

■ Normalisation du *Hearing In Noise Test (HINT)* auprès d'une population francophone bilingue et d'une population anglophone

■ Standardisation of the *Hearing In Noise Test (HINT)* for a Bilingual Francophone Population and an Anglophone Population

Julie Lamothe, Chantal Gascon, Manon Larivière, Marie-France Handfield & Chantal Laroche

Abrégé

Le *Hearing In Noise Test (HINT)* a été développé pour évaluer, sous forme de seuil de réception des phrases (SRPh) mesuré en rapport signal sur bruit (S/B), l'habileté à comprendre la parole dans le silence et dans le bruit. Des normes ont déjà été établies par les concepteurs du *HINT* mais des normes « maison » sont suggérées pour chaque cabine insonorisée en raison de variations possibles des paramètres acoustiques d'une cabine à l'autre. Par ailleurs, les compétences linguistiques des individus peuvent influencer les performances au *HINT*. Ainsi, cette étude avait pour but (a) d'établir des normes pour une des cabines audiométriques du Programme d'audiologie de l'Université d'Ottawa et (b) de comparer les performances des deux populations les plus fréquentes dans la région d'Ottawa, soit les anglophones unilingues ($N = 20$) et les francophones bilingues ayant acquis l'anglais avant l'âge de 11 ans ($N = 20$). Les résultats ont démontré que pour les deux groupes de participants, le rapport S/B était plus élevé lorsque le bruit était présenté au centre, soit la même direction que la parole, que lorsqu'il vient de côté. Enfin, aucune différence significative n'a été trouvée entre les scores moyens des deux groupes. Ceci signifie qu'avec ce test, les différences linguistiques distinguant les deux groupes n'influencent pas de façon significative leur habileté à comprendre des phrases en anglais, présentées dans le bruit.

Mots-clé : perception de la parole dans le bruit, normes, audiométrie vocale, bilinguisme

Abstract

The *Hearing In Noise Test (HINT)* assesses an individual's speech recognition ability in quiet and in various noisy environments. The researchers who created the *HINT* have standardised the test but it was recommended that every clinic develop its own norms for each test booth due to variations in the acoustic properties in different booths. Furthermore, linguistic competencies may influence participant performance on the *HINT*. This study sought (a) to standardise the *HINT* for one of the audiometric booths located at the Audiology Department of the University of Ottawa, and (b) to compare the performances of two of Ottawa's main linguistic groups: unilingual anglophones ($N = 20$) and bilingual francophones having learned English before age 11 ($N = 20$). Results showed that for both groups tested, the S/N was higher when the noise was presented from the middle, the same direction as the speaker, than when the noise was presented from either side. Finally, a comparison of performance scores of the test groups revealed no significant differences. For this test, the linguistic abilities separating these two populations do not appear to have a significant effect on their ability to understand English presented in noise.

Key words: speech perception, speech perception in noise, speech audiometry, hearing, bilingualism

*Julie Lamothe, MScS
Chantal Gascon, MScS
Manon Larivière, MScS
Marie-France Handfield,
MScS
Chantal Laroche, PhD
Programme d'audiologie et
d'orthophonie
Université d'Ottawa
Ottawa, Ontario*

La capacité à comprendre la parole en présence de bruit est une des habiletés les plus importantes pour la communication, mais cette habileté est parmi les plus affectées chez les individus avec perte auditive neurosensorielle (Soli & Nilsson, 1994). En situation d'écoute bruyante, plusieurs d'entre eux ont de la difficulté à déterminer où se situe l'individu leur adressant la parole, font répéter les gens, doivent se concentrer davantage afin de comprendre les messages transmis et en bout de ligne, certains se découragent et se retirent de leurs activités sociales. Plomp (1977) a démontré que le pourcentage d'intelligibilité de la parole varie considérablement en fonction de la quantité de bruit présent dans un environnement. Ce dernier affirme que les individus avec perte neurosensorielle bilatérale nécessitent en moyenne de 5 à 15 dB de plus en terme de rapport signal sur bruit que les auditeurs normaux afin de comprendre adéquatement la parole. Ainsi, une simple variation de quelques dB est suffisante pour réduire de manière dramatique l'intelligibilité de la parole. Cette réalité s'applique également aux individus aux prises avec des troubles auditifs centraux, plus précisément les individus affichant des lacunes au niveau de la séparation figure-fond (Katz, 1994). Ces gens présentent d'importantes difficultés en présence de bruit de fond. Pour bien rendre compte de l'incapacité à percevoir correctement la parole en présence de bruit, il semble donc justifié de vouloir l'évaluer en milieu clinique. À ce jour, la plupart des tests d'intelligibilité de la parole sont effectués dans le silence, ce qui ne représente pas nécessairement les habiletés auditives de l'individu dans le bruit. Le *Hearing In Noise Test (HINT)* a été développé pour évaluer de façon plus précise cette habileté dans le silence et dans différentes conditions de bruit (Nilsson, Soli & Sullivan, 1994).

Généralement, le pourcentage d'intelligibilité de la parole dans le bruit est déterminé à partir de listes monosyllabiques présentées à différents rapports signal/bruit. Toutefois, selon Nilsson et al. (1994), il est préférable de cerner le seuil de réception de la parole (SRP), défini comme le niveau en dBA (ANSI S1.4, 1983, R1990) auquel le participant peut répéter 50% des mots. En effet, la mesure du SRP évite les scores de 100% au niveau d'écoute confortable, contournant ainsi l'effet de plafond (Nilsson et al., 1994). Par ailleurs, pour l'évaluation du SRP en clinique, des mots bisyllabiques, ou spondées, sont plus fréquemment utilisés comparativement aux phrases en raison d'une plus grande rapidité et facilité à administrer le test (Nilsson et al., 1994). Les phrases sont toutefois plus représentatives de la parole que les spondées, puisqu'elles incluent les fluctuations de niveau, les intonations, et les pauses associées à la parole

conversationnelle (Nilsson et al., 1994). Cette situation est beaucoup plus représentative du contexte naturel dans lequel interagissent les individus tant avec audition normale qu'avec une perte auditive, puisque l'apport du contexte, de la redondance des stimuli linguistiques et sémantiques du langage contribuent à l'intelligibilité de la parole (Koch, Nilsson & Soli, 1998a). De plus, le contexte des phrases contribue à l'identification des mots, et l'information spectrale contenue dans les phonèmes adjacents contribue à l'identification des sons (Kent, 1997). Nilsson et al. (1994) ont ainsi pris conscience de l'importance du besoin de matériel pour mesurer le seuil de réception des phrases (SRPh) dans le bruit. Il existe plusieurs tests utilisant des phrases comme stimuli, mais ceux-ci ne sont pas tous représentatifs de la communication naturelle (Nilsson et al., 1994). Par ailleurs, certains tests comme le *Speech Perception In Noise (SPIN)*, contiennent peu de listes de phrases et tiennent compte seulement du dernier mot de la phrase, ce qui diminue l'efficacité du test (Nilsson et al., 1994; Dubno, Dirks & Morgan, 1984).

En raison des lacunes mentionnées ci-haut, Nilsson et al. (1994) ont développé le *HINT*. Ils se sont basés sur les 336 phrases du Bamford-Kowal-Bench (BKB) développées en anglais britannique par Bench et Bamford (1979). Ils ont adapté ces phrases afin qu'elles soient appropriées pour l'anglais américain et ont égalisé la longueur des phrases pour qu'elles contiennent toutes cinq à sept syllabes. Ils ont ainsi établi 25 listes équivalentes de 10 phrases naturelles, fiables et de même niveau de difficulté.

Il a été démontré que le signal est plus facilement détecté lorsque le bruit est séparé du signal. En effet, dans le *HINT*, le SRPh est amélioré en moyenne de 6 à 7 dB lorsque le bruit provient de la gauche ou de la droite, étant séparé spatialement de la parole qui vient de l'avant. Soli et Nilsson (1994) ont noté une amélioration d'intelligibilité de la parole de 50 à 60% lorsque le bruit et le signal sont séparés.

Nilsson, Soli et Sumida (1996) ont développé des normes pour le *HINT* pour les américains anglophones. Ces auteurs n'ont toutefois pas tenu compte de l'effet du niveau d'expérience en anglais à un très jeune âge, lors de l'analyse des résultats. Comme conséquence, des SRPh plus élevés ont été notés dans toutes les conditions du *HINT*, en raison d'un manque d'expérience au niveau de la langue chez certains sujets. Les auteurs ont donc recommandé d'évaluer la compétence en anglais des participants, avant de comparer leurs résultats aux normes du *HINT*. Il a également été suggéré que les normes du *HINT* soient modifiées afin de pouvoir être utilisées avec des gens dont l'anglais n'est pas la langue maternelle (Nilsson et al., 1996). De plus, des versions du

HINT dans différentes langues (cantonais, japonais, espagnol) sont en développement dans le but d'optimiser l'utilisation de ce test avec plusieurs populations.

Certaines études portant sur le bilinguisme démontrent que même chez les bilingues très compétents en langue seconde, le temps de réponse pour des tâches d'identification est plus long que chez les unilingues (Grosjean, 1998, 1999; Mack, 1986; Magiste, 1979). Les différences de performances chez les personnes bilingues s'expliquent peut-être par de l'interférence de la langue maternelle (Hamers & Lambert, 1972) ou par une mémoire à court-terme moins efficace dans le traitement d'une langue seconde (Brown & Hulme, 1992). Nilsson et al. (1996) ont étudié l'effet du bilinguisme sur la performance au *HINT* en comparant les scores d'anglophones avec les scores de participants bilingues ayant différents niveaux de compétence en anglais langue seconde. Ils ont découvert que la performance était plus faible chez les bilingues les moins compétents en anglais, mais était égale chez les anglophones et les bilingues plus compétents en anglais. Kroll et Groot (1997) ont d'ailleurs démontré que les bilingues ayant acquis l'anglais comme langue seconde avant l'âge de 11 ans étaient aussi compétents en anglais que les anglophones. Beaucoup d'études ont porté sur la période la plus sensible à l'acquisition d'une langue seconde (Birdsong & Molis, 2001). Les auteurs ne semblent pas tous en accord et une controverse existe à ce sujet. Toutefois, Diller (1981) affirme que la plasticité neuronale liant les aspects langagiers et moteurs sont à leur maximum jusqu'à l'âge de 6 à 8 ans et c'est pour cette raison que Long (1990) soulève le fait que l'acquisition d'une langue seconde est plus efficace jusqu'à cette dite période. D'un autre côté, les travaux de Fathman (1975) ont démontré que les performances en acquisition d'une langue seconde chez des individus très jeunes sont meilleures que chez ceux qui acquièrent une deuxième langue entre l'âge de 11 et 15 ans. Pour les besoins de la présente étude, il a été jugé raisonnable d'établir un critère d'acquisition de l'anglais langue seconde à l'âge de 10 ans, soit la limite supérieure avancée par la majeure partie des études sur le sujet.

À la lueur de ces faits, il y aurait lieu de croire que ces résultats pourraient être très utiles en milieu clinique. Effectivement, en raison de la non-disponibilité de plusieurs outils traduits en une langue autre que l'anglais, il serait intéressant de pouvoir utiliser cet outil clinique avec les personnes bilingues. Cette affirmation s'applique tout particulièrement à la région d'Ottawa où un large bassin de francophones bilingues est présent et où le *HINT* en français n'est pas encore disponible.

Enfin, plusieurs personnes s'interrogent sur l'utilisation du *HINT* en condition d'écoute sous écouteurs ou en champ sonore. Les deux méthodes offrent

certaines avantages et désavantages et il importe au clinicien de juger la méthode lui convenant le mieux. Dans la présente recherche, l'évaluation en champ sonore a été la méthode privilégiée puisque celle-ci tient compte de l'amplification naturelle de l'oreille, des effets d'ombre de la tête et pallie le risque de l'effet d'occlusion engendré sous-écouteur (Koch et al., 1998a). Cependant, Nilsson et al. (1996) affirment qu'aucune norme n'est convenable pour toutes les conditions du *HINT* en champ sonore. En fait, dans cette étude, les résultats étaient différents entre les deux conditions où le bruit était séparé du signal. Normalement, les résultats sont équivalents que le bruit soit présenté à droite ou à gauche du participant. Les auteurs ont tenté d'expliquer la différence dans les résultats en faisant référence aux réflexions des ondes acoustiques par le cadre de porte de la cabine situé d'un côté du sujet (Nilsson et al., 1996). Il importe alors d'établir des normes maison pour le *HINT* pour chaque cabine insonorisée en raison de variations possibles au niveau des paramètres acoustiques (durée de réverbération, réflexions, objets quelconques etc.) d'une cabine à l'autre. Afin d'établir des normes pour une cabine en particulier, des participants avec une audition normale devront être testés (Nilsson et al., 1996).

Cette étude avait pour but d'établir des normes pour l'utilisation du *HINT* à l'intérieur de la cabine audiométrique 3070A du Programme d'audiologie du Pavillon Guindon de l'Université d'Ottawa. Dans un deuxième temps, l'étude visait à comparer les performances des deux populations les plus fréquentes dans la région d'Ottawa, soit les anglophones unilingues et les francophones bilingues (Frank, 1995). Ces deux populations ont été sollicitées dans le but d'établir des normes propres à chacune d'entre elles, afin de déterminer si les performances des deux groupes à la même tâche sont comparables. Il est anticipé que les performances des deux groupes seront similaires et qu'une application des résultats sera possible à la population de la région d'Ottawa ou à d'autres régions présentant un bassin de population équivalent. Il est possible de soutenir cette affirmation si la population des francophones bilingues a acquis l'anglais en bas-âge, soit avant la période sensible à l'acquisition d'une langue seconde. Cette normalisation est effectuée en vue d'utiliser le *HINT* comme outil clinique et de recherche.

Méthode

Participants

Quarante participants ont participé à la présente étude et ces derniers ont été sélectionnés sur la base des critères suivants : a) des seuils d'audition égaux ou inférieurs à 15 dB HL de 250 Hz à 4000 Hz, à 20 dB HL

pour 6000 Hz, et à 25 dB HL pour 8000 Hz, bilatéralement, b) aucune asymétrie; une asymétrie se traduit par une différence de 15 dB à trois fréquences testées ou une différence de 25 dB à une fréquence, entre les deux oreilles, c) aucune différence plus grande que 20 dB entre deux fréquences adjacentes d'une même oreille, d) un examen otoscopique normal (bonne intégrité du conduit auditif externe), e) un tympanogramme normal et f) une histoire otologique négative.

Quarante participants (21 hommes et 19 femmes, âge moyen de 24,1 ans, variant entre 19 et 30 ans) ont été testés avec le *HINT*. Une limite de 30 ans a été choisie en raison de la diminution des capacités d'identification de la parole avec l'âge, due principalement à la presbycusie centrale (Hanks & Johnson, 1998; Katz, 1994). Les participants se subdivisent en deux groupes, soit 20 participants ayant l'anglais comme langue maternelle et langue d'usage dominante (13 hommes et 7 femmes, âge moyen de 24,5 ans variant entre 19 et 30 ans), et 20 participants bilingues de langue maternelle française étant très compétents en anglais (8 hommes et 12 femmes, âge moyen de 23,7 ans variant entre 21 et 28 ans). Ces deux groupes ont été choisis en fonction d'un questionnaire évaluant le niveau réel de bilinguisme de chaque participant. Ces questionnaires non publiés ont été mis au point par Roberts, Garcia, Desrochers et Hernandez (1999a, b). Les questions portent, entre autres, sur les langues utilisées dans la famille, à l'école et au travail. Plusieurs questions portent sur le niveau de compréhension et d'expression dans différentes langues (français, anglais, espagnol, autres), sur une échelle de 1 à 10. Les critères de sélection pour le groupe de francophones bilingues sont les suivants : a) apprentissage de l'anglais avant l'âge de 11 ans, b) score minimal de 7 en compréhension et en expression de l'anglais et du français, c) score maximal de 4 en compréhension et en expression d'autres langues et d) réponses positives aux questions 22 (*Can you understand the radio news in : English, French, Spanish, other?*) et 23 (*Can you describe your job/hobbies in : English, French, Spanish, Other?*) du questionnaire d'histoire linguistique pour le français et pour l'anglais. Les critères de sélection pour le groupe d'anglophones sont les suivants : a) score maximal de 4 en compréhension et en expression pour toute langue autre que l'anglais et b) réponses positives aux questions 22 et 23 du questionnaire d'histoire linguistique pour l'anglais et réponses négatives à ces questions pour toute autre langue.

Matériel

Pour l'évaluation audiolinguistique de dépistage, les participants ont été évalués dans une salle audiométrique IAC de la série 1200-A. Le bruit ambiant était conforme

à la norme ANSI S3.1-1991. Un otoscope, un impédancemètre GSI-38 Autotyp, et un audiomètre GSI-10 muni d'écouteurs TDH Telephonics 50P ont été utilisés pour évaluer les participants. Le *HINT* a eu lieu dans la même salle audiométrique et à l'aide du même audiomètre que pour l'évaluation de dépistage. Deux haut-parleurs de type Realistic minimus 3.5 (15 W; input de 8 Ohms), ayant la même réponse en fréquence, ont été utilisés pour le *HINT*. Le calibrage des haut-parleurs s'est effectué à l'aide d'un sonomètre Brüel & Kjaer 2235, muni d'un microphone Brüel & Kjaer 4176 de 1/2 pouce. Le sonomètre a été étalonné à l'aide d'un pistonphone Brüel & Kjaer 4228. De plus, un lecteur de disque compact Sony CDP-X339ES avec un amplificateur Techron 5507 Power ont été utilisés, afin de présenter le matériel du *HINT*. Le disque compact du *HINT* est constitué de 25 listes de 10 phrases de langue anglaise ayant 5 à 7 syllabes chacune. Les phrases du *HINT* ont été enregistrées à débit constant, avec une voix masculine et relèvent d'un niveau de lecture de première année (Koch et al., 1998b).

Procédure

Le circuit vocal de l'audiomètre a d'abord été calibré avec un son hululé de 1000 Hz. Ensuite, les haut-parleurs ont été calibrés avec le sonomètre selon la procédure du *HINT*, de façon à ce que le niveau de bruit lu sur le sonomètre, à la position de la personne testée, soit de 65 dBA (ANSI S1.4, 1983, R1990). Le niveau mesuré avec le sonomètre ne devait pas varier de plus de 0,5 dB entre les deux haut-parleurs.

Les participants ont été recrutés dans l'entourage immédiat des étudiantes responsables du projet, des étudiantes de première et de deuxième année du programme d'audiologie et d'orthophonie et à l'aide d'affiches dans certains pavillons de l'Université d'Ottawa. Chaque participant devait signer un formulaire de consentement après avoir lu attentivement la lettre d'information. Ces deux documents ont été rédigés en anglais puisque la totalité de l'évaluation (soit du moment où le participant a été contacté jusqu'au moment où ce dernier a quitté les lieux de l'expérimentation) devait se dérouler seulement dans la langue de passation du test, pour les deux groupes. Cette décision peut être soutenue par les travaux de Grosjean (1998, 1999) qui démontrent qu'un délai de réponse est introduit lorsqu'on demande à un individu d'utiliser deux langues lors d'une tâche. En raison de ces faits, il a été jugé préférable d'uniformiser la procédure en n'utilisant que la langue anglaise comme moyen de communication afin de minimiser ce biais.

Tous les participants devaient aussi répondre, sous forme d'entrevue, à un questionnaire d'histoire linguistique. Si les réponses au questionnaire correspon-

daient aux critères déterminés, le participant pouvait passer à la prochaine étape.

Cette étape consiste en une évaluation audiolinguistique de dépistage. Un questionnaire a été complété pour obtenir l'histoire otologique de chaque participant. Le conduit auditif externe a été examiné à l'aide d'un otoscope, et l'intégrité de l'oreille moyenne a été vérifiée avec l'impédancemètre GSI-38. Ensuite, l'évaluation audiométrique a été effectuée avec l'audiomètre GSI-10 aux fréquences fixes de 250 Hz à 8000 Hz, incluant les inter-octaves 3000 et 6000 Hz, selon la méthode ascendante-descendante de Hughston-Westlake (Katz, 1994). Si les résultats correspondaient aux critères, le participant pouvait passer au test *HINT* proprement dit. Par ailleurs, si une anomalie avait été découverte, le participant aurait été référé aux services appropriés.

Pour le *HINT*, le participant était placé au centre de la cabine audiométrique, à un mètre des deux haut-parleurs. L'orientation des deux haut-parleurs formait un angle horizontal de 90°. Le test était répété sous les quatre conditions suivantes : a) les phrases dans le silence, présentées à 0° azimuth (de l'avant), b) les phrases dans un bruit venant de 0° azimuth (de l'avant), c) les phrases dans un bruit venant de 90° azimuth (de la droite) et d) les phrases dans un bruit venant de 270° azimuth (de la gauche). Dans les trois dernières conditions, les phrases ont toujours été présentées à 0° azimuth, donc venant de l'avant.

Dix phrases ont été présentées à chacune des conditions, la première condition étant celle dans le silence, et les trois autres ont été présentées aléatoirement. Ensuite,

les quatre conditions ont été répétées après une pause. Ceci représente un total de quatre-vingt phrases par participant. L'ordre des listes de phrases était aléatoire. Le niveau de pression acoustique des phrases a été modifié suivant la méthode des limites spécifiée par le protocole du *HINT* afin de déterminer le SRPh, c'est-à-dire le niveau auquel le participant répète 50% des phrases correctement. Un bruit de parole de 65 dBA (ANSI S1.4, 1983, R1990) a été utilisé et la présentation de celui-ci variait en azimuth selon la condition testée. Une durée maximale d'une heure et demie a été prévue pour compléter l'ensemble des tests.

Résultats

Description des résultats

En premier lieu, la moyenne et l'écart-type des SRPh obtenus pour chaque présentation (1 et 2) des quatre conditions d'écoute sont calculés séparément pour chacun des deux groupes de participants. Les scores moyens et les écarts-type obtenus par le groupe des francophones bilingues ($n = 20$) et ceux du groupe des anglophones unilingues ($n = 20$) pour la condition « silence » et pour les trois conditions qui ont eu lieu dans le bruit se retrouvent au Tableau 1. Dans le silence, le SRPh correspond à un niveau dBA (ANSI S1.4, 1983, R1990), tandis que dans le bruit, il correspond à un rapport signal/bruit exprimé en dB.

Analyse des résultats

Le logiciel SAS a été utilisé pour les analyses statistiques. Des analyses ANOVA ont été faites pour la

Tableau 1

Moyenne et écart-type des SRPh pour les francophones bilingues ($n = 20$) et les anglophones ($n = 20$) de la région d'Ottawa, pour les deux présentations (1 et 2) de chaque condition d'écoute

| Condition d'écoute | | Francophones bilingues | | Anglophones | |
|----------------------------------|---|------------------------|------------|----------------------|------------|
| | | Moyenne (dBA ou S/N) | Écart-type | Moyenne (dBA ou S/N) | Écart-type |
| Silence | 1 | 14,70 | 3,41 | 15,01 | 3,33 |
| | 2 | 14,53 | 3,42 | 14,09 | 3,07 |
| Bruit venant de la gauche (270°) | 1 | -7,74 | 2,29 | -7,75 | 1,50 |
| | 2 | -7,53 | 2,51 | -8,85 | 1,99 |
| Bruit venant du centre (0°) | 1 | -1,20 | 1,75 | -2,29 | 1,47 |
| | 2 | -1,92 | 1,87 | -2,66 | 1,41 |
| Bruit venant de la droite (90°) | 1 | -9,52 | 2,95 | -9,29 | 1,76 |
| | 2 | -10,31 | 2,22 | -10,02 | 1,68 |

condition de silence et ensuite pour les conditions de bruit. Ces analyses visaient à vérifier s'il y avait des interactions entre les différentes variables et s'il y avait un effet de chacune des variables prises individuellement. Le Tableau 2 présente les résultats des analyses. Les valeurs de p pour les conditions de bruit indiquent qu'il y a un effet de la condition ($F(2,120) = 363.05, p < 0.0001$) et des sujets par groupes ($F(38,1200) = 2.02, p = 0.0022$). Toutefois, il n'y a pas d'interaction entre les conditions de bruit et les sujets à l'intérieur des groupes ($F(76,120) = 1.07, p = 0.3655$). Ainsi, la position du bruit par rapport à la parole a un effet significatif sur le seuil de réception des phrases, mais la différence entre les deux groupes (anglophones vs. francophones bilingues) n'est pas significative.

En ce qui a trait à la condition de silence, la différence entre les deux populations n'est pas significative ($F(1,40) = 0.005, p = 0.9433$), mais la différence est significative d'une personne à l'autre à l'intérieur des deux groupes ($F(38,40) = 6.56, p < 0.0001$).

Compte tenu que la différence entre les individus ne présente pas d'attrait particulier, le seul autre élément à investiguer est celui des différences entre les conditions de bruit. En utilisant les intervalles de confiance, on peut déterminer quelles différences sont significatives. Comme

il faut procéder à plusieurs comparaisons, on se doit d'ajuster le niveau de confiance de façon à ce que le niveau de confiance global soit contrôlé. Pour ce faire, il faut avoir recours à l'ajustement de Bonferroni (Duncan, Knapp & Miller, 1983). Trois comparaisons présentent un attrait, soit la différence entre la condition bruit droite-bruit centre, bruit gauche-bruit centre et bruit droite-bruit gauche. Pour un groupe d'intervalle de confiance (IC) avec un niveau de confiance global de 0.95, ce niveau est ramené à 0.992 pour chacune des comparaisons. Ainsi, à partir du Tableau 2, on peut déterminer la valeur t qui servira aux différents calculs ($t_{76,0.992} = 2.464$), calculer les moyennes pour chacune des conditions et calculer les intervalles de confiance (IC) pour chacune des comparaisons. Les valeurs sont de (IC : -6.69, -5.21) pour la comparaison bruit gauche – bruit centre, de (IC : 1.08, 2.56) pour bruit gauche – bruit droit et de (IC : 7.03-8.51) pour bruit centre – bruit droit. Comme aucun des intervalles de confiance ne contient la valeur 0, on peut affirmer qu'il y a une différence significative entre les moyennes des trois conditions, mais cette différence est beaucoup moindre entre bruit gauche-bruit droit.

En résumé, il n'y a pas de différence significative entre les scores moyens des francophones bilingues et

Tableau 2
Analyses de variance pour les conditions de bruit (A) et la condition de silence (B) pour les 20 participants francophones et les 20 participants francophones bilingues

| (A) Conditions de bruit | | | | | |
|--|-----|----------|----------|--------|----------|
| Sources de variations pour le bruit | DF | SS | MS | F | p |
| Conditions de bruit | 2 | 2640.878 | 1320.439 | 363.05 | < 0.0001 |
| Groupes | 1 | 11.54571 | 11.54571 | 1.68 | 0.2021 |
| Participants par groupes | 38 | 260.4135 | 6.852986 | 2.02 | 0.0022 |
| Conditions de bruit x groupes | 2 | 15.24921 | 7.624607 | 2.10 | 0.1300 |
| Conditions de bruit x participants par groupes | 76 | 276.4186 | 3.637086 | 1.07 | 0.3655 |
| Erreur | 120 | 407.7328 | 3.397773 | | |
| Total | 239 | 3612.238 | | | |
| (B) Condition de silence | | | | | |
| Sources de variations pour le silence | DF | SS | MS | F | p |
| Groupes | 1 | 0.098 | 0.098 | 0.005 | 0.9433 |
| Participants par groupes | 38 | 725.46 | 19.09105 | 6.56 | < 0.0001 |
| Erreur | 40 | 116.45 | 2.91125 | | |
| Total | 79 | 842.008 | | | |

Tableau 3

Normes du *HINT* obtenues pour le groupe combiné des francophones bilingues et des anglophones unilingues de la région d'Ottawa ($n = 40$)

| Condition | Limite inférieure (dB) | Limite supérieure (dB) |
|----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Silence | 8,57 | 20,64 |
| Bruit venant de la gauche (270°) | -11,40 | -4,53 |
| Bruit venant du centre (0°) | -4,35 | 0,31 |
| Bruit venant de la droite (90°) | -13,21 | -6,36 |

ceux des anglophones unilingues. Pour établir les normes du *HINT* de la région d'Ottawa, les résultats des deux groupes de participants peuvent donc être combinés afin de former des normes communes pour les deux populations. Ces normes pour chaque condition d'écoute ont été définies en utilisant la moyenne des SRPh obtenus par les 40 participants plus ou moins 2 écarts-types. Le Tableau 3 et la Figure 1 représentent les normes obtenues pour la présente étude.

Discussion

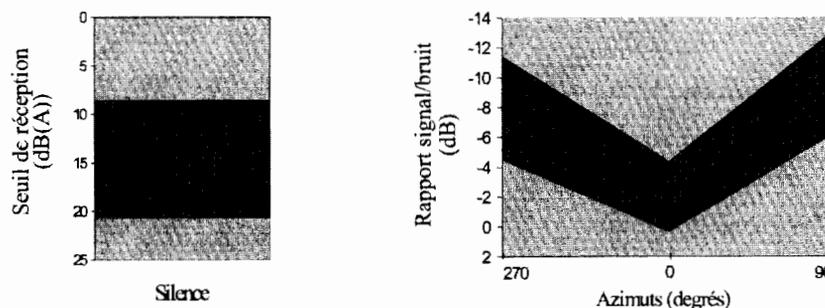
Sur la base des résultats, il est plus difficile de comprendre la parole lorsque le bruit vient du centre que lorsqu'il vient des côtés. Ceci concorde avec la prémisse que la compréhension est facilitée lorsque les sources du signal et du bruit sont séparées (Katz, 1994). En fait, les différences interaurales de temps et de niveaux induites par la séparation de la parole et du bruit sont utilisées par le système auditif pour extraire la parole et supprimer le bruit, améliorant ainsi les performances. Autrement dit, lorsque la parole et le bruit sont à 0° azimut, les S/B sont identiques, alors que dans les conditions où le bruit est à gauche ou à droite et que la parole est devant, les rapports S/N sont différents de chaque côté de la tête du sujet. L'oreille controlatérale au bruit a un meilleur S/N que l'oreille ipsilatérale, ce qui favorise

une meilleure compréhension des phrases. Nilsson et al. (1996) ont mesuré les différences interaurales sur un mannequin KEMAR pour les deux conditions de bruit de côté et ont mis en évidence des valeurs pouvant atteindre entre 5 et 37 dB. De telles mesures n'ont pas été faites dans la présente étude, mais on peut affirmer que le même phénomène s'est produit et que cela explique les différences entre les conditions de bruit gauche ou droite et celle du centre.

Il était anticipé que les performances seraient égales pour le bruit à gauche et pour le bruit à droite, mais il a été démontré que la tâche était plus facile lorsque le bruit était présenté à droite. L'analyse ANOVA a démontré que cette différence est significative. Cette particularité pourrait possiblement être expliquée par de très petites différences entre les haut-parleurs lors du calibrage, ou par une latéralité des participants, quoique les différences entre les moyennes des seuils audiométriques de gauche et de droite sont inférieures à 2 dB. Une autre explication pourrait être reliée aux caractéristiques acoustiques de la cabine, comme dans l'étude de Nilsson et al. (1996) où le cadre de la porte a produit plus de réverbérations d'un côté des participants. Toutefois, dans le cas de Nilsson et al. (1996) les performances étaient meilleures lorsque le bruit provenait de la gauche. Pour ce qui est de la présente étude, il est possible qu'une différence de calibrage ou

Figure 1

Valeurs normatives du *HINT* pour la région d'Ottawa ($n = 40$). SRPh dans le silence en dBA et rapports signal / bruit pour chacune des conditions d'écoute, soit le bruit à droite (90°), le bruit au centre (0°) et le bruit à gauche (270°)



encore une position des objets présents dans la cabine audiométrique qui influencerait les caractéristiques acoustiques aient favorisé la condition « bruit à droite » plutôt que la condition « bruit à gauche ». Par conséquent, les résultats varient selon le lieu du test et militent en faveur d'une collecte de données normatives pour chacun des lieux.

Pour ce qui est de la question linguistique, il n'existe pas une définition universelle du bilinguisme, et il est encore plus difficile de trouver des façons d'évaluer le bilinguisme lorsqu'il est impossible de le définir. Il a été jugé convenable d'administrer un questionnaire afin d'évaluer les niveaux de compréhension et d'expression langagières des participants. Toutefois, une telle évaluation a ses limites. Par exemple, les critères choisis étaient quelque peu arbitraires, puisqu'il n'y a pas de méthode standard pour évaluer le bilinguisme. De plus, les réponses des participants étaient subjectives. C'est-à-dire, deux participants auraient pu avoir des habiletés équivalentes d'expressions dans une langue mais se donner des scores très différents. La détermination des critères de bilinguisme, et l'évaluation des capacités langagières étaient des tâches difficiles et il y aurait certainement lieu de poursuivre la recherche dans ce domaine.

L'analyse des données a démontré que les résultats étaient les mêmes chez les francophones bilingues répondant à nos critères que chez les anglophones. Il serait intéressant d'étudier si de telles normes seraient aussi équivalentes entre des anglophones et des populations bilingues ayant l'anglais comme langue seconde mais une langue autre que le français comme langue maternelle et répondant aux mêmes critères de bilinguisme. Si oui, ceci voudrait dire que le HINT pourrait être administré chez ces populations en utilisant les normes « maison » obtenues auprès de participants anglophones seulement. Il ne serait donc pas nécessaire d'établir des normes pour chaque population linguistique.

En guise de conclusion, le HINT s'avère être un excellent outil clinique. Ce dernier constitue un bon complément à l'audiogramme lors de l'évaluation de l'intelligibilité de la parole dans le bruit. Le HINT pourrait aussi s'avérer très utile afin d'établir des critères d'embauche pour certaines professions, par exemple, les pompiers, les policiers ou les officiers de la marine nécessitant tous de bien percevoir des messages sonores en présence de bruit de fond.

Remerciements

Cette recherche a été réalisée pour satisfaire à une des exigences de la maîtrise Sciences de la Santé spécialisée en

Audiologie à l'Université d'Ottawa. En premier lieu, nous tenons à remercier notre superviseur, la Professeure Chantal Laroche, pour sa générosité, son appui soutenu et ses utiles conseils à toutes les étapes de ce projet. Notre reconnaissance va également à Jayne Pivik et Clayton Block pour leur contribution au traitement statistique des données recueillies. De plus, un remerciement tout particulier au Professeur Christian Giguère, directeur du département d'Audiologie et d'Orthophonie, pour sa collaboration à l'obtention spécifique de renseignements concernant l'utilisation d'équipements, ainsi qu'à la Professeure Patricia Roberts, pour son expertise et ses conseils judicieux quant aux méthodes d'évaluation en matière de bilinguisme. Nous tenons aussi à souligner la grande générosité de l'Association des Barbershoppers de l'Ontario pour son soutien financier apporté à cette recherche, ce qui fut grandement apprécié. Enfin, nous aimerions offrir notre gratitude à tous les participants s'étant prêtés à la présente étude pour leur contribution à l'épanouissement de la recherche en Audiologie.

Prière d'envoyer toute correspondance à Chantal Laroche, PhD, Programme d'audiologie et d'orthophonie, Université d'Ottawa, 451 chemin Smyth, #3062, Ottawa, Ontario K1H 8M5.
courriel : claroche@uottawa.ca

Références

- ANSI S1.4 (1983, R1990). *Specification for sound level meters*. New York: American National Standards Institute.
- Bench, J., & Bamford, J. (1979). *Speech-hearing tests and the spoken language of hearing-impaired children*. London: Academic Press.
- Birdsong, D., & Molis, M. (2001). On the evidence for maturational constraints in second-language acquisition. *Journal of Memory & Language*, 44, 235-249.
- Brown, G. D. A., & Hulme, C. (1992). Cognitive psychology and second language processing: The role of short-term memory. In R. J. Harris (Ed.), *Cognitive processing in bilinguals* (pp. 105-121). Amsterdam: Elsevier.
- Diller, K. (1981). Natural methods of foreign language teaching: Can they exist? What criteria must they meet? In H. Winnitz (Ed.), *Native language and foreign language acquisition*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 379, 75-91.
- Dubno, J. R., Dirks, D. D., & Morgan, D. E. (1984). Effects of age and mild hearing loss on speech recognition in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76, 87-96.
- Duncan, R. C., Knapp, R. G., & Miller, M. C. (1983). *Introductory biostatistics for the health sciences*. John Wiley & Sons, New York.
- Fathman, A. K. (1975). The relationship between age and second language learning ability. *Language Learning*, 25, 245-253.
- Frank, J. (1995). Canada's National Capital Region: A profile of Ottawa-Hull. *Canadian Social Trends*, 20-25.
- Grosjean, F. (1998). Studying bilinguals: Methodological and conceptual issues. *Bilingualism Language and Cognition*, 131-149.
- Grosjean, F. (1999). The bilingual's language modes. In J. L. Nicol (Ed.), *One mind, two languages: Bilingual language processing*. Oxford: Blackwell.
- Hammers, J. F., & Lambert, W. E. (1972). Bilingual interdependencies in auditory perception. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 303-310.

- Hanks, W. D., & Johnson, G. D. (1998). HINT list equivalency using older listeners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 1335-1340.
- Katz, J. (1994). *Handbook of clinical audiology* (4th ed.). Baltimore, MD : Williams & Wilkins.
- Kent, R. D. (1997). *The speech sciences*. San Diego, CA: Singular.
- Koch, D. B., Nilsson, M. J., & Soli, S. D. (1998a). *Binaural hearing*. Los Angeles: House Ear Institute.
- Koch, D. B., Nilsson, M. J., & Soli, S. D. (1998b). *Using the HINT test on compact disk*. Los Angeles: House Ear Institute.
- Kroll, J. F., & de Groot, A. M. B. (1997). Lexical and conceptual memory of bilingual: Mapping form in two languages. In A. M. B de Groot & J. F. Kroll (Eds.), *Tutorial in bilingualism: Psycholinguistic perspectives* (pp. 169-199). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Long, M. (1990). Maturation constraints on language development. *Studies in second language acquisition*, 12, 251-285.
- Mack, M. (1986). A study of semantic and syntactic processing in monolinguals and fluent early bilinguals. *Journal of Psycholinguistic Research* 15, 463-88.
- Magiste, E. (1979). The competing language systems of the multilingual: A developmental study of decoding and encoding processes. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 18, 79-89.
- Nilsson, M., Soli, S. D., & Sumida, A. (1996). A definition of normal binaural sentence recognition in quiet and noise. *House Ear Institute*, 1-13.
- 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 Acoustical Society of America*, 95, 1085-1099.
- Plomp, R. (1977). Acoustical aspects of cocktail parties, *Acustica*, 38, 186-191.
- Roberts, P., Garcia, L., Desrochers, C., & Hernandez, D. (1999a). *BNT-intake form for all subjects*. Internal document, Audiology and Speech-Language Pathology Program, University of Ottawa.
- Roberts, P., Garcia, L., Desrochers, C., & Hernandez, D. (1999b). *Language history questionnaire for Boston naming test studies*. Internal document, Audiology and Speech-Language Pathology Program, University of Ottawa.
- Soli, S. D., & Nilsson M. (1994). Assessment of communication handicap with the HINT. *Hearing Instruments*, 45, 2.

Manuscrit reçu : le 23 septembre 2001

Accepté : le 22 février 2002

