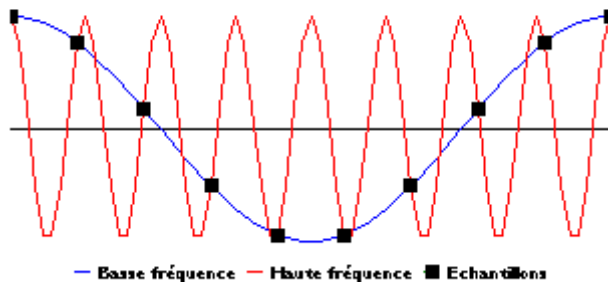


La [fréquence d'échantillonnage](#) d'un [signal](#) doit être égale ou supérieure à 2 fois la fréquence maximale contenue dans ce signal, afin de convertir ce signal d'une forme [analogique](#) à une forme [numérique](#)

Echantillonnage



Résolution des échantillons : Exprimé en mot constitué de bit (0 ou 1)
8 12 14 16 20 24

Voici quelques informations qui vous permettront de mieux comprendre les différents formats audio, ainsi que leurs [taux de compression](#) et leurs caractéristiques.

Ces fichiers répondent à des algorithmes de compression/décompression [codec](#) différents ([MP3](#), [AIFF](#), [WMA](#), [OGG](#), [AAC](#), [VQF](#), [FLAC](#), ...).

Dans un format donné, les fichiers sont déclinés en plusieurs [taux de compression](#) (bitrate exprimé en kbps) qui induisent des niveaux de qualité sonore et des poids de fichier très différents. En théorie, plus le bitrate est haut, moins le fichier est comprimé. La qualité de ce fichier comprimé s'approche de la celle du fichier non comprimé. Par contre, plus le bitrate est bas, plus le rendu sonore perd de sa qualité. Nous constaterons que le bitrate ne constitue pas à lui seul l'assurance d'une conversion de qualité.

D'autre part, certains formats sauvegardent d'autres informations que des données sonores. Ainsi, on trouve souvent dans le fichier des informations complémentaires, comme par exemple le nom de l'auteur, un titre, voire une protection (le copyright), on les appelle les Tag. Ceux-ci ne sont lisibles que par certains logiciels.

Comparaison des numérisations du son

CDA (Compact Disc Audio)

Il s'agit simplement de l'extension qui apparaît sur les pistes des CD audio lorsqu'ils sont insérés dans le lecteur CD-ROM. Les CD audio du commerce répondent à la norme professionnelle "red book". Pour le calcul du poids : $44100 * 2(\text{octets}=16\text{bits}) * 2(\text{stéréo}) * 60(\text{secondes})$

Le suffixe des fichiers créés est **.cda**

Pour	Non comprimé, forcément qualité CD
Contre	Volumineux, Pas de gestion de Tag (certains CD sont CD text)

WAV (Waveform Audio Vector)

Mis au point par Microsoft et IBM, ce format mono ou stéréo est l'un des plus répandus. Le format "[Disque compact](#)" 44.1 kHz, 16 bits et stéréo nous servira de référence pour le calcul du poids et ratio des autres formats.

Pour le calcul du poids :

$44100 * 2(\text{octets}=16\text{bits}) * 2(\text{stéréo}) * 60(\text{secondes}) + \text{en-têtes} = 11\,300$
kilooctets/minute

Le suffixe des fichiers créés est **.wav**

Pour	Non comprimé (pour la version PCM)
Contre	Pas de gestion de Tag (certains CD sont CD text), limité à 2 Gio

Ogg (ou OGG Vorbis)

Le Ogg (ou Ogg vorbis) est un format libre fruit de la fondation Xiph.org. L'OGG se différencie des MP3, WMA et autres AAC par son algorithme. Il segmente les sources audio en paquets successifs, l'algorithme de compression agissant dans un premier temps sur chaque paquet indépendamment des autres. Cela lui permet d'avoir très peu de faiblesses sur certaines fréquences et de conserver la même qualité quel que soit le type de musique.

Le suffixe des fichiers créés est **.ogg**

Pour	Comprimé, meilleure qualité que le MP3, open source, très bon pour le streaming, supporte 255 canaux
Contre	long à l'encodage

AIFF (Audio Interchange Format File)

Equivalent du format Wav dans le monde Macintosh. Les résolutions 8, 16, 20, 24 et 32 bits (à virgule flottante) sont acceptées.

Le suffixe des fichiers créés est **.aif**

Pour	Non comprimé,
Contre	Très volumineux, une variante l'AIFF-C permet de compresser la taille jusqu'à 6x.

AAC ([Advanced Audio Coding](#)) ou MPEG-2 AAC

Il fait partie des successeurs du MP3. L'AAC, est une extension du MPEG-2 et a été amélioré en MPEG-4, MPEG-4 Version 2 et MPEG-4 Version 3. Il a été reconnu fin avril 1997.

Le suffixe des fichiers créés est **.aac**, **.mp4**, **.m4a**

Pour	Très bon codec destructif (mieux que MP3 et WMA), pas de trous (Gapless), mode 5.1 ou plus .
Contre	Durée d'encodage importante

Apple et l'ACC : Apple l'a choisi comme codec privilégié, on le retrouve dans son [iPod](#) et son logiciel [iTunes](#). Pour la vente musicale en ligne [iTunes Music Store](#), la norme [AAC](#) ne proposant pas de système de gestion des droits numériques ([DRMs](#)), Apple a développé son propre système, appelé [FairPlay](#). Notons qu'il est lisible sur Mac et PC.

[MP3](#) (MPEG-1 Layer III)

Star incontestée des codecs, MP3 est l'abréviation de Mpeg- 1 Audio Layer 3. Cet algorithme de compression prend naissance en 1987. L'ISO en fera un standard dans les années 92-93. La couche (Layer) III est la couche la plus complexe. Elle est dédiée à des applications nécessitant des débits faibles d'où une adhésion très rapide du monde internet à ce format de compression. Les taux de compression (ratio) sont d'ordinaire de 1 pour 10 (1:10) (1:4 à 1:12). Très rapide à l'encodage. Des royalties importantes sont à payer pour exploiter la licence MP3. Utiliser le MP3 lame dernier version la qualité peut être comparé au AAC.

Le suffixe des fichiers créés est **.mp3**

type de compression : constant ou variable (VRB)

Pour	Grande compatibilité, gestion des tag ID3 .
Contre	Compression destructive avec problèmes dans les aiguës, lors d'un ré-encodage on passe par un fichier .wav .

FLAC (*Free Lossless Audio Codec*) [\[modifier\]](#)

Le format [flac](#) est un format libre de compression audio sans perte. Maintenu par la fondation [Xiph.org](#), il est apprécié pour conserver la qualité des fichiers sonores originaux en alternative aux formats de compression avec perte type [mp3](#).

À l'inverse de codecs tels que [MP3](#) ou [Vorbis](#), il n'enlève aucune information du flux [audio](#).

Comme d'autres méthodes de compression, FLAC a pour principal avantage de réduire le débit ou la capacité de stockage nécessaire, sans perdre d'informations de la source audio (en anglais, *lossless* signifie « sans perte »). Par exemple, un enregistrement numérique (tel qu'un CD) codé en FLAC peut être décompressé pour obtenir une copie identique des données audio. Les sources audio peuvent être codées en FLAC pour permettre une réduction de taille de 30 à 70 %. La réduction de taille est dépendante de la source : plus le signal est constitué d'ondes régulières (sons naturels), meilleure est la compression. Par contre, un signal aléatoire (bruit) ne se compresse pas très bien. Ce phénomène se constate pour tous les formats de compression sans perte.

FLAC est approprié pour tous les archivages de données audio, avec le support des métadonnées, image de couverture, ainsi que pour la

recherche rapide. FLAC est libre et open source ; ne nécessitant pas le paiement de redevances, il est bien supporté par de nombreux logiciels. Le support de la restitution de FLAC sur les appareils audio portables, et les systèmes audio dédiés est limité mais en progrès¹. John Coalson est le premier auteur de FLAC

Pour	Pas de perte de qualité, open source.
Contre	Plutôt volumineux

WMA ([Windows Media Audio](#))

Créé par Microsoft à partir des recommandations MPEG 4 en 1999, ce format est utilisé par le logiciel Windows Media Player. Ce format est lié à une gestion pointue des droits d'auteurs ([DRM](#) ou Digital Right Management) qui permet de définir par exemple une durée de vie limitée pour les fichiers ou d'interdire les possibilités de gravure. Il existe plusieurs versions du codec (wma7.1, wma9, wma pro)

Le suffixe des fichiers créés est **.wma**

Pour	bonne compatibilité, gestion des tag, meilleure compression que le MP3.
Contre	Souvent illisible sur lecteurs portable, à cause de la gestion des droits et des restrictions dans le format wma.

ASF [Advanced Streaming Format](#)

Conteneur de [Microsoft](#) servant au [streaming](#) audio et vidéo

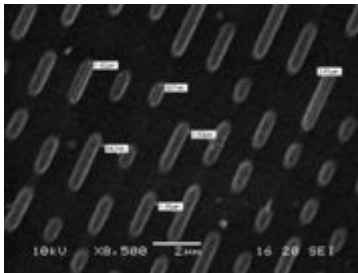
Pour

Contre Conteneur propriétaire très fermé ([Microsoft](#))

Au delà de la qualité CD

Le disque compact fut inventé conjointement par les firmes [Philips](#) et [Sony](#) en 1979.

Aujourd'hui, la norme CD a prouvé ses limites, tant au niveau de sa fréquence d'échantillonnage, que dans sa définition de 16 bits. Aidé par les nouveaux supports informatiques, le son peut être numérisé en 24 bits, voir 32 bits. La fréquence quand à elle est passée à 96 ou 192khertz. Cette avancée nous permet d'avoir un son plus clair, plus défini.



Les creux et les bosses ne représentent pas les 0 et les 1 des informations binaires. C'est le passage d'un creux à une bosse ou d'une bosse à un creux qui indique un 1. S'il n'y a pas de passage bosse-creux, alors il s'agit d'un 0. On appelle cela un *front*.

DVD Vidéo

Les DVD vidéo ont connu un énorme succès ces dernières années. Ils ont progressivement remplacé les cassettes [VHS](#) en offrant un certain nombre d'avantages par rapport à ces dernières :

La qualité d'image est nettement améliorée, d'autant plus qu'elle ne se détériore pas au fil des lectures comme c'était le cas sur les cassettes vidéo. Bien que beaucoup de résolutions et formats soient soutenus, la plupart des DVD au détail utilisent un format compressé [MPEG-2](#) de ratio 4:3 ou 16:9, stockée à une résolution de 720x480 (NTSC) ou 720x576 (PAL). Ce format vidéo permet de conserver une image très bien définie.

Souvent, les DVD vidéo proposent également le choix entre plusieurs pistes audios permettant de voir un film dans différentes [langues](#) et permettent souvent l'accès à des fonctions jusqu'ici inédites telles que le choix entre plusieurs [sous-titrages](#), l'accès à des bonus (scènes coupées, commentaires du réalisateur, coulisses du tournage) et même parfois le choix entre plusieurs angles sur certains films.

Par rapport à la cassette, une des innovations les plus notables est le passage direct à une séquence précise : plus besoin de rembobiner ou de chercher une séquence (comme avec une bande) : l'appui direct sur une ou plusieurs touche(s) permet d'accéder à un contenu ou à un chapitre immédiatement.

- Le DVD-5 : il est composé d'une face et d'une couche de stockage. Sa capacité est de 4,7 [Go](#) en valeur réelle (commerciale), soit 4,38 Go usuels (= 4,38 Go).
- Le DVD-9 : il est composé d'une face et de deux couches de stockage. Sa capacité est de 8,5 Go réels soit 7,92 Go usuels.
- Le DVD-10 : il est composé de deux faces et d'une couche par face (il faut retourner le DVD pour pouvoir lire la seconde face). Sa capacité est de 9,4 Go réels soit 8,76 Go usuels.
- Le DVD-18 : il est composé de deux faces et de deux couches par face. Sa capacité est de 17 Go réel soit 15,84 Go usuels.

Disque Blu-ray

Un disque Blu-ray simple couche contient environ 25 Go soit deux heures de [HDTV](#) audio et vidéo codés au format [MPEG-2](#), et un disque double couche peut contenir environ 50 Go. Le taux de transfert est de 36 Mbits/sec(soit 4,5 Mo/s)

Un disque Blu-ray simple couche contient environ 25 Go soit deux heures de [HDTV](#) audio et vidéo codés au format [MPEG-2](#), et un disque double couche peut contenir environ 50 Go. Le taux de transfert est de 36 Mbits/sec(soit 4,5 Mo/s)

Encodage Surround

Dolby et le *surround*

En 1976, Dolby met sur le marché un système inventé par Peter Scheiber et qui révolutionnera le cinéma des années 1980 : le **Dolby Stereo**. Outre la réduction de bruit, il permet la restitution du son en *surround* à partir de seulement deux pistes. Ainsi, on peut obtenir trois voies sonores derrière l'écran, et une voie sonore d'ambiance. En 2006, ce système est symbolisé par 3/1/0 : 3 voies derrière, 1 voie d'ambiance et 0 voie optionnelle (qui sera détaillée plus tard dans l'article).

La technique utilisée est celle du matriçage. Très schématiquement, on récupère les 4 voies de la façon suivante :

- les signaux des canaux gauche et droite sont en phase (identiques) : ils sont envoyés sur la voie centrale ;
- les signaux des canaux gauche et droite sont en opposition de phase (signal de gauche inverse de celui de droite) : ils sont remis en phase et envoyés sur la voie d'ambiance ;
- les autres signaux sont conservés sur leurs voies respectives.

Le grand public retrouvera le *Dolby Stereo* dans son salon avec les appellations [Dolby Surround](#) (2 voies avant + *surround*, ou 2/1/0), [Dolby ProLogic](#) (3/1/0), *Dolby ProLogic II* (3/2/0), et en 2006 *Dolby ProLogic IIx* (3/3/0). Ces décodeurs peuvent fonctionner avec n'importe quelle source stéréo, même sans avoir été spécifiquement encodées.

un signal numérique (AC-3) imprimé entre les trous d'entraînement du film ! Ainsi, on peut obtenir jusqu'à 6 canaux totalement discrets (non matricés) en configuration 3/2/1, le sixième ayant une capacité réduite (extrêmes graves, symbolisé par le .1 du 5.1 ou le 1 du 3/2/1).

Un système est dit 5.1 quand il utilise 5 canaux sonores principaux non-limités en bande passante (restitution entre 20 Hz et 20 kHz) et un canal optionnel (restitution entre 2 Hz et 120 Hz):

- 2 canaux avant
- 2 canaux arrière : *surround*
- 1 canal central
- 1 canal LFE (*Low Frequency Effect*) relié à un [subwoofer](#) pour renforcer les effets de grave.

Les 6 canaux qui composent le 5.1 sont indépendants les uns des autres

Ce format changera de nom pour devenir le *Dolby Digital*.

La dernière évolution notable est le **Dolby Digital EX** (pour *Extended*), qui ajoute une voie arrière centrale, matricée dans les voies arrières. Il permet une configuration en 3/3/1 à partir d'une source 3/2/1, donc de faire véritablement tourner le son autour de l'auditeur. Il demeure totalement compatible avec les décodeurs *Dolby Digital* classiques.

- *Dolby Stereo*
- Dérivés grand public : *Dolby Surround*, *ProLogic*, *ProLogic II*, *ProLogic IIx*

Multicanal numérique

- *Dolby SRD (Spectral Recording Digital)*, historiquement appelé *Dolby AC-3 (Audio Coding system version 3)*, et aujourd'hui *Dolby Digital*
- et ses améliorations : *Dolby Digital EX*, *Dolby Digital Plus* (haute définition)
- *MLP (Meridian Lossless Packing)*, format de compression sans perte d'un signal codé en [PCM](#) 192 kHz / 24 bits maximum, sur jusqu'à 63 canaux. Utilisé avec le [DVD](#) audio pour coder 5 canaux (+1) en 96/24, ou en stéréo jusque 192/24 (limites posées par le DVD).

codage audiophonique permet d'encoder les bandes son d'œuvres cinématographiques sur plusieurs canaux (contrairement à la monophonie qui ne propose qu'une seule voix ou la stéréophonie qui n'en propose que deux).

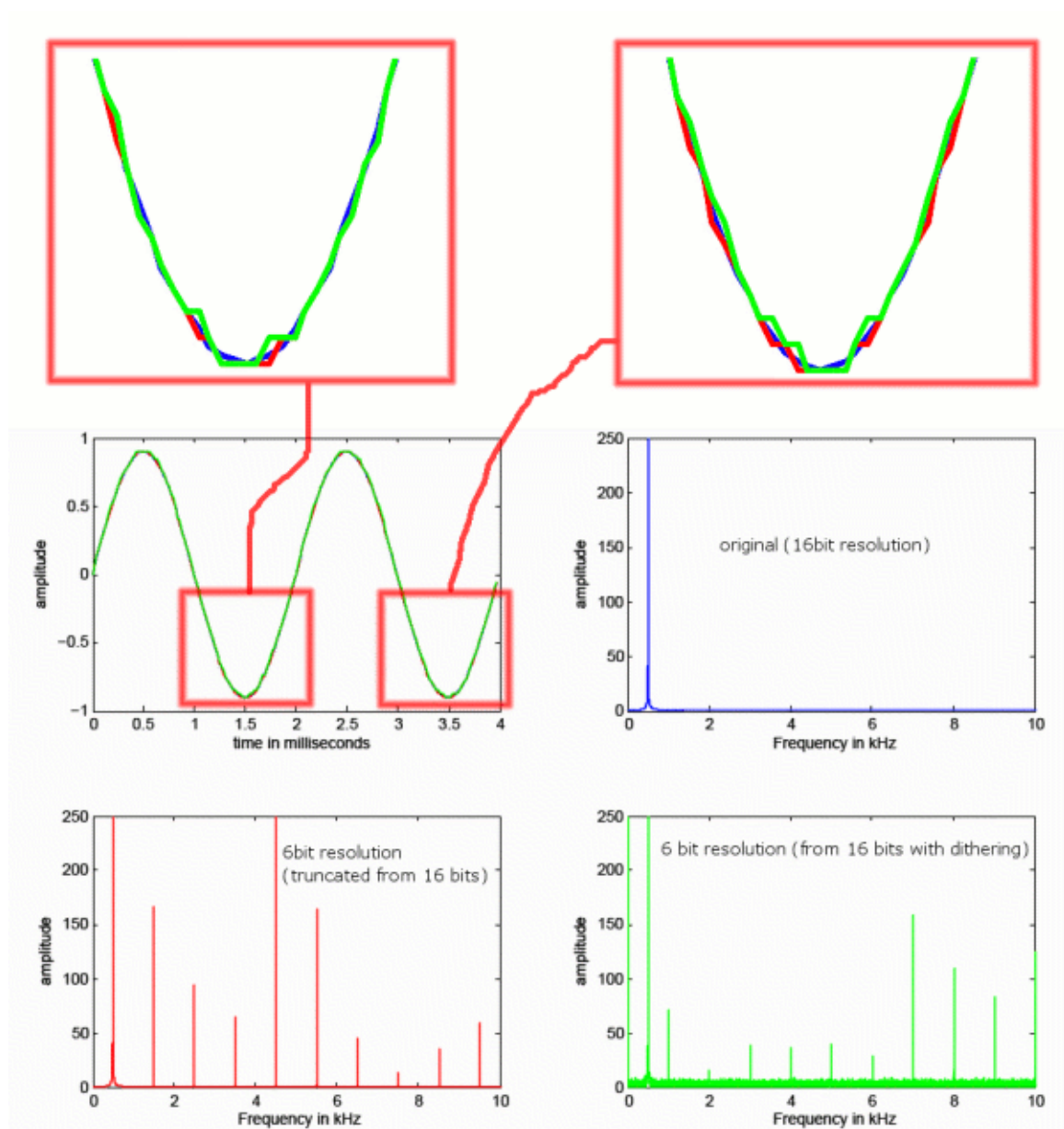
Plusieurs laboratoires ont proposé des systèmes d'encodage sur trois, quatre voire six, sept et huit canaux aujourd'hui. Les précurseurs en la matière ont été les laboratoires [Dolby](#) qui, bien avant les multicanaux, proposaient déjà le [Dolby](#) NR (Noise Reduction), un atténuateur de souffle pour les magnétophones à cassettes.

Aujourd'hui, il existe au moins trois grands systèmes d'encodage répandus :

- [Dolby](#) (de un à six canaux, le [2.1](#), le [5.1](#)...)
- [DTS](#) ([5.1](#) soit six canaux)
- [SDDS](#) (six à huit canaux)

Chacun de ces laboratoires propose sa ou ses normes d'encodage.

- [THX](#), lui, n'est pas un système d'encodage mais une norme de qualité, un cahier des charges à respecter afin d'obtenir ce label.



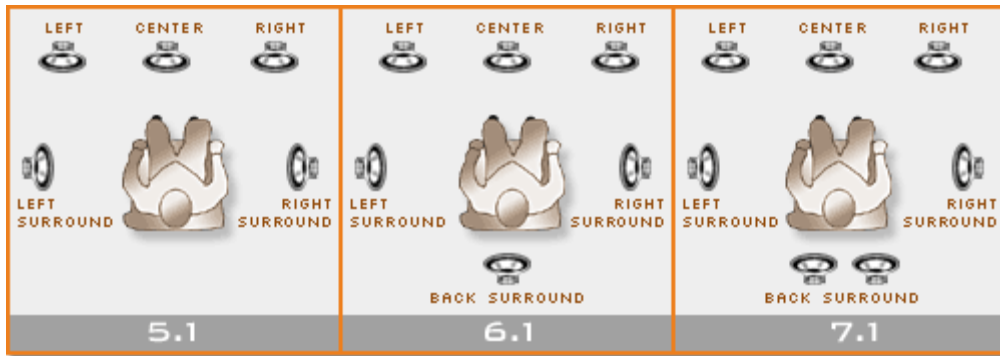
Reducing amplitude resolution of a 500Hz sine wave from 16 to 6 bits:

The Blue spectrum shows the original sine at 500Hz.

Truncating to 6 bits introduces harmonics/distortion (multiples of 500Hz) - red spectrum

Dithering reduces the amplitude of these distortions, but introduces background noise - green spectrum (please note that the spectral plots above have been clipped at 250. The amplitude at 500Hz has thus been clipped and is actually much larger than can be seen here)

The sine wave at the top shows that truncation (red) always rounds values the same way while dithering randomizes the choice of rounding up or down (green)



2.8 DATA COMPRESSION

2.8.1 Why do I need data compression in the first place?

Two reasons. The first is to squeeze more data onto a finite storage space. The second reason is because the bit rate of DVD (the pipe that the data has to flow through) is capped at 6.144Mbps for DVD-V and 9.6Mbps for DVD-A and six channels of 96/24 LPCM is too much bandwidth to fit through the data pipe.

2.8.2 What's the difference between Dolby Digital (AC-3) and DTS encoding?

Both methods are what's known as lossy data compression schemes where some information that is masked by more prominent data is thrown away. This is done in order to fit a lot of data through a small data pipe. Dolby Digital (formerly called AC-3) takes 6 channels of 48kHz/24 bit information and compresses it at about an 11 to 1 ratio to an a maximum bit rate of 640kbps, although 384 is the average data rate used. The payload data rates for DTS are 1.2 Mbps for music discs and 1.5Mbps or 754kbps for DVD. The compression ratio varies according to the input word length; 3:1 is about right for 20 bits, 48 kHz, at 1.5Mbps.

2.8.3 What's the difference between lossy and lossless compression?

Lossy compression (such as Dolby Digital or DTS) is built around perceptual algorithms that remove signal data that is being masked or covered up by other signal data that is louder. Because this data is

thrown away and never retrieved, it's what's known as "lossy". Depending upon the source material, lossy compression can either be completely inaudible, or somewhat noticeable. It should be noted that even when it is audible, lossy compression still does a remarkable job of recovering the audio signal and still sounds quite good.

Lossless compression (such as MLP) never discards any data and recovers it completely during decoding and playback.

2.8.4 What's MLP?

Meridian Lossless Packing is the compression standard used on the DVD-A in order to store six channels of 96/24 audio. MLP's main feature is that it never discards any signal information during data compression (which is why it's "lossless") and therefore doesn't affect the audio quality. MLP gives a compression ratio of about 1.85 to 1 (about 45%) and its licensing is administered by Dolby Laboratories.