

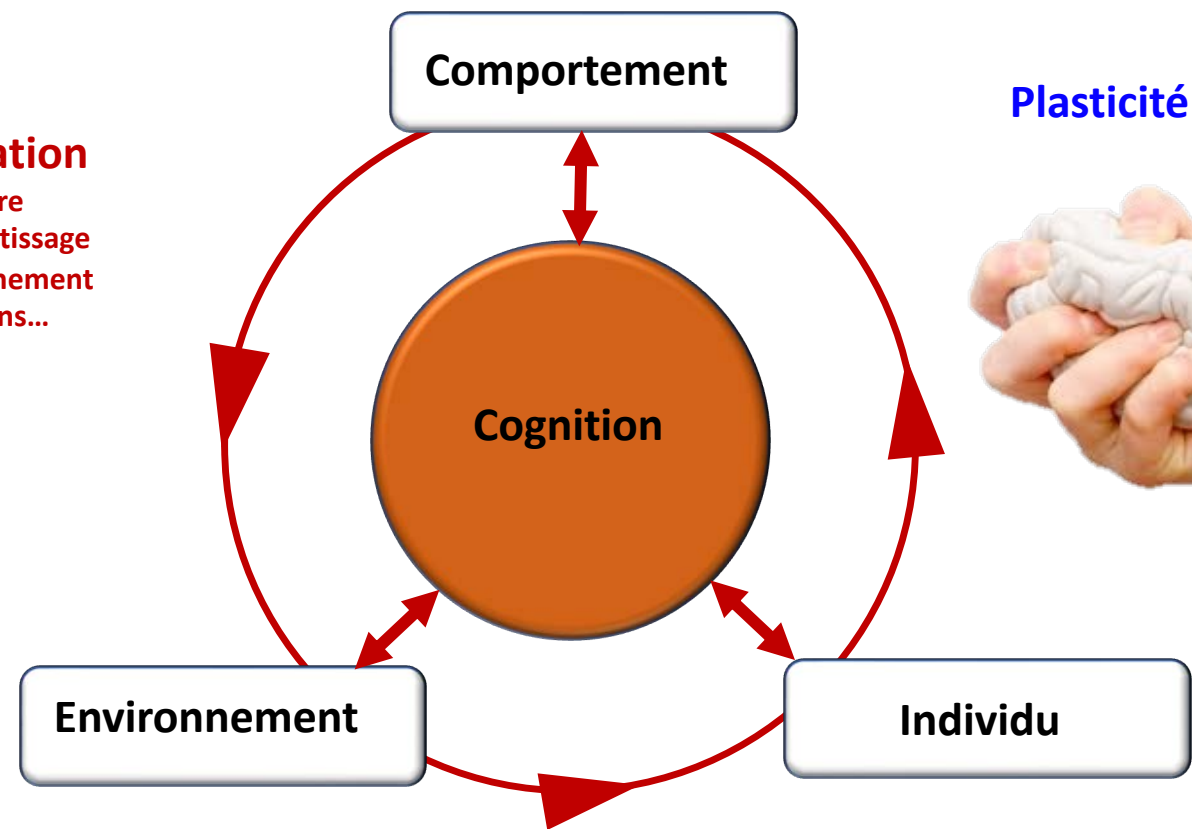
# Cerveau et Implant Cochléaire pour Entendre de Nouveau

Pascal Barone  
Cerveau & Cognition





- Adaptation**
- Mémoire
  - Apprentissage
  - Raisonnement
  - Emotions...



**Plasticité Cérébrale**

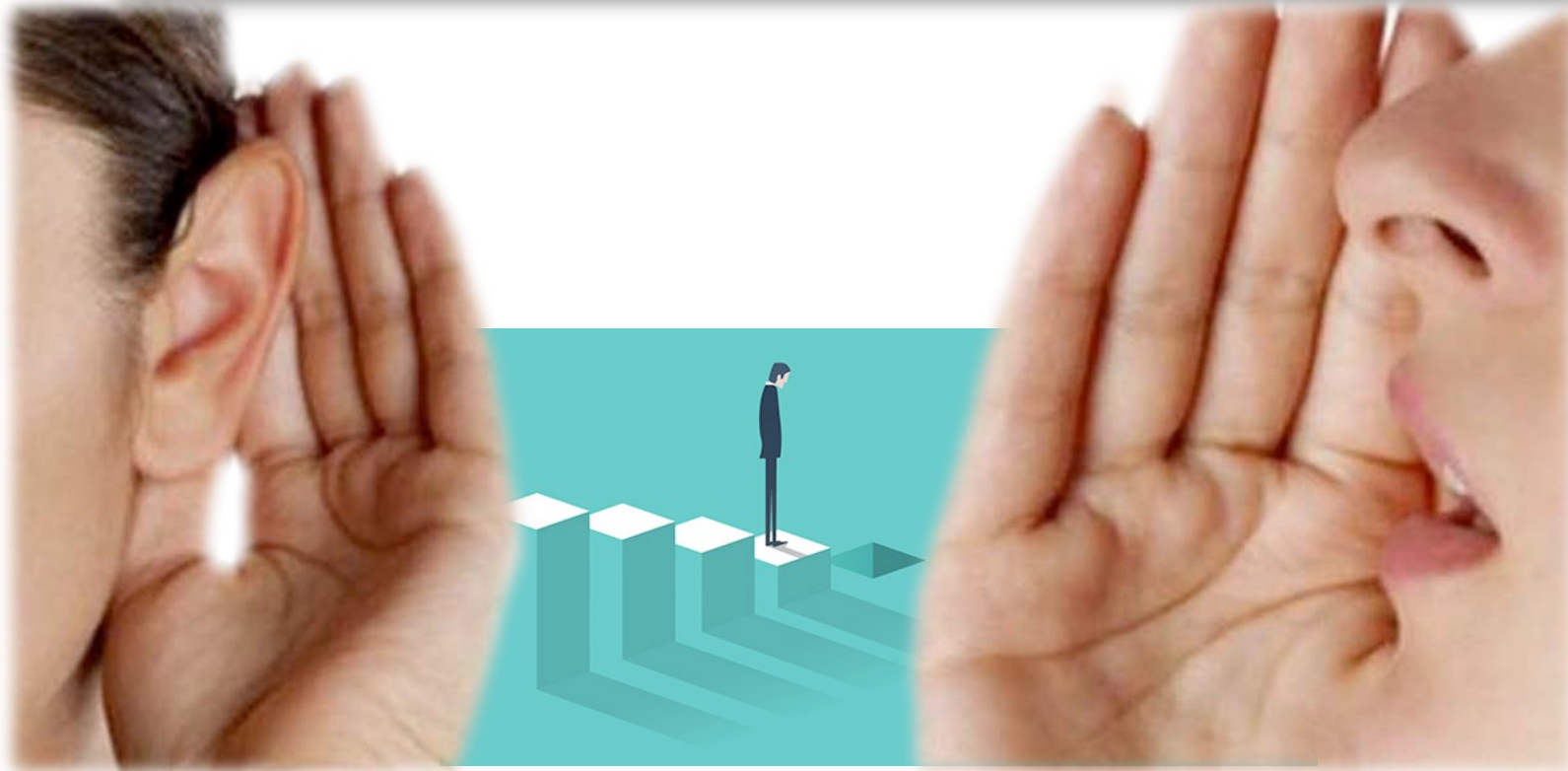


**Surdité Vicariance**



**Réhabilitation**

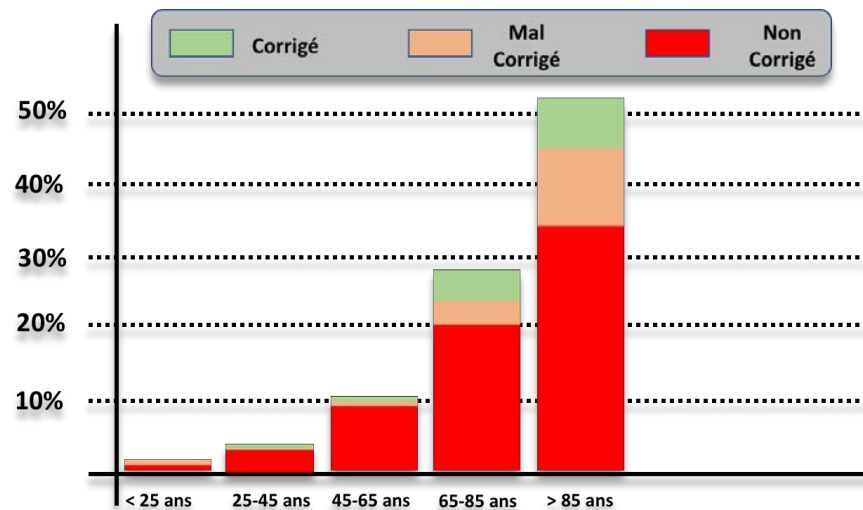
# Surdité et ses conséquences



# Troubles de l'audition



- 5 millions de personnes concernées (8% pop totale);
- 2 millions ont moins de 55 ans ;
- 1 Français sur 2 ne fait jamais évaluer son audition ;
- 200 enfants naissent sourds chaque année ;
- 30 000 à 50 000 jeunes et adolescents présentent des altérations graves ou sévères du système auditif ;
- 2 500 000 personnes de tout âge souffrent d'acouphène

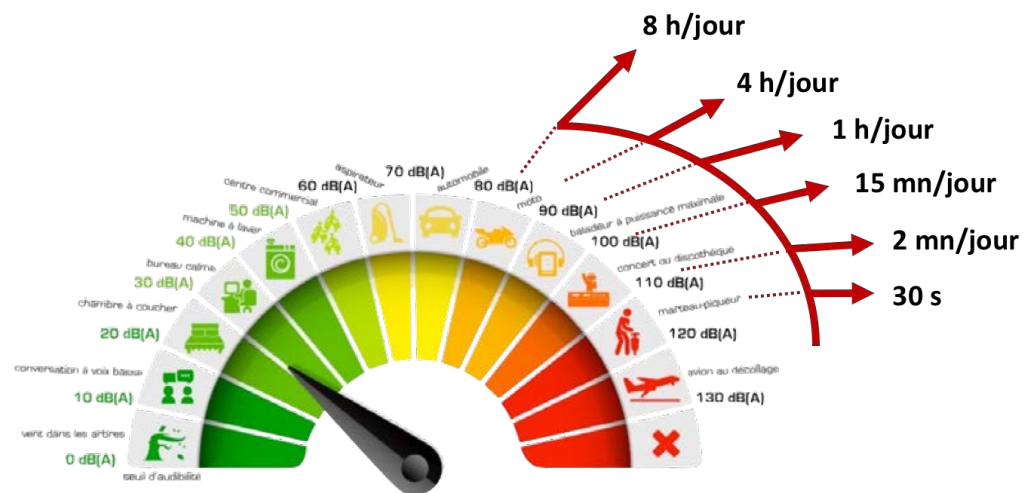


## Types de surdité

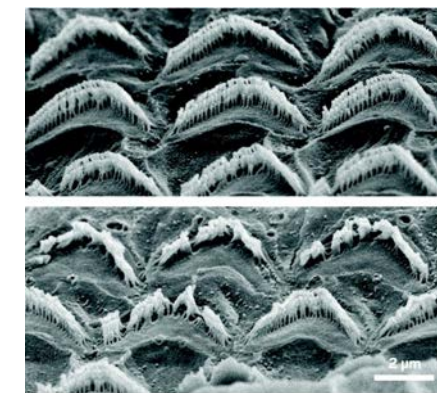


# Pathologie de l'audition

- Surdités congénitales
- Presbyacousie
- Toxicité médicamenteuse
- Otites
- Otospongiose
- Trauma acoustiques
- ....

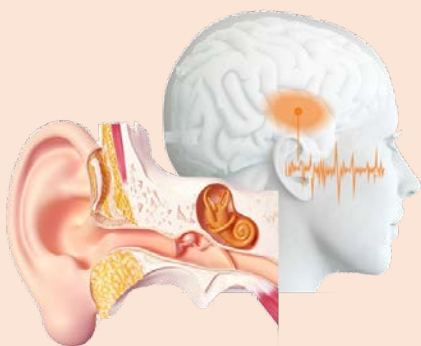


## Cellules ciliées



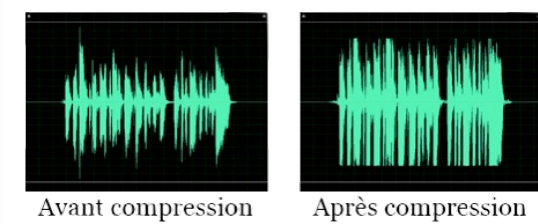
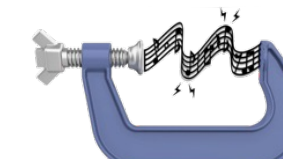
Normal  
Trauma acoustique

- Surdité de Transmission
- Surdités de Perception
- Surdité Centrales



Taux d'exposition au bruit (en % de la population)

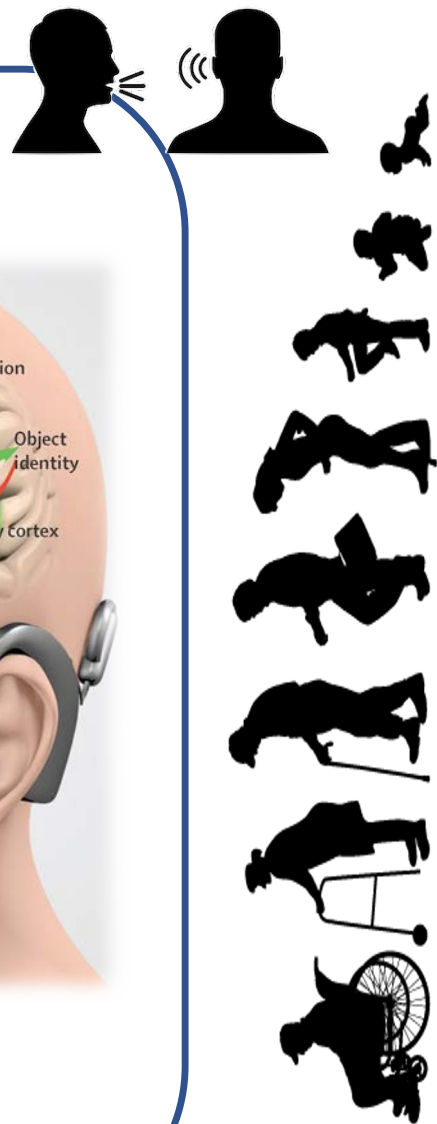
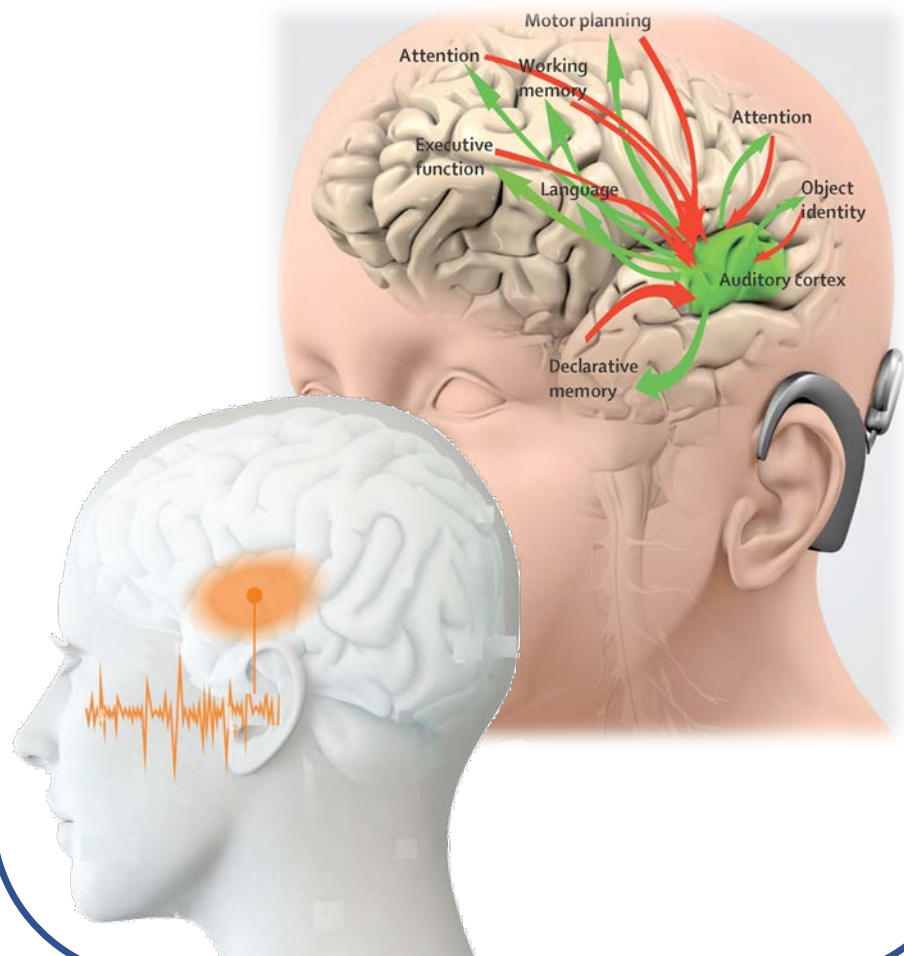
		Bruit supérieur à 85 dB A pendant plus de 20 heures par semaine	dont sans protection auditive mise à disposition
Sexe	Hommes	9,2	25,1
	Femmes	1,5	38,9
Âge	Moins de 25 ans	6,3	27,8
	25-29 ans	6,2	23,7
	30-39 ans	6,0	24,3
	40-49 ans	5,8	28,3
	50 ans et +	5,5	29,6
Catégorie socioprofessionnelle	Cadres et professions intellectuelles supérieures	0,5	-
	Professions intermédiaires	2,4	29,2
	Employés	0,3	-
	Ouvriers	15,0	25,3
<b>Ensemble</b>		<b>5,9</b>	<b>26,7</b>



**Musique compressée**  
=> **fatigabilité**

# Déficits associés à la Surdité

## Déconnexion fonctionnelle



Fonctions Ex cutes

- Mémoire de travail
- Flexibilité
- Inhibition
- Planification



Apprentissage



Scolarité

Communication



Parole dans le bruit

Isolation & Dépression



Charge Cognitive



- Démence
- Alzheimer

# Surdité et réhabilitation



# Réhabilitation de la Surdité

## Substitution Sensorielle

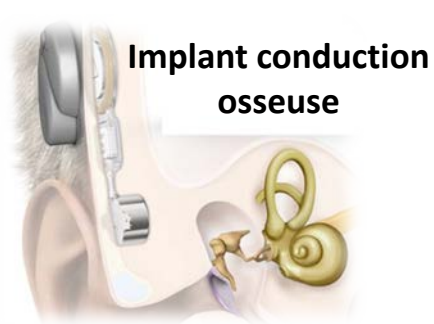


Langue des signes



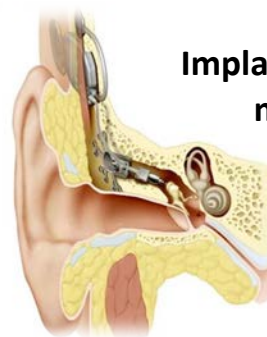
Lecture Labiale

## Réhabilitation prothétique

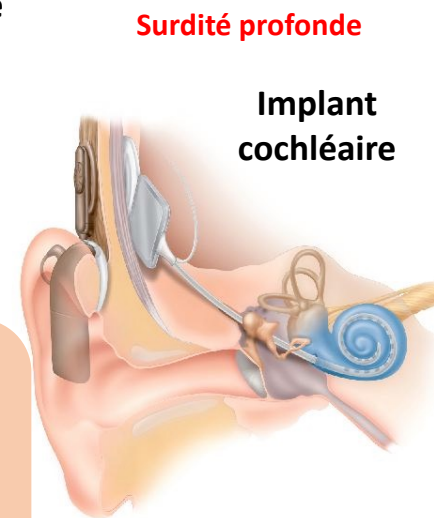


Implant conduction osseuse

Surdité de transmission



Implant de l'oreille moyenne



Surdité profonde

Implant cochléaire

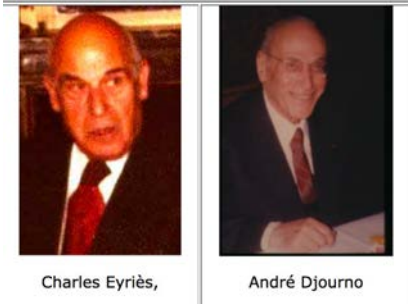


Stimulation électrique directe de la cochlée





CR Acad. Sciences (1957)  
C. Eries & A. Djourno



Charles Eyriès,

André Djourno

*Premiers essais d'excitation électrique du nerf auditif  
chez l'homme,  
par micro-appareils inclus à demeure,*

par MM. André Djourno, Charles Eyriès et Bernard Vallancien  
(avec la collaboration technique de M<sup>lle</sup> D. Kayser).

- mise en place chez un patient totalement sourd de façon bilatérale, un induit noyé dans la masse musculaire temporale dont la borne excitatrice était reliée au nerf auditif.
- Par inducteur à circuit magnétique stimulations électriques de fréquence variable et sensations auditives « au cri du grillon, au sifflet à roulettes, à des chocs successifs... »

P. Mac Leoad, et al  
Implantation of multiple intra-cochlear electrodes  
from rehabilitation of total deafness: Preliminary  
report. The laryngoscope 1976 ; 86: 1743-1751.



Patrick MacLéod



Claude-Henri  
Chouard



Bernard Meyer



Claude Fugain

IMPLANTATION OF MULTIPLE INTRACOCHELEAR  
ELECTRODES FOR REHABILITATION OF TOTAL  
DEAFNESS: PRELIMINARY REPORT.\*

CLAUDE H. CHOUARD, M.D.,  
and  
PATRICK MACLEOD, M.D.,  
Paris, France.

ABSTRACT.

Many instances of total deafness are due to destruction of the organ of Corti but with partial or complete preservation of the function of the cochlear nerve. In such cases, it is possible to restore some hearing by electrically stimulating the fibers of the cochlear nerve with the help of implanted electrodes.

Preoperative testing with electric shocks applied to the round window have aroused sensations of noise in 45 cases of total bilateral deafness with a great variety of etiologies. The only negative results were in two cases of operated acoustic neuromas.

Our operation places up to eight intracochlear electrodes, each with a separate fenestration opening into an electrically isolated compartment of the scala tympani. Stimulation of each electrode yields a different sound sensation of a pitch that depends on its location along the cochlea. Electric filters direct different frequency bands to the appropriate electrodes, with the necessary compression of dynamic range.

In three experimental cases of unilateral deafness, pitch matches to the normal ear were made. In seven therapeutic operations on adult cases of acquired total bilateral deafness, speech recognition was usually relearned within a month or two. Improvement of voice quality was also dramatic.

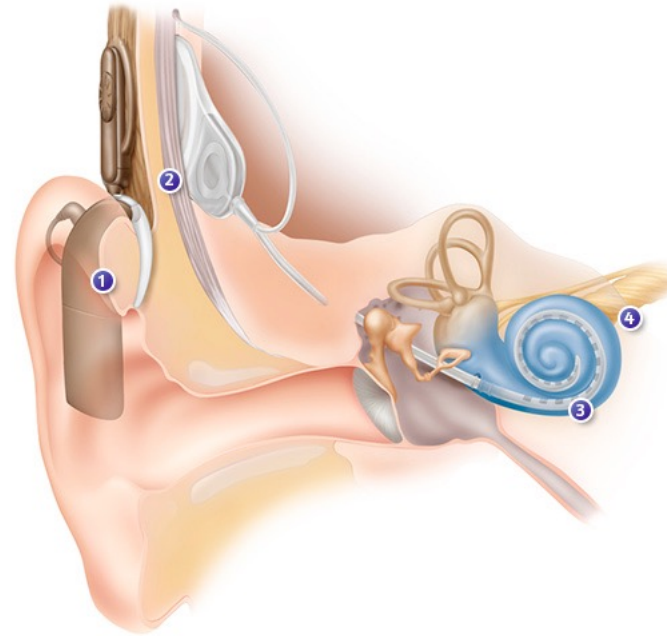
The intracochlear electrodes have been well tolerated for months, but the method of connection to the external equipment still presents difficulties.



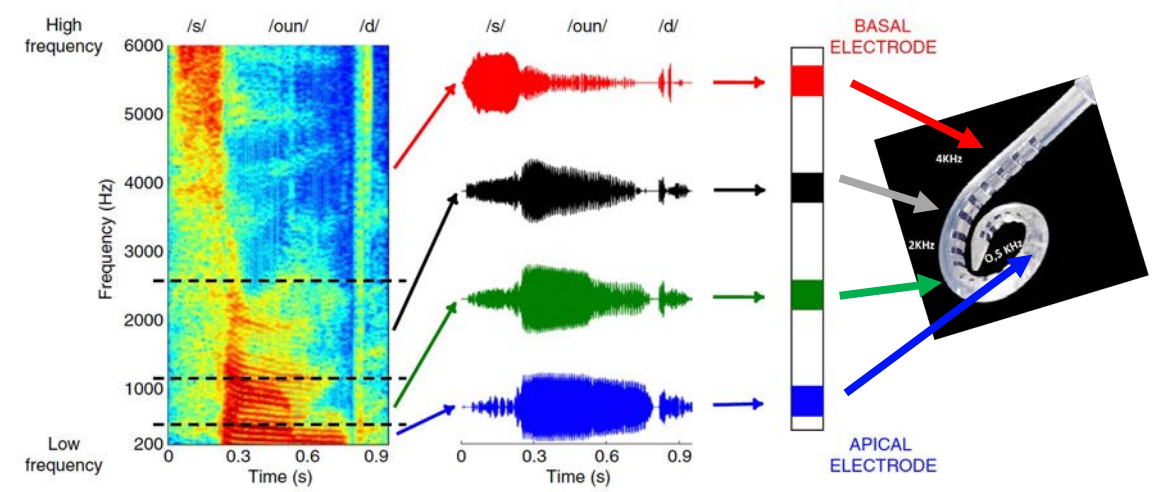
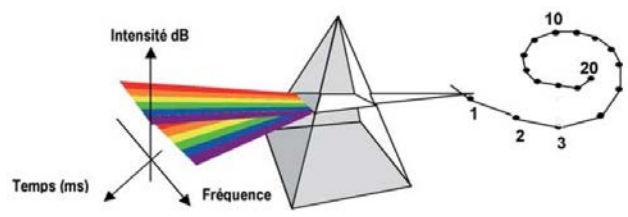
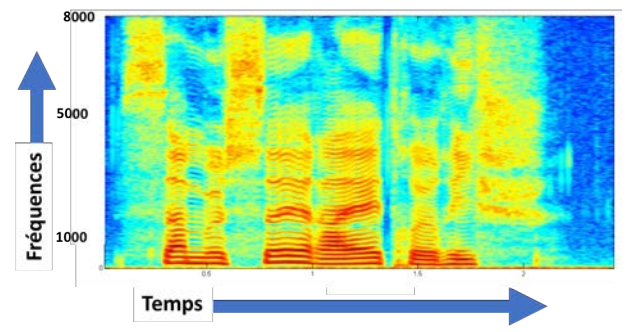
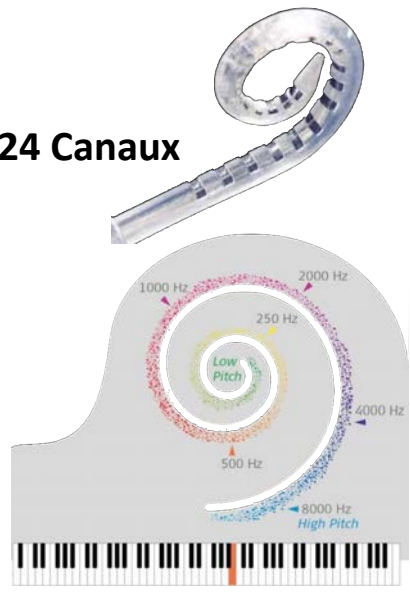
Médaille Paul Sabatier  
(2015)

# Principes

- **Externe**
  - Microphone
  - Processeur
  - Transmetteur
- **Internal**
  - Receveur/Stimulateur
  - Electrode

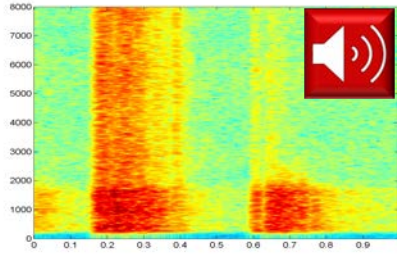


~ 24 Canaux

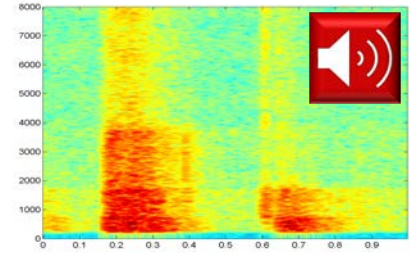


**L'implant cochléaire ne fournit qu'une information appauvrie**

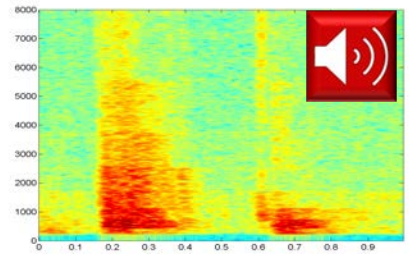
2 Canaux



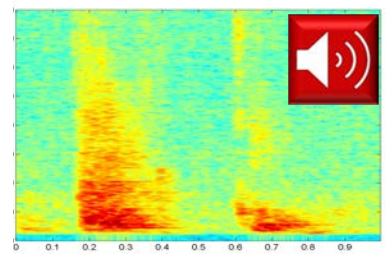
4 Canaux



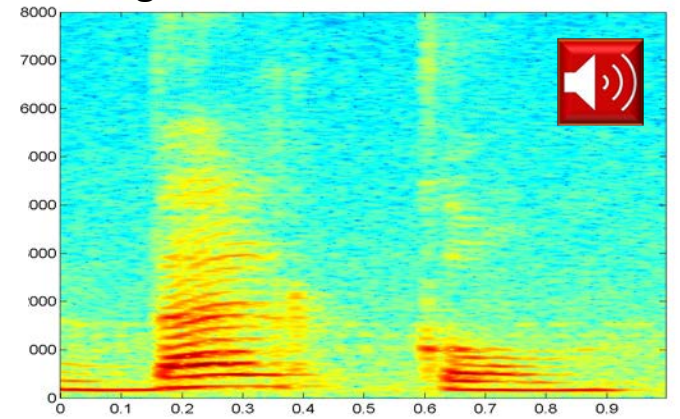
8 Canaux



16 Canaux

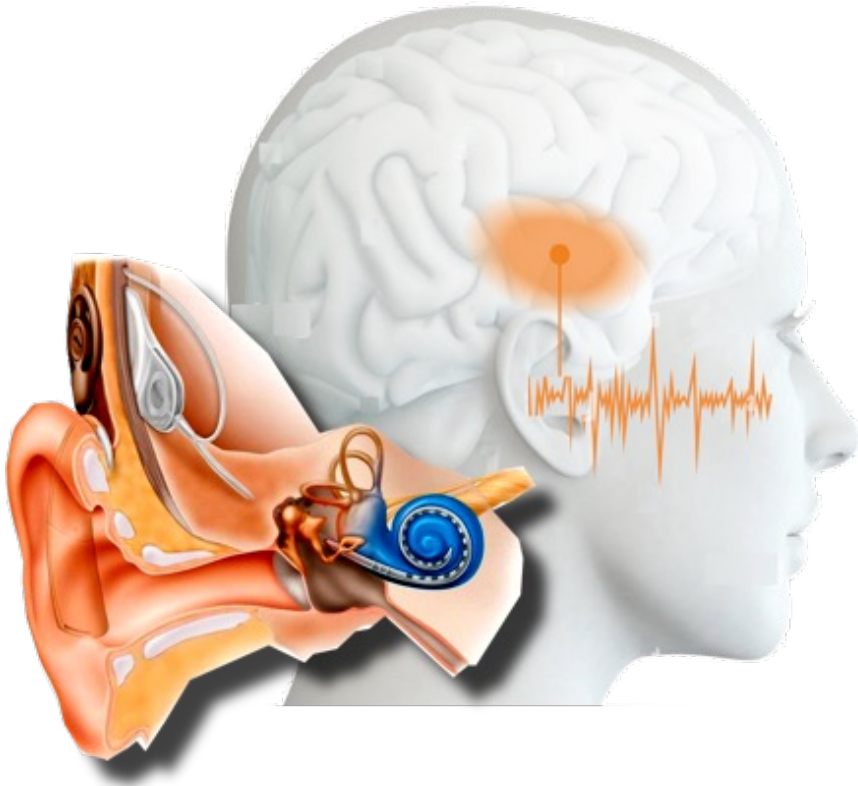


Original



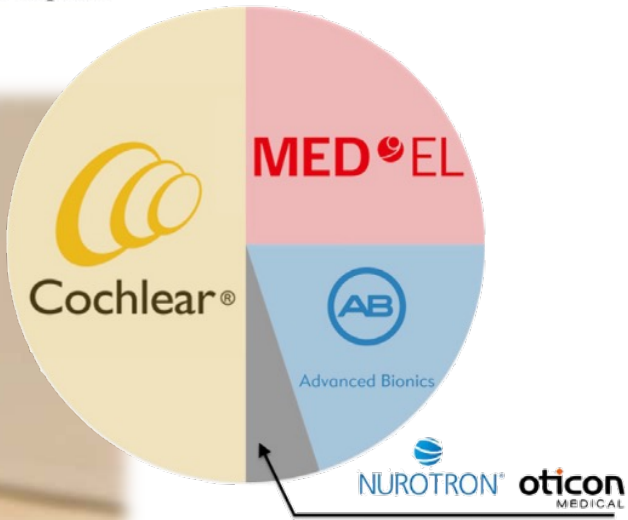
## L'implant cochléaire ne fournit qu'une information appauvrie





- **L'implant cochléaire ne fournit qu'une information appauvrie et ne préserve que les aspects temporaux**

Celebrating the one millionth cochlear implant

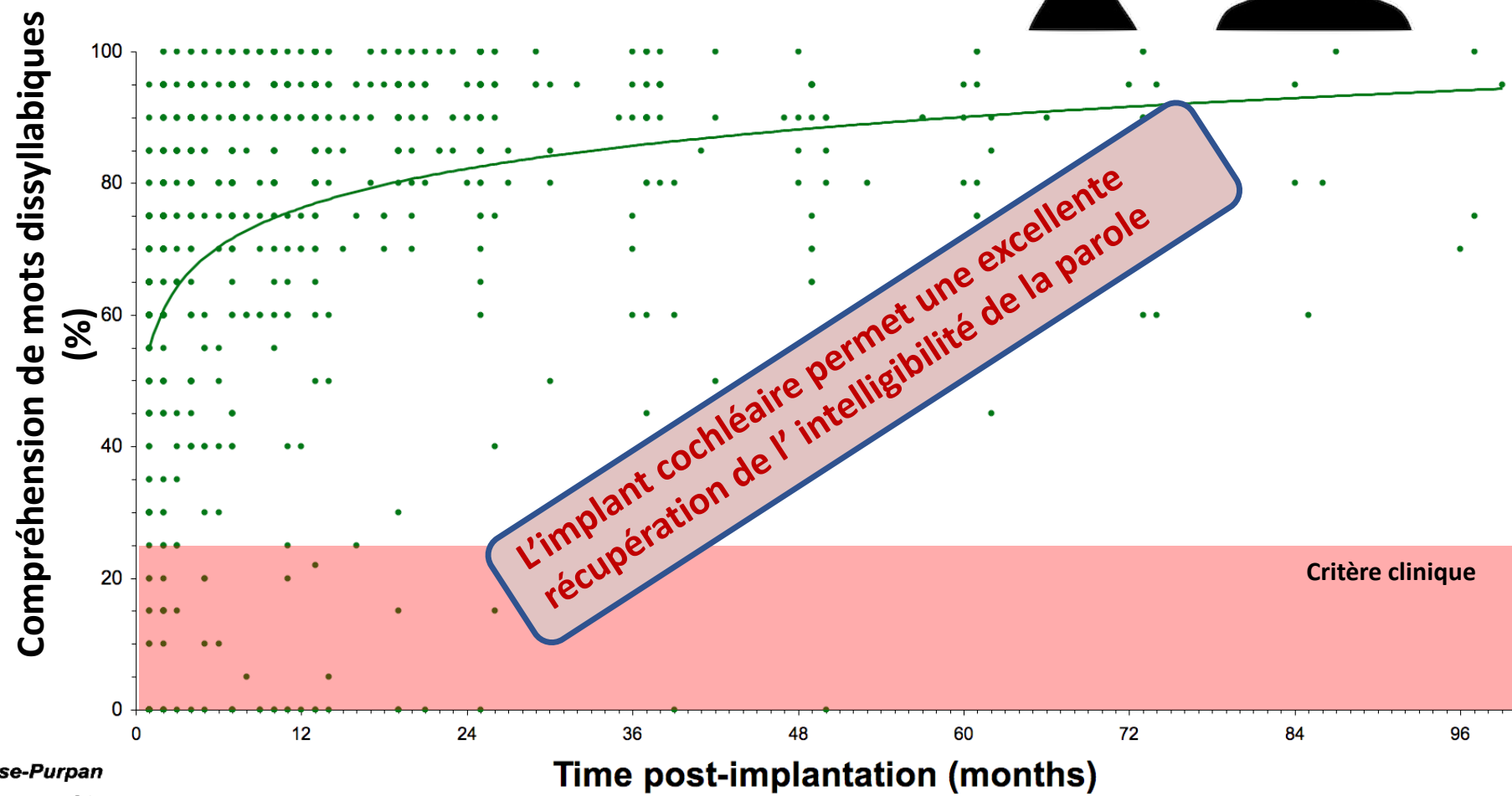
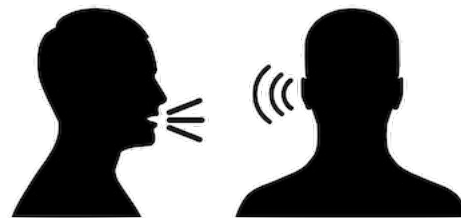


**≈ 2000 patients implantés chaque année en France**

**Implantation possible dès 9-12 mois chez l'enfant**

**Cout d'un implant ≈ 25K€**

Objectif premier: compréhension de la parole

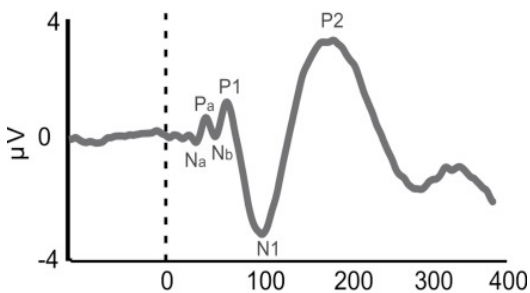


Compréhension:

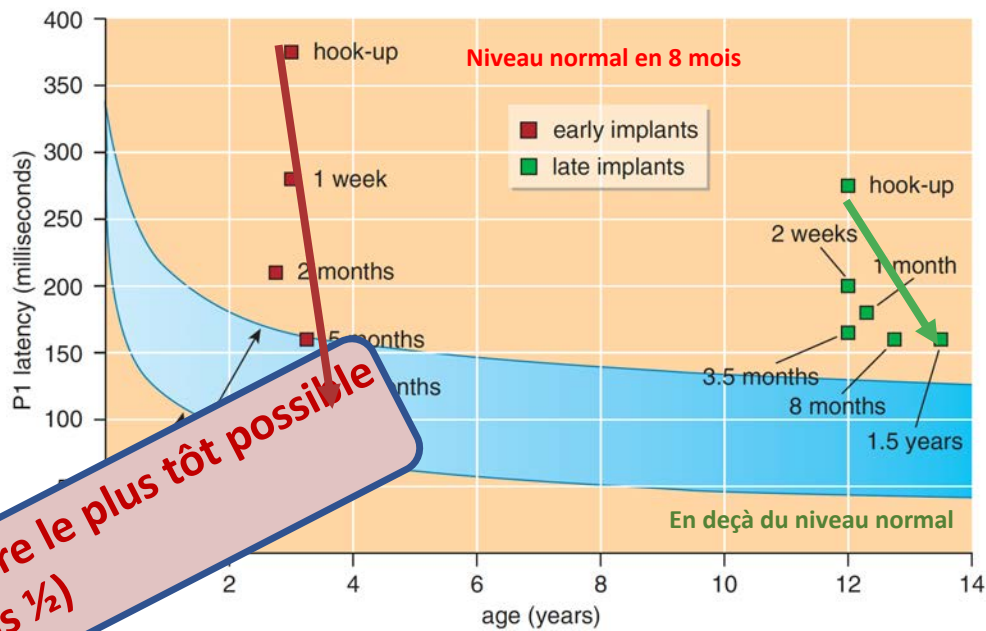
- Près de 100 patients service ORL CHU Purpan
- plus de 10 années de suivi

Rouger et al PNAS (2007)

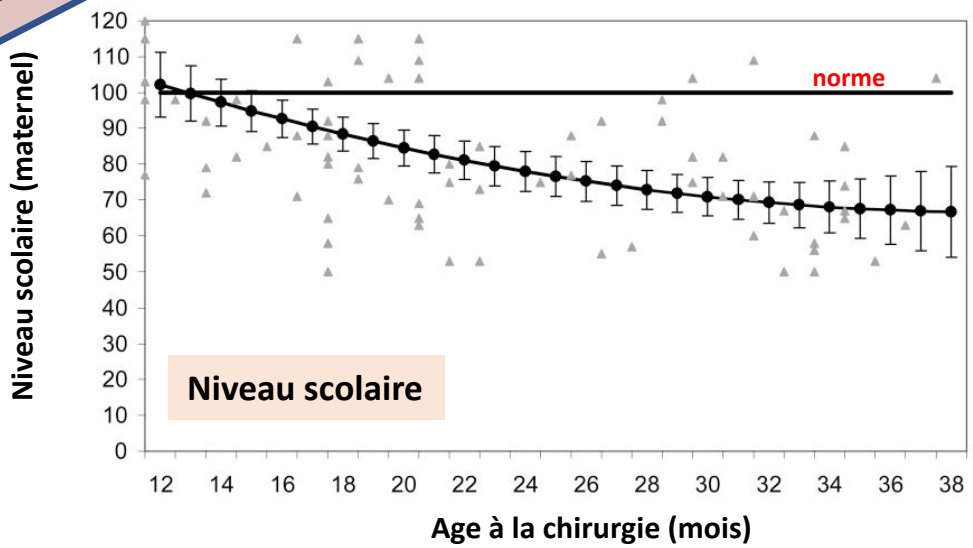
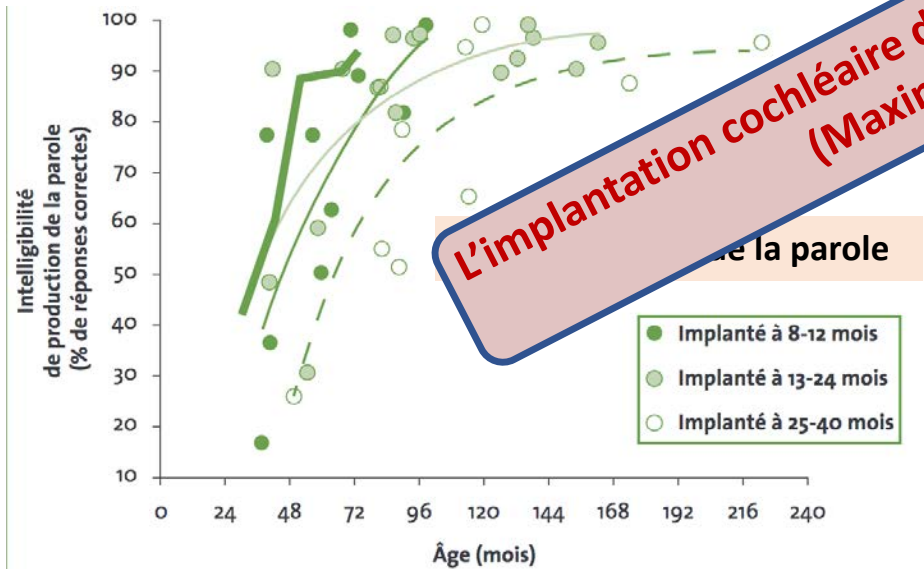
# Développement auditif & langagier de l'enfant



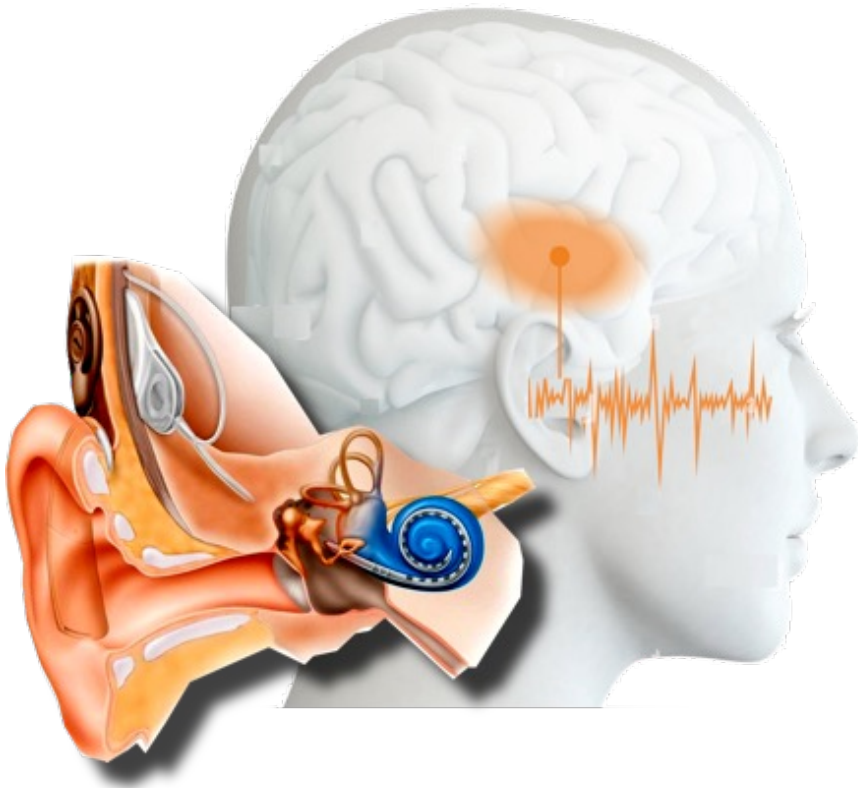
Réponse corticale auditive



**L'implantation cochléaire doit se faire le plus tôt possible (Maximum 2 ans ½)**





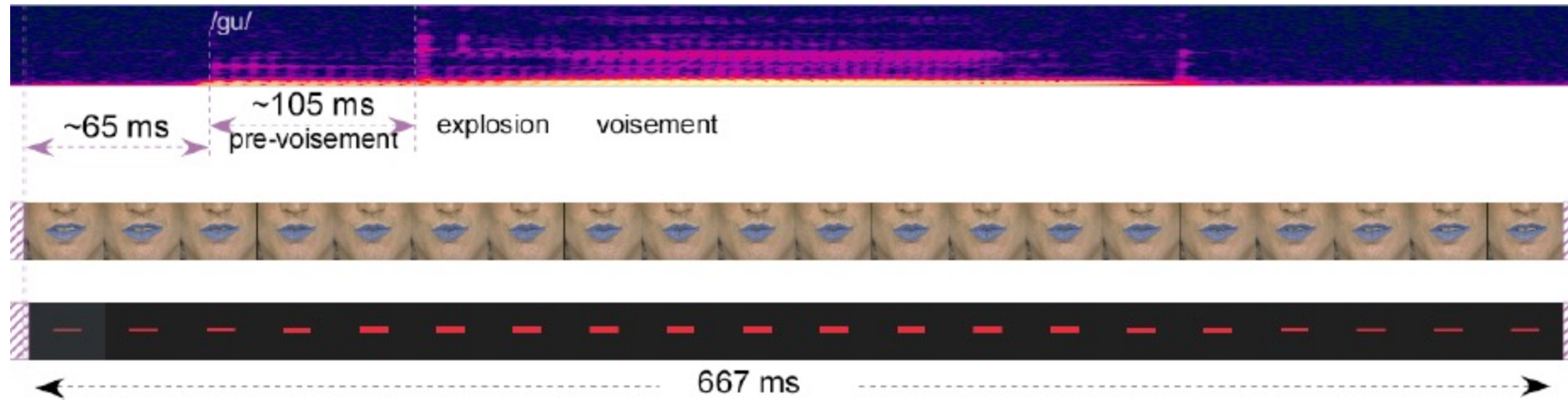


- **L'implant cochléaire ne fournit qu'une information appauvrie et ne préserve que les aspects temporaux**
- **L'implant cochléaire permet une excellente récupération de l'intelligibilité de la parole chez l'adulte et l'enfant sourd profond**
- **L'implantation cochléaire doit se faire le plus tôt possible (Maximum 2 ans ½)**

# Rôle de la vision au cours de la surdité et dans la récupération par implant cochléaire



## La parole est audiovisuelle



- Complémentarité des informations auditives et visuelles de parole
- La bouche s'ouvre avant la production sonore
  - Rôle prédictif, réduction des ambiguïtés

☰ Aide à la compréhension dans le bruit

# La parole est audiovisuelle

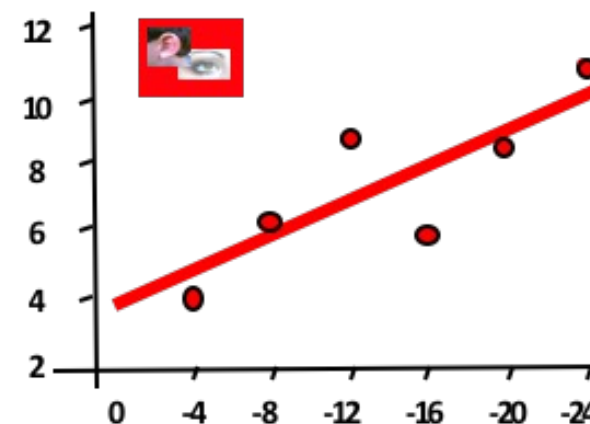
## La ventriloquie



## La parole dans le bruit

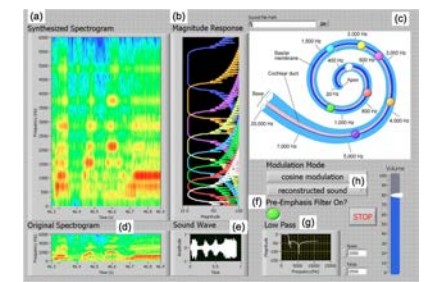
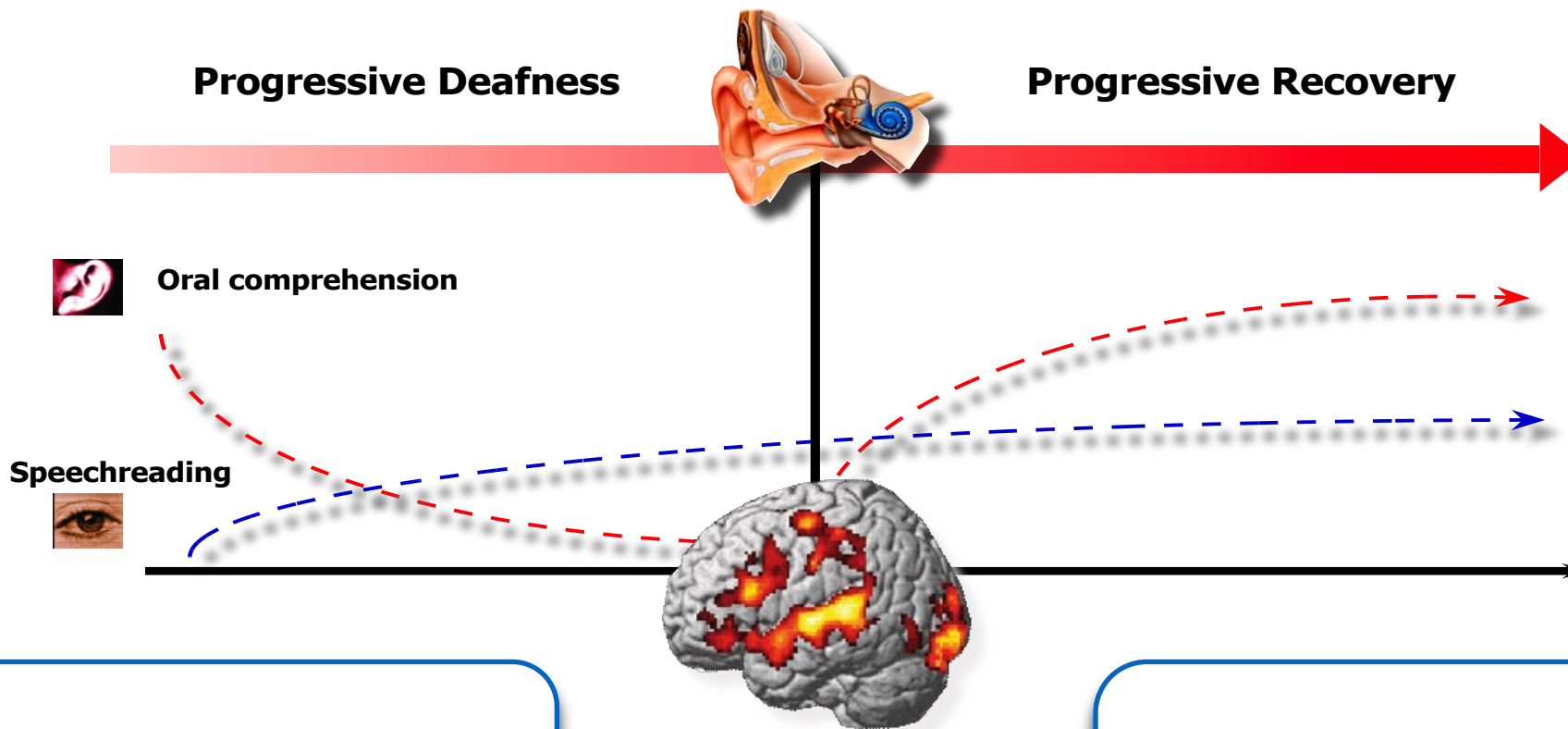


Gain (dB)

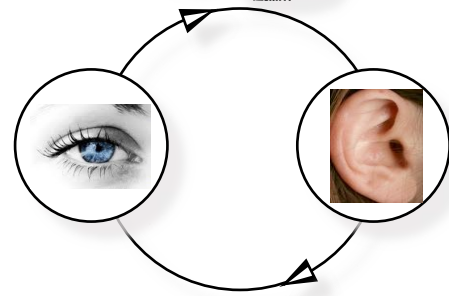


Amélioration des performances grâce à la lecture labiale "amplification"

# Perte sensorielle et récupération par neuro-prothèse: Rôle de la plasticité cérébrale



**Plasticité et surdité**  
Compensation Crossmodale

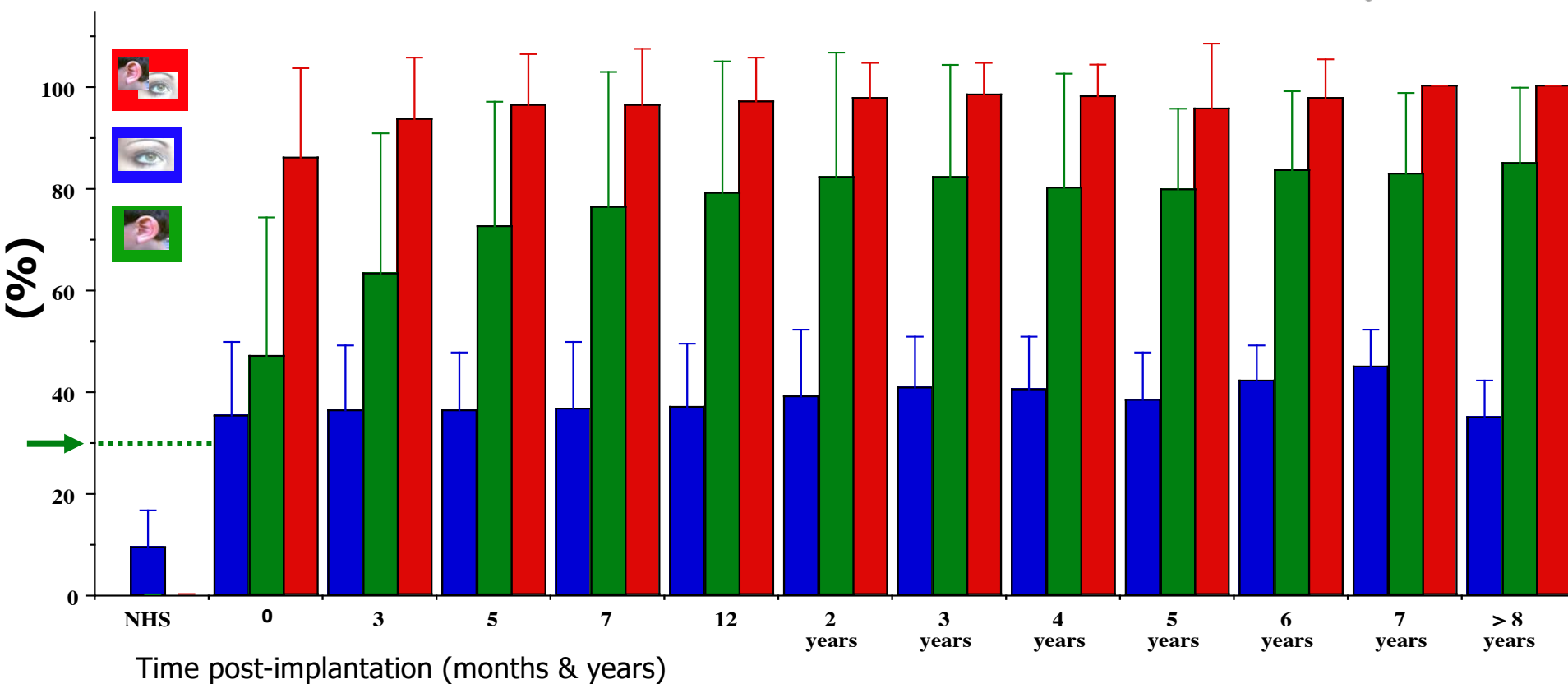


**Adaptation à l'implant**  
Intégration Multisensorielle

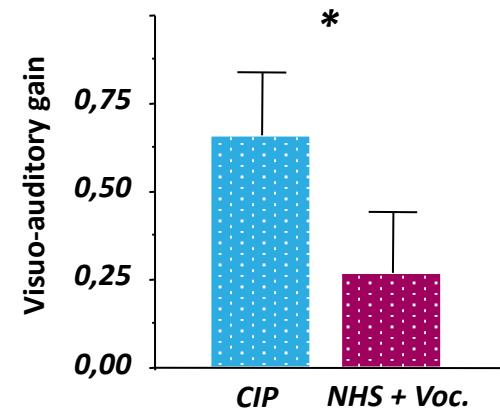
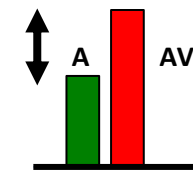
# Compréhension de la parole dans le silence (n = 97 patients implantés)



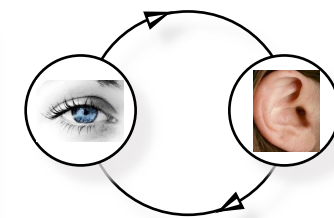
Performances de compréhension (%)

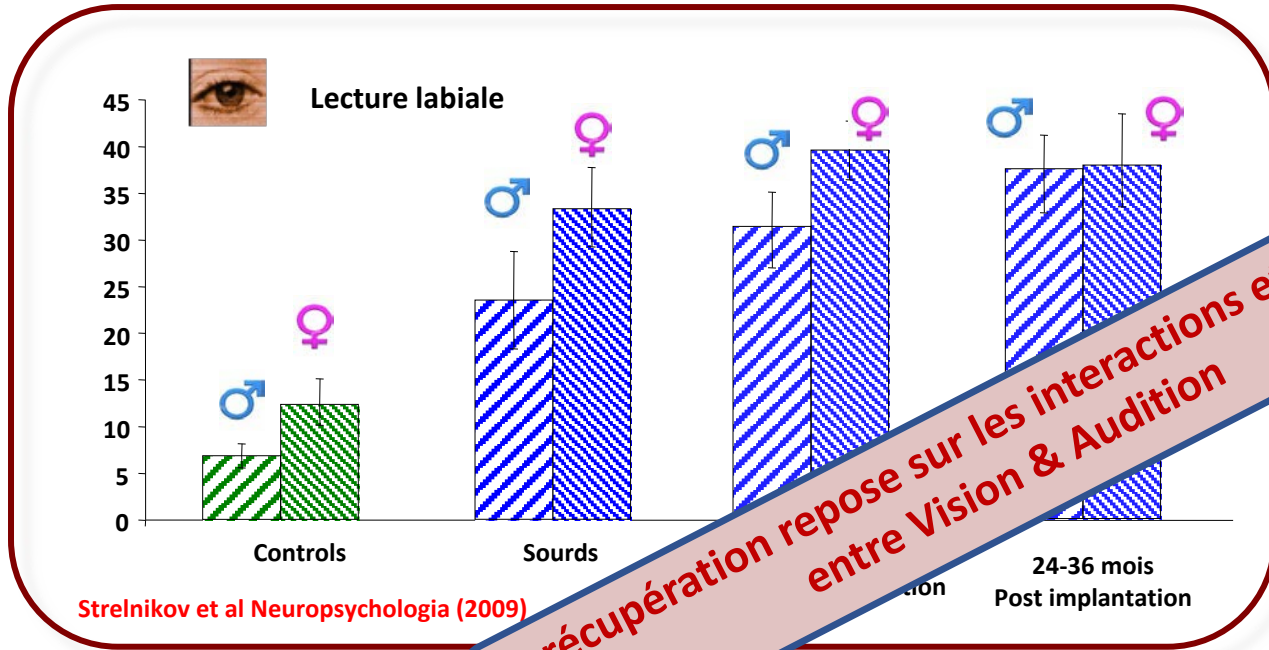


Multisensory Gain



- Synergie Visuo-auditive & Récupération
- Patients IC sont des experts en integration visuo-auditive





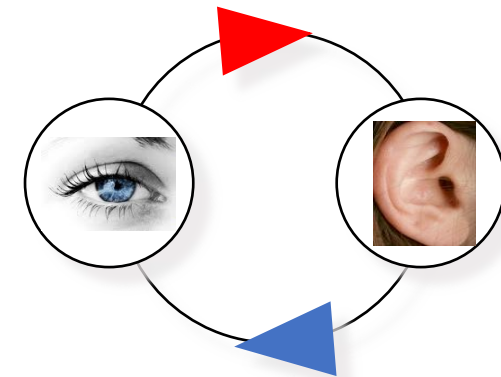
**La récupération repose sur les interactions et la synergie entre Vision & Audition**

- Augmentation des performances de lecture labiale

**Synergie Visuo-auditive**



**La Vision complète l'information auditive**

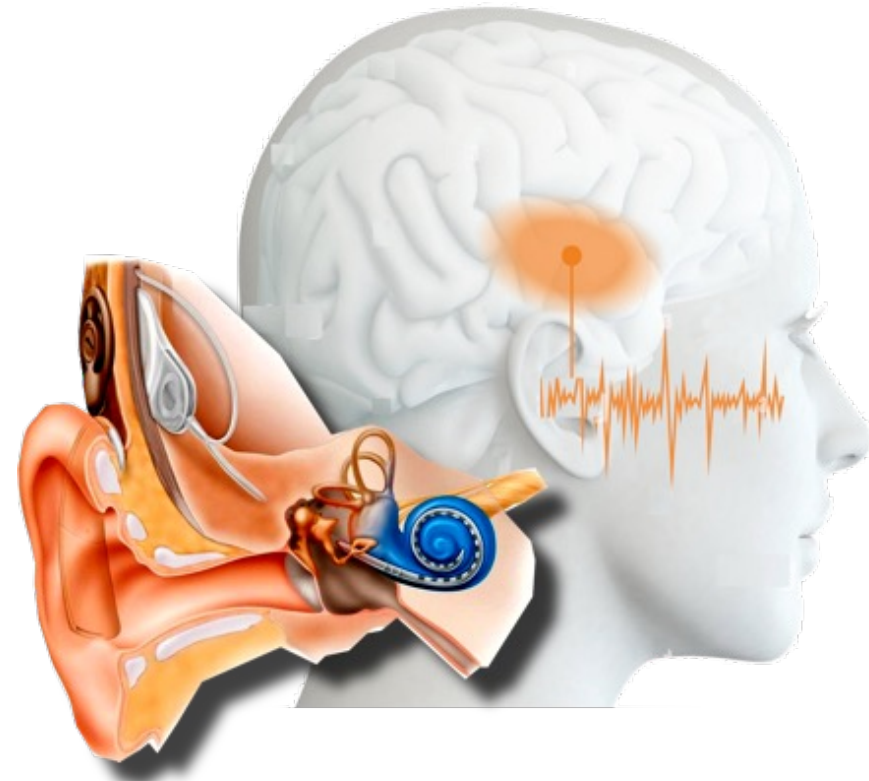


**L'audition complète l'information visuelle**

## Réseau cérébral de la réhabilitation auditive



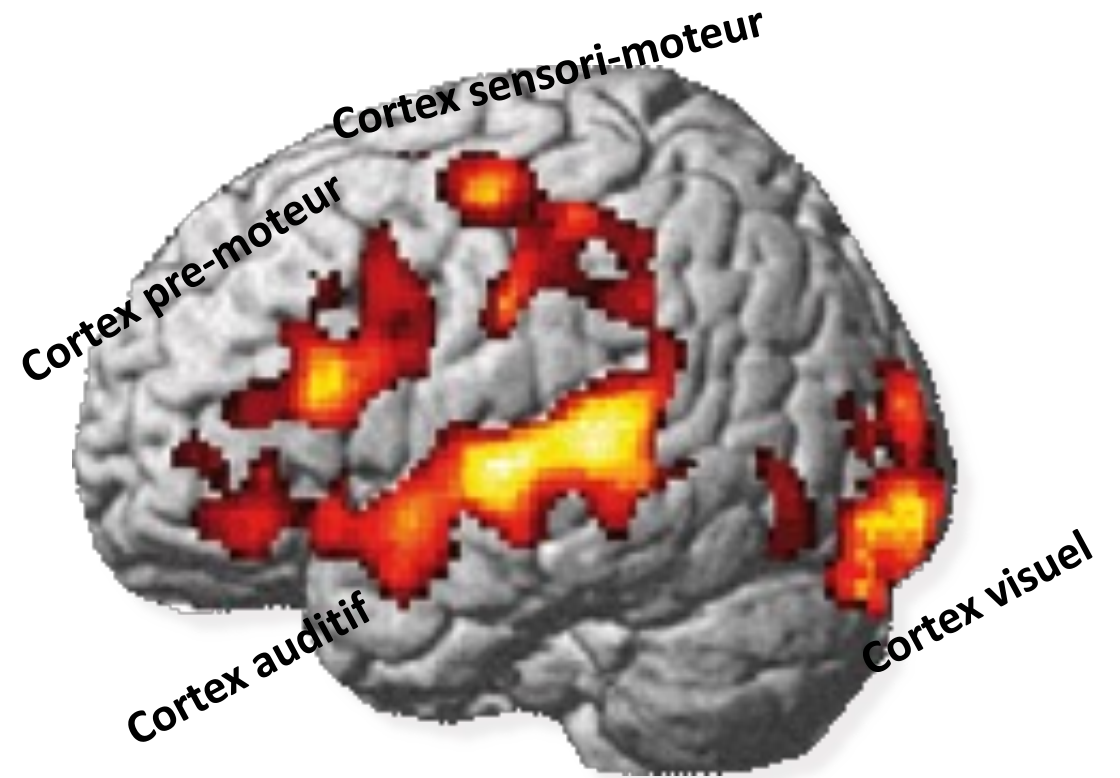
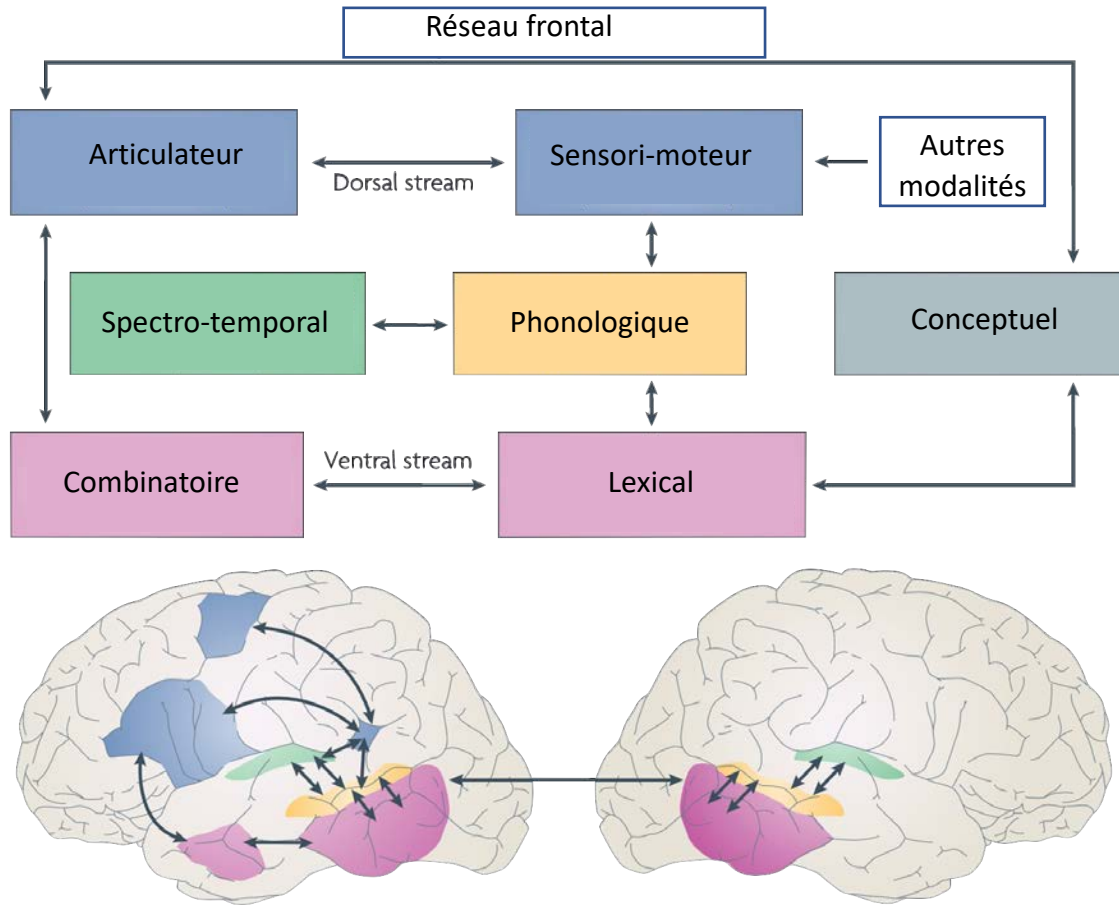
**Imagerie cérébrale  
par IRM fonctionnelle  
Ou Scan (TEP)**



**Ré-activation des aires auditives**



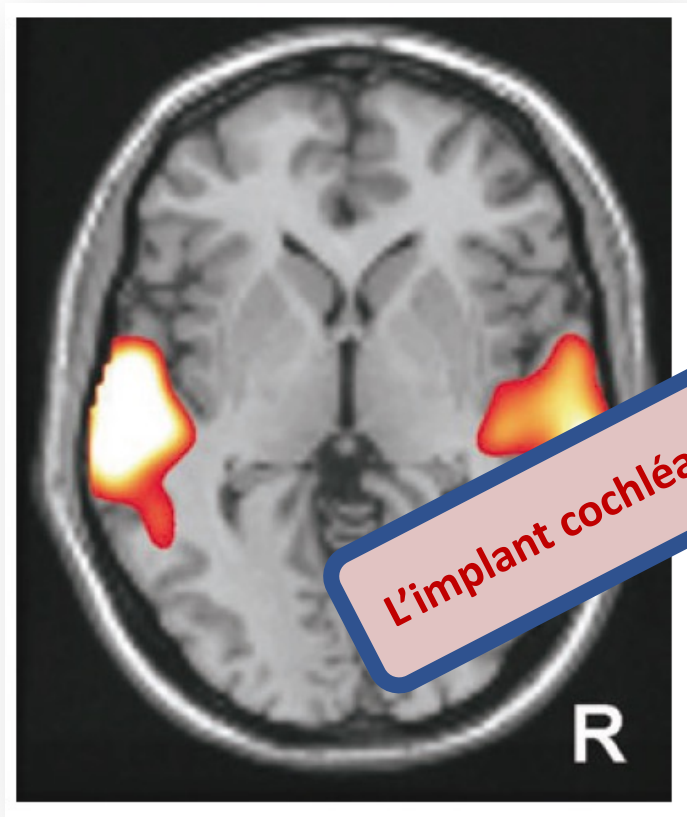
# Réseau cérébral de la compréhension de la parole



PET Scan Sujets controls

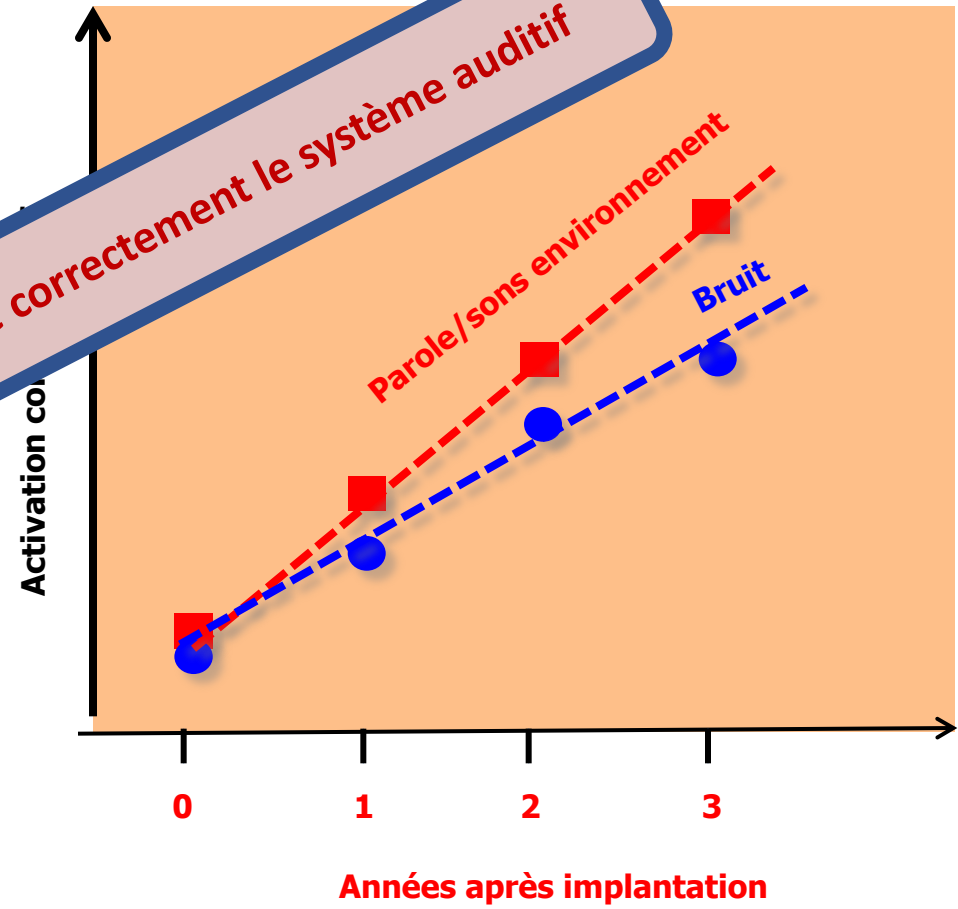
Barone & Deguine

# Réactivation du système auditif par l'implant cochléaire

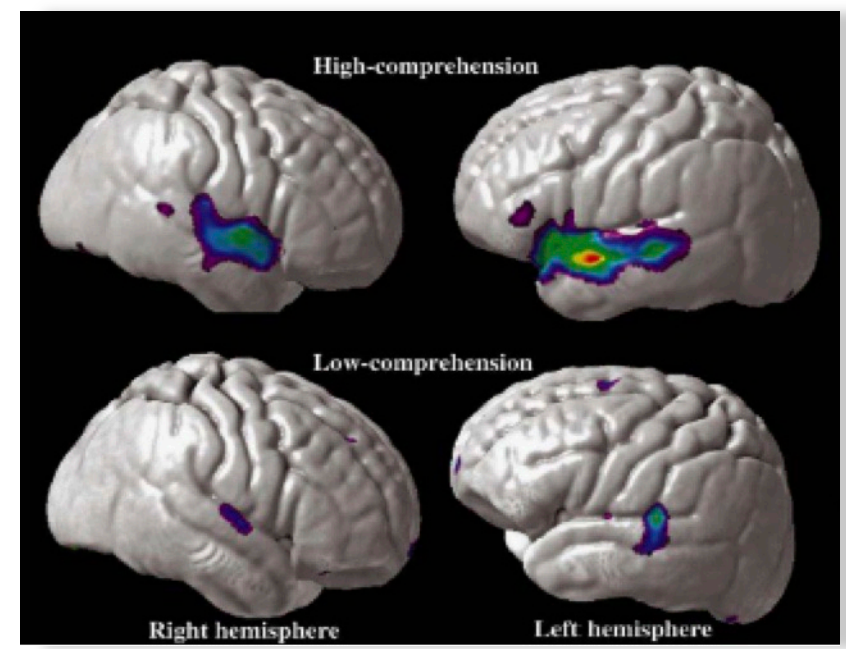
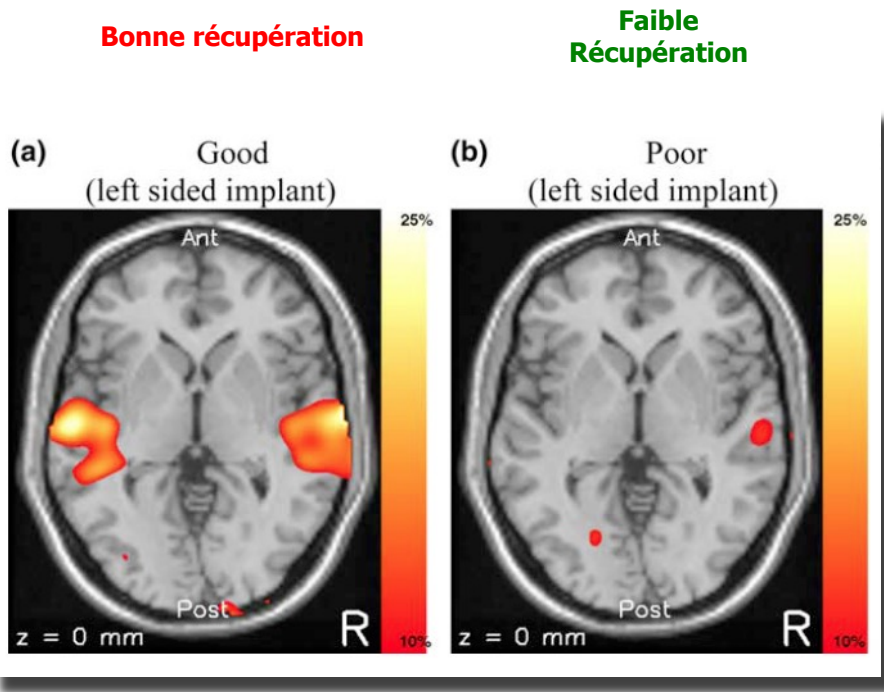


Activation des aires cérébrales de l'audition

L'implant cochléaire réactive correctement le système auditif



# Réactivation du système auditif par l'implant cochléaire

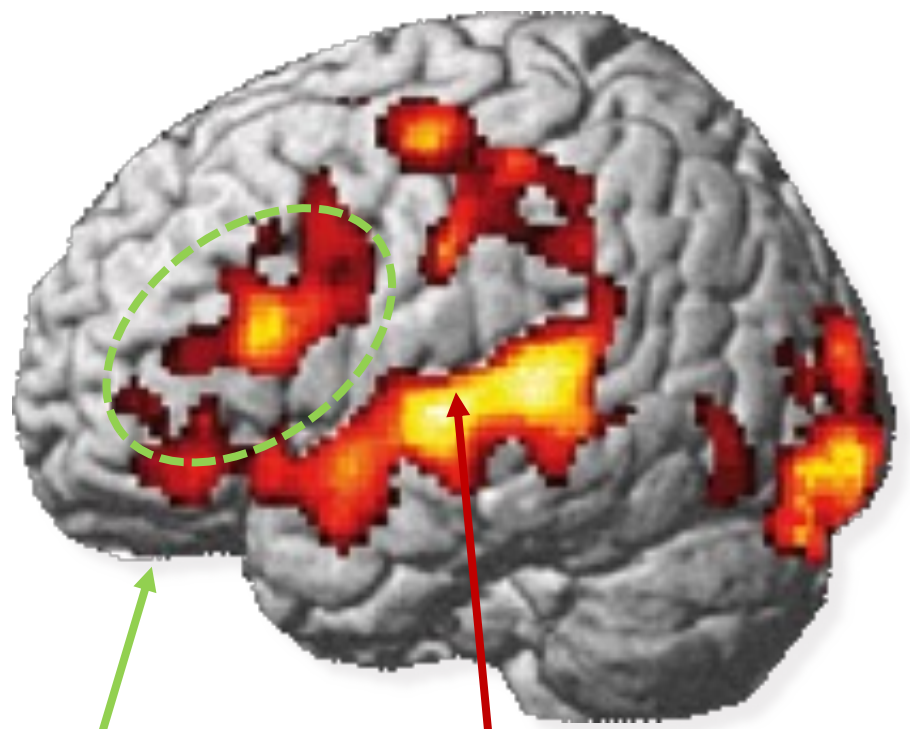


**Forte récupération**

**Faible Récupération**

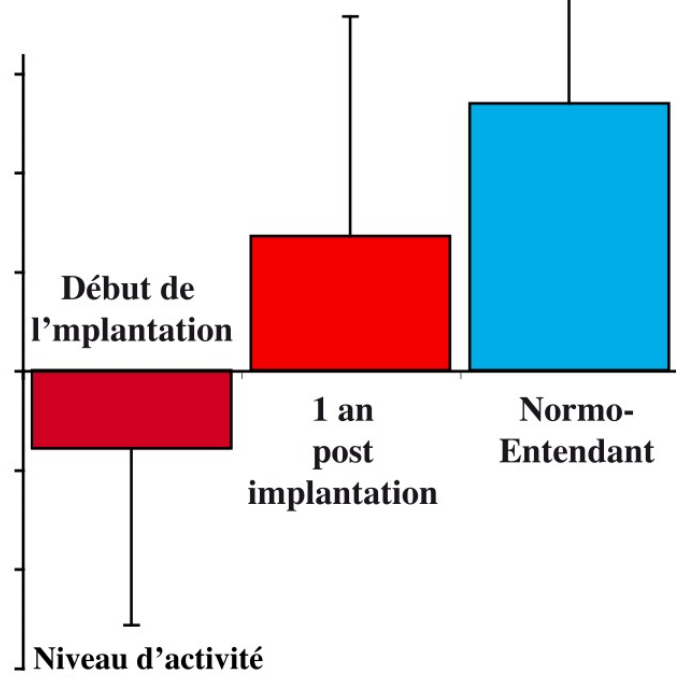
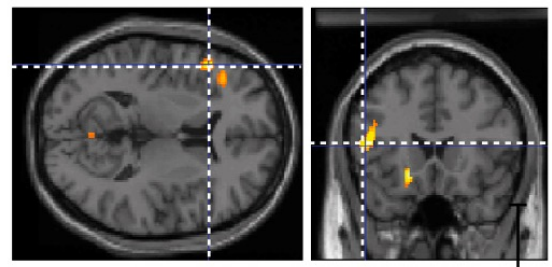
**Le niveau d'activation cérébrale est relié au niveau de récupération de la compréhension de la parole**

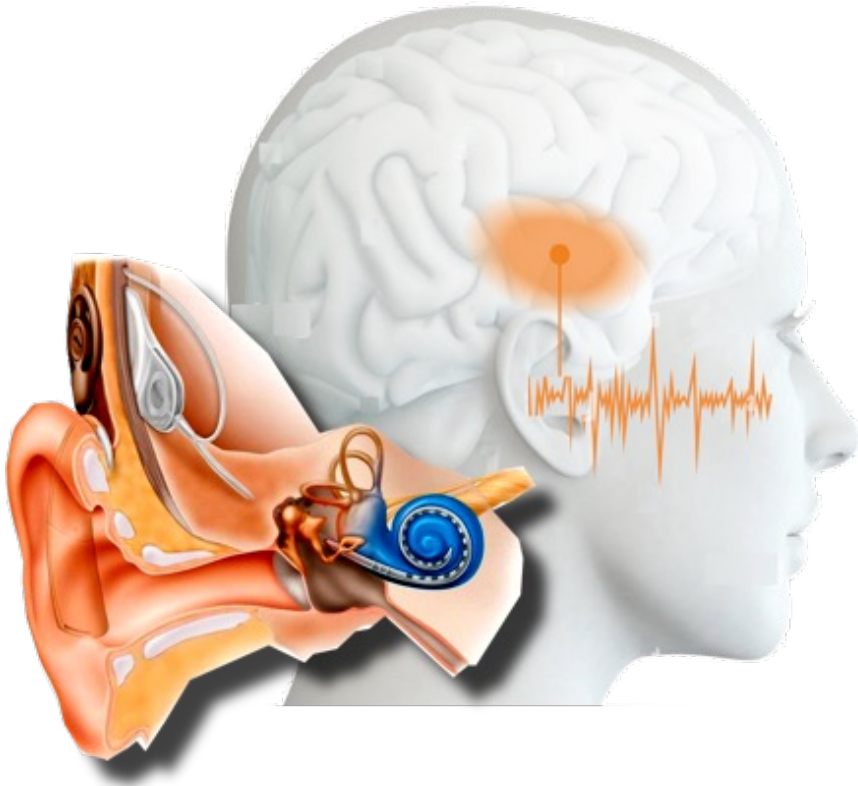
# Réactivation du système auditif par l'implant cochléaire



Sensori-motrices

Aires auditives





- **L'implant cochléaire ne fournit qu'une information appauvrie et ne préserve que les aspects temporaux**
- **L'implant cochléaire permet une excellente récupération de l'intelligibilité de la parole chez l'adulte et l'enfant sourd profond**
- **L'implantation cochléaire doit se faire le plus tôt possible (Maximum 2 ans ½)**
- **L'implant cochléaire permet une réactivation fonctionnelle du système auditif**

# Plasticité cérébrale et surdité



**Compensation Crossmodale**



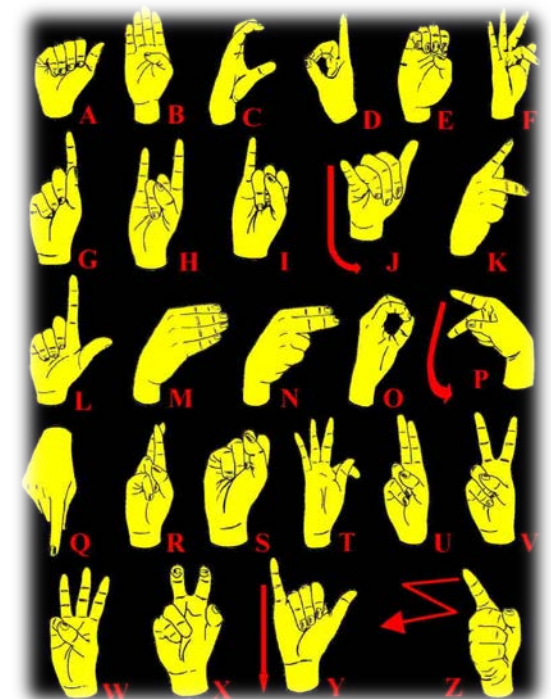
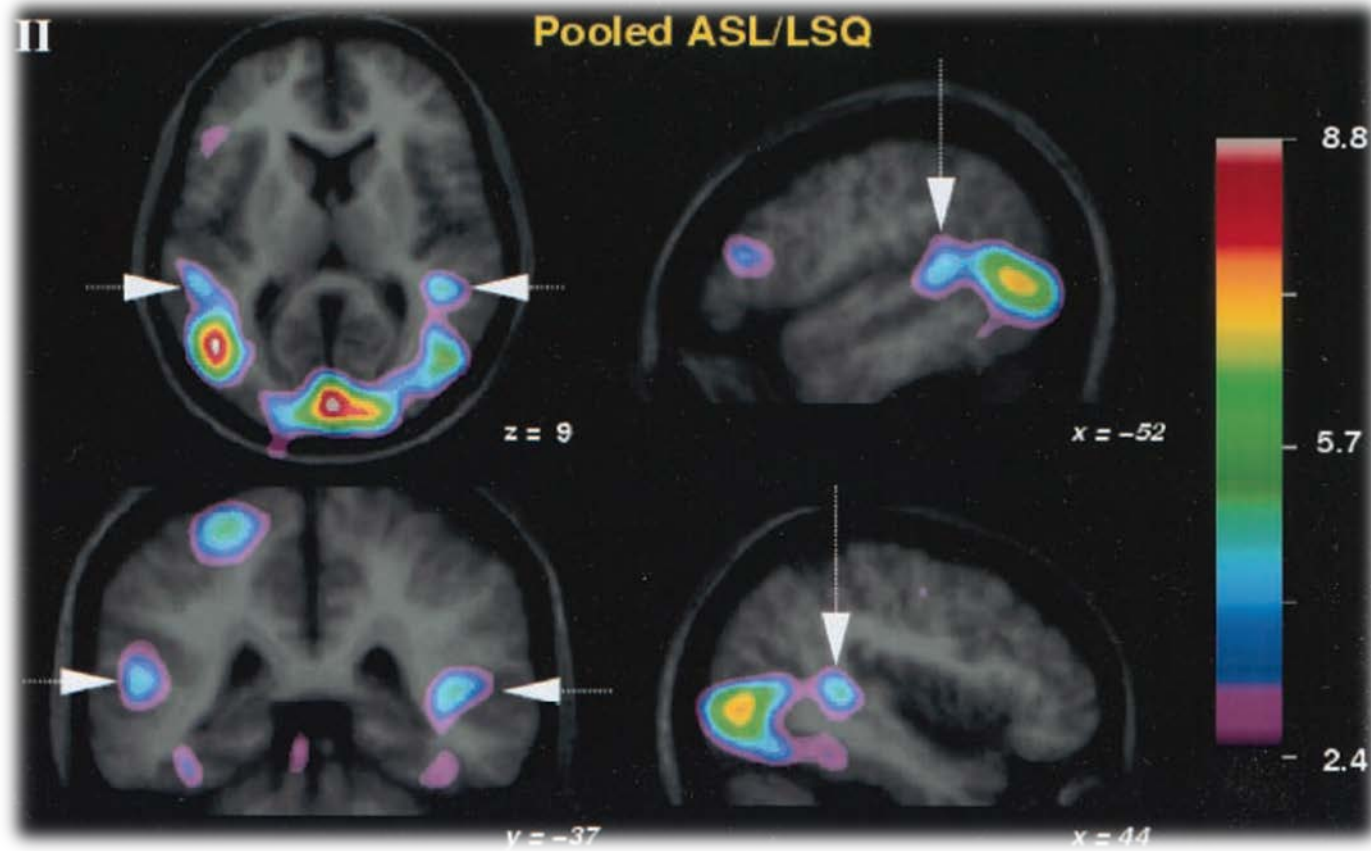
**Impact sur l'organisation cérébrale**

# Plasticité cérébrale et surdité

Activation des aires auditives par de l'information visuelle.

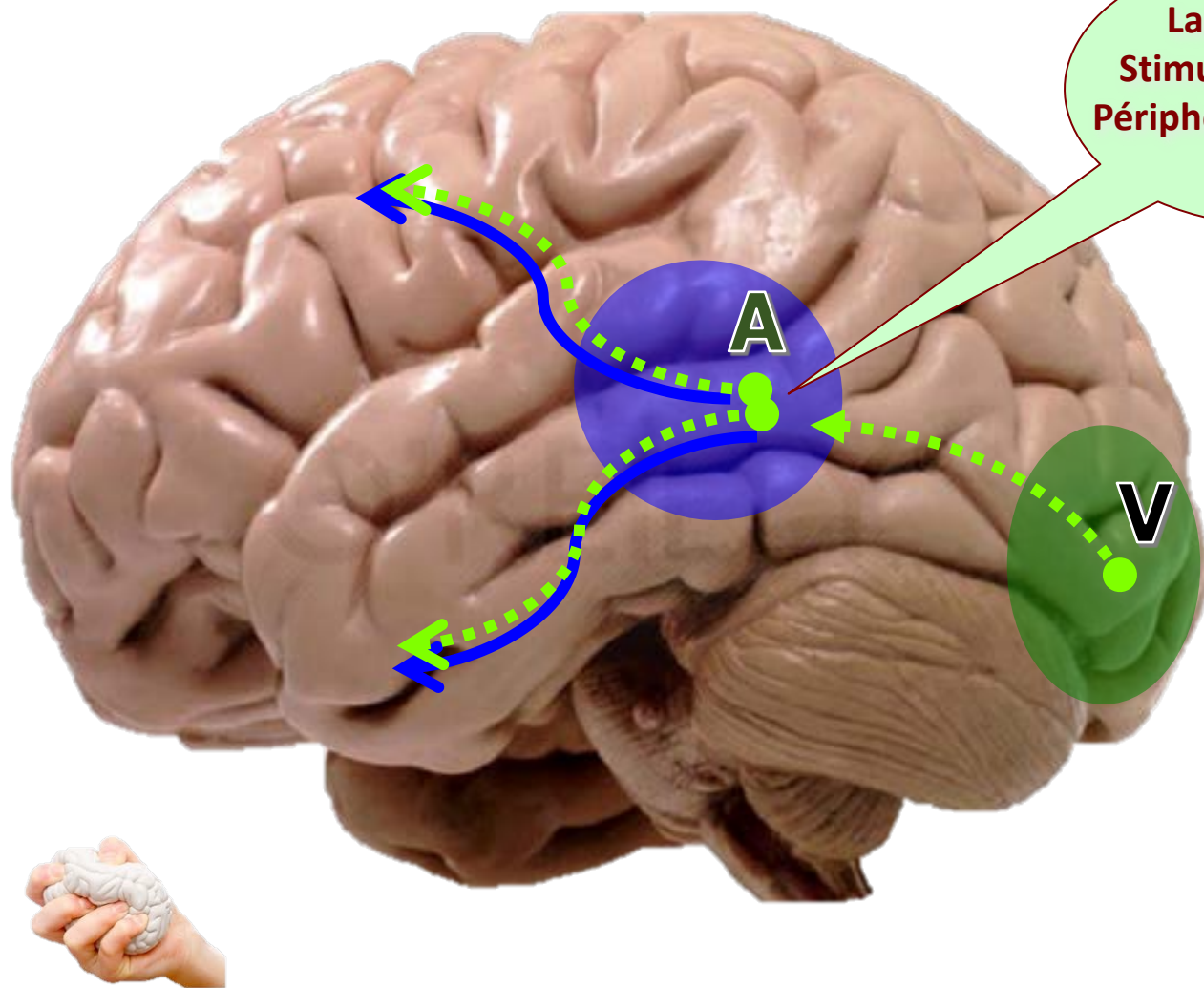
## Colonisation fonctionnelle

(Petitto et al 2000)

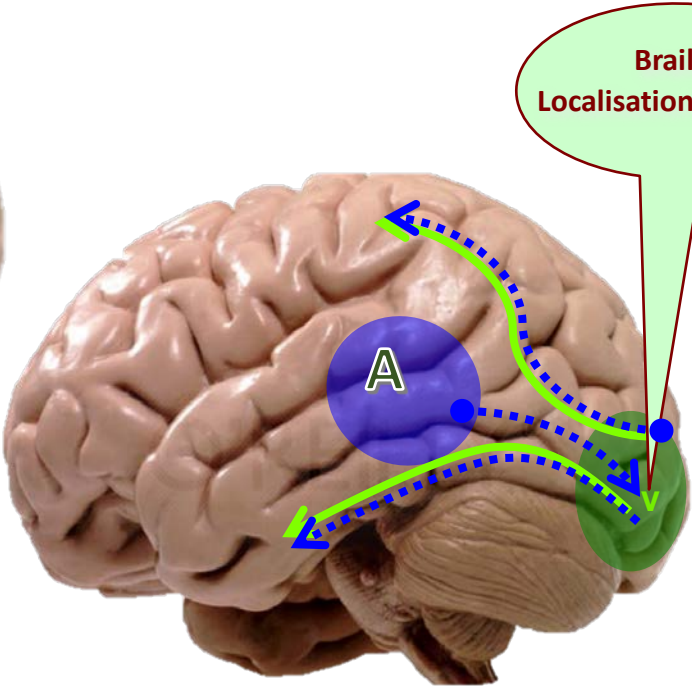


# Plasticité cérébrale et surdité

## Colonisation des aires auditives par la fonction visuelle



Langue signée  
Stimulation visuelle  
Périphérique ou tactile

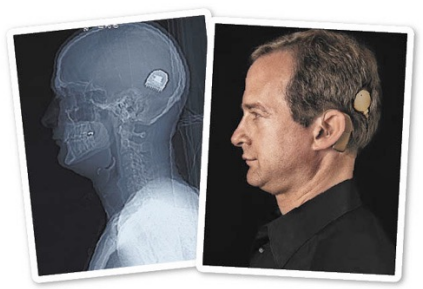


Braille  
Localisation des sons



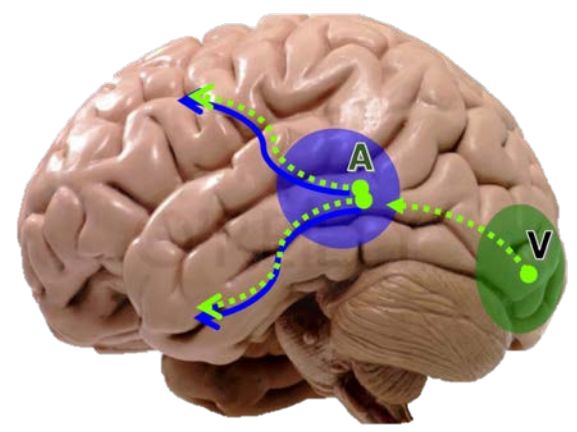


# Plasticité cérébrale et surdité



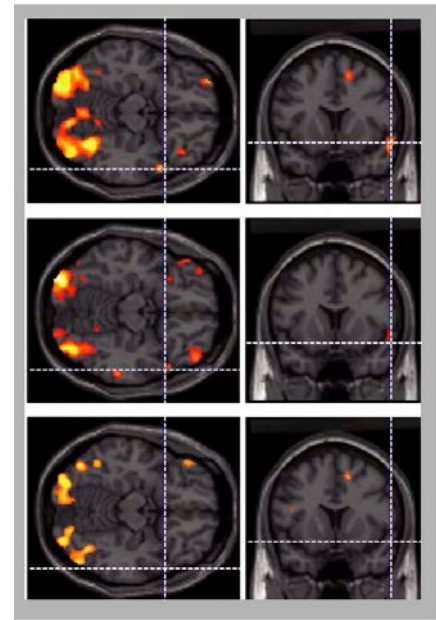
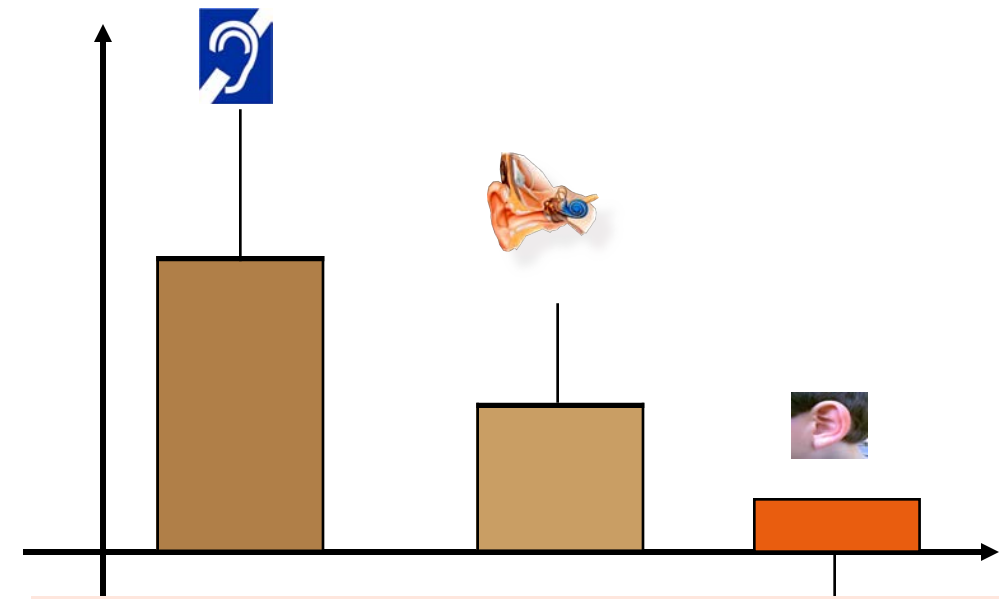
Chez l'adulte postlingual

## Lecture labiale



Colonisation des régions cérébrales de l'audition par la vision

### Activation du cortex auditif par la vision (lecture labiale)

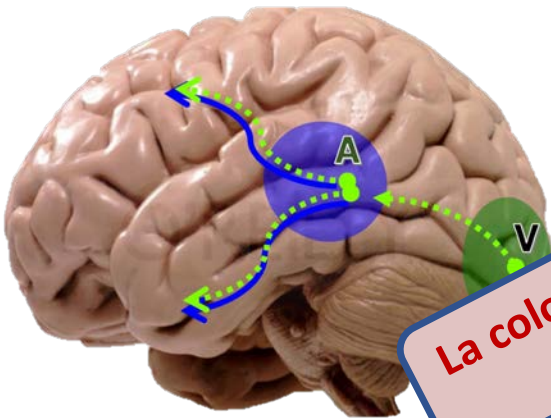


Disparition progressive de la *colonisation visuelle* au cours de la récupération

# Plasticité cérébrale et surdité

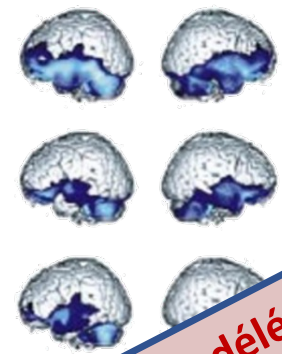


Chez l'enfant sourd congénital

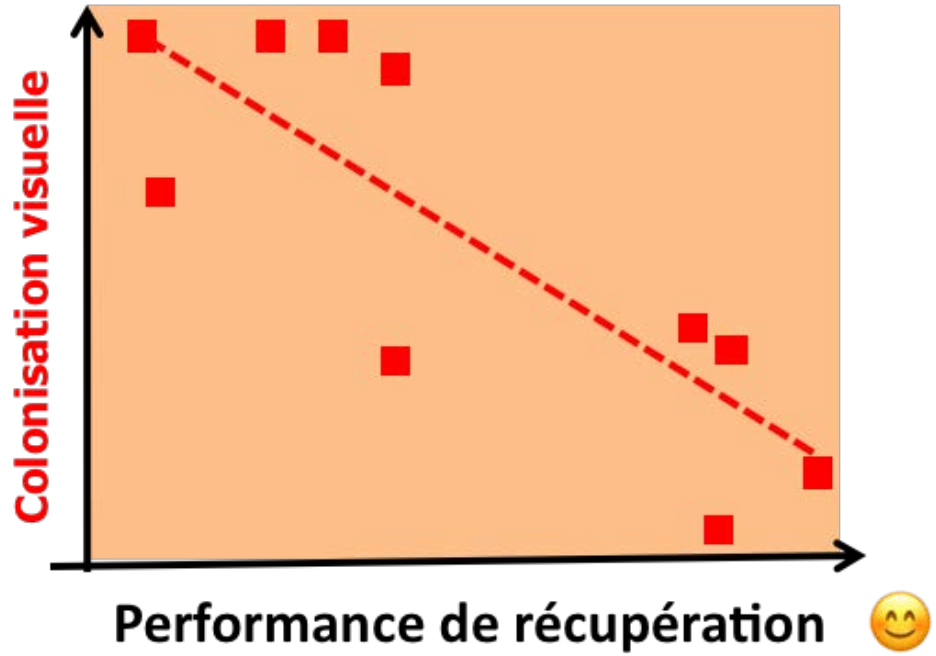


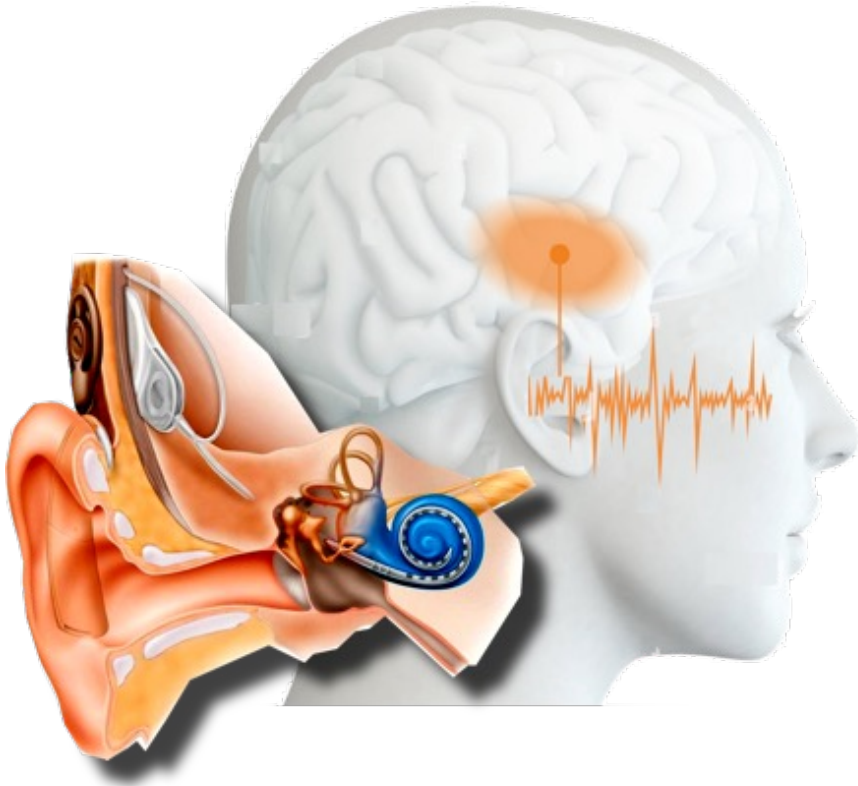
Colonisation des régions cérébrales de l'audition par la vision

La colonisation du cortex auditif par la vision est délétère à la récupération

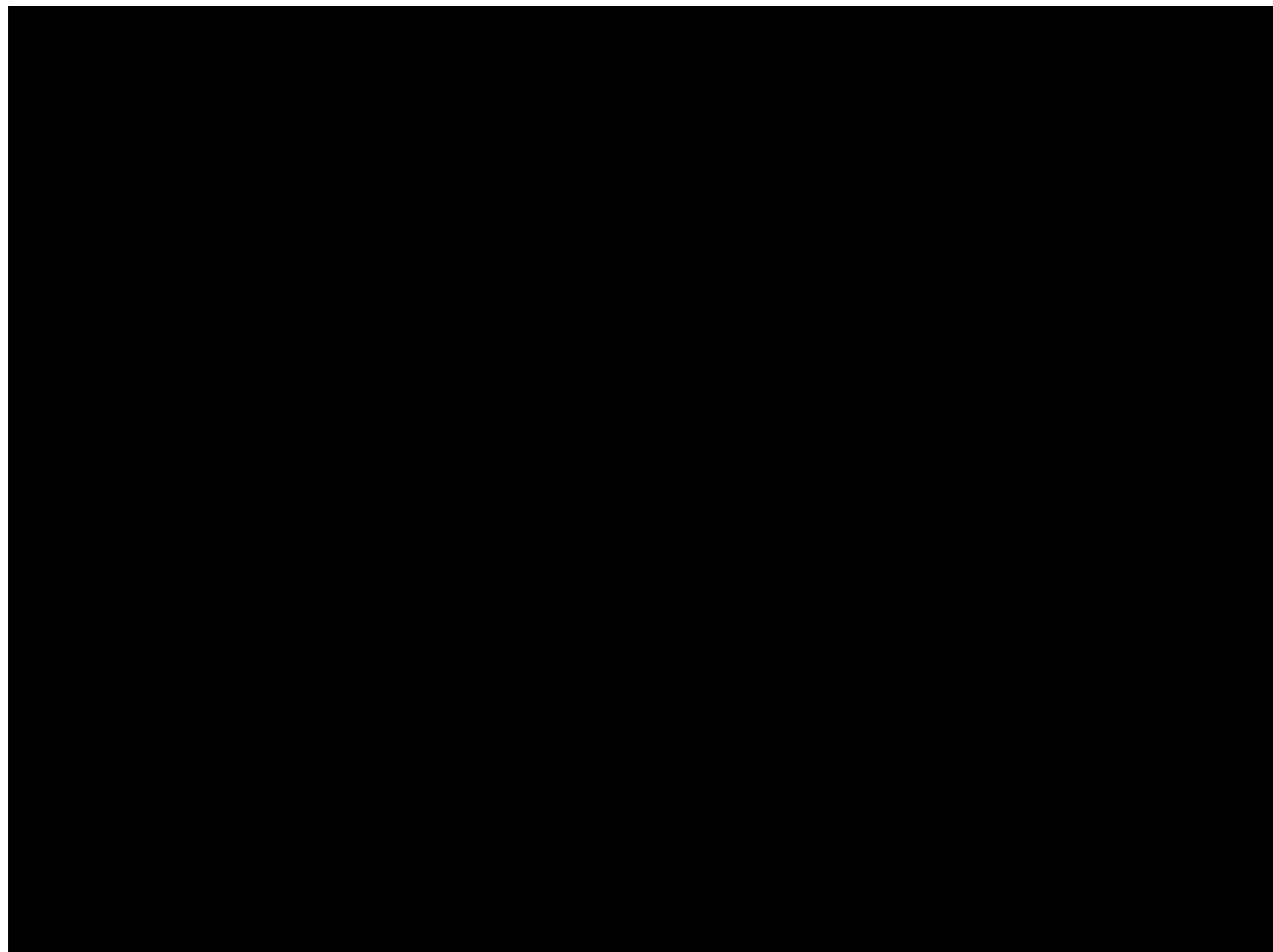


Durée de surdité	Score de compréhension
6,5 années	90%
6,5 années	67%
es	7%
20,3 années	0%

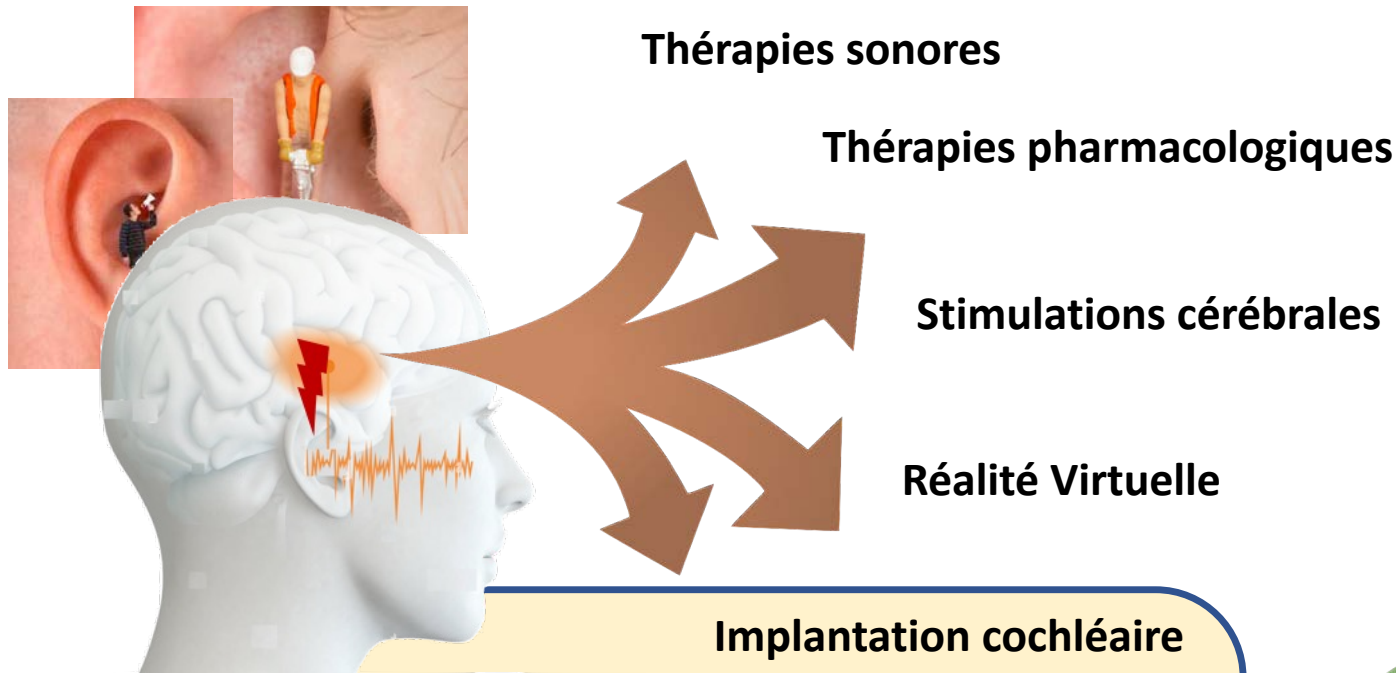




- **L'implant cochléaire ne fournit qu'une information appauvrie et ne préserve que les aspects temporaux**
- **L'implant cochléaire permet une excellente récupération de l'intelligibilité de la parole chez l'adulte et l'enfant sourd profond**
- **L'implantation cochléaire doit se faire le plus tôt possible (Maximum 2 ans ½)**
- **L'implant cochléaire permet une réactivation fonctionnelle du système auditif**
- **La surdité profonde s'accompagne d'une colonisation fonctionnelle des aires auditives par la vision**
- **L'implantation cochléaire fait régresser la colonisation fonctionnelle visuelle**
- **La colonisation intermodale est délétère chez l'enfant (et l'adulte)**



# Implants cochléaires & Acouphènes



### Implantation cochléaire

Surdité unilatérale

Plasticité cérébrale

Restauration de la spatialité auditive et écoute dans le bruit

Suppression de l'acouphène invalidant



• **CHU Purpan ORL**

- Prof O. Deguine
- Prof. M. Marx



- C. James



- P. Payoux



• **CNRS Cerco**

- J. Rouger (PhD)
- K. Strelnikov (Res. Assoc)
- N. Vannson (PhD)
- C. Karaoui (PhD)
- M. Alzaher (PhD)



neuropsych



**Pour mieux entendre,  
utilisez VOS YEUX**