

# Appareillage auditif conventionnel par voie aérienne

G. Lina-Granade, S. Gallego, Hung Thai-Van, É. Truy

*Les aides auditives par voie aérienne représentent l'immense majorité des prescriptions des prothèses. Il est indispensable que les médecins oto-rhino-laryngologistes aient des connaissances fondamentales et cliniques solides et actualisées concernant les divers aspects de l'appareillage auditif. Tout d'abord, il faut comprendre les répercussions neurologiques de la surdité (plasticité de privation) et de la réhabilitation audioprothétique (plasticité de réhabilitation). En effet, appareiller un déficient auditif ne se résume pas à s'intéresser à ses seules oreilles. Ensuite, le prescripteur d'un appareillage auditif doit en connaître les principes de fonctionnement, les contraintes, les possibilités et limites technologiques. Enfin, les indications et les contre-indications de l'appareillage auditif ont évolué, nécessitant une remise en question des anciennes certitudes, afin de ne pas diminuer les chances de réhabilitation de chaque patient et d'envisager à bon escient d'autres types d'audioprothèses (prothèses par voie osseuse, implants d'oreille moyenne, implants cochléaires ou implants auditifs du tronc cérébral).*

© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Perte auditive ; Surdité ; Aides auditives ; Prothèses auditives ; Conduction aérienne ; Audioprothésistes

## Plan

■ Introduction	1
■ Plasticité du système auditif induite par l'appareillage	2
Plasticité cérébrale induite par la perte auditive	2
Plasticité induite par la réhabilitation auditive :	
plasticité de réhabilitation ou secondaire	2
Risques de l'appareillage monaural en cas de surdité bilatérale	2
■ Démarche de prescription	2
Interrogatoire	2
Examen clinique oto-rhino-laryngologique	2
Explorations fonctionnelles audiologiques	2
■ Indications	4
■ Indications particulières	4
Surdités unilatérales	4
Hypoacusies légères	4
Surdités rétrocochléaires	4
Surdités fluctuantes, en particulier lors de la maladie de Ménière	4
Surdités dites « en pente de ski »	5
Acouphènes	5
Surdités de transmission à tympan normal	5
Surdité de transmission à tympan ouvert	5
Appareillage sur cavité d'évidement	5
Appareillage du sujet âgé	5
Appareillage auditif de l'enfant	6
■ Appareillage auditif, aspects techniques	6
Principe général de l'aide auditive	6
Évaluation des résultats	7
Traitement acoustique par les aides auditives par conduction	
aérienne	8
Binauralité	8
Différents appareils auditifs et leurs indications	9

■ Aspects administratifs en France	10	50
Devoirs du prescripteur et de l'audioprothésiste	10	51
Remboursement par l'Assurance maladie	12	52
Prise en charge par les organismes mutuels	13	53
Pour les patients ne possédant pas de mutuelle	13	54
Anciens combattants et victimes de guerre	14	55
Aides financières	14	56
Prise en charge des systèmes d'aide à la communication	14	57
■ Conclusion	14	58

## ■ Introduction

Les progrès techniques des appareils auditifs ont été considérables au cours des quinze dernières années, permettant un élargissement des indications et une meilleure satisfaction des patients. C'est pourquoi le nombre d'appareillages auditifs réalisés chaque année est en constante augmentation : en 2008, près de 420 000 personnes ont bénéficié d'un appareillage auditif en France. Toutefois, la précocité de l'appareillage et les indications données par le médecin constituent des éléments pronostiques essentiels.

L'immense majorité des patients se voit prescrire un appareillage en conduction aérienne (ACA), ce qui fait l'objet de cet article. Il existe également des appareillages en conduction osseuse de différents types, et également des implants auditifs (implants d'oreille moyenne, implants cochléaires, implants auditifs du tronc cérébral, *bone anchored hearing aid* [BAHA]). Le rôle des audioprothésistes et des médecins oto-rhino-laryngologistes (ORL) est bien sûr d'apporter aux malentendants la meilleure solution audioprothétique possible en fonction des situations individuelles. Ces différents appareillages doivent être vus comme complémentaires et non concurrentiels.

- Divers aspects de l'appareillage auditif sont abordés :
- les répercussions neurologiques de la perte auditive et de l'appareillage ;
  - les modalités de prescription ;
  - les indications ;
  - les aspects techniques ;
  - les aspects administratifs, en particulier les possibilités d'aide financière.

## ■ Plasticité du système auditif induite par l'appareillage

Ces dernières années, de nombreux travaux ont montré qu'une perte auditive d'origine cochléaire était susceptible d'entraîner d'importantes modifications du système auditif central, ces modifications étant réversibles sous l'effet de l'appareillage auditif. Les résultats présentés ci-après sont autant d'arguments en faveur d'un appareillage précoce et bilatéral de la perte auditive.

### Plasticité cérébrale induite par la perte auditive

Une lésion affectant une portion restreinte de la cochlée suffit à provoquer une réorganisation tonotopique spectaculaire dans le cortex auditif primaire. Les neurones auditifs corticaux privés de leurs afférences habituelles en provenance de la cochlée – et qui codaient initialement les fréquences situées dans la perte auditive – se mettent à décharger en réponse aux fréquences préservées par la perte auditive (Fig. 1). L'effet résultant est une sur-représentation des fréquences situées juste en bordure de la perte [1]. Cette réorganisation tonotopique a des conséquences perceptives, sous forme d'une amélioration locale des performances de discrimination fréquentielle autour de la fréquence de coupure [2-5].

Par ailleurs, chez les droitiers, la prédominance de l'oreille droite lors des tâches d'écoute dichotique (présentation simultanée d'un signal verbal différent dans chaque oreille) et d'identification du voisement (perception phonémique catégorielle entre /ba/ et /pa/) disparaît en cas de perte auditive bilatérale [6].

### Plasticité induite par la réhabilitation auditive : plasticité de réhabilitation ou secondaire

L'amplification des sons que le sujet devenu malentendant n'entendait plus permet de restaurer leur encodage cortical et de récupérer une perception normale de l'intensité des sons (sonie) ainsi qu'une discrimination d'intensité, fréquentielle et temporelle, qui contribuent au maintien de l'intelligibilité de la parole. Cette évolution des performances auditives dans le temps, liée au seul changement de l'information acoustique disponible pour le sujet, est appelée « acclimatation auditive » [7].

De solides arguments psychoacoustiques et électrophysiologiques viennent étayer les effets bénéfiques de l'appareillage auditif.

- Les anomalies de la perception de la sonie, qui interviennent dans le phénomène d'intolérance aux sons forts, sont compensées par l'appareillage auditif. Tout se passe comme si les sujets appareillés prenaient l'habitude de mieux entendre les sons environnants et les jugeaient donc moins forts que les sujets non appareillés. De même, les sujets presbycusiques appareillés ont de meilleurs seuils de discrimination en intensité aux fréquences amplifiées au bout de 3 à 6 mois de port quotidien d'aides auditives, que des patients non appareillés, d'âge et de perte auditive comparables [8]. Enfin, en cas d'appareillage monaural de surdités bilatérales symétriques, l'oreille appareillée acquiert de meilleures performances à forte intensité que l'oreille non appareillée [9].

- La sur-représentation corticale des fréquences en bordure de la perte auditive semble disparaître au bout de seulement 1 mois d'appareillage, comme en témoigne la normalisation du test de discrimination fréquentielle [10]. Ce retour à la normale de la tonotopie corticale reflète des phénomènes de plasticité secondaires à la réexposition à des stimulations sonores dont le sujet était privé.
  - Les performances au test d'écoute dichotique et l'identification du voisement, dont le traitement est latéralisé dans l'hémisphère gauche, s'améliorent après 4 mois de port quotidien d'aides auditives, avec réapparition chez le droitier d'un avantage net de l'oreille droite sur l'oreille gauche. La réhabilitation auditive rétablit donc une latéralisation « normale » du traitement du langage chez les sujets droitiers.
  - Enfin, un raccourcissement de la latence de l'onde V des potentiels évoqués auditifs (PEA) précoces du tronc cérébral a été noté en cas de port quotidien d'aides auditives, reflétant une amélioration de la vitesse de traitement de l'information auditive [11].
- En conclusion, ces travaux démontrent largement que le port quotidien d'aides auditives améliore les performances auditives supraliminaire des sujets malentendants.

### Risques de l'appareillage monaural en cas de surdité bilatérale

L'appareillage monaural crée potentiellement une situation de privation auditive par déséquilibre interaural aux dépens de l'oreille non appareillée. L'intelligibilité de l'oreille appareillée se maintient, voire s'améliore dans le temps avec le port de l'aide auditive, alors que l'intelligibilité de l'oreille non appareillée se dégrade significativement dans le temps, et cette chute ne se rattrape que lentement après l'appareillage de la deuxième oreille [12, 13].

### ■ Démarche de prescription

Le patient vient consulter en raison d'une gêne auditive ; souvent, il dit entendre mais ne pas comprendre correctement.

#### Interrogatoire

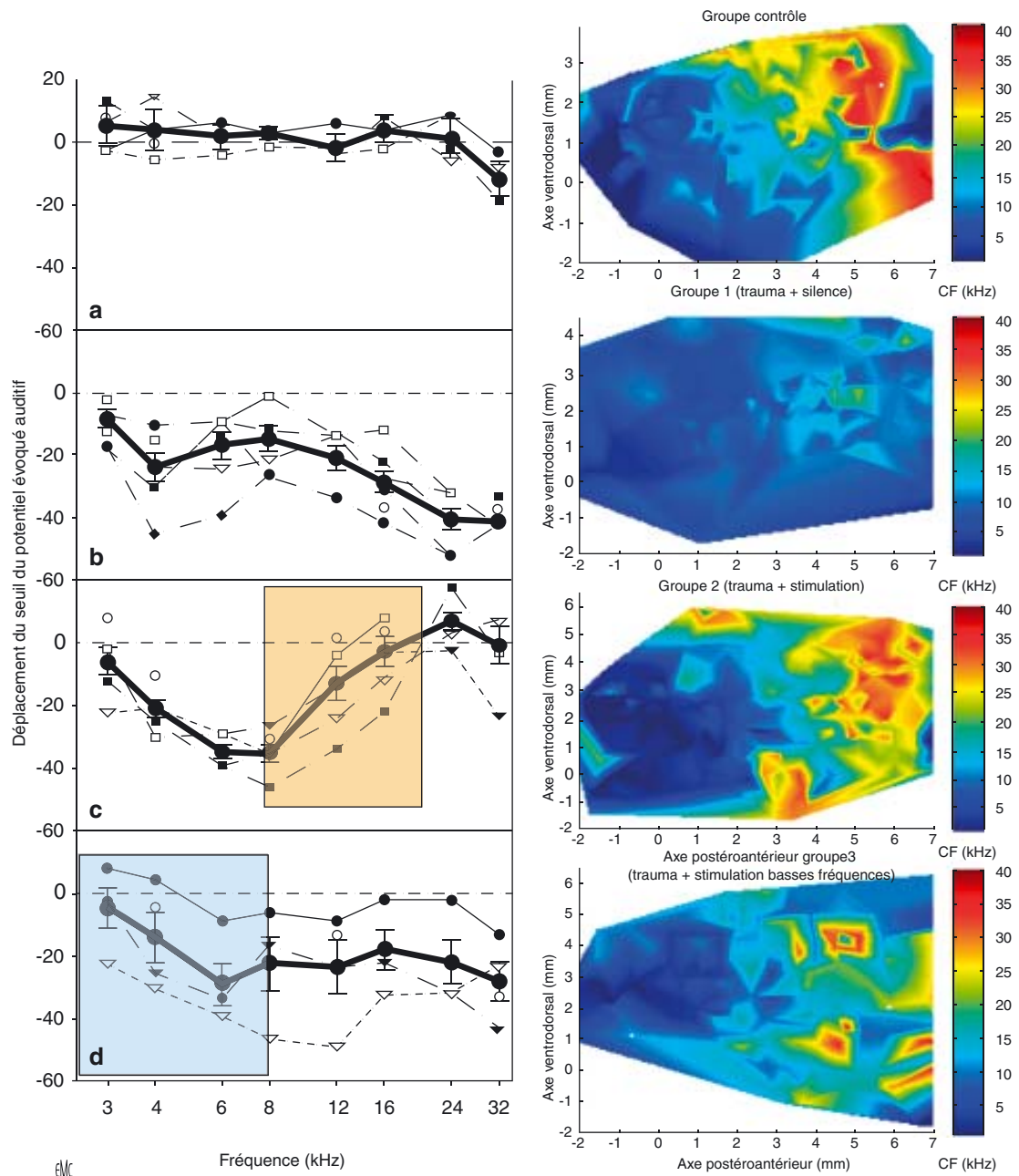
Il doit préciser la gêne sociale, son type (uniquement en ambiance bruyante, par exemple, au restaurant, ou de manière permanente), son caractère uni- ou bilatéral, son ancienneté, son retentissement familial et social (avec un isolement qu'il faut savoir dépister) et les signes associés (acouphènes, hyperacousie, troubles d'équilibre). Le patient doit être interrogé sur son désir de communication. L'interrogatoire de l'entourage est souvent discordant par rapport à celui du patient, ce dernier ayant tendance à minimiser sa perte auditive car il la voit comme un stigmate. Les réticences à l'appareillage pour des motifs sociaux, professionnels, esthétiques ou financiers doivent être recherchées. On s'enquiert également d'une pathologie, même intermittente, dermatologique du conduit auditif externe, et de phénomènes d'otorrhée, qui pourraient conduire à une mauvaise tolérance de l'embout.

#### Examen clinique oto-rhino-laryngologique

Il s'attache à décrire précisément l'anatomie du conduit auditif externe et de la membrane tympanique de manière bilatérale.

#### Explorations fonctionnelles audiolinguistiques

- L'audiométrie tonale liminaire, effectuée dans des conditions respectant les normes ISO, comporte les demi-octaves et est utilement complétée par la mesure des seuils subjectifs d'inconfort.



**Figure 1.** Réorganisation tonotopique corticale. La tonotopie du cortex auditif primaire chez le chat se modifie après un traumatisme sonore responsable de perte auditive sur les aigus (b) par rapport à un sujet normoentendant (a). Après exposition à un environnement sonore enrichi en sons aigus (extrêmement hautes fréquences [EHF]), la tonotopie corticale redevient proche de celle d'un normoentendant (c). En revanche, un environnement sonore enrichi en sons graves (extrêmement basses fréquences [EBF]) ne rétablit pas la tonotopie corticale normale (d). Dans la colonne de gauche, on voit les seuils auditifs tonaux par fréquence avec une plage rosée dans la condition (c) dans laquelle une information auditive enrichie dans les hautes fréquences est adjointe, et une plage bleuie dans la condition (d) dans laquelle une information auditive enrichie dans les basses fréquences est adjointe. Dans la colonne de droite, on voit les cartes corticales tonotopiques de projection des fréquences aiguës. D'après Norena A, Eggermont J. *J Neurosci* 2005;**25**:699-705. a. Contrôles ; b. trauma plus silence ; c. trauma plus extrêmement hautes fréquences ; d. trauma plus extrêmement basses fréquences.

• La réalisation d'une audiométrie vocale oreille nues et au casque est réglementaire pour toute prescription de prothèse auditive. Effectivement, l'étude oreilles séparées de l'audiométrie vocale est plus représentative du retentissement fonctionnel que l'audiométrie tonale, en étudiant le seuil d'intelligibilité, le maximum d'intelligibilité et l'existence d'un phénomène de recrutement.

L'audiométrie vocale permet également d'affiner le diagnostic topographique. Lorsqu'il y a dégradation de l'intelligibilité à forte intensité, cela signe un recrutement fortement évocateur d'une atteinte endocochléaire. La discordance entre le seuil tonal liminaire moyen et le seuil d'intelligibilité à l'audiométrie vocale fait suspecter une atteinte rétrocochléaire (au niveau du nerf, du tronc ou du cortex). En vue d'un appareillage auditif,

la question n'est pas seulement celle d'une pathologie de l'angle pontocérébelleux, mais aussi celle des fonctions auditives centrales et cognitives. Les médecins ORL doivent être larges d'examen complémentaires (PEA et imagerie par résonance magnétique [IRM]) pour ne pas méconnaître une atteinte du nerf. En cas de suspicion d'atteinte rétrocochléaire, une fois neurinome et neuropathie éliminés, en particulier chez les personnes âgées ou dans les suites de traumatismes crâniens, le patient doit être orienté vers un neurologue ou un gériatre, ou un confrère habitué à réaliser des tests auditifs centraux (test d'intégration de Lafon, test dichotique, etc.) [14].

La mise en évidence d'une asymétrie auditive en audiométrie tonale et vocale pose le problème des techniques d'assourdissement qui doivent être maîtrisées. Lorsqu'une nette asymétrie du

234 seuil en conduction osseuse est confirmée, il faut suspecter une  
 235 atteinte rétrocochléaire et donc approfondir le bilan.  
 236 • De manière idéale, l'étude de l'intelligibilité dans le bruit, en  
 237 faisant varier le rapport signal/bruit, apporterait des éléments  
 238 diagnostiques intéressants sur la discrimination et la gêne  
 239 fonctionnelle réelle, car plus proches des conditions écologi-  
 240 ques.  
 241 • La tympanométrie et la recherche du seuil du réflexe stapé-  
 242 dien permettent à la fois d'affiner le diagnostic étiologique et  
 243 d'obtenir des informations sur la dynamique de perception :  
 244 le test de Metz, par étude du réflexe stapédien sur différentes  
 245 fréquences, oriente vers un recrutement lorsqu'il existe un  
 246 écart entre le seuil de perception tonal et le seuil de déclen-  
 247 chement du réflexe stapédien de moins de 50 dB.  
 248 • Enfin, la recherche de zones inertes cochléaires, par le test  
 249 TEN, permet de déterminer l'intérêt d'amplifier les fréquences  
 250 sur lesquelles la perte est sévère ; néanmoins il faut se méfier  
 251 des faux positifs de ce test [15].

## 252 ■ Indications

253 Par définition, le médecin ORL est au cœur de la démarche  
 254 qui conduit à une prescription d'aide auditive car lui seul peut  
 255 établir le diagnostic étiologique et proposer les solutions  
 256 alternatives à l'appareillage conventionnel que représentent les  
 257 implants auditifs. Certaines notions obsolètes ont été révisées.  
 258 Les indications de la prothèse auditive conventionnelle non  
 259 implantable chez l'adulte se sont élargies ces dernières années  
 260 grâce à une meilleure connaissance de la physiopathologie et à  
 261 des innovations technologiques significatives.  
 262 • L'appareillage est proposé aux patients présentant une surdité  
 263 chronique, mais on peut également envisager l'appareillage  
 264 transitoire d'un adulte, en attendant un geste de réhabilita-  
 265 tion chirurgicale par exemple ; ainsi, le caractère définitif de  
 266 la surdité n'est pas obligatoire.  
 267 • L'appareillage conventionnel par voie aérienne n'est pas  
 268 seulement proposé aux surdités de perception ; certaines  
 269 surdités de transmission ou mixtes peuvent tout à fait  
 270 bénéficier de l'appareillage. Ainsi, face à un patient otospon-  
 271 gieux, il doit être fait état de manière franche et loyale des  
 272 deux possibilités représentées par l'aide auditive et la chirur-  
 273 gie stapédienne, rappelant qu'il serait dommageable pour le  
 274 médecin confronté à une labyrinthisation postopératoire de  
 275 ne pas avoir fait la preuve qu'il a informé le patient franche-  
 276 ment de la possibilité d'un appareillage conventionnel.  
 277 • Si l'immense majorité des surdités de perception sont d'ori-  
 278 gine cochléaire et peuvent bénéficier d'une aide auditive, le  
 279 dogme de l'impossibilité d'appareiller les surdités rétroco-  
 280 chléaires doit tomber. Certains patients, bien qu'atteints de  
 281 surdité rétrocochléaire, bénéficient réellement d'une prothèse  
 282 acoustique amplificatrice, après essai et réhabilitation auditive  
 283 bien conduite [16].  
 284 • La stéréophonie étant essentielle, les surdités unilatérales  
 285 doivent être appareillées, et un appareillage bilatéral doit être  
 286 prescrit dans les surdités bilatérales même très asymétriques.

## 287 ■ Indications particulières

### 288 Surdités unilatérales

289 • Une surdité unilatérale, même légère, provoque une gêne  
 290 dans plusieurs domaines : pour la localisation spatiale, pour  
 291 l'intégration binaurale du message binaural, et surtout pour  
 292 l'intelligibilité dans une ambiance bruyante, surtout si le  
 293 locuteur est situé du mauvais côté. Ces phénomènes délétères  
 294 peuvent avoir des conséquences sur la scolarité chez l'enfant,  
 295 et sur la vie sociale ou professionnelle chez l'adulte [17, 18].  
 296 • Pendant longtemps, on a considéré que l'appareillage était  
 297 inutile, provoquant plus de phénomènes de saturation  
 298 qu'une amélioration de l'audition globale, lorsque le patient

présente un écart important entre l'oreille pathologique et 299  
 l'oreille entendante. L'évolution des connaissances a permis 300  
 de démontrer l'intérêt de l'appareillage pour restaurer la 301  
 stéréophonie, qui nécessite une différence interaurale de 302  
 seuils inférieure à 15 dB [19]. Par conséquent, on peut légitimement 303  
 proposer un appareillage sur la mauvaise oreille, quel 304  
 que soit le degré de surdité unilatérale, dès qu'existe une 305  
 gêne : chez l'enfant, en cas de difficultés scolaires, de troubles 306  
 d'attention, ou lorsque le bilan orthophonique décèle un 307  
 trouble quelconque, et chez l'adulte, en cas de retentissement 308  
 social ou professionnel (réunions, restaurants). 309

• En cas de surdité unilatérale sévère ou profonde, l'aide 310  
 auditive vise à stimuler les voies auditives et maintenir 311  
 l'intelligibilité de la mauvaise oreille, mais risque d'être mal 312  
 tolérée. 313

En cas de cophose unilatérale, la réhabilitation par système 314  
 semi-implanté à ancrage osseux (système *contralateral routing of* 315  
*sound* [CROS] sans fil en conduction osseuse) a démontré le 316  
 bénéfice de la pseudo-mono-stéréophonie [20]. Ces travaux ont 317  
 ouvert la voie aux aides auditives conventionnelles avec système 318  
 CROS sans fil en conduction aérienne (cf. paragraphe « Aspects 319  
 techniques »), apparues encore plus récemment, qui permettent 320  
 désormais l'appareillage des cophoses unilatérales sans geste 321  
 chirurgical [21]. 322

## Hypoacusies légères

323

• Alors que la surdité légère est définie par une perte auditive 324  
 moyenne de 500 à 4 000 Hz comprise entre 20 et 40 dB, la 325  
 réflexion en cours auprès de la Haute Autorité de santé (HAS) 326  
 n'envisage de reconnaître les indications d'appareillage 327  
 comme indiscutables qu'à partir d'une perte moyenne de 328  
 35 dB. En dessous de 35 dB, la décision d'appareillage doit 329  
 être justifiée par l'intelligibilité vocale et l'atteinte des 330  
 fréquences médium à la tonale. De toute façon, les essais 331  
 d'appareillage permettent au patient d'évaluer le bénéfice 332  
 dans la vie quotidienne. 333

• Chez l'enfant, il faut tenir là aussi compte des difficultés 334  
 scolaires et du bilan orthophonique [22]. L'indication d'appa- 335  
 reillage doit être débattue avec les parents et avec l'enfant. La 336  
 surveillance médicale et la répétition du bilan orthophonique 337  
 peuvent permettre de franchir le pas de la prescription au 338  
 moment où l'appareillage devient nécessaire. Dans ce cas de 339  
 figure, on peut conseiller que l'appareillage ne soit porté 340  
 qu'en classe par exemple. 341

• Ces courbes limites chez les adultes peuvent bénéficier d'une 342  
 prothèse auditive lorsqu'elles entraînent une gêne sociale ou 343  
 professionnelle. 344

## 529 Surdités rétrocochléaires

345

Si un dogme était autrefois de ne pas appareiller les surdités 346  
 rétrocochléaires, il apparaît aujourd'hui que les aides auditives 347  
 peuvent apporter un bénéfice à certains patients présentant une 348  
 atteinte rétrocochléaire tumorale bilatérale, par exemple au 349  
 cours d'une neurofibromatose de type II. En effet, l'atteinte 350  
 endocochléaire par troubles de vascularisation prédomine dans 351  
 certains cas sur la dysfonction rétrocochléaire par troubles de 352  
 conduction. Les essais d'audioprothèse sont alors tout à fait 353  
 indiqués, et quelquefois couronnés de succès [16]. 354

## 529 Surdités fluctuantes, en particulier lors de la maladie de Ménière

355

L'adaptation audioprothétique peut être délicate lors de 357  
 l'existence d'une surdité fluctuante et du fait d'une dynamique 358  
 étroite. Il y a également un dilemme entre l'amplification 359  
 souvent importante à apporter, liée à une perte auditive 360  
 typiquement plate de l'ordre de 60 dB, et la nécessité de laisser 361  
 le conduit auditif ouvert, la sensation d'oreille fermée étant mal 362  
 supportée [23]. 363

364	<b>Surdités dites « en pente de ski »</b>	
365	Les pertes auditives importantes sur les fréquences médium	
366	et/ou aiguës, avec graves conservés, sont d'appareillage délicat.	
367	Effectivement, l'amplification audioprothétique classique sur les	
368	aigus crée facilement un effet Larsen ou des distorsions, et un	
369	effet d'occlusion du conduit par l'embout. Dans cette situation	
370	audiométrique particulière, il n'est pas rare d'observer par	
371	aillieurs des zones inertes cochléaires qui limitent l'utilité des	
372	aides auditives conventionnelles. Ainsi, le patient ressent-il à la	
373	fois un inconfort et un manque d'efficacité prothétique,	
374	d'autant plus que la gêne alléguée se manifeste surtout en	
375	ambiance bruyante. Actuellement se discutent deux types de	
376	prise en charge : la prothèse conventionnelle et l'implant	
377	d'oreille moyenne. Les aides auditives <i>open</i> ou à écouteur	
378	déporté, les anti-Larsen et les compressions fréquentielles	
379	permettent maintenant d'appareiller ces surdités en pente raide,	
380	sans l'ennui de l'occlusion par l'embout. Avant l'arrivée de ces	
381	innovations technologiques, certains patients ont pu bénéficier	
382	d'un implant d'oreille moyenne [24, 25].	
383	<b>Acouphènes</b>	
384	La prise en charge d'un patient acouphénique commence par	
385	un bilan médical et audiolgique, comprenant en plus d'une	
386	audiométrie tonale vocale, la détermination du seuil subjectif	
387	d'inconfort, une mesure de la fréquence de l'acouphène ( <i>pitch-</i>	
388	<i>match frequency</i> ), une audiométrie plus fine (au quart ou	
389	huitième d'octave, ou Audioscan®) et la recherche des zones	
390	inertes cochléaires [26]. La passation des questionnaires de	
391	détresse et de sévérité de l'acouphène est également utile, pour	
392	évaluer les répercussions de l'acouphène à un instant donné	
393	pour chaque patient [27].	
394	La prise en charge thérapeutique inspirée de la thérapie	
395	sonore d'habituation, ou <i>tinnitus retraining therapy</i> en anglais [28],	
396	conjugue un accompagnement du patient et une modification	
397	des stimulations auditives qu'il reçoit. L'accompagnement du	
398	patient s'attache à favoriser l'habituation en expliquant les	
399	mécanismes de l'acouphène et de l'habituation, en luttant	
400	contre le stress et les idées négatives et en aidant le patient à	
401	détourner son attention.	
402	Le recours à l'audioprothèse est de deux sortes :	
403	• soit il existe une perte auditive associée à l'acouphène et	
404	justifiant un appareillage auditif ; dans ce cas, l'amplification	
405	prothétique, en améliorant la perception des sons de l'envi-	
406	ronnement, permet une diminution de perception de	
407	l'acouphène ;	
408	• soit l'acouphène n'est pas associé à une perte justifiant une	
409	amplification prothétique ; on peut alors proposer une	
410	ambiance sonore adaptée à la perte auditive (disques de	
411	relaxation, musique douce), dans le but de faciliter l'habitua-	
412	tion cérébrale et l'inhibition efférente de l'acouphène. Les	
413	générateurs de bruit blanc sont moins efficaces en cas de	
414	perte au-delà de 4 000 Hz [29, 30].	
415	L'appareil acoustique amplificateur ou le générateur de bruit	
416	modifient l'encodage de l'acouphène, et induisent une réorga-	
417	nisation des voies auditives centrales impliquant les aires	
418	auditives attentionnelles, émotionnelles et le système nerveux	
419	autonome [31].	
420	<b>Surdités de transmission à tympan normal</b>	
421	Il est utile de rappeler que les surdités de transmission à	
422	tympan normal sont faciles à appareiller en conduction	
423	aérienne, car le problème se résume à un défaut d'amplification	
424	et il n'y a pas de distorsion. L'appareillage auditif représente une	
425	alternative à la chirurgie fonctionnelle de l'oreille moyenne,	
426	alternative qui doit être systématiquement évoquée pour des	
427	raisons médico-légales évidentes, en présentant les avantages,	
428	inconvenients, modalités, risques et complications des deux	
429	types de réhabilitation. Il est vrai qu'en cas d'otospongiose,	
430	l'immense majorité des patients choisit la chirurgie	
431	fonctionnelle.	
	Face à une surdité de transmission avec un Rinne audiomé-	432
	trique très important, se discute une prothèse à ancrage osseux	433
	(BAHA) susceptible de donner une meilleure satisfaction aux	434
	patients qu'une aide conventionnelle par voie aérienne.	435
	Il est utile que le médecin précise dans sa lettre à l'audiopro-	436
	thésiste qu'il s'agit d'une surdité de transmission, pour que	437
	celui-ci puisse le prendre en compte dans le choix de l'appa-	438
	reillage (possibilité de régler le volume par le patient en cas de	439
	fluctuation auditive).	440
	<b>Surdité de transmission à tympan ouvert</b>	441
	L'appareillage des surdités de transmission à tympan ouvert	442
	est délicat en cas de dysfonction tubaire et de perte auditive	443
	importante, souvent liée à une atteinte cochléaire associée. La	444
	nécessité d'une amplification importante impose d'obturer le	445
	conduit auditif externe, ce qui risque de déclencher une	446
	macération et une otorrhée. La réalisation d'un événement dans	447
	l'embout intra-auriculaire limite la macération, mais est source	448
	de déperdition énergétique, rendant l'adaptation auditive moins	449
	efficace. L'audioprothésiste doit alors trouver un compromis	450
	entre l'oblitération étanche du conduit pour une bonne ampli-	451
	fication et le risque de macération.	452
	En revanche, l'appareillage est plus facile face à une perte	453
	auditive peu importante, ou à une otite chronique à tympan	454
	ouvert parfaitement stabilisée et à trompe d'Eustache perméable.	455
	Dans ce cas, l'aération du conduit par un large évent ou un	456
	embout tulipe est compatible avec l'amplification nécessaire.	457
	Si les essais d'audioprothèse sont infructueux ou que le	458
	patient souffre d'otorrhées régulières, il vaut mieux envisager	459
	soit une BAHA, soit un geste chirurgical de fermeture de la	460
	membrane tympanique, suivi de la reprise de l'amplification par	461
	voie aérienne, ou par implant d'oreille moyenne.	462
	<b>Appareillage sur cavité d'évidement</b>	463
	Il existe en général une surdité mixte ou de transmission.	464
	Si la cavité d'évidement est instable, l'appareillage passe	465
	préférentiellement par une BAHA, ou peut-être par une techni-	466
	que d'exclusion de l'oreille moyenne et externe, associée à un	467
	implant d'oreille moyenne.	468
	Si la cavité d'évidement est ancienne et stable, tout dépend	469
	de la taille, de la forme et de la configuration de la méatoplastie.	470
	Certaines méatoplasties sont limitées et un travail avec un	471
	embout est tout à fait possible en donnant une satisfaction aux	472
	patients sans déclenchement de phases d'otorrhée, sous condi-	473
	tion d'un contrôle régulier. Le but de ce contrôle est également	474
	d'assurer la vérification de la cavité et son nettoyage des	475
	accumulations céruminoépidermiques éventuelles.	476
	D'autres cavités sont particulièrement problématiques pour	477
	l'appareillage par voie aérienne, surtout celles qui présentent	478
	une large méatoplastie, quelquefois avec une résection conuale	479
	conséquente. On atteint ainsi pour ces patients les limites de	480
	l'appareillage par voie aérienne si l'étanchéité de l'embout	481
	devient difficile à obtenir et n'est pas compatible avec une	482
	amplification efficace. Là encore, la BAHA ou une reprise de	483
	l'oreille moyenne et externe à type d'exclusion associée à un	484
	implant d'oreille moyenne se discute.	485
	<b>Appareillage du sujet âgé</b>	486
	L'appareillage de la personne âgée représente 80 % des	487
	appareillages acoustiques amplificateurs prescrits en France.	488
	L'augmentation de l'espérance de vie se traduit par une aug-	489
	mentation de la prévalence de la presbycusie [32].	490
	Les modifications structurelles affectant le système auditif lors	491
	du vieillissement entraînent une altération globale de la	492
	fonction auditive, à la fois par atteinte de l'oreille interne et par	493
	atteinte à tous les niveaux du système auditif jusqu'au	494
	cortex [33-35].	495
	L'élévation des seuils en tonale et en vocale est bien connue	496
	et de nombreuses études proposent des données descriptives sur	497

des cohortes importantes de populations. Cette élévation des seuils s'accompagne fréquemment d'un phénomène de recrutement, d'altérations de la discrimination en fréquence, de la discrimination temporelle, de l'intégration temporelle et de la localisation spatiale. C'est pourquoi les modifications tonales et vocales dans le silence ne peuvent pas rendre compte de la totalité de la gêne ressentie.

Rappelons l'intérêt, chez les personnes âgées, en cas d'intelligibilité vocale plus dégradée que la perception tonale, d'orienter le patient vers un neurologue, un gériatre, un neuropsychologue, ou un confrère habitué à détecter les déficits centraux, en particuliers cognitifs. Il faut toujours penser aux personnes âgées dans leur globalité et ne pas les réduire à de seules oreilles sénescences. Ainsi, les problèmes d'habileté manuelle ou d'acuité visuelle peuvent-ils aussi contribuer aux difficultés d'utilisation des prothèses acoustiques.

L'impact de la presbycusie sur les relations sociales et familiales doit être également mesuré. Rappelons qu'il n'y a pas de corrélation entre le seuil audiométrique et la gêne alléguée par le patient lui-même. Le déni du handicap est habituel. Ce déni peut aussi quelquefois être remplacé par un certain degré de résignation. L'écoute de l'entourage est intéressante, à la fois pour connaître les capacités et le désir de communication, et l'écart qui peut exister entre la plainte du patient et le handicap constaté par l'entourage. Les aspects psychoaffectifs que sont une tendance dépressive, la crainte de la stigmatisation du vieillissement par les appareils auditifs et les réticences esthétiques et financières doivent être abordés.

Le mode de vie de la personne âgée doit également être pris en compte : autonomie (pour les courses, la toilette, le ménage), richesse des contacts sociaux et des sorties, fréquence des visites des petits-enfants sont autant de paramètres favorables pour l'appareillage auditif. L'ancienneté du déficit auditif sans appareillage a une influence directe sur le bénéfice la facilité et la rapidité d'adaptation aux appareils auditifs chez le sujet âgé ; l'appareillage est d'autant plus efficace qu'il est mis en place précocement [13]. L'existence d'une maladie d'Alzheimer n'est pas une contre-indication ; certaines études suggèrent que l'appareillage pourrait ralentir la dégradation des fonctions cognitives.

Un travail d'information et de guidance psychologique est indispensable dès la consultation médicale ; le patient doit comprendre que la seule amplification ne résout pas toutes les difficultés auditives, que l'information auditive est complexe et que la réussite de l'appareillage dépend d'un réel travail d'éducation prothétique. Ces explications prennent du temps, mais sont indispensables pour un bon déroulement de l'appareillage.

Le choix d'un type d'audioprothèse, le suivi après les réglages initiaux et l'éducation prothétique doivent être considérés dans un continuum qui s'inscrit dans le temps.

Le recours à l'orthophonie, souvent oublié malheureusement, est un complément précieux à l'appareillage auditif, d'autant plus justifié que la surdité est ancienne, que les difficultés dans le bruit sont marquées, que l'intelligibilité vocale est plus dégradée que la perception tonale et qu'il existe des troubles cognitifs associés. La rééducation porte sur plusieurs aspects :

- éducation auditive (reconnaissance de bruits, de mélodies, de parole, avec, puis sans support visuel) ;
- perfectionnement de la lecture labiale pour améliorer l'intelligibilité dans le bruit ;
- travail des suppléances mentales, visant à développer l'accès au lexique en fonction du contexte de la conversation ;
- prise de conscience des techniques de communication (techniques de reformulation et sensibilisation de l'entourage) afin de diminuer l'isolement social du patient.

## Appareillage auditif de l'enfant

L'appareillage des enfants présente plusieurs particularités essentielles [36].

- L'appareillage ne peut être prescrit qu'après obtention de seuils audiométriques fiables et reproductibles sur l'ensemble

du champ fréquentiel, grâce à l'audiométrie comportementale, en champ libre et en conduction osseuse chez le nourrisson, et dès que possible, au casque. Les PEA sont indispensables, mais insuffisants pour proposer l'appareillage. En conséquence, plus l'enfant est jeune, plus il est utile que le prescripteur soit expérimenté en audiologie infantile.

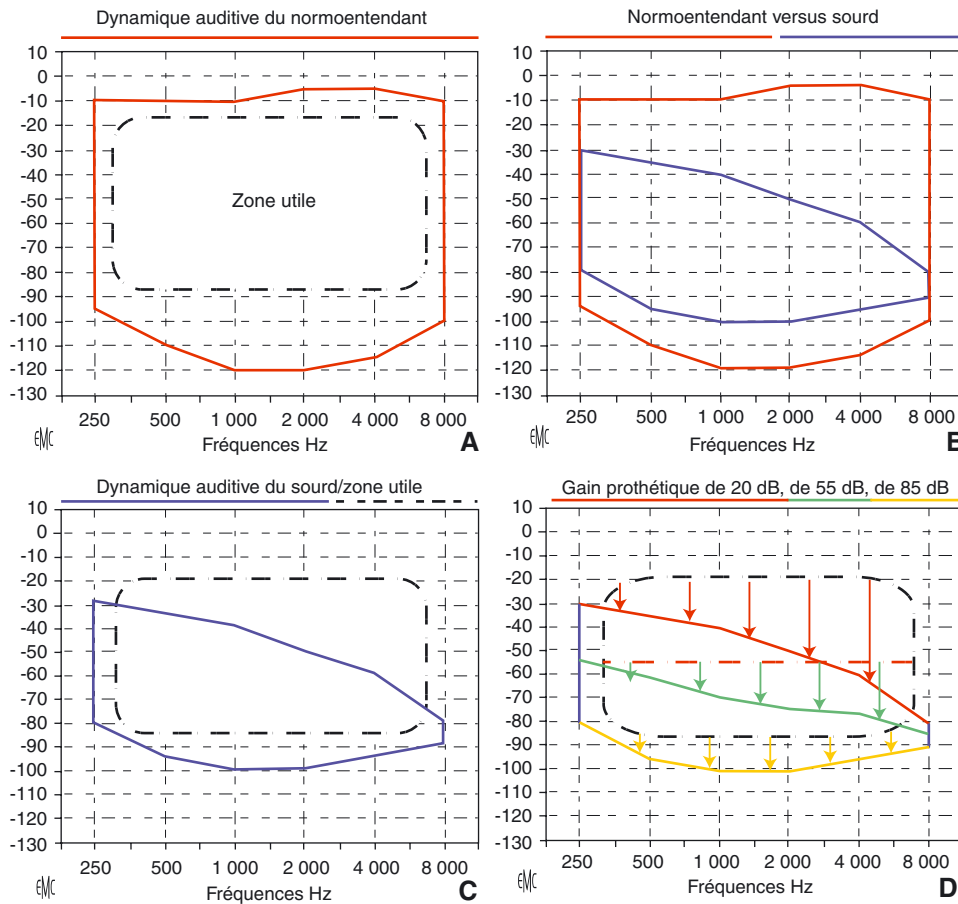
- L'appareillage auditif doit être mis en place rapidement après confirmation du diagnostic, surtout en cas de surdité bilatérale importante (sévère ou profonde). L'appareillage peut être proposé dès le troisième mois de vie (lorsque la tenue de tête est acquise). En cas de surdité profonde, le port régulier des appareils auditifs pendant plusieurs mois est impératif avant d'envisager une implantation cochléaire.
- Les appareils auditifs sont systématiquement des « contours d'oreille », du fait de la petite taille et de la croissance continue du conduit chez le nourrisson et l'enfant. Les appareils intra-auriculaires sont réservés à l'adolescent, en cas de surdité légère ou moyenne. En cas d'atrésie bilatérale des conduits auditifs externes, l'appareil auditif amplificateur emploie la voie osseuse ; c'est tout d'abord un vibreur maintenu par un bandeau ou un serre-tête en métal. Cet appareil auditif doit être porté jusqu'à l'âge de 7 ans environ où une prothèse à ancrage osseux ou une chirurgie reconstructrice sera envisagée.
- Il est important de résoudre les problèmes d'otite séreuse, par la pose d'aérateurs transtympaniques, chez un enfant appareillé, afin d'éviter des fluctuations auditives entraînant des périodes de sur- ou sous-amplification prothétique.
- Les appareils auditifs sont bien acceptés par les enfants qui en ressentent le bénéfice et s'y adaptent rapidement, grâce à leur remarquable plasticité cérébrale. Si un enfant retire systématiquement ses prothèses auditives, il faut rechercher une otite séreuse ou externe intercurrente et le réadresser au médecin audiologiste, qui vérifiera les seuils auditifs sans et avec appareils. L'opposition d'un enfant au port des appareils est en général expliquée par la situation familiale, en particulier parents non convaincus du diagnostic, ou enfant qui n'accepte aucune contrainte.
- Pour les nourrissons et les jeunes enfants, l'audioprothésiste doit avoir une solide expérience de l'appareillage de l'enfant, en particulier de l'attitude et des conseils à donner aux parents, ainsi que de l'audiométrie infantile. La répétition et la comparaison des examens audiométriques réalisés par l'audioprothésiste et par le médecin permettent en effet de préciser les seuils auditifs.
- Enfin, l'appareillage de l'enfant malentendant n'est qu'une part, nécessaire mais insuffisante, de la réhabilitation qui doit également comporter une rééducation orthophonique, voire, pour les surdités sévères et profondes, une prise en charge multidisciplinaire dans un centre spécialisé. Le bilan orthophonique est indispensable pour évaluer les conséquences de la perte auditive, même si elle est unilatérale ou légère.

## ■ Appareillage auditif, aspects techniques

La surdité peut être en partie corrigée par l'utilisation d'aides auditives. L'objectif de l'appareillage est de compenser autant que faire ce peut les déficits du système auditif du patient en améliorant les seuils auditifs ainsi que l'intelligibilité des sons de parole.

### Principe général de l'aide auditive

L'adaptation prothétique consiste à transformer le stimulus acoustique et notamment les sons de parole afin d'améliorer la communication du sujet déficient, en utilisant au mieux les restes fonctionnels du récepteur sensoriel et des voies nerveuses. Le réglage de la prothèse se fait à partir des données audiométriques. Les seuils de perception en audiométrie tonale, sur les fréquences comprises entre 250 et 8 000 Hz (par demi-octave)



**Figure 2.** Principes de fonctionnement des aides auditives. Dynamiques auditives (zone située entre le seuil de perception et le seuil d'inconfort, voire douloureux) d'un sujet normoentendant (A) (traits rouges), et d'un sujet présentant une surdité de perception (B) (trait bleu). En pointillés noirs est représentée la zone fréquentielle utile à la perception de la parole. Sur la figure C, la comparaison entre cette zone utile et la dynamique du sujet malentendant est claire. Les modifications du seuil tonal engendrées par l'amplification liée à l'appareil auditif sont représentées sur la figure D ; cette amplification est destinée à rendre les sons perceptibles par le sujet atteint de surdité de perception. Pour une amplification de faible intensité (flèches et traits rouges), il existe une difficulté à atteindre le seuil de perception ; pour une amplification modérée, l'amplification se situe dans la zone dynamique (flèches, trait vert) ; pour une amplification de plus forte intensité, l'amplification peut se situer au-delà du seuil d'inconfort (flèches, trait jaune).

636 sont les principaux paramètres utilisés. Certaines méthodes  
637 tiennent également compte de l'intelligibilité de la voix.

638 L'objectif principal de l'aide auditive est de transformer le  
639 signal acoustique capté par un ou plusieurs microphones de  
640 telle sorte que le maximum du message utile soit entendu par  
641 le sujet. Comme le montre la Figure 2, la dynamique acoustique  
642 utile captée par le microphone (partie du signal qui doit être  
643 envoyée au patient) doit être transformée pour être transcrite  
644 dans la dynamique utile du sujet, c'est-à-dire dans la gamme  
645 d'intensités audibles par le patient (comprises entre seuil  
646 d'inconfort et seuil de perception pour chaque fréquence). Cela  
647 implique deux processus de traitement du signal : la compres-  
648 sion de la dynamique et la décomposition en canaux fré-  
649 quentiels. Comme la dynamique utile du microphone est supérieure  
650 à la dynamique auditive du patient, l'aide auditive doit ampli-  
651 fier et comprimer le signal capté par le microphone avant de le  
652 retransmettre au patient ; c'est ce que l'on appelle la compres-  
653 sion (Fig. 2). De plus, la dynamique utile du patient est variable  
654 en fonction de la fréquence (elle est généralement plus faible  
655 pour les fréquences aiguës). Il est donc nécessaire de décom-  
656 poser le signal capté par le microphone en bandes fréquentielles  
657 afin d'appliquer des amplifications et compressions adaptées à  
658 chaque zone fréquentielle. Plus la perte auditive varie selon les  
659 fréquences, plus il faut de canaux fréquentiels pour adapter au  
660 mieux l'aide auditive au patient.

## 661 Évaluation des résultats

662 Afin d'améliorer les performances des aides auditives, il est  
663 indispensable d'évaluer les avantages qu'elles procurent au

664 patient. Pour cela, on mesure la différence des performances 664  
665 entre les conditions « appareillées » et « non appareillées », ce 665  
666 que l'on appelle aussi gain prothétique (en tonal, vocal en 666  
667 milieu calme et vocal dans le bruit). Il est également fondamen- 667  
668 tal d'évaluer l'efficacité à long terme de l'appareillage et les 668  
669 adaptations qui surviennent éventuellement. 669

670 Le bénéfice apporté par une aide auditive dépend surtout du 670  
671 type et du degré de surdité. Afin d'améliorer l'adaptation, il 671  
672 serait intéressant de pouvoir prédire le bénéfice de l'appareillage 672  
673 à partir des données audiométriques. Cependant, l'expérience 673  
674 montre que des audiogrammes identiques conduisent à des 674  
675 apports prothétiques différents, suggérant que d'autres facteurs 675  
676 interviennent dans l'efficacité de l'appareillage. En fait, le 676  
677 patient non appareillé n'entend pas certains signaux sonores 677  
678 uniquement parce que son seuil de perception est supérieur au 678  
679 niveau sonore à détecter. Une fois correctement appareillé, ce 679  
680 même sujet entend les signaux sonores mais peut ne pas les 680  
681 comprendre. Les performances sont d'autant moins bonnes que 681  
682 les conditions d'écoute sont dégradées. Plusieurs explications 682  
683 peuvent être évoquées. 683

- 684 • Facteurs liés à la périphérie : étant donné que les cellules 684  
685 ciliées externes (CCE) sont beaucoup plus fragiles que les 685  
686 cellules ciliées internes, les surdités de perception s'accompa- 686  
687 gnent systématiquement d'une altération des CCE, ce qui 687  
688 provoque une dégradation de la sélectivité en fréquence. Or, 688  
689 l'intelligibilité de la parole, surtout dans le bruit, dépend de 689  
690 la sélectivité en fréquence. La compensation de la perte par 690  
691 une aide auditive n'améliore pas la sélectivité en fréquence et 691  
692 laisse donc souvent persister des difficultés de compréhension 692

693 dans le bruit. Néanmoins, depuis quelques années, les aides  
694 auditives ont développé des systèmes de prétraitement tels  
695 que des réducteurs de bruit ou de gestion de microphone qui  
696 permettent en partie d'améliorer le rapport signal sur bruit.  
697 • Facteurs centraux : les capacités cognitives des sujets âgés sont  
698 en moyenne amoindries par rapport à celles des sujets  
699 jeunes ; l'adaptation et les résultats de l'appareillage sont  
700 donc dépendants de l'âge du sujet. Pour les personnes ayant  
701 un potentiel cognitif réduit, il est nécessaire d'utiliser les  
702 appareils réduisant le bruit de fond, qui aident à mieux  
703 extraire le signal. Malgré ces difficultés, il n'existe pas de  
704 limite d'âge pour tirer bénéfice d'un appareillage auditif.

## 705 Traitement acoustique par les aides 706 auditives par conduction aérienne

707 La technique la plus classique pour compenser la perte  
708 auditive est l'ACA qui amplifie le son soit de manière analogi-  
709 que soit, depuis 1996, par technique numérique. L'évolution et  
710 les avantages des technologies numériques ont conduit à la  
711 diminution progressive des appareils analogiques qui ne  
712 représentent plus que 2 % du marché en 2008. Actuellement,  
713 les puces de cinquième génération des appareils numériques  
714 peuvent faire jusqu'à 3 milliards de calculs à la seconde.  
715 L'amélioration de la perception, de la qualité sonore et de  
716 l'adaptation a permis un développement rapide des aides  
717 auditives ; en France, entre 2004 et 2008, le nombre d'appareils  
718 vendus est passé de 253 000 à 420 000, soit une progression de  
719 66 % en 4 ans.

- 720 • Précision en fréquence : la technologie numérique permet de  
721 régler plus finement l'amplification, en multipliant les canaux  
722 fréquentiels jusqu'à 64 à 128 canaux indépendants (comme  
723 indiqué précédemment) ; ainsi, l'amplification est ajustée à la  
724 perte auditive sur chaque fréquence.
- 725 • Adaptation à la fois à la fréquence auditive du patient et au  
726 niveau sonore ambiant : les aides auditives numériques  
727 modulent en continu leur amplification en fonction de  
728 l'environnement sonore, grâce notamment au contrôle  
729 automatique de volume. Les fonctions de compression sont  
730 complexes et adaptables au patient. Cela lui permet d'entendre  
731 les sons faibles, de mieux comprendre la parole, de mieux  
732 tolérer les sons intenses. Cela procure un meilleur confort  
733 d'écoute.
- 734 • Des progrès sont également apparus concernant le contrôle  
735 du Larsen. Si l'on veut appareiller une surdité atteignant  
736 uniquement les fréquences aiguës, on ne doit amplifier que  
737 les fréquences aiguës. Dans le cas de prothèse analogique, la  
738 technique est un peu limitée et, pour arriver à limiter ce  
739 Larsen, il faut boucher l'oreille (avec un embout obturant). Le  
740 Larsen est produit par une boucle sonore : la recapture par le  
741 microphone du son émis par l'écouteur, ce qui survient en  
742 particulier lorsque l'amplification est importante sur les  
743 fréquences aiguës et que l'embout n'obtient pas suffisamment  
744 le conduit. La technologie numérique permet une meilleure  
745 gestion de ce Larsen par des systèmes actifs spécifiques, par  
746 une mise en marche retardée et par une détermination des  
747 gains maximaux effectuée lors de mesures faites en condition  
748 de port chez le patient lui-même. Le contrôle de l'effet Larsen  
749 autorise des embouts plus ouverts, ce qui réduit le phéno-  
750 mène d'occlusion (sensation d'oreille bouchée qui résonne, et  
751 amplification des bruits internes). Des systèmes de compres-  
752 sion différents sur les fréquences graves limitent aussi  
753 l'occlusion. Cette meilleure maîtrise du Larsen a permis de  
754 développer les systèmes dits *open* et ainsi d'étendre les  
755 indications d'appareillages aux patients ayant de bons restes  
756 sur les fréquences inférieures à 1 000 Hz, mais une perte  
757 importante sur les fréquences aiguës.
- 758 • Le traitement numérique a permis la gestion de plusieurs  
759 microphones sur les appareils auditifs. Par des algorithmes  
760 basés sur la vitesse et le délai de propagation du son, l'aide  
761 auditive peut fonctionner soit en mode omnidirectionnel  
762 (elle capte de manière homogène les sons de l'environne-  
763 ment), soit en mode directionnel (l'appareil capte en priorité

les sons provenant d'une direction). La directionnalité se fait  
maintenant automatiquement et par bandes fréquentielles, les  
appareils auditifs passant d'un mode omnidirectionnel aux  
modes directionnels partiel ou total en fonction de l'environ-  
nement. Ce système est très utile lorsque le patient se trouve  
dans des milieux bruités et variables au cours du temps, car  
il élimine une bonne partie du bruit et aide à se focaliser sur  
le locuteur situé en face.

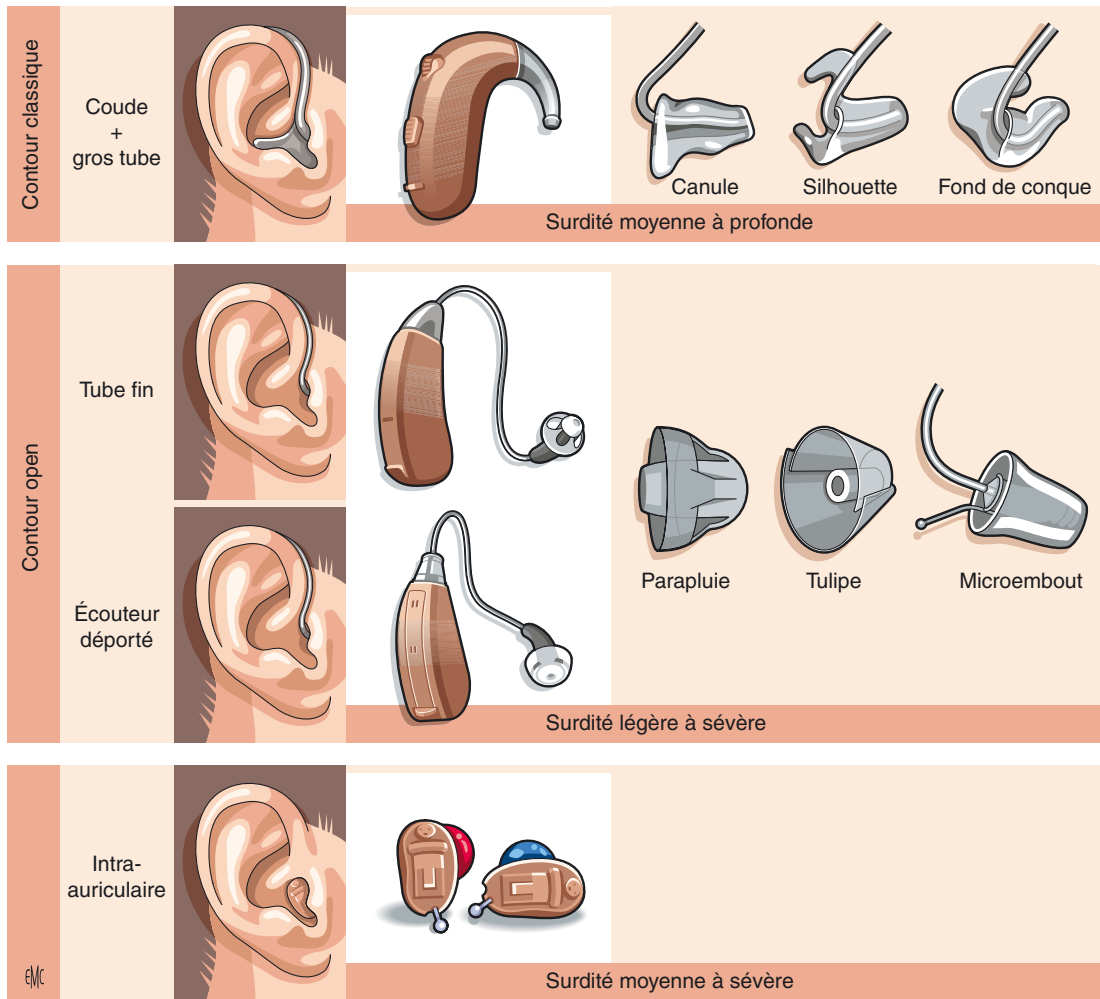
- La perception dans le bruit a été améliorée par l'apparition de  
réducteurs de bruits, qui sont de trois types : extraction de la  
parole par rehaussement d'enveloppe (traitement temporel),  
rehaussement spectral (traitement fréquentiel), suppression de  
bruits reconnus comme tels par l'appareil auditif (bruit de  
vent, bruits constants). Toutefois, ces réducteurs de bruit sont  
en difficulté pour déterminer ce que le patient veut entendre ;  
par exemple, lorsque quelqu'un parle avec une musique en  
ambiance sonore, le sujet appareillé veut-il entendre la  
personne ou la musique ?
- Avec des techniques basées sur celles de l'intelligence artifi-  
cielle, les prothèses auditives actuelles sont capables de  
repérer plusieurs ambiances sonores différentes (parole dans le  
silence, parole dans le bruit, bruit sans parole, musique, etc.)  
et de communiquer des informations entre les deux oreilles  
par ondes électromagnétiques de très faible intensité  
(0,1 mW, soit 20 000 fois moins qu'un téléphone portable),  
afin de moduler automatiquement les gains, les réducteurs de  
bruit et la directionnalité des microphones selon l'environne-  
ment sonore. La coordination en temps réel des deux appa-  
reils auditifs d'un patient, qui constitue probablement la plus  
grande avancée de cette dernière décennie, va permettre de  
faire évoluer les traitements du signal et d'améliorer considé-  
rablement la compréhension dans le bruit.
- En plus d'être devenue « intelligente », l'aide auditive est  
capable d'enregistrer les ambiances et les manipulations du  
patient (*data logging*). Cela permet à l'audioprothésiste de  
prendre en compte ces données pour le réglage suivant.  
Certains appareils offrent même la possibilité d'évolution du  
réglage, entre deux réglages par l'audioprothésiste, en fonc-  
tion des ambiances sonores et des manipulations du patient  
(*data learning*).
- Enfin, les appareils auditifs peuvent, grâce à des accessoires,  
se relier à d'autres moyens de communication : la boucle  
magnétique, qui est la plus ancienne des liaisons sans fil,  
permet de capter directement dans l'appareil auditif le son du  
téléphone ou des haut-parleurs d'un cinéma ; les systèmes FM  
transmettent la parole de l'enseignant aux appareils auditifs  
des élèves. Les télécommandes sont de plus en plus sophisti-  
quées ; actuellement, elles permettent, par une connexion  
Bluetooth, de connecter les prothèses auditives aux appareils  
audiovisuels tels que la télévision, le téléphone, le lecteur  
MP3, etc.

## Binauralité

Dans le cas où la surdité est bilatérale, l'équilibre entre les  
deux oreilles est important ; il faut alors appareiller les deux  
côtés.

- Entendre des deux oreilles apporte plusieurs avantages :
- les différences d'amplitude ou d'instant d'arrivée des sons aux  
deux oreilles fournissent des indices qui contribuent grande-  
ment à la capacité de localisation des sources sonores ;
  - l'équilibre entre les deux oreilles donne une spatialisation ;  
cela permet d'appréhender l'espace de manière homogène et  
donc de mieux se situer dans l'espace, surtout si le sujet est  
en mouvement ;
  - la capacité à détecter des signaux dans le bruit peut être  
améliorée par la comparaison des stimuli qui atteignent les  
deux oreilles ;
  - lorsque l'audition est dirigée vers un son cible, comme la  
parole en présence d'un bruit de fond, le rapport signal sur  
bruit peut être bien plus fort sur une oreille que sur l'autre.  
Dans ces circonstances, les sujets sont capables d'utiliser  
l'oreille recevant le rapport signal sur bruit le plus élevé ;





**Figure 3.** Différents types de prothèses auditives, d'embouts, et leurs indications.

- lorsque les signaux qui atteignent les deux oreilles sont identiques (stimuli diotiques), la capacité à discriminer ou identifier les signaux est souvent légèrement meilleure que lorsque les signaux sont délivrés seulement à une oreille (stimuli monauraux).

## Différents appareils auditifs et leurs indications

Les aides auditives existent sous différentes formes (Fig. 3) plus ou moins miniaturisées et performantes. Même s'il est utile que le prescripteur connaisse l'intérêt de chaque sorte d'appareil, il ne doit pas indiquer le type d'appareil auditif sur la prescription et le choix est fait par l'audioprothésiste en fonction de nombreux critères (perte auditive, mais aussi taille du conduit, confort du patient dans son environnement sonore, etc.).

### Contours d'oreille

C'est l'appareil le plus simple à utiliser par sa taille et l'autonomie de la pile (12 à 20 j). Il est donc réservé aux personnes susceptibles d'avoir des difficultés de manipulation, aux patients peu gênés par le port d'une aide auditive. Le contour d'oreille est aussi indiqué pour les pertes auditives nécessitant une puissance importante. Il peut parfois être adapté sur une monture de lunettes. Il représente 15 % des appareillages. D'une grande fiabilité, il se place derrière le pavillon de l'oreille. Relié à un embout grâce à un tube de quelques centimètres, il convient aux malentendants atteints de surdités moyennes à profondes. Les contours d'oreilles sont de plus en

plus miniaturisés. Leur volume leur permet d'avoir une bobine d'induction compatible avec leur boucle magnétique.

### Contours d'oreille dits « ouverts » ou « open »

Depuis leur arrivée sur le marché en 2004, ils révolutionnent le concept de l'appareillage en laissant l'oreille ouverte, ce qui permet d'éviter totalement l'effet d'occlusion. L'utilisateur n'a pas la sensation d'avoir un corps étranger dans le conduit auditif. Leur intérêt est également esthétique : le tube acoustique très fin permet de réaliser des appareillages discrets. La propagation acoustique naturelle reste pratiquement intacte jusqu'au tympan. Ce dispositif permet d'éviter les effets de Larsen et de compenser des pertes légères à moyennes, voire même sévères avec un embout sur mesure. Ces appareils représentent 50 % des appareillages et sont privilégiés lorsque le sujet a des fréquences graves bien conservées.

### Contours à écouteur déporté

Dernier né dans l'audioprothèse (2006), le contour à écouteur déporté est un hybride entre contour et intra, avec les avantages des deux formes. Comme le contour, il est porté sur le pavillon et comme l'intra, l'écouteur est situé au fond du conduit auditif. Le tube acoustique est remplacé par un câble électrique. Les distorsions acoustiques dues au tube sont éliminées. Le positionnement profond de l'écouteur dans le conduit réduit le besoin d'amplification. Les contours à écouteur déporté ont l'avantage de demander moins d'énergie que les contours d'oreille pour un même gain, d'être plus petits qu'un appareil *open* car l'écouteur est délocalisé dans l'oreille et de convenir à des pertes même sévères grâce à la distance importante entre

890 l'écouteur et le microphone (le Larsen est réduit). Ils sont en  
891 pleine expansion depuis 2008, représentant 25 % des appa-  
892 reillages, et sont proposés pour les surdités légères à sévères-  
893 profondes. Tout comme les systèmes *open*, les contours à  
894 écouteur déporté doivent être privilégiés aux autres systèmes  
895 plus classiques lorsque le sujet a des fréquences graves bien  
896 conservées.

### 897 **Intra-auriculaires : miniature et discrétion**

898 La difficulté psychologique de porter un appareil auditif  
899 conduit à considérer comme souhaitable que celui-ci soit  
900 invisible. Les fabricants ont donc mis au point des appareils  
901 d'une grande discrétion, permettant toutefois les mêmes  
902 performances et les mêmes réglages que les contours d'oreille.  
903 Les intra-auriculaires se logent directement dans le conduit  
904 auditif externe. Après une prise d'empreinte, la coque (renfer-  
905 mant les composants électroniques) est fabriquée sur mesure. Ce  
906 type d'appareil permet de corriger des surdités moyennes à  
907 sévères. Sa miniaturisation le rend fragile et délicat à régler. Les  
908 pertes auditives sur les aigus avec des fréquences graves préser-  
909 vées ne représentent pas de bonnes indications pour les intra-  
910 auriculaires ; en effet, la proximité entre le microphone et  
911 l'écouteur *augmente le risque de Larsen*, et oblige à fermer  
912 l'oreille, ce qui amplifie considérablement l'effet d'occlusion.  
913 Après avoir été très utilisés dans les années 1990, ils ne repré-  
914 sentent plus que 10 % du marché.

### 915 **Systèmes CROS ou bi-CROS sans fil**

916 Ils sont proposés aux cophoses ou aux surdités profondes  
917 unilatérales. Le principe du système CROS repose sur le renvoi  
918 du signal capté du côté non appareillable vers l'oreille contro-  
919 latérale. L'appareillage est constitué de deux contours d'oreilles.  
920 Le contour placé sur l'oreille non appareillable ne contient que  
921 le microphone qui capte les informations de cet hémichamp  
922 pour les transmettre, par ondes électromagnétiques, au  
923 deuxième contour placé sur l'oreille saine. Ce dernier contient  
924 un récepteur et un amplificateur traditionnel qui restitue les  
925 informations à l'oreille saine par l'intermédiaire d'un tube.

926 Dans le cas où l'oreille unique présente une perte auditive, il  
927 est possible de corriger cette perte par un système bi-CROS. Tout  
928 comme le CROS, le message sonore provenant de l'oreille  
929 cophotique est transféré sur l'oreille unique ; de plus, un  
930 microphone situé du côté de l'oreille unique vient capter le son.  
931 Ces deux informations sont mélangées, puis amplifiées et  
932 retransmises à l'oreille unique.

### 933 **Aides auditives à transposition ou compression** 934 **fréquentielle**

935 Pour les personnes ayant des fréquences graves et médium  
936 exploitables, mais des fréquences aiguës trop sourdes pour être  
937 amplifiées (zones inertes), il est possible d'utiliser des prothèses  
938 auditives qui transposent ou compriment les fréquences aiguës  
939 sur des fréquences plus graves. La transposition fréquentielle  
940 consiste à décaler une bande de fréquences aiguës vers l'octave  
941 inférieure. La compression fréquentielle consiste à comprimer  
942 les informations d'une bande large de fréquences aiguës, dans  
943 une bande fréquentielle plus étroite. Cela permet au sujet  
944 d'entendre des sons qu'il n'entend plus oreilles nues.

### 945 **Embouts**

946 Les embouts sur mesure sont réalisés à partir de l'empreinte  
947 du conduit auditif externe du patient. L'audioprothésiste  
948 injecte, dans le conduit auditif externe, un mélange qui se  
949 moule sur les parois et durcit en polymérisant. La prise  
950 d'empreinte est un élément déterminant pour la bonne adapta-  
951 tion des embouts. La matière de l'embout et sa forme condi-  
952 tionnent le maintien dans l'oreille, la tolérance par le conduit

auditif et les caractéristiques acoustiques perçues par le malen- 953  
tendant. Les embouts durs ont une durée de vie importante et 954  
sont faciles à retoucher. On peut modifier leur forme si besoin 955  
et surtout ajuster l'évent en fonction des problèmes de Larsen 956  
et d'occlusion. Les embouts mi-souples et souples sont proposés 957  
pour les surdités sévères à profondes afin d'obtenir une étan- 958  
chéité maximale. Ils sont aussi préférentiellement utilisés chez 959  
les enfants pour éviter les possibles traumatismes du conduit 960  
que pourrait provoquer un choc sur un embout dur. Ces 961  
embouts sont néanmoins plus difficiles à retoucher et la 962  
 finition en est plus délicate ; mal calibrés, ils peuvent provoquer 963  
de graves intolérances du conduit. Il existe environ une dizaine 964  
de formes différentes d'embouts, qui s'échelonnent, par ordre 965  
d'étanchéité décroissant, de la coquille qui comble toute la 966  
conque et le conduit, jusqu'à l'embout porte-tube. L'embout 967  
peut être percé d'un trou qui laisse passer l'air, appelé « évent ». 968  
La taille de l'évent est un point clé pour la réussite de l'appa- 969  
reillage. Il doit constituer un compromis entre la réduction du 970  
Larsen et la réduction du phénomène d'occlusion. Trop étroit, 971  
il provoque la sensation d'oreille bouchée et une amplification 972  
des bruits internes du patient. Trop large, il déclenche un 973  
Larsen, car une part trop importante des sons ressort du conduit 974  
et est recaptée par le microphone de l'aide auditive. 975

Les embouts canules, apparus avec les aides auditives *open* ou 976  
à écouteur déporté, ne sont pas réalisés sur mesure. Leur objectif 977  
est double : ils doivent être le plus ouvert possible et donc 978  
éliminer presque totalement le phénomène d'occlusion, et ils 979  
doivent être le plus souple possible pour supprimer la sensation 980  
désagréable de l'embout conventionnel dans le conduit. Ces 981  
canules ont peu à peu évolué ; actuellement, plusieurs modèles 982  
de diamètre varié, plus ou moins obturants, sont disponibles 983  
(embout parapluie, tulipe, ventouse). Leur durée de vie est plus 984  
courte que celle des embouts faits sur mesure (environ 6 mois 985  
contre 18 mois). 986

La Figure 4 donne quelques exemples d'adaptation audiopro- 987  
thétique en fonction du type de perte. 988

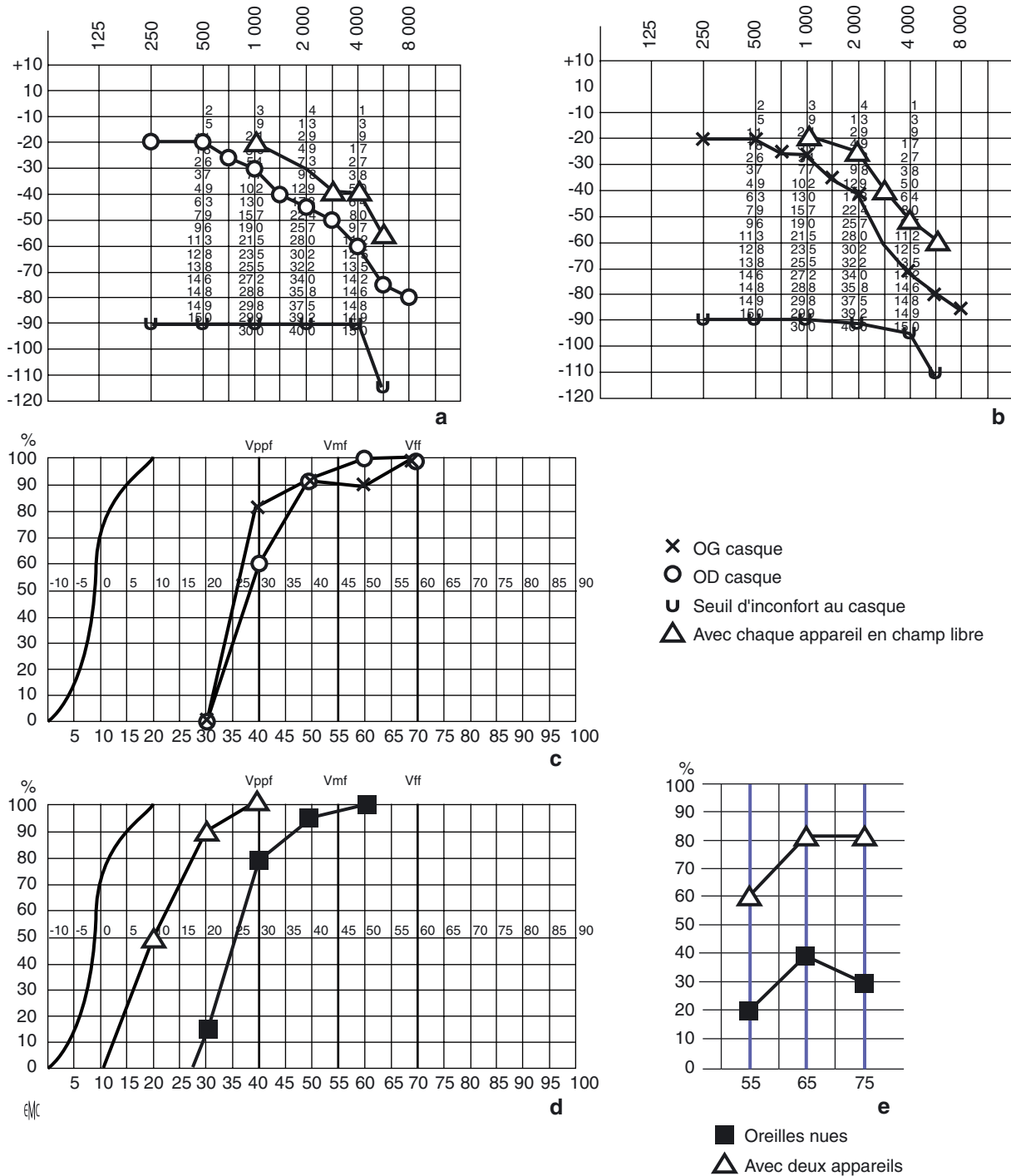
## ■ Aspects administratifs en France 989

Ils font l'objet d'un rapport de l'HAS qui peut être consulté 990  
en ligne. 991

## Devoirs du prescripteur 992 et de l'audioprothésiste 993

### Du point de vue médical 994

- L'article 510-1 de la loi 67-4 du 4 janvier 1976 stipule bien 995  
que la prescription d'une prothèse auditive requiert la 996  
réalisation préalable d'un examen otologique et d'une 997  
audiométrie tonale et vocale. L'audiométrie, qu'elle soit 998  
tonale ou vocale, doit être réalisée en cabine insonorisée de 999  
manière obligatoire, respectant les normes ISO. Malheureuse- 1000  
ment, l'audiométrie vocale est trop souvent négligée, alors 1001  
qu'elle est indispensable et légale. Tout médecin peut pres- 1002  
crire une audioprothèse si l'examen otologique, l'audiométrie 1003  
tonale et vocale ont été réalisés. Mais en pratique, seul l'oto- 1004  
rhino-laryngologiste est formé à établir un diagnostic otolo- 1005  
gique précis, à réaliser une audiométrie vocale et tonale 1006  
fiable, et à juger de la pertinence de la réalisation d'exams 1007  
complémentaires ou non. 1008
- Il est important de rappeler ce que contient la prescription de 1009  
l'appareillage. L'ordonnance du médecin doit mentionner la 1010  
nécessité d'un appareillage ; la réglementation précise que 1011  
l'ordonnance doit stipuler l'absence de contre-indication au 1012  
port d'un appareillage acoustique. 1013
- La prise en charge est ainsi assurée par ce certificat, quels que 1014  
soient le niveau de surdité et l'étiologie. Elle n'est pas 1015



A

**Figure 4.** Cas cliniques. Audiogramme tonal et vocal au casque (sans appareil auditif) et en champ libre avec appareils auditifs, pour un sujet presbycousique (A), une surdité légère (B), et une surdité sévère (C).

**A.** Femme de 73 ans, presbycousie, perte moyenne sur les deux oreilles : 39 dB. Types d'appareils OD et OG : minicontours « open ». a, b. Tonale casque + champ libre ; c. vocale au casque ; d. vocale en champ libre sans bruit ; e. vocale en champ libre avec bruit de cocktail (rapport S/B = 0 dB). OD : oreille droite ; OG : oreille gauche.

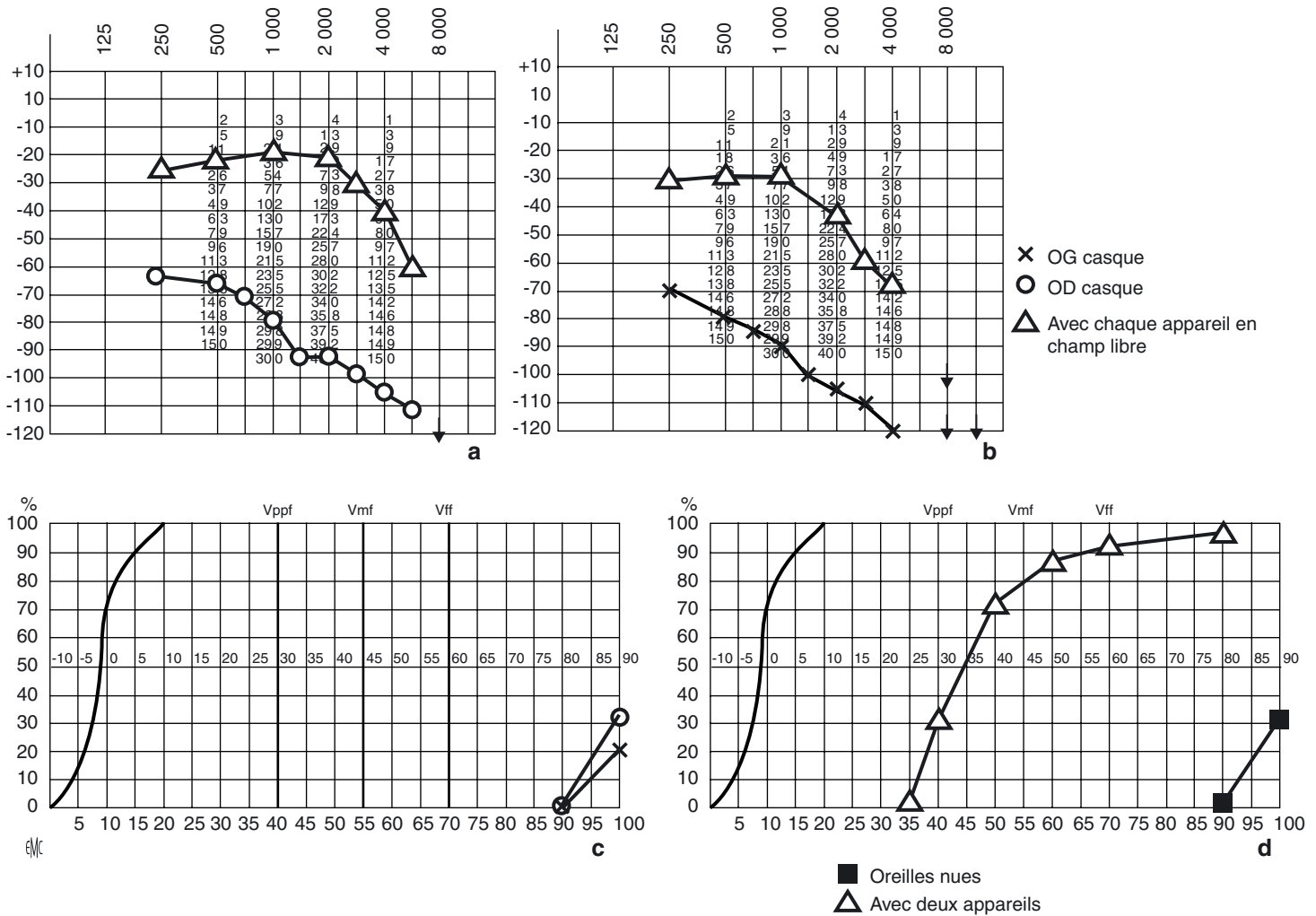
1016 conditionnée à une évaluation postappareillage. Le choix de  
 1017 l'audioprothèse est laissé à l'appréciation de l'audioprothésiste  
 1018 qui doit présenter au patient les diverses possibilités. L'adapt-  
 1019 ation d'un produit donné se fait en accord avec le patient.

1020 **Du point de vue de l'audioprothésiste**

1021 • La loi du 3 janvier 1967 définit le rôle de l'audioprothésiste :  
 1022 « L'appareillage auditif comprend le choix, l'adaptation, la

délivrance, le contrôle d'efficacité immédiate et permanente de  
 la prothèse auditive et l'éducation prothétique du déficient  
 et de l'ouïe appareillée ».

- Une période d'essai est recommandée par l'HAS.
- Le Code de santé publique, dans son article L4361-7, définit également les modes de commercialisation interdits que sont « la location, le colportage, les ventes itinérantes, les ventes dites « de démonstration », les ventes par démarchage et par correspondance des appareils de prothèse auditive ».



**Figure 4.** (suite) Cas cliniques. Audiogramme tonal et vocal au casque (sans appareil auditif) et en champ libre avec appareils auditifs, pour un sujet presbycousique (A), une surdité légère (B), et une surdité sévère (C).

**B.** Homme de 55 ans, surdité évolutive familiale, perte moyenne sur la meilleure oreille (oreille droite) : 90 dB. Types d'appareils OD et OG : contours surpuissants. a, b. Tonale casque + champ libre ; c. vocale au casque ; d. vocale en champ libre sans bruit. OD : oreille droite ; OG : oreille gauche.

1032 • Le prix et le tarif de remboursement font appel à deux  
 1033 sources de prestation légale : l'Assurance maladie via l'ins-  
 1034 cription sur la liste des produits et prestations remboursables  
 1035 (LPPR) et la Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie  
 1036 via la Prestation de compensation du handicap (PCH).

1037 **Remboursement par l'Assurance maladie**

1038 **Pour les adultes à partir de 20 ans**

1039 L'Assurance maladie prend en charge les appareils électro-  
 1040 niques correcteurs de surdité (arrêté du 6 mai 1997) sur la base  
 1041 d'un forfait (199,71 € par appareil début 2009). Le rembourse-  
 1042 ment de l'appareillage stéréophonique est entré en vigueur  
 1043 depuis l'arrêté du 23 avril 2002.

1044 Une allocation forfaitaire annuelle (36,59 € par appareil début  
 1045 2009) couvre l'achat des piles et des produits d'entretien ; sur  
 1046 présentation d'une facture et d'une feuille de soins, la prise en  
 1047 charge est assurée sur la base d'un forfait annuel par appareil.  
 1048 Certaines pièces (écouteur, microphone, potentiomètre, vibra-  
 1049 teur) peuvent donner lieu à un remboursement en place de  
 1050 l'allocation forfaitaire d'entretien sur présentation d'une facture  
 1051 et d'une feuille de soins.

1052 Pour les patients bénéficiant de la couverture médicale  
 1053 universelle (CMU), un seul appareil est pris en charge pour un

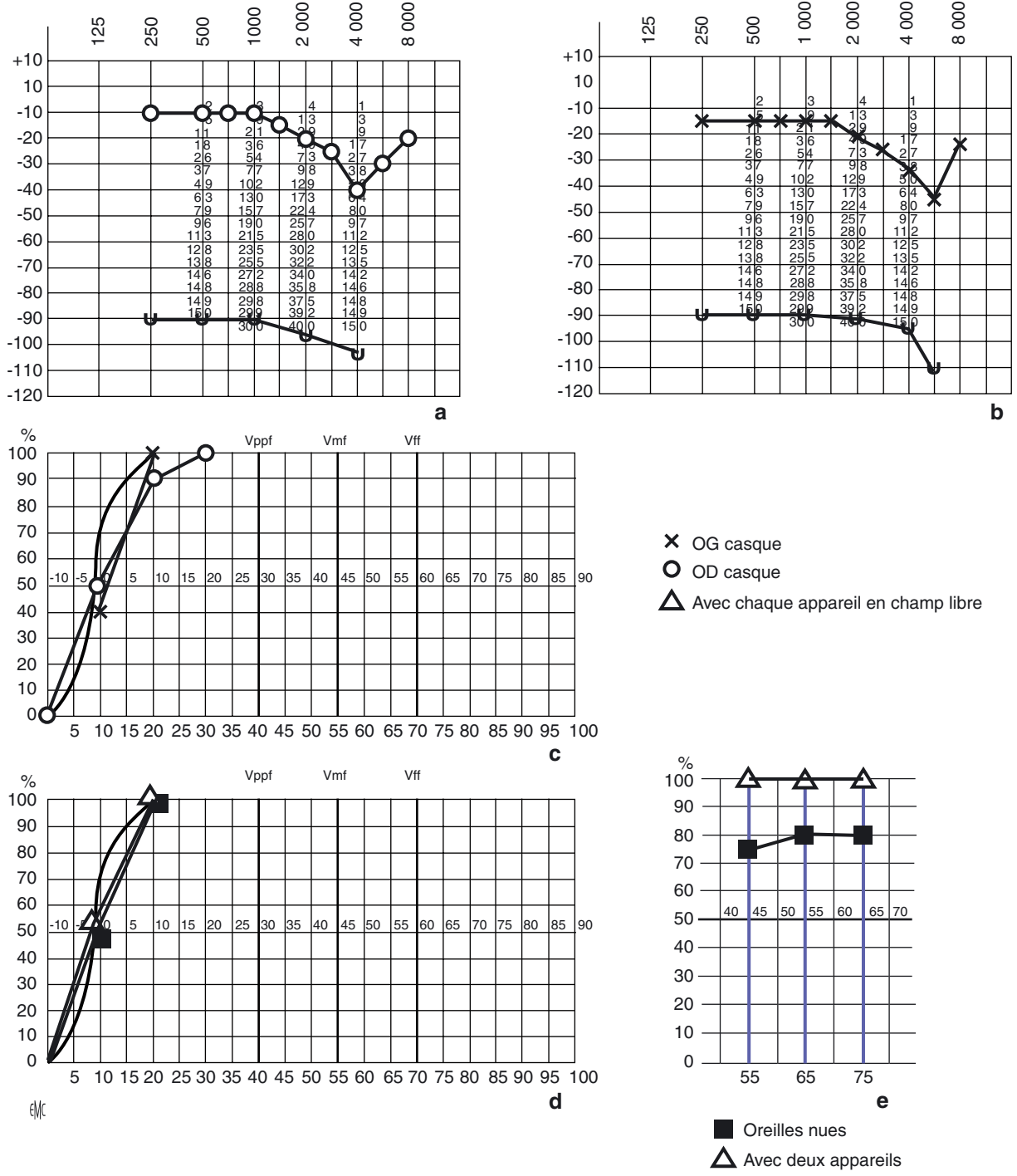
1054 montant de 463 € versé à l'audioprothésiste, et le renouvel-  
 1055 lement est accordé tous les 2 ans soit pour le même côté, soit  
 1056 pour l'autre oreille. Pour les patients désirant être appareillés  
 1057 avec une aide auditive hors nomenclature CMU, la différence de  
 1058 tarif reste à leur charge, sans possibilité d'obtenir une aide  
 1059 financière complémentaire.

1060 **Chez l'enfant avant l'âge de 20 ans et l'adulte**  
 1061 **avec déficience visuelle associée**  
 1062 **(acuité visuelle inférieure à 2/10<sup>e</sup> certifiée**  
 1063 **par un ophtalmologiste)**

1064 La reconnaissance comme affection de longue durée (ALD),  
 1065 après présentation d'un « protocole de soins » (n° CERFA  
 1066 11626\*03) complété par le médecin référent, permet un re-  
 1067 mbursement de 467 € par appareil.

1068 **Surdité professionnelle**

1069 En cas de surdité professionnelle reconnue (perte auditive  
 1070 moyenne de 500 à 4 000 Hz sur la meilleure oreille supérieure  
 1071 à 35 dB, moins de 1 an après le retrait de l'exposition au bruit,  
 1072 et profession listée sur le tableau 42 des maladies profession-  
 1073 nelles), d'accident du travail avec perte auditive reconnue, ou



**Figure 4.** (suite) Cas cliniques. Audiogramme tonal et vocal au casque (sans appareil auditif) et en champ libre avec appareils auditifs, pour un sujet presbycusique (A), une surdité légère (B), et une surdité sévère (C).

**C.** Homme de 45 ans, traumatisme sonore chronique, perte moyenne sur la meilleure oreille (oreille droite) : 20 dB. Types d'appareils OD et OG : minicontours « open ». a, b. Tonale casque + champ libre ; c. vocale au casque ; d. vocale en champ libre sans bruit ; e. vocale en champ libre avec bruit de cocktail (rapport S/B = 0 dB). OD : oreille droite ; OG : oreille gauche.

1074 d'autre pathologie reconnue comme ALD, le remboursement  
1075 n'est que de 100 % du ticket modérateur (au lieu de deux tiers),  
1076 soit 67 € de plus par oreille qu'un patient non reconnu comme  
1077 maladie professionnelle ou ALD.

1078 **Prise en charge par les organismes mutuels**

1079 Certaines mutuelles ou assurances santé complémentaires  
1080 remboursent en pourcentage de ce qu'a remboursé l'Assurance  
1081 maladie ; d'autres complémentaires remboursent en fonction du

ticket modérateur ou de manière forfaitaire. Dans ce dernier cas, 1082  
la reconnaissance comme ALD ou maladie professionnelle 1083  
n'aide pas beaucoup les patients. 1084

1085 **Pour les patients ne possédant pas de mutuelle** 1086

1087 Il existe la possibilité de demander une aide financière  
1088 exceptionnelle à la caisse d'assurance maladie ; il s'agit de la

1089 prestation extralégale (PEL). Il faut s'adresser à l'assistante  
1090 sociale de la caisse d'assurance maladie.

## 1091 Anciens combattants et victimes de guerre

1092 Ils sont pris en charge partiellement au titre de l'article  
1093 115 du ministère de la Défense ; le renouvellement de l'appa-  
1094 reillage auditif est accordé tous les 5 ans par le médecin conseil.

## 1095 Aides financières

1096 En cas de perte moyenne supérieure à 50 dB sur la meilleure  
1097 oreille, la reconnaissance de travailleur handicapé, par soumis-  
1098 sion d'un dossier auprès de la Maison départementale des  
1099 personnes handicapées, peut permettre d'obtenir, en plus du  
1100 remboursement de la caisse d'assurance maladie et de la  
1101 mutuelle, une subvention par l'Association de gestion du fond  
1102 pour l'insertion professionnelle des personnes handicapées  
1103 (AGEFIPH). L'AGEFIPH cofinance l'achat de prothèse auditive  
1104 en tenant compte des remboursements prévus par la caisse  
1105 d'assurance maladie et la mutuelle, à la hauteur maximale de  
1106 50 % du coût total depuis 2008 (au lieu de 150 € auparavant),  
1107 dans la limite d'un plafond par oreille appareillée.

1108 Pour les salariés de la fonction publique ou assimilés, il existe  
1109 la possibilité d'obtenir éventuellement une aide financière  
1110 complémentaire auprès des missions Handicap Travail de  
1111 l'administration employeur.

1112 Une déduction fiscale peut être obtenue pour les personnes  
1113 exerçant une activité professionnelle ; une partie des frais  
1114 (définie par la loi de finances chaque année) restant définitive-  
1115 ment à la charge du contribuable après remboursement par la  
1116 Sécurité sociale et la mutuelle ou un organisme de prévoyance.  
1117 La déductibilité est liée à la production d'un certificat médical  
1118 mentionnant que le port de l'appareillage est professionnelle-  
1119 ment indispensable.

1120 Les personnes retraitées ne bénéficiant pas de la CMU  
1121 peuvent solliciter une allocation supplémentaire en complément  
1122 du remboursement de la caisse d'assurance maladie en s'adres-  
1123 sant au service d'action sociale de leur mairie.

1124 Les aides complémentaires pour appareillage d'un enfant  
1125 peuvent être obtenues auprès de l'assistante sociale de la  
1126 Sécurité sociale (prestation extralégale), de la Maison départe-  
1127 mentale des personnes handicapées (MDPH) (demande de  
1128 l'allocation d'éducation d'un enfant handicapé), ou auprès de la  
1129 Direction départementale de l'action sanitaire et sociale (DDASS)  
1130 sur des fonds de secours.

## 1131 Prise en charge des systèmes d'aide 1132 à la communication

1133 Les systèmes d'aide à la communication, comme les micro-  
1134 phones hautes fréquences, ne bénéficient d'aucune prise en  
1135 charge pour la caisse d'assurance maladie, même sur prescrip-  
1136 tion médicale.

1137 Pour les enfants suivis dans des établissements spécialisés,  
1138 une aide au financement peut être accordée par la MDPH.

1139 Pour les enfants non suivis dans des établissements spéciali-  
1140 sés, l'Inspection académique prend en charge l'achat de ce  
1141 système grâce aux crédits Action pédagogique et handicapés.

1142 Pour les adultes, dans le cas où un système d'aide à la  
1143 communication est indispensable dans le cadre du travail, la  
1144 reconnaissance de travailleur handicapé auprès de la MDPH  
1145 permet aux patients d'effectuer une demande de prise en charge  
1146 à l'AGEFIPH. Certains comités d'entreprise assurent les frais.

## 1147 ■ Conclusion

1148 Il est indéniable que la prothèse acoustique amplificatrice  
1149 conventionnelle par voie aérienne a bénéficié de progrès  
1150 technologiques considérables. La connaissance de la physiopa-  
1151 thologie des surdités a permis de mieux concevoir des prothèses

de plus en plus efficaces. Cependant, malgré ces évolutions qui  
ont marqué cette dernière décennie, l'appareillage auditif, même  
bien conduit, aboutit à 10 % à 15 % d'insatisfaits. Il y a  
plusieurs explications à cet état de fait.

- Dans le cas d'une surdité de perception, la prothèse auditive ne peut pas totalement remplacer l'oreille et le patient doit être préparé à ne pas retrouver une oreille normale.
- Il existe des limites à l'amplification, qui rendent peu performants les appareillages de surdité profonde.
- Certains patients rejettent la prothèse pour des raisons d'esthétique et/ou pour l'image vieillissante qu'elle suggère.
- Certains patients n'acceptent pas physiquement le bouchon d'oreille (embout).

D'autres techniques prennent alors le relais de l'aide auditive conventionnelle. Elles permettent elles aussi d'acheminer l'information vers le nerf auditif, par d'autres voies que l'amplification acoustique (BAHA, implants d'oreille moyenne, implants cochléaires, implants auditifs électriques acoustiques, implants auditifs du tronc cérébral).



## ■ Références

- [1] Rajan R, Irvine DR, Wise LZ, Heil P. Effect of unilateral partial cochlear lesions in adult cats on the representation of lesioned and unlesioned cochleas in primary auditory cortex. *J Comp Neurol* 1993;**338**:17-49.
- [2] McDermott HJ, Lech M, Kornblum MS, Irvine DR. Loudness perception and frequency discrimination in subjects with steeply sloping hearing loss: possible correlates of neural plasticity. *J Acoust Soc Am* 1998;**104**:2314-25.
- [3] Thai-Van H, Micheyl C, Norena A, Collet L. Local improvement in auditory frequency discrimination is associated with hearing-loss slope in subjects with cochlear damage. *Brain* 2002;**125**:524-37.
- [4] Thai-Van H, Micheyl C, Moore BC, Collet L. Enhanced frequency discrimination near the hearing loss cut off: a consequence of central auditory plasticity induced by cochlear damage? *Brain* 2003;**126**:2235-45.
- [5] Thai-Van H, Micheyl C, Norena A, Vuillet E, Gabriel D, Collet L. Enhanced frequency discrimination in hearing-impaired individuals. A review of perceptual correlates of central neural plasticity induced by cochlear damage. *Hear Res* 2007;**233**:14-22.
- [6] Philibert B, Collet L, Vesson JF, Vuillet E. Auditory rehabilitation effects on speech lateralization in hearing-impaired listeners. *Acta Otolaryngol* 2003;**123**:172-5.
- [7] Arlinger S, Gatehouse S, Bentler RA, Byrne D, Cox RM, Dirks DD, et al. Report of the Eriksholm Workshop on auditory deprivation and acclimatization. *Ear Hear* 1996;**17**(suppl3):87S-98S.
- [8] Philibert B, Collet L, Vesson JF, Vuillet E. Intensity-related performances are modified by long-term hearing aid use: a functional plasticity? *Hear Res* 2002;**165**:142-51.
- [9] Gatehouse S. Apparent auditory deprivation effects of late onset: the role of presentation level. *J Acoust Soc Am* 1989;**86**:2103-6.
- [10] Gabriel D, Vuillet E, Vesson JF, Collet L. Rehabilitation plasticity: influence of hearing aid fitting on frequency discrimination performance near the hearing-loss cut-off. *Hear Res* 2006;**213**:49-57.
- [11] Philibert B, Collet L, Vesson JF, Vuillet E. The auditory acclimatization effect in sensorineural hearing-impaired listeners: evidence for functional plasticity. *Hear Res* 2005;**205**:131-42.
- [12] Gelfand SA, Silman S, Ross L. Long-term effects of monaural, binaural and no amplification in subjects with bilateral hearing loss. *Scand Audiol* 1987;**16**:201-7.
- [13] Silman S, Silverman C, Emmer MB, Gelfand SA. Adult-onset auditory deprivation. *J Am Acad Audiol* 1992;**3**:390-6.
- [14] Demanez L, Demanez JP. Évaluation des processus auditifs centraux. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 2004;**125**:281-6.
- [15] Moore BC, Huss M, Vickers DA, Glasberg BR, Alcántara JL. A test for the diagnosis of dead regions in the cochlea. *Br J Audiol* 2000;**34**:205-24.
- [16] Gallego S, Alcaraz C, Tringali E, Thai Van H, Collet L, Dubreuil C. Réhabilitation des patients ayant une surdité unilatérale. *ORL Autrement* 2008;**5**:12-9.
- [17] Lieu JE. Speech, language and educational consequences of unilateral hearing loss in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;**130**:524-30.

- 1223 [18] Newman CW, Jacobson GP, Hug GA, Sandridge SA. Perceived hearing  
1224 handicap of patients with unilateral or mild hearing loss. *Ann Otol*  
1225 *Rhinol Laryngol* 1997;**106**:210-4.
- 1226 [19] Hirsch IJ. Influence of interaural phase on interaural summation and  
1227 inhibition. *J Acoust Soc Am* 1948;**20**:536-44.
- 1228 [20] Vaneecloo FM, Ruzza I, Hanson JN, Gérard T, Dehaussy J, Cory M,  
1229 et al. Appareillage mono-pseudo-stéréophonique par BAHa dans les  
1230 cophoses unilatérales : à propos de 29 patients. *Rev Laryngol Otol*  
1231 *Rhinol (Bord)* 2001;**122**:343-50.
- 1232 [21] Gallego S, Dubreuil C, Tringali S, Truy E, Collet L, Thai-Van H.  
1233 Réhabilitation auditive des patients avec une (sub)cophose unilatérale.  
1234 In: Thai-Van H, editor. *Les points-clés en réhabilitation de la surdité*.  
1235 Boulogne: édition Régimédia; 2008. p. 35-50.
- 1236 [22] Halliday LF, Bishop DV. Frequency discrimination and literacy skills  
1237 in children with mild to moderate sensorineural hearing loss. *J Speech*  
1238 *Lang Hear Res* 2005;**48**:1187-203.
- 1239 [23] Valente M, Mispagel K, Valente LM, Hullar T. Problems and solutions  
1240 for fitting amplification to patients with Ménière's disease. *J Am Acad*  
1241 *Audiol* 2006;**17**:6-15.
- 1242 [24] Truy E, Philibert B, Vesson JF, Labassi S, Collet L. Vibrant  
1243 Soundbridge versus conventional hearing aid in sensorineural high-  
1244 frequency hearing loss: a prospective study. *Otol Neurotol* 2008;**29**:  
1245 684-7.
- 1246 [25] Seldran F, Gallego S, Truy E, Collet L, Thai Van H. Restitution des  
1247 hautes fréquences chez les patients ayant une surdité de plus de 80 dB  
1248 au-delà de 1 000 Hz. *ORL Autrement* 2008;**6**:12-9.
- 1249 [26] Lurquin P, Debarge A, Germain M, Marchessis E, Till MP. Contribution  
1250 à l'établissement du lien entre zones cochléaires mortes et acouphènes.  
1251 *Cah Audit* 2000;**5**:9-21.
- 1252 [27] Truy E, Chery-Croze S, Poyet F. Les acouphènes d'oreille interne. In:  
1253 Robier A, Azema B, editors. *Les surdités de perception*. Paris: Elsevier  
1254 Masson; 2001.
- 1255 [28] Jastreboff JP, Jastreboff MM. Tinnitus retraining therapy (TRT) as a  
1256 method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients. *J Am Acad*  
1257 *Audiol* 2000;**11**:162-77.
- [29] Gallego S, Potier M, Berger P, Fauvel E, Crozier C, Norena A. Aides  
1258 auditives et acouphènes : les indications. *Ouïe Mag* 2005;**6**:46-52. 1259
- [30] Gallego S, Collet L, Norena A, Thai-Van H. Réhabilitation auditive et  
1260 acouphènes. In: Thai-Van H, editor. *Les points-clés en réhabilitation de*  
1261 *la surdité*. Boulogne: édition Régimédia; 2008. p. 19-33. 1262
- [31] Moller A. Similarities between severe tinnitus and chronic pain. *J Am*  
1263 *Acad Audiol* 2001;**11**:115-24. 1264
- [32] Working Group on Communication Aid for the Hearing-Impaired  
1265 Speech perception aids for hearing-impaired people. Working Group  
1266 on Communication Aid for the Hearing-Impaired Speech perception  
1267 aids for hearing-impaired people: current status and needed research.  
1268 *J Acoust Soc Am* 1991;**90**:637-83. 1269
- [33] Cranford GL, Boose M, Moore B. Effects of aging on the precedence  
1270 effect in sound localization. *J Speech Hear Res* 1990;**33**:654-9. 1271
- [34] Martin JS, Jerger JF. Some effects of aging on central auditory  
1272 processing. *J Rehabil Res Dev* 2005;**42**:25-44. 1273
- [35] Pichora-Fuller MK, Souza PE. Effects of aging on auditory processing  
1274 of speech. *Int J Audiol* 2003;**42** (2S11-6). 1275
- [36] Lina-Granade G, Truy E. Conduite à tenir devant une surdité de  
1276 l'enfant. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Oto-rhino-laryngologie,  
1277 20-190-c-10, 2005. 1278

## Pour en savoir plus

- Société française d'audiologie. Guide des bonnes pratiques en audiométrie  
1279 de l'adulte. Société française d'audiologie, Paris, 2007. 1280  
www.sfaudiologie.fr. 1281 1282
- Haute autorité de santé. Traitement de la surdité par pose d'implants  
1283 cochléaires ou d'implants du tronc cérébral. 2007. <http://has-sante.fr>. 1284
- Haute autorité de santé. Appareils électroniques correcteurs de surdité.  
1285 Révision des descriptions génériques de la liste des produits et presta-  
1286 tions remboursables. 2007. [www.has-sante.fr](http://www.has-sante.fr). 1287

- 1288  
1289 G. Lina-Granade.  
1290 Hospices civils de Lyon, Hôpital Édouard Herriot, Département d'ORL, de chirurgie cervico-maxillo-faciale et d'audiophonologie, place d'Arsonval, 69437  
1291 Lyon cedex 03, France.
- 1292 S. Gallego.  
1293 Hung Thai-Van.  
1294 Hospices civils de Lyon, Hôpital Édouard Herriot, Département d'explorations fonctionnelles audiologiques et orofaciales, place d'Arsonval, 69437 Lyon  
1295 cedex 03, France.
- 1296 Université de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, UMR5020 Neurosciences sensorielles, comportement, cognition, place d'Arsonval, 69437  
1297 Lyon cedex 03, France.
- 1298 É. Truy ([eric.truy@chu-lyon.fr](mailto:eric.truy@chu-lyon.fr)).  
1299 Hospices civils de Lyon, Hôpital Édouard Herriot, Département d'ORL, de chirurgie cervico-maxillo-faciale et d'audiophonologie, place d'Arsonval, 69437  
1300 Lyon cedex 03, France.
- 1301 Université de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, UMR5020 Neurosciences sensorielles, comportement, cognition, place d'Arsonval, 69437  
1302 Lyon cedex 03, France.
- 1303 Toute référence à cet article doit porter la mention : Lina-Granade G., Gallego S., Thai-Van Hung, Truy É. Appareillage auditif conventionnel par voie aérienne.  
1304 *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Oto-rhino-laryngologie, 20-185-C-15, 2010.

Disponibles sur [www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)



Arbres  
décisionnels



Iconographies  
supplémentaires



Vidéos /  
Animations



Documents  
légaux



Information  
au patient



Informations  
supplémentaires



Auto-  
évaluations



Cas  
clinique