

Considérations élémentaires et avancées relatives aux appareillages CROS et BiCROS : réglage du streaming et conseils

Jeff Crukley et Adriana Goyette

Le problème

La perte auditive unilatérale s'avère toujours difficile à gérer, aussi bien pour les audioprothésistes que pour les patients. Starkey propose des solutions de cheminement contralatéral du signal (CROS) et de cheminement bilatéral du signal (BiCROS), qui apportent des améliorations dans la majorité des situations d'écoute. Pour certains patients, cependant, des difficultés persistent en ce qui concerne la parole dans le bruit et la localisation, dans certaines circonstances. Par exemple, lorsque du bruit arrive à l'oreille déficiente ou face à l'utilisateur, une aide auditive unilatérale seule est plus performante.

La carence

Certes, nous savons que dans certaines circonstances, une aide auditive unilatérale est plus bénéfique qu'un système CROS ou BiCROS, mais les audioprothésistes et les utilisateurs de systèmes CROS/BiCROS souhaiteraient parfois savoir plus précisément quand utiliser quoi. Il est donc temps de passer à la vitesse supérieure et d'aborder ce vieux problème avec une nouvelle approche.

L'opportunité

Nous avons conçu ce guide à l'intention des audioprothésistes, dans les buts suivants :

1. Réexaminer les facteurs et les motifs d'admissibilité pour les systèmes CROS et BiCROS
2. Étudier les taux de succès des appareillages CROS et BiCROS
3. Réexaminer les avantages et les limites des systèmes CROS et BiCROS
4. Réfléchir à ce qui motive nos efforts pour améliorer le soutien aux utilisateurs CROS/BiCROS

5. Expliquer l'approche actuelle/émergente d'amélioration du soutien aux utilisateurs CROS/BiCROS : commutation manuelle de la transmission des signaux contralatéraux en fonction des conditions d'écoute
6. Réexaminer la manière de vérifier les systèmes CROS et BiCROS
7. Décrire la mise en œuvre des systèmes CROS/BiCROS de Starkey

Qui cherchons-nous à aider ?

Chaque année, environ 60 000 nouveaux cas de perte auditive unilatérale surviennent aux États-Unis (Williams, McArdle, & Chisolm, 2012). L'asymétrie entre les deux oreilles résultant de la perte auditive unilatérale pose un problème unique et complexe aux professionnels de l'audition, et affecte la qualité de vie des patients. Les personnes atteintes d'une perte auditive unilatérale entendent difficilement dans les environnements bruyants et ont du mal à localiser les sons (Dillon, 2001 ; Ericson, Svård, Högset, Devert et Ekström, 1988 ; Olsen, Hernvig et Nielsen, 2012 ; Taylor, 2010).

En cas de perte auditive unilatérale, l'effet d'ombre de la tête peut réduire de manière considérable la détection des sons qui arrivent du côté de l'oreille déficiente et pour cette raison, les aides auditives traditionnelles peuvent s'avérer insuffisantes. L'effet d'ombre de la tête se produit lorsque le son qui arrive d'un côté de la tête est physiquement bloqué par la tête, ce qui provoque une atténuation et un filtrage du son avant même qu'il n'atteigne l'autre côté. (Fletcher, 1953 ; Shaw, Newman et Hirsh, 1947 ; Taylor, 2010 ; Tillman, Kasten et Horner, 1963). L'atténuation du son due à l'effet d'ombre de la tête dépend de la fréquence. Les fréquences supérieures à 2 000 Hz sont atténuées jusqu'à 15-20 dB, alors que les fréquences inférieures à

1 000 Hz sont généralement atténuées de moins de 10 dB (Taylor, 2010 ; Upfold, 1980). Cette atténuation des sons dépendante de la fréquence rend la compréhension de la parole particulièrement difficile pour les personnes atteintes de perte auditive unilatérale, lorsque les signaux de la parole proviennent du côté de leur oreille déficiente. Selon Valente, Valente, Enrietto et Layton (2002), les personnes atteintes d'une perte auditive unilatérale ont besoin d'une augmentation du rapport signal/bruit de 13 dB pour bénéficier d'une reconnaissance de la parole dans le bruit similaire à celle des normo-entendants.

Quelles sont les solutions actuelles ?

Les systèmes CROS et BiCROS constituent toujours la norme du secteur pour les patients atteints de perte auditive unilatérale.

Système CROS

Harford et Barry (1965) ont conçu le système CROS pour les patients sourds d'une oreille et ayant une audition normale de l'autre. Un système CROS est composé d'un micro et d'un écouteur, contenus dans deux appareils distincts. L'appareil équipé du micro est adapté à l'oreille sourde et l'appareil équipé de l'écouteur est adapté à l'oreille normo-entendante. Le son qui arrive à l'appareil adapté à l'oreille sourde est transmis par connexion filaire ou sans fil à l'appareil adapté à l'oreille normo-entendante (Dillon, 2001 ; Taylor, 2010). La figure 1 est une représentation schématique d'un système CROS. Le cheminement contralatéral du son permet au patient d'entendre grâce à l'oreille normo-entendante les sons arrivant du côté sourd.

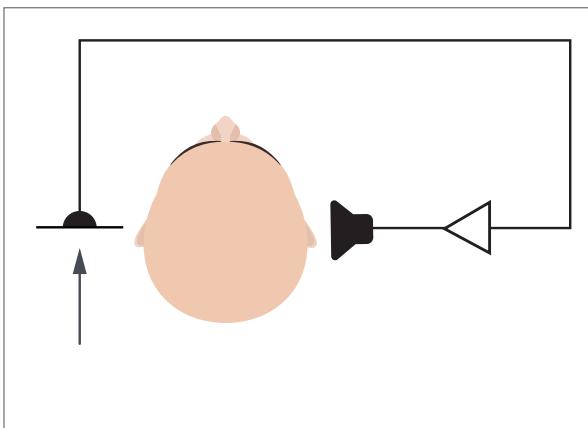


Figure 1 : Schéma d'un système CROS.

Qui est candidat ?

Les appareils CROS sont utiles aux personnes atteintes d'une perte auditive unilatérale telle qu'une amplification de l'oreille déficiente n'apporte qu'une amélioration faible ou nulle. Pour bénéficier d'un système CROS, la personne doit avoir une audition normale ou au pire, une légère perte dans les hautes fréquences pour sa meilleure oreille (Dillon, 2001 ; Taylor, 2010). Il faut porter une attention

particulière à l'interaction potentielle entre le gain du système CROS et la meilleure oreille. Si un gain trop important est appliqué, l'utilisateur peut percevoir ou être gêné par le bruit de circuit du système CROS. Un gain trop poussé dans un système CROS peut entraîner une inversion du côté déficient et du meilleur côté. En effet, le bruit de circuit interne peut provoquer un masquage dans l'oreille normo-entendante (Dillon, 2001). Une adaptation et une vérification correctes d'un système CROS doivent entraîner une sensibilité auditive similaire aux sons arrivant aux deux oreilles (Dillon, 2001).

Une autre application des systèmes CROS est l'augmentation du gain, tout en évitant l'effet Larsen, pour les personnes ayant une perte auditive en pente abrupte appareillable d'un côté et une perte non appareillable de l'autre côté. Une aide auditive conventionnelle ou un système BiCROS (décrit plus loin) augmenterait le risque de Larsen dû à la proximité du micro et de l'écouteur de l'aide auditive, pour une personne nécessitant un gain important dans les hautes fréquences et un embout ouvert pour éviter une occlusion. Ce risque de Larsen est considérablement réduit par l'utilisation d'un système CROS, qui sépare le micro et l'écouteur en les positionnant de chaque côté de la tête (Dillon, 2001).

Résultats escomptés

Les avantages procurés par les aides auditives peuvent se mesurer objectivement, avec des tests de reconnaissance de la parole, ou subjectivement, avec des évaluations effectuées par les utilisateurs à l'aide de questionnaires. Les performances et les avantages objectifs seront abordés plus loin dans cet article. Nous allons d'abord parler des avantages des systèmes CROS mesurés subjectivement. Plusieurs questionnaires ont été utilisés pour évaluer les avantages des systèmes CROS pour les utilisateurs : Hearing Handicap Inventory for the Elderly (HHIE ; Ventry & Weinstein, 1982), Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit (APHAB ; Cox & Alexander, 1995), Glasgow Hearing Aid Benefit Profile (GHABP ; Gatehouse, 1999), International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA ; Cox et al., 2000 ; Cox & Alexander, 2002 ; Cox, Alexander & Beyer, 2003), et Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale (SSQ ; Gatehouse & Noble, 2004).

En 2005, Hol et ses collègues ont mené une étude pour évaluer les avantages des systèmes CROS et des aides auditives à ancrage osseux (BAHA) à l'aide des questionnaires APHAB et GHABP. Les résultats du questionnaire APHAB ont montré de nettes améliorations avec un système CROS, par rapport à l'absence d'aides, dans les domaines suivants : facilité de communication, bruit de fond et réverbération. L'utilisation du système CROS a entraîné une dépréciation du degré d'aversion. Par rapport à une écoute sans aides,

les résultats du questionnaire GHABP ont montré une amélioration moyenne de 39 % avec un système CROS, un handicap résiduel moyen de 42 % et une satisfaction moyenne de 32 %.

En 2006, Baguley et ses collègues ont mené une méta-analyse des études CROS en y intégrant le questionnaire APHAB comme outil de mesure des améliorations. Dans chacune des études évaluées, les utilisateurs CROS ont signalé une amélioration avec un système CROS par rapport à l'absence d'aides, dans les quatre sous-échelles APHAB (facilité de communication, bruit de fond, réverbération et degré d'aversion).

En 2010, Hol et ses collègues ont mené une étude pour comparer les résultats d'un groupe de participants atteints de perte auditive unilatérale et utilisant un système CROS, un système CROS transcrânien consistant en une aide auditive unilatérale de type CIC, et une aide auditive à ancrage osseux (BAHA) sur un serre-tête. Les participants ont complété les versions néerlandaises des deux questionnaires APHAB et SSQ pour l'écoute sans aides et pour chacune des situations avec aides. Les participants ont noté la plus nette amélioration avec le système CROS dans les sous-échelles facilité de communication, bruit de fond et réverbération du questionnaires APHAB. Toutes les situations avec aides ont entraîné une dépréciation du degré d'aversion, mais dans une moindre mesure pour le système CROS. Les données SSQ montrent que les participants ont perçu avec le système CROS une amélioration supérieure à celle apportée par les aides CIC et BAHA.

En 2014, Ryu et al. ont mené une étude pour évaluer l'efficacité clinique d'un système CROS sans fil. La satisfaction et l'amélioration subjectives ont été mesurées à l'aide des versions coréennes des questionnaires HHIE et SSQ. Tous les participants ont indiqué une amélioration importante via les notes d'évaluation émotionnelle, situationnelle et globale du questionnaire HHIE, et une amélioration importante dans les sous-échelles parole, spatial et qualité du questionnaire SSQ.

Le fait d'entendre normalement ou presque dans la meilleure oreille pour pouvoir être candidat au système CROS confronte les personnes atteintes de perte auditive unilatérale et les professionnels de l'audition à un défi unique. Comme les normo-entendants d'une oreille peuvent entendre assez bien dans de nombreuses conditions d'écoute, le taux de réussite des appareillages CROS est limité à environ 50-60 %. Cependant, les personnes correctement identifiées et compatibles avec les systèmes CROS peuvent bénéficier d'améliorations significatives dans de nombreux domaines de l'audition, tel que l'indiquent plusieurs questionnaires d'auto-évaluation courants.

Système BiCROS

Un système BiCROS comprend un appareil équipé d'un micro adapté à la moins bonne oreille et une aide auditive adaptée à la meilleure oreille. Le son qui arrive à l'appareil adapté à la moins bonne oreille est transmis par connexion filaire ou sans fil à l'aide auditive adaptée à la meilleure oreille (Dillon, 2001 ; Taylor, 2010). La figure 2 est une représentation schématique d'un système BiCROS.

Les systèmes BiCROS traditionnels combinent toujours les signaux arrivant des deux côtés de la tête dans un amplificateur unique. Cette combinaison de signaux peut nuire à l'écoute lorsque l'utilisateur a un côté orienté vers du bruit, principalement, ou si le rapport signal/bruit d'un côté est moins bon que de l'autre côté. Cependant, le résultat net sera toujours meilleur que si l'utilisateur n'avait qu'une aide auditive du côté avec le moins bon rapport signal/bruit (Dillon, 2001).

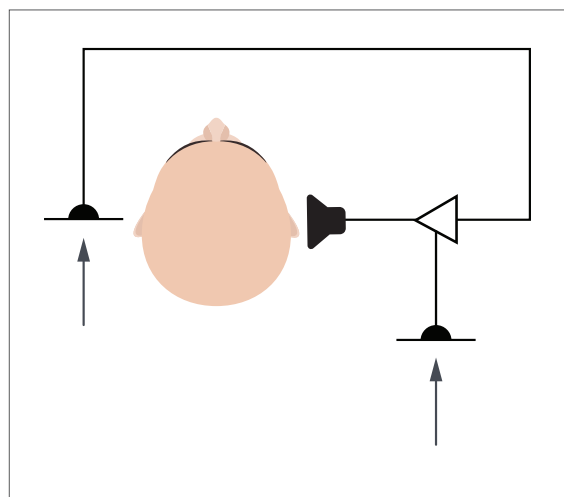


Figure 2 : Schéma d'un système BiCROS

Qui est candidat ?

Les systèmes BiCROS sont utiles aux personnes souffrant d'une perte auditive bilatérale asymétrique, avec une oreille sourde ou présentant une perte trop importante pour bénéficier d'une amplification, et l'autre oreille appareillable (Dillon, 2001 ; Taylor, 2010).

Les systèmes BiCROS présentent l'avantage de surmonter l'effet Larsen, grâce à la séparation entre le micro de la moins bonne oreille et l'amplificateur et l'écouteur de la meilleure oreille. Cependant, le niveau de gain stable supplémentaire autorisé par un système BiCROS est bien inférieur à celui autorisé par un système CROS, à cause de la proximité entre le micro et l'écouteur au niveau de la meilleure oreille (Dillon, 2001).

Résultats escomptés

Considérons, comme nous l'avons fait plus tôt pour l'appareillage CROS, qu'un appareillage BiCROS est réussi

si l'utilisateur perçoit une amélioration due à son système BiCROS et souhaite continuer à l'utiliser. À la différence des candidats pour les systèmes CROS, les candidats pour les systèmes BiCROS sont plus susceptibles de remarquer leurs difficultés d'audition dans un grand nombre de situations d'écoute, car leurs deux oreilles présentent une perte auditive. Ils sont donc également plus susceptibles de percevoir les améliorations apportées par leur système BiCROS. Si la motivation est un élément clé de la réussite d'un appareillage BiCROS, un bon appareillage de la meilleure oreille constitue une première étape déterminante (Hayes, 2006). Des améliorations sensibles en matière d'audibilité, de perception des sons et de clarté de la parole du côté de la moins bonne oreille sont des objectifs raisonnables pour réussir un appareillage BiCROS (Hayes, 2006). Les utilisateurs de systèmes BiCROS étant susceptibles de percevoir des améliorations dans un plus grand nombre de situations d'écoute, le taux de succès des systèmes BiCROS est généralement supérieur à celui des systèmes CROS, soit environ 70-80 % (Hill et al., 2006). Une étude menée auprès d'utilisateurs BiCROS expérimentés rapporte un taux de succès impressionnant de 95 % avec des systèmes numériques modernes (Williams et al., 2012).

Résultats subjectifs

Comme pour les systèmes CROS, les améliorations apportées par les systèmes BiCROS ont été évaluées d'après des mesures objectives et subjectives, telles que les questionnaires APHAB et SSQ. Dans cette section, nous passerons en revue des indices récents, issus de recherches, d'améliorations subjectives apportées par les systèmes BiCROS.

En 2012, Williams et al. ont mené une étude pour comparer les performances, les améliorations et la satisfaction des utilisateurs en matière de systèmes BiCROS modernes, par rapport aux systèmes BiCROS d'ancienne génération. Les participants ont rapporté des performances et une qualité nettement meilleures pour les systèmes BiCROS modernes, dans tous les domaines, dans toutes les sous-échelles et pour tous les aspects individuels du SSQ. Les auteurs ont également inclus une partie des éléments du questionnaire MarkeTrak (Kochkin, 1990) pour évaluer la satisfaction des participants concernant les systèmes BiCROS modernes, par rapport à leurs anciens systèmes. Les participants à l'étude ont indiqué être nettement plus satisfaits avec les systèmes BiCROS modernes, pour tous les aspects évalués par le questionnaire MarkeTrak.

En 2013, Oeding et Valente ont mené une étude pour examiner les avantages subjectifs en conditions réelles d'un système BiCROS, d'après le questionnaire APHAB. Les participants ont répondu au questionnaire APHAB pour l'écoute sans aides, et quatre semaines plus tard, avec un système BiCROS. Les données moyennes APHAB indiquent

que les participants ont perçu une amélioration sensible avec le système BiCROS dans les domaines suivants : facilité de communication, bruit de fond et réverbération du questionnaire APHAB. Les auteurs n'ont pas précisé les résultats relatifs au degré d'aversion.

Un bon appareillage de la meilleure oreille est la clé d'un appareillage BiCROS réussi. Puisque les candidats à un système BiCROS présentent une perte auditive bilatérale, ils sont susceptibles de percevoir l'amélioration apportée par l'amplification dans un grand nombre de conditions d'écoute. Pour cette raison, le taux de succès des appareillages BiCROS est généralement compris entre 70 % et 80 %. Les utilisateurs satisfaits de systèmes BiCROS rapportent de nettes améliorations dans plusieurs domaines, d'après leurs auto-évaluations.

Quelles avancées vont permettre de régler ce problème ?

Si les systèmes CROS et BiCROS ont évolué et se sont améliorés au cours des dernières décennies, les utilisateurs sont toujours confrontés à des difficultés d'utilisation de ces systèmes. Nous savons que les utilisateurs préfèrent et entendent mieux avec les systèmes CROS et BiCROS modernes, par rapport aux systèmes de génération précédente (Hill et al., 2006 ; Williams et al., 2012). Nous savons également que dans de nombreuses situations, les utilisateurs préfèrent les systèmes CROS/ BiCROS et en tirent le meilleur parti, par rapport à une aide unilatérale ou l'absence d'aides (Hill et al., 2006 ; Hol, Kunst, Snik & Cremers 2010 ; Kuk, Korhonen, Crose & Lau, 2014 ; Lin et al., 2006 ; Ryu et al., 2014). Cependant, certaines conditions d'écoute perturbent toujours les utilisateurs CROS/ BiCROS (Hol, Bosman, Snik, Mylanus & Cremers, 2005 ; Hol et al., 2010 ; Kuk et al., 2014 ; Lin et al., 2006 ; Ryu et al., 2014). Les utilisateurs peuvent allumer et éteindre la transmission de leurs systèmes CROS/BiCROS depuis déjà longtemps, mais l'opération était autrefois fastidieuse et peu discrète.

Les utilisateurs devaient ouvrir le tiroir pile du transmetteur ou retirer le récepteur de leur oreille pour arrêter la transmission CROS/BiCROS. Récemment, les avancées technologiques des systèmes CROS/BiCROS ont offert un avantage supplémentaire aux utilisateurs BiCROS : une commutation manuelle de la transmission (Kuk, Seper, Lau, Crose & Korhonen, 2015). Les approches modernes de commutation manuelle de la transmission CROS/BiCROS font notamment appel à des programmes de commande sans fil et à des boutons spécifiques situés sur l'appareil. Ces nouvelles approches de commutation manuelle sont désormais plus discrètes, efficaces et conviviales.

Avantages objectifs des systèmes CROS/BiCROS

En plus de l'auto-évaluation des améliorations par l'utilisateur, que nous avons décrite précédemment, les avantages des systèmes CROS et BiCROS peuvent aussi être évalués à l'aide de mesures objectives des performances. Celles-ci mesurent généralement la reconnaissance de la parole en présence de bruit. La reconnaissance de la parole dans le bruit est souvent mentionnée comme le rapport signal/bruit requis pour une performance de 50 %, comme c'est le cas pour le Hearing in Noise Test (HINT ; Nilsson, Soli & Sullivan, 1994), ou comme une reconnaissance correcte de 50 % des mots, comme c'est le cas pour le test Words in Noise (WIN ; Wilson, 2003). Autrement, le rapport signal/bruit et les niveaux de présentation de la cible et des stimuli concurrents peuvent être maintenus constants, afin de déterminer les différences en pourcentage relatives à la reconnaissance correcte des mots, tel qu'indiqué dans les études de Kuk et al. (2014 ; 2015).

Dans cette section, nous parlerons des avantages et inconvénients des systèmes CROS et BiCROS dans toute une série de situations expérimentales objectives de reconnaissance de la parole. Les systèmes CROS et BiCROS sont tous deux abordés dans cette section, car les conditions d'écoute mentionnées ont des effets similaires sur les performances objectives, pour les utilisateurs des deux types de système.

CROS/BiCROS – Transmission allumée

Les systèmes CROS/BiCROS présentent plus d'avantages, par rapport aux appareillages unilatéraux, lorsque la parole arrive du côté de la moins bonne oreille (transmetteur) (Figure 4). L'effet d'ombre de la tête est supprimé grâce à la transmission des signaux de la parole directement à la meilleure oreille, ce qui peut améliorer le rapport signal/bruit.

En 2014, Kuk et al. ont réalisé des tests sur un groupe de six utilisateurs BiCROS, relativement à la compréhension de la parole dans le bruit à l'aide d'une version modifiée du Hearing in Noise Test (HINT ; Nilsson et al., 1994). Les auteurs ont présenté des paroles à la moins bonne oreille de chaque participant, et du bruit de face, de derrière et à leur meilleure oreille, tel qu'indiqué sur la figure 1. Ils ont réalisé ces tests avec plusieurs configurations d'aides auditives : 1) appareillage unilatéral, en mode omnidirectionnel ou directionnel, 2) BiCROS avec des micros omnidirectionnels côté transmetteur et côté récepteur, 3) BiCROS avec le côté transmetteur en mode directionnel et le côté récepteur en mode omnidirectionnel, 4) BiCROS avec le côté transmetteur en mode omnidirectionnel et le côté récepteur en mode directionnel, et 5) BiCROS avec les côtés transmetteur et récepteur en mode directionnel. Toutes ces situations BiCROS ont abouti à une meilleure compréhension de la parole dans le bruit, par rapport à l'absence d'aides ou à un appareillage unilatéral. Les

meilleures performances ont été observées lorsque les deux côtés, transmetteur et récepteur, étaient en mode directionnel. L'utilisation du mode directionnel pour l'un des côtés a produit de meilleures performances que l'utilisation du mode omnidirectionnel des deux côtés. Cependant, l'utilisation du mode directionnel du côté récepteur uniquement a entraîné des meilleures performances que l'utilisation du mode directionnel côté transmetteur uniquement.

Cette étude nous en apprend davantage sur l'utilisation des systèmes BiCROS lorsque la parole arrive du côté de la moins bonne oreille. La transmission active CROS/BiCROS offre la plus grande amélioration lorsque la parole arrive du côté de la moins bonne oreille, et l'utilisation de microphones directionnels accentue cette amélioration.

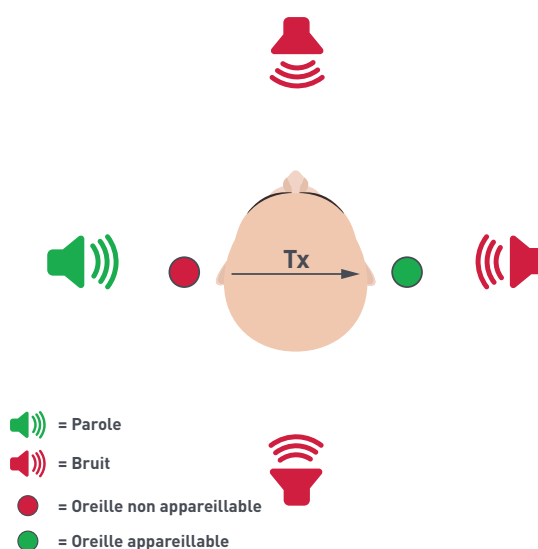


Figure 3 : Les systèmes CROS/BiCROS sont bénéfiques lorsque la parole arrive du côté de la moins bonne oreille.

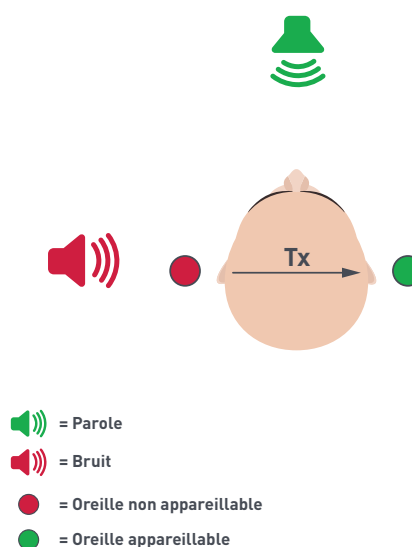


Figure 4 : Les systèmes CROS/BiCROS sont défavorables lorsque la parole arrive de face et du bruit arrive du côté de la moins bonne oreille.

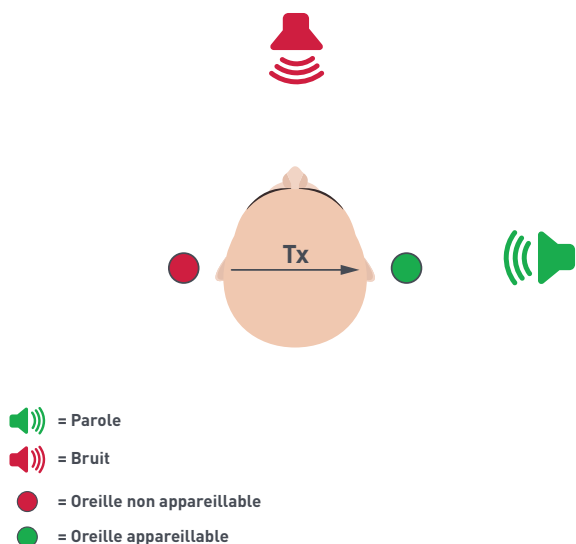


Figure 5 : Les systèmes CROS/BiCROS sont défavorables lorsque du bruit arrive de face et la parole arrive du côté de la meilleure oreille.

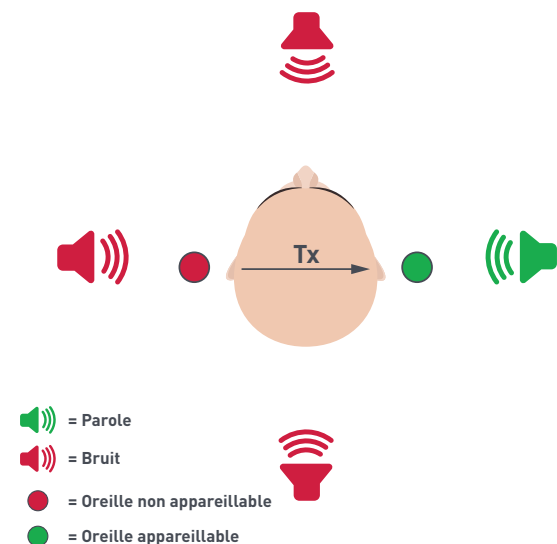


Figure 6 : Les systèmes CROS/BiCROS sont défavorables lorsque la parole arrive du côté de la meilleure oreille et du bruit arrive de face, de derrière et du côté de la moins bonne oreille.

CROS/BiCROS – Transmission éteinte

D'un côté, des indices plaident en faveur de l'utilisation des systèmes CROS/BiCROS lorsque la parole arrive du côté de la moins bonne oreille. D'un autre côté, certains indices suggèrent que les systèmes CROS/BiCROS peuvent provoquer des difficultés dans d'autres conditions d'écoute. La compréhension de la parole dans le bruit est moins bonne avec un système CROS que sans appareillage lorsque la parole arrive de face et que du bruit arrive du côté de la moins bonne oreille, comme indiqué sur la figure 5 (Hol et al., 2005 ; Ryu et al., 2014), et lorsque le bruit arrive de face et la parole arrive du côté de la meilleure oreille, comme indiqué sur la figure 6 (Hol et al., 2005).

La compréhension de la parole dans le bruit est moins bonne avec un système CROS qu'avec une aide auditive unilatérale de type CIC, lorsque le bruit arrive de face et la parole arrive du côté de la meilleure oreille, comme indiqué sur la figure 6 (Hol et al., 2010). De plus, la compréhension de la parole dans le bruit est moins bonne avec un système BiCROS qu'avec un appareillage unilatéral lorsque la parole arrive du côté de la meilleure oreille et le bruit arrive de face, de derrière et du côté de la moins bonne oreille, comme indiqué sur la figure 6 (Kuk et al., 2015). Le tableau 1 présente une synthèse de ces résultats.

Qu'est-ce que tout cela signifie ?

Les produits CROS/BiCROS de Starkey permettent de commuter manuellement la transmission du son depuis le côté de la moins bonne oreille, dans des conditions d'écoute défavorables aux systèmes CROS/BiCROS (c'est-à-dire, lorsque le bruit arrive du côté de la moins bonne oreille). Les utilisateurs peuvent bénéficier d'une meilleure compréhension de la parole dans le bruit avec un système CROS/BiCROS à commande manuelle, par rapport à un système CROS/BiCROS conventionnel, lorsque la parole arrive des deux côtés et que du bruit arrive de face, de derrière et du côté contralatéral à la parole.

Conseils aux utilisateurs CROS/BiCROS concernant la commutation manuelle de la transmission

Nous devrions demander aux patients d'éteindre puis de rallumer leur transmetteur CROS/BiCROS en situation d'écoute, pour détecter toute éventuelle différence de clarté de la parole ou de niveau d'interférence du bruit (lorsque le transmetteur est allumé plutôt qu'éteint). Si le fait d'éteindre le transmetteur CROS/BiCROS rend plus difficile la compréhension de la parole (ou plus perturbée par le bruit), il est probable que la parole arrive du côté de leur moins bonne oreille. Si c'est le cas, l'utilisateur doit rallumer le micro du transmetteur. Si l'utilisateur s'aperçoit qu'éteindre son transmetteur facilite la compréhension de la parole, améliore la qualité du son ou réduit le bruit, alors il est probable que le bruit arrive du côté de sa moins bonne oreille. Si c'est le cas, l'utilisateur doit laisser éteint le micro du transmetteur.

C'est simple ! En résumé :

Éteignez le transmetteur CROS/BiCROS. La compréhension de la parole est-elle améliorée ?

NON → Rallumez le transmetteur CROS/BiCROS

OUI → Laissez éteint le transmetteur CROS/BiCROS

Comparaison	Provenance de la parole	Provenance du bruit	Figure	Résultats
CROS vs. rien	Avant	Mauvais côté	Figure 2	CROS
CROS vs. rien	Meilleur côté	Avant	Figure 3	CROS
CROS vs. CIC unilatéral	Meilleur côté	Avant	Figure 3	CROS
BiCROS vs. aide auditive unilatérale	Meilleur côté	Avant et arrière et mauvais côté	Figure 4	BiCROS

Vérification des aides auditives CROS et BiCROS

Processus recommandé pour la mesure de l'effet d'ombre de la tête :

Etape 1

Mesurez la réponse de l'oreille réelle non appareillée pour la meilleure oreille (Figure 7a) :

- Placez le haut-parleur à 45° par rapport à l'oreille.
- Placez le micro de référence au niveau de la meilleure oreille (c'est-à-dire, du même côté que le haut-parleur).
- Insérez le tube-sonde dans la meilleure oreille.
- Mesurez la meilleure oreille uniquement.

Etape 1. Mesures de la "meilleure oreille"

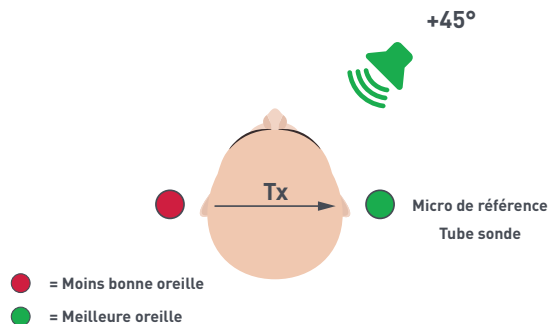


Figure 7a

Etape 2

Mesurez la réponse de l'oreille réelle non appareillée avec le son dirigé vers la moins bonne oreille (Figure 7b) :

- Placez le haut-parleur à 45° par rapport à la moins bonne oreille.
- Placez le micro de référence au niveau de la moins bonne oreille (c'est-à-dire, du même côté que le haut-parleur).
- Le tube-sonde reste du côté de la meilleure oreille (c'est-à-dire, du côté opposé au haut-parleur).
- Activez le paramètre CROS de mesure de l'oreille réelle.

Etape 2. Mesures de la "moins bonne oreille"

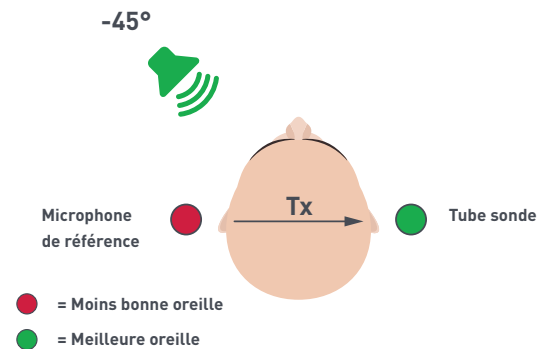


Figure 7b

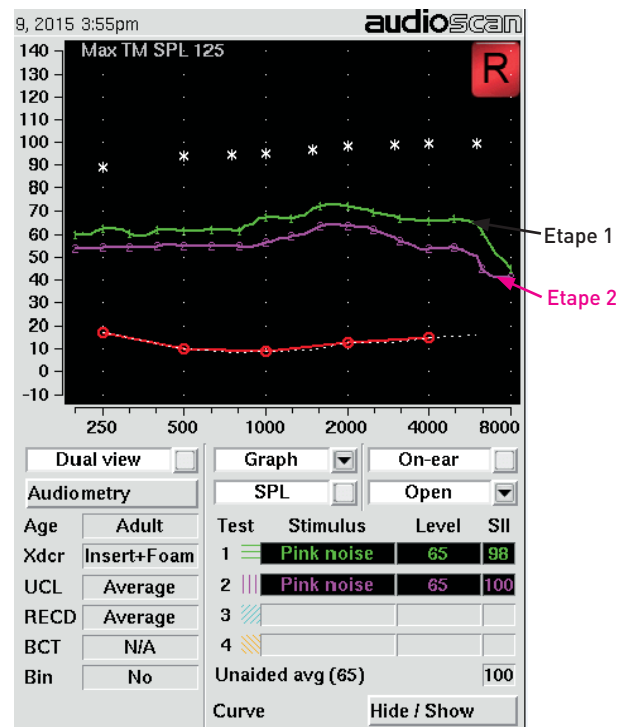


Figure 8 : La différence entre les deux mesures (pour le même niveau d'entrée) des étapes 1 et 2 représente une estimation de l'effet d'ombre de la tête pour ce patient.

Étapes recommandées pour vérifier les aides auditives CROS :

Étape 1

Mesurez la réponse de l'oreille réelle appareillée pour la meilleure oreille (Figure 9a) :

- Placez le haut-parleur à 45° par rapport à la meilleure oreille.
- Placez le micro de référence et le tube-sonde au niveau de la meilleure oreille (c'est-à-dire, du même côté que le haut-parleur).
- Placez les appareils CROS (écouteur/transmetteur) dans les oreilles et allumez-les.

(Starkey CROS doit être en mode Démo pour transmettre.)

Étape 1. Mesures de la "meilleure oreille"

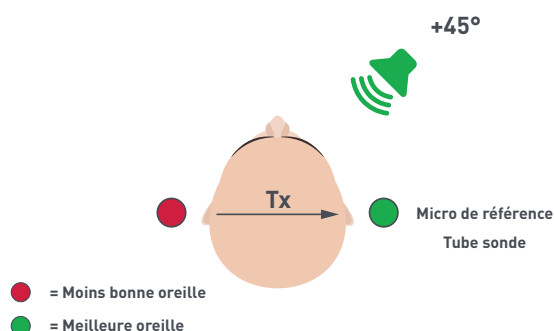


Figure 9a

Étape 2

Mesurez la réponse de l'oreille réelle appareillée pour la moins bonne oreille (Figure 9b) :

- Placez le haut-parleur à 45° par rapport à la moins bonne oreille.
- Placez le micro de référence au niveau de la moins bonne oreille (c'est-à-dire, du même côté que le haut-parleur).
- Le tube-sonde reste dans la meilleure oreille.
- La réponse mesurée à l'étape 2 doit correspondre à celle obtenue à l'étape 2 pour le même niveau d'entrée.

(Pour cette étape, le Verifit doit être en mode CROS.)

Étape 2. Mesures de la "moins bonne oreille"

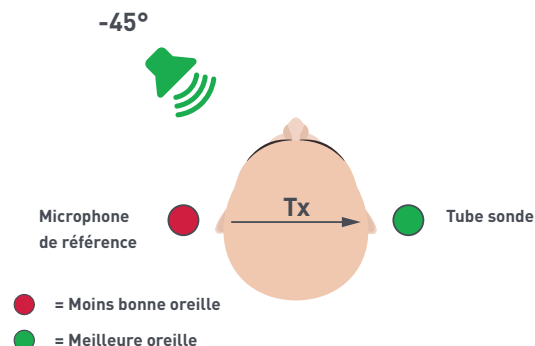


Figure 9b

Étape 3

Mesurez la réponse de l'oreille réelle appareillée pour la moins bonne oreille à 0° d'angle (Figure 9b) :

- Placez le haut-parleur à 45°.
- Placez le micro de référence au niveau de l'une des deux oreilles.
- Le tube-sonde reste dans la meilleure oreille.

Étape 3. Mesure de la réponse de l'oreille réelle appareillée

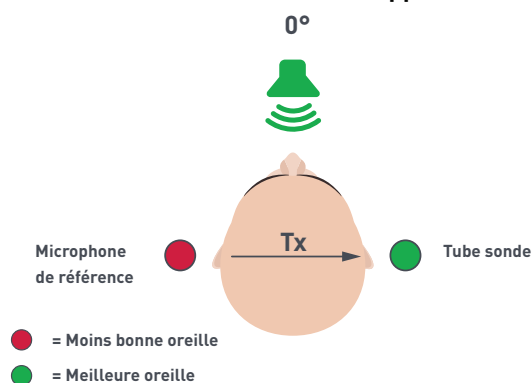


Figure 9c

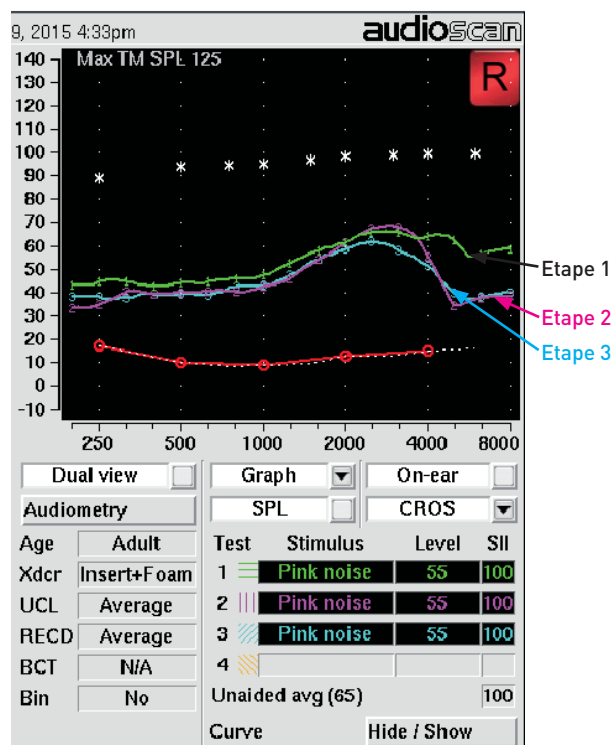


Figure 10 : Toutes les mesures doivent être effectuées avec le même stimulus au même niveau. Les courbes des étapes 1 et 2 doivent être proches. Si ce n'est pas le cas, ajustez la réponse CROS et répétez l'étape 2 jusqu'à ce que la réponse de l'oreille réelle appareillée pour la moins bonne oreille corresponde à la réponse de l'oreille réelle appareillée pour la meilleure oreille. L'étape 3 doit afficher une courbe régulière. Une réponse irrégulière peut indiquer des problèmes de phase avec l'appareil auditif ou de réflexion sur des objets voisins.

Étapes recommandées pour vérifier les aides auditives BiCROS :

Étape 1

Mesurez la réponse de l'oreille réelle appareillée pour la meilleure oreille (Figure 11a) :

- Placez le haut-parleur à 45° par rapport à la meilleure oreille.
- Placez le micro de référence au niveau de la meilleure oreille (c'est-à-dire, du même côté que le haut-parleur).
- Insérez le tube-sonde dans la meilleure oreille.
- Placez les appareils BiCROS (écouteur et transmetteur) dans les oreilles et allumez-les.

(Starkey CROS doit être en mode Démo pour transmettre.)

Étape 1. Mesures de la "meilleure oreille"

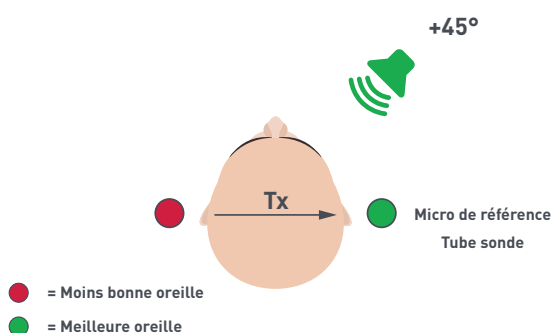


Figure 11a

Étape 2

Mesurez la réponse de la moins bonne oreille (Figure 11b) :

- Placez le haut-parleur à 45° par rapport à la moins bonne oreille.
- Placez le micro de référence au niveau de la moins bonne oreille.
- Le tube-sonde reste dans la meilleure oreille.

Pour cette étape, le Verifit doit être en mode CROS.)

Étape 2. Mesures de la "moins bonne oreille"

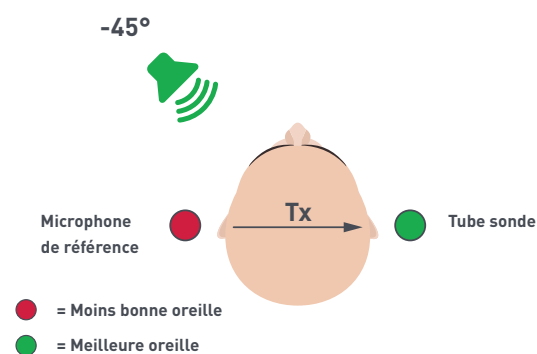


Figure 11b

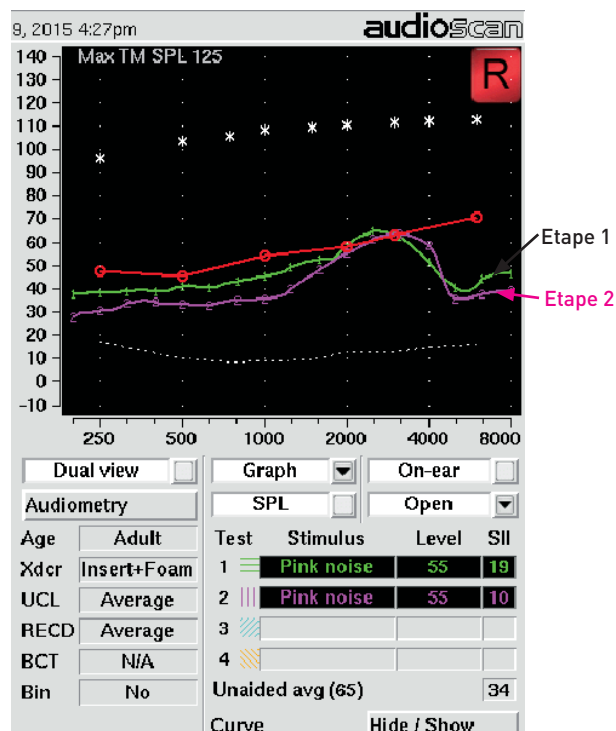


Figure 12 : La réponse mesurée à l'étape 1 doit être ajustée pour se rapprocher des cibles de l'oreille réelle prescrites par la règle d'appareillage avec le meilleur côté. d) La réponse de l'oreille réelle appareillée mesurée à l'étape 2 doit correspondre à celle obtenue à l'étape 1 pour le même niveau d'entrée.

Les systèmes CROS et BiCROS de Starkey

Les aides auditives sans fil CROS et BiCROS de Starkey utilisent la plateforme sans fil 900sync, qui permet le streaming audio à large bande requis pour le bon fonctionnement des systèmes CROS et BiCROS.

Écouteurs

Les RIC et les mini-BTE peuvent être utilisés comme écouteurs CROS. Pour qu'ils soient activés comme écouteurs, le clinicien doit les coupler avec un transmetteur lors de la séance d'appareillage. Il sélectionne la fonctionnalité CROS ou BiCROS (l'appareil de transmission doit être identifié comme transmetteur). Il est important de mentionner que même si le patient peut choisir d'utiliser une aide auditive de type RIC ou mini BTE comme système CROS/BiCROS, l'écouteur et le transmetteur doivent être du même type et avoir la même configuration de micro.

Aides auditives CROS et BiCROS

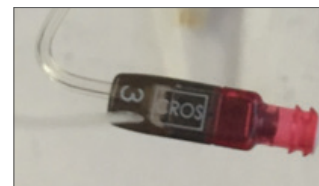


Transmetteurs

Les transmetteurs sont semblables aux aides auditives de la même gamme de produits, mais ils sont étiquetés CROS, afin que le clinicien puisse les différencier des aides auditives classiques. Ils ne sont pas dotés des fonctionnalités bobine téléphonique et téléphone automatique.

Ergot de rétention pour le transmetteur RIC

Le transmetteur RIC sera placé sur la moins bonne oreille et connecté à l'ergot de rétention (en photo ci-dessus), lui-même inséré dans le conduit auditif. L'ergot de rétention ressemble tout à fait à un écouteur SnapFit, mais il ne contient pas de composants électroniques ni de câbles. Cette pièce ne coûte pas cher et peut être utilisée avec des embouts standard de toutes les tailles. L'ergot est lui aussi étiqueté CROS pour permettre au clinicien de le distinguer des écouteurs classiques.



Ergot de rétention pour le transmetteur BTE

En ce qui concerne le transmetteur BTE, un fin tube doit être utilisé, avec un embout ouvert de la taille la plus confortable pour le patient.



Fonctions

- **Accessoires** - Les appareils CROS/BiCROS sont compatibles avec tous les accessoires SurfLink, y compris la télécommande SurfLink et le SurfLink Media. La possibilité de commander à distance les aides auditives permet aux patients qui ont des problèmes de dextérité de régler le volume ou de couper la transmission.

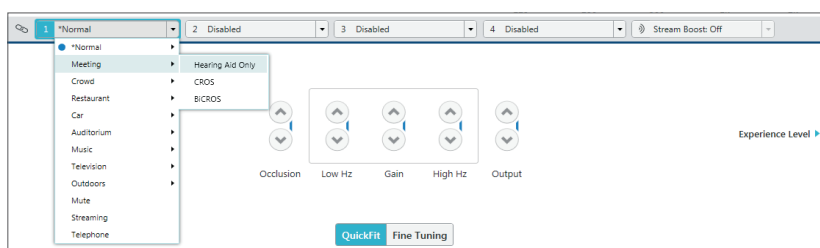


Figure 13

- **Indicateurs** - Des indicateurs spécifiques (différents des signaux d'alerte de volume et de pile) signalent à l'utilisateur que la transmission CROS/BiCROS a débuté ou s'est interrompue.

- **Les micros compatibles** - Les micros omnidirectionnels et directionnels sont pris en charge, sur le transmetteur et sur l'écouteur.

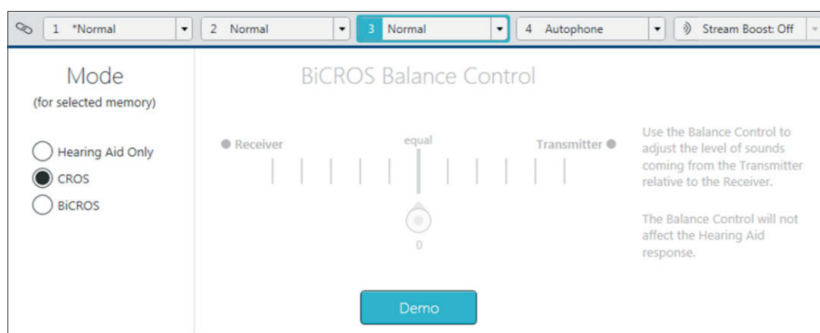


Figure 14

- **Programmes** - L'audioprothésiste peut paramétrer l'activation ou la désactivation de la fonction CROS/BiCROS sur des programmes spécifiques. Le patient peut également bénéficier d'un programme Aide auditive seule, pour lequel la fonction CROS/BiCROS n'est pas activée (pas de transmission) (Figures 13 et 14).

- **Connectivité interaurale 900sync** - Grâce à la connectivité interaurale, lorsque le patient change de programme sur un appareil, l'autre appareil s'aligne sur le même programme (Figure 15). Remarque : le mode par défaut dans Inspire est actif.

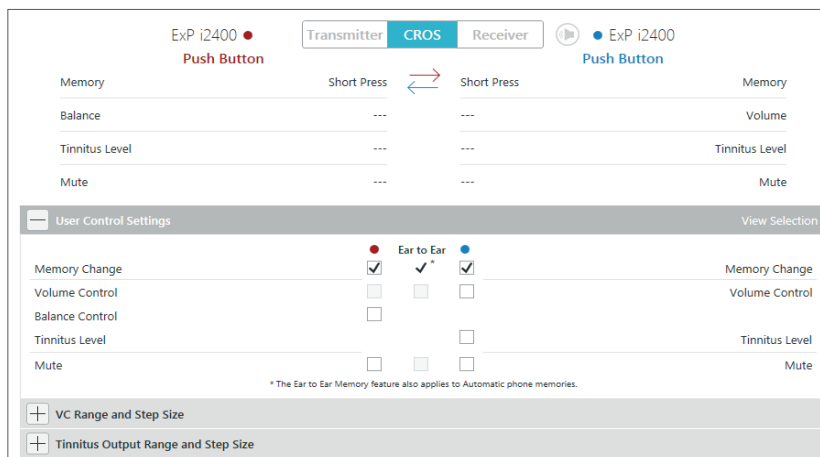


Figure 15

L'importance de la commutation manuelle pour les utilisateurs CROS/BiCROS

Comme nous l'avons vu précédemment, dans certaines situations, la transmission CROS/BiCROS apporte une amélioration, généralement lorsque la parole arrive à la moins bonne oreille et qu'il y a du bruit autour de la meilleure oreille (Figure 3). Cependant, le patient peut parfois préférer couper la transmission et en tirer un avantage, par exemple lorsque la parole arrive à la meilleure oreille et que l'appareil transmet principalement du bruit arrivant à la moins bonne oreille (Tableau 1). L'un des avantages du nouveau système CROS/BiCROS de Starkey est la possibilité offerte au clinicien d'ajouter un programme Aide auditive seule. Ceci permet aux patients de décider quand transmettre les informations entre les deux oreilles et quand arrêter. Voici quelques exemples qui montrent comment les fonctions du système CROS/BiCROS de Starkey peuvent atténuer ce problème.

Cas 1 : La patiente BiCROS

Anamnèse : Barbara est une femme de 79 ans qui a consulté son audiologiste suite à une perte auditive unilatérale dont elle souffre depuis longtemps et qui lui rend la communication de plus en plus difficile. Elle est complètement sourde de l'oreille droite suite à une perte auditive soudaine survenue vingt ans auparavant. Elle a appris à vivre avec sa perte auditive unilatérale, mais elle commence aussi à connaître des difficultés avec son oreille gauche. Elle peine à comprendre les conversations dans les endroits bruyants, surtout si son interlocuteur est à sa droite. Barbara précise qu'elle vit dans une maison de retraite et qu'elle se trouve rarement dans des environnements bruyants. Cependant, elle a du mal à comprendre ses amis à la cafétéria.

Recommandation : Après une batterie complète de tests audiologiques, l'audiologiste a découvert que Barbara souffrait d'une perte auditive profonde à l'oreille droite et d'une perte auditive en pente légère à moyenne à l'oreille gauche. L'audiologiste a recommandé un système BiCROS Starkey afin qu'elle puisse mieux comprendre la parole depuis son oreille gauche et qu'elle ait moins de difficultés lorsque son interlocuteur se trouve à sa droite. Barbara ayant des problèmes de dextérité, l'audiologiste lui a également recommandé d'utiliser la télécommande SurfLink pour changer de programme et régler le volume.

L'appareillage : D'après l'anamnèse, l'audiologiste a décidé de configurer l'aide auditive de Barbara avec trois programmes. 1. Normal (BiCROS), 2. Restaurant (BiCROS) et 3. Normal (Aide auditive seule). L'audiologiste lui a expliqué que le programme Aide auditive seule pouvait

apporter une amélioration lorsque son interlocuteur se trouvait à sa gauche (meilleure oreille). Le BiCROS serait préférable pour entendre quelqu'un à sa droite (moins bonne oreille) dans un environnement bruyant. Barbara s'est entraînée à changer de programme avec la télécommande, et l'audiologiste a programmé une visite de suivi pour connaître les programmes que Barbara utiliserait le plus et ceux qui ne fonctionneraient pas comme prévu.

Cas 2 : Le patient BiCROS

Anamnèse : John est un homme actif de 55 ans, qui, après s'être fait opérer d'un neurinome de l'acoustique, a perdu toute l'audition de l'oreille gauche. Son oreille droite est normo-entendante. John déclare ne pas avoir de problèmes dans les environnements calmes ou lorsque son interlocuteur se trouve à sa droite. Il est en revanche très gêné dans les restaurants bruyants quand il essaie de comprendre les gens assis à sa gauche. Étant très actif, il fréquente souvent des restaurants bruyants, des réunions et des amphithéâtres. Il aimerait pouvoir utiliser les aides auditives sans accessoires, car il ne souhaite rien transporter avec lui.

Recommandation : L'audiologiste a recommandé à John des aides auditives CROS Starkey, configurées de telle manière que le choix des programmes et le réglage du volume puissent être effectués via le bouton-poussoir de l'aide auditive.

L'appareillage : L'audiologiste a configuré l'aide auditive avec 2 programmes : 1. Normal (CROS) et 2. Restaurant (CROS, micro directionnel activé). Elle lui a aussi offert la possibilité d'arrêter la transmission et de couper le micro de l'écouteur en appuyant de manière prolongée sur le bouton-poussoir. John s'est entraîné à changer de programme et à activer la fonction muet. L'audiologiste a conseillé John sur les avantages des différents programmes selon l'environnement, et ils ont convenu d'un rendez-vous de suivi pour évaluer les avantages des différents programmes.

Références

- Baguley, D., Bird, J., Humphriss, R., & Prevost, A. (2006). The evidence base for the application of contralateral bone anchored hearing aids in acquired unilateral sensorineural hearing loss in adults. *Clinical Otolaryngology*, 31(1), 6-14.
- Cox, R., Hyde, M., Gatehouse, S., Noble, W., Dillon, H., Bentler, R., . . . Wilkerson, D. (2000). Optimal outcome measures, research priorities, and international cooperation. *Ear and Hearing*, 21(4), 106S-115S.
- Cox, R. M., & Alexander, G. C. (1995). The abbreviated profile of hearing aid benefit. *Ear & Hearing*, 16(2), 176-186.
- Cox, R. M., & Alexander, G. C. (2002). The International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA): psychometric properties of the English version: El Inventario Internacional de Resultados para Auxiliares Auditivos (IOI-HA): propiedades psicometricas de la version en ingles. *International Journal of Audiology*, 41(1), 30-35.
- Cox, R. M., Alexander, G. C., & Beyer, C. M. (2003). Norms for the international outcome inventory for hearing aids. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14(8), 403-413.
- Dillon, H. (2001). CROS, Bone-conduction, and Implanted Hearing Aids Hearing Aids [pp. 434-450]. New York, NY: Thieme.
- Ericson, H., Svård, I., Högset, O., Devert, G., & Ekström, L. (1988). Contralateral Routing of Signals in Unilateral Hearing Impairment A Better Method of Fitting. *Scandinavian Audiology*, 17(2), 111-116.
- Fletcher, H. (1953). Speech and hearing in communication.
- Gatehouse, S. (1999). Glasgow Hearing Aid Benefit Profile: Derivation and Validation of. *J Am Acad Audiol*, 10, 80-103.
- Gatehouse, S., & Noble, W. (2004). The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ). *International Journal of Audiology*, 43(2), 85-99.
- Harford, E., & Barry, J. (1965). A rehabilitative approach to the problem of unilateral hearing impairment: The contralateral routing of signals (CROS). *Journal of Speech & Hearing Disorders*.
- Harford, E., & Dodds, E. (1966). The clinical application of CROS: a hearing aid for unilateral deafness. *Archives of Otolaryngology*, 83(5), 455-464.
- Hayes, D. (2006). A practical guide to CROS/BiCROS Fittings. Audiology Online. Retrieved from <http://www.audiologyonline.com/articles/practical-guide-to-cros-bicross-977>
- Hill, S. L., III, Avron, M., Digges, E. N. B., Gillman, N., & Silverstein, H. (2006). Assessment of patient satisfaction with various configurations of digital CROS and BiCROS hearing aids. *Ear, Nose & Throat Journal*, 85(7), 427.
- Hol, M. K., Bosman, A. J., Snik, A. F., Mylanus, E. A., & Cremers, C. W. J. (2005). Bone-anchored hearing aids in unilateral inner ear deafness: an evaluation of audiometric and patient outcome measurements. *Otology & Neurotology*, 26(5), 999-1006.
- Hol, M. K., Kunst, S. J., Snik, A. F., & Cremers, C. W. (2010). Pilot study on the effectiveness of the conventional CROS, the transcranial CROS and the BAH transcranial CROS in adults with unilateral inner ear deafness. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 267(6), 889-896.
- Kochkin, S. (1990). Introducing MarkeTrak: A consumer tracking survey of the hearing instrument market. *Hearing Journal*, 43(5), 17-27.
- Kuk, F., Korhonen, P., Crose, B., & Lau, C. (2014). CROS your heart: renewed hope for people with asymmetric hearing losses. *Hearing Review*, 21(6), 24-29.
- Kuk, F., Seper, E., Lau, C., Crose, B., & Korhonen, P. (2015). Effects of Training on the Use of a Manual Microphone Shutoff on a BiCROS Device. *Journal of the American Academy of Audiology*, 26(5), 478-493.
- Lin, L.-M., Bowditch, S., Anderson, M. J., May, B., Cox, K. M., & Niparko, J. K. (2006). Amplification in the rehabilitation of unilateral deafness: speech in noise and directional hearing effects with bone-anchored hearing and contralateral routing of signal amplification. *Otology & Neurotology*, 27(2), 172-182.
- Nilsson, M., Soli, S. D., & Sullivan, J. A. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2), 1085-1099.
- Oeding, K., & Valente, M. (2013). Sentence recognition in noise and perceived benefit of noise reduction on the receiver and transmitter sides of a BiCROS hearing aid. *Journal of the American Academy of Audiology*, 24(10), 980-991.
- Olsen, S. Ø., Hernvig, L. H., & Nielsen, L. H. (2012). Self-reported hearing performance among subjects with unilateral sensorineural hearing loss. *Audiological Medicine*, 10(2), 83-92.
- Ryu, N.-G., Moon, I. J., Byun, H., Jin, S. H., Park, H., Jang, K.-S., & Cho, Y.-S. (2014). Clinical effectiveness of wireless CROS (contralateral routing of offside signals) hearing aids. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. doi: 10.1007/s00405-014-3133-0
- Shaw, W., Newman, E., & Hirsh, I. (1947). The difference between monaural and binaural thresholds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 19(4), 734-734.
- Taylor, B. (2010). Contralateral routing of the signal amplification strategies. *Seminars in Hearing*, 31(4), 378-392.
- Tillman, T., Kasten, R., & Horner, I. (1963). Effect of head shadow on reception of speech. *Asha*, 5(10), 778-779.
- Upfold, L. J. (1980). The evaluation of CROS aids with the unilateral listener. *Scandinavian Audiology*, 9(2), 85-88.
- Valente, M., Valente, M., Enrietto, J., & Layton, K. (2002). Fitting strategies for patients with unilateral hearing loss. In M. Valente (Ed.), *Strategies for selecting and verifying hearing aid fittings* (2nd ed., pp. 253-271). New York: Thieme.
- Valente, M., Valente, M., & Mispagel, K. (2006). Fitting options for adult patients with single sided deafness (SSD). Audiology Online. Retrieved from <http://www.audiologyonline.com/articles/fitting-options-for-adult-patients-980>
- Ventry, I. M., & Weinstein, B. E. (1982). The hearing handicap inventory for the elderly: a new tool. *Ear and Hearing*, 3(3), 128-134.
- Williams, V. A., McArdle, R. A., & Chisolm, T. H. (2012). Subjective and objective outcomes from new BiCROS technology in a veteran sample. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23(10), 789-806.
- Wilson, R. H. (2003). Development of a speech-in-multitalker-babble paradigm to assess word-recognition performance. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14(9), 453-470.

