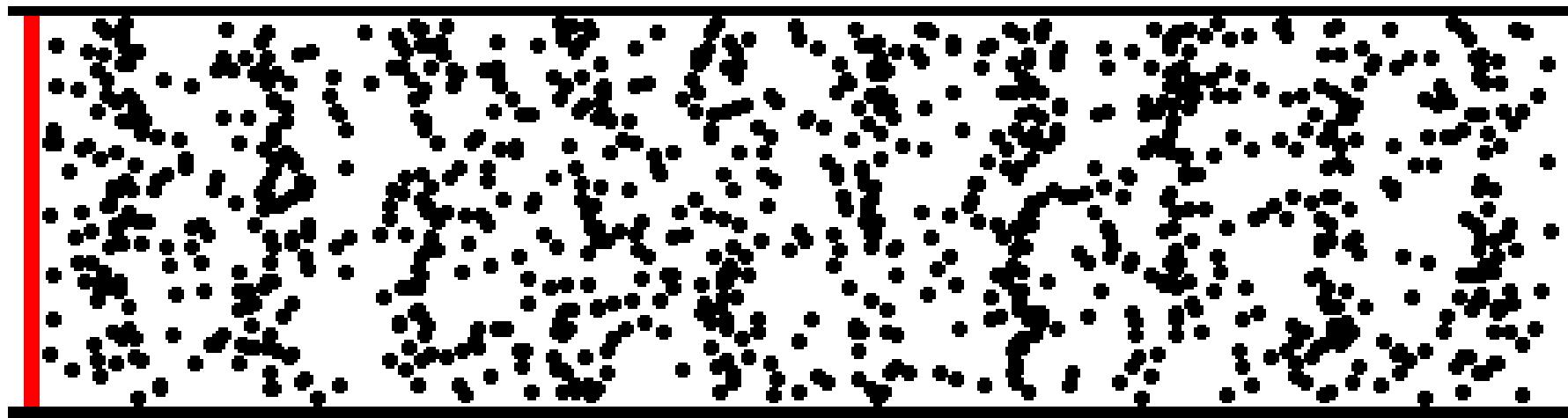


QU'EST-CE QU'UN SON?

D'un point de vue physique, un son est une **énergie** qui se **propage** sous forme de **vibrations** dans un **milieu compressible** (dans l'eau, dans l'air, dans les matériaux solides, mais pas dans le vide!).



Lors de la diffusion d'un son dans un concert, c'est l'air qui permet sa transmission jusque nos oreilles. De même que l'exemple de l'eau illustré ci-dessous, les molécules d'air transmettent l'énergie et sont donc un support pour le son.

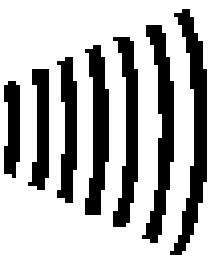


Émission, Propagation, Réception

- Pour qu'un son soit émis, une **énergie** doit avant tout mettre en **mouvement un corps** pour produire une vibration. Ainsi, le muscle du larynx, la chute d'un objet sur le sol, ou la tension électrique dans un haut-parleur, provoqueront l'énergie nécessaire pour produire cette vibration.
- Ensuite, pour que ce son puisse se propager, il faut **un milieu élastique favorable à la transmission** de la vibration. En créant des surpressions ou des dépressions, l'air permet la propagation de l'onde. Les matériaux solides ont aussi cette capacité de transmettre le son. Dans le vide par contre, aucun son ne peut se propager, car il n'y a aucun de support.
- Enfin, pour être perçue, il doit y avoir un **récepteur sensible**. Chez l'homme, l'oreille possède une membrane (le tympan) capable de transmettre les informations de vibration en signaux nerveux jusqu'au cerveau, grâce au nerf auditif. De même, le microphone possède également une membrane permettant de transformer les déplacement de l'air en signaux électriques.



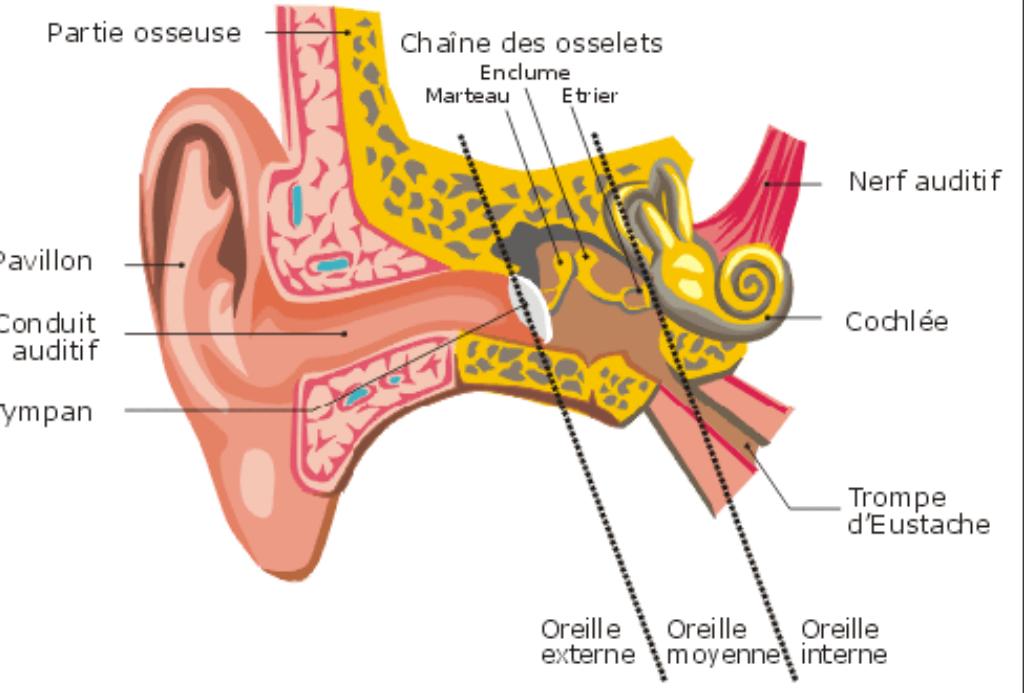
génération
d'un son



propagation du
son dans l'air



réception
du son

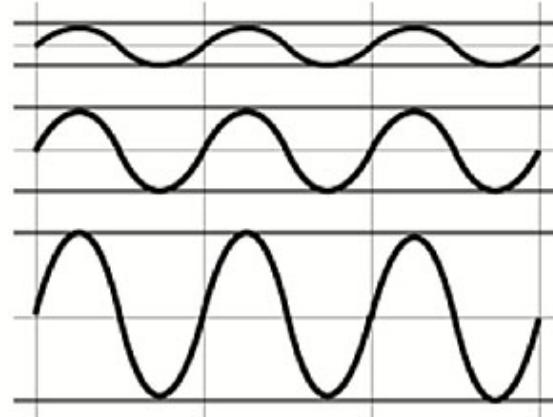


CARACTERISTIQUE DU SON

Comme tout phénomène vibratoire, le son peut être analysé comme un **signal** qui varie dans le temps. Deux caractéristiques essentielles sont **l'amplitude et la fréquence**.

L'amplitude

- La première caractéristique d'un son est son **amplitude**. Appelée aussi intensité ou volume sonore, c'est l'expression de la pression de l'air qui se mesure en décibels (dB). 0 dB correspond au minimum que l'oreille humaine puisse percevoir (seuil d'audibilité).



Faible

Fort

Comme tout phénomène vibratoire, le son peut être analysé comme un **signal** qui varie dans le temps. Deux caractéristiques essentielles sont **l'amplitude et la fréquence**.

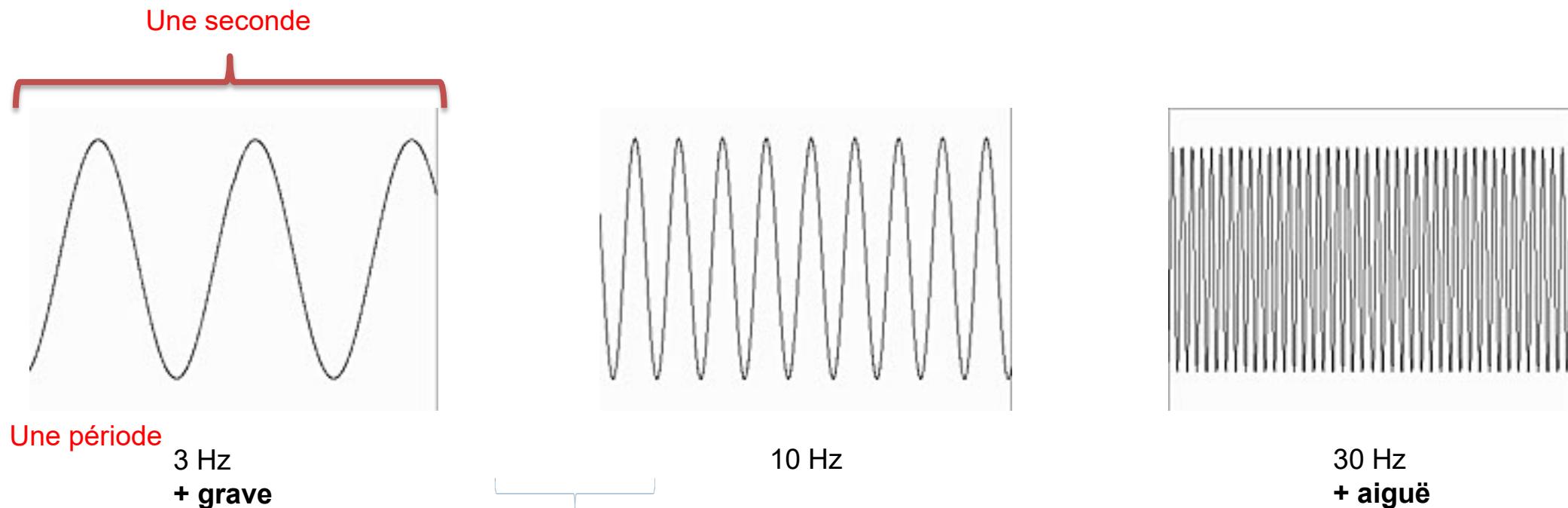
Exemple concret:

- De 0 à 10 dB : Seuil d'audibilité, Désert
- De 30 à 40 dB : forêt
- De 60 à 70 dB : sonnerie de téléphone
- De 80 à 90 dB : tondeuse à gazon, klaxon de voiture
- 120 dB : seuil de la douleur, avion au décollage
- 180 dB : décollage de la fusée Ariane, lancement d'une roquette

- L'évolution de l'amplitude sonore dans le temps s'appelle **l'enveloppe**.

Fréquence

- La **fréquence**, exprimée en **Hertz (Hz)**, est le nombre de répétition d'une **période** par seconde. Plus elle est élevée et plus le son paraîtra « aiguë », à l'inverse, il paraîtra « grave ». En musique, la fréquence définit donc la **hauteur** d'un son, soit, la note. (Ex: la note « LA » correspond à 440Hz, soit 440 vibration en une seconde).



Le spectre de fréquence entendu par l'oreille humaine n'est pas infini, il s'étend environ de 20 Hz à 20 000 Hz (20KHz). En dessous on parle d'**infra-son** et au dessus on parle d'**ultra-son**.

Infra son < 20Hz

Basse 20 - 200Hz

Bas-Médium 200 - 2000Hz

Haut-Médium (ou aigus) 2000 - 12000Hz

aigu (ou sur-aigu) 12000 - 20000Hz

Ultra son >20000Hz

DE L'ANALOGIQUE AU NUMÉRIQUE

Le son analogique : un signal continu

Lorsqu'on capte un son à partir d'un microphone, ce dernier transforme l'énergie mécanique (la pression de l'air exercée sur sa membrane), en une **variation de tension électrique continue**.

Ce signal électrique dit « **analogique** » pourra ensuite être amplifié, et envoyé vers un haut-parleur dont la fonction est inverse: transformer à nouveau le signal électrique en une énergie mécanique (on peut observer le déplacement de la membrane d'un haut parleur en marche).



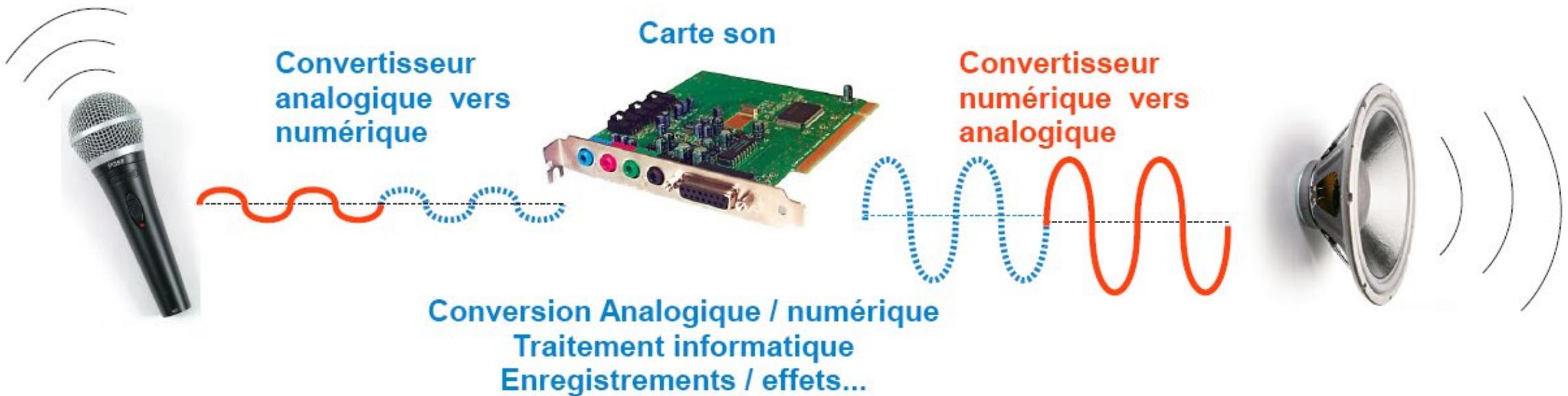
Le son analogique est généralement fixé sur des supports comme les bandes magnétiques, disques vinyles etc. Le problème rencontré par ces supports réside dans l'usure physique des informations au cours de leur utilisation (lecture/écriture). A terme, le signal est affaiblie et peut disparaître



Le son en numérique: un signal discontinu

Avec l'informatique, lorsque ce même signal électrique est capturé à partir du micro, il est converti en une **suite de nombre**, on parle alors de **numérisation du signal**. C'est la **carte son** qui s'en charge, elle contient des **entrées** (convertisseurs analogique vers numérique) et des **sorties** (convertisseurs numérique vers analogique).

La première phase appelée numérisation consiste donc à passer d'un signal **continu** (une variation de tension électrique) en une suite de **valeurs mesurées** à intervalles réguliers, donc **discontinu**.



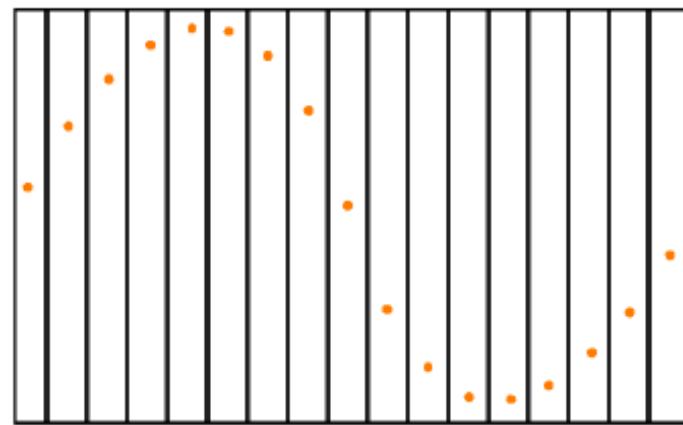
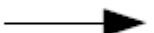
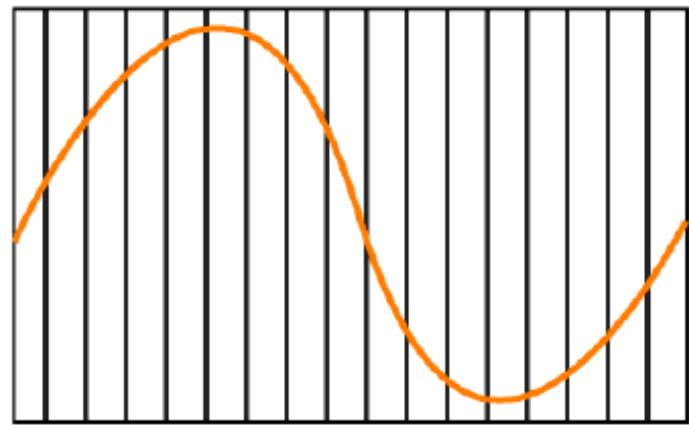
L'avantage du numérique, est la possibilité de lire et de dupliquer autant de fois ce signal sans aucune détérioration, puisqu'il a été réduit en une **suite de nombres** stockée dans un fichier informatique! Cela dit, la compression audio comme le MP3 peut provoquer une perte volontaire du signal afin d'économiser de l'espace de stockage.

PRODUCTION DU SON NUMÉRIQUE

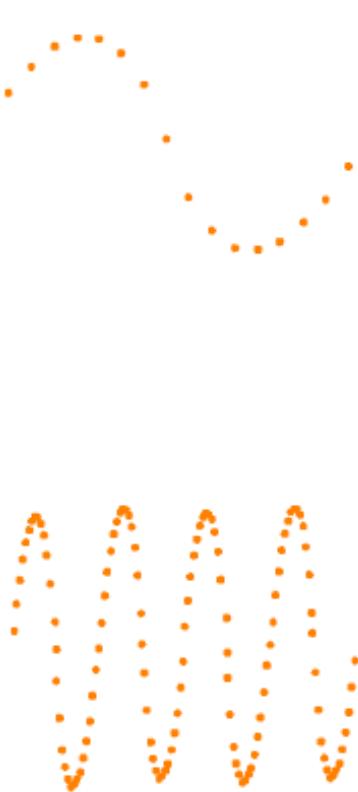
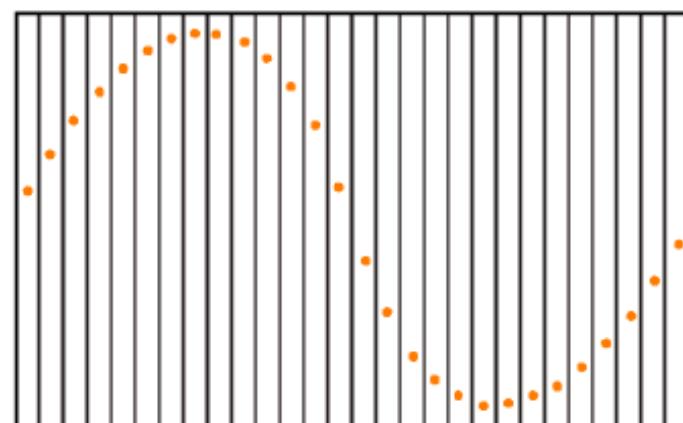
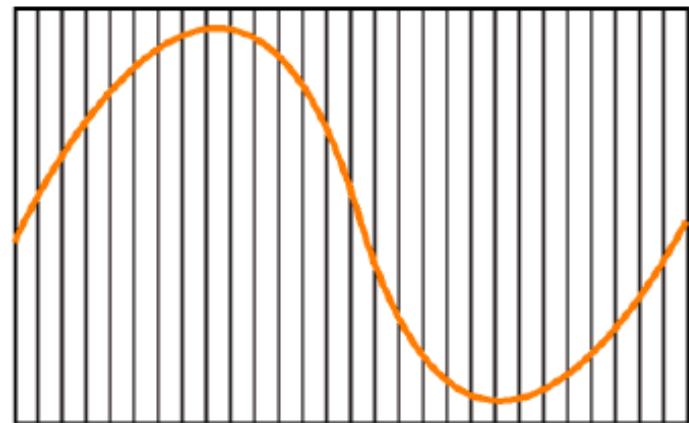
Echantillonnage (Hz):

Lorsqu'un son est numérisé, le signal analogique (continu) qui entre dans l'ordinateur est mesuré, un certain nombre de fois par seconde (d'où la discontinuité). Le son est donc découpé en "tranches", ou échantillons (en anglais « samples »). Le nombre d'échantillons disponibles dans une seconde d'audio s'appelle la **fréquence d'échantillonnage exprimée en hertz**.

Pour traduire le plus fidèlement possible le signal analogique de notre micro, il faudra prendre **le plus grand nombre** de mesures possible par seconde. Autrement dit, plus la **fréquence d'échantillonnage** sera élevée, plus la traduction numérique du signal sera proche de l'original analogique.



Une fréquence d'échantillonnage faible peut convenir pour certains sons graves.

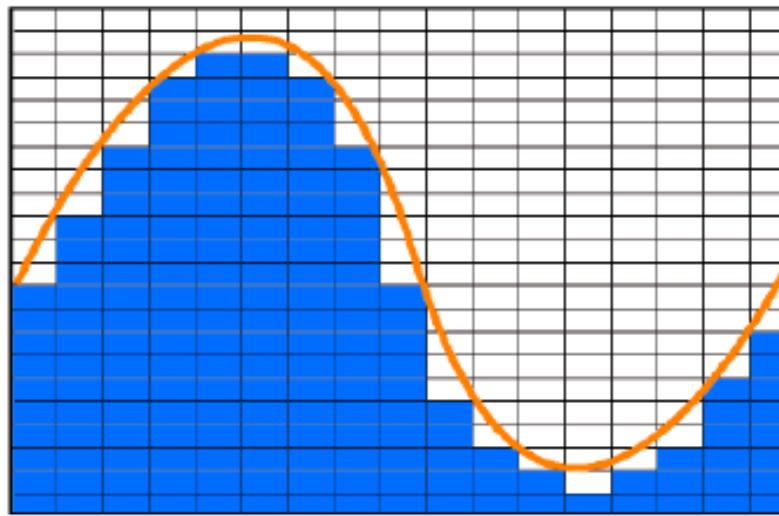
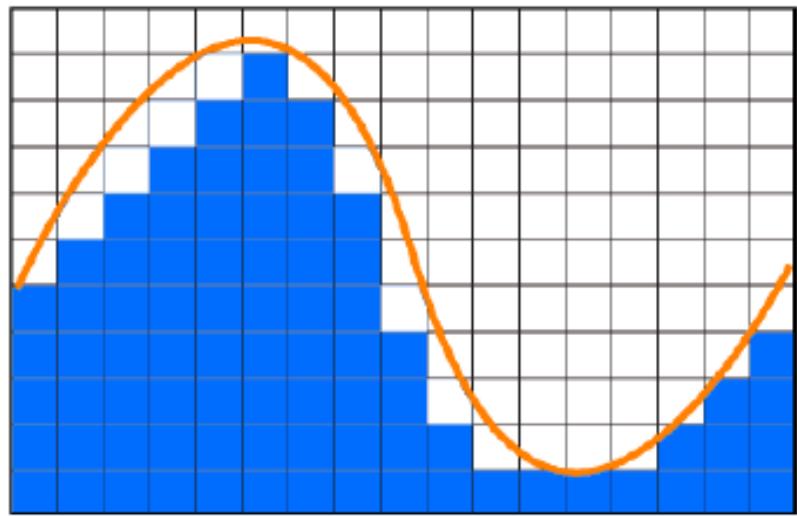


Doubler la fréquence d'échantillonnage améliore la réponse dans les fréquences hautes (les sons aigus).

Résolution et quantification (bit):

Une autre caractéristique importante est la **résolution** numérique du son, soit le nombre de « niveaux » ou de « paliers » qu'il est possible d'enregistrer pour reproduire **l'amplitude** du signal.

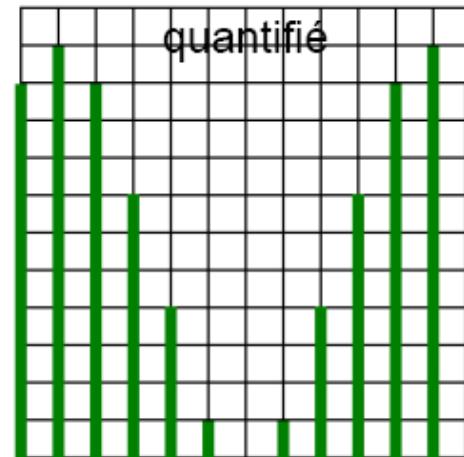
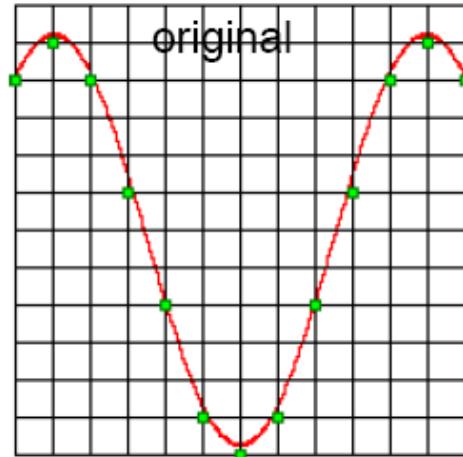
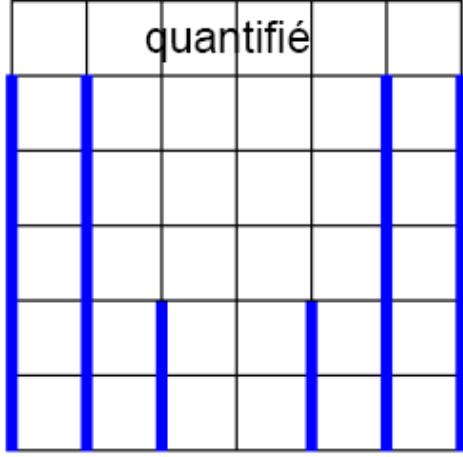
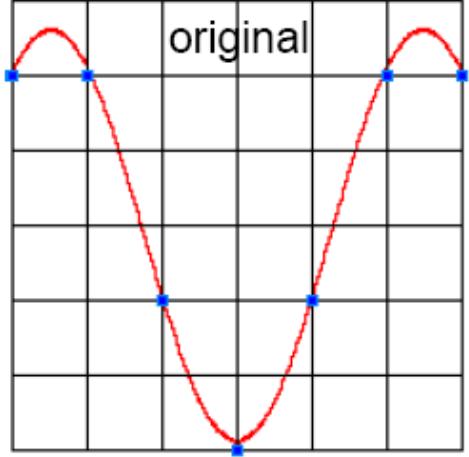
Avec une résolution de **16bit**, on dispose de 2^{16} , soit **65535** valeurs possibles pour traduire l'amplitude du son. Ainsi, plus la résolution est élevée, meilleur sera la **dynamique** (l'écart entre le son le plus faible et le plus fort qu'il est possible de reproduire).



65535
↑
0

16 bit

La zone bleue montre qu'en doublant la résolution, on est plus proche de la courbe « analogique », soit le signal parfait que l'on souhaite reproduire.



La **quantification** consiste en une deuxième phase où le chiffre de l'amplitude prélevé sera arrondi à l'entier le plus proche.

Quelques exemples de résolutions fréquemment utilisées:

- **Son qualité téléphone:** 8000 Hz 8bit
- **Son qualité radio FM:** 22050 Hz 16bit
- **Son qualité CD:** 44100 Hz 16bit
- **Son qualité DVD:** 48000 Hz 24bit
- **Son audio professionnel:** 96000 et 192000 Hz 24 et 32bit

Mémoire requise pour stocker un son:

Il est simple de calculer la taille d'une séquence sonore **non compressée** en connaissant le **nombre d'échantillons par seconde** (fréquence d'échantillonnage), la résolution (**nombre de bits** sur lequel est codé un échantillon) , **le temps** de la séquence (en seconde) et le **nombre de voies utilisées** :

poids (octet) = Fréquence d'échantillonnage (Hz) x Résolution (octet) x Durée (seconde) x Nombre de voies