

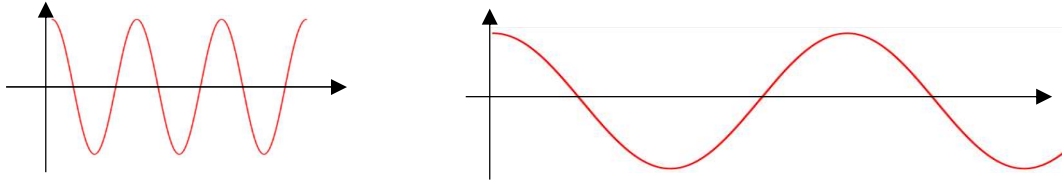
BILAN ET EXERCICES SUR LES SONS PURS ET SONS COMPLEXES.

Résumé des notions découvertes en TP :

- **Un son pur** est associé à une représentation graphique périodique sinusoïdale. C'est le son d'un diapason ou d'une tonalité de téléphone.

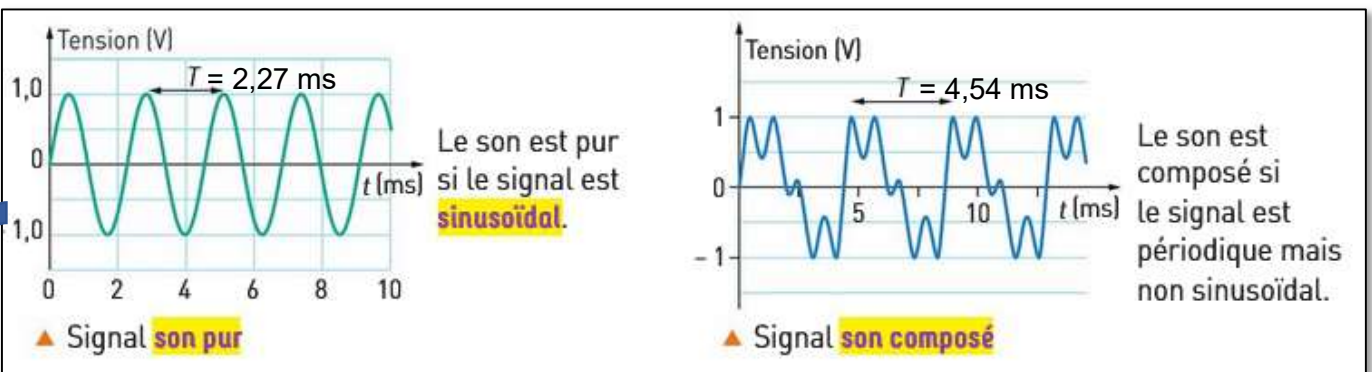
Une sinusoïde est une fonction mathématique dont la représentation graphique est la suivante :

Exemples de graphes d'une sinusoïde ($f(x) = \sin x$) avec des échelles différentes :



- **Un son complexe ou son composé** est associé à une représentation graphique périodique dont le motif n'est pas une sinusoïde. Les sons des instruments de musique ou la voix sont des sons complexes.

SIGNAL
DU SON



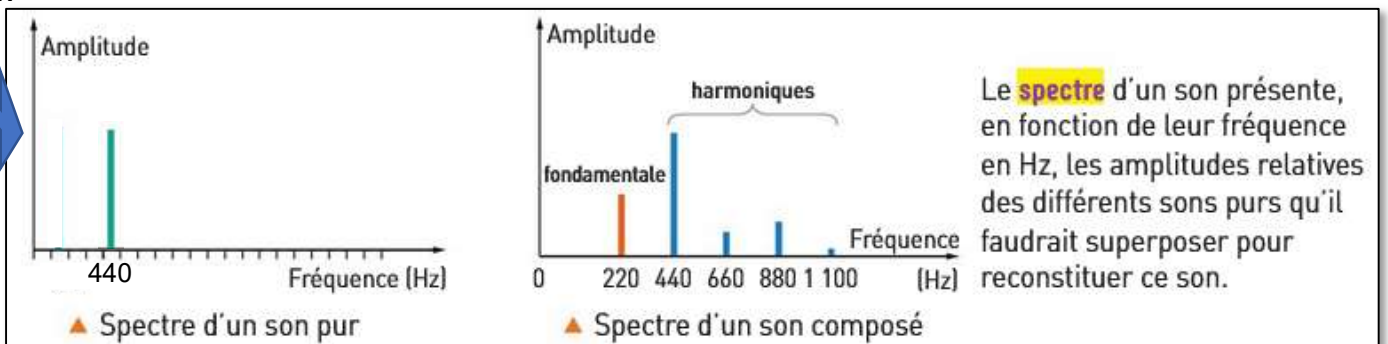
- **Transformée de Fourier et spectre du son**

Pour différencier un son pur ou un son complexe, on peut utiliser le spectre du son, appelé aussi la transformée de Fourier. C'est un graphe plaçant l'intensité (ou amplitude) du son en ordonnée et la fréquence en abscisses

Le spectre est formé par un ou plusieurs pics placés à des fréquences différentes.

- **Un son pur**, sinusoïdal n'a qu'un pic sur son spectre. Il n'y a qu'une seule onde sinusoïdale qui se propage. La fréquence de ce pic est égale à celle du son.
- **Un son complexe** a un spectre formé par plusieurs pics de fréquences multiples. Lors de l'émission de ce son, c'est comme si plusieurs sons purs, plusieurs sons sinusoïdaux, étaient émis en même temps et se superposent. Le mélange de ces différents sons sinusoïdaux crée une complexité sonore, une harmonie.

SPECTRE
DU SON



La fréquence du son est appelée fréquence fondamentale notée f_0 , c'est le premier pic du spectre. Les fréquences des autres ondes sinusoïdales présentes dans le son sont appelées les harmoniques du son notées f_1, f_2 etc....

Leurs valeurs sont des multiples de la fréquence fondamentale. Chaque harmonique a une présence plus ou moins importante dans le son complexe qui est retranscrite dans le spectre par l'intensité du pic.

EXERCICES D'APPLICATION (A REDIGER SUR UNE FEUILLE D'EXERCICE SEPARÉE)

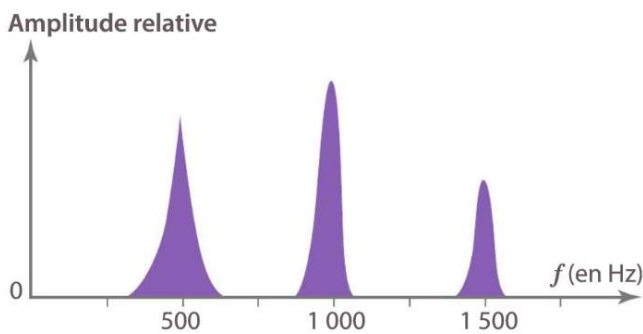
Exercice 1 :

Indiquer si les affirmations ci-dessous sont vraies ou fausses

- a. Le signal associé à un son pur est périodique.
- b. Le signal associé à un son composé est sinusoïdal.
- c. Le spectre d'un son permet de déterminer la valeur de sa fréquence fondamentale et de ses harmoniques éventuels.
- d. Le spectre d'un son pur ne présente qu'un seul pic.
- e. Sur le spectre d'un son composé, on observe plusieurs pics.
- f. La fréquence fondamentale est la plus basse valeur lue sur le spectre d'un son.
- g. Les fréquences des harmoniques d'un son composé sont des multiples de la fréquence fondamentale.

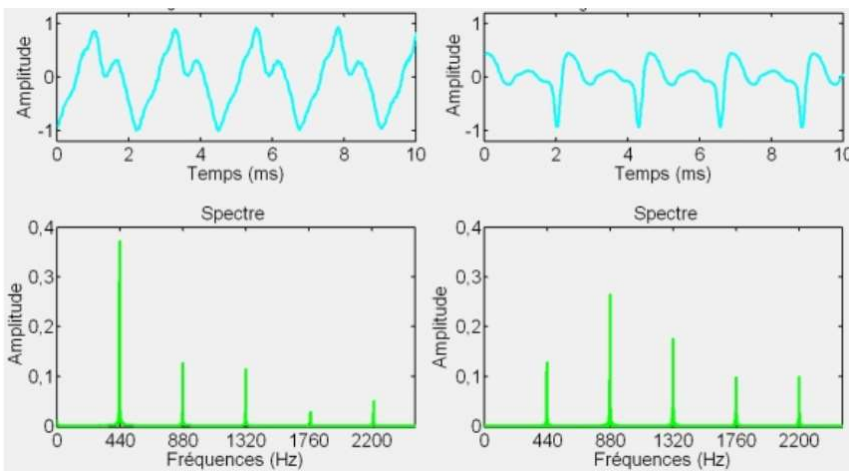
Exercice 3 :

1. Expliquer pourquoi le spectre ci-dessous correspond à un son composé.
2. Déterminer la valeur de la fréquence fondamentale et de celles des harmoniques.



Exercice 5 :

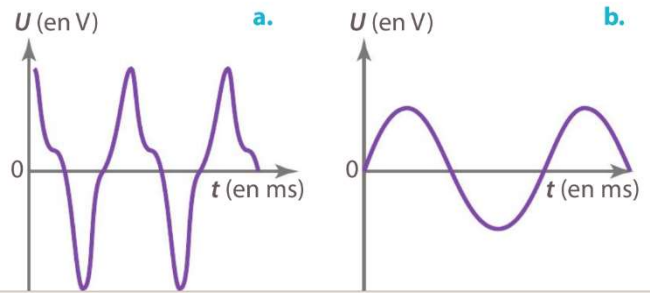
On donne ci-dessous l'enregistrement de 2 sons musicaux ainsi que leur spectre de Fourier associé.



1. Montrer que les 2 sons correspondent à la même note jouée :
 - a) en vous servant des signaux temporels
 - b) en vous servant des spectres de Fourier.
2. Les sons enregistrés peuvent-ils provenir d'un diapason ? Justifier.
3. Le spectre en fréquence a été tronqué ; quelle fréquence aurait-eu le pic correspondant à l'harmonique 5 ?

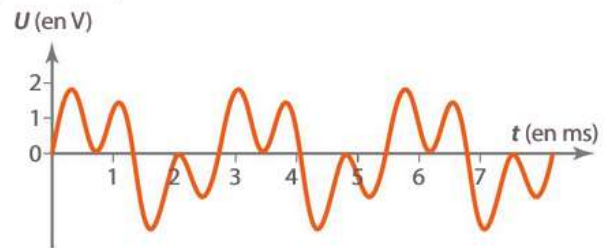
Exercice 2 :

► Associer les signaux (a) et (b) ci-dessous à un son pur ou à un son composé.

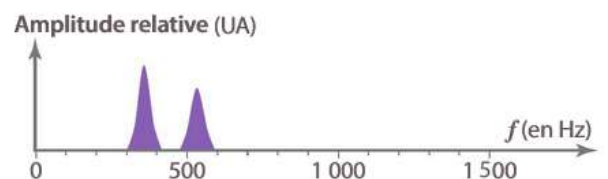
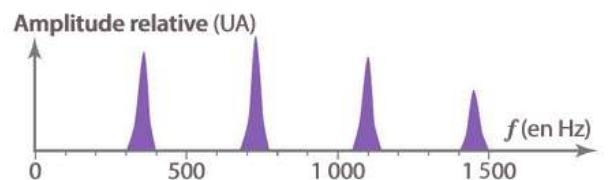
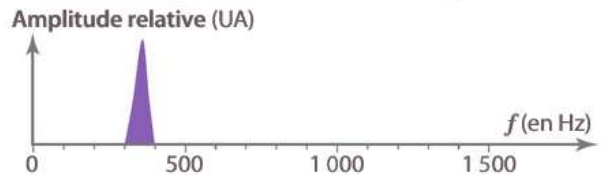


Exercice 4 :

Le son émis par un instrument a été enregistré avec un logiciel d'acquisition.

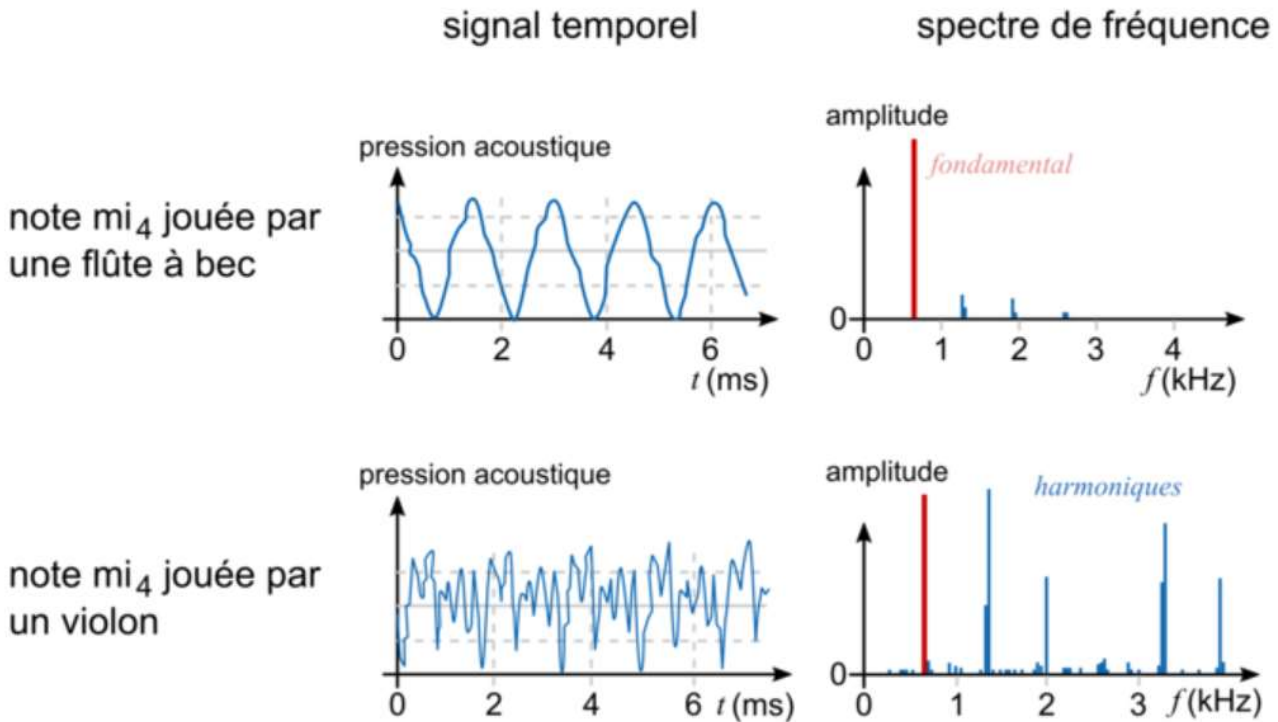


► Parmi les spectres ci-dessous, retrouver celui qui correspond au son enregistré. Justifier votre réponse.



Exercice 6 :

On donne les enregistrements et transformées de Fourier de deux notes identiques jouées avec des instruments différents.



1. Calculer approximativement la fréquence du mi₄ à l'aide des signaux temporels.
2. Ce résultat est-il cohérent avec le spectre de chaque son ? Expliquer.
3. Ce résultat est-il cohérent avec le tableau ci-dessous ? Justifier.

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#	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

4. Calculer la fréquence précise du dernier pic représenté dans le spectre de Fourier du son joué par le violon.
5. Le fait d'avoir un spectre de Fourier plus riche pour le son émis par le violon était-il prévisible au vu de son signal temporel ?