

SUPPORTS D'ENREGISTREMENTS  
-  
HISTORIQUE DES SUPPORTS ANALOGIQUES

Manuel MELON

UNIVERSITÉ DU MAINE

Jeudi 22 octobre 2015

# PLAN

- 1 Introduction
- 2 Visualisation
- 3 Gravure des sons
- 4 Enregistrement magnétique
- 5 Supports numériques

# INTRODUCTION

## Comment conserver la trace d'un son ?

- Écriture et partitions musicales permettent de “rejouer” un discours ou une oeuvre mais pas de les ré-entendre.

## Premiers travaux

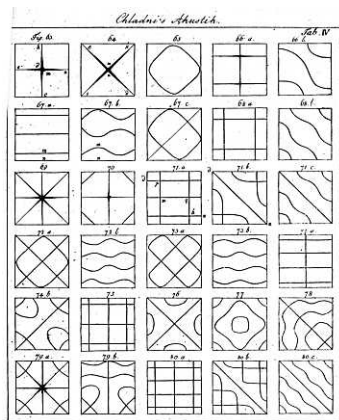
- Visualisation :
  - De vibrations de corps solides.
  - D'ondes sonores se propageant dans l'air.

## Quand ?

- Première partie du XIX<sup>e</sup> siècle.

# VISUALISATION DES SONS

- Visualisation de vibrations :
  - Robert Hooke (1680) : plaques de verre recouvertes de farine
  - Ernst Chladni (1787) : plaques de métal recouvertes de sable



# VISUALISATION DES SONS

**177 Hz**

CNAM - S. Poirée

# VISUALISATION DES SONS

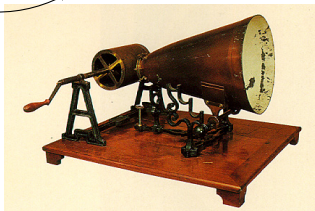
**791 Hz**

CNAM - S. Poirée

# VISUALISATION DES SONS

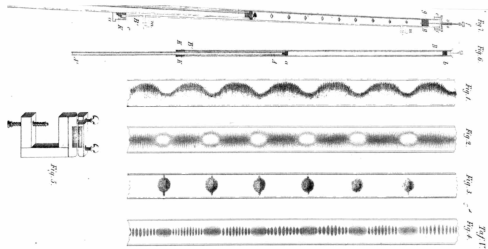
Enregistrement des vibrations au moyen d'un stylet frottant du noir de fumée :

- Young (1800-07)
- Vibrographe de Duhamel (1840)
- Wertheim (1844)
- Phonoautographe de Edouard Léon Scott de Martinville (1857)



# VISUALISATION DES SONS

- Tube de Kundt (1866) : visualisation des ondes stationnaires dans un tube à l'aide d'une poudre (Lycopodium).





# VISUALISATION DES SONS

- Analyseur de Rudolph Koenig (1862)



- Tube de Rubens (1904)



**Cependant, l'image ne recrée pas (encore) le son**

# ENREGISTREMENT : GRAVURE

- 1877 : Paléophone de Charles Cros (non réalisé)
- 1877 : Edison, premier dispositif réalisé d'enregistrement sonore puis de reproduction : phonographe (cylindres)
- Plus vieil enregistrement : "Mary had a little lamb"



# VISUALISATION DES SONS : RELECTURE

- En 2008, une équipe du "Lawrence Berkeley National Laboratory" effectue une lecture optique d'un papier enregistré par Scott de Martinville en 1870
- Celui-ci devient alors le plus vieil enregistrement connu.



Reconnaissez vous le message ?

# ENREGISTREMENT : GRAVURE

## Un concurrent du phonographe

- Graphophone de C. Bell et C. Tainter (1887) :
  - Cylindre en carton recouvert de cire
  - Pointe de saphir



# ENREGISTREMENT : GRAVURE

## Premiers disques

- 1889 : Berliner, invention du gramophone (disques).
- Gravure latérale contrairement à la gravure en profondeur des cylindres.
- Intérêts : plus facile à presser et à ranger.
- Le 78 tr/min est le format standard des années 1910 à 1950.
- Durée assez courte (3 à 5') ⇒ albums.



# ENREGISTREMENT : GRAVURE

## Gramophone



# ENREGISTREMENT : GRAVURE

- Ces premiers systèmes sont purement mécaniques (entraînement manuel puis moteur à ressort), l'arrivée de l'électricité va permettre d'augmenter l'efficacité et la bande passante.
- Naissances de sociétés de gravure et de distribution d'enregistrements : Deutsche gramophone gesellschaft, Columbia phonograph company, Société Pathé frère, Zonophone, Odéon, Parlophone, Polydor...
- Cylindres et disques cohabitent jusque dans les années 1920 (les cylindres seront encore employés pour les dictaphones).

# ENREGISTREMENT : GRAVURE

## Enrico Caruso

- Ténor italien, 1873-1921.
- A largement contribué au succès du gramophone.
- Réalisation de 488 enregistrements.
- “Questa o quella” par Caruso (1902)





# ENREGISTREMENT : GRAVURE

## Séance d'enregistrement

- Au début, exemplaires uniques.
- Puis, réalisation de masters.
- Peu de sensibilité en basse fréquence.
- Passage à l'enregistrement électrique.



Frances Densmore enregistrant un chef Blackfoot

# ENREGISTREMENT : GRAVURE

## Enregistrement électrique

- Amélioration de la bande passante et du rapport signal à bruit.
- Captation : microphone à charbon.
- Amplification : tubes électroniques.
- Gravure : électro-aimant vers pointe graveuse.
- Amélioration des systèmes de restitution.



Royalbroil, Wiki

Orthophonic Victrola

# ENREGISTREMENT : GRAVURE

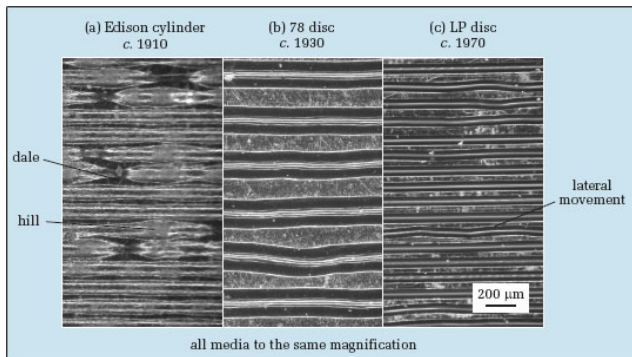
## Améliorations

- 1948 : lancement du disque microsillon ( $\simeq$  25 mn par face, 33,33 tr/min auparavant 78 tr/min) par Peter Goldmark (CBS)
- 1949 : lancement du format 45T par RCA
- 1956 : premiers disques stéréo, (l'enregistrement stéréo sur bande magnétique et plus ancien).
- Années 1950 à 1990 : format le plus utilisé par le grand public.

# ENREGISTREMENT : GRAVURE

## Types de gravure

- a : Cylindre d'Edison.
- b : 78 tours
- c : disque microsillons



# DISQUE VINYLE

## Spécifications

- 30 cm de diamètre pour  $2 \times 25$  mn de durée.
- Faible longévité (détérioration des aigus après 20 passages).
- Bande passante : 30 Hz-20 kHz  $\pm$  2 dB
- Séparation des voies : 25-30 dB.
- Dynamique : 55-60 dB.
- Distorsion harmonique à 100 Hz : 1 à 2 %.
- Pleurage et scintillement : 0,03 %.
- Fragilité importante.

# PLATINE DISQUE



1. support d'adaptateur 45/33 tours/minute
2. platine
3. contrepoids
4. molette de réglage du contrepoids
5. axe du bras
6. réglage d'antipatinage
7. levier de lavage du bras et de déclenchement de la rotation
8. support du bras
9. bras
10. virole
11. cellule de lecture
12. tête de lecture
13. prisme et repère visuel de *pitch*
14. réglage de vitesse de rotation (45/33t)
15. molette de réglage de *pitch*
16. bouton d'arrêt

Alchemica, Wiki

# DISQUE VINYLE

## Remplacement

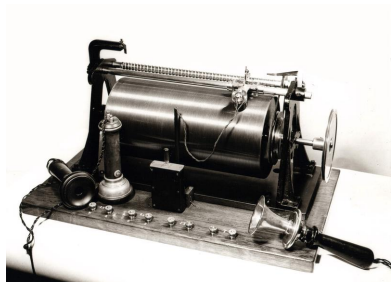
- Ses spécifications techniques moyennes,
- Sa “faible” durée de vie,
- Et son manque de coté pratique (pas d'accès direct aux plages, 2 faces...)

ont fait qu'en dix ans il a été remplacé par le Compact Disc (sauf pour certains styles musicaux ou pour son esthétique sonore).

# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE

## Enregistrement magnétique

- Télégraphone de Valdemar Poulsen (1899).
- Enregistrement sur un fil magnétique.
- Plus vieil enregistrement magnétique disponible : empereur Franz Joseph à l'exposition internationale de Paris (1900)





# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE

## Historique

- Fort développement dans les années 1930 grâce aux progrès de de l'électromagnétisme.
- Le fil métallique est remplacé par un support papier puis polyester.
- Années 1940 : apparition des appareils à polarisation alternative (linéarisation du fonctionnement).
- Intérêt de ce type d'enregistrement : possibilité d'effacer, de copier, facilité de montage.
- Terme magnétophone utilisé par AEG leurs appareils.
- Ampex a fortement participé aux développement pendant les années 1940.

# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE

## Magnétophones historiques

### AEG K1



### Ampex 200



# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE

## Historique (suite)

- Fort développement en studio et radiodiffusion et chez les “passionnés”.
- Le support reste toutefois réservé à quelques happy fews, jusqu'à :
- 1963 : Lancement de la cassette compacte par Philips : grand succès commercial.
- 1976 : Sony riposte avec un nouveau format : Elcaset aux meilleures spécifications techniques (6 mm de largeur de bande contre 4,75 mm, vitesse de défilement double), mais il est déjà trop tard.

# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE

Magnétophones historiques : cassette compacte

## Philips EL3300



# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE

Magnétophones historiques : Elcaset

## Sony EL-5

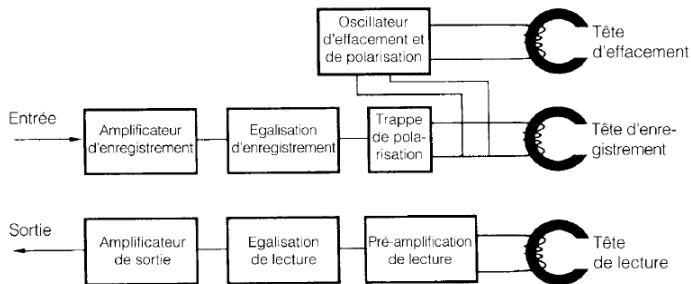


# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE ANALOGIQUE

## Fonctionnement

- Le signal audio est tout d'abord transformé en signal électrique.
- Ce dernier est alors transformé en modulation pouvant être stockée sur un support magnétique et pouvant être reproduite ultérieurement.
- Ceci est possible grâce à l'effet d'hystérésis, d'où stockage du signal sur la bande.

# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE ANALOGIQUE



# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE ANALOGIQUE

## Fonctionnement

- Linéarisation de l'enregistrement par polarisation de la bande magnétique (signal de fréquence comprise entre 100 et 200 kHz).
- Polarisation différente suivant le type de bande :
  - Type I Fe
  - Type II Cr
  - Type II Fe Cr
  - Type IV Métal

Illustration sonore [6] :

*Numérique, cassette compacte, avec Dolby B, cassette métal avec Dolby.*



# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE ANALOGIQUE

## Fonctionnement

- Vitesse de défilement de la bande : plus la vitesse est élevée, plus il y a de longueur sur la bande pour enregistrer le signal, d'où meilleure définition (surtout en haute fréquence).
- En général,  $2,4 \text{ cm/s} < \text{vitesse} < 76 \text{ cm/s}$ .
- $4,75 \text{ cm/s}$  pour les cassettes compactes Philips.
- Taille des particules magnétiques importante en haute fréquence.

# ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE ANALOGIQUE

## Principaux défauts

- Bande passante limitée (souvent 10 Hz à 16 kHz).
- Distorsion (saturation de l'oxyde).
- Fort bruit de fond (bruit blanc).
- Rapport signal à bruit 60 dB pour la Casette Compacte, meilleur avec un système de réduction de bruit type Dolby (A, B, C, dBx, SR).
- Diaphonie.
- Écho (dû à l'enroulement) augmente avec la température et le temps de stockage.
- Vieillessement important si mauvais stockage.

# ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE

## Début du numérique

- Jusqu'aux années 1970, l'enregistrement magnétique est roi (appareils multipistes).
- Puis, débuts de l'enregistrement numérique sur support magnétique :
  - Tout d'abord sur des magnétoscopes (capable de supporter le débit nécessaire)
  - Puis, sur des magnétophones numériques dédiés.
  - Petit à petit, le numérique va remplacer l'enregistrement analogique.

# ENREGISTREMENTS NUMÉRIQUE

## Systèmes numérique grand public

- 1982 : Lancement du Compact-Disc (brevet Sony-Philips)
- 1987 : DAT (enregistrement possible)
- 1992 : DCC (Digital Compact Cassette) de Philips et Matsushita (arrêté)
- 1992 : CD-i (Compact disc interactif) de Philips (le lecteur lit aussi les CD audio) (arrêté)
- 1992 : MiniDisc Sony (arrêt des walkman en 2011 et des micro-chaines avec MiniDisc en 2013)

# ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE

## Magnétophone DAT



# ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE

## Cassette compacte



# ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE

## Minidisc



# ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE

## Supports haute définition

- Études puis arrêts du MMCD (multimedia CD) par Sony et Philips et du SD (Superdensity Disc) par Toshiba et Time Warner).
- 1999 : SACD, Philips et Sony, multicanal, codage DSD (échantillonnage à 2,822 MHz).
- 1999 : DVD audio 192 kHz, (24 bits, 74 minutes sur 5+1 canaux distincts ou 5 heures en stéréo).



# ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE

## Évolutions récentes

- Enregistrement direct to disc : (home)studios.
- Mélange des supports et des objets culturels. (jeux vidéo, film, musique...).
- Plateformes multi-formats (Playstation, lecteurs DVD, PC multimedia...)
- Graveurs CD-ROM et DVD : copies quasi parfaites... et plus ou moins légales.
- Formats compressés (MP3, WMA, Ogg Vorbis, Real Audio...) ⇒ téléchargement.
- Balladeurs MP3, IPOD, téléphones...
- Avec la numérisation, le support devient secondaire, grande facilité d'échange et de stockage des données audio.

# ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE

## Informatique dématérialisée (cloud computing)

- Accès par le réseau à des données informatiques partagées.
- Exemples grand public gérant l'audio : icloud, Amazon cloud player, Google Play...
- Intérêt : partage sur de multiples supports au sein d'une communauté (famille) d'une bibliothèque multimédia
- Interrogations : pérennité, qualité audio, disponibilité, sensibilité aux attaques virales, dépendance au fournisseur...

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] P. Liénard, *Petite histoire de l'acoustique : Bruits, sons et musique*, Hermès - Lavoisier, 2001.
- [2] G. Pisano, *Une archéologie du cinéma*, CNRS Éditions, Paris, 2004.
- [3] La Revue du musée des Arts et Métiers, **27**, Juin 1999.
- [4] Michael D. Gardner, Kent L. Gee, and Gordon Dix, "An investigation of Rubens flame tube resonances", *J. Acoust. Soc. Am.* **125**, 1285 (2009).
- [5] F. Rumsey & T. McCormick, *Son & enregistrement*, Eyrolles, Paris, 1997.
- [6] <http://openlearn.open.ac.uk/mod/oucontent/view.php?id=397885>