

Compression d'un fichier Audio

Le MP3 a incontestablement rendu la musique plus portable et « partagée ». Les fichiers au format .mp3 ne prennent pas autant de mémoire que ceux d'un CD pour une qualité audio qui s'en approche : 700 Mo d'un CD audio peuvent être réduits en .mp3 à 63 Mo. Mais comment réduit-on ainsi la taille du fichier ?

La compression MP3 s'effectue « avec perte d'informations », ce qui signifie qu'à partir d'un fichier compressé, il n'est plus possible de retrouver le fichier d'origine. Des informations sonores sont simplement enlevées et perdues à jamais. L'algorithme mathématique qui convertit les fichiers .wav (format du CD) en .mp3 repose sur certaines méthodes qui prennent en compte des principes de l'audition humaine appelés « psychoacoustiques ».

- L'oreille humaine (ou plutôt le couple oreille-cerveau auditif) entend certains sons mieux que d'autres de sorte que toutes les fréquences supérieures à 15,5 kHz sont définitivement supprimées des fichiers .mp3 et celles comprises entre 1 et 4 kHz, auxquelles l'oreille humaine est le plus sensible, sont légèrement accentuées.
- L'oreille humaine sait mieux de quelle direction provient un son aigu (comme celui d'une sirène d'ambulance), qu'un son grave. Donc, pour tirer parti de ce fait et économiser de la mémoire, l'algorithme MP3 réduit les informations stéréo des sons de basse fréquence en informations mono.
- L'oreille humaine a du mal à entendre un son dit « masqué », c'est-à-dire couvert par des sons plus intenses. L'algorithme MP3 réduit les informations correspondantes.
- L'oreille humaine peut ne pas percevoir des sons séparés d'un court laps de temps et les confond alors en un seul. Le MP3 supprime donc les informations relatives à un son « voisin » d'un autre à tel point que les sons de réverbération ou de cymbale seront reproduits différemment pour un MP3 et pour un CD.

Nous pouvons ainsi réaliser une compression de données numériques par suppression psychoacoustique ici et là sans dégrader beaucoup la fidélité. Mais pensez-vous vraiment que supprimer autant d'informations sonores ne crée pas d'effet sur la musique et par conséquent l'expérience d'écoute ? Le vrai nœud de cette discussion est qu'il est vraiment dommage que les gens ne mangent que des hamburgers sans jamais savoir que le steak existe ! Si vous aimez la musique, découvrez comment vous l'écoutez et vous l'aimerez d'autant plus !

D'après « Vinyl Vs CD/Mp3: Insights Into Music Formats & The Metaphysics Of Our Music », blog.ourvinyl.tv.

A partir des différents documents proposés :

1. Définir en quoi consiste la compression d'un fichier audio.
2. L'enregistrement stéréo de l'adagietto de la symphonie n°5 de Gustave Mahler par le London Philharmonia dure 9min02s. Le convertisseur utilisé lors de l'enregistrement a une fréquence d'échantillonnage de 44,1kHz et un niveau de quantification de 16 bits. Calculer la taille du fichier audio WAV correspondant à cet enregistrement.
3. Calculer la taille de cet enregistrement compressé au format MP3.
4. Disposant d'un abonnement « GMonTel », vous est-il possible d'écouter cet adagietto en streaming à partir d'une plate-forme musicale qui code au format FLAC à Strasbourg ? à Baden-Baden ?

Taux de compression :

$$\tau = \frac{\text{taille du fichier après compression}}{\text{taille du fichier avant compression}}$$

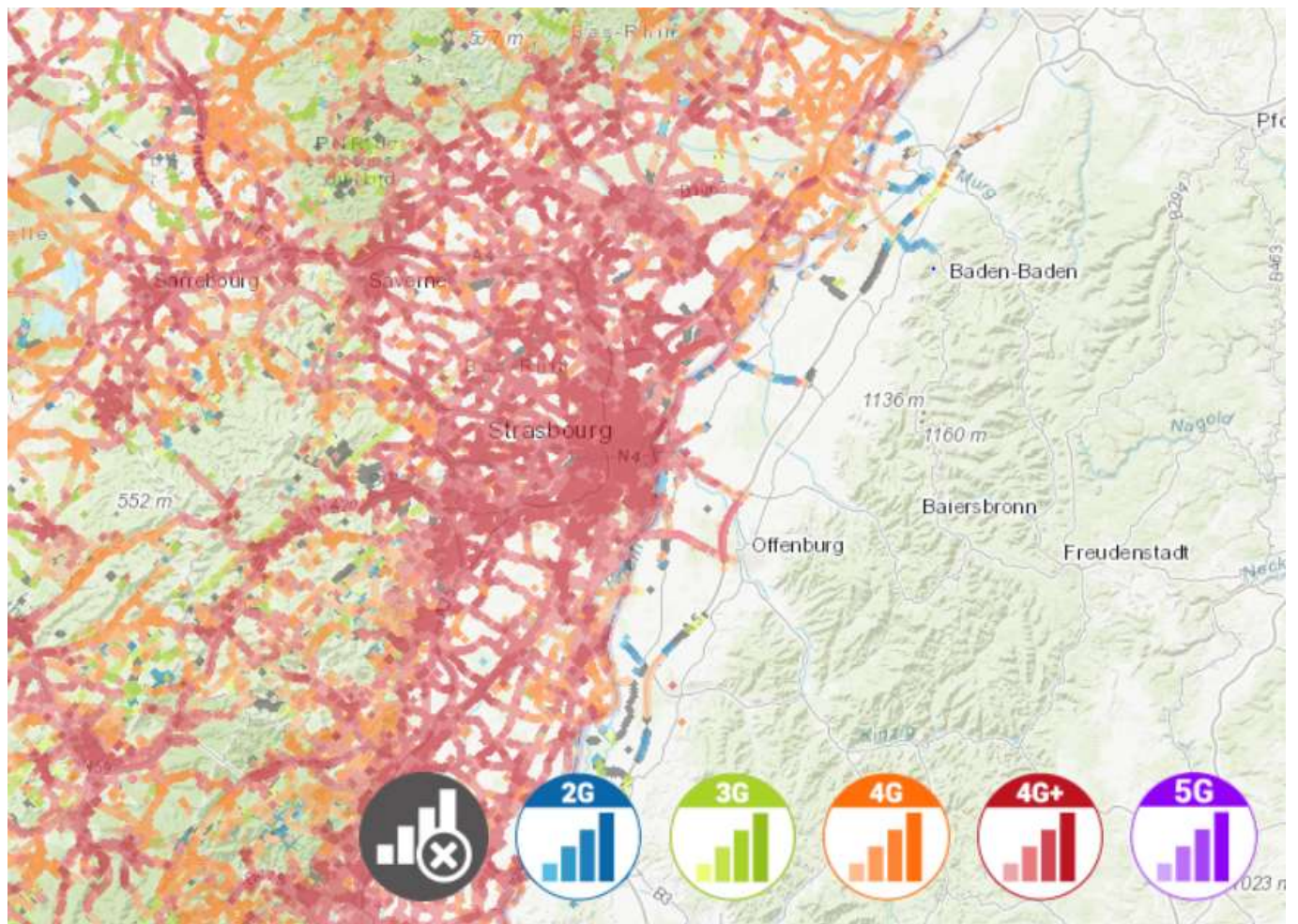
Format	Compression	Taux de compression indicatif	Catégorie de compression	Utilisation
WAV ou AIFF	non	Référence (1/1) (sans perte d'information)	Référence	Distribution de musique de qualité CD. Chaîne Hifi, baladeur, téléphone, PC.
FLAC	oui	1/2	Sans perte d'information (format dit « lossless »)	Libre de droit. Distribution de musique de qualité CD. Concurrent du streaming.
WMA	oui	1/15	Avec perte d'information (format dit « lossy »)	Baladeur, platine de salon, lecteur de CD portable, téléphone... disposant d'une licence Microsoft. Qualité proche de celle d'un CD avec ce taux de compression.
AAC	oui	1/15	Avec perte d'information (format dit « lossy »)	Choisi par Apple et publié cinq ans après le MP3 avec pour but d'offrir une meilleure qualité que le MP3 à fréquence d'échantillonnage et quantification identiques.
OPUS, anciennement OGG	oui	1/18	Avec perte d'information (format dit « lossy »)	Libre de droit. Qualité proche de celle d'un CD avec ce taux de compression.

Réseaux mobiles et débits : (d'après : <https://lehollandaisvolant.net/>)

- **G** : il correspond à une connexion GPRS (*General Packet Radio Service*). C'est un réseau appartenant à la dénomination **2G**. Le débit maximal théorique est de **0,171 Mb/s**.
- **E** : pour EDGE (*Enhanced Data-rates for GSM Evolution*). C'est un réseau entre le 2G et la 3G. Le débit max. th. est de **0,384 Mb/s**.
- **3G** : techniquement, c'est le réseau UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). C'est bien lui que l'on désigne par « 3G ». Le débit max. th. de cette norme est **1,920 Mb/s**.
- **H** : l'abréviation du HSPA (*High Speed Packet Access*) : c'est une évolution plus rapide de la 3G (nommée 3G+). Son débit max. th. est **14,4 Mbit/s**.
- **H+** : Pour HSPA+, évolution du HSPA, plus rapide encore (parfois nommée 3G++). Le débit maximal théorique en H+ est de **42,0 Mbit/s**.
- **4G** : ou LTE pour *Long Term Evolution*. C'est la **4G**. Son débit max. th. monte à **300 Mbit/s**.
- **4G+** : aussi appelé LTE-advanced. C'est la véritable 4G au sens technique. En pratique, on la voit sous l'appellation 4G+. Son débit max. th. monte à **3 Gb/s**.
- **5G** : aussi appelé LTE-advanced-Pro. Une évolution de la 4G+, encore plus rapide. Son débit max. th. monte à **50 Gb/s**.

Remarque : les débits indiqués sont les débits maximum. En pratique, le débit dépend des performances de l'appareil utilisé, du nombre d'utilisateurs connectés,

Couverture réseau « GmonTel » : (à partir de <https://www.nperf.com/>)



Correction :

1. Compresser un fichier signifie réduire sa taille.

Les possibilités de réduction sont multiples :

- Elimination des fréquences très aigües
- Réduction des sons grave à un encodage mono au lieu de stéréo
- Elimination des informations inaudibles (masquées)
- Elimination des informations trop rapprochées

2. Calcul de la taille du fichier :

$$Taille = \frac{F_e \times \Delta t \times n}{8} \text{ A.N. } Taille = \frac{44,1 \times 10^3 \times (9 \times 60 + 2) \times 16}{8} = 47,8 \times 10^6 \text{ o} = 45,5 \text{ Mio}$$

3. Taux de compression du format mp3 :

D'après les informations des documents : $\tau = \frac{63}{700} = 9 \%$

Donc : $Taille \text{ en mp3} = \frac{9}{100} \times Taille$ A.N. $Taille \text{ en mp3} = \frac{9}{100} \times 45,5 = 4,1 \text{ Mio}$

4. Débit nécessaire :

$$Taille \text{ au format FLAC} = \frac{1}{2} Taille = 23,9 \times 10^6 \text{ o}$$

$$D = \frac{\text{Nombre total de bits transmis}}{\text{Durée}} = \frac{Taille \times 8}{\Delta t}$$

A.N. $D = \frac{23,9 \times 10^6 \times 8}{9 \times 60 + 2} = 3,53 \times 10^5 \text{ Bit/s} = 0,353 \text{ MBit/s}$

A Strasbourg, l'abonnement permet de disposer de la 4G+ soit un débit de 3 Gbit/s. Ce débit est donc largement suffisant pour écouter la symphonie en streaming.

A Baden Baden, l'abonnement permet de disposer de la 2G uniquement soit 0,171 Mbit/s. Ce débit est insuffisant pour écouter la symphonie.