

---

« [Le protocole SSL](#)

[RIA, des Réseaux Sociaux à la vie politique le 21 janvier 2010](#) »

## Les différents formats de compression audio

12 January 2010 par Ivan Sutter

Depuis quelques années, le « MP3 » est pour ainsi dire rentré dans le langage courant. Il est d'ailleurs souvent associé au « piratage » de musique. Il n'en reste pas moins qu'il s'agit d'un format de compression qui est censé être utilisé à des fins entièrement légales. Le MP3 n'est d'ailleurs pas le seul format de compression audio, chacun aillant son domaine d'application.

Nous verrons donc dans cet article les bases des formats audio, c'est-à-dire la numérisation du signal. Nous ferons ensuite le tour des différents codecs (compression avec et sans perte), en observant leurs particularités techniques, quand et comment les utiliser, et de quelle qualité est le son restitué.

### La numérisation

Le but de la numérisation est de convertir un signal analogique vers une forme numérique. Cette dernière doit être capable de restituer le maximum d'informations par rapport à la source. Pour le son, ce maximum est lié à l'oreille de l'homme.

En effet, l'oreille est sensible, dans les cas extrêmes, aux fréquences allant de 20Hz (graves) à 20000Hz (aigus). Il faut donc au moins enregistrer les sons montant jusqu'à la fréquence de 20kHz.

Ainsi, d'après le théorème de Nyquist-Shannon, « la fréquence d'échantillonnage d'un signal doit être égale ou supérieure au double de la fréquence maximale contenue dans ce signal ». C'est-à-dire que, dans notre cas, le système de numérisation doit enregistrer les sons à une fréquence de 40000Hz (2 fois 20000Hz). La norme attachée aux CD audio (le « Red Book ») a d'ailleurs laissé une sorte de « marge de sécurité ». Ainsi, on échantillonne à 44100Hz (soit 2 fois 22050Hz). A noter également que l'on rencontre en général une fréquence d'échantillonnage à 48kHz pour les pistes audio des DVD, à 96kHz (voire à 192kHz) pour les pistes audio des Blu-ray et dans le milieu professionnel.

Vient ensuite la quantification, qui correspond à l'amplitude du son, c'est-à-dire globalement au volume. La norme des CD audio fixe la quantification à 16 bits. On trouve parfois une quantification fixée à 24 bits dans le cadre des pistes audio des DVD et Blu-ray.

Mais ces étapes sont gérées par le matériel de conversion analogique numérique. Ce qu'il est important de retenir ici est le fait que les CD audio sont échantillonnés à 44,1kHz (et quantifié à 16 bits). Ainsi, si vous voulez faire un enregistrement (avec un micro par exemple), le couple 44,1kHz/16bits suffit amplement.

### Un format non compressé : le WAV/PCM.

Le format de fichier audio non compressé le plus courant sous Windows est le WAV (« .wav », WAVEform audio format). Son équivalent sous Mac est le AIFF (« .aiff », Audio Interchange File Format). Les fichiers WAV contiennent pour la plupart du temps un flux audio au format PCM (Pulse-code modulation, modulation d'impulsion codée en français). Il s'agit de la façon dont le son est codé. Le format PCM est d'ailleurs utilisé sur les CD audio, comme énoncé précédemment par la norme Red Book (1 piste = 1 flux PCM de 2 canaux, chacun échantillonné à 44,1kHz et quantifié à 16 bits).

En prenant cette « norme », on peut calculer le débit et donc la taille d'un fichier : 2 canaux x 44100 échantillons par seconde par canal x 16 bits par échantillon = 1411200 bit/s, soit environ 172 Ko/s. Un morceau de musique de 5 minutes pèserait donc environ 50Mo, ce qui, malgré les capacités de stockage actuelles et les débits de bande passante, peut-être considéré comme un fichier lourd. C'est ici qu'interviennent les formats de compression.

Pour résumer, on a donc un flux de données audio encodé au format PCM, qui est en général :

- Encapsulé dans un fichier WAV sous Windows, AIFF sous Mac.

- « Gravé » au format Red Book (on parle aussi de CDDA, pour Compact Disc Digital Audio) sur les CD audio (on parle de vos propres compositions ou de toute œuvre non protégée bien entendue).

Le format WAV (on fera l'amalgame de toutes ces notions pour le nommer ainsi) opère donc en quelque sorte comme « BMP » des formats audio. C'est-à-dire, de gros fichiers non compressés, mais en général manipulables. Car même si des logiciels d'édition audio, comme Audacity, gèrent plusieurs types de fichiers, on peut considérer qu'il est plus sûr (pas de perte de données, car pas de compression avec perte) et plus rapide (pas de compression) de travailler avec du WAV.

En conclusion :

Avantages :

- Pas de perte, donc parfait pour le traitement.

- Lisible partout.

Inconvénients :

- Pas du tout fait pour être stocké sur son baladeur, ou même sur son disque dur. De plus, le WAV ne gère pas les « tags » contrairement à tous les futurs formats listés plus bas. Donc il n'est pas fait pour réaliser une audiothèque.

## Les formats compressés avec perte (lossy)

On peut donc considérablement réduire la taille des fichiers WAV grâce à des algorithmes de compression. Nous allons aborder ici le cas des formats de compression avec perte d'information. Bien sûr, cette perte est calculée de manière à ce que l'oreille humaine ne puisse pas entendre cette destruction, dans la mesure du possible.

### Le MP3

Abréviation de MPEG-1 Audio Layer III, le MP3 est donc un format audio de compression de données avec perte. C'est un pionnier dans le milieu des compresseurs audio, lancé en 1994, puis popularisé vers 1997, grâce notamment au lecteur Winamp. En quelques mots, ce sigle signifie que cette norme d'encodage a été développée dans le cadre de la norme MPEG-1 (réputée pour les normes vidéo). La « couche 3 » (layer) correspond à la complexité de l'algorithme, qui est ici la plus intéressante au niveau du rapport débit/taille.

Le MP3 détruit donc une partie de l'information, mais laquelle ? Tout d'abord les hautes fréquences, a priori inaudibles pour l'homme. On a en effet vu que l'oreille humaine était au maximum capable d'entendre des sons à 20kHz. Or, on peut éventuellement discerner ces hautes fréquences uniquement dans des conditions adéquates. Ces hautes fréquences peuvent donc être détruites, car il faudrait une aptitude auditive vraiment supérieure à la moyenne pour pouvoir identifier ces pertes. Par ailleurs, un phénomène appelé « masque » est utilisé par le MP3. Cette technique part du principe qu'un son fort occultera un son faible (toujours pour une oreille normale). Ces sons « masqués » peuvent donc être supprimés.

Mais à trop vouloir compresser, on perd donc en qualité sonore. Un phénomène de préécho peut également apparaître (en quelque sorte l'équivalent des artefacts JPEG pour le MP3).

Pour qu'il reste correct, un fichier audio doit donc tout de même être compressé en MP3 à un bon débit. Cette qualité s'est d'ailleurs améliorée au fil du temps, grâce notamment aux travaux de l'encodeur actuellement le plus répandu : LAME (c.f. Références). Il suffit de mettre l'exécutable dans le répertoire de votre choix, et d'y accéder via l'invite de commande Windows. Il vous faudrait donc quelques notions en matière de ligne de commande. Par ailleurs, la plupart des logiciels de gestion audio proposent aux utilisateurs de configurer la manière dont on encode en MP3. Il faudra au moins spécifier l'emplacement du fichier « lame.exe ».

Voici quelques exemples d'utilisation du logiciel LAME, actuellement en version 3.98.2, avec les lignes de commandes à la clé :

- Qualité maximum : CBR à 320kbps (Constant Bit Rate , débit binaire constant). Chaque échantillon est encodé à un bitrate constant. A 320kbps, on peut considérer que c'est pour du stockage, mais avec perte. On peut aller jusqu'à 128kbps. En dessous, on perd vraiment en qualité. Voici la ligne de commande pour encoder en CBR à 320kbps :

```
lame.exe -b 320 SourceAudioFile.wav DestinationAudioFile.mp3
```

- Qualité correcte pour l'écoute, pour une audiothèque par exemple : VBR V2 (Variable Bit Rate, débit binaire variable). Contrairement au CBR, le VBR a un débit qui varie, comme son nom l'indique. Par exemple, une zone de « silence » (ou avec très peu d'information) sera encodée à un débit très faible. Les zones plus complexes seront par contre encodées à un débit « maximal » décidé en fonction du profil choisi. Ici, « V2 » indique le type de profilé (de V0 à V9, V0 correspondant la meilleure qualité). Attention, au-delà de V6 on perd en qualité, le flux étant même ré échantillonné à 32kHz puis 24kHz (donc grosse perte dans les aigus). Voici la ligne de commande pour encoder avec le profil V2 :

```
lame.exe -V2 SourceAudioFile.wav DestinationAudioFile.mp3
```

En conclusion :

Avantages :

- Compatible partout (éventuellement légèrement moins pour le profil VBR).

- Bon rapport taille de fichier/qualité sonore pour les débits entre 128kbps et 320kbps (avec l'encodeur LAME). Un morceau de 5min pèserait environ 12Mo à 320kbps, 9Mo en VBR V2, et 5Mo à 128kbps.

Inconvénients :

- Pas le meilleur pour une audiothèque (ces concurrents proposent une meilleure qualité autour des 200kbps).

- Pas fait du tout adapté aux bitrate inférieurs à 128kbps.

- Sous licence commerciale, donc pas adapté pour être intégré gratuitement dans un jeu vidéo à petit budget, ou gratuit, par exemple. Idem pour l'intégration de l'encodeur lame.exe dans un logiciel.

## Ogg Vorbis

Lancé en 2000, le codec Vorbis est projet open source de compression audio développé par la Xiph.Org Foundation. Ce flux est en général contenu dans un fichier « .ogg » (format de fichier). Par extension on parle donc du format Ogg Vorbis, voire simplement Ogg.

Globalement, l'Ogg est un format de compression avec perte comparable au MP3. Il est cependant bien meilleur dans les bas débits (sous les 100kbps). On notera aussi la présence de la gestion de plusieurs canaux (contre seulement 2 pour le MP3). Pour les plus exigeants, ou curieux, une version dérivée a été développée par un japonais et est jugée plus performante. Baptisée aoTuV, elle est légèrement plus performante que la version de base de Xiph.Org.

Voici un exemple de ligne de commande avec le logiciel OggEnc version 2.85 utilisant la libVorbis de base (c.f. Références).

- Qualité « q5 », qui correspond à un débit tournant autour de 160kbps. Idéal pour musique d'ambiance (jeu vidéo, vidéo de présentation), voire une audiothèque :

```
oggenc2.exe -q5 SourceAudioFile.wav -o DestinationAudioFile.ogg
```

En conclusion :

Avantages :

- Surpasse globalement le MP3 à tous les débits, surtout sous la barre des 100 ou 128kbps. Gère également plusieurs canaux.
- Pris en compte par la balise de la norme HTML 5.
- Non breveté (licences BSD et GNU), donc idéal pour les projets. Certains jeux vidéo grands publics utilisent d'ailleurs l'Ogg pour leurs musiques.

Inconvénients :

- Encore un peu moins répandu que le MP3, donc risque d'incompatibilité avec le matériel de lecture.

## Le Musepack (MPC)

Un petit mot sur ce codec libre, peu connu et spécialisé pour la musique. Il est en effet considéré comme l'un des meilleurs (voire le meilleur) codecs pour les hauts débits appliqués à l'encodage de la musique (de 160 à 224kbps). Il reste cependant un compresseur avec perte. Il prend d'ailleurs base sur le MP2 (la « couche 2 » par rapport au MP3), avec l'incorporation de plusieurs techniques d'optimisation. Il prend notamment le soin d'éviter les effets de « préécho » cités au sujet du MP3.

Voici comment l'utiliser, après avoir téléchargé l'exécutable :

- Pour obtenir un fichier audio d'une taille correcte avec un son de très bonne qualité, il faut utiliser les profils allant du paramètre quality 5 à 7, voire 8. Ces indices de qualité ont également des noms. Voici un exemple pour l'indice 7, nommé « insane » :

```
mpcenc.exe --insane SourceAudioFile.wav DestinationAudioFile.mpc
```

En conclusion :

Avantages :

- Sans doute le meilleur format de compression pour la musique, mais à haut bitrate. De plus, rapide à l'encodage.
- Pas de soucis de brevets (licences LGPL et BSD).

Inconvénients :

- Un peu marginal, donc pas reconnu par tous les périphériques.
- Peut être mixé avec de la vidéo depuis la version 1.30.0 sortie en 2009, mais ce n'est pas son domaine d'application.

## Le AAC

Intégré à la norme MPEG-4 en 1997 (puis optimisé plusieurs fois, dont récemment en 2004), l'Advanced Audio Coding annonce clairement la couleur : remplacer le MP3. L'AAC propose en effet plusieurs avantages, comme tout simplement une meilleure compression (plus petit bitrate donc plus petits fichiers, tout en gardant une bonne qualité), possibilité d'encoder 48 canaux (vraiment utile ?) etc. Ces avantages sont notamment vantés par Apple et son logiciel référence en matière de musique, à savoir iTunes.

L'AAC est contenu dans des fichiers dont l'extension est en général « .m4a », « .mp4 » ou « .aac ».

Outre iTunes, on peut encoder en AAC avec un encodeur de chez Nero, la célèbre suite de logiciel de gravure. Il existe d'autres encodeurs, comme FAAC. Mais nous verrons ici un exemple avec Nero AAC Encoder 1.3.3.0. Là aussi, il existe plusieurs profils ayant des fonctions différentes :

- Encodage à débit pour la musique. On utilise le profile AAC LC (Low Complexity). Nero Encoder choisit tout seul le profil en fonction du débit (paramètre « q ») demandé :

```
neroAacEnc.exe -q 0.5 -if SourceAudioFile.wav -of DestinationAudioFile.mp4
```

- Le profilé HE-AAC (High Efficiency) permet d'améliorer encore la compression. Il utilise la technique Spectral Band Replication (SBR) qui consiste à répliquer les hautes fréquences (dont nous sommes moins sensibles) redondantes. On arrive à des taux idéaux pour stocker la musique dans son baladeur par exemple (64kbps) :

```
neroAacEnc.exe -q 0.25 -if SourceAudioFile.wav -of DestinationAudioFile.mp4
```

- On pousse à l'extrême avec un débit à 48kbps en utilisant le profil HE-AAC v2 (High Efficiency AAC v2). Il comporte une technologie en plus du SBR nommée Parametric Stereo (PS) qui consiste à ne pas encoder les 2 canaux (stéréo) mais un seul. La « différence » entre ces 2 canaux est tout de même gardée, mais de façon très compressée, et est donc restituée. Ici on force l'utilisation du profile :

```
neroAacEnc.exe -q 0.20 -hev2 -if SourceAudioFile.wav -of DestinationAudioFile.mp4
```

Avantages :

- Créé par de grands organismes pour remplacer le MP3, donc de plus en plus populaire (notamment grâce à iTunes).
- Meilleurs taux de compression. Notamment autour de 64kbps (moins de 3Mo pour un morceau de 5min, idéal pour les baladeurs), et même à 48kbps (pour l'optimisation extrême, en tant que piste audio d'une vidéo, pour le streaming par exemple).
- Sous licence, mais utilisable pour être diffusé dans un projet (contrairement au MP3).

Inconvénients :

- Un brevet protège (il faut payer) le droit de développer son propre codec AAC (mais il en existe déjà suffisamment).

## Les autres

Il existe bien entendu beaucoup d'autres codecs... Mention tout de même à deux d'entre eux :

- Le Windows Media Audio (WMA). Mauvais à ses débuts (encodage établi à 64kbps par défaut pour un résultat très mauvais), il est désormais dans le sillage des MP3, OGG et autres AAC. Il existe également en version lossless (voir chapitre suivant).

- Le Speex, format ouvert, en général contenu dans du « .ogg », est spécialisé dans la voix. Avec un encodage à très bat bitrate, c'est donc un codec qui a son domaine d'application propre. Assez récent (2003), il commence à se reprendre. Il est supporté par le Flash Player 10 depuis octobre 2008.

## Les formats compressés sans perte (lossless)

### Le FLAC (Free Lossless Audio Codec)

Ce format de compression sans perte a été lancé en 2001, puis repris en 2003 par Xiph.Org, l'équipe déjà connue pour l'Ogg. Le FLAC est un projet open source, et est de plus très bien supporté par divers périphériques, ce qui en fait un format assez répandu. Il est rapide à l'encodage et au décodage, mais, en contrepartie, propose un moins bon taux de compression. Ainsi, il ne faut pas s'imaginer face à un « .zip » ou « .rar » à décompresser. La lecture d'un fichier FLAC est immédiate. Et pour rappel, comme tous les formats de compression sans perte, le FLAC ne détruit pas d'informations du fichier source.

Voici un exemple d'utilisation de base, avec le taux de compression par défaut (à noter qu'une interface graphique est fournie pour l'installateur Windows) :

```
flac.exe -5 SourceAudioFile.wav -o DestinationAudioFile.flac
```

Avantages :

- Rapide, open-source et bien supporté par le matériel.

Inconvénients :

- Moins bons taux de compression (par rapport à ses concurrents).

### Le APE (Monkey's Audio)

Un format légèrement plus lent que le FLAC à l'encodage et au décodage, mais qui offre un meilleur taux de compression. Il est également légèrement moins supporté au niveau matériel et logiciel (par exemple, il n'est pas supporté nativement par le lecteur foobar2000 et certaines distributions du libre, contrairement au FLAC).

- Voici un exemple de ligne de commande (il existe une interface graphique) avec le taux de compression par défaut :

```
MAC.exe SourceAudioFile.wav DestinationAudioFile.flac -c2000
```

Avantages :

- Bon taux de compression, rapide...

Inconvénients :

- Une licence « spéciale » qui visiblement n'a pas aidé à son expansion dans le monde du libre et au niveau des périphériques.

## Le WavPack

Le WavPack (« .wv ») se positionne entre le FLAC et l'APE au niveau de la compression, et est même meilleurs que le FLAC en terme de vitesse. Seulement, il est moins supporté au niveau matériel. Il propose également une caractéristique intéressante, nommée Hybrid, qui consiste à proposer un mode de compression avec perte. Le fichier compressé avec perte peut être complété d'un fichier de correction permettant de rétablir les informations perdues.

- Voici un exemple de ligne de commande avec le taux de compression par défaut (aucun paramètre) :

```
wavpack.exe SourceAudioFile.wav DestinationAudioFile.wv
```

Avantages :

- Bon taux de compression, et en plus très rapide à l'encodage et au décodage.

Inconvénients :

- Aucun à part le fait d'être moins bien supporté que le FLAC.

## Les autres

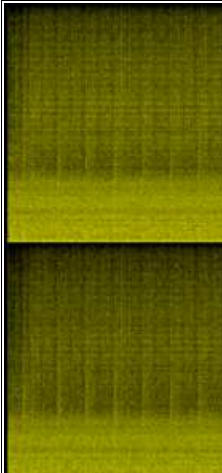
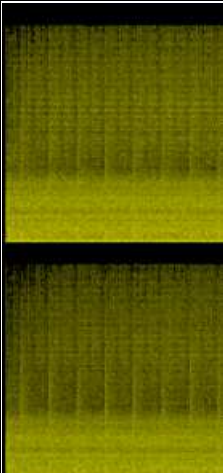
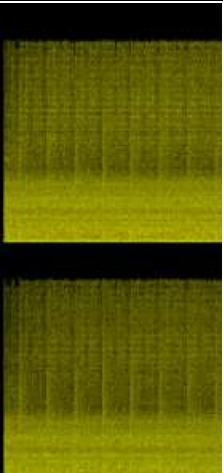
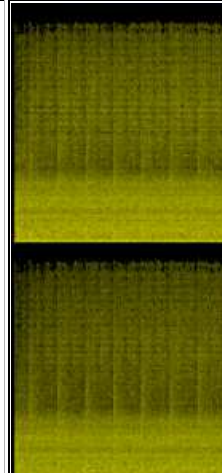

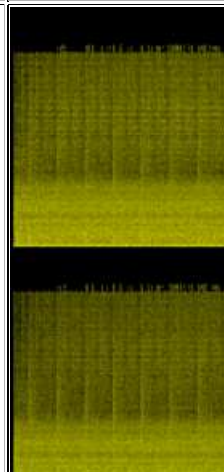

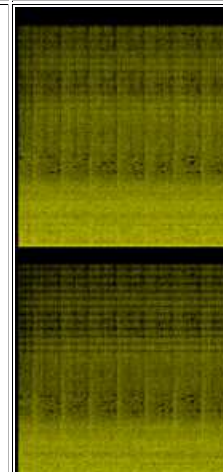
Là aussi il existe d'autres formats, dont l'OptimFROG (très gros taux de compression, mais très lent), l'ALAC (le format lossless d'Apple) et le WMA Lossless (le lossless de Microsoft). Pas de grosses surprises donc. L'OptimFROG n'ayant pas à mon goût beaucoup plus d'intérêt que les autres formats, malgré le fait qu'il soit censé mieux compresser.

## Conclusion

Voici deux tableaux récapitulatifs présentant respectivement des informations sur les formats de compression avec perte (lossy) et sans perte (lossless) évoqués ci-dessus. Le spectre audio est intéressant surtout au niveau des formats lossless, car on « voit bien » quelles données ont été supprimées. En effet, on voit souvent les hautes fréquences qui sont diminuées, voire supprimées : les fréquences sont représentées sur l'axe des ordonnées, le temps sur l'axe des abscisses, et le volume est représenté par un jaune plus franc. Ce spectre est en général donné par des logiciels professionnels comme Adobe Audition, mais ici on se contentera d'un module graphique du logiciel de lecture foobar2000. Il représente environ 5 secondes de lecture d'un même morceau. Le rendu visuel est à prendre à titre d'exemple, car je n'ai pas de précisions sur la véracité de ces interprétations. Dernière chose, le fichier audio utilisé a une durée de 5min11s. A noter donc que sur un seul morceau, certaines données concernant le temps d'encodage et la taille du fichier sont à remettre en question.

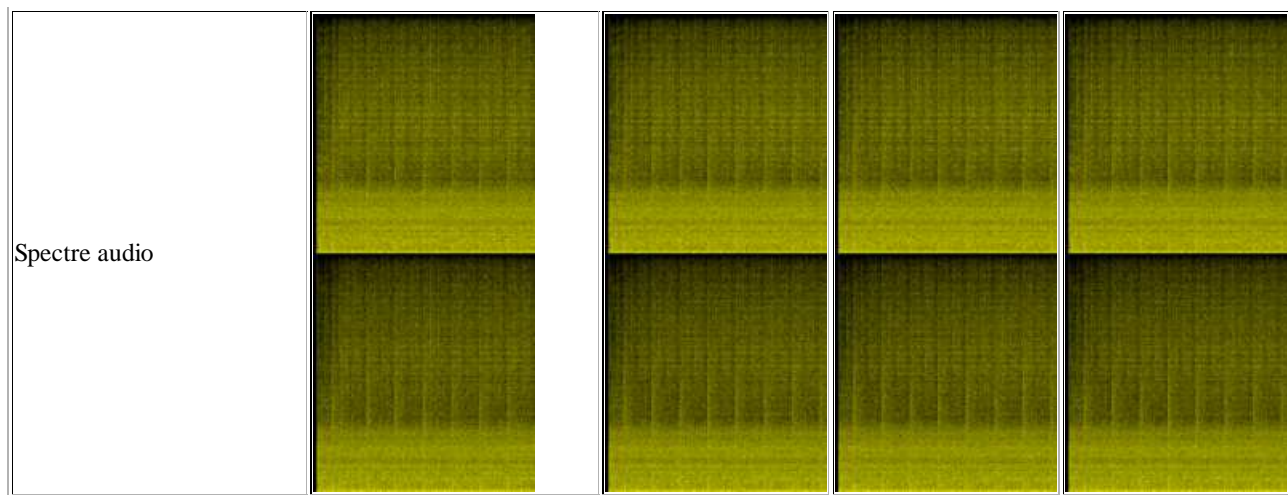
Les formats de compression avec perte :

Nom	WAV/PCM	MP3	MP3	Ogg Vorbis
Paramètres/indice de qualité	(original)	-b 320 &gt; CBR 320kbps	-V2 &gt; VBR V2 ≈221kbps	-q5 &gt; ≈160kbps
Taille du fichier	52,3Mo	11,8Mo	8,5Mo	6,15Mo
Temps d'encodage		13s	11s	19s
Domaine d'application	Traitement audio, CD audio	Peu conseillé (pas rentable)	Audiothèque, bandes sons (car très supporté)	Audiothèque, bandes sons de jeux, vidéos, etc.

Spectre audio				
Nom	MPC	AAC (LC)	AAC (HE-AAC)	AAC (HE-AAC v2)
Paramètres/indice de qualité	--insane/-q7 => ≈224kbps	-q 0.5 [-lc] => ≈192kbps	-q 0.25 [-he] => ≈64kbps	-q 0.2 -hev2 => ≈48kbps
Taille du fichier	9Mo	7,7Mo	2,9Mo	1,8Mo
Temps d'encodage	10,3s	≈13s	≈10s	≈6s
Domaine d'application	Audiothèque « pour audiophile »	Audiothèque (iTunes)	Bandes sons (vidéo de démo, streaming), baladeur (conditions d'écoutes difficiles, comme dans les transports)	Bandes sons (vidéo de démo, streaming), baladeur (conditions d'écoutes difficiles, comme dans les transports)
Spectre audio				

Les formats de compression sans perte :

Nom	Musepack	FLAC	APE	WavPack
Paramètres/indice de qualité	(original)	-5 (défaut)	-c2000 (défaut)	(défaut)
Taille du fichier	52,3Mo	41,4Mo	40,5Mo	41,2Mo
Temps d'encodage		Moins de 5s	4,4s	3,91s
Domaine d'application	Traitement audio, CD audio	Stockage	Stockage	Stockage



## Référence :

LAME (site) : <http://lame.sourceforge.net/>

LAME (MP3 Encoder) : <http://www.rarewares.org/mp3-lame-bundle.php>

Ogg Vorbis (site) : <http://www.vorbis.com/>

OggEnc (Ogg Vorbis Encoder) : <http://www.rarewares.org/ogg-oggenc.php>

Musepack (MPC) : <http://www.musepack.net/index.php?pg=win>

Nero AAC Encoder : <http://www.nero.com/enu/technologies-aac-codec.html>

FLAC : <http://flac.sourceforge.net/download.html>

APE : <http://www.monkeysaudio.com/download.html>

WavPack : <http://wavpack.com/downloads.html>

Site spécialisé dans l'audio : <http://wiki.hydrogenaudio.org/>

Tests d'écoute : [http://wiki.hydrogenaudio.org/index.php?title=Listening\\_Tests](http://wiki.hydrogenaudio.org/index.php?title=Listening_Tests)

Logiciel utilisé pour les spectres audio, foobar2000 : <http://www.foobar2000.org/>

Cet article a été publié le Tuesday 12 January 2010 à 12:22 et est classé dans [Autres](#). Vous pouvez en suivre les commentaires par le biais du flux [RSS 2.0](#). Vous pouvez [laisser un commentaire](#), ou [faire un trackback](#) depuis votre propre site.

## Laisser un commentaire

Nom (obligatoire)

Adresse e-mail (ne sera pas publié) (obligatoire)

Site Web

Dites-le !

•  Chercher

•

## • **SONDAGE**

- [Que pensez-vous du blog ?](#)

## • **Archives**

- [May 2013](#)
- [April 2013](#)
- [March 2013](#)
- [February 2013](#)
- [January 2013](#)
- [December 2012](#)
- [November 2012](#)
- [October 2012](#)
- [September 2012](#)
- [August 2012](#)
- [July 2012](#)
- [June 2012](#)
- [May 2012](#)
- [April 2012](#)
- [March 2012](#)
- [February 2012](#)
- [January 2012](#)
- [December 2011](#)
- [November 2011](#)
- [October 2011](#)
- [September 2011](#)
- [August 2011](#)
- [July 2011](#)
- [June 2011](#)
- [May 2011](#)
- [April 2011](#)
- [March 2011](#)
- [February 2011](#)
- [January 2011](#)
- [December 2010](#)
- [November 2010](#)
- [October 2010](#)
- [September 2010](#)
- [August 2010](#)
- [July 2010](#)
- [June 2010](#)
- [May 2010](#)
- [April 2010](#)
- [March 2010](#)
- [February 2010](#)
- [January 2010](#)
- [December 2009](#)
- [November 2009](#)
- [October 2009](#)
- [September 2009](#)
- [August 2009](#)
- [July 2009](#)
- [June 2009](#)
- [May 2009](#)
- [April 2009](#)
- [March 2009](#)
- [February 2009](#)
- [January 2009](#)
- [December 2008](#)
- [November 2008](#)
- [October 2008](#)
- [September 2008](#)
- [August 2008](#)
- [July 2008](#)
- [June 2008](#)
- [May 2008](#)



- [January 2008](#)
- [December 2007](#)
- [November 2007](#)

## • Catégories

- [actualité](#) (38)
- [Adobe](#) (103)
- [Apple](#) (50)
- [Autres](#) (278)
- [GED](#) (3)
- [java](#) (47)
  - [J2EE](#) (18)
- [Jeux Vidéo](#) (89)
- [Microsoft](#) (106)
  - [.Net](#) (54)
  - [Office](#) (2)
- [mobile](#) (73)
- [musique](#) (8)
- [navigateur](#) (27)
- [Non classé](#) (6)
- [php](#) (29)
- [RIA/RDA](#) (63)
- [RIA/RDA](#) (49)
- [SEO](#) (37)
- [Serveur](#) (35)
- [success story](#) (12)
- [Web](#) (164)

---

Blog MTI est fièrement propulsé par [WordPress](#)  
[Articles \(RSS\)](#) et [Commentaires \(RSS\)](#).