

Informations & données

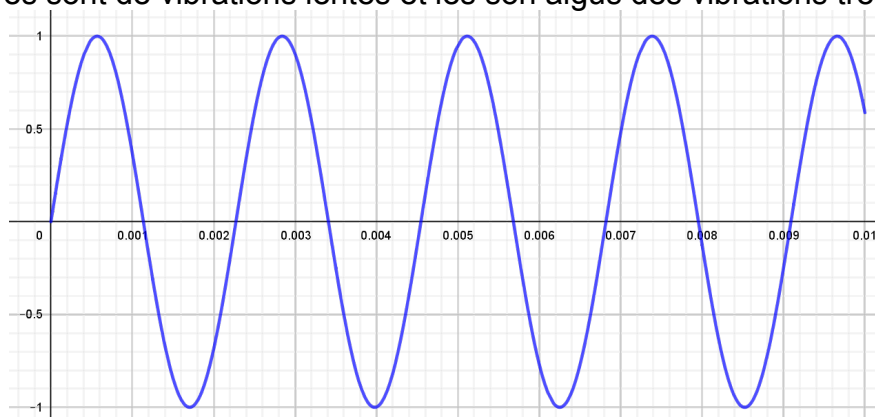
Table des matières

1 Codage du son.....	2
1.1 Compression.....	3
1.2 Exemple.....	3
1.3 Conversion de format.....	5
1.4 Exercices.....	5
2 Codage de la vidéo.....	7
2.1 Compression temporelle et compression spatiale.....	7
2.2 Débit des données.....	7
2.3 Fréquence d'images.....	8
2.4 Format et taille d'image.....	8
2.5 Format des pixels.....	8
2.6 Vidéo entrelacée et non entrelacée.....	9
2.7 Vidéo haute définition.....	9
2.8 Conversion de format et montage vidéo.....	9
2.9 Exercices.....	10

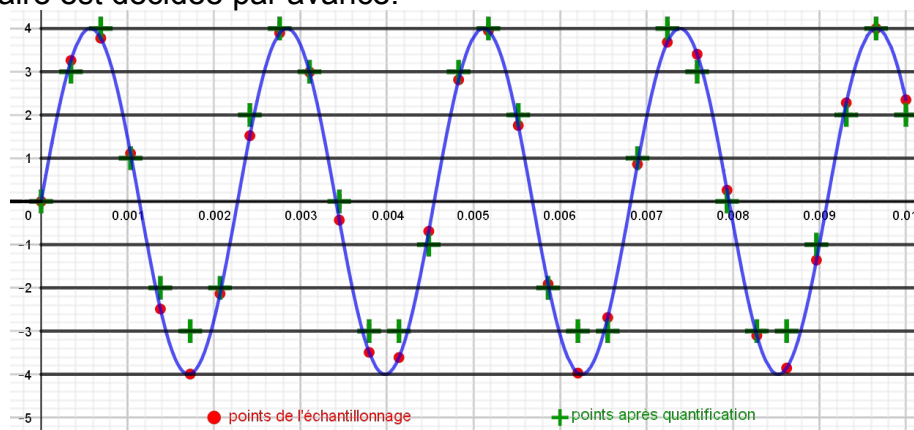
1 Codage du son

Un son est une vibration de l'air qui parvient jusqu'à nos tympans. Cette vibration (enregistrée dans un ordinateur) est produite par une carte son puis envoyée sur des enceintes acoustiques.

Une bonne façon de représenter les vibrations, c'est une courbe comme celle ci-dessous. Les sons graves sont de vibrations lentes et les son aigus des vibrations très rapides.



Le traitement numérique de ce signal analogique, réalisé à l'aide d'un convertisseur analogique/numérique, consiste à discrétiser cette fonction en abscisse et en ordonnée pour en extraire un nombre fini de données. L'échantillonnage consiste à relever différentes valeurs de la tension à intervalles de temps réguliers. La quantification, quant à elle, revient à associer à chaque valeur de l'échantillon un nombre dont la longueur de l'écriture binaire est décidée par avance.



Pour la musique de qualité standard, l'échantillonnage est de 44'100 Hz. Cela signifie 44'100 points par seconde.

1.1 Compression

Pour réduire les difficultés liées au stockage et à la transmission de fichiers audio, on effectue des **compressions des données**. Il existe des techniques de compression sans perte et d'autres avec perte.

Une compression est dite sans perte d'information si elle permet de récupérer, après décompression, l'intégralité des sons produits. Elle est réalisée par des algorithmes exploitant les redondances et la prévision de ces redondances dans les fichiers audio. Ainsi, le format FLAC permet de réduire de 30 % à 70 % la taille d'un fichier audio sans perte d'information.

Dans le cas contraire, la compression est dite avec perte. La compression avec perte supprime les sons peu audibles. La compression est effectuée par des algorithmes. Un format très connu de compression de ce type est le MP3.

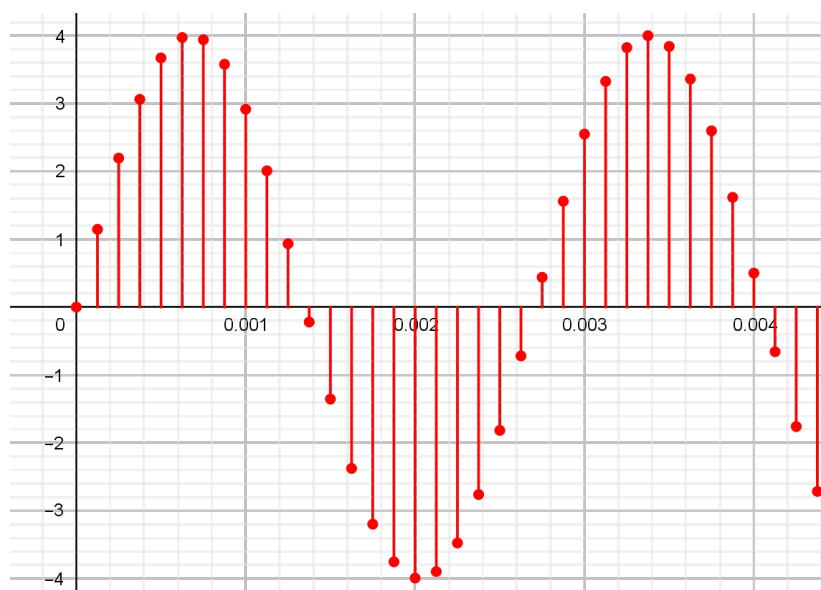
Les services de musique en ligne proposent en streaming ou en téléchargement des fichiers MP3 à 128 kbit/s. Cela signifie que, pour un tel fichier, une seconde de musique nécessite 128 kbit de données.

Comme pour un CD audio, une seconde de musique nécessite 1411 kbit de données. On en déduit que le taux de compression d'un CD audio vers un fichier MP3 à 128 kbit/s est égal à $128/1411 \approx 0.091 \approx 1/11$.

1.2 Exemple

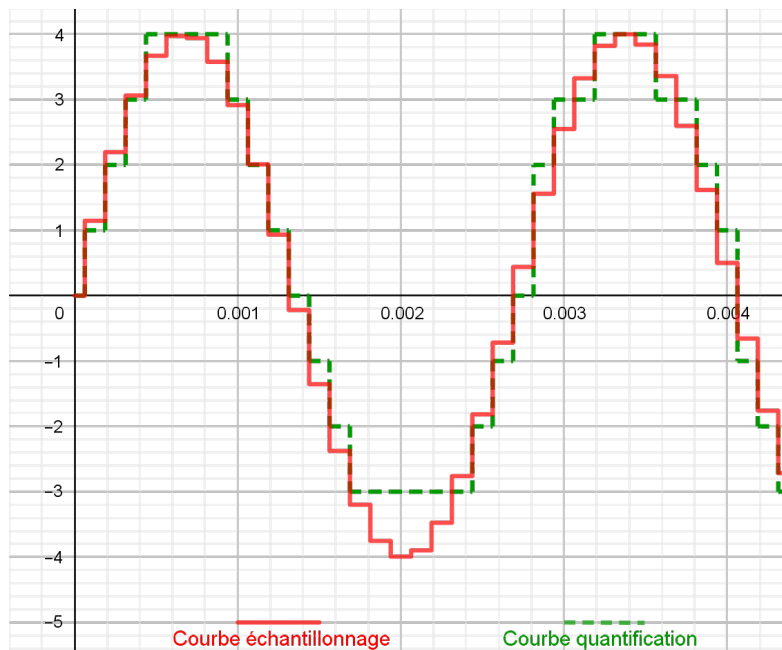
On considère un ensemble de valeurs obtenues par échantillonnage d'un son pur. L'unité portée sur l'axe des abscisses est la seconde.

1. Déterminez la fréquence du son échantillonné.
2. Déterminez la note correspondant à cette fréquence.
3. Déterminez la fréquence d'échantillonnage.



À partir de l'échantillon réalisé ci-dessus, on trace la courbe d'échantillonnage de la manière suivante : on associe à chaque point de l'échantillon un segment parallèle à l'axe des abscisses, centré sur le point, de longueur (période de l'échantillonnage). Cela revient à considérer que la tension du signal est constante sur une durée, exprimée en seconde, égale à $1/f$ autour de chaque prise de tension.

On construit également la courbe obtenue après quantification, sur le même principe, mais avec les valeurs quantifiées.



À partir de la courbe d'échantillonnage, déterminer la fréquence d'échantillonnage et indiquer sur combien de bits les valeurs quantifiées sont-elles codées ?

Les nombres positifs sont simplement écrits dans leur écriture binaire : ainsi le nombre 3 a-t-il pour écriture binaire 0011.

Pour coder un nombre négatif : On considère l'écriture binaire de sa valeur absolue. Par exemple pour -3 on commence par écrire 0011.

On détermine le complément à 1 de ce dernier nombre, ce qui revient à prendre la négation de chaque bit : 0 est remplacé par 1 et 1 est remplacé par 0. Par exemple, 0011 devient 1100.

On ajoute 1 au nombre obtenu (ne pas oublier les retenues éventuelles), ce qui constitue le code cherché. Par exemple, en ajoutant 1 à 1100, on obtient 1101. Le codage de -3 est 1101. Cette façon de coder les nombres négatifs est appelé : complément à 2. (Tous les nombres négatifs commencent par 1).

1.3 Conversion de format

Il existe de nombreux formats pour coder du son. Pour changer de format, il existe des utilitaires gratuits à télécharger et des sites web permettant de faire des conversions.

Les principaux codages pour le son :

- **cdda** : Compact Disc Digital Audio. Non compressé. Sans perte.
- **wav** : Format conteneur destiné au stockage de l'audio numérique mis au point par Microsoft et IBM. Il peut contenir différents formats !
- **ogg** : Projet de la fondation [Xiph.org](https://xiph.org) dont le but est de proposer des formats et codecs multimédias ouverts, libres et dégagés de tout brevet.
- **flac** : Compressé sans pertes.
- **mp2** : L'ancêtre du MP3
- **mp3** : Compression variable à choix avec perte.

Utilisez OpenShot pour éditer vos vidéos ou simplement VLC pour convertir un fichier d'un format à un autre.

<https://youtu.be/lhDlvgMfY2o>

Vous trouvez sur internet des convertisseurs de fichiers :

<https://convertio.co/fr/>

1.4 Exercices

1. Appliquer l'algorithme du complément à deux sur 4 bits pour déterminer le codage de -1, -2, -3, -4... -8
2. Taille de fichiers audio et débit binaire :
Les services de musique en ligne proposent en téléchargement de la musique en diverses résolutions. L'un d'eux propose des fichiers « hautes résolutions » correspondant à un échantillonnage à 96 kHz, un codage sur 24 bits et un enregistrement stéréo.
On fait l'hypothèse (totalement irréaliste) que les fichiers proposés ne sont pas compressés.
 - a) Quel est l'espace de stockage nécessaire pour enregistrer une seconde de musique de cette qualité ?
 - b) Quelle est la taille d'un fichier pouvant contenir un enregistrement de cette qualité des six suites pour violoncelle de Bach, d'une durée totale de 2 h 15 min ?

- c) Pour une connexion Internet dont le débit est 8 Mbit/s, peut-on écouter en streaming un enregistrement de cette qualité ?
 - d) Avec cette même connexion internet, combien de temps faut-il pour télécharger les six suites de Bach ?
3. Fichiers compressés :
- Un fichier audio, stéréo, échantillonné à 44,1 kHz et codé sur 16 bits, contenant les six suites pour violoncelle de Bach d'une durée totale de 2 h 15 min est compressé en un fichier MP3 à 320 kbit/s.
- a) Combien de données sont utilisées pour coder 1 seconde de musique sur le fichier avant compression ?
 - b) Calculer le taux de compression pour passer d'un fichier à l'autre.
 - c) Quelle est la taille du fichier MP3 obtenu ?
 - d) Combien de temps faut-il pour télécharger ce fichier avec une connexion Internet de 8 Mbit/s ?
 - e) Un mélomane possède dans son audiothèque de nombreux CD, tous enregistrés en stéréo, échantillonnés à 44,1 kHz et codés sur 16 bits. Il estime qu'en moyenne, chaque CD dure une heure et décide de stocker sa musique sous forme de fichiers MP3 à 320 kbit/s.
Quelle est la taille moyenne d'un fichier correspondant à 1 CD ?
 - f) Combien peut-il stocker de fichiers MP3 sur un disque dur ayant une capacité de 1 To ?
4. Téléchargez un fichier audio de votre choix sur internet et convertissez-le dans les principaux formats. Comparez la taille des fichiers et la qualité du son.

2 Codage de la vidéo

Une vidéo est composée de son et d'images. Chaque flux (son et images) est distinct, mais enregistré dans le même fichier !

2.1 Compression temporelle et compression spatiale

Pour ce qui est de la compression des données vidéo et audio, on distingue deux catégories générales : spatiale et temporelle.

La compression spatiale est appliquée à une seule trame de données, indépendamment des images qui l'entourent. Cette compression est fréquemment appelée *intratrame*.

La compression temporelle identifie les zones redondantes entre les images successives et ne stocke que les différences. Dès lors, une image est décrite en fonction de sa différence par rapport à la précédente. Les zones redondantes sont des reprises des images précédentes. Cette compression est généralement appelée *intertrame*.

Lorsque les images sont les mêmes plusieurs fois (plan fixe) cela représente une économie de données à mémoriser.

2.2 Débit des données

Le débit (taux de transfert de données) conditionne la qualité d'un élément vidéo ainsi que le public susceptible de télécharger le fichier en raison des contraintes de bande passante qui y sont associées.

Pour diffuser des vidéos sur Internet, il est judicieux de créer des fichiers à des débits plus bas. Les utilisateurs équipés de connexions Internet rapides peuvent voir les fichiers instantanément ou après un bref délai, alors que le téléchargement des fichiers peut prendre un certain temps pour les utilisateurs dont le débit de connexion est faible. Si vous pensez que la majorité des utilisateurs ne disposent pas de connexions à haut débit, faites en sorte que les éléments vidéo ne soient pas trop longs, afin que la durée de téléchargement reste dans des limites acceptables.

Les fournisseurs internet ont plutôt intérêt à pousser vers le haut les débits pour pouvoir vendre des abonnements plus chers ! En diffusant des vidéos à hauts débits vous forcez vos auditeurs à adapter leurs raccordements, ce qui va à l'encontre du développement durable !

2.3 Fréquence d'images

La vidéo est essentiellement une suite d'images fixes dont la succession rapide à l'écran donne l'illusion du mouvement. Pour désigner le nombre d'images affichées par seconde, on utilise le terme de fréquence d'image ; cette valeur est mesurée en images par seconde (i/s). Plus la fréquence d'images est élevée, plus le mouvement est fluide. Nous attirons toutefois votre attention sur le fait que la quantité de données à transférer, c'est-à-dire la bande passante nécessaire, est d'autant plus importante que la fréquence d'images est élevée.

Lorsque vous utilisez de la vidéo compressée sous forme numérique, plus la fréquence d'images est élevée, plus la taille du fichier est importante. Pour réduire davantage la taille du fichier, diminuez la fréquence d'images ou le débit binaire. Si vous baissez le débit sans modifier la fréquence d'images, la qualité d'image s'en trouvera réduite.

La qualité des images vidéo étant nettement meilleure avec leur fréquence d'images d'origine (la fréquence à laquelle la vidéo a été enregistrée), il est conseillé de la préserver si les canaux de transmission et les plates-formes de lecture le permettent. Si vous devez réduire la fréquence d'images, vous obtiendrez de meilleurs résultats en la divisant par des nombres entiers. Par exemple, si la fréquence d'images de votre source est de 24 i/s, il est conseillé de choisir une fréquence de 12 i/s, 8 i/s, 6 i/s, 4 i/s, 3 i/s ou 2 i/s.

2.4 Format et taille d'image

À l'instar de la fréquence d'images, la taille d'image d'un fichier se révèle particulièrement importante dans la production d'une vidéo de haute qualité. À un débit donné, l'augmentation de la taille d'image se traduit par une diminution de la qualité vidéo.

Le format d'image exprime le rapport entre la largeur et la hauteur d'une image. Les formats d'image les plus courants sont les formats 4:3 (télévision standard) et 16:9 (télévision grand écran et haute définition).

2.5 Format des pixels

La plupart des graphiques utilisent des pixels carrés dont le rapport L/H en pixels est de 1:1.

Dans certains formats vidéo numériques, les pixels ne sont pas carrés. Dans le cas de la vidéo numérique (DV) NTSC standard, par exemple, la taille d'image est de 720 x 480 pixels et la vidéo est affichée au format d'image 4:3. Cela signifie que chaque pixel est non carré, avec un format des pixels (PAR) de 0,91 (plus étroit et haut).

2.6 Vidéo entrelacée et non entrelacée

Dans une vidéo entrelacée, chaque image vidéo est constituée de deux trames. Chaque trame contient la moitié des lignes horizontales de l'image. La trame supérieure (Trame 1) est composée de toutes les lignes impaires et la trame inférieure (Trame 2), de toutes les lignes paires. Un moniteur vidéo entrelacé (tel qu'un téléviseur) affiche chaque image en représentant tout d'abord toutes les lignes d'une trame, puis toutes les lignes de l'autre trame. L'ordre des trames indique celle qui est représentée en premier. Dans une vidéo [NTSC](#), de nouvelles trames sont représentées à l'écran 59,94 fois par seconde, ce qui correspond à une fréquence d'images de 29,97 images par seconde.

Les images vidéo non entrelacées ne sont pas séparées dans des trames. Un écran à balayage progressif (tel qu'un moniteur d'ordinateur) affiche une image vidéo non entrelacée en représentant toutes les lignes horizontales, de haut en bas, en une seule passe.

2.7 Vidéo haute définition

La vidéo haute définition (HD) fait référence à tout format vidéo présentant des dimensions de pixel supérieures à celles des formats vidéo à définition standard (SD). Généralement, la définition standard regroupe les formats numériques présentant des dimensions de pixel proches de celles des normes de télévision analogique, telles que NTSC et PAL (autour de 480 ou 576 lignes verticales, respectivement). Les formats HD les plus courants ont des dimensions de pixel de 1280 x 720 ou 1920 x 1080, avec un format d'image 16:9.

Les formats vidéo HD comprennent des variétés entrelacées et non entrelacées. En général, les formats de la plus haute résolution sont entrelacés aux cadences d'images supérieures, car une vidéo **non entrelacée** à ces dimensions de pixel nécessiterait un débit excessivement élevé.

Les formats vidéo HD sont désignés par leur dimension de pixel verticale, leur mode de balayage et leur cadence d'images ou leur fréquence de trame (selon le mode de balayage). Par exemple, 1080i60 représente un balayage entrelacé de 60 trames entrelacées de 1920 x 1080 par seconde, tandis que 720p30 désigne un balayage progressif de 30 images non entrelacées de 1280 x 720 par seconde. Dans les deux cas, la cadence est d'environ 30 images par seconde.

2.8 Conversion de format et montage vidéo

VLC est l'outil idéal pour convertir les vidéos et sons sous un autre format.

Pour le montage vidéo nous allons utiliser OpenShot

2.9 Exercices

5. Examinez les vidéos suivantes et déterminez leurs caractéristiques :
 - a) Type de compression (temporel/spatial)
 - b) Débit de données (bits/sec)
 - c) Fréquence des images
 - d) Format des images
 - e) Format des pixels
 - f) Entrelacement des images
 - g) *Et les caractéristiques du son...*
6. Convertissez le fichier ... aux formats ...