



POUR COMMENCER

Testez votre culture scientifique

Identifiez la bonne réponse

1. La qualité du son issu d'un vinyle est :

- a. meilleure que celle du son issu d'un smartphone
- b. moins bonne que celle du son issu d'un smartphone
- c. identique à celle du son issu d'un smartphone

2. La taille d'un fichier compressé est :

- a. plus grande que celle du fichier original
- b. plus petite que celle du fichier original
- c. identique à celle du fichier original

Recherches Internet

Après avoir recherché la différence entre analogique et numérique, déterminez si les supports audio ci-dessous sont analogiques ou numériques et quelle durée de musique ils peuvent stocker.



CHAPITRE

13

LE SON : UNE INFORMATION À CODER



UNITÉ 1 Numériser un son

UNITÉ 2 Taille et stockage d'un son numérique

UNITÉ 3 Réduire la taille d'un fichier son : la compression

UNITÉ 4 Les plateformes de musique en streaming

Numériser un son

À chaque fois que l'on écoute de la musique à partir d'un ordinateur ou d'un smartphone, celle-ci a été préalablement numérisée, c'est-à-dire que le signal sonore a été transformé en une suite de nombres.

Comment numériser-t-on un signal sonore le plus fidèlement possible ?

L'échantillonnage

L'objectif de la numérisation est de transformer un signal analogique, c'est-à-dire continu au cours du temps et contenant donc une infinité d'amplitudes, en un signal numérique contenant une quantité finie de valeurs. Deux opérations sont nécessaires pour cela :

- l'échantillonnage,
- la quantification.



signal analogique



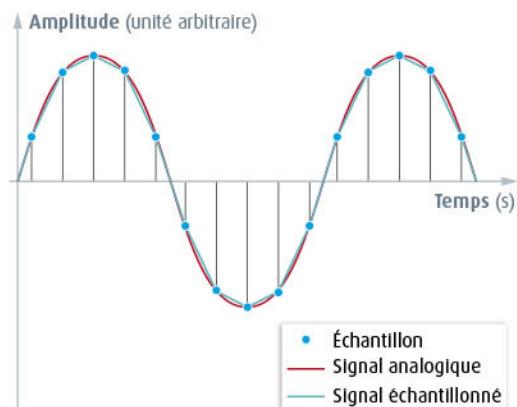
signal numérique



DOC 1 Définition de la numérisation.

DOC 3 Échantillonnage d'un signal sonore à différentes fréquences.

L'échantillonnage consiste à prélever des valeurs du signal analogique, nommées échantillons, à intervalles réguliers. La fréquence d'échantillonnage f_e correspond au nombre d'échantillons enregistrés par seconde et s'exprime en Hertz (Hz).



DOC 2 Le principe d'échantillonnage.

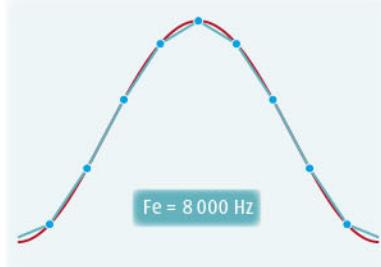
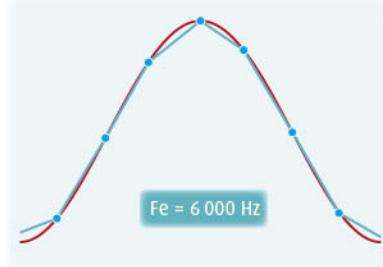
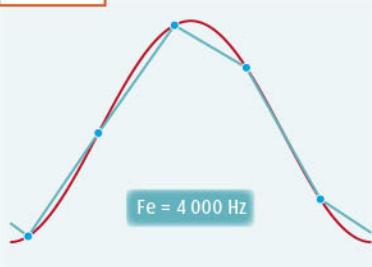
UTILISATION DE ADC3



Logiciel ADC3

- Réglez la quantification au maximum.
- Réglez la fréquence du signal sur 2000 Hz.
- Activez les boutons « points », « analogique » et « lissage ».
- Testez différentes fréquences d'échantillonnage f_e entre 2000 et 10 000 Hz.

Résultats



La quantification

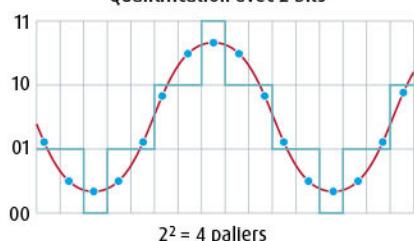
Après avoir échantillonné le signal, il faut mesurer la valeur de chaque échantillon et lui attribuer une valeur entière en base binaire. C'est l'étape de quantification. Pour cela, on définit un nombre N de bits, et on divise la zone d'amplitude du signal en 2^N paliers, aussi appelés niveaux de quantification. Puis on attribue à chaque échantillon le palier dont il se rapproche le plus. Chaque palier étant codé sur N bits, le signal numérique correspond à la suite des valeurs binaires des paliers associés aux échantillons.

focus maths

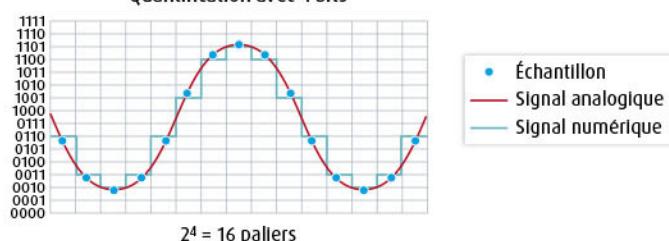
Par convention, nous comptons en base décimale, ou base 10, mais il existe d'autres bases. La base binaire, ou base 2, n'utilise que deux chiffres : 0 et 1, appelées des bits pour « binary digit », c'est-à-dire « chiffre binaire » en anglais. Trois bits permettent par exemple de coder huit valeurs. $000 = 0$; $001 = 1$; $010 = 2$; $011 = 3$; $100 = 4$; $101 = 5$; $110 = 6$; $111 = 7$.

Les informations stockées sous format numérique sont représentées en base binaire par une succession de bits.

Quantification avec 2 bits



Quantification avec 4 bits



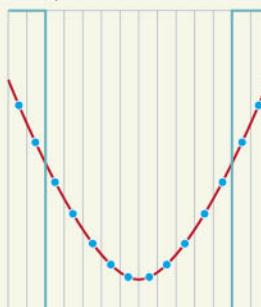
DOC 4 Le principe de quantification.

UTILISATION DE ADC3

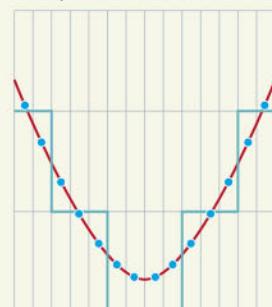
- Réglez F_e sur 20 000 Hz.
- Réglez la fréquence du signal sur 1000 Hz.
- Activez les boutons « grille », « points », « analogique » et « lissage ».
- Faites varier la valeur du nombre de bits utilisés pour la quantification.

Résultats

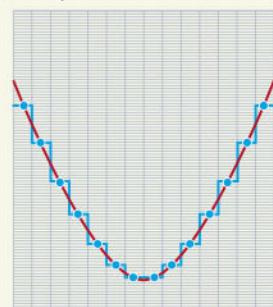
Quantification : $N = 1$



Quantification : $N = 2$



Quantification : $N = 8$



DOC 5 Quantification d'un signal sonore avec plusieurs nombres de bits.

ACTIVITÉ GUIDÉE

- Déterminez la fréquence d'échantillonnage permettant de numériser le signal sonore généré par le logiciel du doc. 3 le plus fidèlement possible (docs 1 à 3).
- En déduire le lien entre la fréquence d'échantillonnage et la qualité de la numérisation.
- Écrivez la suite des valeurs binaires qui composent le signal numérique pour $N = 4$ bits (doc. 4).
- Déterminez le nombre de bits de quantification permettant de numériser le signal sonore généré par le logiciel du doc. 5 le plus fidèlement possible.
- En déduire le lien entre le nombre de bits de quantification et la qualité de la numérisation.

Taille et stockage d'un son numérique

Le stockage de musique sur des supports physiques nécessite de se poser la question de la taille en mémoire occupée par un son. Cette taille dépend, avant tout, des paramètres de numérisation.

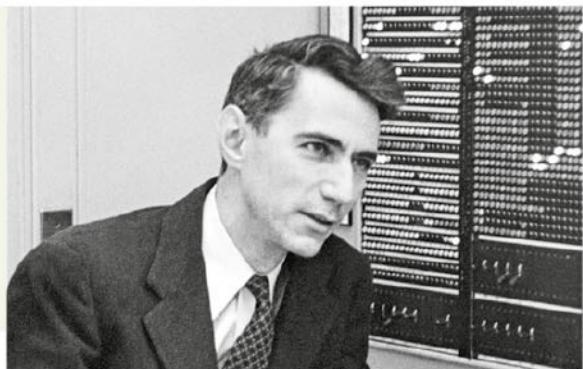
Comment les paramètres de numérisation influent-ils sur la taille d'un fichier audio ?

La fréquence d'échantillonnage f_e doit être suffisamment grande pour pouvoir numériser la plus haute fréquence f_{\max} présente dans le signal analogique. D'après le théorème énoncé par le mathématicien américain Claude Shannon (1916-2001), f_e doit respecter la condition suivante :

$$f_e > 2f_{\max}$$

Si le théorème de Shannon n'est pas respecté, le signal numérique sera différent du signal analogique à l'oreille. On parle alors de sous-échantillonnage.

DOC 1 Le théorème de Shannon.



Publicité Sony des années 1980

Dear Sir,

**Sony have just announced sixty minutes
of perfect sound that will last for ever.
Is this a record?**

Yes. And no.

It's not a record because it doesn't have any grooves, it's only $4\frac{1}{4}$ " across and it's silver.

It doesn't warp, hiss, crackle or wear out like ordinary LPs. In fact it's almost indestructible.

record player as Concorde has with a Tiger Moth.

Instead of a stylus, for example, it has a laser.

It 'reads' the musical information encoded onto the disc by firing a beam of light at it, then unscrambling the pattern reflected back.

And because nothing touches the disc's surface when it's playing, there's nothing to touch it for sound quality.

All you hear is music unaccompanied by clicks, pops or scratches.

More remarkable still, it'll sound just as perfect the twentieth, the two hundredth and the two thousandth time you play it.

Already there are around 200 LP titles to choose from in the Compact Disc catalogue, reflecting every musical taste from light classics to heavy metal, from Simon and Garfunkel to Beethoven.

The Sony Compact Disc Player comes complete with a unique cordless remote control unit, giving you



Fingerprints, split coffee, even surface scratches don't affect it; just a wipe clean and it'll still play perfectly.

What you're looking at here is the extraordinary new Compact Disc, the music format of the future. (March 1st 1983 to be exact.)

And the equally extraordinary Sony Compact Disc Player, which plugs in to any stereo system and has about as much in common with a conventional

SONY COMPACT DISC PLAYER AND REMOTE CONTROL UNIT

instant track selection, repeat, fast forward or backward search and many other facilities from your favourite armchair.

To see it, try it and above all hear it, ring us on 01 941 5717 for the name of your nearest Sony Compact Disc dealer.

Whether it's a record or not, it's an experience no music lover should miss.

SONY

Perfect sound that lasts forever.



Sons à écouter

ÉCOUTE DE SONS

- Écoutez le fichier original pour lequel $f_e = 48 \text{ kHz}$ et $N = 16 \text{ bits}$.
- Écoutez les fichiers où f_e a été modifiée.
- Écoutez les fichiers où N a été modifié.

DOC 2 Effet de la numérisation sur la qualité du son.

Histoire des sciences

Le CD-audio, abréviation de « compact disc », a été mis sur le marché en 1982 par Philips et Sony Corporation. Ce disque de 12 cm de diamètre est le premier support audio numérique de l'histoire. Pourquoi 12 cm? La légende veut que Norio Oga, le président de Sony de l'époque, ait exigé que sa symphonie préférée, la Neuvième de Beethoven (74 minutes dans sa version la plus lente), puisse être enregistrée sur un seul CD. Il était prévu au départ, comme on le voit sur la publicité, que le CD ne puisse stocker que 60 minutes de musique. Contrairement au disque vinyle et à la cassette audio qui sont lus par lecture mécanique, le CD est lu par lecture optique (faisceau laser), limitant ainsi son usure.

DOC 3 L'invention du CD.

Le débit binaire, exprimé en bits/s, représente la quantité de données échangée par unité de temps. Il dépend de la fréquence d'échantillonnage f_e , du nombre de bits N utilisés pour la quantification, et du nombre de canaux c.

$$\text{Débit binaire} = f_e \times N \times c$$

Les canaux sont les signaux sonores qui coexistent dans le son. En mono, il y a un seul signal, en stéréo il y a deux signaux (un pour chaque oreille), en dolby surround 5.1 il y en a 6, et il peut même y en avoir plus.

DOC 4 Définition du débit binaire.

On calcule la taille d'un fichier audio son grâce à la formule suivante :

$$\text{Taille (bits)} = \text{Débit binaire (bits/s)} \times \text{Durée(s)}$$

Elle est généralement exprimée, non pas en bits, mais en octets (o). Un octet correspond à 8 bits donc :

$$\text{Taille en octets} = \frac{\text{Taille en bits}}{8}$$

Les facteurs multiplicatifs (kilo, méga, giga etc.) permettent d'écrire la taille de façon plus lisible. Par exemple, 1 000 000 octets = 1 Mo (méga octet).



DOC 5 La taille d'un fichier audio.



Disque microsillons Vinyle 33 tours LP	40 à 60 minutes	74 minutes	256 minutes
CD audio	NA (Analogique)	44 100 Hz	2 822 400 Hz
SA-CD	NA (Analogique)	16	1
Débit binaire	NA (Analogique)	1 411 200 bits/s	5 644 800 bits/s
Nombre de canaux	1 ou 2	2	2

DOC 6 Comparatif des caractéristiques de différents supports audio. En 1999, apparaît le super audio CD (SA-CD), un disque de même diamètre que le CD-audio mais pouvant stocker plus de données. Comme sa fréquence d'échantillonnage est très grande, et ses échantillons donc très rapprochés les uns des autres, sa quantification peut se faire sur un seul bit. Ainsi, un bit 1 signifie que le signal augmente, et un bit 0 signifie que le signal diminue. Le SA-CD n'atteint pas le succès commercial attendu, en grande partie à cause de l'apparition des plateformes de musique sur Internet.

ACTIVITÉ GUIDÉE

1. Décrivez la qualité des différents fichiers audio et expliquez l'influence des paramètres de numérisation (f_e et N) sur la qualité audio (DOCS 1 ET 2).
2. Déterminer l'influence des paramètres de numérisation sur la taille d'un fichier (DOCS 4 ET 5), puis en déduire le lien entre taille et qualité audio d'un fichier.
3. Identifiez deux avantages du CD par rapport au vinyle (DOCS 3 ET 6).
4. Calculez la taille, en bits puis en Mo, d'une chanson de 3 minutes sur un CD et sur un SA-CD, et en déduire quel support permet une meilleure qualité audio (DOCS 5 ET 6).

Réduire la taille d'un fichier son : la compression

Il est parfois nécessaire, lors du partage de musique en ligne par exemple, de réduire la taille des fichiers audio afin de minimiser l'espace de stockage qui leur est accordé.

Comment la compression modifie-t-elle un fichier audio ?

Compressions avec et sans pertes

Pratique scientifique

La compression d'un fichier permet de réduire sa taille. Elle est dite sans perte lorsqu'il est possible, à partir du fichier compressé, de reconstruire le fichier original. Pour cela, il suffit de supprimer le maximum de répétitions présentes dans le fichier original, et donc d'écrire exactement les mêmes données mais de façon plus concise. C'est ce type de compression qu'appliquent les formats ZIP ou FLAC par exemple. Les algorithmes utilisés pour le format FLAC sont spécifiques au son.



DOC 1 La compression sans perte.

Histoire des sciences

À la fin des années 1990, les premiers baladeurs MP3 et les plateformes de téléchargement de musique sur internet apparaissent. Cette évolution dans le stockage du son est rendue possible par la création des formats musicaux compressés MP1, MP2 puis MP3. Ces formats appliquent une compression avec pertes, c'est-à-dire qu'ils détruisent une partie de l'information lors de la compression. Il est alors impossible de revenir au fichier original, mais en contrepartie, la taille du fichier peut être davantage réduite qu'avec une compression sans perte. Dans un premier temps, les fréquences auxquelles l'oreille humaine n'est pas ou peu sensible sont éliminées. Le champ auditif humain est compris entre 20 Hz et 20 kHz. Puis, dans un deuxième temps, les fréquences masquées par d'autres fréquences plus puissantes sont également supprimées. De façon générale, le procédé évalue le signal audio et essaie d'en créer une copie qui fait croire au cerveau qu'il entend le son original.



L'iPod, un lecteur MP3.

DOC 2 La compression avec pertes.

Le taux de compression d'un fichier correspond à la taille du fichier compressé comparée à celle du fichier original. Ainsi un taux de compression de 3:1 signifie que le fichier

compressé est trois fois plus petit que le fichier original. La plupart des ingénieurs du son considèrent qu'à partir d'un taux de 10:1 ou plus, on perd en qualité sonore.

	Fichier original	Fichiers compressés				
Format			-320		-56	
Débit binaire	1411,2 kbits/s 176,4 ko/s	320 kbits/s 40 ko/s		56 kbits/s 7 ko/s		NA
Durée	59 s	59 s		59 s		59 s
Taille	10,4 Mo	2,36 Mo		413 ko		2,36 Mo
Taux de compression	NA	4,41:1		25,2:1		4,4:1

DOC 3 Le taux de compression.

Exemples de compressions

Image originale	Image compressée	Image très compressée
		
		
5,6 Mo	1,1 Mo	268 ko

DOC 4 La compression d'images.

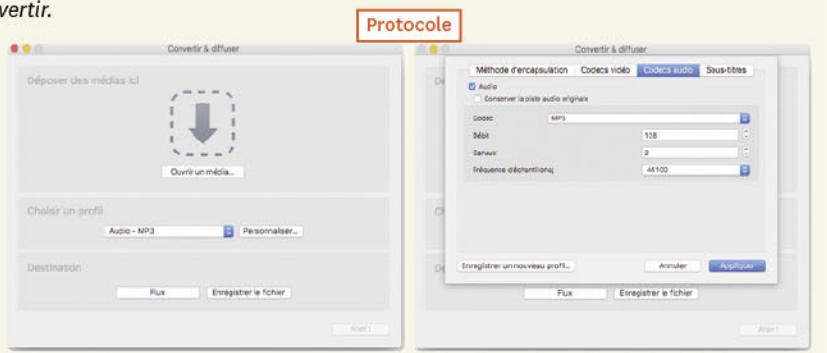
La compression JPEG est une méthode de compression d'images avec pertes. Comme pour la compression MP3 dans le cas du son, elle va d'abord éliminer les détails peu visibles par l'œil.

UTILISATION DE VLC

- Allez dans le menu « Fichier », « Convertir/Diffuser ».
- Déposez ou ouvrez le fichier à convertir.
- Choisissez le profil « Audio-mp3 » dans la liste déroulante puis cliquez sur le bouton « Personnaliser ».
- Allez dans l'onglet « Codecs audio », réglez le débit sur 320 kbits/s, puis cliquez sur « Appliquer ».
- Enregistrez le fichier.
- Répétez ces étapes avec des débits de 128, 56 et 8 kbits/s.



Fichiers audio



DOC 5 Compression d'un fichier .wav en .mp3.

ACTIVITÉ GUIDÉE

- Vérifiez qu'il est possible de reconstruire le signal original à partir du signal compressé (DOC. 1).
- Déterminez les différences entre la compression sans perte et avec pertes (DOCS 1 ET 2).
- Calculez la taille et le débit binaire du fichier MP3 obtenu par compression du fichier original avec un taux de compression 11:1 (DOC. 3).
- Déterminez, entre les formats MP3-320 et FLAC, lequel fournit la meilleure qualité sonore et expliquez pourquoi (DOCS 1 À 3).
- Analysez la différence de qualité des photos du perroquet, puis calculez les taux de compression des deux images compressées (DOC. 4).
- Comparez la qualité des fichiers audio obtenus dans le doc. 5 selon leur taux de compression.

Les plateformes de musique en streaming

Bien que cela puisse nuire à la qualité du son, la compression est nécessaire pour un streaming musical efficace. Les différentes plateformes de streaming n'ont pas toutes adopté la même stratégie pour proposer de la musique.

Comment choisir entre les différentes offres des plateformes de streaming ?

Étude de spectres

UTILISATION D'AUDACITY

- Ouvrez le fichier audio WAV original à partir du menu « Fichier », « Ouvrir ».
- Dans le menu « Analyse », cliquez sur « Tracer le spectre ».
- Répétez ces étapes pour les fichiers MP3 – 320 kbits/s, MP3 – 56 kbits/s et MP3 – 8 kbits/s, obtenus après compressions du fichier original.

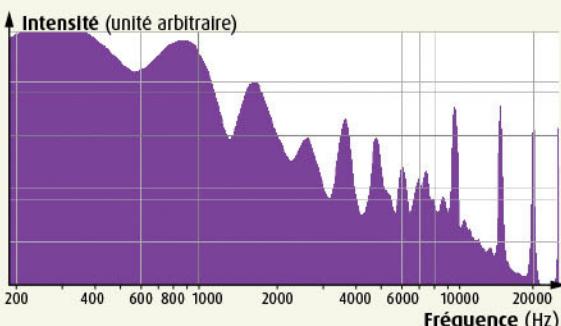


Fichiers audio

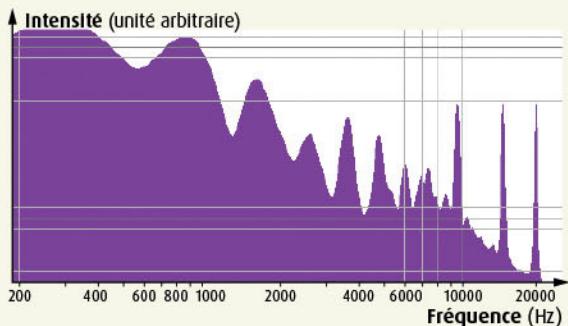
rappel

L'oreille humaine entend les fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz.

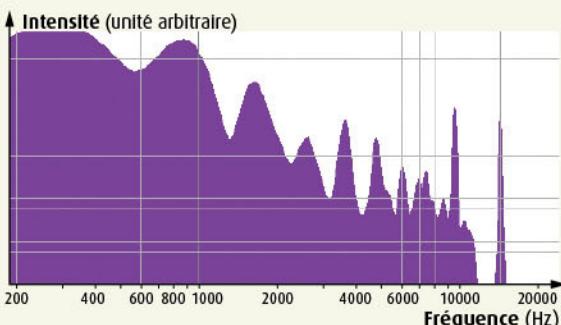
Spectre du fichier WAV original



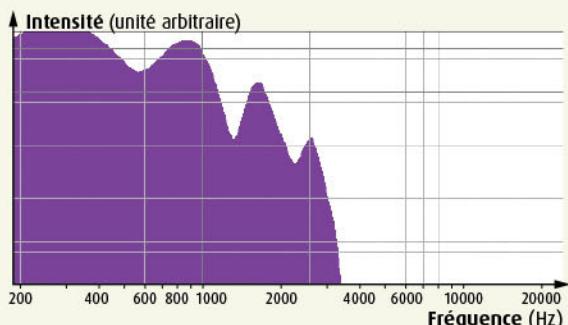
Spectre du fichier MP3 – 320 kbits/s



Spectre du fichier MP3 – 56 kbits/s



Spectre du fichier MP3 – 8 kbits/s



DOC 1 Spectres de fichiers de différents taux de compression.

Les offres de plateformes de streaming

Sounder Free

0,00 € / mois

- ✓ Lecture aléatoire
- ✓ Écouter hors connexion
- ✓ Pas d'interruptions publicitaires
- ✓ Zappez les titres sans limite
- ✓ Son de qualité supérieure

Sounder Premium

9,99 € / mois

- ✓ Écoutez les titres de votre choix
- ✓ Écouter hors connexion
- ✓ Pas d'interruptions publicitaires
- ✓ Zappez les titres sans limite
- ✓ Son de qualité supérieure

DOC 2 Les offres de Sounder. Sur Sounder, seuls les fichiers en compression avec pertes sont disponibles. Les débits vont de 96 kbytes/s à 160 kbytes/s, en fonction du réglage choisi, pour l'offre gratuite avec publicité. Le débit proposé est de 320 kbytes/s avec la formule payante. Le catalogue comporte environ 30 millions de titres.

DOC 3 Les offres de Muzos. Muzos propose une offre gratuite avec publicité diffusant des sons en MP3 128 kbytes/s. Cette plateforme propose également une offre premium sans publicité, diffusant du MP3 à 320 kbytes/s, et une offre Hi-Fi avec des sons en FLAC 16 bits, 44,1 kHz. Le catalogue contient 50 millions de titres en qualité premium et 36 millions en qualité Hi-Fi.

Muzos Premium

9,99 €

/mois

Aucune publicité

Musique illimitée

Mode hors connexion

Essayer Muzos Premium

BUZSTREAM PREMIUM

9^{99€}

/mois

ou 99,99€ / an

STREAMING EN QUALITÉ MP3

320Kbps

BUZSTREAM HI-FI

19^{99€}

/mois

ou 199,99€ / an

STREAMING EN QUALITÉ CD

FLAC 16-Bit/44,1 KHz

BUZSTREAM STUDIO

24^{99€}

/mois

ou 249,99€ / an

STREAMING EN QUALITÉ HI-RES

FLAC 24-Bit jusqu'à 192 KHz

DOC 4 Les offres de Buzstream. Buzstream n'a pas d'offre gratuite mais est en revanche la seule plateforme des trois à proposer de la musique en qualité studio. Cependant, pour en profiter pleinement, un équipement haut de gamme est nécessaire. Cette plateforme dispose d'un catalogue d'environ 40 millions de titres en qualité Hi-Fi et propose les livrets des disques en pdf.



Fichiers audio

ÉCOUTE DE SONS

- Écoutez le fichier MP3 128 kbytes/s.
- Écoutez le fichier MP3 320 kbytes/s.
- Écoutez le fichier FLAC 16 bits, 44,1 kHz.

DOC 5 Comparaison de trois formats de fichiers audio.

TÂCHE COMPLEXE

Mission

Comparez les offres des différentes plateformes de streaming pour choisir celle qui correspond le mieux à une personne écoutant beaucoup de musique sur son smartphone.

Pistes de réalisation

- Réalisez un tableau comparatif des formats des offres des trois plateformes.
- Étudiez l'influence de la compression sur les fréquences entendues par l'oreille.
- Comparez la qualité sonore des différents formats.
- Comparez la taille des catalogues des trois plateformes.

Besoin d'aide?





1. Numériser un son > UNITÉ 1

- ▶ Pour **numériser** un son, on procède à un découpage temporel du signal: c'est l'**échantillonnage**. On procède aussi à une mesure de l'amplitude du signal: c'est la **quantification**.
- ▶ La valeur du signal de départ est lue une fois pour chaque intervalle de temps appelé période d'échantillonnage (T_e en s). La **fréquence d'échantillonnage** ($f_e = 1/T_e$), correspond au nombre de mesures par seconde (en Hz).
- ▶ Chaque mesure est convertie en une suite de 0 et de 1 d'autant plus longue que le nombre de bits utilisé pour la **quantification** est important. Une quantification sur N bits permet de coder 2^N valeurs différentes.
- ▶ Plus la **fréquence d'échantillonnage** est élevée (mesures rapprochées dans le temps) et la quantification est fine, plus la numérisation du son sera fidèle.

2. Taille et stockage d'un son numérique > UNITÉS 2 ET 3

- ▶ Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée et la quantification fine, et plus la **taille** et le **débit binaire** du fichier audio sont grands. La reproduction fidèle d'un signal analogique nécessite l'utilisation d'une fréquence d'échantillonnage au moins double de celle de ce signal.
- ▶ On peut calculer le **débit binaire** (en bits/s) à partir de la fréquence d'échantillonnage (f_e en Hz), du nombre de bits de quantification (N en bits) et du nombre c de canaux (1 en mono ou 2 en stéréo par exemple):

$$\text{Débit binaire} = f_e \times N \times c$$

- ▶ On obtient ensuite la **taille** du fichier audio (en bits) grâce à ce débit binaire (en bits/s) et à la durée du son (en s):

$$\text{Taille} = \text{débit binaire} \times \text{durée}$$

3. La compression de données > UNITÉS 3 ET 4

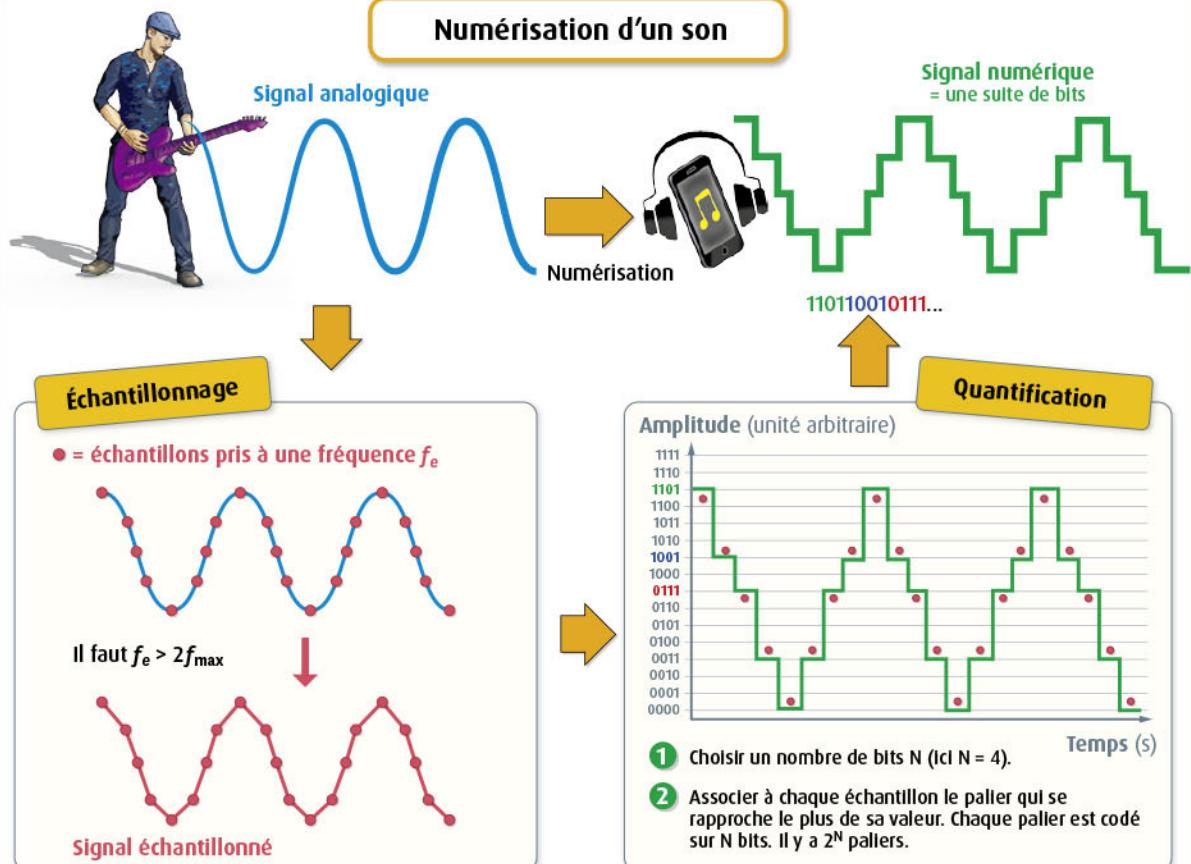
- ▶ La compression consiste à diminuer la taille et le débit binaire d'un fichier. Le **taux de compression** est le rapport de taille entre le fichier de départ et le fichier compressé.
- ▶ Lors d'une **compression avec pertes** (format MP3 par exemple), de l'information est définitivement perdue, mais on obtient des taux de compressions importants.
- ▶ Lors d'une **compression sans perte** (format FLAC par exemple) les taux de compression obtenus sont plus faibles, mais il est possible de décompresser le fichier obtenu pour retrouver le fichier de départ.

Les mots-clés du chapitre

Compression avec pertes • Compression sans perte • Débit binaire • Échantillonnage • Fréquence d'échantillonnage • Numériser • Quantification • Taille • Taux de compression

l'essentiel par l'image

Numérisation d'un son



Taille d'un fichier audio



chanson.mp3
6,4 Mo

$$\text{Taille (bits)} = f_e \times N \times c \times \text{durée (s)}$$

↳ nombre de canaux

$$\text{Taille (octets)} = \frac{\text{Taille (bits)}}{8}$$

Compression d'un fichier audio

Sans compression



Compression sans perte

Taux de compression $\approx 4 : 1$



Compression avec pertes

$4,4 : 1 < \text{Taux de compression} < 178 : 1$



Taille WAV

Qualité WAV

Taille FLAC

Qualité FLAC

Taille MP3

Qualité MP3

Tester ses savoirs

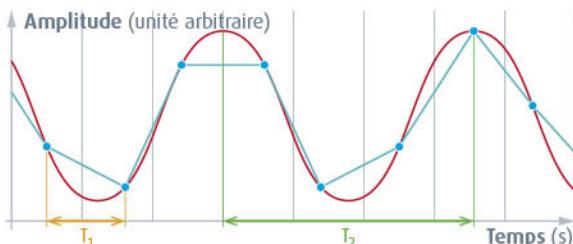
1 Vrai/Faux

Identifiez les affirmations fausses et corrigez-les.

- Plus la fréquence d'échantillonnage est importante, plus le son numérisé est fidèle à l'original.
- Un son sera plus fidèle à l'original s'il est numérisé avec un nombre de bits moins élevé.
- La taille d'un fichier audio ne dépend pas de sa durée.
- La compression ne détériore jamais l'information initiale.
- Compresser un son permet de réduire l'espace nécessaire pour le stocker.

2 Légender un schéma

Sur le graphe ci-dessous, nommez les éléments suivants : la courbe rouge, les points bleus, la courbe bleue, les durées T_1 et T_2 .



3 QCM

Pour chaque proposition, identifiez la bonne réponse.

- 1. Avec une quantification sur 16 bits, on peut coder :**

- 65536 valeurs différentes
- 16384 valeurs différentes
- de 0 à 16 V uniquement
- 16 valeurs différentes

- 2. La taille d'un fichier audio dépend de :**

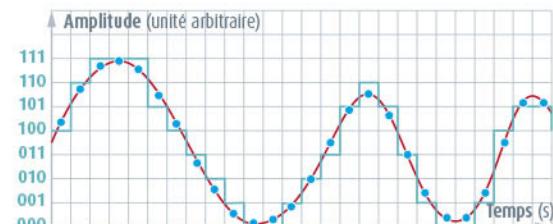
- sa fréquence d'échantillonnage uniquement
- sa durée et son débit binaire
- son débit binaire et son nombre de canaux

- 3. Si l'on double la fréquence d'échantillonnage, alors :**

- la quantification augmente
- le débit binaire double
- la période d'échantillonnage double

- 4. Les huit premières valeurs binaires du signal numérique ci-contre sont :**

- 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111
- 100, 110, 111, 111, 101, 100, 011
- 100, 110, 111, 101, 100, 011, 010, 001



- 5. Le rendu sonore lorsque l'on écoute un fichier son :**

- dépend uniquement de la qualité du fichier son
- est toujours identique à condition qu'il s'agisse d'un son numérique
- dépend de la qualité du fichier son et de celle du matériel utilisé (haut-parleur, casque, etc.)

4 Question de synthèse

Expliquez les processus de la compression sans perte et de la compression avec pertes et comparez leurs effets sur un fichier audio.

Votre réponse prendra la forme d'un texte d'une dizaine de lignes.

Critères de réussite

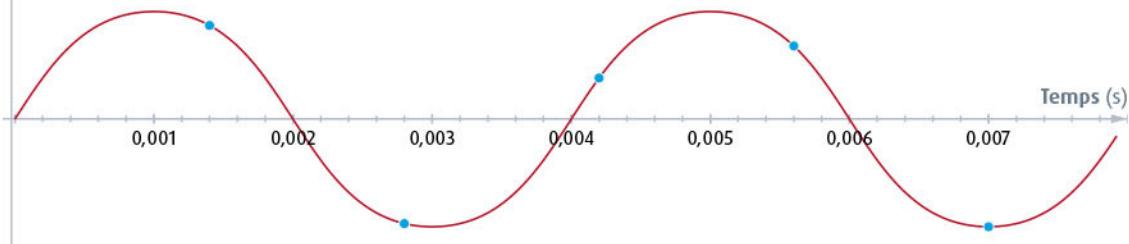
- ✓ J'ai parlé des fréquences du fichier original et de la taille du fichier compressé.
- ✓ Mon texte est organisé de façon logique.
- ✓ Mes phrases sont ponctuées et grammaticalement correctes.

5 Mesurer et calculer

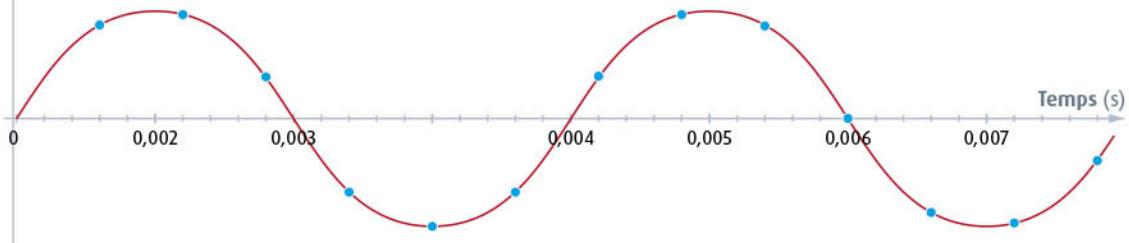
Détermination des paramètres de numérisation

On échantillonne un signal avec deux fréquences d'échantillonnage f_{e_1} et f_{e_2} et on représente les échantillons sur le signal analogique. On quantifie ensuite le signal échantillonné avec la fréquence f_{e_2} .

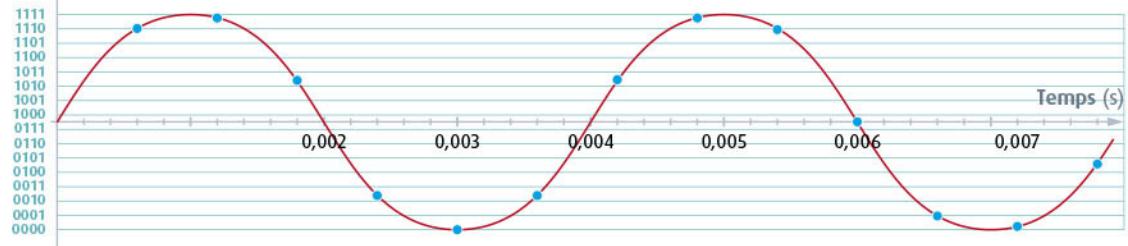
Amplitude (unité arbitraire)

DOC 1 Échantillonnage avec une fréquence f_{e_1} .

Amplitude (unité arbitraire)

DOC 2 Échantillonnage avec une fréquence f_{e_2} .

Amplitude (unité arbitraire)

DOC 3 Quantification du signal échantillonné avec f_{e_2} .

QUESTIONS

1. Vérifiez si le théorème de Shannon est respecté pour les deux fréquences d'échantillonnage.
2. Déterminez alors quelle fréquence d'échantillonnage reproduit le mieux le signal analogique.
3. Comptez le nombre de bits et le nombre de niveaux utilisés pour la quantification.
4. Écrivez la suite des valeurs binaires qui constituent le signal numérique.

6 Calculer et raisonner

Le choix d'une carte mémoire

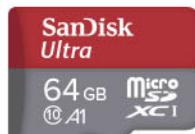
Vous voulez acheter une carte mémoire SD vous permettant de stocker votre bibliothèque de 300 CDs sur votre nouveau téléphone.

Byte est un mot anglais qui désigne un groupe de bits. Un octet se traduit donc en *8-bit byte*, ce qui signifie bien un groupe de 8 bits. Le *7-bit byte* et *9-bit byte* existent aussi, mais comme on utilise surtout le *8-bit byte* en informatique, ce dernier a été renommé *byte* pour faire plus rapide. Le *byte* est noté B.

DOC 2 Définition du byte.

	CD	MP3-320
Durée stockée	74 minutes	NA
Débit	1411 kbytes/s	320 kbytes/s

DOC 3 Propriétés des formats CD et MP3-320.



DOC 1 Cartes mémoire de différentes tailles.

QUESTIONS

- Calculez la durée en secondes de votre bibliothèque de CDs.
- Calculez la taille de votre bibliothèque de CDs au format MP3-320.
- En déduire la carte que vous devez acheter.

7 Calculer et vérifier

Calcul de taux de compression

On dispose d'un fichier son original au format WAV que l'on a compressé au format MP3 avec trois taux de compression différents.

DOC 1 Propriétés du format original et des formats compressés.

QUESTIONS

- Rappelez si la compression MP3 est une compression avec ou sans pertes.
- Calculez le taux de compression pour chacun des trois fichiers MP3.
- Sachant qu'on perd en qualité sonore pour un taux de compression supérieur à 10:1, déterminez si certaines compressions engendrent une perte de qualité.
- Le débit binaire du fichier original étant de 768 kbit/s, vérifiez si les débits binaires annoncés dans le nom des fichiers (320, 128 et 56) sont en accord avec les taux de compression calculés.

bol tibetain.wav	4,2 Mo
Modifié : dimanche 20 janvier 2019 à 23:34	
+ Tags...	
▼ Général :	
Type : Audio Waveform	
Taille : 4 214 596 octets (4,2 Mo sur disque)	
▼ Général :	
bol tibetain_mp3_320.mp3	1,8 Mo
Modifié : dimanche 20 janvier 2019 à 23:59	
+ Tags...	
▼ Général :	
Type : Audio MP3	
Taille : 1 753 920 octets (1,8 Mo sur disque)	
▼ Général :	
bol tibetain_mp3_128.mp3	701 Ko
Modifié : lundi 21 janvier 2019 à 00:05	
+ Tags...	
▼ Général :	
Type : Audio MP3	
Taille : 701 184 octets (705 Ko sur disque)	
▼ Général :	
bol tibetain_mp3_56.mp3	306 Ko
Modifié : lundi 21 janvier 2019 à 00:03	
+ Tags...	
▼ Général :	
Type : Audio MP3	
Taille : 305 928 octets (307 Ko sur disque)	

Préservation



Statue d'Antonio Stradivari à Crémone

Numériser pour la postérité

Trois célèbres luthiers : Stradivari (dit Stradivarius), Amati et Guarneri del Gesù, ont vécu à Crémone, en Italie, aux XVI^e et XVII^e siècles. Quelques-unes de leurs pièces sont aujourd'hui entreposées au Musée du violon de la ville, et sont parmi les instruments à cordes les plus précieux du monde. C'est pourquoi, début 2019, la municipalité de Crémone a décidé d'enregistrer toutes les sonorités possibles produites par quatre instruments sélectionnés dans la collection. Le son de ces instruments mythiques pourra ainsi être préservé pour les générations futures. Les centaines de milliers de fichiers créés seront stockés sur une base de données, la *Stradivarius Sound Bank*, et pourront même être utilisés par les musiciens du futur pour créer de nouveaux morceaux lorsque les instruments originaux seront trop dégradés.



Pour en savoir plus [Vidéo de France Info TV](#)

Menez l'enquête

Trouvez d'autres projets de numérisation d'archives, audio ou pas, qui sont en cours ou ont été réalisés.

Télécommunications

Le code Morse, un code binaire ?

En 1832, Samuel Morse propose une manière de coder les lettres en utilisant deux symboles : le trait et le point. On peut ainsi transmettre des informations par des signes simples, avec du son, de la lumière ou même des gestes. Beaucoup le considèrent comme l'ancêtre des communications numériques. Mais le code Morse est-il un code binaire ? À première vue oui puisqu'il n'utilise que deux symboles. Pourtant, le Morse permet de coder les 26 lettres de l'alphabet avec au maximum 4 symboles, alors qu'un codage sur 4 bits ne permet de coder que 2^4 donc 16 valeurs. Ceci s'explique par le fait qu'en binaire, 1, 01, et 001 correspondent au même nombre, alors qu'en Morse, -- et •-- sont différents, de même que -• et ---. Ni le trait ni le point ne jouent le rôle du zéro. En réalité, le Morse est donc plutôt un code ternaire, avec trois symboles : le trait, le point, et l'absence de symbole.

Pour en savoir plus Article de l'Encyclopédie Britannica

Le code Morse international	
A	—
B	—•••
C	—•—•
D	—••
E	•
F	••—•
G	——•
H	—•••
I	••
J	•——
K	—•—
L	—•—•
M	——
N	—•
O	——•
P	—•—•
Q	——•—
R	—•—
S	•••
T	—
U	••—
V	••—•
W	•—•—
X	•—•—•
Y	•——•—
Z	——•—•
1	—•——
2	—•—•—
3	—•—•—•
4	—•—•—••
5	—•—•—•••
6	—•—•—••••
7	—•—•—•••••
8	—•—•—••••••
9	—•—•—•••••••
0	—•—•—••••••••

Le code Morse international.

Menez l'enquête

Recherchez qui utilise encore le code Morse à l'heure actuelle.