

Journée IFRATH

29-05-2008

VIEILLISSEMENT ET APPAREILLAGE AUDITIF UN ENJEU D'AVENIR

Christian Berger-Vachon

Service d'Explorations Fonctionnelles en
ORL, Hôpital Edouard-Herriot, Lyon
Laboratoire NSCC,
Université Claude-Bernard, Lyon

HEH

UCBL

L'Hôpital Edouard Herriot (HEH)



L'hôpital Edouard Herriot est le plus important des établissements hospitaliers lyonnais.

Le Pavillon U : Audiologie et Exploration Oro-faciales

Audition et vieillissement

Parle plus fort, j'entends rien!

Articule mieux, je ne distingue rien

Fais moins de bruit ça me prend la tête

Parle plus lentement (modif de vitesse)

Oui, vieillir et entendre ne font pas bon ménage

le plus tard sera le mieux, donc prévention

mais quand c'est là, il faut agir!

HEH

UCBL

Quelques chiffres (épidémio)

Population française

Total:	67 M
Plus de 60 ans:	15 M (22%)
Plus de 80 ans:	2.5 M (3.75%)

Pourcentages de surdité (Appareillables):	>60 ans = 26 %
	>80 ans = 45 %

Aides auditives (turn over : 5 ans)

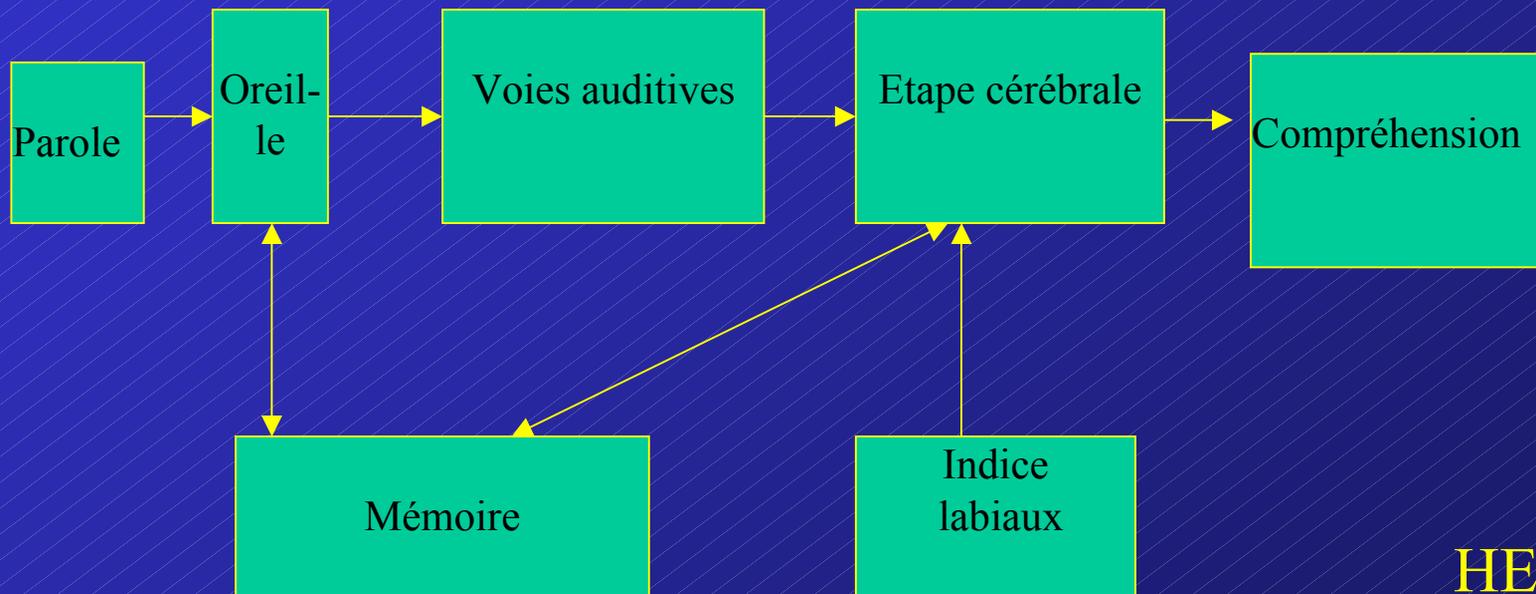
Total:	1 200 000	HEH
Vendues en 2007 (France):	420 000	UCBL

Rappels physiologiques

HEH

UCBL

Représentation de la compréhension de la parole

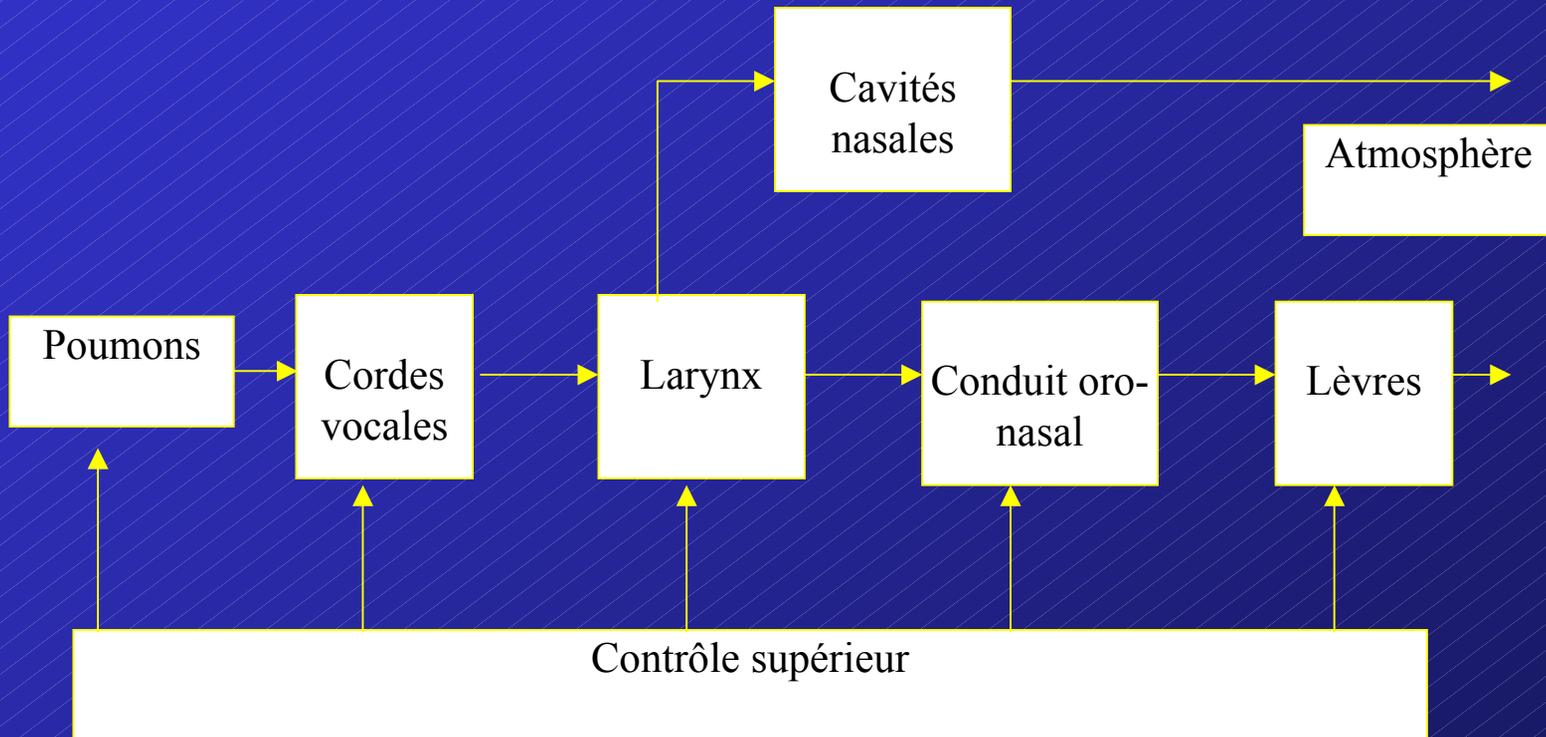


HEH

UCBL

Aspect polymorphe: sons + vue + cerveau (acoustique, mémoire...)

Phonation

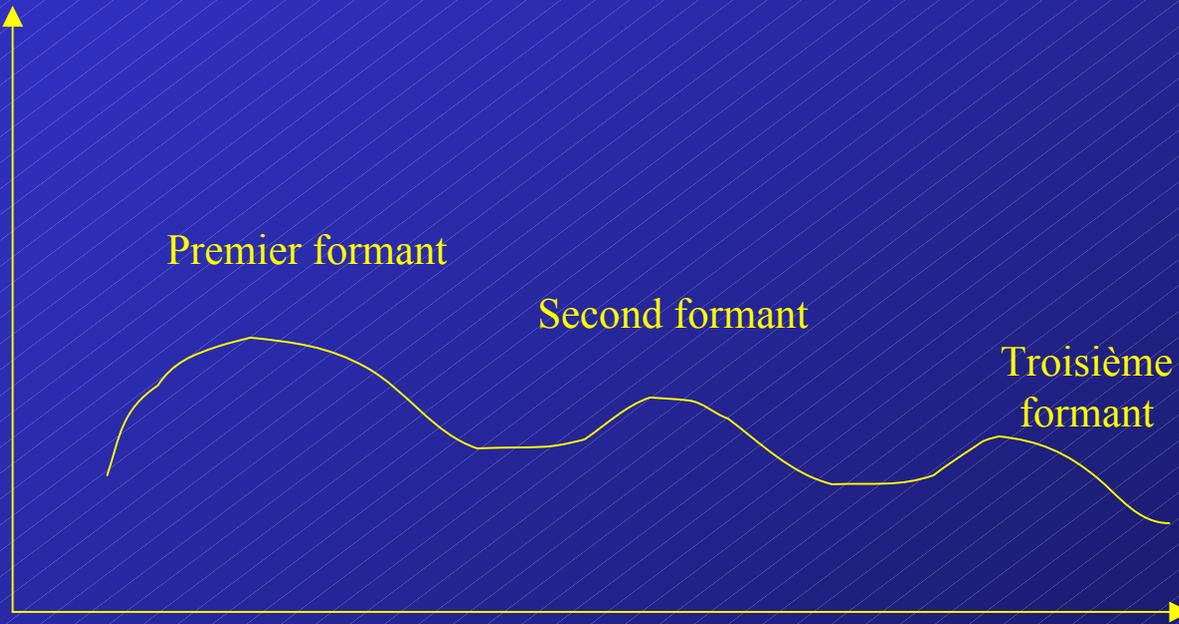


HEH

UCBL

Représentation classique

Amplitude

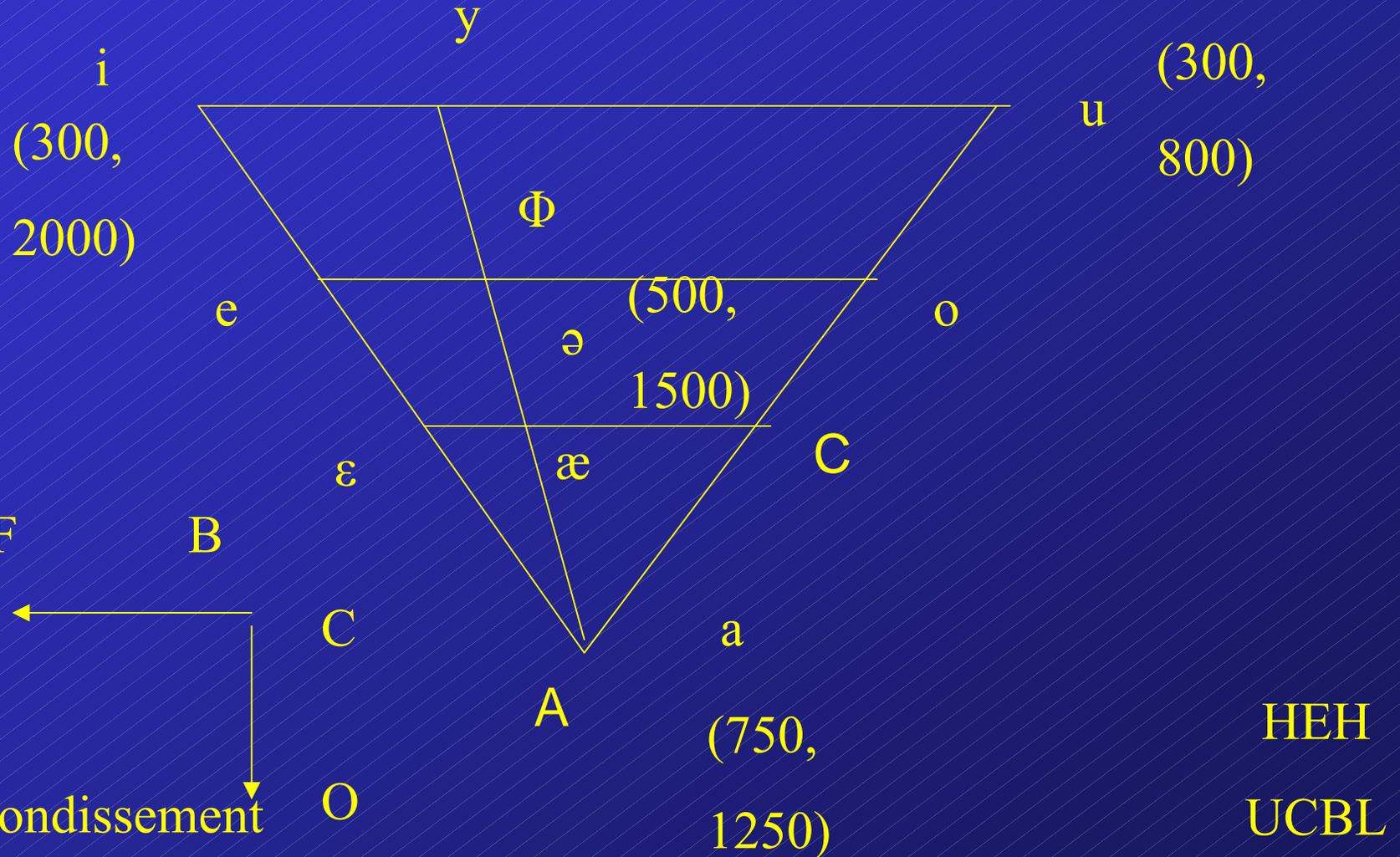


Fréquence

HEH

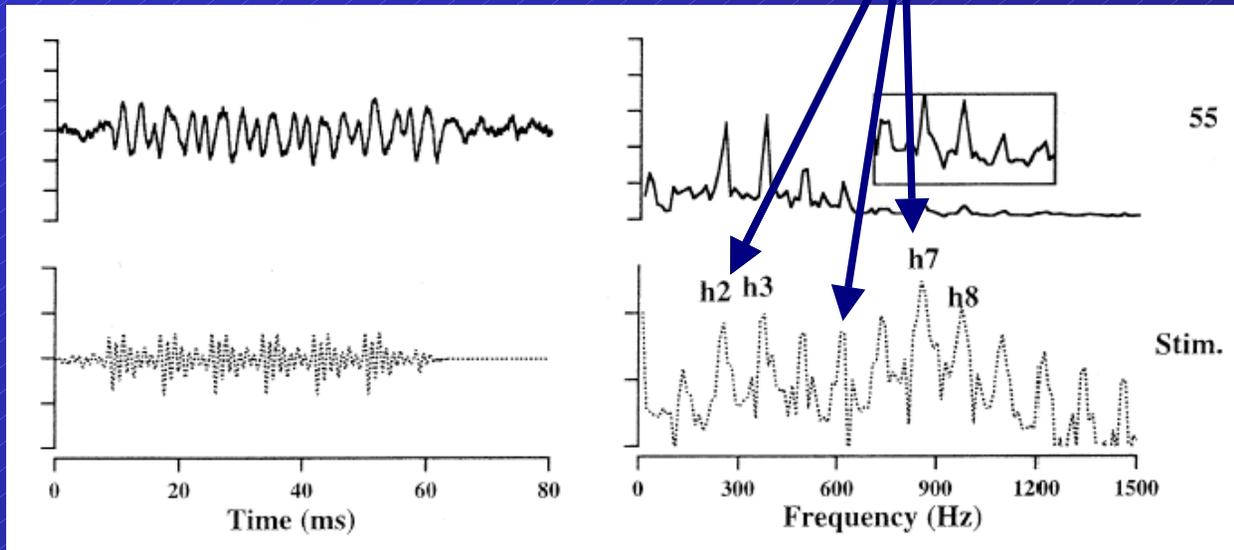
UCBL

Caractères des voyelles



Le signal de parole

Pics d'énergie du signal

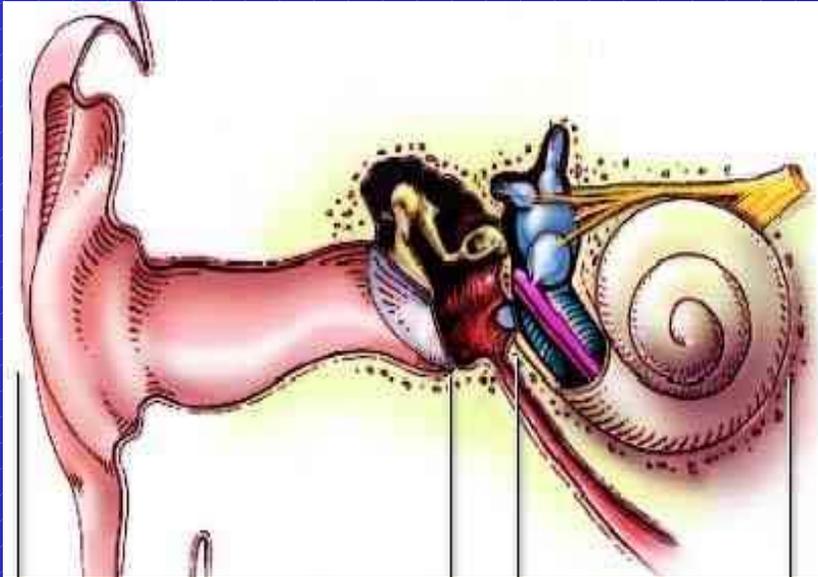


Temporel

Spectre fréquentiel

PAR FOURIER...

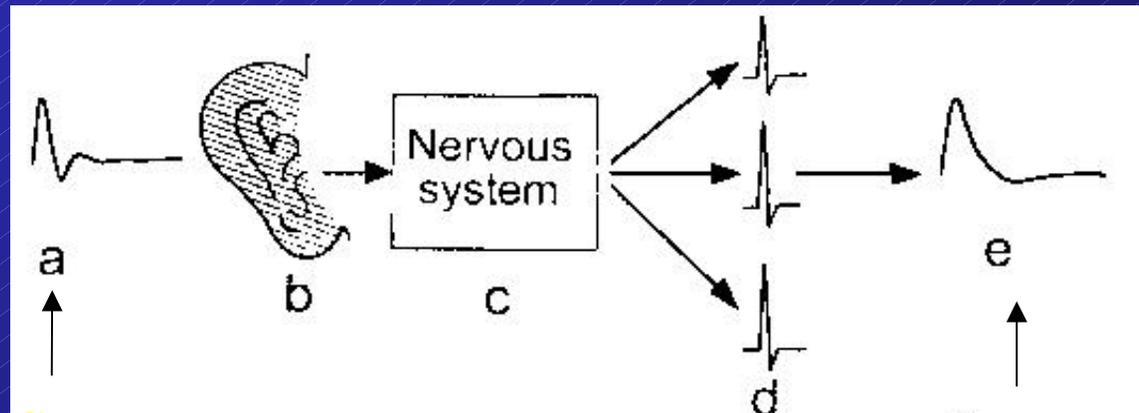
Son -> Message Nerveux



PE



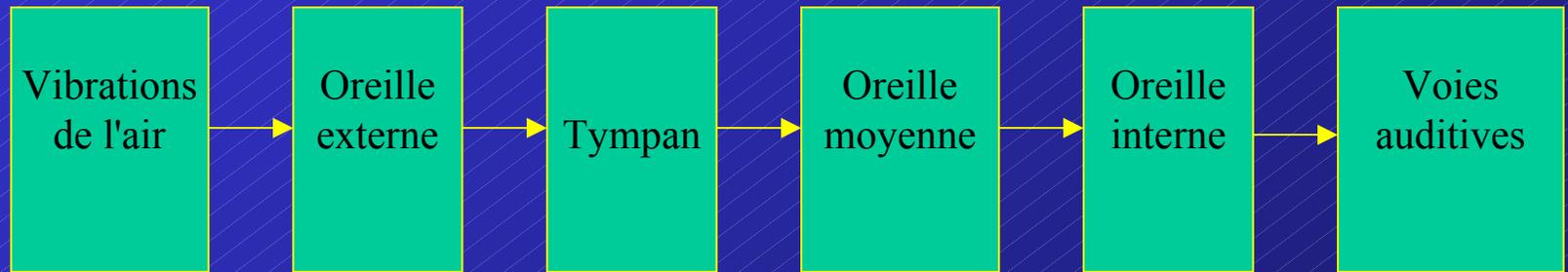
PE:



Son

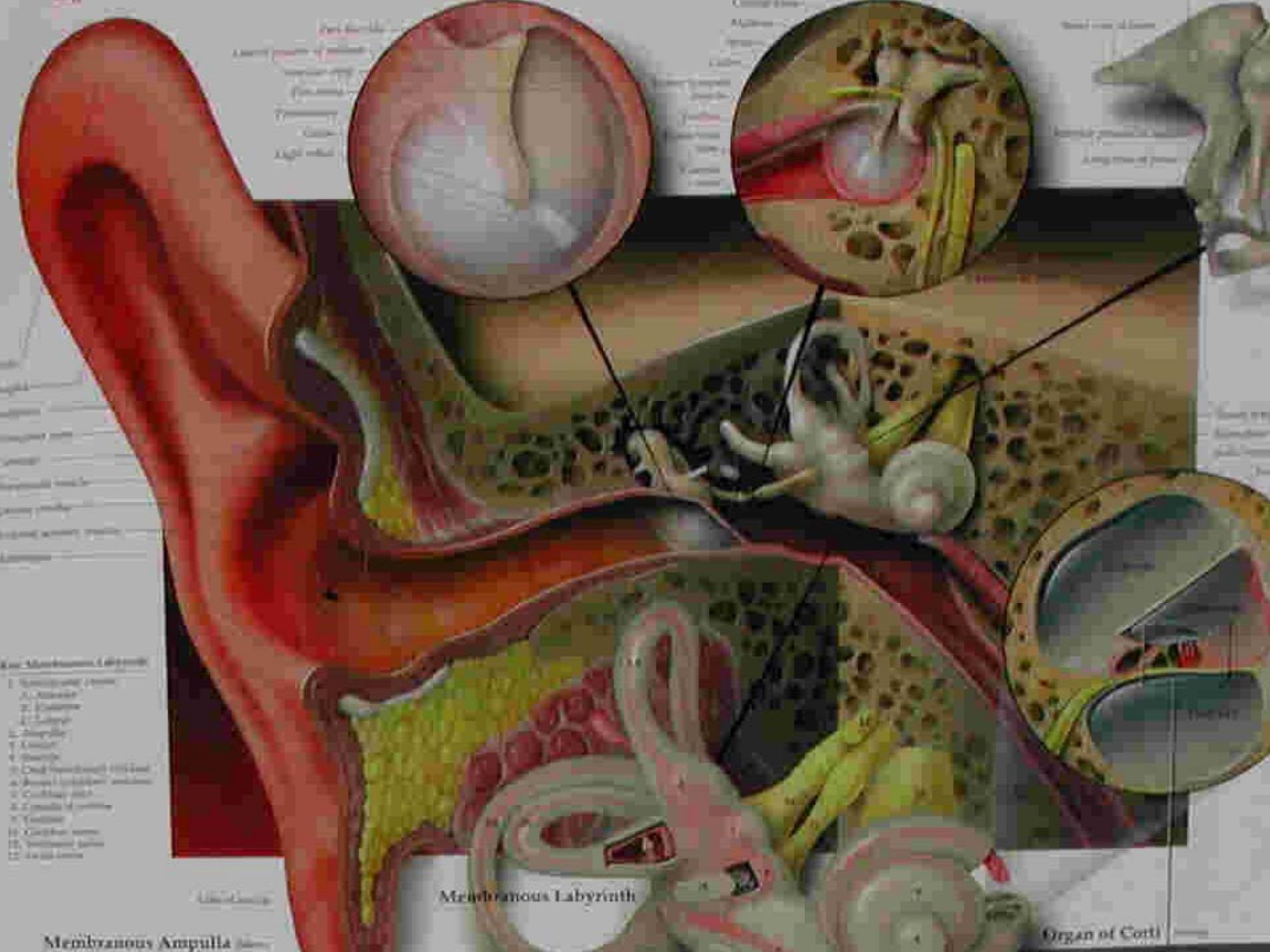
PEA

Représentation de l'oreille



HEH

UCBL



External Ear
Pinna
Ear Canal
Eardrum
Middle Ear
Malleus
Incus
Stapes
Internal Ear
Utricle
Saccule
Semicircular Canals
Cochlea
Organ of Corti

Head view of Ear
Malleus
Incus
Stapes
Utricle
Saccule
Semicircular Canals
Cochlea
Organ of Corti

Membranous Labyrinth
Utricle
Saccule
Semicircular Canals
Cochlea
Organ of Corti

Membranous Labyrinth

Organ of Corti

Membranous Ampulla

I- Physiologie de l'oreille

1. Le système auditif

- Oreille externe

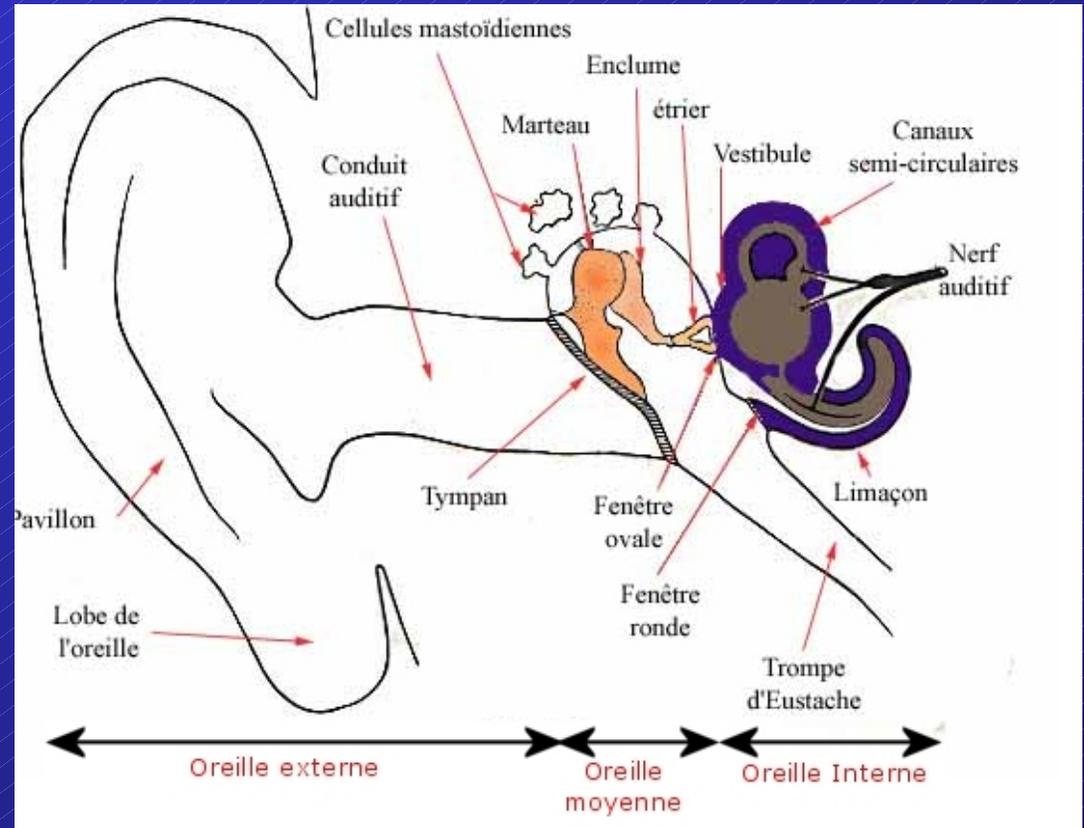
Appareil de perception

- Oreille moyenne :

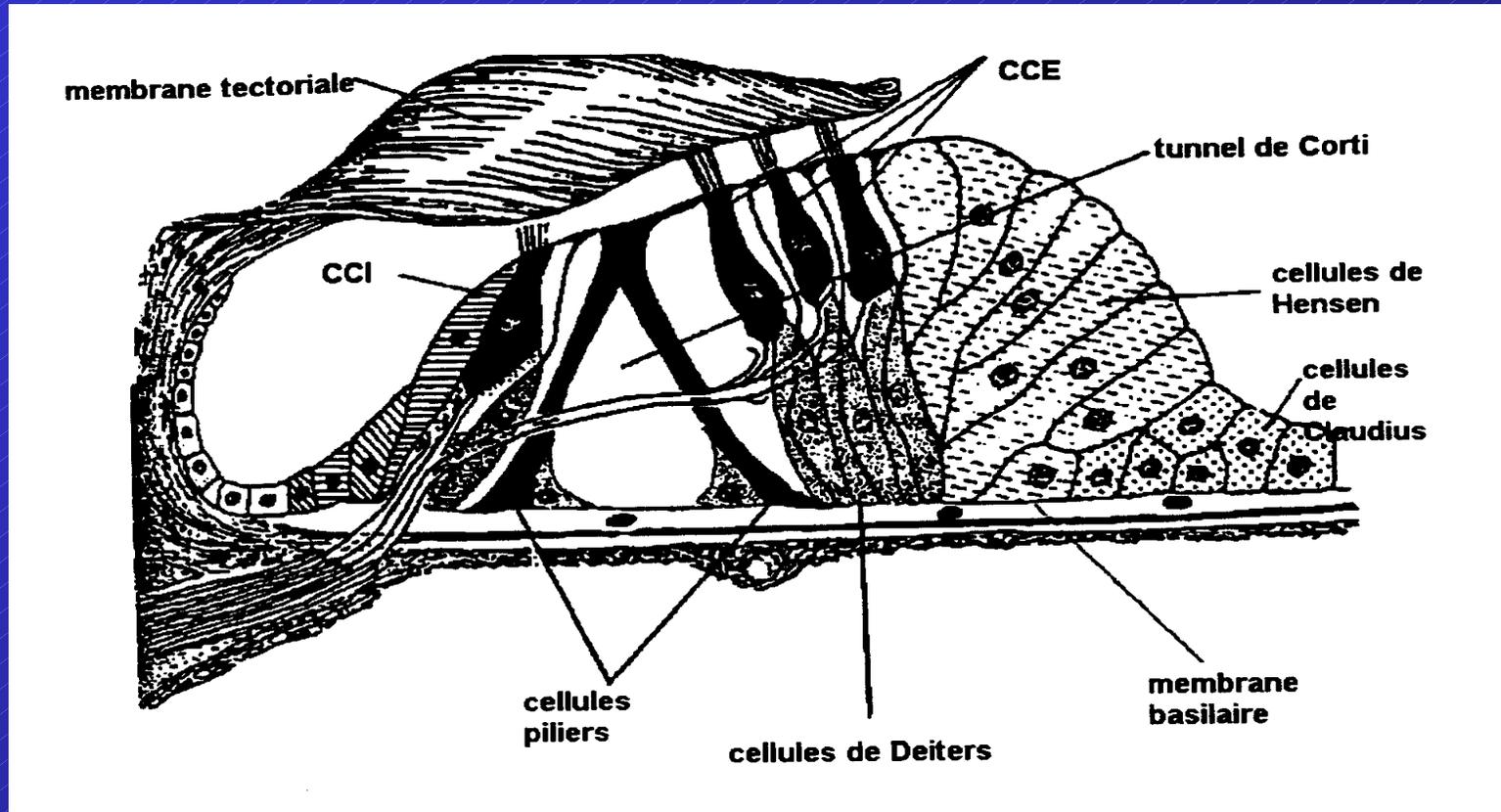
Appareil de transmission
Protection oreille interne

- Oreille interne :

- Appareil de perception
- Vestibule + Cochlée
- Transformation des vibrations liquidienne en impulsions électriques



Organe de Corti



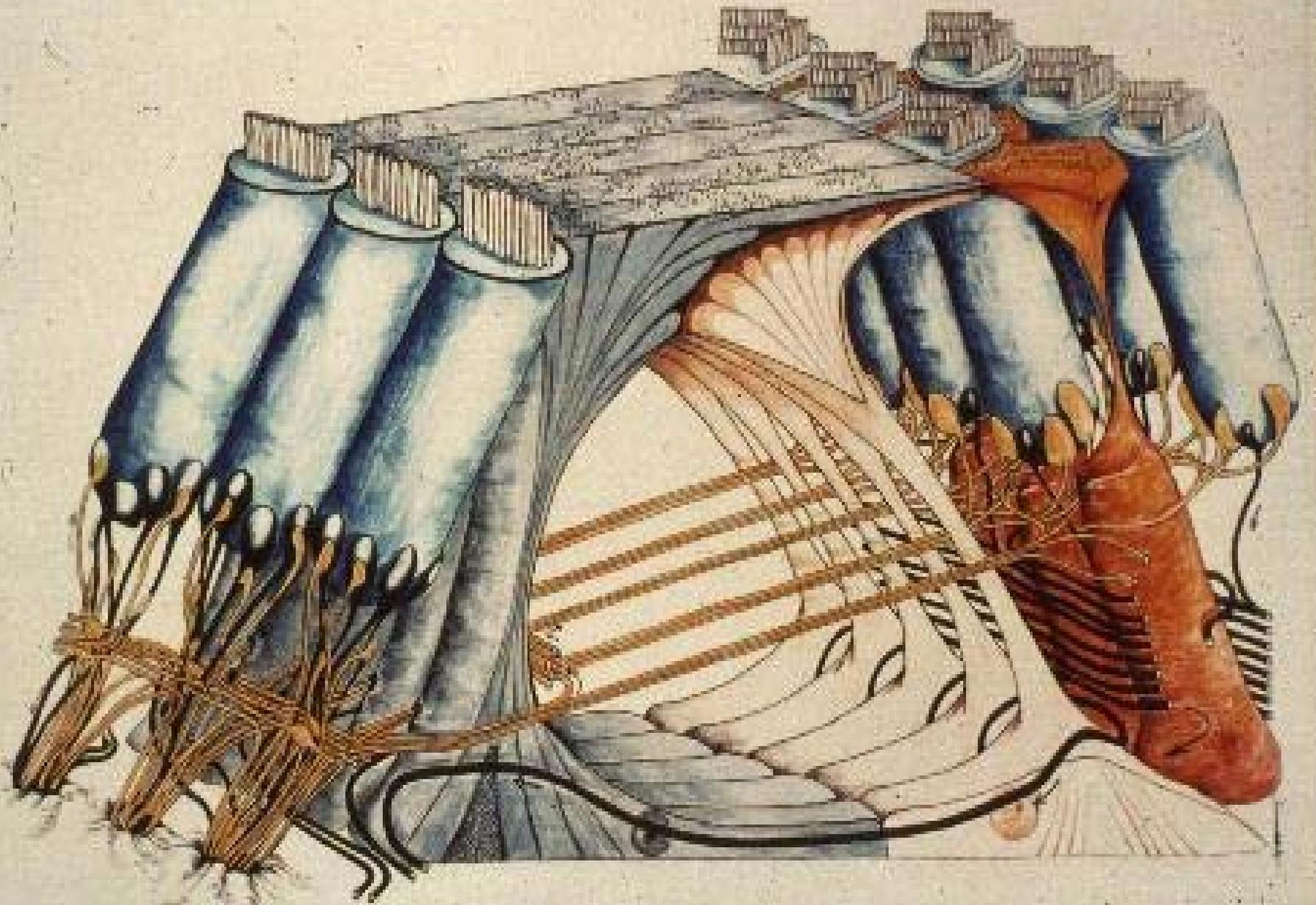
L'onde sonore soulève le plancher (membrane basilaire)

Les CCI sortent le message nerveux

Les CCE abaissent le plafond (amplitude et sélectivité)

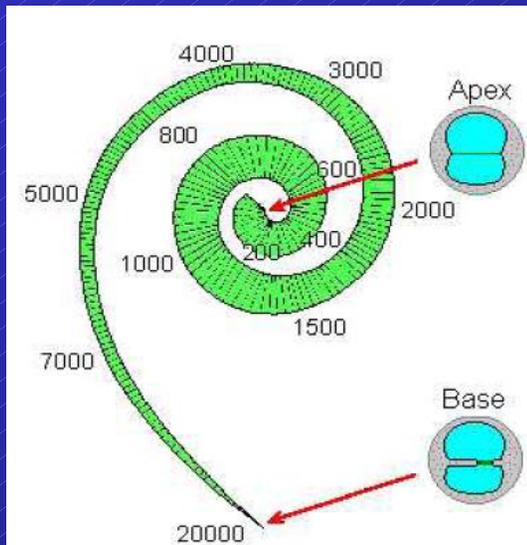
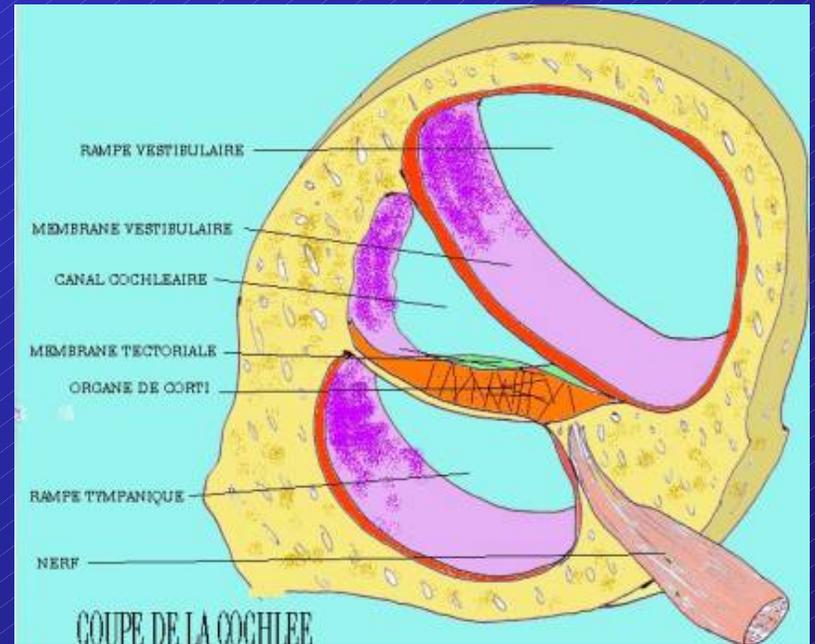
HEH

UCBL



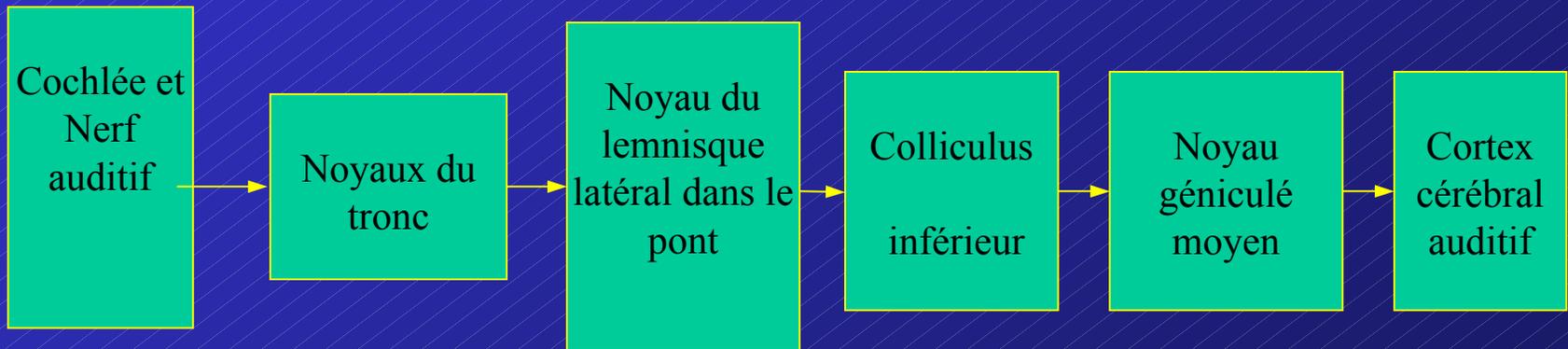
Oreille interne - Cochlée

- Appareil de perception
- Trois canaux + organe de Corti + trois membranes
- Cellules ciliées = transduction mécano-neurale



Tonotopie de la cochlée: codage spatial des fréquences

Séquence des voies auditives

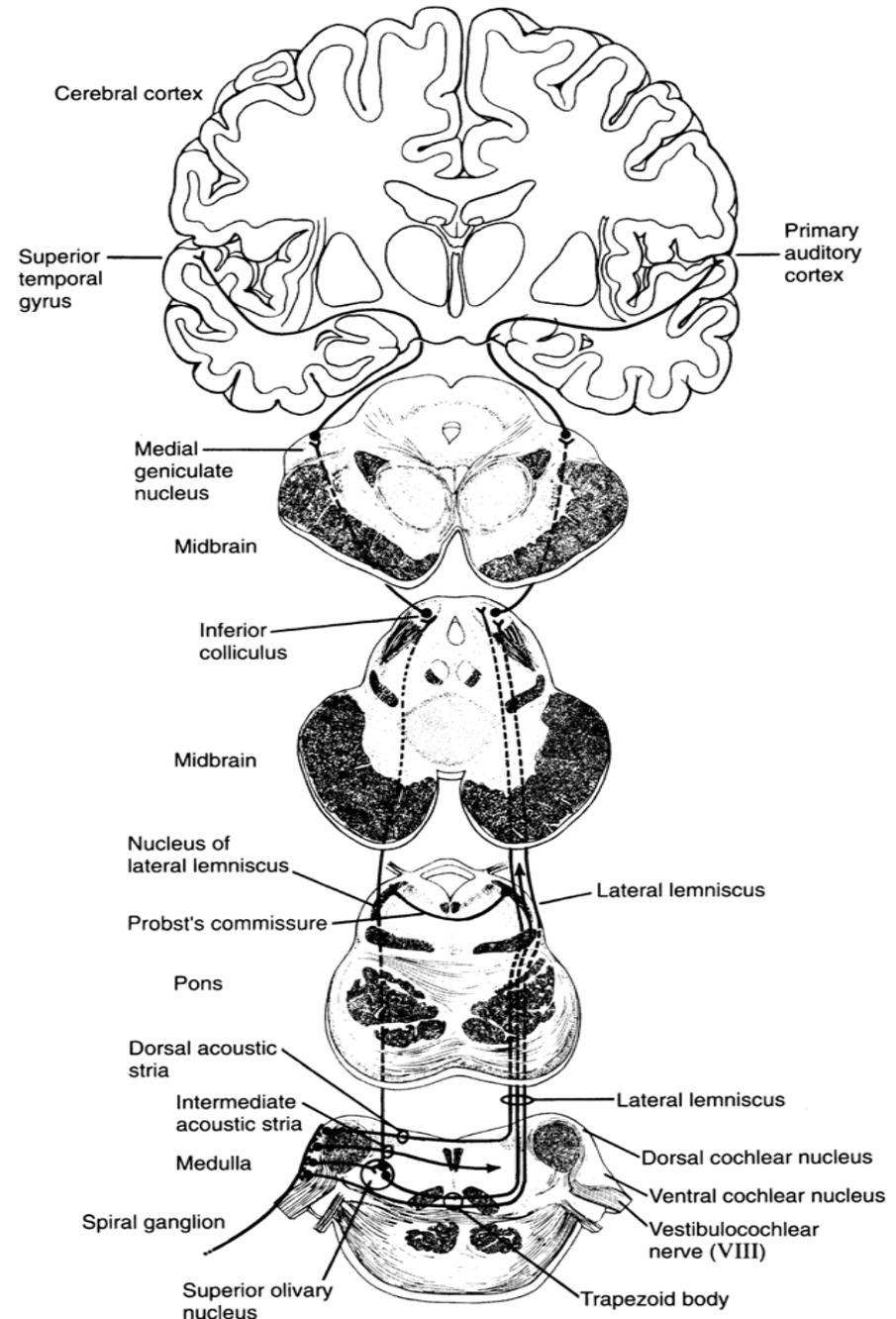


HEH

UCBL

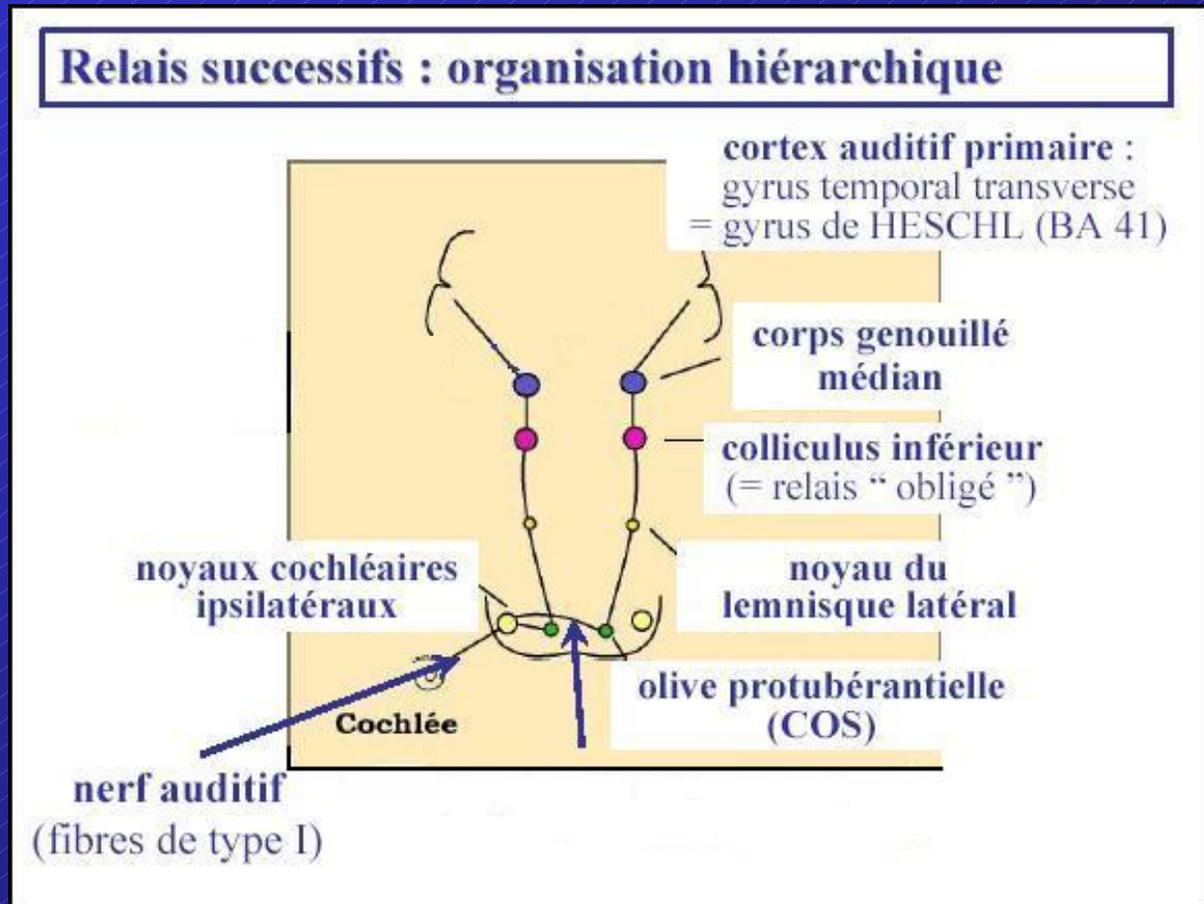
LES VOIES COCHLÉOFUGES

d'après Kelly *in*:
Principles of Neuroscience, 2000
Eds: Kandell, Schwartz, Jessell



2. Les voies auditives

- Le nerf auditif a pour rôle la transmission de l'information vers le noyau cochléaire qui constitue le premier traitement de l'information perçue.
- Passage dans le complexe olivaire supérieur qui fait un traitement binaural.
- Passage dans le colliculus inférieur et le corps genouillé médians permettent une localisation spatiale du son.



Correspondance de codage

Enveloppe

2 50

(syllabe)

cortex

Périodicité

50 500

(Fondamental)

nerf

Structure fine

500 1000

(formants)

cochlée

HEH

UCBL

Le vieillissement

Surdité complete (implant: hors thème)

Trois aspects

Baisse de l'acuité auditive

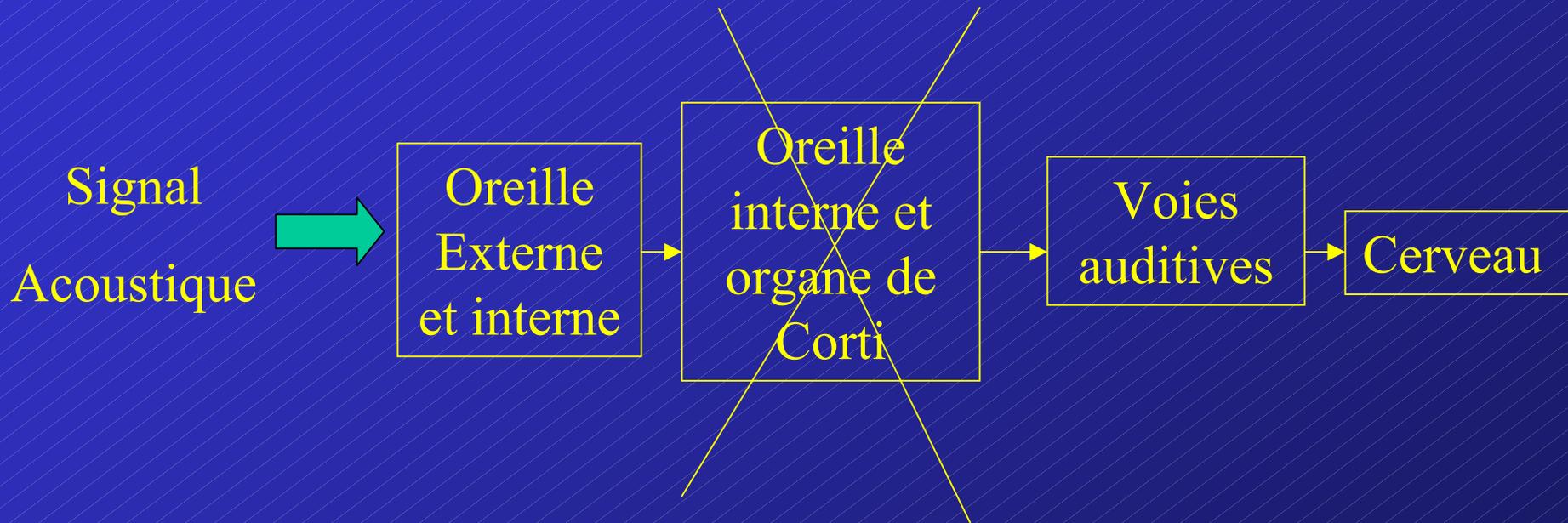
Baisse de la sélectivité fréquentielle

Sensitivité au bruit

HEH

UCBL

Représentation de la cophose

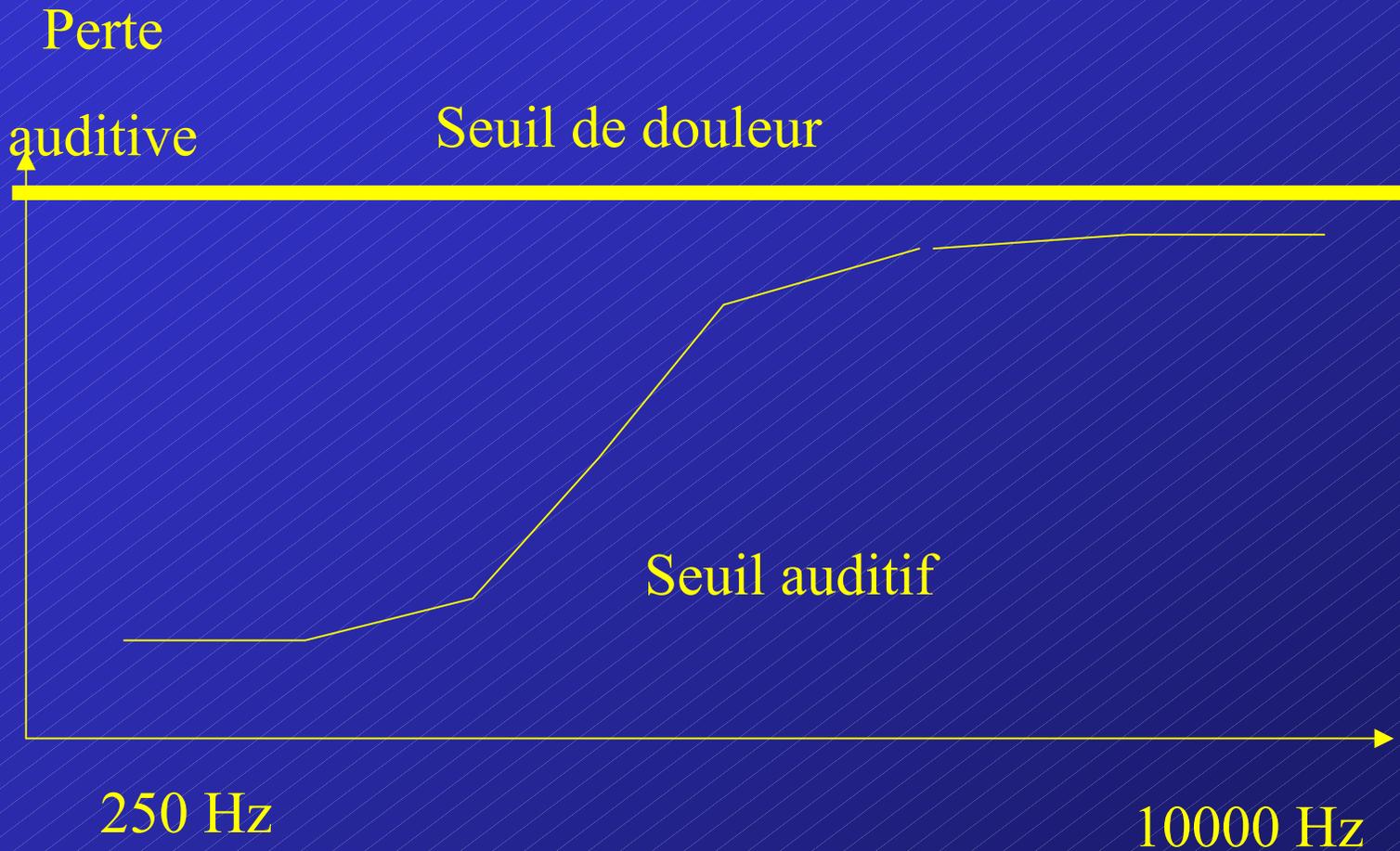


Element Non
fonctionnel

remplacé par un
implant cochléaire

HEH
UCBL

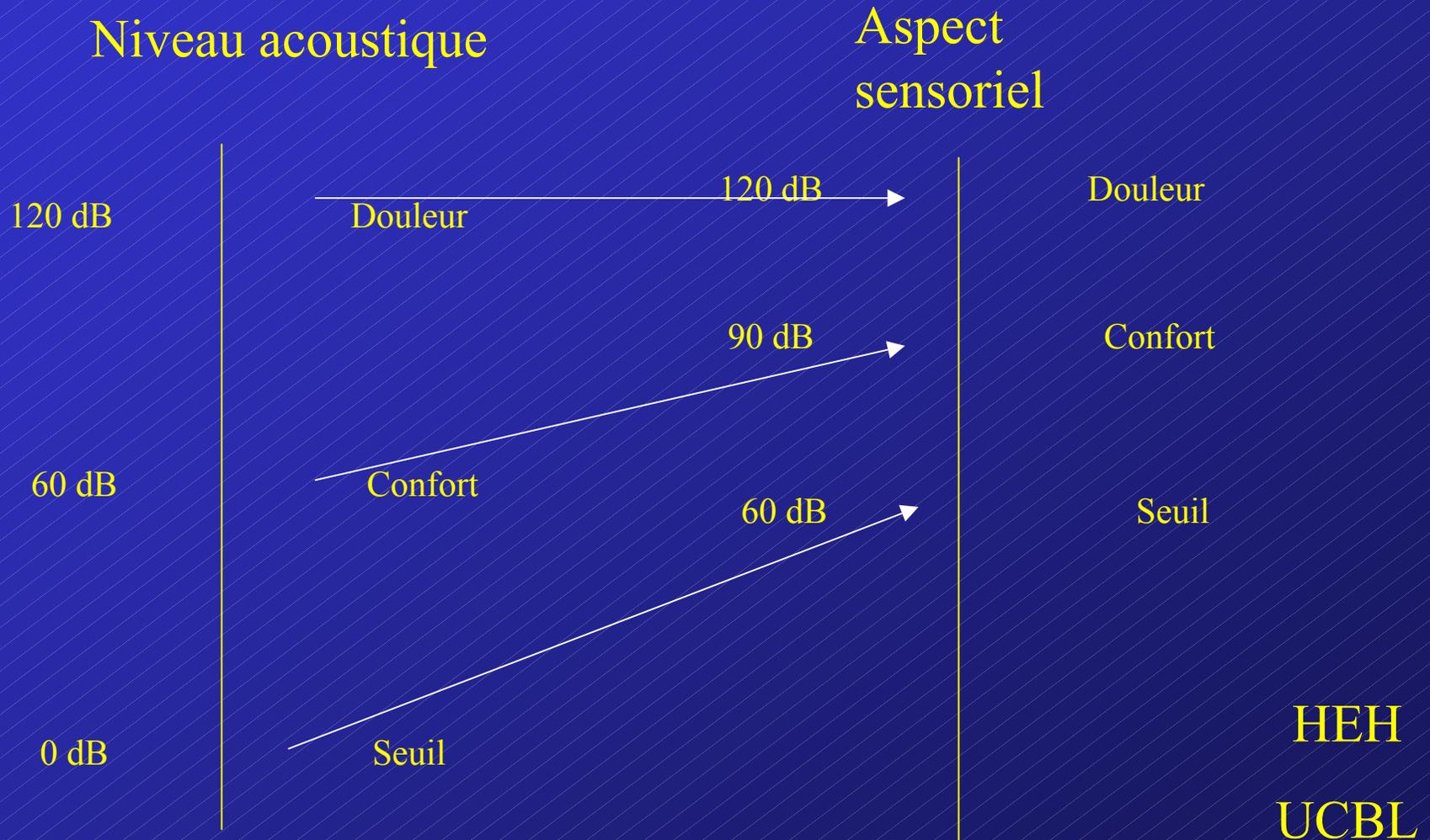
Représentation classique de la presbyacousie



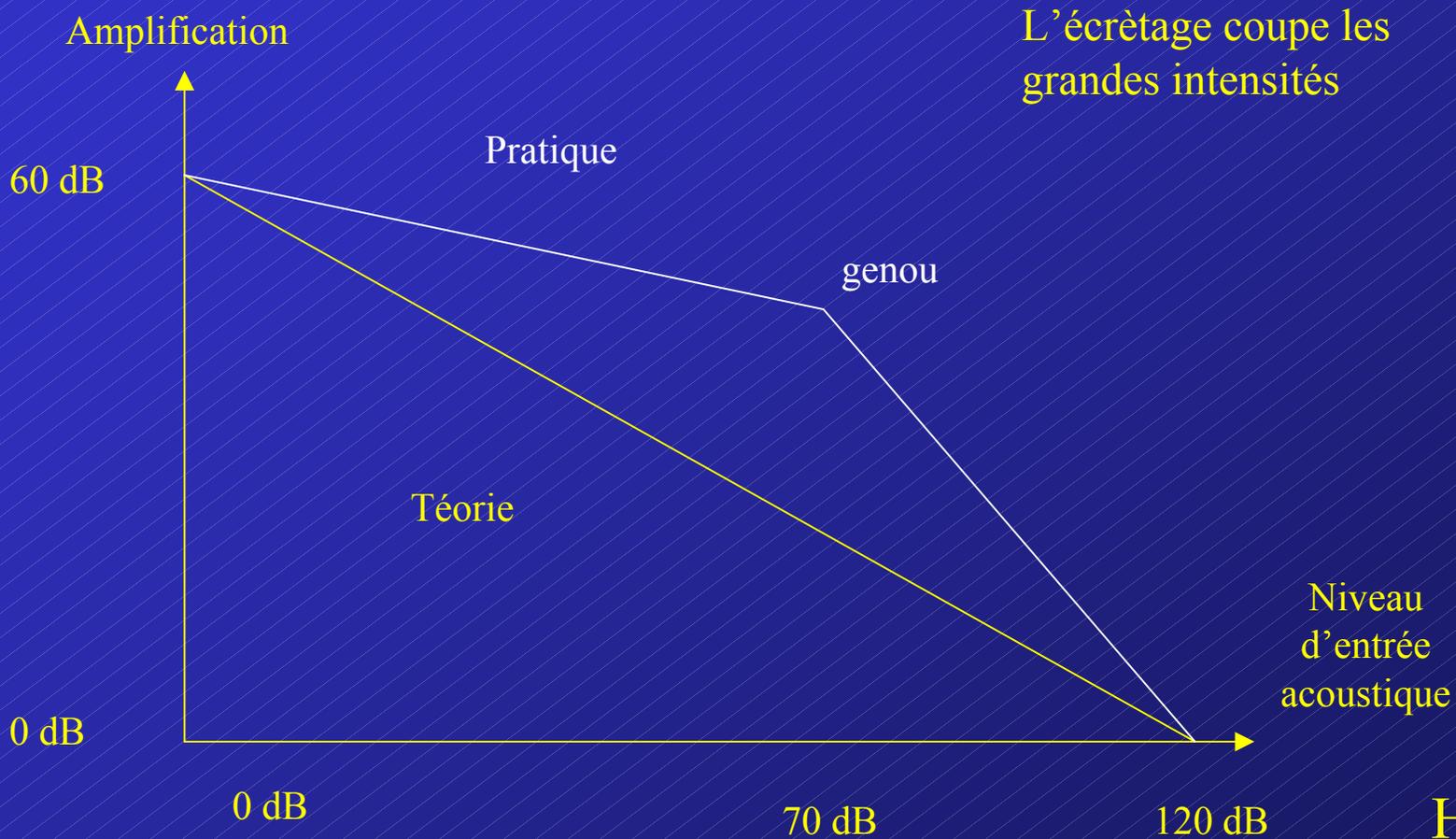
HEH

UCBL

Correction auditive en amplitude



Correction linéaire

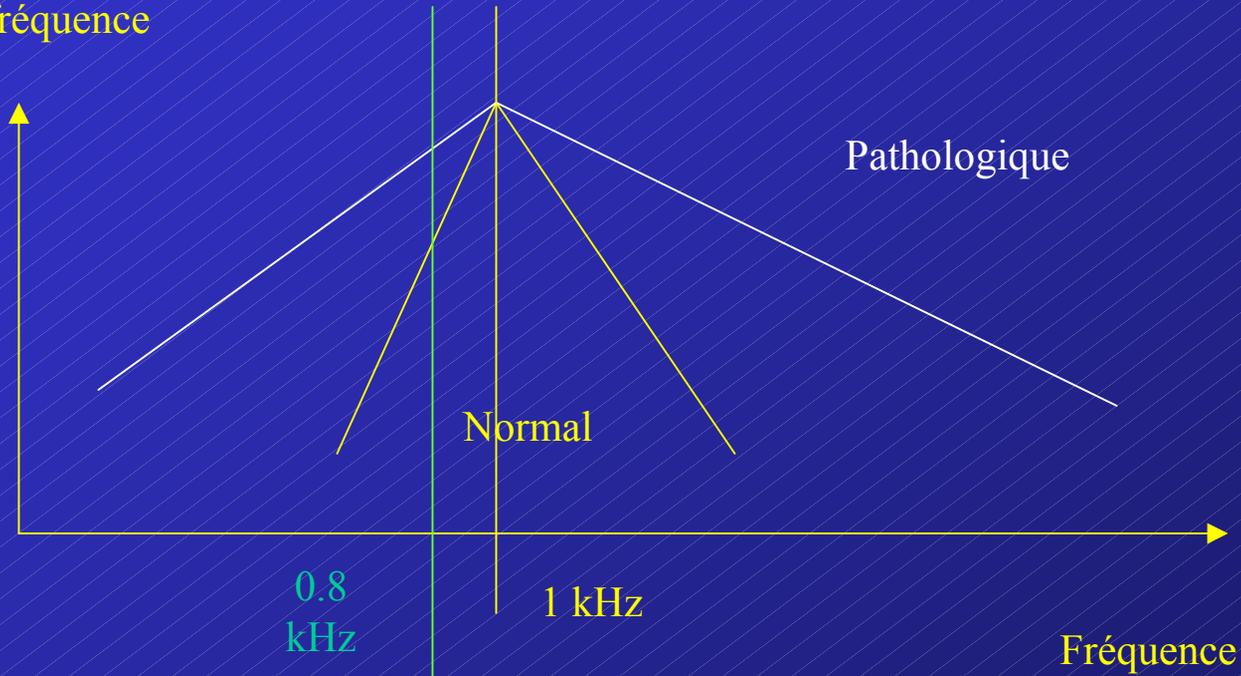


HEH

UCBL

Filtres auditifs

Amplitude pour
démasquer une
fréquence



En patho, il faut plus d'énergie pour
démasquer le 0.8 kHz

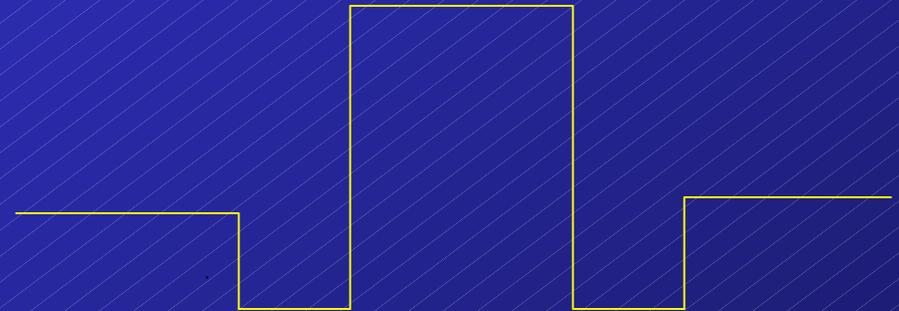
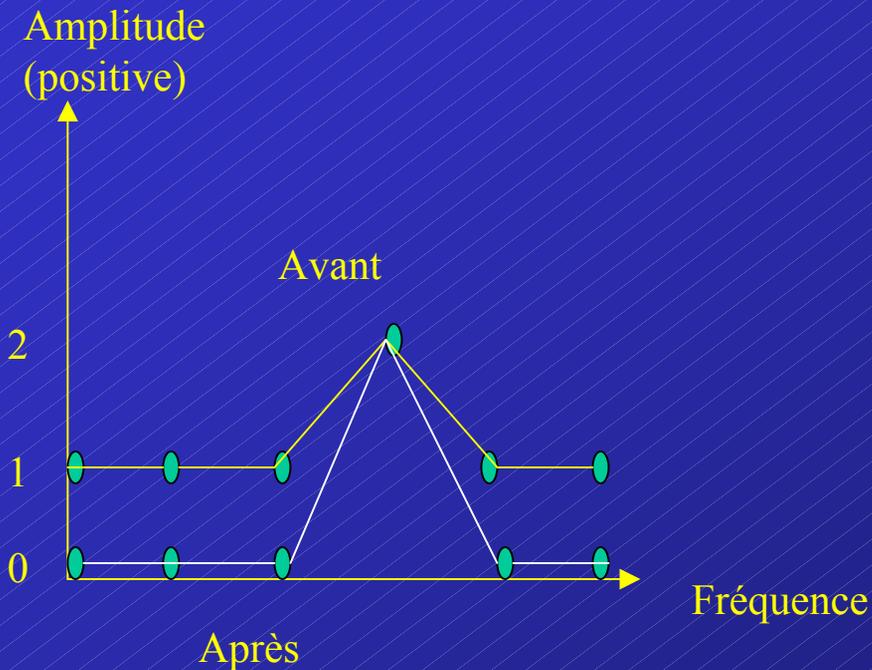
L'élargissement des bandes est liée à la perte
de fonction des CCE

HEH

UCBL

Correction « chapeau mexicain »

(Dérivation numérique)



« Sombrero = Mexican hat »

$$X'(n) = -1 * x(n-1) + 2 * x(n) - 1 * x(n+1)$$

Dérivation numérique : (c'est une dérivée seconde)

Stratégie: renforcement de pics
(avec les CCE)

HEH
UCBL

Débruitage

Le bruit handicape fortement la personne âgée

2 voies pour l'éliminer:

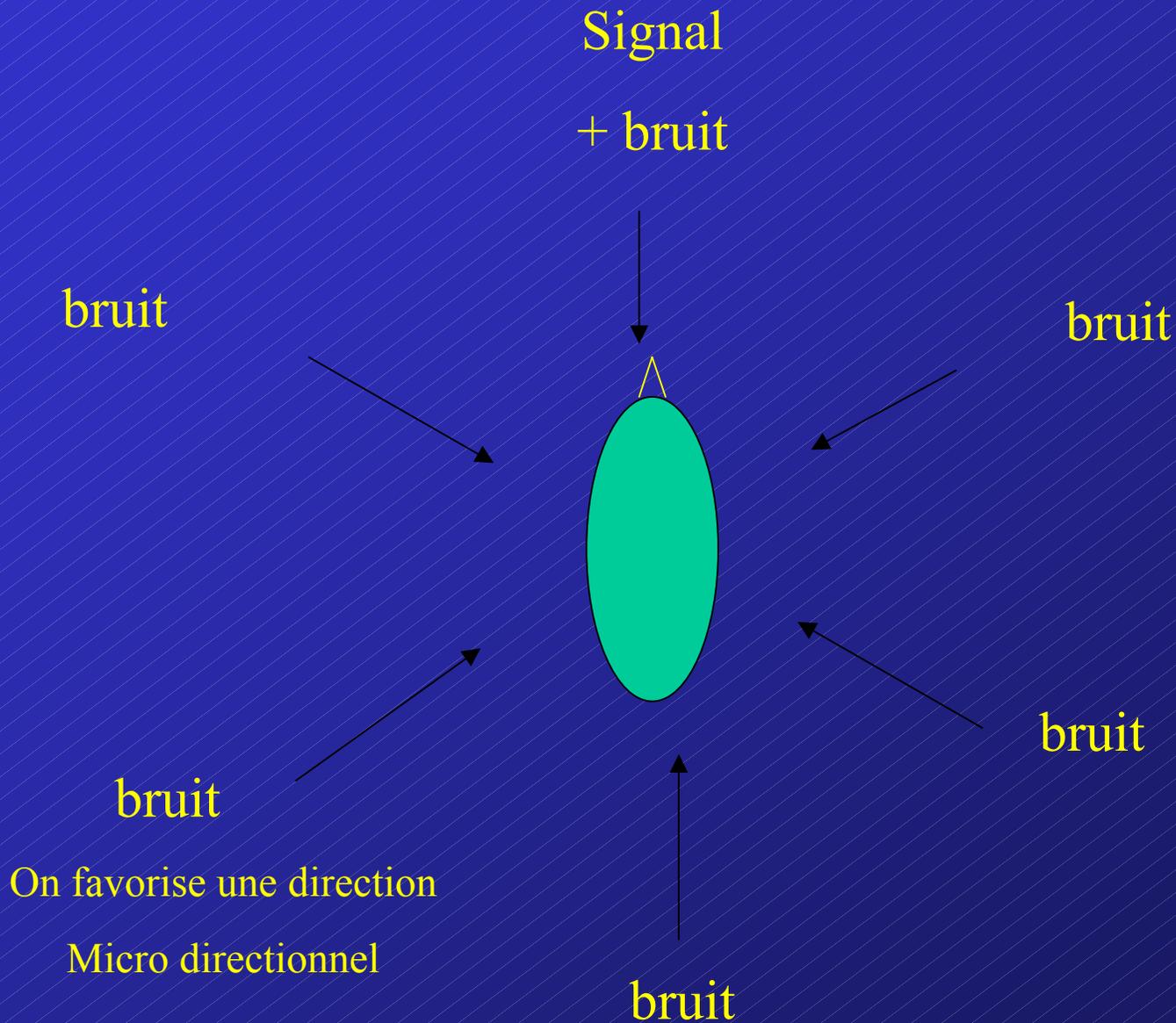
Aspect directionnel

Traitement du signal

HEH

UCBL

Aspect directionnel



HEH

UCBL

Traitement du signal

On considère que le bruit a des caractéristiques données:

Il est stationnaire (ex: larsen, moteur...)

Il occupe certaines bandes de fréquence (hors parole)

Il a une valeur moyenne faible

Il n'a pas des dérivées importantes

Son enveloppe n'est pas sur un rythme syllabique...

HEH

UCBL

Les débruiteurs

Le but : améliorer le rapport signal/
bruit

Diminue le gain dans les canaux où le
bruit est majoritaire et être
transparent pour ceux qui contiennent
des informations de parole

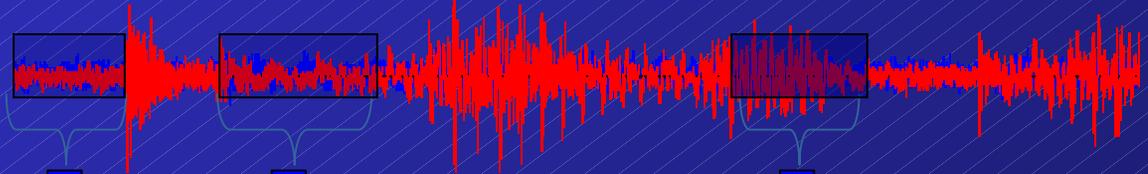
Les débruiteurs

- Audiométrie : diminue le gain pour des signaux continus
- Traitement particulier des bruits constants en vocale dans le bruit
- Doivent pouvoir être mis en OFF quand le traitement retire un indice utilisé (exemple du Fondamental dans le bruit)

bruit estimé

Ex: Matrix resound

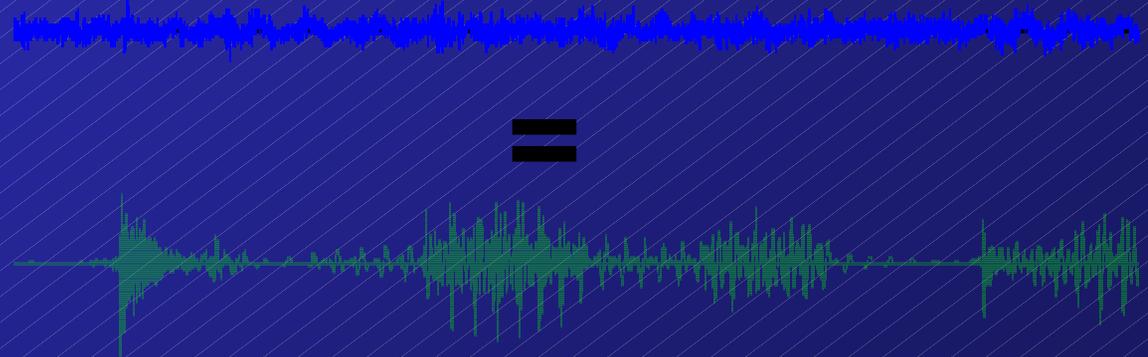
Signal et bruit



bruit estimé
&
Soustraction spectrale



Signal nettoyé

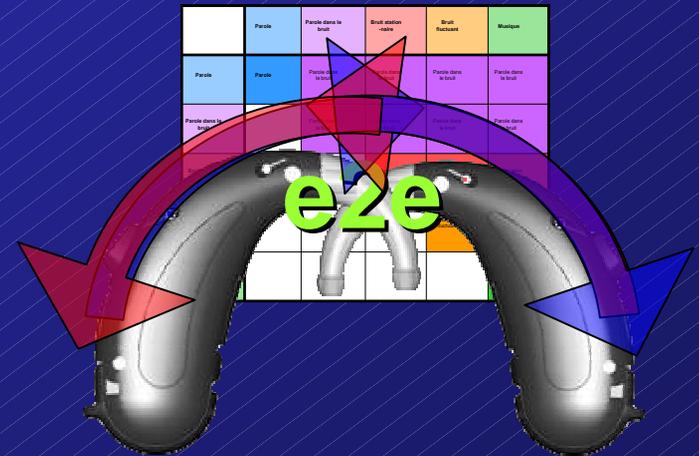


Analyse séquentielle des scènes auditives ???

Communication binaural

E2e Siemens

- **Potentiomètre binaural**
- **Changements de programmes synchronisés**
- **Traitement binaural du signal**
- **Directivité microphonique binaurale**



Mise en œuvre de la correction

HEH

UCBL

Aides auditives

Age acoustique

Main du sourd

Cornet acoustique

Pipe de Hadock

Période des tubes

Graham Bell (1896)

Tubes électroniques

HEH

UCBL

Age des transistors

Bell telephone (1948)

Premiers boitiers en 1952

Age informatique

Début 1990

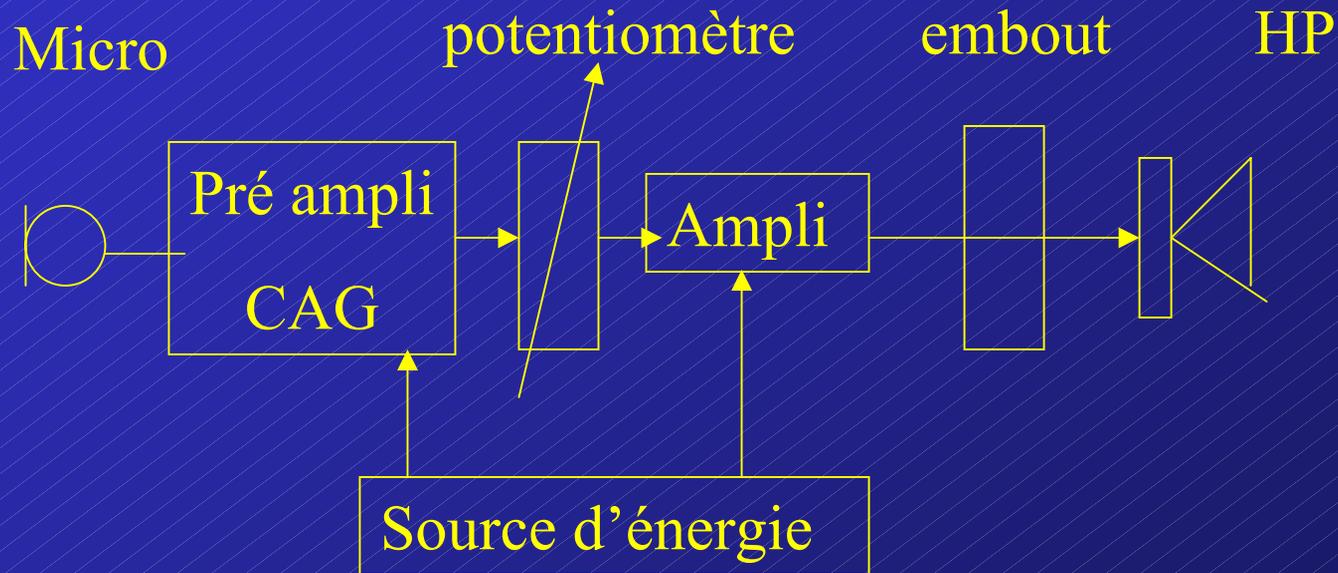
Prothèses programmables

HEH

UCBL

Aide auditive

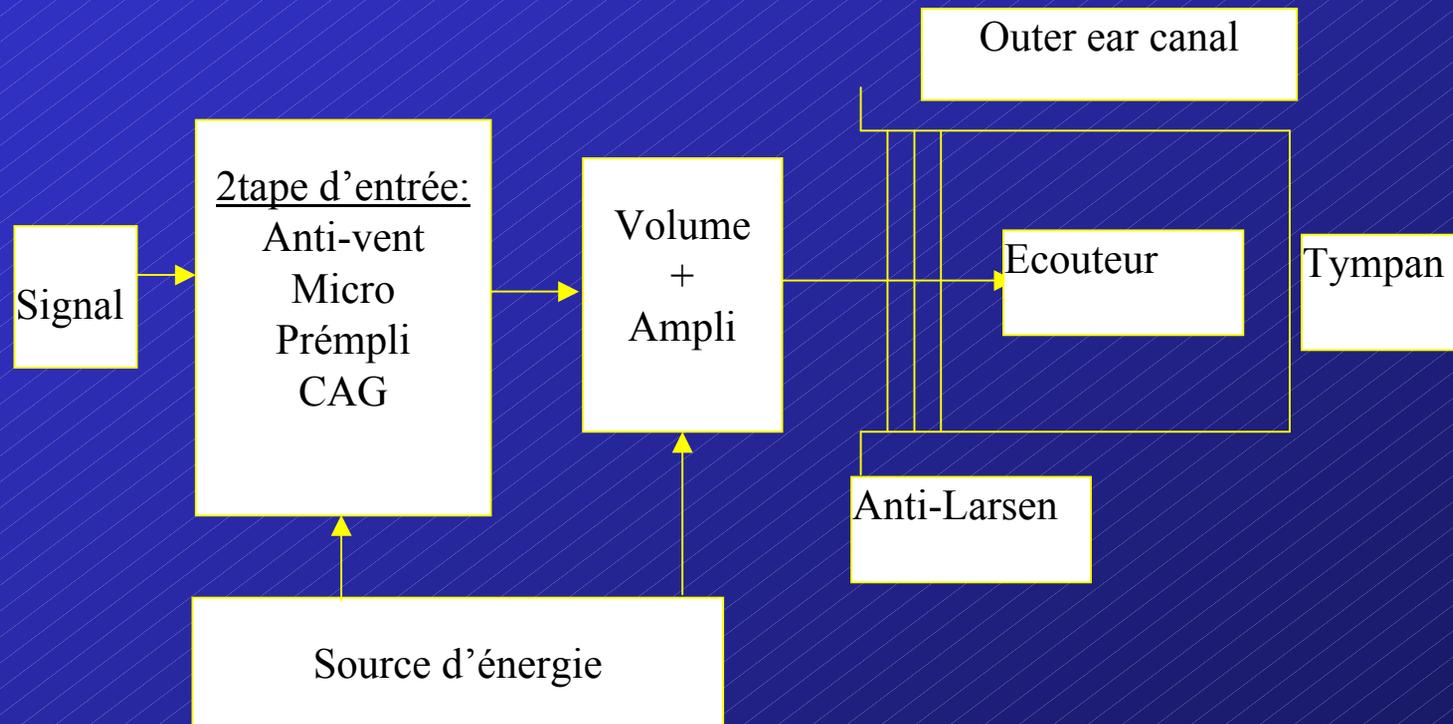
Schéma de principe



HEH

UCBL

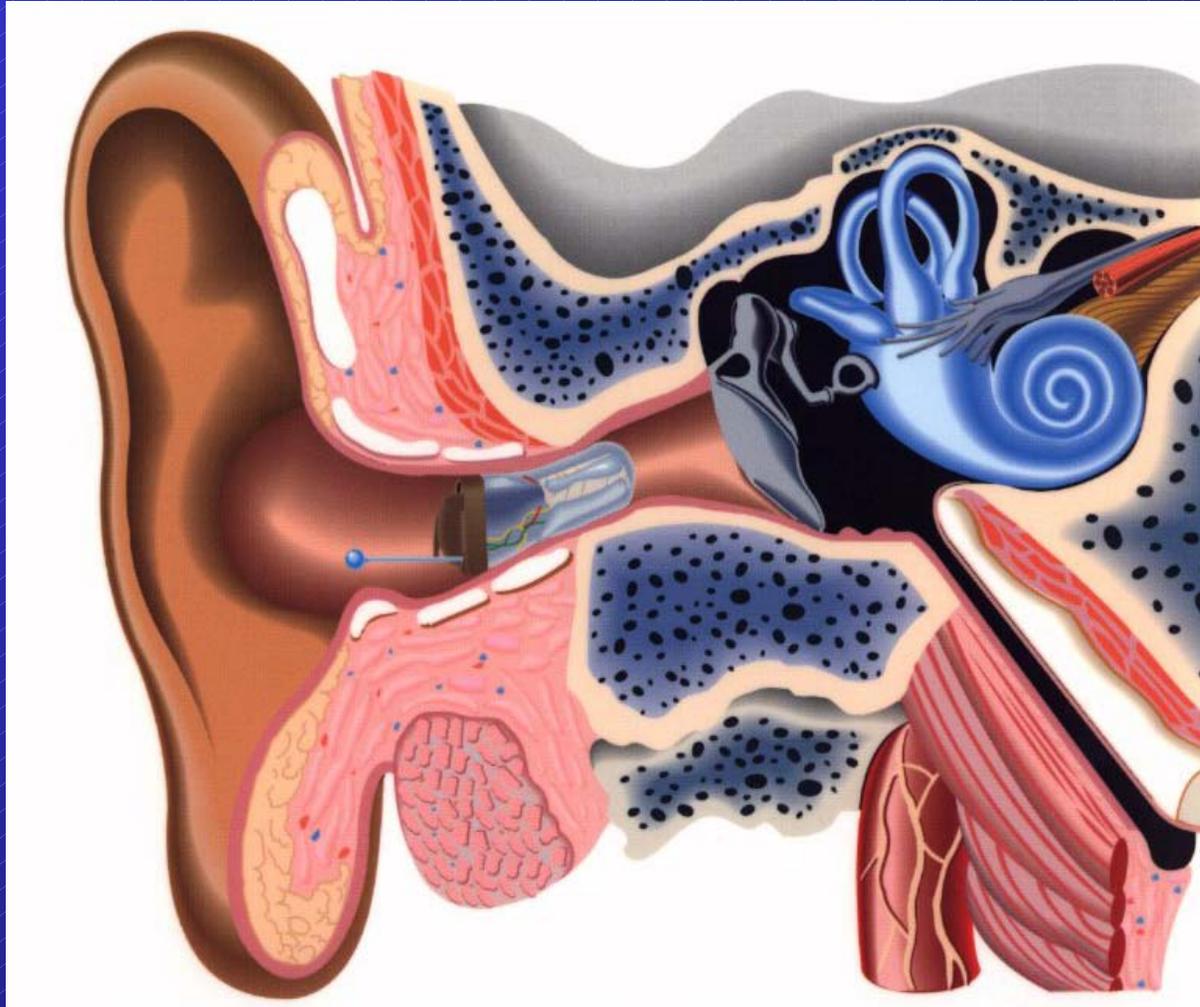
Schéma bloc d'une aide auditive



HEH

UCBL

Exemple d'intra



HEH

UCBL

Aides numériques

1995 Congrès d'Hambourg

2.5×10^9 Possibilités de réglage

Grande adaptabilité (Patient, milieu)

1996 Précurseurs

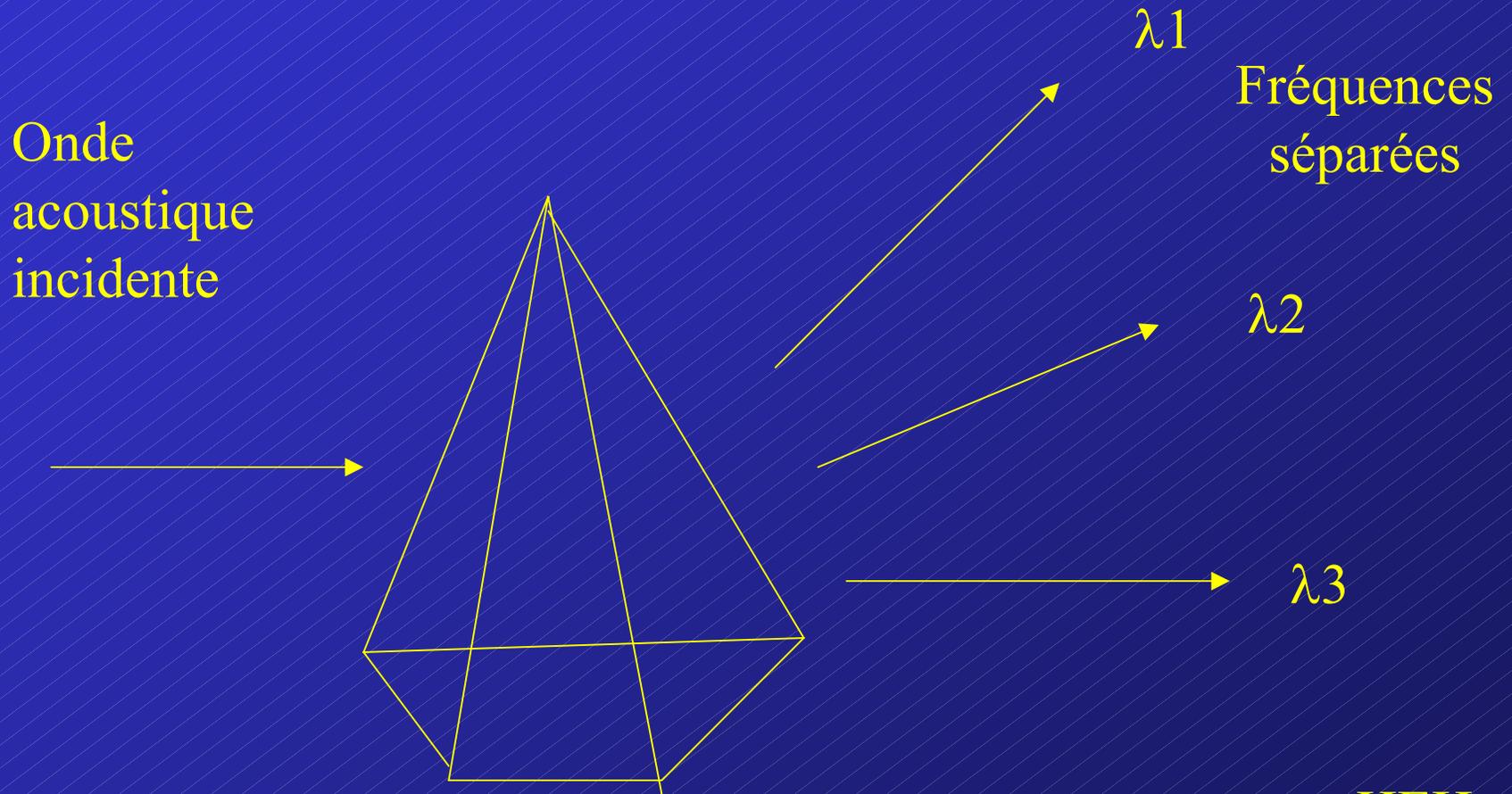
Senso/ Widex

Digifocus/Oticon

HEH

UCBL

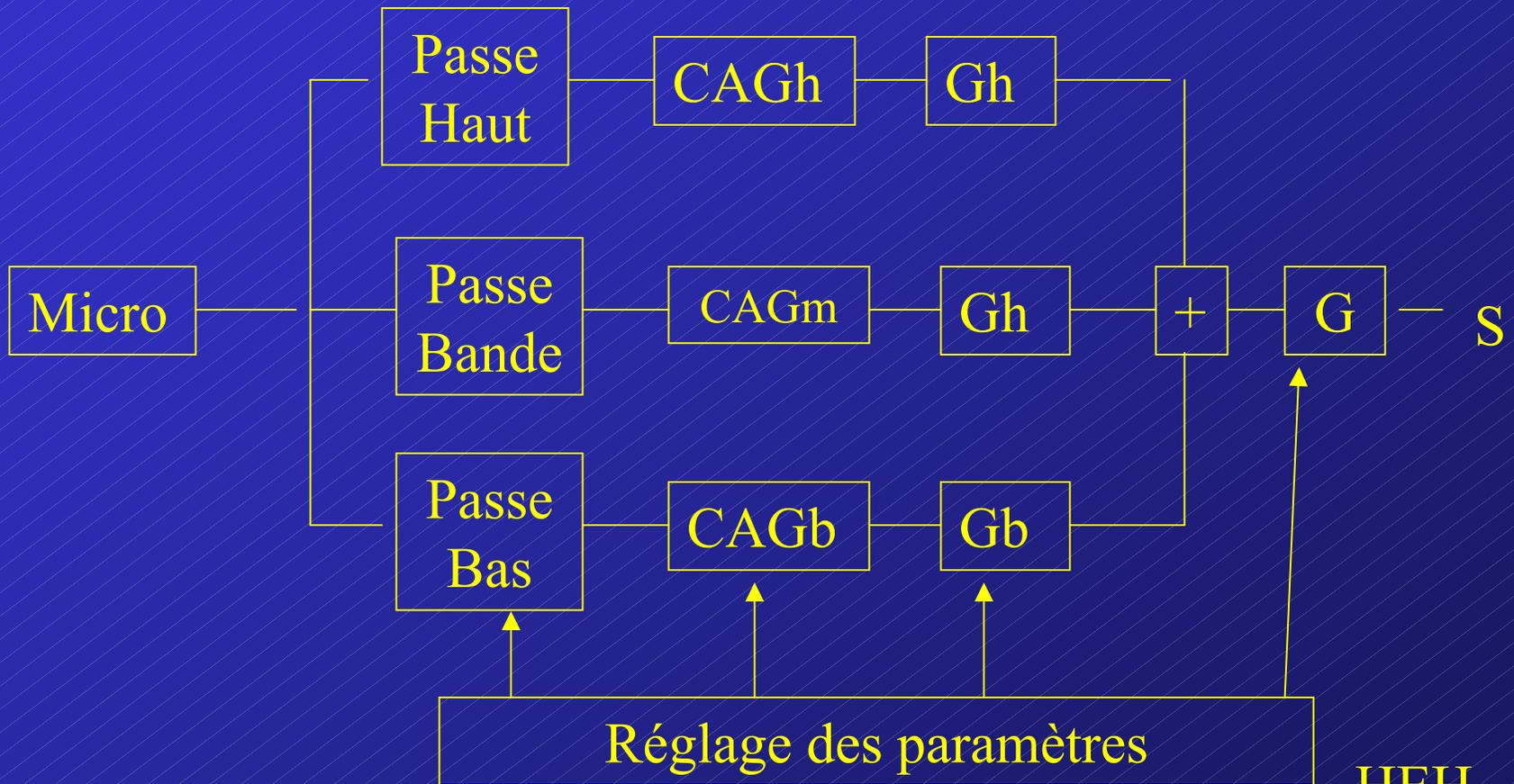
Principe du prisme



HEH

UCBL

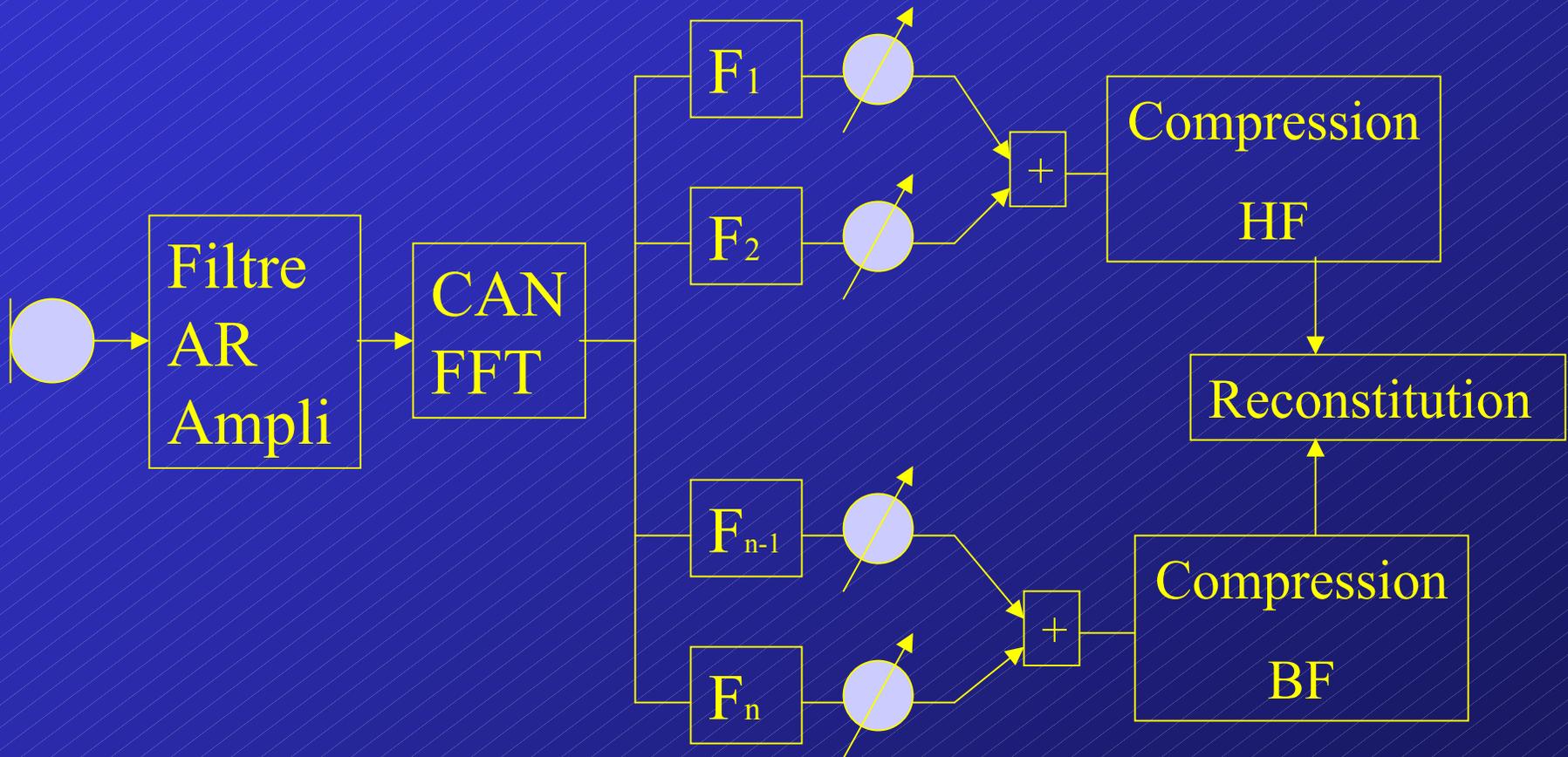
Aide programmable



HEH

UCBL

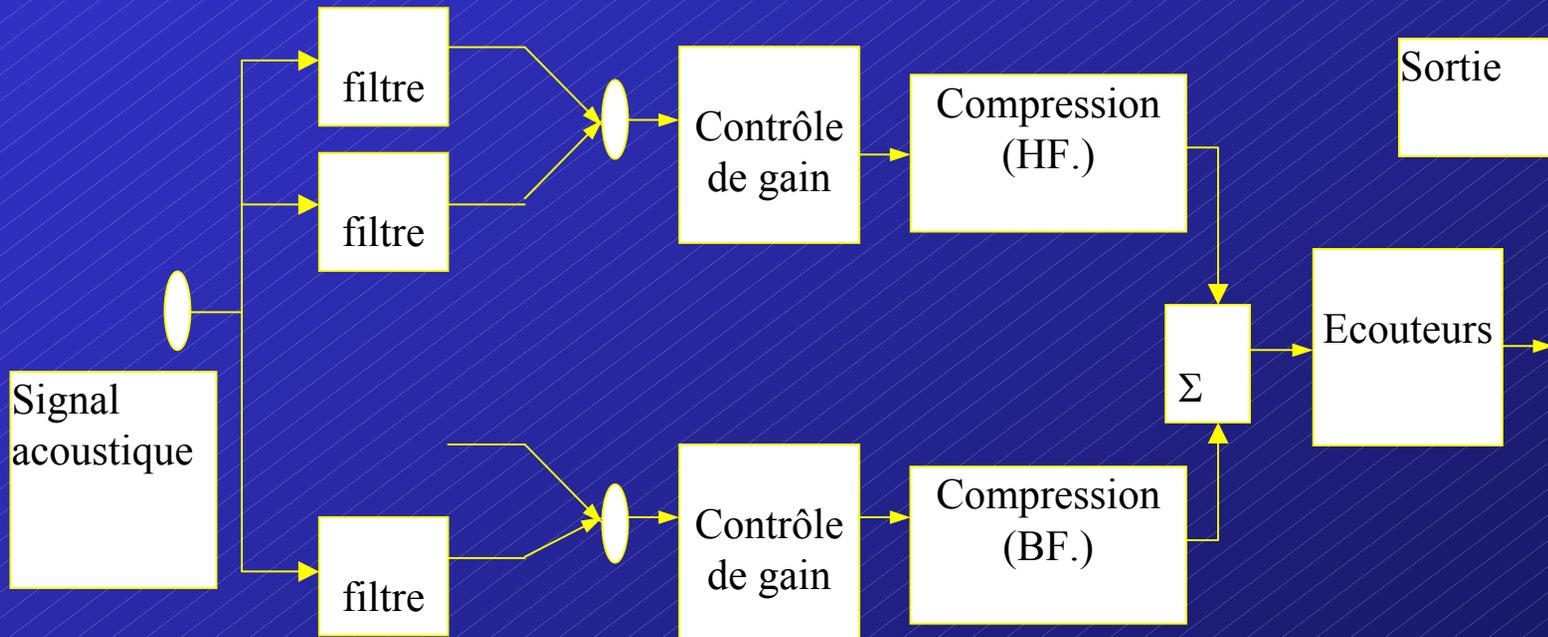
Schéma prothétique



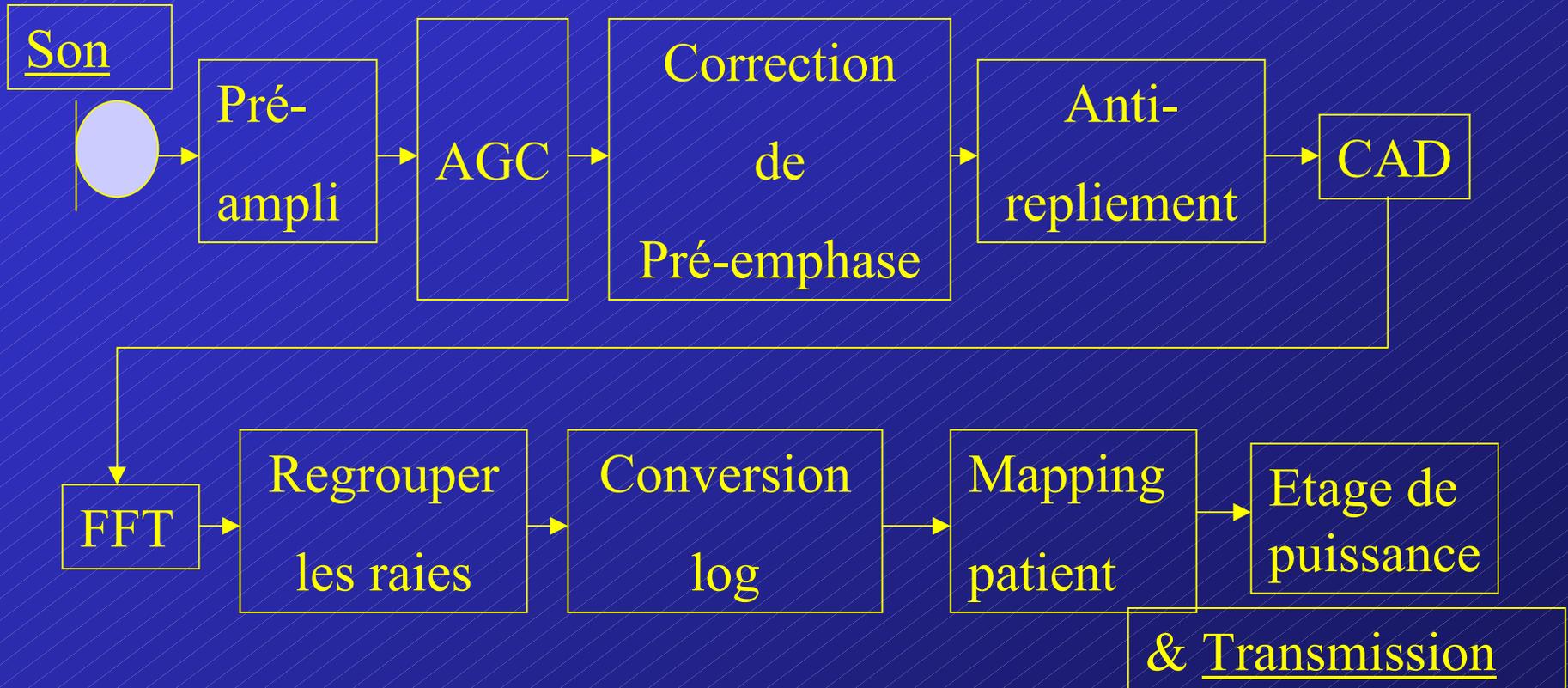
HEH

UCBL

En rajoutant les écouteurs



Application au numérique



Réglages sur l'aide auditive

Crête-Vallée du TOP

LDC (level dependant compression)

amplification/compression par canal

Protection instantanée : temps de compression par canal

peak clipping

Mémoire des situations (Bruit/ Calme/ Rue...)

HEH

UCBL

**Règle d'or de
l'échantillonnage**

**LOI de
SHANNON:**

$$F_{ech} > 2 * F_{max}$$

Analyse numérique

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nx + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin nx$$

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta}^{\theta+2\pi} f(x) dx$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{\theta}^{\theta+2\pi} f(x) \cos(nx) dx$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{\theta}^{\theta+2\pi} f(x) \sin(nx) dx$$

HEH

UCBL

Generalisation (I)

FFT

$$R(t, \omega) = \int_{-T}^{+T} f(u - t) \cdot x(u) \cdot e^{-i\omega u} du$$

Cohen

$$R(t, \omega) = \iint_D \Phi(u - t, \tau) \cdot x\left(u + \frac{\tau}{2}\right) \cdot x^*\left(u - \frac{\tau}{2}\right) \cdot e^{-j\omega t} dud\tau$$

HEH

UCBL

Generalisation (II)

Wigner-Ville

$$R(t, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t+\tau/2) x^*(t-\tau/2) \{f(\tau/2)\}^2 e^{-i\omega\tau} d\tau$$

Wavelets

$$R(t, a) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) \cdot \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{\tau-t}{a}\right) \cdot d\tau$$

(Morlet)

$$\Psi(u) = e^{-\alpha u^2 / 2} e^{i\omega u},$$

HEH

UCBL

Inverse Fourier transform

TF

$$F(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \exp(-j\omega t) dt$$

TFI

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) \exp(j\omega t) d\omega$$

HEH

UCBL

Conclusion

Le numérique ne transformera pas une personne âgée
en nourrisson et il ne modifiera pas la physio
(le cerveau a perdu sa plasticité)

Mais

il permettra de mieux adapter les aides auditives
et d'éliminer certains "parasites" du signal

HEH

UCBL

That's all folks
Thank you



HEH
UCBL

HEH

UCBL