

- **Adaptation du HINT (Hearing in Noise Test) pour les enfants francophones canadiens et données préliminaires sur l'effet d'âge**
- **Adapting the HINT (Hearing in Noise Test) for Canadian Francophone children, and preliminary data on the effects of age**

Chantal Laroche, Véronique Vaillancourt, Chantale Melanson, Marie-Eve Renault, Chantal Thériault, Sigfrid D. Soli, Christian Giguère

Abrégé:

Les buts de la présente étude étaient de développer une version du HINT pour enfants francophones canadiens et, dans le cadre d'un projet pilote, d'évaluer l'effet d'âge sur les seuils de reconnaissance de phrases (SRPh). Le HINT pour enfants comporte 17 listes de 10 phrases phonémiquement équilibrées, développées à partir du matériel du HINT francophone pour adultes qui est lui-même basé sur un vocabulaire accessible aux enfants de 6 ans (Vaillancourt & Mayer, 2002). Afin de s'assurer que tel est vraiment le cas, seules les phrases qui ont été correctement répétées par un groupe d'enfants dont l'âge moyen était de 5 ans ont été retenues pour former le corpus final de la version pour enfants. Une vérification de l'équivalence des listes n'a révélé aucune différence significative entre les listes. Quant à l'effet d'âge, une analyse de la variance a confirmé un effet significatif lorsque des groupes d'enfants âgés de 6 ans, 7 ans, 8 ans et 9 ans étaient comparés entre eux, ainsi qu'à de jeunes adultes. L'amélioration des seuils de reconnaissance de phrases en fonction de l'âge sera davantage explorée dans une étude qui visera le développement d'un protocole de normalisation.

Abstract

This paper describes the development of a children's version of the French HINT and reports the results of a preliminary study exploring the effect of age on speech recognition thresholds for sentences. The French HINT for children consists of 17 phonemically balanced lists of 10 sentences, derived from the original material of the French HINT (Vaillancourt & Mayer, 2002), which is based on vocabulary appropriate for 6-year-old children. In order to ensure that this is the case, only those sentences repeated correctly by a group of children with a mean age of 5 years were selected to form the final sentence set. No significant difference was revealed between the various lists when tested for equivalence. Regarding the influence of age on speech recognition thresholds, an ANOVA showed a significant effect when groups of children with a mean age of 6, 7, 8 and 9 years were compared among the various groups and to young adults. The improvement in speech recognition thresholds with age will be further explored in a study on the development of a normative protocol.

Mots Clés: HINT, reconnaissance de la parole, test de perception de la parole dans le bruit, outils d'évaluation, enfants

Key Words: HINT, speech recognition, speech perception in noise test, evaluation tools, children.

Chantal Laroche, Ph.D.
Programme d'audiologie et
d'orthophonie
Université d'Ottawa
Ottawa, Ontario Canada

Véronique Vaillancourt,
M.Sc.S.
Programme d'audiologie et
d'orthophonie
Université d'Ottawa
Ottawa, Ontario Canada

**Chantale Melanson,
Marie-Eve Renault et
Chantal Thériault,**
Étudiantes à la maîtrise
Programme d'audiologie et
d'orthophonie
Université d'Ottawa
Ottawa, Ontario Canada

Sigfrid D. Soli, Ph.D.
House Ear Institute
Los Angeles, California USA

Christian Giguère,
Ph.D.(Ing.)
Programme d'audiologie et
d'orthophonie
Université d'Ottawa
Ottawa, Ontario Canada

Introduction

Le matériel vocal le plus fréquemment utilisé en audiologie clinique est composé principalement de mots (monosyllabes et spondées), malgré qu'un certain nombre de tests soient basés sur des phrases. Bosman (1989) et Brandy (2002) font état de l'évolution de l'audiométrie vocale au cours des dernières décennies et précisent que l'utilisation de mots ou de phrases comme matériel vocal dépend de l'objectif que se fixe l'évaluateur. En général, deux objectifs principaux sont visés par les tests d'audiométrie vocale effectués en clinique, peu importe la langue utilisée. Le premier vise à préciser un diagnostic, soit en établissant la nature de la perte auditive (ex. pourcentage de reconnaissance de mots) ou en confirmant les résultats de l'audiométrie tonale (ex. mesure du seuil de reconnaissance de la parole). A titre d'exemple, Lebel et Picard (1995) ont développé le Test de seuil vocal en images (TSVI) pour les enfants français québécois. Le deuxième objectif de l'audiométrie vocale est d'évaluer les capacités auditives fonctionnelles, dans le but de prédire les performances de l'individu dans des situations de vie quotidienne.

Dans un cadre diagnostique, la faible redondance du matériel vocal est désirée afin de limiter l'influence des facteurs linguistiques sur les résultats obtenus. Les monosyllabes ou dissyllabes sont alors privilégiés puisqu'ils offrent à l'individu des indices d'ordre sémantiques et non pas syntaxiques (Bosman, 1989). Par contre, dans le contexte d'une évaluation des capacités fonctionnelles, le matériel vocal optimal consiste en des phrases entières afin de permettre une meilleure estimation de la reconnaissance de la parole dans la vie de tous les jours (Bosman, 1989). En effet, l'écoute au quotidien implique la reconnaissance de phrases et non de mots isolés dans un grand nombre de situations.

La compréhension de la parole en présence de bruit est par ailleurs l'une des fonctions les plus importantes qui relève du système auditif et est cruciale pour la communication. Cette habileté est particulièrement compromise chez les personnes âgées (Dubno, Dirks, & Morgan, 1984) et celles souffrant d'une perte auditive neurosensorielle (Dubno et al., 1984; Nilsson, Soli, & Sumida, 1996; Soli & Nilsson, 1994). L'écoute dans le bruit représente un obstacle considérable pour les utilisateurs d'aides auditives (Cox, Gray & Alexander, 2001). De plus, les personnes atteintes d'une perte auditive neurosensorielle requièrent un rapport signal sur bruit plus élevé que celles dont l'acuité auditive est normale, et ce, pour atteindre le même degré de reconnaissance de la parole (Bronkhorst & Plomp, 1990; Dubno et al, 1984; Gelfand, Ross, & Miller, 1988; Plomp, 1977; Rowland, Dirks, Dubno, & Bell, 1985).

Paradoxalement, les tests traditionnels pour évaluer l'audition, tels que la mesure des seuils de détection de sons purs, sont parmi les méthodes les plus fréquemment employées pour décrire les difficultés auditives, malgré qu'ils ne permettent pas de prédire avec précision les capacités de reconnaissance de la parole dans le bruit

(Killion & Niquette, 2000; Nilsson, Soli, & Sullivan, 1994). Quelques tests ont été développés pour pallier ce manque, notamment, le Speech Perception In Noise Test (SPIN) (Kalikow, Stevens, & Elliot, 1977) et le Connected Speech Test (Cox, Alexander, & Gilmore, 1987). Cependant, ces derniers comportent plusieurs limites (Nilsson et al., 1994; Soli & Nilsson, 1994). Entre autres, des pourcentages de reconnaissance de la parole sont habituellement déterminés pour des niveaux fixes de parole et/ou de bruit, et sont alors contraints à des effets de plafond et de plancher (MacLeod & Summerfield, 1987; Nilsson et al., 1994).

Les seuils de reconnaissance de la parole (SRP) ne sont passés soumis à ces effets et constituent souvent une meilleure alternative aux pourcentages de reconnaissance de la parole (Nilsson et al., 1994). Afin de les mesurer, des listes de mots monosyllabiques ou de spondées sont souvent utilisées. Toutefois, ce matériel vocal ne s'apparente pas au langage naturel de communication avec, notamment, les intonations et les pauses qui lui sont propres (Nilsson et al., 1994). Il importe que les habiletés de communication réceptive soient évaluées au moyen de matériel représentatif de véritables situations de communication (Bell & Wilson, 2001). Ainsi, tel que mentionné précédemment, les phrases sont davantage représentatives du langage naturel que les mots et les spondées isolés.

Dans la perspective d'évaluer la perception de la parole dans des conditions de communication plus naturelles, l'utilisation de phrases pour mesurer des seuils de reconnaissance de la parole (SRP) a été exploitée dans plusieurs langues (Dubno et al., 1984; Gelfand et al., 1988; Hagerman, 1982; Hagerman, 1984; Killion & Niquette, 2000; Laurence, Moore, & Glasberg, 1983; MacLeod & Summerfield, 1987; MacLeod & Summerfield, 1990; Plomp & Mimpen, 1979). En ce qui concerne l'anglais américain, Nilsson et al. (1994) ont développé le Hearing in Noise Test (HINT) à partir des phrases du Bamford-Kowal-Bench (BKB) (Bench, Kowal, & Bamford, 1979). Ces phrases, développées initialement pour être utilisées avec des enfants britanniques, ont été révisées dans le but d'éliminer toute référence à l'anglais britannique et d'uniformiser la longueur des phrases en six ou sept syllabes. Par la suite, des versions additionnelles de ce test ont été développées dans plusieurs autres langues selon les mêmes principes, incluant le français canadien (Vaillancourt & Mayer, 2002; Vaillancourt, Mayer, Laroche, Basque, Nali, Eriks-Brophy, Soli & Giguère; 2005) pour lequel des normes ont été établies sous écouteurs (Basque & Nali, 2002).

Le HINT évalue l'audition fonctionnelle binaurale par l'entremise d'une méthode adaptative pour mesurer la reconnaissance de la parole dans le silence et dans diverses conditions de bruit. Les résultats sont présentés sous forme de seuils de reconnaissance de phrases (SRPh), soit le niveau de présentation auquel l'individu peut répéter correctement 50% des phrases présentées.

Le HINT pour adultes comporte 12 listes de 20 phrases, équilibrées phonémiquement (distribution équivalente

des phonèmes entre les listes) et selon un degré de difficulté de reconnaissance dans le bruit (Nilsson et al., 1994). Un seuil de reconnaissance de phrases est mesuré dans quatre conditions distinctes, celles-ci étant définies par la présence ou l'absence de bruit et par la position spatiale du bruit par rapport au signal qui provient toujours directement de l'avant (0° azimuth). Les quatre conditions sont: 1) les phrases dans le silence, 2) les phrases dans un bruit venant de l'avant (0° azimuth), 3) les phrases dans un bruit venant de la droite (90° azimuth) et 4) les phrases dans un bruit venant de la gauche (270° azimuth) (Nilsson et al., 1996; Soli, 1998). Le bruit demeure constant à 65 dBA (ou au moins 20 dB au-dessus du seuil de reconnaissance de la parole dans le silence), alors que le niveau des phrases varie de façon adaptative selon la réponse du sujet, afin d'atteindre un score de 50% de reconnaissance des phrases. Le SRPh est estimé à partir des niveaux de présentation des dernières phrases dans une liste. Le test peut être administré en champ sonore ou sous écouteurs (Nilsson et al., 1996). Pour une description plus détaillée du HINT, le lecteur peut se référer aux textes de Nilsson et al. (1994) et Vaillancourt et al., (2005).

La performance au HINT d'un individu ayant une perte auditive peut être évaluée et comparée à celle d'individus ayant une acuité auditive normale (Nilsson & Soli, 1994). Le HINT peut également être utilisé auprès d'adultes ayant un implant cochléaire (Dorman, Loizou, & Fitzke, 1998; Dorman, Loizou, Spahr, & Maloff, 2002; Eisenberg, Kirk, Martinez, Ying, & Miyamoto, 2004), pour la sélection ou pour la mesure des bénéfices de l'appareillage auditif (Dhar, Humes, Calandruccio, Barlow, & Hipskind, 2004; Peters, Moore, Glasberg, & Stone, 2000; Pumford, Seewald, Scollie, & Jenstad, 2000; Ricketts & Henry, 2002; Ricketts, Lindley, & Henry, 2001; Ricketts & Mueller, 2000; Saunders & Cienkowski, 1997; Valente, Schuchman, Potts, & Beck, 2000; Walden, Walden, & Cord, 2002), ainsi que pour l'évaluation des capacités auditives fonctionnelles requises pour les emplois de certains secteurs professionnels où l'audition est critique (Laroche, Giguère, Vaillancourt, & Soli, 2005; Laroche, Soli, Giguère, Lagacé, Vaillancourt & Fortin, 2003; Soli, 1998; Soli & Vermiglio, 1999).

En ce qui concerne les méthodes d'administration du HINT, soit l'utilisation d'écouteurs ou de haut-parleurs, les résultats sont équivalents si les mesures en champ sonore ne sont pas influencées par les aspects acoustiques de la salle ou de la cabine audiométrique (Lamothe, Gascon, Larivière, Handfield, & Laroche, 2002; Nilsson et al., 1996). Des normes spécifiques à chaque condition du HINT doivent donc être établies pour chaque cabine lorsque les phrases du test sont transmises à travers des haut-parleurs. Par contre, l'administration du test sous écouteurs élimine le besoin d'établir des données normatives spécifiques à chaque cabine audiométrique. Dans ce cas, les signaux sont traités par des filtres numériques qui recréent les fonctions de transfert de l'oreille représentatives des différentes positions de la source dans l'espace, telles que mesurées à l'aide d'un mannequin KEMAR (Nilsson & Soli, 1994).

Les habiletés à comprendre la parole sont également critiques pour la communication verbale chez les enfants. En plus des pertes auditives retrouvées chez les enfants, plusieurs d'entre eux doivent composer avec des troubles de traitement auditif, souvent en comorbidité avec d'autres troubles (Chermak & Musiek, 1997), pouvant entraîner des difficultés de séparation figure-fond. Les conséquences de celles-ci peuvent se traduire par des problèmes d'écoute dans le bruit ayant des répercussions importantes sur l'apprentissage en milieu scolaire (Picard, 2003; Picard & Bradley, 2001).

Il est donc primordial de pouvoir évaluer les habiletés de reconnaissance de la parole dans le bruit chez les enfants. Une version du HINT anglophone a été développée pour les enfants (HINT-C) à partir d'un sous-ensemble du matériel original (Nilsson, Soli, & Gelnett, 1996) et est constituée de 13 listes de 10 phrases.

Les fonctions de transfert de l'oreille chez les enfants de différents groupes d'âge n'étant pas disponibles à l'heure actuelle pour des simulations sous écouteurs, l'évaluation en champ sonore demeure la méthode privilégiée pour administrer le HINT-C. Les performances en champ libre pour différents groupes d'âge ont été mesurées afin de développer des normes de SRPh qui permettent de comparer la performance d'un enfant à celle d'enfants du même âge ayant une acuité auditive normale (Nilsson et al., 1996). Les résultats ont démontré un effet d'âge pour toutes les conditions du HINT, avec des seuils de reconnaissance de la parole plus élevés chez les plus jeunes enfants, seuils qui s'améliorent avec l'âge jusqu'à atteindre, chez les enfants de 13 ans, des performances similaires à celles des adultes.

Une telle amélioration des performances en fonction de l'âge est conforme aux résultats rapportés à maintes reprises dans la littérature pour différents types de matériel vocal (par ex, Eisenberg et al., 2000; Lebel et Picard, 1997; Picard et Bradley, 2001; Stelmachowicz et al., 2000). Bien que plusieurs hypothèses aient été soulevées pour rendre compte de l'effet d'âge sur la capacité de reconnaissance de la parole, les phénomènes sous-jacents à l'amélioration notée dans la performance des enfants avec l'âge sont loin d'être clairement établis. En somme, la cochlée étant essentiellement développée à la naissance, il est peu probable que des différences physiologiques dans le système auditif périphérique des enfants et des adultes soient à la base des différences notées en fonction de l'âge pour la reconnaissance de la parole (Blandy & Lutman, 2005; Hnath-Chisolm, et al., 1998; Eisenberg et al., 2000; Nittrouer & Boothroyd, 1990; Stelmachowicz et al., 2000) et d'autres habiletés auditives (reconnaissance de patrons fréquentiels, reconnaissance de patrons temporels, fusion binaurale, reconnaissance de parole filtrée, rappel de chiffres) (Stollman et al., 2004). Par contre, les processus cognitifs et linguistiques continuent leur maturation, permettant ainsi aux enfants d'atteindre des niveaux plus élevés de compétence langagière et d'améliorer leur capacité de reconnaissance de la parole en vieillissant (Eisenberg et al., 2000).

Les buts de la présente étude étaient de développer une version du HINT pour enfants francophones canadiens (HINT-E) et, dans le cadre d'un projet pilote, d'évaluer l'effet d'âge sur les seuils de reconnaissance de phrases (SRPh). Sur la base des travaux de Nilsson et al. (1996) menés avec le HINT-C, une amélioration des SRPh en fonction de l'âge était attendue.

Afin d'atteindre les objectifs visés, une approche similaire au développement du HINT-C anglophone a été adoptée, mais en utilisant comme matériel de base les phrases et enregistrements de la version originale pour adultes du HINT francophone canadien (Vaillancourt & Mayer, 2002). Ce matériel a été initialement construit à partir de mots de vocabulaire d'enfants de première année scolaire (6 ans) (Leduc, 1997) et de mots retrouvés dans des livres pour enfants. Pour minimiser les effets de mémoire, le nombre de syllabes composant les phrases était limité (5-7 syllabes). Tout comme le HINT original, la version francophone s'inspire des travaux de Plomp & Mimpen (1979). Avant de décrire les étapes qui ont mené au développement du HINT pour enfants francophones, les grandes lignes de l'adaptation du HINT pour adultes francophones canadiens méritent d'être présentées afin de mieux apprécier la valeur psychométrique de l'outil (Vaillancourt et al., 2005).

En premier lieu, 524 phrases, construites à partir de mots de vocabulaire connus des enfants de 6 ans (Leduc, 1997), ont été soumises à deux groupes indépendants d'adultes de langue maternelle française afin de vérifier la naturalité sémantique et syntaxique des phrases et d'apporter des modifications, lorsque nécessaire. Par l'entremise de ce processus, certaines phrases ont été modifiées alors que quelques-unes ont été éliminées. Les phrases restantes ont ensuite été enregistrées et un bruit masquant dont le spectre correspond au spectre long-terme moyen de l'ensemble des phrases a été créé. La méthode adaptative de mesure du SRPh requière que la difficulté à reconnaître les phrases lorsque présentées dans du bruit soit relativement constante sur l'ensemble de toutes les phrases, afin de permettre la génération de différentes listes donnant un même SRPh. Afin d'assurer un degré de difficulté uniforme sur l'ensemble des phrases, le niveau de chaque phrase a été ajusté à maintes reprises (l'ajustement ayant lieu entre l'évaluation auprès de groupes différents) jusqu'à ce que toutes les phrases atteignent un pourcentage de reconnaissance similaire dans le même bruit de référence. Lors de ce processus mené auprès de 5 groupes différents, 240 phrases ont été adéquatement ajustées en fonction de leur degré de difficulté. Les phrases ont ensuite été réparties en listes de phrases dont la distribution phonémique est essentiellement équivalente à celle des autres listes et à celle de l'ensemble des phrases pour éventuellement former un corpus de 12 listes de 20 phrases.

Lors du développement de matériel vocal, plusieurs auteurs ont jugé que l'équivalence phonémique des listes était cruciale et d'une importance encore plus grande que l'équilibrage phonétique des listes (Bosman, 1989).

Hudgins et al. (1947) ainsi que Tobias (1964) ont aussi insisté, il y a plusieurs décennies, sur l'importance de la familiarité avec le contenu du corpus et de l'homogénéité perceptuelle (audibilité équivalente des phrases), bien plus que sur l'équilibre phonétique. Le débat phonétique-phonémique est très présent dans la littérature portant sur le développement des tests vocaux en audiologie et il n'y a toujours pas de consensus sur cette question (Brandy, 2002). Les concepteurs du HINT original (Nilsson et al., 1996) ont opté pour l'équilibrage phonémique. Les adaptations du HINT dans les autres langues (mandarin, cantonais, suédois) s'inspirent de la même approche.

Enfin, selon Nilsson et al. (1996), il est primordial que les listes soient équivalentes entre elles pour assurer une bonne fiabilité test-retest. Pour la version adulte francophone, l'écart-type intra-sujets mesuré chez 36 adultes, est de 2.2 dB dans le silence et de 1.1 dB dans les conditions de bruit (Vaillancourt et al., 2005), ce qui traduit sa haute fidélité.

Adaptation du HINT pour les enfants francophones canadiens

La première partie de l'étude visait: 1) le développement du matériel vocal (N = 10 enfants); 2) la répartition des phrases en listes phonémiquement équilibrées et; 3) la vérification de l'équivalence du degré de difficulté des listes (N = 10 adultes).

2.1 Développement du matériel vocal

Lors de la conception d'une version canadienne francophone du HINT adaptée aux enfants, le HINT-E, les phrases contenues dans le HINT francophone canadien original (Vaillancourt & Mayer, 2002) ont été présentées à un groupe d'enfants afin d'en extraire un sous-ensemble de phrases qui peuvent être facilement répétées par des enfants aussi jeunes que 5 ans. Il est important de rappeler que les phrases de la version originale pour adultes étaient déjà constituées de mots de vocabulaire accessibles aux enfants de 6 ans (Leduc, 1997). Le niveau de vocabulaire a été contrôlé dans toutes les langues qui ont fait l'objet d'une adaptation du HINT, afin de s'assurer que le test puisse être administré à des adultes dont la langue maternelle n'est pas nécessairement celle du test administré. Le choix d'enfants de 5 ans à cette étape visait donc à s'assurer que le matériel était réellement adéquat pour évaluer les performances d'enfants de 6 ans et plus en clinique. En fixant l'âge à 5 ans, les auteurs s'exposaient à la possibilité d'éliminer un plus grand nombre de phrases, mais cette décision a été prise afin de réduire les chances que certains mots présentent des difficultés phonétiques (difficultés articulatoires), phonologiques (substitutions de phonèmes) ou d'accès lexical (mots inconnus), lors de la répétition des phrases par les enfants.

Sujets

Dix enfants (5 garçons et 5 filles) âgés entre 4,6 et 5,8 ans (moyenne = 5,0 ans; écart-type = 0,5 an) ont participé à la vérification du matériel de la version adulte. Au

moment de la cueillette de données, ces enfants fréquentaient tous un Centre de la Petite Enfance du secteur de Hull, Québec, Canada. Afin de participer, les enfants devaient répondre aux critères de sélection suivants: 1) être de langue maternelle française et utiliser le français de façon majoritaire au quotidien; 2) ne présenter aucun trouble de développement majeur documenté (par ex. trouble de développement langagier), tel que déterminé lors d'une entrevue téléphonique auprès des parents ou par l'entremise du questionnaire d'histoire auditive; 3) avoir une acuité auditive normale, définie comme des seuils de détection de sons purs égaux ou inférieurs à 15 dB HL pour les fréquences audiométriques de 500 à 4000 Hz, bilatéralement; 4) présenter une histoire otologique négative; 5) avoir un examen otoscopique normal, soit l'absence d'anomalies visibles du conduit auditif externe et; 6) présenter des résultats normaux à l'impédancemétrie (compliance statique = 0.25 – 1.05 cm³; volume du conduit auditif = 0.3 – 0.9 cm³; gradient = 80 – 159 daPa) (Martin & Clark, 2003), avec une pression dans le conduit auditif se situant entre -150 et +50 daPa.

Avant la session d'évaluation, les parents devaient lire une lettre d'information, signer un formulaire de consentement et remplir un questionnaire d'histoire auditive. Ce questionnaire porte sur l'histoire médicale et auditive, ainsi que sur l'histoire familiale, plus précisément sur 1) les difficultés durant l'accouchement, 2) les difficultés au cours du développement (langagier/moteur/émotionnel), 3) certaines maladies pouvant affecter le système auditif (varicelle, méningite, coqueluche, etc.), 4) les infections d'oreilles, 5) les difficultés à entendre, et 6) les problèmes auditifs rapportés dans la famille. Un consentement verbal était également requis de la part des enfants afin de pouvoir procéder à l'expérimentation.

Procédures

La session d'évaluation s'est déroulée dans une pièce tranquille au domicile de l'enfant. Un otoscope Welsh Allyn et un impédancemètre Grason-Stadler (GSI 38) ont été utilisés pour évaluer l'intégrité de l'oreille externe et de l'oreille moyenne. Par la suite, un dépistage audiométrique à 15 dB HL pour les fréquences audiométriques de 500 à 4000 Hz a été effectué par l'entremise de la fonction audiométrie du logiciel HINT et des écouteurs Maico/Telephonics TDH-39. Le logiciel HINT était installé sur un ordinateur IBM Pentium III couplé à une boîte HTD (Hearing Test Device). Un coupleur 6cc (B&K4152), un sonomètre (B&K2235), une banque de filtres (B&K1625), un microphone (B&K4144) et une source-étalon (B&K4228) avaient, au préalable, servi à calibrer les niveaux de sortie de ce système.

Si l'enfant répondait aux critères audiométriques établis précédemment, il était invité à écouter les phrases du HINT. Les phrases du HINT francophone (Vaillancourt & Mayer, 2002) ont été présentées à un niveau de 65 dBA, dans une condition de silence, à l'aide d'un haut-parleur OPTIMUS XTS40 placé directement

devant l'enfant à une distance d'un mètre (en position assise). La tâche consistait à répéter les phrases entendues et les enfants ont été avisés qu'ils pouvaient deviner, au besoin. Les 240 phrases du HINT adulte étaient réparties en listes de 10 phrases afin d'allouer de courtes pauses entre les différentes listes et ainsi minimiser l'effet de fatigue sur la performance. Lors des pauses, les participants recevaient des jeux ou autocollants comme renforçateurs. L'ordre de présentation des listes et des phrases était déterminé au hasard par le logiciel HINT.

Une version imprimée des listes servait de feuille de notation sur laquelle les erreurs et substitutions étaient notées par un juge accompagné par un évaluateur qui opérait l'ordinateur.

Résultats

Le critère principal pour sélectionner les phrases de la version du HINT pour enfants était le pourcentage moyen de mots correctement répétés dans chacune des phrases. Malgré que la notation était basée sur l'évaluation d'un seul juge, celle-ci était corroborée par un deuxième évaluateur présent au test. Toutes les phrases ayant un pourcentage de 97% et plus ont été retenues (N=165), alors que celles qui avaient un pourcentage inférieur à 94% ont été rejetées. Afin d'augmenter le corpus de phrases, une analyse détaillée des données brutes a permis aux chercheurs d'établir des critères additionnels. Parmi ces derniers, on retrouve les critères d'exclusion suivants: 1) le nombre d'enfants à avoir commis des erreurs dans la phrase; 2) la difficulté associée à certains mots de contenu; 3) les aspects phonétiques (enchaînement phonétique) ou phonologiques (substitutions de phonèmes) et; 4) le manque de familiarité avec certains mots. À titre d'exemple, deux phrases ayant un score moyen de 94% ont été retenues en raison du fait qu'un seul enfant n'avait pas réussi à répéter correctement la phrase. Des manques d'attention avaient été notés dans les deux cas. Par ailleurs, certaines phrases associées à des performances plus élevées que 94% (95 et 96%) ont été éliminées, soit parce qu'elles avaient été incorrectement répétées par plus de 2 enfants, qu'elles contenaient des mots difficilement répétés par certains enfants (i.e.: palmier, outardes), qu'elles contenaient des enchaînements phonétiques difficiles (i.e.: La souris aime être propre) ou encore, qu'elles étaient formées de mots qui semblaient moins familiers (i.e.: mulot, corbeau, batteries).

Par ce processus de sélection, 180 des 240 phrases du HINT francophone ont été retenues pour former le matériel vocal du HINT-E. Le pourcentage de réussite moyen associé à ces phrases varie entre 94 et 100% (moyenne = 99%, écart-type = 1,5%). La distribution des pourcentages de réussite des phrases retenues par rapport au total des phrases se retrouve à la figure 1.

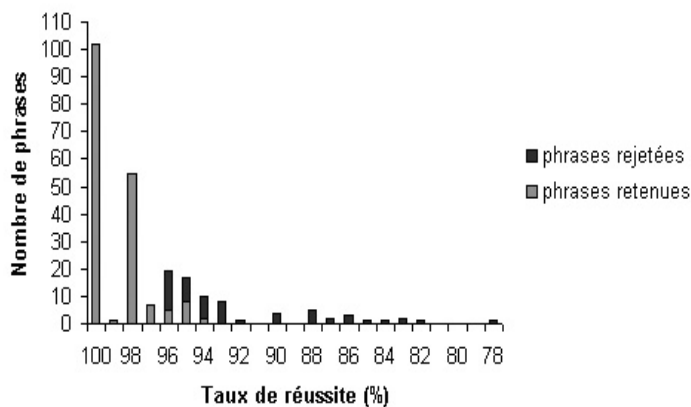


Figure 1. Distribution des pourcentages de réussite des phrases sélectionnées et non-sélectionnées.

Répartition des phrases en listes phonémiquement équilibrées

Les transcriptions phonétiques des phrases, telles qu'établies au cours du développement du HINT francophone canadien original (Vaillancourt & Mayer, 2002), ont servi à déterminer la distribution des phonèmes, c'est-à-dire leur pourcentage d'occurrence, pour l'ensemble des 180 phrases retenues. Cette distribution phonémique globale, résumée au tableau 1, a permis d'établir combien de fois chaque phonème devait apparaître dans chacune des listes pour créer des listes ayant un contenu phonémique approximativement équivalent. Par un processus d'essais et erreurs, 18 listes de 10 phrases ont été formées et leur contenu phonémique est similaire d'une liste à l'autre. Par ailleurs, la fréquence d'occurrence des phonèmes de chaque liste de 10 phrases s'apparente à celle de l'ensemble du corpus. La différence entre le nombre ciblé pour un phonème donné (prédit par la distribution phonémique globale) et le nombre actuel obtenu à l'intérieur de chaque liste a été calculée. La distribution des différences pour tous les phonèmes et toutes les listes (36 phonèmes X 18 listes = 648 comptes phonémiques) est illustrée à la figure 2. Sur l'ensemble des listes, une différence inférieure ou égale à ± 1 phonème est observée dans 77% des cas (502/648), cette différence étant comparable à celle obtenue pour les versions adultes du HINT francophone et du HINT anglophone, où une différence de ± 1 phonème fut obtenue dans 75% et 58% des cas, respectivement.

Même si l'équilibrage phonétique n'était pas recherché lors de l'élaboration des phrases de la version francophone, nous avons tout de même tenté de comparer la distribution des phonèmes de notre corpus à celle de l'oral français pour une population semblable. Il n'a pas été possible de trouver un tableau spécifique d'occurrence des phonèmes à l'oral pour les enfants canadiens français, mais plusieurs spécialistes ont mentionné que les différences seraient mineures par rapport au portrait général d'occurrence des phonèmes propre au français oral, tel que celui proposé par Gromer & Weiss (1990). Le tableau 1 démontre que

le taux d'occurrence des phonèmes dans le test se compare très bien aux données de Gromer & Weiss (1990). Ainsi, si on juge qu'une différence de $\pm 2\%$ du taux d'occurrence d'un phonème en particulier est acceptable, il n'y aurait que les phonèmes « l, e et ε » qui ne sont pas conformes à ce critère. Il est facile d'expliquer ces différences. Le « l » est sur-représenté dans le corpus du HINT pour enfants, car plusieurs des phrases débutent par « Il, Elle, Le, La, Les ». En français oral spontané, on ne retrouverait pas nécessairement cette structure. En ce qui a trait au « e » et « ε », on peut supposer que comme ces deux phonèmes ont une place d'articulation très proche l'une de l'autre, ils peuvent être substitués à l'oral. En effet, dans le test, les participants ont tendance à répéter intégralement ce qu'ils entendent alors qu'à l'oral spontané, ils pourraient plus facilement substituer le « ε » par le « e ». La phrase « Il fait tomber toutes les quilles » pourrait être prononcée « Il fait tomber toutes le quilles » en langage spontané alors que cette même phrase serait répétée « Il fait tomber toutes là quilles » dans le contexte du test. On peut donc affirmer que le corpus de phrases est bien équilibré phonétiquement et représente assez fidèlement la distribution des phonèmes à l'oral. Il n'est pas surprenant qu'on obtienne d'aussi bons résultats compte tenu du grand nombre de mots qui constituent le corpus de 18 listes de 10 phrases, chacune des phrases comptant environ 5 à 7 syllabes.

Vérification de l'équivalence du degré de difficulté des listes

Afin d'utiliser les listes de façon interchangeable dans la mesure des SRPh, les listes doivent non seulement être équilibrées phonémiquement, mais également en fonction de leur degré de difficulté lorsque présentées dans du bruit (65 dBA). Malgré que le degré de difficulté

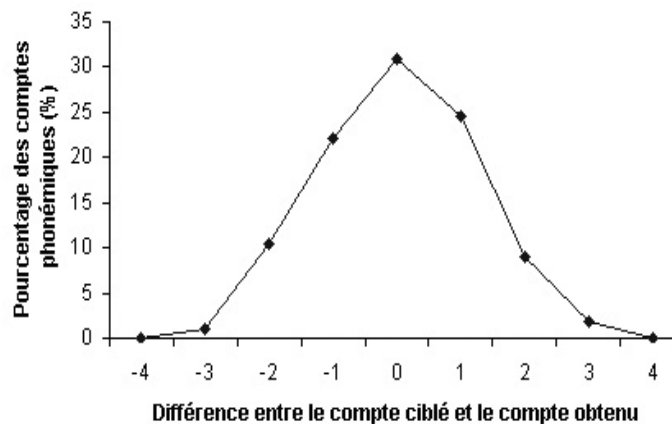


Figure 2. Distribution des différences entre le nombre de phonèmes ciblé par liste et le nombre obtenu pour les 36 phonèmes et les 18 listes de phrases qui forment le HINT-E.

Tableau 1

Taux d'occurrence (% d'apparition des diverses consonnes (20) et voyelles (16) retrouvées dans l'ensemble du corpus de la version francophone du HINT pour enfants et dans un corpus de français oral (Gromer & Weiss, 1990)

CONSONNES			VOYELLES		
Phonème	Taux d'occurrence (%)		Phonème	Taux d'occurrence (%)	
	Corpus HINT	Français oral (Gromer & Weiss, 1990)		Corpus HINT	Français oral (Gromer & Weiss, 1990)
p	2,9	4,3	ε	0,9	1,4
t	4,5	4,5	ā	2,8	3,3
k	2,7	4,5	ō	3,1	2,0
b	2,3	1,2	oe	0,5	0,5
d	3,4	3,5	ə	2,9	4,9
g	0,9	0,3	ε	8,2	5,3
m	2,6	3,4	a	8,7	8,1
n	2,0	2,8	i	4,6	5,6
ŋ	0,1	0,1	o	1,6	1,5
s	5,2	5,8	u	2,3	2,7
ʃ	1,8	0,5	∅	0,4	0,6
f	1,9	1,3	oe	0,4	0,3
z	1,3	0,6	ɑ	0,3	0,2
ʒ	2,4	1,7	e	2,4	6,5
v	2,0	2,4	o	1,8	2,2
r	7,0	6,9	y	2,2	2,0
l	10,8	6,8			
j	1,9	1,0			
w	1,0	0,9			
ɥ	0,2	0,7			

des phrases individuelles avait été équilibré au cours du développement du HINT francophone canadien pour adultes, il a été jugé prudent de vérifier que toutes les listes donnaient un SRPh similaire chez un individu donné. Cette étape, décrite dans les prochains paragraphes, permet d'assurer qu'un SRPh mesuré avec une liste particulière est équivalent à celui mesuré avec une liste différente. À cette étape, des adultes plutôt que de jeunes

enfants ont été sollicités car la capacité d'attention des adultes permettait de tester les 18 listes dans le bruit chez tous les participants. Par ailleurs, il a été démontré que la forme de la fonction articulaire mettant en relation le pourcentage d'intelligibilité en fonction du rapport signal/bruit est semblable chez les enfants de plus de 6 ans et les adultes, avec une pente d'environ 10%/dB (Picard & Bradley, 2001), mais que cette fonction est décalée en fonction de l'âge. Afin de démontrer le bien fondé de cette approche, il était prévu que cette étape de développement devait être validée ultérieurement par des données normatives et que la fiabilité du test devait être établie auprès d'enfants de 6 ans et plus.

Sujets

Dix adultes (7 femmes et 3 hommes) respectant les critères de sélection décrits à la section 2.1.1 ont participé à la vérification de l'équivalence du degré de difficulté des listes. L'âge moyen du groupe était de 24 ans (écart-type = 1,5 an). Les sujets devaient remplir un questionnaire d'histoire auditive et subir un test de dépistage audiométrique avant de passer à l'étape de mesure des SRPh pour les différentes listes.

Procédures

Les tests d'écoute ont eu lieu dans une cabine audiométrique. Par l'entremise du logiciel HINT, un seuil de reconnaissance de phrases a été mesuré pour chaque liste de 10 phrases présentées dans du bruit de 65 dBA, dans la condition bruit-avant sous écouteurs. Normalement, des fonctions de transfert de l'oreille permettant de reproduire la représentation spatiale sont intégrées dans la version HINT pour adultes. Ces fonctions de transfert ont dû être éliminées, car elles ne peuvent être appliquées à la population pédiatrique. Il en résulte une situation d'écoute diotique, soit une présentation identique des stimuli aux deux oreilles.

Les sujets devaient répéter les phrases présentées. Seule une répétition correcte de tous les mots dans une phrase (ou leurs substitutions approuvées, inscrites entre parenthèses à l'Annexe A) était jugée comme une réponse exacte et le niveau de présentation des phrases était varié selon l'exactitude de la réponse antérieure (méthode adaptative). La première phrase dans une liste était présentée à un rapport signal sur bruit (S/B) de 0 dB et était répétée

à des niveaux plus élevés jusqu'à ce qu'elle soit correctement répétée par le sujet. De cette façon, on s'assure d'être près du seuil de reconnaissance de la parole avant de poursuivre la présentation des phrases subséquentes. Suivant une bonne réponse, le niveau de présentation était diminué de 4 dB alors qu'il était augmenté de 4 dB dans le cas d'une réponse erronée. Un pas de 4 dB était utilisé dans l'ajustement du niveau pour les phrases 0-4, permettant une approximation grossière du SRPh, alors qu'un pas plus restreint (2 dB) était utilisé pour les phrases restantes. La moyenne des niveaux de présentation des phrases 5 à 11 est utilisée pour estimer le seuil de reconnaissance de phrases, soit le rapport signal-bruit auquel 50% des phrases sont correctement répétées. En fait, la onzième phrase n'est pas présentée mais son niveau de présentation est prédit sur la base de la méthode adaptative. Le seuil de reconnaissance de phrases est donc exprimé en unité correspondant à un rapport signal sur bruit, obtenu par la soustraction du niveau moyen de présentation des phrases du niveau de présentation du bruit (65 dBA). Les 18 listes ainsi que les phrases à l'intérieur d'une liste étaient présentées dans un ordre aléatoire, déterminé par le logiciel HINT. Une liste de pratique, formée de phrases éliminées lors du développement du matériel vocal, a été présentée aux sujets avant la mesure des SRPh, afin de les familiariser avec la tâche.

Résultats

Un SRPh moyen, calculé sur l'ensemble des sujets, a été déterminé pour chaque liste. Tel qu'illustré à la figure 3, le SRPh moyen peut également être exprimé sous forme de déviation par rapport au SRPh moyen global, calculé sur l'ensemble des sujets et des listes. Il est à noter qu'à l'exception des listes 7 et 17, toutes les listes ont un SRPh qui se retrouvent à l'intérieur d'un intervalle équivalent à ± 1 dB de la moyenne globale (rapport S/B de -3,76 dB). Aucune différence significative entre les listes ne fut révélée par l'analyse de la variance [$F(17,162) = 1,49$; $p = 0,105$]. Malgré l'absence d'une différence significative entre les listes, il a été décidé d'éliminer la liste 7, celle-ci étant toujours plus difficile (SRPh plus élevé) que les autres

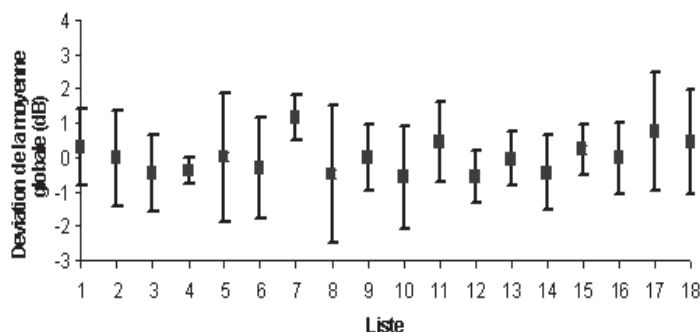


Figure 3. Déviation entre le SRPh moyen d'une liste et le SRPh moyen global (-3,8 dB S/B), calculé sur l'ensemble des listes et sujets. Les barres d'erreur représentent l'intervalle délimité par ± 1 écart-type.

listes. La différence entre la moyenne de cette liste et celle des autres listes atteignait 1,7 dB dans certains cas. Les 17 listes finales qui forment le HINT-E se retrouvent à l'Annexe A.

Enfin, les données des 10 adultes testés avec les 17 listes retenues permettent de calculer l'erreur de mesure associée à la condition bruit-avant, en écoute diotique. La formule retenue pour ce calcul est celle présentée dans Vaillancourt et al. (2005), et se résume au calcul de la racine carrée de la moyenne des variances individuelles des 10 sujets. L'écart-type intra-sujets des mesures répétées est de l'ordre de 1,3 dB, ce qui se compare bien à la valeur de 1 dB calculée pour la condition bruit-avant de la version francophone du HINT pour adultes (Vaillancourt & Mayer, 2002). L'écart de 0,3 dB peut s'expliquer, en grande partie, par le fait que le calcul du score pour les listes pour enfants se fait sur les 6 derniers rapports S/B (sur 10 phrases présentées) alors que celui de la version adulte est comptabilisé sur les 16 derniers rapports S/B (sur 20 phrases présentées). Il s'agit d'une première évaluation de l'erreur de mesure pour ce matériel vocal, pour une condition donnée.

Évaluation de l'effet d'âge sur les seuils de reconnaissance de phrases: étude préliminaire

L'établissement de données normatives avec une population pédiatrique est la suite logique au développement du test. Cependant, dans le but de déterminer si des normes spécifiques à chaque groupe d'âge doivent être établies, plutôt qu'un seul ensemble de normes pour les enfants en général, une étude prénormative a été menée. Nilsson et al. (1996) ont démontré un effet d'âge significatif sur les seuils de reconnaissance de phrases, pour toutes les conditions du HINT anglophone, avec des SRPh élevés chez les plus jeunes enfants, s'améliorant avec l'âge et atteignant des valeurs similaires à celles des adultes chez les enfants de 13 ans. Des résultats semblables étaient attendus avec la population des enfants francophones.

Afin de faciliter l'accès à des enfants de différents groupes d'âge, l'étude préliminaire s'est déroulée sur les lieux d'une école élémentaire. Une salle normalement occupée par des professionnels de la santé (orthophoniste, hygiéniste dentaire et infirmière) a servi de salle d'évaluation.

Sujets

Au total, 58 enfants et 9 adultes satisfaisant aux critères de sélection énumérés à la section 2.1.1 ont participé à l'étude préliminaire visant à déterminer l'effet d'âge sur les seuils de reconnaissance de phrases. Une description plus détaillée des sujets est présentée au tableau 2.

Procédures

À la suite du dépistage auditif, des seuils de reconnaissance de phrases ont été mesurés sous écouteurs dans la condition bruit-avant, pour trois listes parmi les

Tableau 2

Description des groupes de sujets.

Niveau scolaire	Nombre de sujets	Age minimal (ans)	Age maximal (ans)	Age moyen	Écart-type (ans)
Maternelle	14 (8 filles et 6 garçons)	5,4	6,7	6,1	0,4
Première année	15 (10 filles et 5 garçons)	6,7	7,7	7,1	0,3
Deuxième-année	14 (8 filles et 6 garçons)	7,8	8,6	8,2	0,3
Troisième année	15 (8 filles et 7 garçons)	8,6	9,5	9,1	0,3
Adultes	9 (6 femmes et 3 hommes)	21,4	30,7	25,0	3,1

17 listes du HINT pour enfants. Les fonctions de transfert propres aux enfants n'étant pas encore disponibles, il a été décidé d'opter pour une écoute diotique pour tous les sujets. Pour créer cette condition, les filtres numériques reproduisant les fonctions de transfert des adultes ont été éliminés.

Trois autres mesures sous haut-parleurs ont été réalisées, mais en raison du contrôle moins rigoureux des conditions acoustiques du local et des sources de bruit avoisinantes provenant du corridor, ces mesures ne sont pas rapportées. Les niveaux de bruit de fond à l'intérieur de ce local étaient toutefois tous inférieurs aux valeurs prescrites par la norme ANSI S3.1 (1999-R2003) pour les mesures audiométriques.

Les sujets devaient répéter les phrases entendues. Seule une répétition correcte de tous les mots dans une phrase (ou leurs substitutions acceptées) était jugée comme une réponse exacte et le niveau de présentation des phrases variait selon la méthode adaptative décrite plus haut (section 2.3.2) pour mesurer le SRPh. L'ordre de présentation des listes et des phrases à l'intérieur d'une liste était déterminé de manière aléatoire par le logiciel HINT. Avant de commencer l'évaluation des SRPh, des listes de pratique ont été présentées, dans le silence et dans la condition bruit-avant, afin de familiariser les sujets avec la tâche.

Résultats

Dans le but de contrôler pour les effets d'apprentissage et le manque d'attention potentiels sur les scores, la moyenne des deux meilleurs SRPh (sur un total de 3 SRPh mesurés sous écouteurs) a été calculée pour chaque sujet et fut retenue comme le score individuel final pour une condition donnée. Cette approche est par ailleurs celle retenue par Nilsson et al. (1996) lors du développement de la version anglophone du HINT pour enfants. Un SRPh moyen a également été déterminé pour chaque groupe d'enfants et pour le groupe d'adultes. Le tableau 3 présente les valeurs spécifiques à chaque groupe d'âge. À première

vue, une différence de performance en fonction de l'âge est évidente, du moins en comparant le SRPh moyen des adultes à celui des divers groupes d'enfants, les SRPh les plus élevés étant associés aux plus jeunes groupes. On note une différence de l'ordre de 2.8 dB entre les adultes et le groupe de 6 ans. Une analyse de la variance a confirmé un effet d'âge significatif [$F(4,62)=16,87$, $p<0,001$].

Des comparaisons multiples post-hoc avec ajustement Bonferroni ont permis d'identifier les groupes d'âge qui diffèrent significativement en fonction de leur SRPh moyen. Les différences statistiquement significatives sont représentées par un X au tableau 4. Selon ces analyses, lorsque la différence d'âge n'excède pas 1 an entre deux groupes, les SRPh moyens associés aux deux groupes n'ont pas été identifiés comme étant significativement différents l'un de l'autre. Ces résultats permettent également de confirmer que les différents groupes d'âge ne peuvent être regroupés dans l'établissement de données normatives. Par exemple, malgré qu'ils ne soient pas significativement différents l'un de l'autre, le groupe de 6 ans ne peut être combiné avec le groupe de 7 ans puisque le premier est significativement différent du groupe de 8 ans alors que le second ne l'est pas.

Tableau 3

SRPh moyens en fonction du groupe d'âge.

Groupe	SRPh moyen (dB S/B)	Écart-type (dB S/B)
Maternelle - 6 ans	-1,2	1,0
Première année - 7ans	-1,5	1,0
Deuxième année - 8 ans	-2,3	0,9
Troisième année - 9 ans	-2,5	0,8
Adultes - 25 ans	-4,0	0,7

Par ailleurs, Nilsson et al. (1996) ont obtenu une différence de 2.4 dB entre les scores adultes et ceux des enfants de 6 ans, pour la condition frontale sous haut-parleurs. Cette valeur est très comparable au 2.8 dB de notre étude. Il faut rappeler que les données de la présente étude ont été recueillies sous écouteurs, sans fonction de transfert alors que celles de Nilsson et al. (1996) ont été obtenues sous haut-parleurs. Cette différence dans les conditions d'administration du test pourrait facilement expliquer l'écart de 0.4 dB. Une étude est présentement en cours afin d'établir des normes sous haut-parleurs pour les enfants francophones et ce, pour chacune des conditions du test. Il sera alors plus facile de faire des comparaisons avec l'étude de Nilsson et al. (1996).

Enfin, une analyse de la fiabilité du test a été menée en utilisant l'approche présentée dans Vaillancourt et al. (2005), soit le calcul de l'écart-type intra-sujets sur les mesures répétées (soit 3 listes de 10 phrases). Malgré un nombre restreint de sujets (N= 9 à 15 sujets par groupe d'âge), l'écart-type pour les enfants est de 1.2 dB, valeur presque identique à celle des adultes, soit 1.1 dB. Pour la version adulte du HINT francophone, une valeur de 1 dB a été obtenue pour la condition de bruit frontal. Ainsi, il appert que ce test affiche une très grande fiabilité test-retest, autant pour la version enfant que celle adulte.

Discussion et conclusion

La compréhension de la parole en présence de bruit n'est pas compromise par une atteinte auditive uniquement chez les adultes mais également chez les enfants. Un outil d'évaluation de cette capacité a été adapté pour les enfants anglophones (Nilsson et al., 1996) et pour les enfants francophones (dans la présente étude). La version francophone, le HINT-E, est composée de 17 listes de 10 phrases équilibrées phonémiquement ainsi qu'en fonction de leur degré de difficulté dans le bruit. Seules 180 phrases tirées du corpus de 240 phrases de la

version adulte (Vaillancourt & Mayer, 2002) qui ont été correctement répétées par des enfants de 5 ans ont été retenues. Une liste de 10 phrases a été éliminée en cours de route, car elle s'est avérée plus difficile que les autres, malgré l'absence d'une différence statistique significative. Ainsi, le matériel vocal peut être utilisé avec les enfants dont le langage est jugé comme étant équivalent ou supérieur à celui des enfants de 5 ans. Lorsqu'un enfant obtient des résultats hors normes pour son âge, il faudrait compléter l'évaluation avec une batterie de tests orthophoniques et audiologiques pour tenter de cerner la nature du problème.

Les résultats de la présente étude préliminaire ont montré un effet d'âge qui s'apparente à celui mis en évidence chez les enfants anglophones, du moins dans la condition bruit-avant. Ces résultats vont aussi dans le même sens que ceux obtenus dans les études citées en introduction, pour différents matériels vocaux (par ex, Eisenberg et al., 2000; Lebel et Picard, 1997; Picard et Bradley, 2001; Stelmachowicz et al., 2000). L'ampleur de l'effet d'âge dans la présente étude est de l'ordre de 2.8 dB entre les résultats des enfants de 6 ans et ceux des jeunes adultes, pour une condition de bruit diotique, alors que cet effet serait de l'ordre de 7 dB pour des bisyllabiques présentés à des enfants de 6-7 ans comparativement à des enfants de 10-11 ans (Lebel et Picard, 1995). Il est difficile à ce stade-ci de comparer ces effets et de les expliquer car le matériel vocal et les procédures diffèrent largement d'une étude à l'autre. Le but principal de la présente étude étant d'abord le développement du matériel du HINT pour enfants francophones, les effets d'âge seront davantage discutés lors de l'étude normative.

Cette étude préliminaire n'a pas permis d'établir des données normatives pour les différentes conditions du HINT. Le HINT pour enfants intégrant les conditions bruit-droit et bruit-gauche n'est présentement pas disponible sous écouteurs, car les fonctions de transfert

Tableau 4

Groupes dont le SRPh est significativement différent, pour un degré de signification global de 0,05, tels qu'identifiés par des comparaisons multiples post-hoc avec ajustement Bonferroni.

Groupe d'âge	6 ans	7 ans	8 ans	9 ans	Adultes
6 ans		(p = 1.000)	X (p = 0.014)	X (p = 0.001)	X (p < 0.001)
7 ans	(p = 1.000)		(p = 0.267)	X (p = 0.037)	X (p < 0.001)
8 ans	X (p = 0.014)	(p = 0.267)		(p = 1.000)	X (p < 0.001)
9 ans	X (p = 0.001)	X (p = 0.037)	(p = 1.000)		X (p = 0.001)
Adultes	X (p < 0.001)	X (p < 0.001)	X (p < 0.001)	X (p = 0.001)	

propres à leur système auditif ne sont pas encore disponibles. Il semble donc justifié de poursuivre les études en administrant le test avec des haut-parleurs. Les normes établies à l'aide de haut-parleurs sont toutefois sensibles aux effets acoustiques spécifiques à la salle dans laquelle le test est administré. Des normes doivent donc être établies pour chaque cabine audiométrique où le HINT est utilisé. Par ailleurs, en raison d'un effet d'âge sur les performances au HINT, un protocole de normalisation en champ libre nécessiterait l'évaluation des performances chez plusieurs enfants afin d'établir des normes spécifiques à chaque groupe d'âge. Un tel protocole s'avérerait non réalisable et peu pratique en milieu clinique. Ainsi, une nouvelle étude est présentement en cours et porte sur le développement d'un protocole de normalisation directement applicable en milieu clinique. Ce protocole est principalement basé sur l'utilisation de facteurs de correction adultes-enfants comme Nilsson et al. (1996) l'ont proposé lors du développement de la version pour enfants du HINT anglophone (HINT-C).

Dès que les données normatives sous haut-parleurs et les facteurs de correction pour le champ libre seront disponibles, elles feront l'objet d'une nouvelle publication afin de permettre aux cliniciens d'utiliser le test à sa pleine valeur dans une multitude d'applications. Entre autres, ce test devrait jeter un nouvel éclairage sur les difficultés de perception dans le bruit chez les enfants chez qui on soupçonne des troubles de traitement auditif. Pour ces enfants, ainsi que pour les enfants avec une atteinte neurosensorielle, les résultats au test pourront guider les intervenants dans leur recherche de solutions pour améliorer l'environnement sonore des enfants. Par exemple, si un groupe d'enfants en milieu scolaire obtient des résultats au HINT de l'ordre de +2 dB S/N, qui signifie que le signal verbal doit être 2 dB supérieur au niveau de bruit ambiant pour permettre la reconnaissance de 50% des phrases, on pourra utiliser ce score afin d'améliorer les conditions environnementales. Les retombées d'un test comme le HINT sont multiples et on ne fait que les découvrir peu à peu.

Enfin, il est à espérer que l'évaluation sous écouteurs sera également réalisable chez les populations d'enfants d'ici peu. En effet, les fonctions de transfert chez les enfants sont présentement à l'étude (Fels & Vorländer, 2004).

Références

- ANSI S3.1 (1999-R2003). Maximum permissible ambient noise levels for audiometric test rooms. American National Standards Institute, New York.
- Basque, C., & Nali, M. (2002). *Normalisation de la version francophone du HINT (Hearing in Noise Test) auprès d'une population adulte francophone*. Projet de maîtrise non publié, Université d'Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada.
- Bell, T. S., & Wilson, R. H. (2001). Sentence recognition materials based on frequency of word use and lexical confusability. *Journal of the American Academy of Audiology*, 12, 514-522.
- Bench, J., Kowal, A., & Bamford, J. (1979). The BKB (Bamford-Kowal-Bench) sentence lists for partially-hearing children. *British Journal of Audiology*, 13, 108-112.
- Blandy, S., & Lutman, M. (2005). Hearing threshold levels and speech recognition in noise in 7-year-olds. *International Journal of Audiology*, 44, 435-443.
- Bosman, A. J. (1989). Speech perception by the hearing impaired. Unpublished doctoral dissertation, University of Utrecht, The Netherlands.
- Brandy, W. T. (2002). Speech audiometry. Chapter 7 in Katz, J. (Ed.): *Handbook of Clinical Audiology* (5th Ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p.96-110.
- Bronkhorst, A., & Plomp, R. (1990). A clinical test for the assessment of binaural speech perception in noise. *Audiology*, 29, 275-285.
- Chermak, G. D. & Musiek, F. E. (1997). *Central auditory processing disorders: New perspectives*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Cox, R. M., Alexander, G. C., & Gilmore, C. (1987). Development of the Connected Speech Test (CST). *Ear and Hearing*, 8, 119-126.
- Cox, R.M., Gray, G.A. & Alexander, G.C. (2001). Evaluation of a Revised Speech in Noise (RSIN) test. *Journal of the American Academy of Audiology*, 12, 423-432.
- Dhar, S., Humes, L. E., Calandruccio, L., Barlow, N. N., & Hipskind, N. (2004). Predictability of speech-in-noise performance from real ear measures of directional hearing aids. *Ear and Hearing*, 25, 147-158.
- Dorman, M.F., Loizou, P.C., & Fitzke, J. (1998). The identification of speech in noise by cochlear implant patients and normal-hearing listeners using 6-channel signal processors. *Ear and Hearing*, 19, 481-484.
- Dorman, M. F., Loizou, P. C., Spahr, A. J., & Maloff, A. J. (2002). A comparison of the speech understanding provided by acoustic models of fixed-channel and channel-picking signal processors for cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 783-788.
- 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.
- Eisenberg, L. S., Kirk, K. I., Martinez, A. S., Ying, E. A., & Miyamoto, R. T. (2004). Communication abilities of children with aided residual hearing: Comparison with cochlear implant users. *Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 130, 563-569.
- Eisenberg, L. S., Shannon, R. V., Martinez, A. S., Wygonski, J., & Boothroyd, A. (2000). Speech recognition with reduced spectral cues as a function of age. *Journal of the Acoustical Society of America*, 107, 2704-2710.
- Fels, J., & Vorländer, M. (2004). Artificial heads for children. *Proceedings of the 18th International Congress on Acoustics*, Japan, 3457-3458.
- Gelfand, S.A., Ross, L., & Miller, S. (1988). Sentence reception in noise from one versus two sources: Effects of aging and hearing loss. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83, 248-256.
- Gromer, B., & Weiss, M. (1990). *Lire, tome 1: Apprendre à lire*. Paris: Armand Colin.
- Hagerman, D. (1982). Sentences for testing speech intelligibility in noise. *Scandinavian Audiology*, 11, 79-87.
- Hagerman, D. (1984). Clinical measurements of speech reception thresholds in noise. *Scandinavian Audiology*, 13, 57-63.
- Hnath-Chisolm, T. E., Laipply, E., & Boothroyd, A. (1998). Age-related changes on a children's test of sensory-level speech perception capacity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 94-106.
- Hudgins, C. V., Hawkins, Jr., J. E., Karlin, J. E., & Stevens, S. S. (1947). The development of recorded auditory tests for measuring hearing loss for speech. *Laryngoscope*, 57, 57-89.
- Kalikow, D.N., Stevens, K.N., & Elliott, L.L. (1977). Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *Journal of the Acoustical Society of America*, 61, 1337-1351.
- Killion, M., & Niquette, P.A. (2000). What can the pure-tone audiogram tell us about a patient's SNR loss? *Hearing Journal*, 53, 46-53.
- Lamothe, J., Gascon, C., Larivière, M., Handfield, M.-F., & Laroche, C. (2002). Normalisation du Hearing in Noise Test (HINT) auprès d'une population francophone bilingue et d'une population anglophone. *Revue d'orthophonie et d'audiologie*, 26, 81-89.
- Laroche, C., Soli, S., Giguère, C., Lagacé, J., Vaillancourt, V., & Fortin, M. (2003). An approach to the development of hearing standards for hearing-critical jobs. *Noise & Health*, 6, 17-37.
- Laroche, C., Giguère, C., Vaillancourt, V., & Soli, S. (2005). *Development and validation of hearing standards for Canadian Coast Guard seagoing personnel and Conservation and Protection seagoing and land-based personnel: Phase II*. Final report submitted to the Canadian Coast Guard under contract no. F7053-000009 (March 2005).
- Laurence, R. B., Moore, B. C. J., & Glasberg, B. R. (1983). A comparison of behind-the-ear high-fidelity linear hearing aids and two-channel compression aids, in the laboratory and in everyday life. *British Journal of Audiology*, 17, 31-48.
- Lebel, C., & Picard, M. (1995). Développement et essai clinique du Test de Seuil Vocal en Images (TSVI) pour enfants français québécois. *Revue d'orthophonie et d'audiologie*, 19, 165-175.
- Lebel, C., & Picard, M. (1997). Influence du mode de réponse sur le seuil de reconnaissance de la parole chez l'enfant français québécois d'âge scolaire. *Revue d'orthophonie et d'audiologie*, 21, 17-27.
- Leduc, R. 1997. Pour la réussite du dépistage précoce et continue. Vanier, ON: Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques.
- MacLeod, A., & Summerfield, Q. (1987). Quantifying the contribution of vision to speech perception in noise. *British Journal of Audiology*, 21, 131-141.
- MacLeod, A., & Summerfield, Q. (1990). A procedure for measuring auditory and audio-visual speech-reception thresholds for sentences in noise: Rationale, evaluation, and recommendations for use. *British Journal of Audiology*, 24, 29-43.

Martin, N., & Clark, S. G. (2003). *Introduction to audiology* (8th Ed.). Boston: Allyn and Bacon.

Nilsson, M. J., & Soli, S. D. (1994). *Norms for a headphone simulation of the Hearing in Noise Test: Comparison of physical and simulated spatial separation of sound sources*. Paper presented at the 127th meeting of the Acoustical Society of America.

Nilsson, M. J., Soli, S. D., & Gelnett, D. (1996). *Development of the Hearing in Noise Test for Children (HINT-C)*. House Ear Institute, April, 1-9.

Nilsson, M. J., 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, 1085-1099.

Nilsson, M., Soli, S. D., & Sumida, A. (1996). *A definition of normal binaural sentence recognition in quiet and noise*. House Ear Institute, February, p. 1-13.

Nittrouer, S., & Boothroyd, A. (1990). Context effects in phoneme and word recognition by young children and older adults. *Journal of the Acoustic Society of America*, 87, 2705-2715.

Peters, R. W., Moore, B. C. J., Glasberg, B. R., & Stone, M. A. (2000). Comparison of the NAL(R) and Cambridge formulae for the fitting of linear hearing aids. *British Journal of Audiology*, 34, 21-36.

Picard, M. (2003). L'école québécoise est-elle accessible à tous les élèves qui présentent des difficultés d'écoute? *Fréquences*, 16, 7-11.

Picard, M., & Bradley, J. S. (2001). Revisiting speech interference in classrooms. *Audiology*, 40, 221-244.

Plomp, R. (1977). Acoustical aspects of cocktail parties. *Acustica*, 38, 186-191.

Plomp, R., & Mimpen, A.M. (1979). Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences. *Audiology*, 18, 43-52.

Pumford, J. M., Seewald, R. C., Scollie, S. D., & Jenstad, L. M. (2000). Speech recognition with in-the-ear and behind-the-ear dual-microphone hearing instruments. *Journal of the American Academy of Audiology*, 11, 23-35.

Ricketts, T., & Henry, P. (2002). Evaluation of an adaptive, directional-microphone hearing aid. *International Journal of Audiology*, 41, 100-12.

Ricketts, T., Lindley, G., & Henry, P. (2001). Impact of compression and hearing aid style on directional hearing aid benefit and performance. *Ear and Hearing*, 22, 348-361.

Ricketts, T., & Mueller, H. G. (2000). Predicting directional hearing aid benefit for individual listeners. *Journal of the American Academy of Audiology*, 11, 561-569.

Rowland, J., Dirks, D., Dubno, J., & Bell, T. (1985). Comparison of speech recognition-in-noise and subjective communication assessment. *Ear and Hearing*, 6, 291-296.

Saunders, G. H., & Cienkowski, K. M. (1997). Acclimatization to hearing aids. *Ear and Hearing*, 18, 129-139.

Soli, S. D. (1998). *Assessment of disability due to hearing impairment using measures of functional hearing*. House Ear Institute, February, 1-7.

Soli, S. D., & Nilsson, M. (1994). Assessment of communication handicap with the HINT. *Hearing Instruments*, 45, 12-16.

Soli, S.D., & Vermiglio, A. (1999). *Assessment of functional hearing ability for hearing-critical jobs in law enforcement; A report prepared for the California Peace Officers Standards and Training Commission*. House Ear Institute, November, 1-29.

Stelmachowicz, P. G., Hoover, B. M., Lewis, D.E., Kortekaas, R. W. L., & Pittman, A. L. (2000). The relation between stimulus context, speech audibility, and perception for normal-hearing and hearing-impaired children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43, 902-914.

Stollman, M. H. P., van Velzen, E. C. W., Simkens, H. M. F., Snik, A. F. M., & van den Broek, P. (2004). Development of auditory processing in 6-12-year-old children: A longitudinal study. *International Journal of Audiology*, 43, 34-44.

Tobias, J. V. (1964). On phonemic analysis of speech discrimination test. *Journal of Speech and Hearing Research*, 7, 98-100.

Vaillancourt, V., & Mayer, C. (2002). *Adaptation du HINT (Hearing in Noise Test) pour adultes francophones*. Projet de maîtrise non publié, Université d'Ottawa, Ottawa, ON, Canada.

Vaillancourt, V., Mayer, C., C., Basque, C., Nali, M., Eriks-Brophy, A., Soli, S., & Giguère, C. (2005). Adaptation of the HINT (Hearing In Noise Test) for adult Canadian Francophone populations. *International Journal of Audiology*, 44, 358-369.

Valente, M., Schuchman, G., Potts, L. G., & Beck, L. B. (2000). Performance of dual-microphone in-the-ear hearing aids. *Journal of the American Academy of Audiology*, 11, 181-189.

Walden, T. C., Walen, B. E., & Cord, M. T. (2002). Performance of custom-fit versus fixed-format hearing aids for precipitously sloping high-frequency hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 13, 356-366.

Note de l'auteur

Nous désirons souligner la contribution des écoles qui ont accepté de nous offrir un soutien dans les efforts de recrutement, des participants adultes, ainsi que des enfants qui ont gentiment accepté de participer aux tests et leurs parents qui ont sacrifié de leur temps pour les véhiculer. Nous désirons également remercier les réviseurs des versions antérieures du manuscrit pour leurs précieux conseils.

La correspondance concernant cet article devrait être adressée à Chantal Laroche, Programme d'audiologie et d'orthophonie, École des sciences de la réadaptation, Faculté des sciences de la santé, Université d'Ottawa, 451 rue Smyth, Ottawa, Ontario, Canada K1H 8M5. Courrier électronique: claroch@uottawa.ca.

Date de soumission: le 13 octobre 2004

Date d'acceptation: le 7 février 2006



Annexe A

Liste 1

Tous les poissons vivent dans l'eau.

Elle est très gentille.

(Les/Mes/Tes/Ses) vacances sont finies.

Nous allons à la banque.

L'arbre est bien décoré.

(Le/Ce) souper était chaud.

(Il/Elle) a perdu (son/mon/ton) bas.

(Le/Ce) garçon mange (la/sa/ma/ta) poire.

La planète est grosse.

(Mes/Les/Tes/Ces/Ses) frères jouent au base-ball.

Liste 2

(Il/Elle) joue aux quilles avec (nous/vous).

(Les/Des/Mes/Ces/Tes) enfants vont à l'école.

(Il/Elle) mange (sa/la/ma/ta) soupe.

(Son/Mon/Ton) bateau est très rapide.

(Elle/Il) (s'est/se) sali les mains.

(La/Ma/Ta/Sa) machine fait du bruit.

(Elle/Il) prend soin de (sa/ma/ta) mère.

(Notre/Votre) maison est grise et bleue.

(Le/Ce/Les) petit garçon chante bien.

(La/Ma/Ta/Sa) coiffeuse coupe (mes/les/tes/ses) cheveux.

Liste 3

(Le/Ce) chemin est droit.

(Le/Ce/Les) chien joue dans (la/ma/ta/sa) cour.

(Les/Ces/Des/Tes/Mes/Le) ballons flottent sur l'eau.

(Il/Elle) fait tomber toutes (les/ses) quilles.

(Le/Ce) loup n'avait/avait rien mangé.

(La/Ma/Ta/Sa) vache est noire et blanche.

(Elle/Il) prend (son/ton/mon) sac à dos.

Liste 4

(Mon/Ton/Son) parapluie est jaune.

(Le/Ce) chien joue avec son os.

(Ils/Elles) ont trouvé un sapin.

(Il/Elle) (jouera/joua) de la flûte.

(Elle/Il) a eu mal au dos.

(Il/Elle) (m'a/a) dit une menterie.

(Elle/Il) raconte une belle histoire.

(Elle/Il) prend un bain chaud.

Cette église est très vieille.

(Les/Le/Ces/Des) dragons crachent du feu.

Liste 5

(Le/Ce) voleur est dans la banque.

(Ils/Elles) prennent une marche.

L'oiseau est sur une branche.

(Elle/Il) était très (patiente/patient).

(Ils/Elles) ont marché sur (le/ce) pont.

(Ils/Elles) font des bonhommes de neige.

(Ils/Elles) ont cassé tous les oeufs.

(La/Ma/Ta/Sa) fille lave ses mains.

(Tes/Ces/Ses/Mes/Les) souliers sont en cuir.

La salle était vide.

Liste 6

(Il/Elle) mange avec une fourchette.

(Ce/Le/Ces) musicien joue du piano.

Tous les chats sont gris.

(Le/Ce) sac est plein de billes.

(Le/Ce/Les) chat regarde l'oiseau.

(Son/Ton/Mon) oncle raconte une histoire.

(Elle/Il) prend (son/ton/mon) sac à dos.

Annexe A (suite)

Liste 7

(Elle/Il) (a fait/fait) (son/mon/ton) lit.
 Il ne faut pas manger vite.
 (Elle/Il) porte (des/mes/tes/ses/ces) boucle d'oreille.
 (Tes/Les/Mes/Ces/Ses) lunettes sont rondes.
 (Le/Ce/Les) chat joue avec (la/sa/ma/ta) balle.
 (Elle/Il) (s'est/est) fâchée contre (son/ton/mon) père.
 (Il/Elle) mange une salade (de/aux) fruits.
 (Le/Ce/Les) lapin ronge une carotte.
 (Il/Elle) est parti en voyage.
 (Le/Les/Ce) savon nettoie bien.

Liste 8

(La/Sa/Ma/Ta) cabane est dans l'arbre.
 (La/Sa/Ma/Ta) musique était (trop/très) forte.
 (Son/Mon/Ton) frère ramasse (les/la/des/mes/tes/ces/ses) poubelles.
 (Sa/Ma/Ta/La) sœur aime chanter.
 (Ces/Les/Mes/Tes/Ces/Ses) champignons sont bruns.
 L'ours est pris dans (le/ce) piège.
 (Le/Ce) chocolat a fondu.
 (Il/Elle) écoute de la musique.
 (Elle/Il) se lève tôt (ce/le) matin.
 (Elles/Il) jouaient à la cachette.

Liste 9

(Il/Elle) voyage dans l'espace.
 (Le/Ce/Les) joueur frappe (la/sa/ma/ta) balle.
 (Le/ce) chien est devant l'auto.
 (Il/Elle) est professeur d'histoire.
 (Il/Elle) porte un nouveau gilet.
 (Son/Mon/Ton) ballon a éclaté.
 (Elle/Il) prend (son/ton/mon) sac à dos.

Liste 10

(Elle/Il) dessine une fleur bleue.
 (Les/Mes/Tes/Ces/Ses) vaches sont dans l'étable.
 L'ours trouve du miel.
 La fille dort dans (son/mon/ton) lit.
 (Le/Ce/Les) pirate cherche un trésor.
 (Ils/Elles) aimaient (les/des/mes/tes/ces/ses) raisins secs.
 (Les/Des/Mes/Tes/Ces/Ses) enfants sautent dans la neige.
 Je voyage par autobus.
 (Il/Elle) a écrit au tableau.
 (Elle/Il) porte plusieurs bagues.

Liste 11

L'avion est dans les nuages.
 (Le/Ce/Les) bébé mange souvent.
 (Ils/Elle) regardent (le/les/ce) spectacle.
 (Les/Mes/Tes/Ces/Ses) roses blanches sont belles.
 La souris est un rongeur.
 L'oiseau a perdu (ses/des) plumes.
 (Il/Elle) porte un chandail.
 La dame lave (son/ton/mon) visage.
 Cette histoire est triste.
 (Elle/Il) cherche (le/ce) panier de pommes.

Liste 12

(Il/Elle) doit prendre (ses/des/les) vitamines.
 (Son/Mon/Ton) sac est rempli de cadeaux.
 Il faisait beau hier.
 (Il/Elle) (a fait/fait) le tour du monde.
 (Le/Ce) loup n'avait/avait rien mangé.
 (La/Ma/Ta/Sa) vache est noire et blanche.
 (Elle/Il) prend (son/ton/mon) sac à dos.

Annexe A (suite)

Liste 13

Je suis tombé sur la glace.

(Elle/Il) regarde par (la/ma/sa/ta) fenêtre.

L'enfant dessine un cochon.

(La/Sa/Ta/Ma) soupe était délicieuse.

(Le/Ce/Les) chien dormait dehors.

(Elle/Il) joue avec (ma/ta/sa/la) poupée.

(Il/Elle) joue aux billes avec (moi/toi).

(La/Ma/Ta/Sa) fenêtre est ouverte.

Le vent fait bouger (les/des) feuilles.

(Il/Elle) est parti à la pêche.

Liste 14

J'ai un livre à colorier.

Papa tirait (le/ce/les) chariot.

(Il/Elle) mange de la crème glacée.

Tout (le/ce) monde est en classe.

Il faut lire (la/sa/ma/ta) page.

(Il/Elle) (s'est/est) perdu dans (la/ma/ta/sa) ville.

Le soleil se couche tôt.

(Elle/Il) boit du jus d'orange.

(Ce/Le) bonbon est très sucré.

(Il/Elle) nage dans la rivière.

Liste 15

J'aime (les/des) couchers de soleil.

L'oiseau s'envole du nid.

(Les/Mes/Tes/Ses/Ces/Des) enfants jouent dans (le/ce) sable.

(Le/Ce/Les) serveur apporte (la/ma/ta) crème.

J'ai peur (des/du) crocodiles.

(Elle/Il) écoute (la/ma/ta/sa) radio.

(Ce/Le/Ces) garçon pédale très vite.

Liste 16

(Il/elle) est né à l'hôpital.

(Les/Des/Mes/Tes/Ces/Ses) enfants courent dehors.

(Elle/Il) a compté jusqu'à dix.

(Ce/Le) casse-tête est difficile.

(Il/Elle) a caché (la/ma/ta/sa) plume.

(Tu/T') as caché (mon/ton/son) jouet.

(La/Ma/Ta/Sa) mère berce (son/ton/mon) enfant.

(Le/Ce) marchand vend (des/les) bonbons.

La souris mange du fromage.

(Les/Ces) grenouilles sont vertes.

Liste 17

(Il/Elle) vit dans la jungle.

J'ai fabriqué (cette/ces) cabane.

L'éléphant a une longue trompe.

(Le/Ce) camion est rouge.

(Elle/Il) saute sur (la/ma/ta/sa) trampoline.

La marmotte creuse un trou.

(Elle/Il) achète (des/ces/les) légumes frais.

(Cette/Ces/Sa) femme joue du piano.

(Ses/Mes/Tes) cheveux sont blonds.

(Son/Mon/Ton) cerf-volant est jaune.