

ASSURER LE CONFORT D'ÉCOUTE EN PRÉSENCE DE SONS FORTS

JULIE TANTAU, AuD
FABIAN MORANT, MS
MICROENGINEERING

Depuis que les aides auditives existent, les utilisateurs se sont toujours plaints de certains sons trop forts – et ils continuent à s'en plaindre. Cette plainte contraste quelque peu avec les progrès technologiques effectués dans le domaine des aides auditives. Toutefois la technologie est une chose, et son utilisation appropriée en est une autre. Pour le confort d'écoute en présence de sons forts, la technologie peut déterminer une puissance de sortie maximale (MPO) raisonnable, mais la satisfaction de l'utilisateur dépendra de l'adaptation, des réglages individuels et, si nécessaire, de mesures précises du niveau sonore inconfortable (UCL). Pour vous accompagner sur ce point délicat, nous proposons de revenir sur des connaissances de base et des directives pratiques pour la vérification de la MPO et la mesure de l'UCL. Nous donnerons également un aperçu de la façon dont le logiciel d'adaptation Oasis permet de déterminer la MPO à partir de l'UCL moyen ou mesuré.

CONFORT D'ÉCOUTE EN PRÉSENCE DE SONS FORTS – UNE QUESTION RÉCURRENTÉ

Malgré les avancées de la technologie numérique, les utilisateurs d'aides auditives sont toujours confrontés au problème des sons forts. Dans un sondage effectué auprès des clients et intitulé " Consumer satisfaction with hearing aids is slowly increasing ", Kochkin (2010) décrit les domaines les plus mal notés en ce qui concerne le traitement du signal et la qualité sonore des aides auditives. Parmi les cinq premiers, on trouve *l'utilisation des aides auditives dans les situations bruyantes et le confort en présence de sons forts*. Comment peut-on améliorer la satisfaction dans ces deux catégories ?

Pour les aides auditives actuelles, l'amélioration de la performance dans le bruit est l'objectif visé par différentes fonctionnalités telles que les microphones directionnels et les systèmes de réduction du bruit. Ces deux types de dispositifs offrent un confort supplémentaire, mais peuvent détourner l'attention d'un aspect fondamental de l'adaptation : la puissance maximale de sortie (MPO).

La MPO limite le niveau de la pression acoustique à laquelle est soumis un client. Elle a donc un effet significatif sur sa satisfaction globale. Lorsque les clients se plaignent de sons trop forts, ceci peut être dû à une MPO trop élevée. A l'inverse, il peut également y avoir un risque de MPO trop faible. Dans ce cas, la parole est assourdie et difficile à comprendre (Bentler & Cooley, 2001).

Des procédures bien établies dans les logiciels d'adaptation fournissent des estimations raisonnables de la MPO pour quatre clients sur cinq (Dillon, 2012). Par conséquent, les valeurs mesurées de l'UCL ne sont plus une condition préalable pour une séance d'adaptation. Lorsque la MPO est trop élevée ou trop faible, elle doit être ajustée. Pour le client sur cinq qui en a besoin, le réglage de la MPO à une valeur appropriée commence généralement par la mesure du niveau sonore inconfortable (UCL) ou de son équivalent le " niveau d'inconfort sonore " (LDL).

DISCUSSION SUR L'UTILISATION DES NIVEAUX INCONFORTABLES DANS LE PROCESSUS D'ADAPTATION

Avec l'évolution des méthodes d'adaptation au fil du temps, l'opinion des experts sur le processus d'adaptation approprié a également changé. Par le passé, les spécialistes préconisaient la mesure de l'UCL avant l'adaptation. Aujourd'hui ils recommandent son utilisation pour la vérification et la validation après l'adaptation. En effet, lorsque Hawkins et al. (1987) ont discuté de la procédure de mesure du LDL, ils soutenaient que le LDL devait être mesuré pour déterminer la sortie maximum de l'aide auditive. Cette opinion reflétait le processus avant l'arrivée des aides auditives numériques et des logiciels d'adaptation.

En 2005, cette opinion a commencé à changer. Mueller et Bentler ont alors évalué l'efficacité des mesures de l'UCL en passant en revue près de 200 articles. Ils ont conclu que le résultat de leur étude " tendait à soutenir l'utilisation de LDL mesurés cliniquement à des fréquences spécifiques ", mais ils se sont abstenus de donner une forte recommandation.

Par le passé, les experts préconisaient la mesure de l'UCL avant l'adaptation, aujourd'hui ils favorisent son utilisation pour la vérification et la validation après l'adaptation.

La mesure de l'UCL est sujette à des résultats incohérents pour un certain nombre de raisons : le comportement individuel des clients, la variété des procédures et les interprétations des instructions.

Sept ans plus tard, Dillon (2012) signalait que lorsque la " prescription basée sur un seuil était utilisée, les mesures individuelles de LDL ne permettaient pas d'améliorer de manière significative la précision de l'adaptation ". Il en concluait que le temps clinique économisé serait mieux utilisé pour l'évaluation ultérieure.

Malgré ces divergences d'opinions quant au meilleur moment pour effectuer la mesure de l'UCL, celle-ci reste une étape importante dans le processus d'adaptation. Nous examinerons donc les points suivants selon cette constatation : la mesure de l'UCL, son utilisation dans Oasis ainsi que la procédure de validation et de vérification de la MPO.

MESURE DU NIVEAU SONORE INCONFORTABLE

L'UCL est le niveau d'écoute auquel un client trouve les sons inconfortablement forts, mais pas douloureux. Contrairement à cette définition simple, la mesure de l'UCL est sujette à des résultats incohérents pour un certain nombre de raisons : le comportement individuel des clients, la variété des procédures et les interprétations des instructions. En vue de réduire au minimum ces difficultés, nous proposons l'utilisation du " Cox Contour Test " (Cox et al., 1997), une " procédure scientifiquement valide, qui peut également être utilisée cliniquement ".

Le comportement individuel des clients se réfère aux humeurs et sentiments associés par les personnes à certains sons. Ces deux éléments ont un impact sur le niveau sonore que les patients sont disposés à tolérer. Un bon exemple est le volume de la musique qu'ils peuvent apprécier au cours d'une fête, mais détester le lendemain matin. De même, les gens peuvent aimer les acclamations dans un stade de football, mais ne pas apprécier un son tout aussi fort produit par des ongles grattant un tableau (Mueller, 2009).

Un argument similaire s'applique aux sons purs utilisés pour la mesure de l'UCL à des fréquences spécifiques. La plupart des clients les trouvent moins agréables que les sons du monde réel, ce qui introduit une altération potentielle.

Par rapport à d'autres procédures de mesure, le " Cox Contour Test " (Cox et al., 1997) permet aux clients de juger de l'intensité des sons sur la base d'un diagramme d'intensité sonore à 7 catégories, comme le montre le tableau 1.

Tableau 1. Catégories d'intensité sonore dans le " Cox Contour Test " (Cox et al., 1997) pour la mesure des UCL.

Catégories de niveaux sonores

7.	Inconfortablement fort
6.	Fort, mais supportable
5.	Confortable, mais un peu fort
4.	Confortable
3.	Confortable, mais un peu faible
2.	Faible
1.	Très faible

Suivant le tableau 1, la catégorie 1 se rapporte à des sons très faibles, alors que la catégorie 7 désigne un niveau sonore inconfortablement fort. Les auteurs recommandent d'examiner le diagramme avec les clients et de le garder sous les yeux pendant le test. Afin d'éviter des interprétations biaisées, les auteurs recommandent également de lire les instructions suivantes au client :

Le but de ce test est de vous permettre de juger du niveau sonore de différents sons. Vous entendrez des sons à un volume croissant et décroissant. Vous devez porter un jugement sur le niveau sonore de ces sons. Imaginez que vous écoutiez la radio à ce volume. Comment trouveriez-vous le volume ? Après chaque son, dites-moi laquelle de ces catégories décrit le mieux le volume. Veuillez garder à l'esprit qu'un son inconfortablement fort est plus fort que le volume que vous régleriez sur votre radio, indépendamment de votre humeur. (Cox et al., 1997)

Le procès-verbal d'un tel test offre les meilleures conditions pour obtenir des résultats pertinents et reproductibles.

DU NIVEAU SONORE INCONFORTABLE (UCL) À LA SORTIE SONORE MAXIMUM (MPO) DANS OASIS

Une fois que vous avez effectué la mesure de l'UCL, que devez-vous en faire ? Comme précédemment mentionné, le rôle de l'UCL dans la détermination de la MPO a changé au fil de l'évolution technologique. Les opinions divergentes et changeantes des experts compliquent en outre la décision quant à savoir si l'UCL doit être intégré dans le calcul de la MPO. Il n'y a pas véritablement une technique spécifique unique de sélection des paramètres de la MPO, mais plutôt la coexistence de différentes méthodes et pratiques. En conséquence, Oasis n'impose pas une méthode particulière, mais propose toutes les options en fournissant les outils appropriés. Pour vous montrer comment Oasis s'acquitte de sa tâche, nous traiterons des questions suivantes :

- Comment Oasis transforme les valeurs UCL en paramètres MPO ?
- Comment procède Oasis lorsque vous ne fournissez pas de valeurs UCL mesurées ?
- Pourquoi des paramètres MPO peuvent sembler trop bas ?
- Quelles options vous offre Oasis pour l'ajustement de la MPO ?

Transformation des valeurs UCL en paramètres MPO

La transformation des valeurs UCL en paramètres MPO s'effectue en trois étapes : détermination du niveau de référence équivalent de pression acoustique (RETSPL), mesure de la différence entre l'oreille réelle et le coupleur (RECD) et conversion de la bande étroite en large bande (NBBB). Ces étapes sont illustrées sur la figure 1.

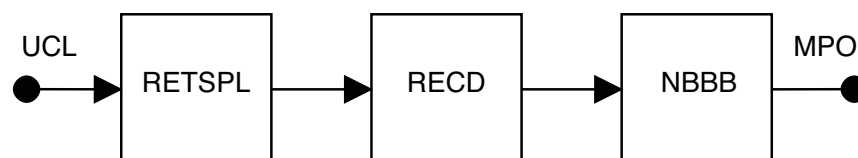


Figure 1. Schématisation de la transformation de l'UCL en MPO

Oasis n'impose pas une méthode particulière, mais propose toutes les options en fournissant les outils appropriés.

Lorsque vous mesurez l'UCL, vous utilisez normalement des sons purs transmis par un insert ou des écouteurs supra-auriculaires, et les résultats sont exprimés en dB HL. Oasis convertit d'abord ces valeurs dB HL en valeurs du coupleur 2cc. Ceci est effectué en additionnant le RETSPL au HL. Le RETSPL est le seuil d'écoute moyen dans un coupleur pour un transducteur particulier. La norme ISO 389-1 (1998) contient les valeurs RETSPL spécifiques aux transducteurs.

L'étape suivante consiste à convertir les valeurs du coupleur 2cc à la valeur du NPA du conduit auditif en ajoutant la RECD. Pour ce faire, Oasis utilise des valeurs RECD moyennes spécifiques à l'âge ou des valeurs individuelles mesurées, si disponibles. Pour les enfants ou les personnes présentant une physiologie anormale de l'oreille, il est toujours recommandé de mesurer la RECD.

La dernière étape nécessite une légère réduction du NPA, afin d'équilibrer le passage d'une bande étroite à une large bande ou à un signal complexe. Les sons purs sont des signaux à bande étroite, alors que la parole, par exemple, est un signal complexe. Les signaux complexes produisent une sortie globale supérieure à celle de chacun des éléments individuels qui le composent ou à celle des sons purs. Les signaux à large bande se caractérisent également par la perception d'une plus grande intensité sonore par l'auditeur.

Lorsqu'Oasis a effectué ces trois étapes, la valeur finale obtenue est la MPO. La formule pourrait donc être la suivante :
$$\text{UCL (dB HL)} + \text{RETSPL} + \text{RECD} - \text{NBBB} = \text{MPO}.$$

Procédure sans valeurs UCL mesurées

Comme précédemment mentionné, vous pouvez dès le départ fournir des valeurs UCL mesurées. Mais que se passe-t-il, si elles ne sont pas disponibles ? Dans ce cas, Oasis applique des procédures bien établies (Storey et al., 1998), qui utilisent les seuils auditifs mesurés pour prédire les paramètres de la MPO. Dillon (2012) a constaté qu'avec l'utilisation de cette méthode environ 80% des sujets se trouvaient dans une plage de +/- 5 dB des niveaux de MPO acceptables pour les sujets. Des mesures supplémentaires ne sont nécessaires que pour les personnes présentant un petit conduit auditif ou une petite gamme dynamique.

Paramètres MPO apparemment bas

Une fois les transformations terminées, Oasis affiche la courbe MPO obtenue. L'écran de l'ordinateur affiche souvent des valeurs de MPO autour de 110 ou 115 dB SPL. Il peut sembler que ces valeurs présentent un risque de limitation de la courbe du gain d'entrée de 80 dB et donc de coupure de la parole. La situation est toutefois moins problématique qu'il n'y paraît. La raison réside dans la différence entre les signaux affichés dans le logiciel et ceux traités par l'aide auditive dans la vie réelle. Cette différence est illustrée sur la figure 2.

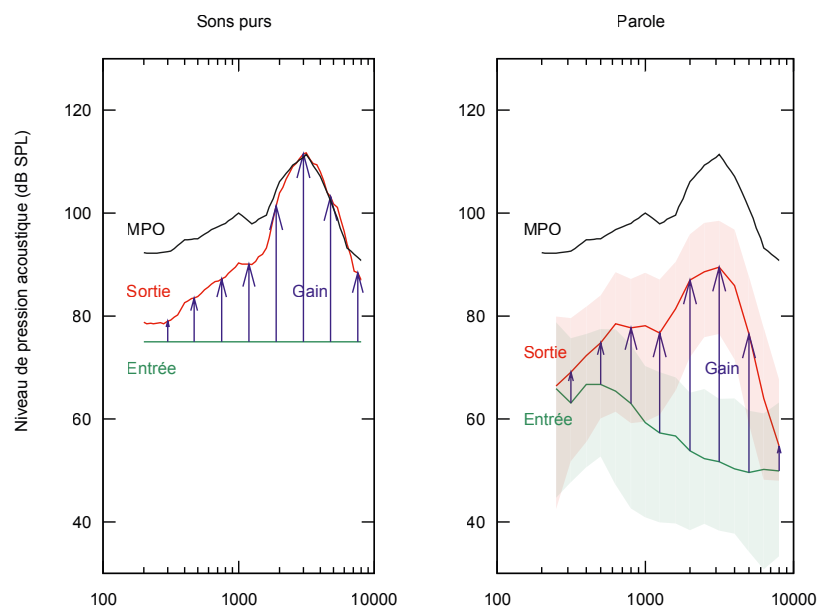


Figure 2. Signification de la courbe MPO fixe pour les sons purs à bande étroite par rapport à la parole à large bande

L'entrée de la parole à 75 dB maintient un tampon de 20 dB entre la sortie et la MPO.

Le graphique de gauche sur la figure 2 illustre la situation pour les sons purs. Avec un gain de 35 dB à 3000 Hz, une entrée de sons purs de 75 dB atteint la MPO à 110 dB SPL. Sur le graphique de droite, le résultat est différent même lorsque le gain et le niveau d'entrée sont identiques. L'entrée de la parole à 75 dB maintient un tampon de 20 dB entre la sortie et la MPO.

Deux raisons expliquent cette différence. Premièrement, la puissance d'un son pur est concentrée sur une fréquence spécifique, alors que la puissance des sons complexes est répartie sur une gamme de fréquences. Il en résulte une baisse des niveaux spectraux de la parole. Par conséquent, comme on le voit sur le graphique de droite, l'entrée de la parole (courbe verte) est toujours inférieure à l'entrée de sons purs. Ceci est vrai tant que les deux signaux possèdent une puissance totale identique.

La seconde raison est la pente spectrale de la parole. Le spectre moyen de la parole décroît dans les hautes fréquences, ce qui réduit davantage les niveaux de sortie par rapport à ceux des sons purs. Ces deux effets sont démontrés dans le signal de la parole à 75 dB sur le graphique de droite de la figure 2. Les deux graphiques utilisent les mêmes gains et niveaux d'entrée. Toutefois, en raison de l'entrée de parole intrinsèquement inférieure et des niveaux inférieurs pour la parole dans les hautes fréquences, le résultat est une sortie inférieure à celle des sons purs.

Options d'ajustement de la MPO

Que vous entriez des valeurs UCL mesurées ou sélectionnez des valeurs UCL moyennes dans Oasis, il sera parfois nécessaire d'ajuster la valeur MPO obtenue. Oasis vous offre trois options dans ce but. La première option est l'utilisation des paramètres MPO sur l'écran d'amplification dans le logiciel Oasis. Dans ce cas, vous pouvez augmenter ou diminuer la MPO de la même manière que vous le feriez pour le réglage fin du gain.

Un test d'intensité sonore avec une aide auditive permet également de révéler les paramètres MPO potentiellement faibles.

La seconde option peut être utilisée lorsque vous vous basez sur les valeurs de l'UCL dans Oasis, mais devez effectuer une adaptation pour un client, auquel les valeurs moyennes ne s'appliquent pas (un client sur cinq). Il peut par exemple s'agir d'un client avec une petite gamme dynamique. Dans ce cas, vous devez mesurer et saisir les valeurs de l'UCL dans l'audiogramme, et recommencer l'adaptation. Une approche alternative et plus facile consiste à utiliser l'option d'audiométrie in situ disponible dans Oasis et de mesurer les valeurs UCL par l'intermédiaire des aides auditives. Oasis recalculera alors la MPO sur la base des valeurs UCL mesurées sur place.

La troisième option est utilisée lorsque vous avez saisi l'UCL mesurée, mais n'êtes pas satisfait de la MPO obtenue. Dans ce cas, vous obtiendrez certainement un meilleur résultat en supprimant de l'audiogramme les valeurs UCL saisies et en recommençant le calcul avec les valeurs moyennes de l'UCL dans Oasis.

VALIDATION ET VÉRIFICATION DE LA PUISSANCE DE SORTIE MAXIMUM (MPO)

Il est maintenant temps de vérifier la MPO obtenue. Des études montrent que la vérification des paramètres de l'aide auditive est essentielle pour la satisfaction du client (Kochkin et al. 2010). Outre le gain, la vérification devrait également inclure la MPO (Valente et al., 2007). Une méthode de vérification de la MPO consiste à l'incorporer dans la mesure sur l'oreille réelle en utilisant des sons purs à 85 dB et à vérifier que la puissance maximum ne dépasse pas les valeurs UCL mesurées.

Une autre méthode consiste à effectuer un test d'intensité sonore avec une aide auditive (Mueller, 2009), en particulier le "Cox Contour Test" (Cox et al. 1997). L'un des avantages de cette procédure est qu'elle permet également de révéler les paramètres MPO potentiellement faibles.

Des mesures cliniques supplémentaires, comme par exemple les questionnaires d'auto-évaluation, aideront à détecter les problèmes causés par une forte MPO. L'intégration de ces questionnaires dans les séances de suivi permettra de mettre en évidence les problèmes liés à l'intensité sonore que les clients rencontrent dans des situations quotidiennes.

LES SONS FORTS DOIVENT RESTER FORTS, MAIS CONFORTABLES

L'adaptation des aides auditives s'apparente parfois à un exercice d'équilibre. Les utilisateurs d'aides auditives ont besoin de suffisamment de gain et de MPO, pour entendre la parole clairement. Toutefois, le dépassement des valeurs UCL pourra être source d'inconfort et d'insatisfaction.

Comme l'expérience le montre, la MPO est un aspect souvent négligé de l'adaptation, mais peut avoir un impact considérable sur la satisfaction. Nous vous recommandons de lui accorder davantage d'attention en vue d'augmenter le nombre de clients satisfaits.

Références

- American National Standards Institute. (2009). *American National Standard Specification of Hearing Aid Characteristics*, ANSI S3.22. New York: ANSI.
- Bentler, R.A. and Cooley, L.J. (2001). An examination of several characteristics that affect the prediction of OSPL90 in hearing aids. *Ear & Hearing*, 22, 58–64.
- Bentler, R.A. and Nelson, J.A. (2001). Effect of spectral shaping and content on loudness discomfort. *J AM Acad Audiol.*, 12, 462–470.
- Bentler, R.A. and Pavlovic, C.V. (1989). Comparison of discomfort levels obtained with pure tones and multitone complexes. *J. Acoust. Soc. Am.*, 86(1), 126–132.
- Cox, R.M.; Alexander, G.C.; Taylor, I.M.; and Gray, G.A. (1997). The contour test of loudness perception. *Ear & Hearing*, 18(5), 388–400.
- Dillon, H. (2012). Hearing Aids. Chapter 10. Prescribing hearing aid amplification. In *Hearing Aids*. New York: Thieme.
- Hawkins, D.B; Walden, B.E.; Montgomery, A.; and Prosek, R.A. (1987). Description and validation of an LDL procedure designed to select SSPL90. *Ear & Hearing*, 8(3), 162–169.
- International Organization for Standardization. (1998). Acoustics – Reference zero for the calibration of audiometric equipment. Part 1 – Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and supra-aural earphones. ISO 389-1 (1998), International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Kochkin, S. (2010). Marke Trak VIII: Consumer satisfaction with hearing aids is slowly increasing. *The Hearing Journal*, 61(1), 19–20, 22, 24, 26, 28, 30–32.
- Kochkin, S.; Beck, D.; Christensen, L.; Compton-Conley, C.; Fligor, B.; Kricos, P.; McSpaden, J.; Mueller, G.; Nilsson, M.; Northern, J.; Powers, T.; Sweetow, R.; Taylor, B.; Turner, R. (2010). Marke Trak VIII: The impact of the hearing healthcare professional on hearing aid user success. *The Hearing Review*, 17(4): 12, 14, 16, 18, 23, 26, 27, 28, 30, 32, 34.
- Mueller, H.G. (2009) How loud is too loud? Using loudness discomfort level measures for hearing aid fitting and verification, part 2. *Audiology Online*. Retrieved from <http://www.audiologyonline.com/articles/loud-too-using-loudness-discomfort-824>
- Mueller, H.G. and Bentler, R.A. (2005). Fitting hearing aids using clinical measures of loudness discomfort levels: an evidence-based review of effectiveness. *J Am Acad Audiol.*, 16, 461–472.
- Storey, L.; Dillon, H.; Yeend, I.; and Wigney, D. (1998). The national acoustic laboratories' procedure for selecting the saturation pressure level of hearing aids: experimental validation. *Ear & Hearing*, 29(4), 267–279.
- Valente, M.; Abrams, H.; Benson, D.; Chisolm, T.; Citron, D.; Hampton, D.; Loavenbruck, A.; Ricketts, T.; Solodar, H.; and Sweetow, R. (2007). *Guidelines for the audiologic management of adult hearing impairment*. Retrieved from <http://audiology.com/haguidelines> 2007.pdf lines 2007.pdf

Siège principal

Suisse

Bernafon AG
Morgenstrasse 131
3018 Berne
Téléphone +41 31 998 15 15
Fax +41 31 998 15 90