

Du support analogique à l'archive numérique

Le son

Les différentes familles de supports dédiés à l'enregistrement et à la reproduction sonore

- Les supports mécaniques
- Les supports magnétiques
- Les supports optiques

Les supports mécaniques

- Les cylindres :
 - Thomas Edison, 1877
 - Cire, puis celluloïd
 - Gravure verticale



Les supports mécaniques

- Les cylindres :
 - Support réenregistrable (dictaphone)
 - Moulage par galvanoplastie, développement du marché de la musique enregistrée



Les supports mécaniques

- Les disques « 78T »
 - Emile Berliner, 1887 : Gramophone
 - Gravure latérale (verticale pour les Pathé Saphir)
 - Gomme laque
 - Deux faces



The Original Disc-Talking Machine.
A FEW POINTS ABOUT THE
BERLINER GRAM-O-PHONE

Without doubt, the best amusement producer and entertainer on earth.
Its simplicity is such that a four-year-old child can operate it perfectly.
It is substantial and solid. There are few parts to it and these few seldom, if ever, require any attention.
It is low priced—Fifteen Dollars (including 3 Records)—and we guarantee it to reproduce songs, choruses, bands, etc., with more clearness and accuracy than any hundred dollar machine on the market.
Our records are indestructible, and will stand any amount of rough handling without danger of injuring them; they are so compact that **fifty-two Gram-o-phone Records** occupy less space than **eight wax cylinder records.**
Our records are the only ones on which you can get the **Greatest Sousa's Band** production. All others claiming to have Sousa's Band records are **FAKES**, pure and simple, and Sousa will substantiate this statement.
Each record is signed by the maker, and the signature is reproduced in facsimile on every copy.
The Gram-o-phones and Records are made in Montreal; the factory is at 367-371 Aqueduct Street—It is **GUARANTEED** for three years.
#9 Mr. E. BERLINER was awarded a medal by the City of Philadelphia for the invention of the GRAM-O-PHONE. Like most valuable inventions, the Gram-o-phone has imitators—machines using the methods of the inventor—put on the market under a name to deceive an unsuspecting public; ask the name of the inventor of the "fake" machine—it has none—The Berliner Gram-o-phone was invented by the undersigned—all **flat record** talking machines other than the Gram-o-phone are fakes, pure and simple.

EMANUEL BLOUT,
Gen. Manager for Canada.
Beware of Trashy Imitations.

E. BERLINER,
2316 St. Catherine Street, MONTREAL, CAN.
Telephone Up 2418.

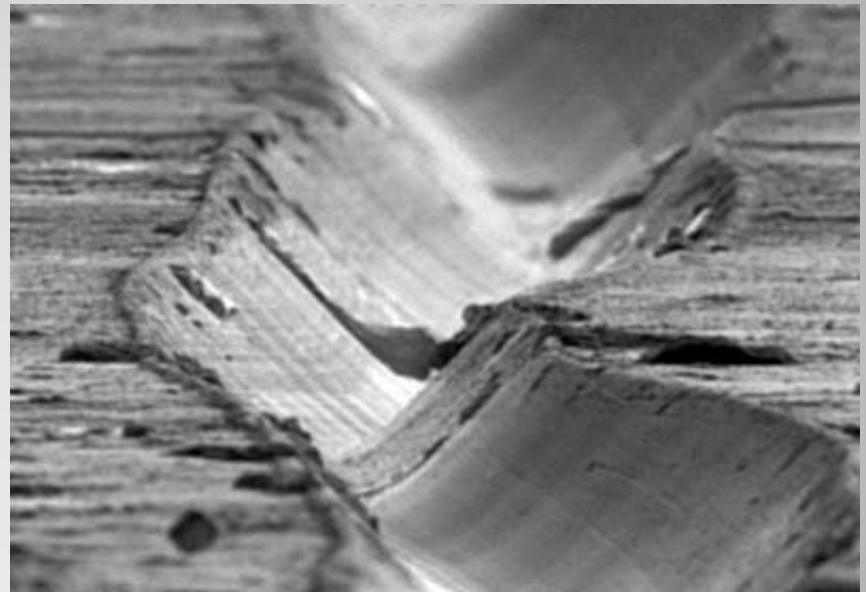
Les supports mécaniques

- Les disques « 78T »
 - Vitesse variable jusqu'en 1942
 - Enregistrement acoustique, puis électrique à partir de 1925
 - Durée moyenne : 3 à 4 minutes par face
 - Aiguille en acier s'usant très vite



Les supports mécaniques

- Le disque vinyle :
 - 1947 aux Etats-Unis
 - Microsillon
 - Courbes de gravure normalisées



Les supports mécaniques

- Le disque vinyle :
 - 30cm, 25cm, 17cm
 - 33tours 1/3, 45 tours
 - LP: longplay, jusqu'à 30 minutes par face
 - Mono, puis Stéréo



Les supports mécaniques

- Le disque acétate :
 - Ou disque à gravure directe
 - Ou disque « Pyral »
 - Précède la bande magnétique
 - Utilisé des années 30 aux années 50
 - Fragile et menacé



Les supports magnétiques

- Le fil magnétique :
 - Dès 1940, enregistrement magnétique sur fil d'acier
 - Qualité médiocre mais suffisante pour la voix
 - Conversion d'un signal audio électrique sous forme magnétique
 - Possibilité d'enregistrement, de lecture et d'effacement



Les supports magnétiques

- La bande magnétique :
 - Origine Allemagne : AEG, puis BASF
 - Film plastique souple revêtu de particules ferro-magnétiques
 - Triacétate de cellulose (1935-1960), PVC (1944-1960), polyester (1959-aujourd'hui)
 - Qualité, durée d'enregistrement, possibilité de montage



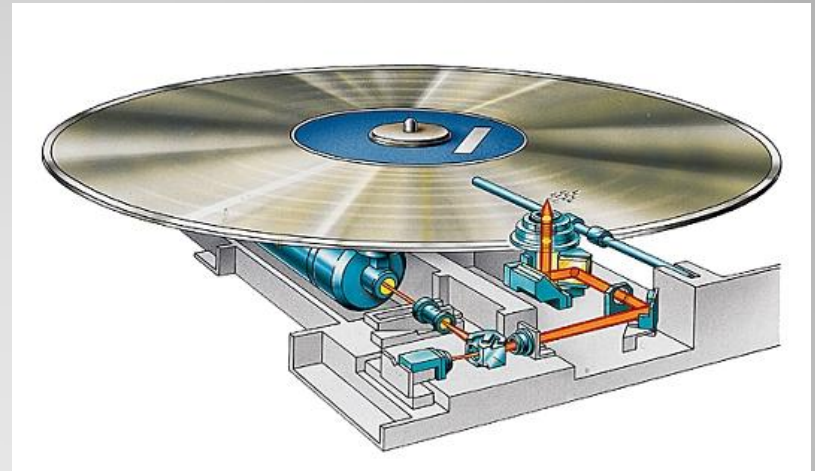
Les supports magnétiques

- La bande magnétique :
 - Différentes tailles : 13, 18, 27 cm
 - Différentes vitesses d'enregistrement et de lecture
 - De 1 à 24 pistes selon la taille et les procédés d'enregistrement
 - Analogique, puis numérique (DASH, R-DAT)



Les supports optiques

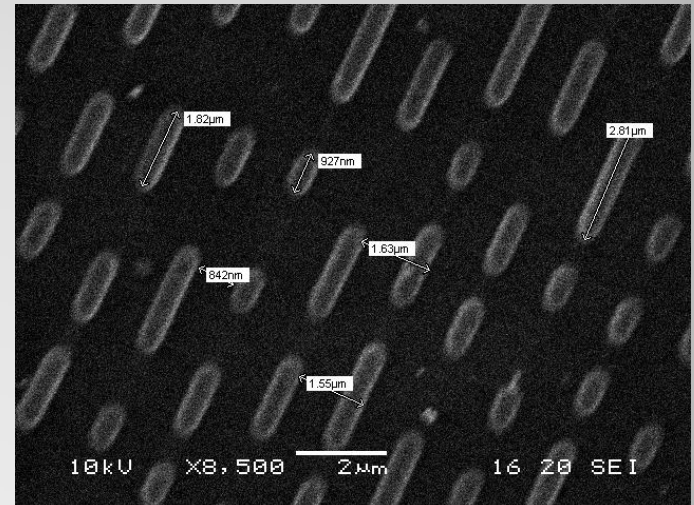
- Le CD Audio:
 - 1980, Philips et Sony
 - Support en polycarbonate
 - Taille 12cm, monoface
 - Couche réfléchissante
 - Rayon laser



<https://www.youtube.com/watch?v=2Fh2fD0R6EA>

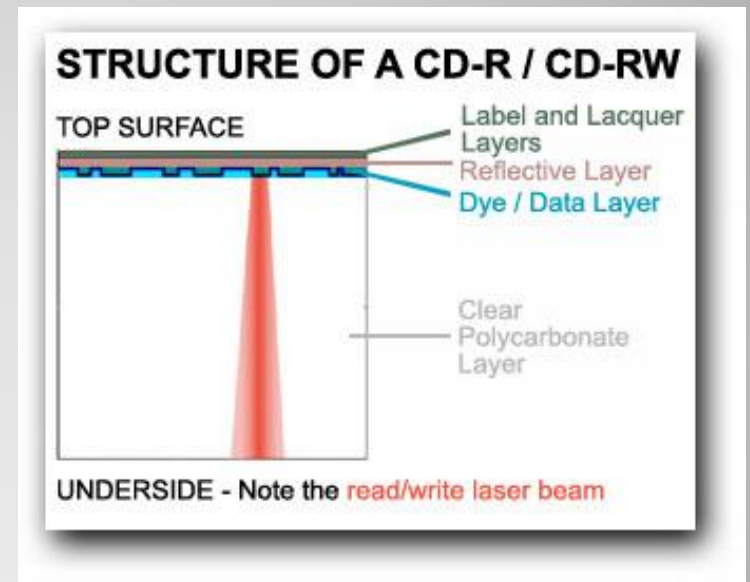
Les supports optiques

- Le CD Audio:
 - Microcuvettes
 - Informations numériques
 - Durée d'enregistrement : 74 mn
 - Corrections d'erreurs C1/C2



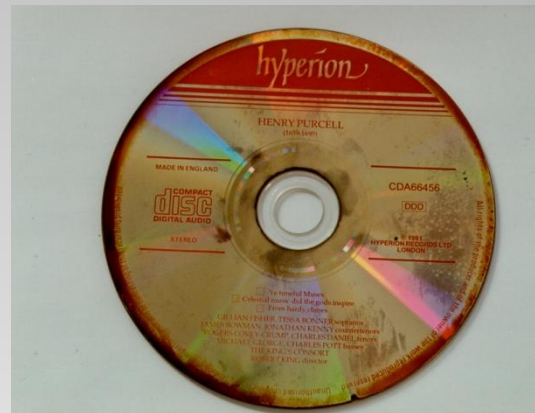
Les supports optiques

- Le CD-R :
 - Fabrication très différente du CD pressé en usine
 - 5 couches
 - Importance de la bonne adéquation graveur (« burner ») / CD-R
 - Vieillesse aléatoire, durée de vie limitée



Conservation / Sauvegarde

- Copie, transfert, numérisation :
 - Dégradation du support
 - Préservation du support/ duplication d'un exemplaire unique
 - Obsolescence des matériels de lecture
 - Disparition des compétences



La numérisation

- Identification:

Cylindre	Taille, diamètre, composition du support (cire, celluloïd...), vitesse de rotation, durée
Disque « 78T »	Diamètre, composition du support (laque...), vitesse de rotation, gravure (verticale, latérale), durée
Disque à gravure directe	Diamètre, composition du support (nitrate de cellulose, zinc...), vitesse de rotation, durée
Disque microsillon	Diamètre, composition du support (vinyl...), disque souple, vitesse de rotation, mono, stéréo, durée
Bande magnétique	Diamètre, composition du support (triacétate, PVC, polyester), largeur de bande, vitesse de défilement, nombre de pistes, mono, stéréo, durée support et/ou durée programme
Cassette	Nombre de pistes, composition du support (Fer, Chrome, Métal), mono, stéréo, durée support et/ou durée programme
Micro cassette	Vitesse de défilement, type de magnétophone enregistreur, durée support et/ou durée programme
DAT	Fréquence d'échantillonnage, durée support et/ou durée programme
Mini Disc	Taux de compression, densité d'enregistrement, capacité support et/ou durée programme
CD-Audio	Support pressé ou gravé (CD-R ou CD-RW), durée support et/ou durée programme, CD Text, CD Extra

La numérisation

- Chaîne de numérisation de qualité
- Convertisseur professionnel pour conversion analogique/numérique
- Maintenance, nettoyage, étalonnage des équipements



La numérisation

- Echantillonnage / Quantification : différents niveaux possibles (nombre d'échantillons par seconde, quantité de niveaux par échantillon)
- Format PCM (Pulse Code Modulation) : représentation numérique non compressée d'un signal analogique via une technique d'échantillonnage
 - Qualité CD Audio : 16 bits / 44,1 kHz
 - Qualité Archivage : 24 bits / 96 kHz
- Format de fichier Wave : le plus courant pour l'audio non compressé sur les plate-formes Microsoft, standard « de fait »

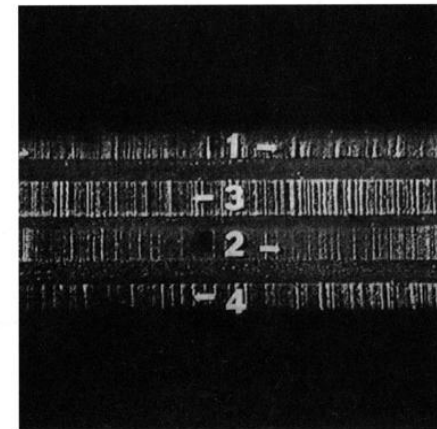
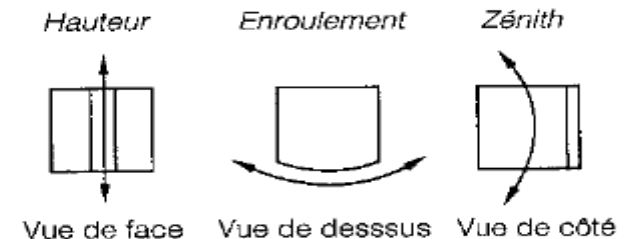
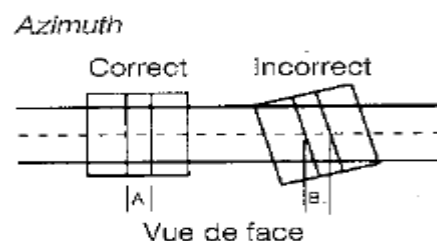
La numérisisation

- Lecture du support mécanique :
 - Nettoyage
 - Vitesse
 - Recentrage
 - Cellule
 - Pointe
 - Réglage du bras
 - Courbe de correction



La numérisation

- Lecture du support magnétique :
 - Débobinage / Rembobinage
 - Vitesse / Pistes
 - Azimuth
 - Egalisation : courbes standardisés (NAB, CCIR)
 - Coercivité : Fer, Chrome, Ferrichrome, Metal



La numérisation

- Lecture du support optique :
 - Nettoyage
 - Choix du lecteur
 - Vitesse d'extraction (Max X10)
 - Mode DAE (Digital Audio Extraction, Red Book)
 - Option 2 lectures successives par secteur
 - Extraction des données CD « Text » et des CD « Extra »



La numérisation

- L'ingestion des supports numériques natifs :
 - R-DAT, MiniDisc, CD-Rom, Disques durs, clés...
 - Copie numérique exempte de pertes d'information
 - Résolution du format de destination identique à celle du format natif, sauf cas des formats propriétaires (ATRAC de Sony, par exemple); dans ce cas, migration vers un format plus universel



La numérisation

- Les formats de fichier :
 - Un format de fichier audio est un format de données utilisé en informatique pour stocker des sons sous forme numérique
 - Différents types adaptés à la production, le stockage, la diffusion
 - Varient selon le nombre de canaux sonores, d'échantillons par seconde, la résolution donnée à chaque échantillon, l'application d'une compression ou non

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_codecs

La numérisation

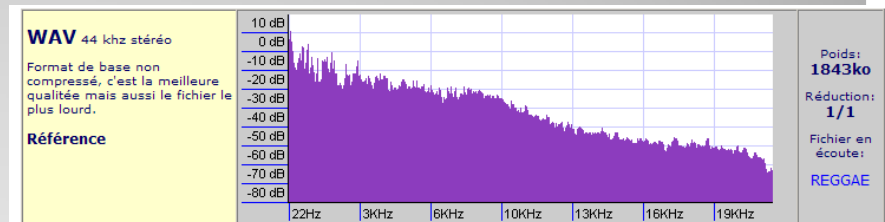
- Les formats de fichier sans compression :
 - WAVE : conteneur capable de recevoir des formats variés (dont le PCM). Basé sur le format de fichier RIFF. Mono ou stéréo, mis au point par Microsoft et IBM
 - BWF (Broadcast Wave Format) : standard créé par l'EBU (European Broadcasting Union), recommandé notamment pour l'archivage. Permet de stocker des métadonnées en plus du contenu d'un fichier WAVE
 - AIFF : format de stockage audio, équivalent du format WAVE sur les ordinateurs d'Apple.

La numérisation

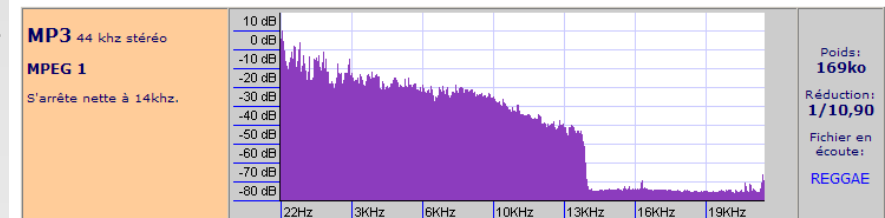
- Les formats de fichier compressés sans perte :
 - La compression sans perte utilise des techniques de codage :
 - Elimination des informations redondantes; en lieu et place, stockage du nombre de redondances
 - Utilisation d'un code de longueur variable : plus une fréquence apparaît souvent et plus son code sera court
 - FLAC (Free Lossless Audio Coder) : format libre, de plus en plus utilisé pour l'archivage
 - WMA Lossless : format propriétaire Microsoft
 - ALAC (Apple Lossless Audio Codec) développé par Apple

La numérisation

- Les formats de fichier compressés avec perte:
 - Algorithmes spécialisés, diminuent la taille du fichier en éliminant les nuances perçues par l'oreille (moyenne) humaine comme les moins utiles : fréquences inutiles ($>15\text{kHz}$), masquage de fréquences, une seule voie stockée quand gauche et droite sont identiques...



Qualité 128 kbps Stéréo MP3 vs MP3-mpg 2.5 vs OGG vs WMA vs MPC



La numérisation

- Les formats de fichier compressés avec perte:
 - MP3 : Mpeg-1/2 Audio Layer 3 (norme développée en 1987), gain de taille de facteur 10 à 128 kbits/s, très populaire
 - Ogg Vorbis : algorithme différent (segmentation des sources audio par paquets successifs); Vorbis encapsulé dans conteneur Ogg, format libre
 - WMA (Windows Media Audio) : format propriétaire développé par Microsoft à partir des recommandations MPEG4
 - AAC (Advanced Audio Coding) : extension du MPEG2, choisi par Apple pour Ipod et iTunes.
 - ATRAC : développé par Sony pour le MiniDisc

La numérisation

- Les métadonnées:
 - Données documentaires, techniques ou qualitatives accompagnant le contenu
 - Enrichissement au fur et à mesure du processus de numérisation
 - Renseignées de façon automatique ou manuellement
 - METS (Metadata Encoding and Transmission Standard): schéma XML destiné particulièrement aux échanges entre institutions patrimoniales, conforme aux recommandations d'OAIS (Open Archival Information System)

La numérisation

- Les métadonnées techniques : exemple d'une cassette audio

[METADONNEES-AUDIO]

[DOC]

Titre / auteur /interprète=Die (Groben Violinkonzerte

Statut du titre=Certain

Provenance / fonds (ne concerne que l'inédit)=

Cote de l'original=SM 023805

Cote intermédiaire=

Marque de l'original=

Référence commerciale=

Volume=1/3

Face=A

Marque et type du support enregistrable=

Type de cassette=Compact cassette

Type de support=IEC type 1

Durée cassette vierge=

Type signal=Stéréo

Nombre de pistes=2

Réduction de bruit=Dolby

Collure=non

Etat de conservation=Bon état

Observation conservation=

[CREATION OBJET NUMERIQUE]

Nom de fichier=SM_023805_V1_3_A.wav

Durée totale (mm:ss:ff) =00:26:40

Date de transfert (jj/mm/aaaa)=27/03/2009

Prestataire de transfert=Dupont

Nettoyage préalable=non

Lecteur=TASCAM 122 mkIII N°36

Vitesse (cm/s)=4,75

Courbe d'égalisation= IEC-1

Réduction de bruit lors du transfert=non

Type de transfert =Stéréo

Convertisseur=AD-16X S/N

Résolution (bits)=24

Echantillonnage (kHz)=96

Edition=Sequoia 10

Format de fichier=Wave

Checksum MD5=9384e6c48ac5cfe786e8c83d9166f306

Fades entrée-sortie=oui

Watermarking=non

Restauré=non

Prestataire restauration=

Date de restauration (jj/mm/aaaa)=

Observation restauration=

Etat vérification=

[OBSERVATION SIGNAL AUDIO]

Souffle=non

Usure=non

Rayure=non

Pleurage=non

Ronflette=non

Saturation=non

Copie ou dub=

Qualité auditive (1 à 10)=7

Observation signal=

[DECOUPAGE]

Nombre total de pages=1

Début et durée page 1 (mm:ss:ffmm:ss:ff)=00:00:00/31:28:24

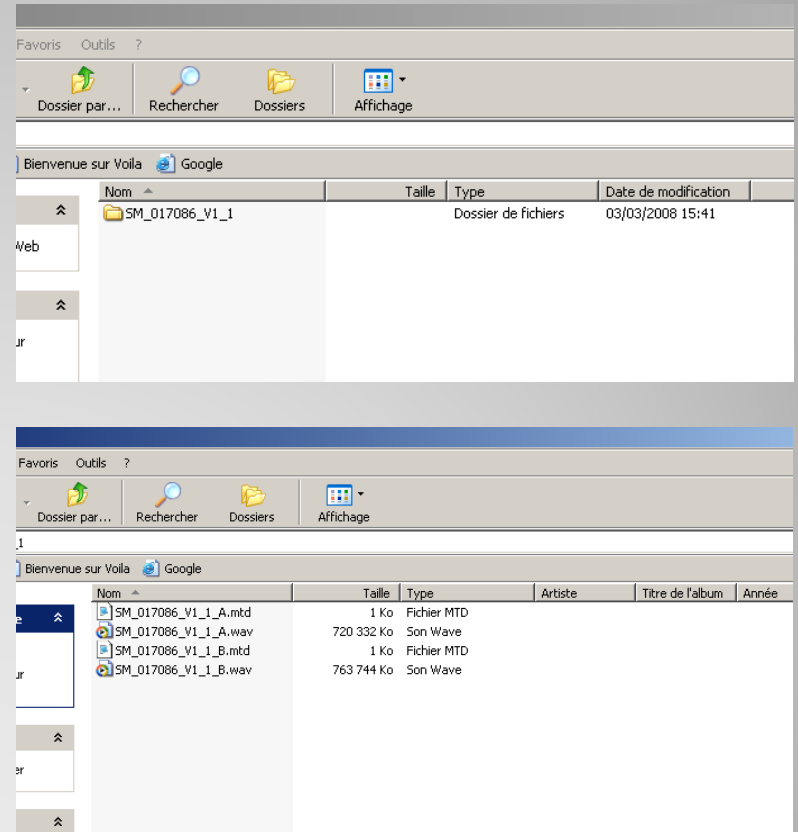
La numérisation

- Autre type de métadonnées : la prise de vues du support (tout ou partie):
 - Fichier TIFF ou JPEG
 - Accompagne le fichier audio et aide à sa description
 - Diverses possibilités de prises de vues selon les besoins : recto / verso pochette du disque, tranche coffret, livret d'accompagnement, rondelle centrale, numéro de matrice...
 - Possibilité d'océrisation des images réalisées



La numérisation

- Structuration et nommage des fichiers (cas de figure BnF):
- Niveau du répertoire :
 - 1 support = 1 volume (V1_1)= 1 répertoire
 - Identifiant unique attribué de façon incrémentielle
- Niveau du fichier :
 - Le signal audio contenu sur chaque face d'un support « bi-face » (disque, cassette, bande) correspond à un fichier
 - Ou bien le signal audio contenu sur chaque piste de CD (support « mono-face ») correspond à un fichier

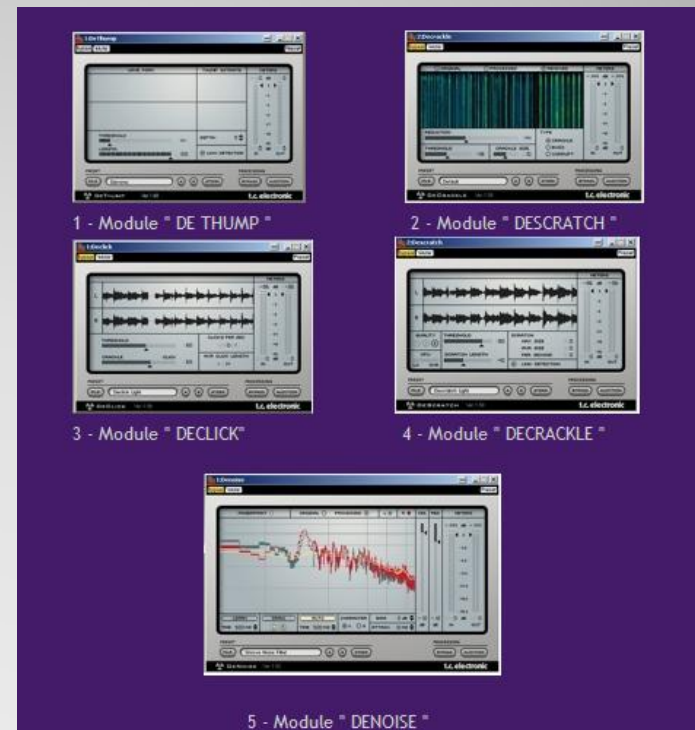


La restauration sonore





- Fichier « master » ou « pivot » : copie droite, sans compression, format « normalisé », meilleure qualité possible
- Fichier restauré : à partir de la copie droite, traitements de restauration, linéaires ou ponctuels, format « normalisé », meilleure qualité possible; à partir du fichier restauré peuvent être produits tous les fichiers de diffusion souhaitables
- Travail très variable selon l'état des documents et la finalité envisagée (diffusion en ligne, réédition discographique...); durée conséquente également très variable
- Qualités et spécificités des matériels prédominantes
- Expérience et compétence du technicien également importantes ; part de subjectivité du restaurateur

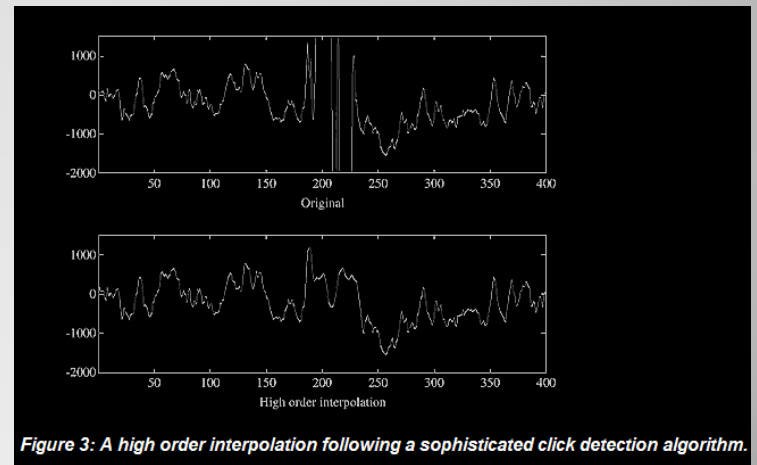
La restauration sonore

- Elimination des clicks (declicking)
- Elimination des scratch (descratching)
- Atténuation du souffle (dehisssing)
- Elimination des ronflements d'origine électrique (dehumming)
- Elimination du bruit de caméra
- Traitement de la distorsion
- Réajustement de la phase stéréo
- Correction de timbre
- Ajustement de la dynamique
- Stabilisation de la vitesse
- Montage
- Traitement manuels par spectrogramme



La restauration sonore

- Transfert droit 
- Transfert droit avec Cedar 
- Transfert droit avec nettoyage 
- Transfert droit avec nettoyage et Cedar 



L'archivage

- Supports optiques :CD-R (800 Mo), DVD-R (4,7Go), BD-R (25 Go) :
 - Capacité relativement faible
 - Souplesse d'utilisation
 - Longévité aléatoire (qualité de fabrication d'un média concernant aussi bien le grand public que le professionnel, adéquation média / graveur)
 - Robotisable
- Disque en verre (apparu en 1996), au format CD-R, puis DVD-R, seul support optique véritablement adapté à l'archivage



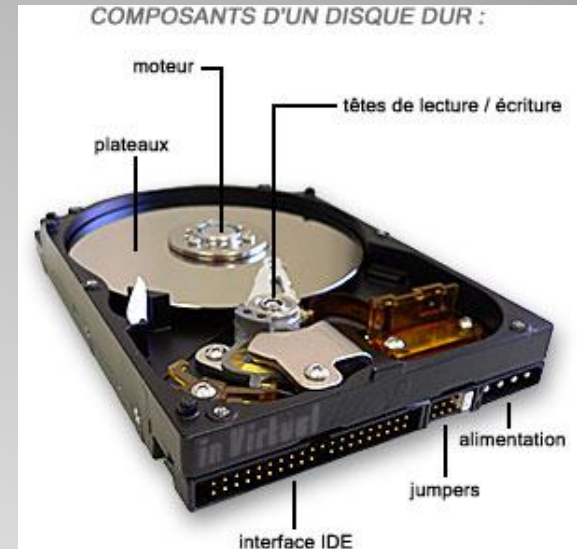
L'archivage

- Cartouches informatiques : LTO, SDLT, SAIT
- LTO : capacités importantes, en constante évolution, format très répandu :
 - LTO 1 (2000) : 100 Go, LTO 2 (2002) : 200 Go...LTO 6 (2012) : 2,5 To...LTO 8 (2018) : 12 To
- Temps de déchargement des fichiers non négligeable
- Pas de compatibilité entre toutes les différentes générations (cartouche LTO 1 non enregistrable sur matériel LTO 3, lecteur LTO 8 ne lisant pas les cartouches LTO 6...)
- Obsolescence matérielle rapide
- Importance du choix du format d'archivage (TAR recommandé)
- Intéressant en terme de coût / GO
- Robotisable



L'archivage

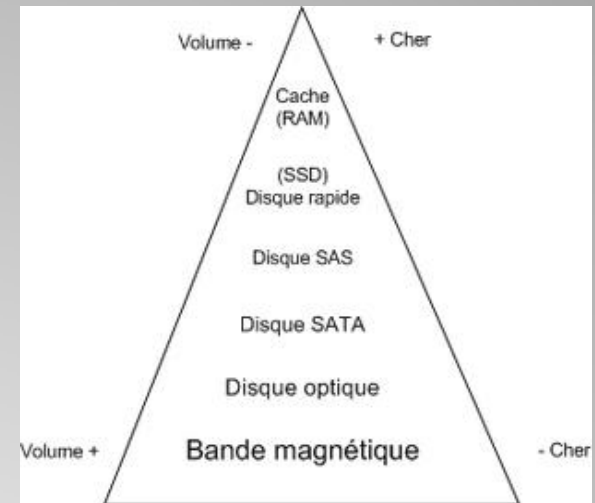
- Disques durs :
 - Accès quasi-instantané aux données
 - Capacités et performances en constante augmentation
 - Coûts en régulière baisse
 - Besoin de sécurisation (RAID)
 - Consommation électrique importante
 - Fragilité
 - N'évite pas l'archivage sur bande
- Cartes mémoire / SSD :
 - Meilleure tenue dans le temps que le disque dur, car pas de cycle allumage / extinction
 - Capacités encore relativement réduites par rapport à la bande
 - Haute volatilité



L'archivage

- HSM : hierarchical storage management :
 - Accès hiérarchisé
 - Complémentarité préservation / accessibilité du document
- Génération d'au moins deux exemplaires de l'archive, stockés en des lieux différents (sur même type de support ou, mieux, sur des supports différents)
- Externalisation de l'ensemble de la chaîne d'archivage (de la génération des fichiers à leur communication)
- **Aucun support n'est pérenne** : migrations successives à prévoir impérativement (budgets en conséquence)

<http://www.loc.gov/preserv/care/record.html>



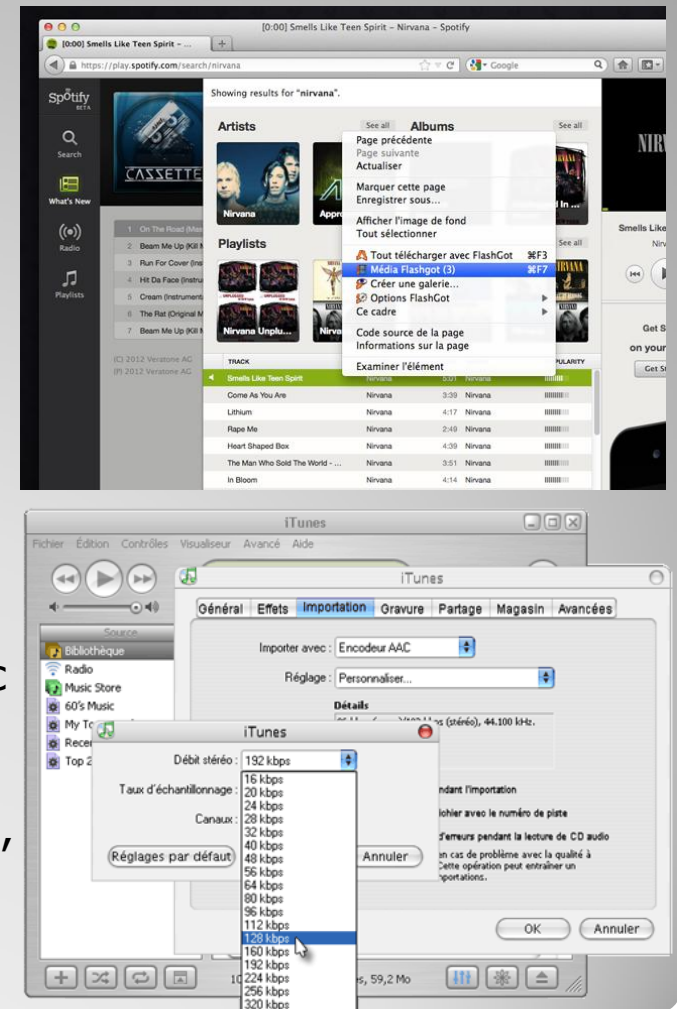
La diffusion en ligne

- Dématérialisation : diminution régulière du nombre de supports vendus (CD Audio, DVD...) et progression de la diffusion en ligne (fichiers)
- Développement des réseaux, de l'ADSL et de la fibre
- Mobilité, portabilité
- Compatibilités, inter-opérabilité, conversion de fichiers
- Importance des métadonnées, de l'indexation et des algorithmes



La diffusion en ligne

- Le téléchargement :
- Transmission d'informations d'un ordinateur à l'autre (typiquement un fichier MP3)
- Différents canaux de transmission :
 - Ondes : Bluetooth, WiFi, radiotéléphonie
 - Câble : cuivre (ADSL), Ethernet
 - Fibre optique (débits plus élevés)
- Fichiers majoritairement compressés
- Emergence d'offres de meilleure qualité avec des fichiers sans compression, allant jusqu'au niveau d'un "master" (24bits, 96kHz) sur les sites payants tels que Itunes, Deezer, Quobuz



La diffusion en ligne

- Le streaming :
 - Lecture "en continu" d'un fichier :
 - Contenu mis à disposition sur un serveur
 - Requête du client
 - Données téléchargées en continu dans la mémoire vive de l'ordinateur
 - Transfert dans un lecteur multimédia
 - Délai entre le signal émis par la source et celui reçu sur le lecteur
- Principaux formats :
 - Advanced Streaming Format
 - Adobe Flash
 - Real Media
 - Quick Time
 - Shoutcast
- Streaming adaptatif : fait varier de façon transparente la qualité du flux; les consommateurs disposant de connexions haut débit bénéficient d'un streaming de qualité HD, ceux dont les connexions sont moins rapides reçoivent la meilleure qualité de fichier possible pour leur connectivité

