

# Traitement du Signal Acoustique pour la Correction Audioprothétique : quelle(s) formation(s) pour les professionnels ?

Emmanuel PERRIN

ISTIL - Département Biomédical

Creatis-LRMN UMR CNRS 5220 – U630

Université Claude Bernard Lyon 1

Emmanuel.Perrin@univ-lyon1.fr

# Evolutions Technologiques

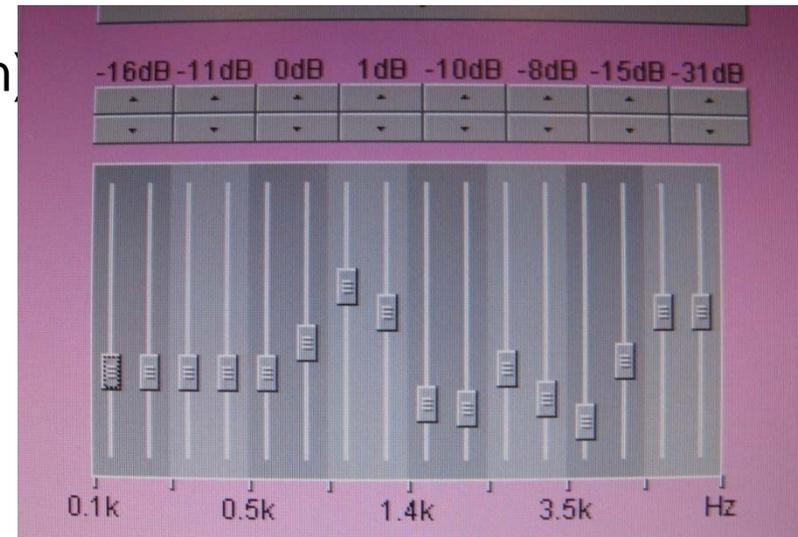


- Acoustique
  - Cornet acoustique (19<sup>ième</sup> siècle)...
- Electronique
  - « Audion » Lee de Forest (1900)
  - Amplificateur électrique (1928)
- Electronique « embarquée »
  - Sonotone 1937
- Semi-conducteurs
  - Contours d'oreille 1957
- « Programmables » WIDEX 1988
- « Numériques » WIDEX Senso 1996



# Quels besoins scientifiques ? (au sens du CNU 61/63)

- Jusqu'en 1996
  - Electronique analogique
    - Amplification, filtrage analogique,
    - Amplification de puissance,
    - Compression (logarithmique), ...
- Après 1996
  - Electronique analogique
    - Amplificateurs classe D ?
  - Electronique numérique (acquisition)
  - Traitement du signal
    - Transformation en Z, filtre IIR et FIR,
    - Eléments sur les DSP
    - TFD ? FFT ?
    - Linear Predictive Coding ?



# Exemple du filtrage numérique

- 1970-1980 : Littérature abondante FIR/IIR
- 1980-1990 : première séries DSP
- 1990-2000 : « boom » DSP & GBM  
(TMS320VC5402 : algorithme de Viterbi)
- Depuis 2000 : Généralisation des applications embarqués
- Convergence  
Processeur/DSP/ $\mu$ controlleur

# Traitements numériques

- Jusqu'au milieu des années 80
  - BAC+4-5
- Depuis généralisation
  - DUT (GEII, milieu des années 90)
  - Licence (LMD, 2004)
  - Audioprothèse (Décret du 10 juillet 2001)

# Quelle formation pour les audioprothésistes ?

- Décret du 10 juillet 2001
  - Etudes de 3 ans
  - Programmes
- **Mathématique/Informatique**
  - L'informatique appliquée ... pour l'acte d'appareillage auditif ....
  - Les mathématiques, développées en vue de leur utilisation dans le cours de physique, et comportant des notions de statistiques.
- **Physique**
  - Vibrations – ondes – électroacoustique
  - Traitement du signal - Chaîne électroacoustique
  - Électricité - électrostatique – électromagnétisme
  - Amplification - filtrage – correction
  - Convertisseurs analogiques – numériques
  - Psychoacoustique
  - Acoustique musicale
  - Acoustique architecturale

# Programme mis en œuvre

## Audioprothèse Lyon

- Première année
  - Electronique analogique (30 h CM/ 8h TD /24h TP)
    - Bases de filtrage, d'amplification,
    - Semi-conducteurs & Composants (BJT & AOP)
    - 4 TP : Redressement, Filtrage, Amplification, Transistor
  - Mathématiques (30h CM/TD)
    - Complexes, Intégration, ED, Séries de Fourier
- Seconde Année
  - Electroniques numérique (30 h CM/ 8h TD /12h TP)
    - Algèbre de boole -> CAN/CNA, Laplace et filtrage ordre supérieur
    - 3 TP : Compteur+LED, CAN à AOP, mesure DHT
- Troisième année
  - Traitement du Signal
    - Transformation de Fourier Continue et Discrète
    - Transformation en Z
    - Filtres FIR
    - TP Matlab 4h

# Moyens Pédagogiques

- Plateforme de TP commune
  - ISTIL/GBM & ISTR/Audioprothèse
  - 8 postes de TP Analogiques
  - 10 postes de TP mixtes  
Analogique/Numérique
  - 23 k€ d'investissement en 2004
- Equipe Mixte
  - E. Perrin & C. Berger-Vachon (ISTIL/GBM)
  - R. Sablong/M.-A. Lebeault (UFR Sciences)

# Les besoins du secteur professionnel sont-ils couverts ?

- Exemple de débruiteurs ACURIS
  - Traitement Vocal Privilégié (**TVP**)
  - Emergence Rapide de la Parole (**ERP**)
  - Basés sur détection enveloppe et modélisation de la parole
  - Linear Predictive Coding? Modèle de Production Vocale = filtrage adaptatif ?
- Anti-larsen = opposition de phase
  - Comment réalise-t-on un filtre passe-tout ou déphaseur en numérique ?

# Ingénieurs Biomédicaux

- Filière ISTIL/GBM (ex parcours Professionnel M2 Génie Biomédical), double culture :
  - Instrumentation/Electronique/Signal
  - Techniques biomédicales (TB)
- Modules TB = 60 heures
  - TB5AAV : Acoustique Audition et Voix (option 3A)
- Enseignement sur les 3 années permet de comprendre pleinement les notions présentées par les industriels

# Conclusion

- Nécessité d'une convergence sciences/santé
- Intégration des avancées recherche & R&D des fabricants
- Adaptation des cursus d'enseignement aux technologies et aux pratiques audioprothétiques
- Le métier/les connaissances/les compétences de l'audioprothésiste ressemblent de plus à plus à celles de l'ingénieur

Merci pour votre attention