

Le son est transporté par le vent

[http://tpe.over-blog.org/pages/II\\_Le\\_son-894233.html](http://tpe.over-blog.org/pages/II_Le_son-894233.html)

## II- Le son

### Ce qu'est un son?

Pour qu'il y ait du son, trois éléments sont nécessaires : une source produisant une vibration mécanique (ex : des enceintes), un milieu porteur transmettant cette vibration (ex : l'air), des oreilles qui reçoivent cette vibration.

Il se définit principalement selon deux paramètres : la fréquence (ou la hauteur) du son, et le volume sonore.

La fréquence ou la hauteur : La fréquence est le nombre de vibrations reçues par le tympan en une seconde. Elle se mesure en Hertz (Hz). A cette notion physique correspond la notion de "hauteur" du son. Plus un son est haut (ou aigu), plus sa fréquence est élevée.

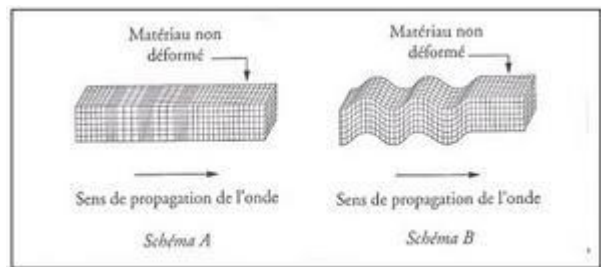
### Les ondes ont-elles différentes formes ?

Les oscillations du son sont plus ou moins régulières et peuvent être représentées de plusieurs façons. Prenons comme exemple une simple onde sinusoïdale : Horizontalement, on représente l'écoulement du temps et verticalement ce qu'on appelle l'amplitude. Cette amplitude représente la variation de la pression acoustique (celle de l'air et celle sur notre tympan) ou aussi la distance du avant-arrière de la membrane du haut-parleur, qui pousse l'air lorsque la membrane se déplace vers l'avant et l'aspire lorsqu'elle se déplace vers l'arrière.

La période représente la durée qui sépare deux instants de pression maximale. S'agissant d'une durée, elle est exprimée en secondes. On exprime plus souvent cette oscillation par le nombre de périodes qui apparaissent pendant une seconde, c'est la fréquence, exprimée en Hertz (fréquence = une période).

Pour une note de "La" au milieu d'un clavier de piano, cette fréquence est de 440 Hz, à savoir que l'oscillation se répète 440 fois chaque seconde. Donc, plus la fréquence est basse, plus le son est grave, et inversement, plus le son est aigu et plus la fréquence est haute.

### Deux types d'ondes :



Le schéma A représente le premier type d'ondes :

C'est une onde dite longitudinale car l'onde est animée d'un mouvement de translation rectiligne. En d'autres termes, lorsque le phénomène physique s'effectue dans la même direction que la propagation de l'onde. Elle est aussi appelée onde de compression en raison de sa dilatation, et de sa compression lors de son trajet dans le milieu (c'est le même système que les ondes P lors des séismes vus en Svt). Les ondes acoustiques, un système de ressort sont des bons exemples.

Le schéma B représente quand à lui le deuxième type d'ondes :

C'est une onde dite transversale. Ce terme est employé lorsque le phénomène physique se fait perpendiculaire à la direction de propagation, comme les ondes électromagnétiques dans le vide, ou les vagues sur l'eau (cela pourrait se comparer aux ondes S vues en Svt sur le chapitre des séismes).

### Comment se propage une onde et quelle est sa vitesse ?

La vitesse de propagation du son (on parle également de la célérité) dépend de la nature, de la température et de la pression du milieu. Comme l'air est proche d'un gaz parfait, la pression a très peu d'influence sur la vitesse du son.

La célérité (= vitesse, promptitude) du son diminue lorsque la densité du gaz augmente (effet d'inertie) et lorsque sa compressibilité (son aptitude à changer de volume sous l'effet de la pression) augmente. Quand il s'agit de l'atmosphère, il convient de connaître en plus la structure thermique de la masse d'air traversée ainsi que la direction du vent car :

- le son se propage moins bien à l'horizontale que sous des angles montants à cause du changement de densité. (Cette propriété est prise en compte dans la conception des théâtres en plein air depuis l'antiquité)

- le son peut être littéralement « porté » par le vent. Par exemple, une personne (1) est postée à 5 km d'une voie ferrée, alors qu'une autre (2) est postée à la même distance de celle-ci, mais du côté opposé de la voie ferrée à (1). Le vent souffle de (2) vers (1). Lorsqu'un train passe, (1) à

entendu le train car le son à été « porté » par le vent, alors que (2) ne l'as pas entendu du fait que le son se propageait dans sa direction contrairement au sens du vent.

Le milieu de propagation peut être un liquide, un solide ou un gaz. Dans des milieux différents, la vitesse de propagation est différente :

- **Dans l'air** : **La vitesse de propagation du son dans l'air sec à une température de 0°C est de 331.6 m/s ; le vitesse du son augmente lorsque la température augmente (à 20°C, la vitesse du son est de 334 m/s). La variation de pression dans un milieu de densité constante, ne fait pas varier la vitesse de propagation. Mais par contre, la vitesse est dépendante de la densité du gaz traversé ; si les molécules du gaz sont très lourdes, elles auront du mal à se déplacer, le son se déplacera donc beaucoup moins vite.**

- Dans un solide : La vitesse de propagation du son dans de l'acier est de 5000 m/s, dans du cuivre 3353 m/s à la température ordinaire. Cette vitesse décroît lorsque la température augmente, car l'élasticité du milieu augmente, devient plus "mou" et donc, freine la propagation des ondes sonores.

- Dans un liquide : Dans l'eau, la vitesse du son est égale à 1525 m/s à la température ordinaire et elle augmente lorsque la température augmente.

- Dans l'espace (vide, néan...) : Le son ne se propage pas dans le vide, car il n'y a pas de matière pour supporter les ondes produites (isolation phonique), le son se propageant grâce aux déplacements des molécules d'air.

La vitesse du son peut aussi varier en fonction de la température, de l'air :

A -10°C > 325.4 m/s

A -5°C > 328.5 m/s

A 0°C > 331.5 m/s

A 5°C > 334.5 m/s

A 10°C > 337.5 m/s

A 15°C > 340.5 m/s

A 20°C > 343.4 m/s

A 25°C > 346.3 m/s

A 30°C > 349.2 m/s

### Les bruits et leurs aspects

**Les bruits peuvent être classés selon leur aspect : c'est à dire, leur répartition statistique, leur forme oscillatoire** ou le son qui leur correspond :

- le bruit blanc, composition de toute les fréquences.
- le bruit sur une fréquence, ou bruit flicker, ou encore, bruit rose.
- le bruit en crénaux

**Les bruits peuvent être classés suivant leur origine physique :**

- le bruit thermique, lié aux événements de diffusion thermique
- le bruit grenaille, lié au déplacement des porteurs dans un champ électrique
- le bruit d'avalanche, causé par la générartion en avalanches de porteurs
- le bruit quantique, qui désigne généralement le bruit lié à l'arrivée des photons dans un détecteur (CCD, détecteur infrarouge, détecteur X), en opposition au bruit électronique, causé par les électrons et trous.
- le bruit de quantification (causé par la numérisation du signal)
- le bruit fantôme est un bruit qui n'est pas dû au milieu extérieur. Il s'agit en général d'un défaut du capteur ou dans l'électronique qui traite le signal.

### Son ou bruit ?

Tout ce qui vibre émet un son. Un corps vibrant communique sa vibration, dans le milieu récepteur (air, liquide, solide) sous la forme d'ondes de pression et de dépression de proche en proche de la source à l'organe de réception qui peut être, par exemple, l'oreille d'une personne.

-On vu que la vitesse de propagation du son dépend du milieu dans lequel il est émis.

-Le son est caractérisé par quatre grandeurs : le volume ou l'intensité, la tonalité, le timbre et la durée d'apparition.

Le bruit est un mélange complexe de sons. D'après l'AFNOR (Association Française de Normalisation) :

- le son est "une sensation auditive engendrée par une onde acoustique".
  - le bruit résulte d'un mélange complexe de sons d'intensités et de fréquences différentes.
- Il "correspond à tout phénomène acoustique produisant une sensation généralement considérée comme désagréable ou gênante".
- La nocivité d'un bruit dépend de l'intensité du son et de la durée d'exposition.

### caractéristiques du son

**volume**

**tonalité**

**fréquence**

**durée**

---

### vitesse de propagation du son

**air** **340 m/s**

**eau** **1500 m/s**

**acier** **5000 m/s**

### le son, c'est une...

**émission**    **propagation**    **réception**

### Le mur du son

Le mur du son est un phénomène physique aérodynamique caractérisé par l'atteinte d'une vitesse au moins égale à celle de la vitesse du son, soit 1 224 km/h (dans l'air à 15°C) ou Mach 1, et provoquant une onde de choc sous forme de «bang».

Un McDonnell Douglas F/A-18 de l'U.S. Navy passant le mur du son:



Quand un objet atteint la vitesse du son dans un fluide (milieux matériels parfaitement déformables comme les gaz et les liquides), il se produit un phénomène de concentration de l'onde de surpression qui provoque une onde de choc. Ainsi, quand à proximité, un avion se déplace à une vitesse

supérieure ou égale à celle du son dans l'air, on entend une sorte d'explosion ou bang supersonique, parfois un double bang. Ce phénomène accompagne l'objet tant qu'il dépasse la vitesse du son. C'est pourquoi on peut entendre le bang supersonique pendant tout le temps où l'objet dépasse ou égale la vitesse du son. Il ne s'entend pas que lors du passage du mur du son.

Quand l'atmosphère est très humide, par un phénomène proche de celui qui produit la traînée blanche courante derrière un avion à réaction, le phénomène peut s'accompagner d'une condensation locale qui permet de visualiser l'onde de choc sous la forme d'une sorte de bouclier ou de parabole plus ou moins vaste qui précède légèrement l'avion (l'image ci-dessus le montre très bien !).

On entendait sur les premiers avions supersoniques un double bang, mais souvent très proches et pas toujours faciles à distinguer : le premier correspond à l'onde de choc issue du nez de l'avion et surtout du bord d'attaque des ailes, et le second est formé sur l'empennage (partie de l'avion). Dans les avions modernes, la section de l'avion est ajustée de manière qu'il n'y ait pas de discontinuité de la section globale de l'avion (il est aérodynamique), ce qui se traduit notamment par un pincement du fuselage à la jonction avec les ailes. À cause de cette forme générale, le bang supersonique est à présent unique.

## La musique et le son

### **La musique :**

La musique est l'art de combiner les sons en termes de rythme, de mélodie et/ou d'harmonie.

### **La durée d'un son :**

La durée d'un son est le laps de temps pendant lequel on perçoit ses vibrations (les sons pouvant évidemment durer plus ou moins longtemps).

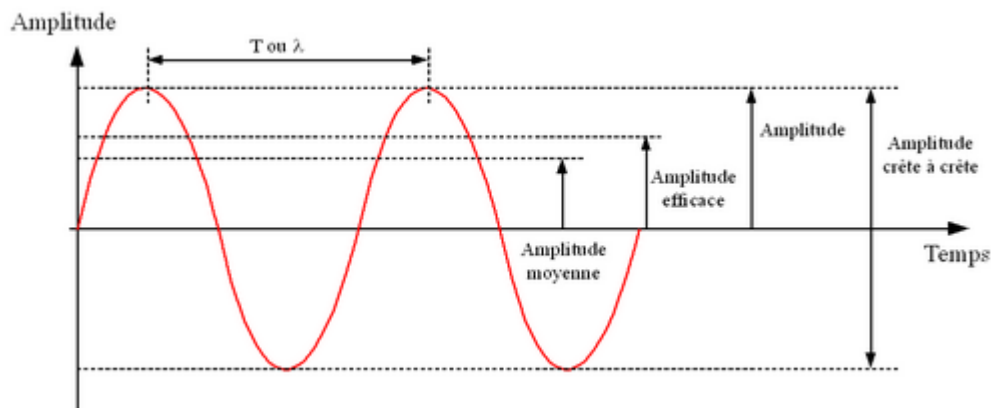
De même que l'on dira que le temps peut nous paraître plus ou moins long, la perception des valeurs de la durée, est en fait assez relative : en général, l'exécution métrique des notes (blanche, noire, notes pointées, ...) ne convient pas à une sensibilité musicale, mais à la sensibilité de l'oreille humaine. La musique occidentale, ou aussi dite musique savante, repose sur cette information écrite, appelée solfège, mais elle n'utilise en fait que d'une information partielle.

### **L'intensité et l'amplitude :**

L'intensité d'un son (on dit aussi la force) est la caractéristique permettant de distinguer un son fort d'un son faible ; les musiciens parlent de nuances pour exprimer la dynamique créée par les différents niveaux d'intensité. Il s'agit de l'amplitude de la vibration, qui se mesure en décibels.

L'intensité perçue dépend (entre autres) de l'amplitude : le son peut être fort ou doux (les musiciens disent «forte» , «mezzo forte» , «mezzo piano» ou «piano»). Dans l'air, l'amplitude correspond aux variations de pression de l'onde.

#### Schéma d'explication d'une amplitude :



Il existe plusieurs façons de mesurer l'amplitude d'un son :

- l'amplitude moyenne (la valeur moyenne arithmétique du signal positif)
- l'amplitude efficace (amplitude continue équivalente en puissance)
- l'amplitude crête (maximale positive)
- l'amplitude crête à crête (l'écart maximal d'amplitude positive et négative)

Dans la pratique, l'amplitude moyenne présente peu d'intérêt et n'est pas utilisée. En revanche, la valeur efficace ou RMS, pour Root Mean Square (valeur quadrilatique moyenne) en anglais, est universellement adoptée pour mesurer la valeur des tensions alternatives, dans le cadre général autant qu'en acoustique. Un amplificateur qui est donné pour 10 watts RMS fera 14 watts en crête et 28 watts en crête à crête (aussi noté cc). Les mesures de puissance crête à crête sont assez souvent appelées «watts musicaux» par les vendeurs de matériel audiovisuel, car les chiffres sont plus flatteurs !

**La hauteur d'un son :**

La hauteur d'un son correspond entre autres à sa vitesse de vibration. Il s'agit de la fréquence sonore (nombre de vibrations périodiques par seconde) que l'on mesure en hertz. Plus la vibration est rapide, plus le son est dit aigu ; au contraire, plus la vibration est lente, plus le son est dit grave. Le seuil de reconnaissance de la hauteur est défini à 1/100° de seconde en moyenne (pour des fréquences de l'ordre de 440 Hz) pour l'homme. Plus bref, le son perçu n'a pas de hauteur définie et est qualifié par les acousticiens de « claquement ».

Pourtant la hauteur ne dépend pas uniquement de la fréquence. La hauteur est aussi dépendante de l'intensité. H. Fletcher a montré expérimentalement qu'un son paraît baisser dès que l'on augmente son volume pour les fréquences inférieures à 2 000 Hz. Pour des fréquences supérieures à 3 000 Hz, une augmentation d'intensité élève la hauteur perçue. Heureusement, ce phénomène ne concerne que les sons purs, et il n'affecte donc pas les instruments de musique.

**Le timbre d'un son :**

Le timbre d'un son est en quelque sorte la couleur de ce son. Il varie en fonction de la source sonore, et ceci, indépendamment des trois premières caractéristiques (la durée, l'intensité et la hauteur). Du point de vue acoustique, le timbre est une notion très complexe !!

**Notes et fréquences :**

Une note de musique est caractérisée entre autres par sa hauteur, et cette hauteur est reliée à la fréquence fondamentale du son qu'elle représente.

Fréquence des notes :

<b>note</b>	<b>fréquence</b>
si# / do	261,6 Hz
do# / réb	277,2 Hz
ré	293,7 Hz
ré# / mi $\flat$	311,1 Hz
mi / fa $\flat$	329,7 Hz
mi# / fa	349,2 Hz
fa# / sol $\flat$	370,0 Hz
sol	392,0 Hz
sol# / la $\flat$	415,3 Hz
la	440 Hz
la# / si $\flat$	466,2 Hz
si / do $\flat$	493,9 Hz