1 le son**

Notre oreille transmet au cerveau un signal que nous interprétons comme étant un son lorsque le tympan est atteint par une variation alternative très rapide de la pression de l'air. Cette alternance de pression, de quelques dizaines à plusieurs milliers de fois par seconde, correspond à ce qu'on appelle une vibration. Le son résulte donc de la mise en vibration de l'air par un émetteur. Les émetteurs sont nombreux. Ils sont les causes de tous les bruits. La vibration de l'air est une onde de compression. Cette onde transmet le son dans l'air à la vitesse d'environ 330 mètres par seconde<sup>1</sup>. On peut se faire une idée du mécanisme d'une onde de compression à l'aide d'un long ressort à boudin : en donnant à l'une de ses extrémités une impulsion parallèle à son allongement, on peut voir une zone de compression des spires se déplacer le long du ressort.



Représentation schématique d'une onde de compression

**HAUTEUR d'un son**

La hauteur d'un son dépend de sa fréquence. La hauteur du son est déterminée par sa fréquence (ou le nombre de vibrations par seconde, si on préfère). Les sons aigus sont caractérisés par des fréquences élevées correspondant à de courtes longueurs d'onde. Les sons graves sont caractérisés par des fréquences basses et de grandes longueurs d'onde. L'oreille est un récepteur extrêmement sensible qui détecte les sons dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz (son grave) et 18000 Hz (son aigu).

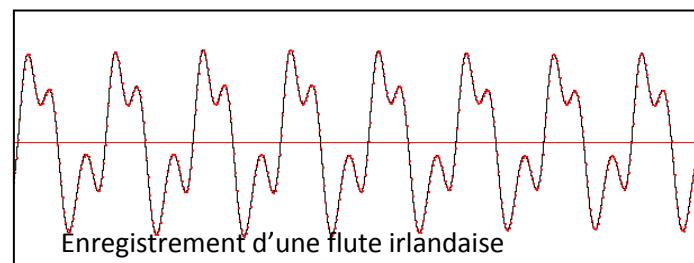
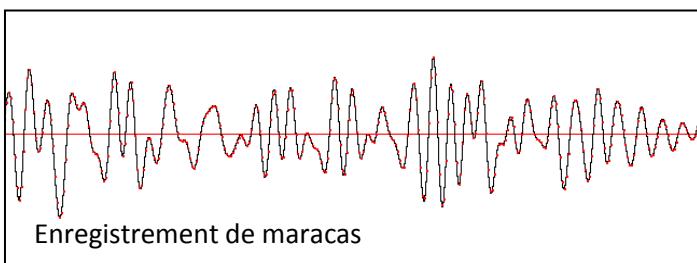
Fréquence et longueur d'onde de quelques notes		
	fréquence	longueur d'onde
la la plus grave du piano	27.5	12,36 m
la du diapason	440	0,773 m
la la plus aigu du piano	3520	0,0939 m

**intensité d'un son**

L'intensité du son dépend de l'amplitude de l'onde. Dans l'exemple des vaguelettes sur un étang, l'amplitude est la hauteur de la vaguelette au-dessus du plan de l'eau. On comprend intuitivement qu'une vague énorme véhicule une plus forte énergie qu'une vaguelette.

**Timbre d'un son**

Le timbre d'un instrument dépend du mélange des harmoniques c'est ce qui nous permet d'apprécier la différence entre une flûte, un hautbois ou une clarinette, est dû aux proportions des différents harmoniques qui accompagnent le son fondamental. Ainsi, à la fréquence fondamentale qui détermine la hauteur du son s'ajoute donc un savant dosage d'harmoniques qui détermine le timbre de l'instrument.

**Document2 : bruit et son musical**

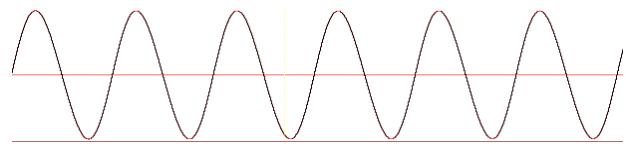
Le bruit est un mélange de fréquences extrêmement complexe dans lequel aucune fréquence fondamentale identifiable ne domine vraiment les autres. C'est le cas de la plupart des instruments de percussion à l'opposé des instruments à corde ou à vent.

### Document 3 : Les fréquences des notes de musique

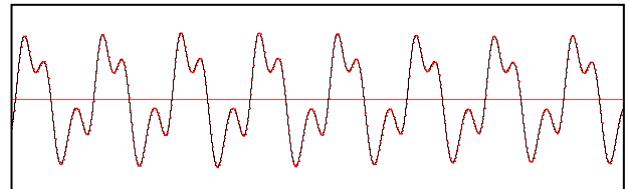
Fréquences des hauteurs								
Note\octave	0	1	2	3	4	5	6	7
Do	32,70Hz	65,41Hz	130,81Hz	261,63Hz	523,25Hz	1046,50Hz	2093,00Hz	4186,01Hz
Dō	34,65Hz	69,30Hz	138,59Hz	277,18Hz	554,37Hz	1108,73Hz	2217,46Hz	4434,92Hz
Ré	36,71Hz	73,42Hz	146,83Hz	293,66Hz	587,33Hz	1174,66Hz	2349,32Hz	4698,64Hz
Ré♯	38,89Hz	77,78Hz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

### Document 4 : son simple, son complexe

Un son qui par analyse spectrale ne présente qu'un seul harmonique : le fondamental, est un **son simple**. Il est donc parfaitement sinusoïdal



Pour un **son complexe**, la courbe représentative d'une fonction périodique peut être considérée comme la somme de courbes sinusoïdales élémentaires convenablement choisies. La fréquence de chacune d'elle dite harmonique est alors un multiple entier de la fréquence fondamentale, la même que celle du son décomposé.



### EXPERIENCE

- A l'aide du logiciel Synchronie, d'une interface d'acquisition et d'un micro à électret, réaliser l'acquisition de 3 instruments : un **diapason**, une **flute** et un **didgeridoo**
- Mesurer la période puis calculer la fréquence du son enregistré.
- Réaliser la décomposition en série de Fourier des sons pour obtenir les harmoniques. Lister les harmoniques (fréquences et amplitude)
- Imprimer l'enregistrement et les harmoniques.

### QUESTIONS

- Sur les mesures
  - Parmi les 3, lequel est un son simple (ou presque).
  - D'après le doc 4, la première harmonique a-t-elle la même fréquence que la fréquence du son. Vérifier pour chaque enregistrement. Quelle relation peut-on trouver entre la fréquence des harmoniques autres que le fondamental et le fondamental.
  - Associer une note de musique à chacun des trois instruments.
- Autres questions
  - Le son est-il une onde longitudinale ou transversale ? Qu'est-ce qui se propage ?
  - Qu'est-ce qui différencie un bruit d'un son musical ?
  - Définir le timbre d'un instrument.
  - Deux instruments différents jouent exactement la même note. Peuvent-ils avoir les mêmes fréquences pour leurs harmoniques ? En déduire ce qui peut définir le timbre avec un peu plus de précision.

### AIDE SYNCHRONIE

**Outil RETICULE (mesures de période)**

Clic gauche sur un point de mesure. Puis clic droit/origine relative. Observer la fenêtre jaune en bas **T=0 Y=0** : L'origine du temps T=0 et des tensions Y=0 se trouvent maintenant en ce point.

**Analyse de Fourier**

Choisir le signal à analyser : EA0 ; puis Sélection/choisir : délimiter alors une période du signal puis 'valider' . Ensuite : 'calculer'