

L'écoute en milieu scolaire



S. RAE - FOTOLIA.COM

La compréhension de la parole dans le bruit constitue une plainte récurrente des malentendants, et ce, même s'ils sont appareillés. Le bruit est d'autant plus gênant pour les jeunes enfants... Du fait d'une capacité limitée par rapport aux adultes à discriminer la parole dans le bruit, ils requièrent des configurations d'écoute dont le rapport signal/bruit (SNR) doit être le plus élevé possible.

enfant à des besoins bien spécifiques en termes d'écoutes. Ceux équipés d'implants cochléaires d'autant plus. Pour exemple, les enfants de 7 ans normaux-entendant nécessiteraient un rapport signal/bruit (SNR) de 2 dB à leur avantage comparativement aux adultes, pour obtenir les mêmes performances aux tests phonétiques (Stelmachowicz et al – 2010). Et le bruit n'a pas uniquement une influence sur la discrimination de la parole. Il peut aussi réduire notablement l'attention dans l'application de tâches, affecter les capacités de mémoire, mais aussi retarder le processus d'apprentissage de la lecture (Bradley et al – 2008). Cette difficulté est d'autant plus importante pour les utilisateurs d'un système d'implant cochléaire qui voient leurs performances réduites par rapport à la population des normaux-entendant. Le graphique présenté ci-après (figure 1) présente des résultats d'audiométrie vocale sur une population employant un

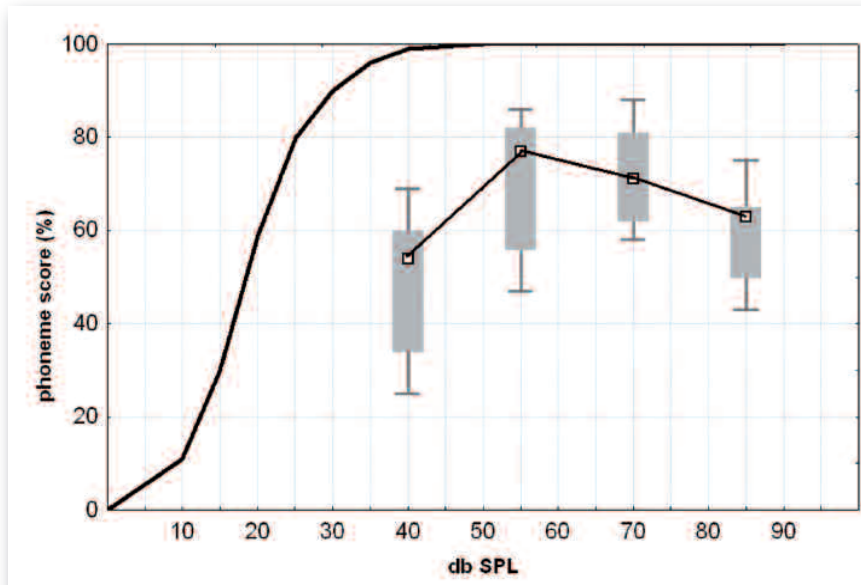


Figure 1 : Performance d'une population implantée (N = 8) après expérience de 3 mois. Paul J. Govaerts – EarGroup 2010.

système d'implant cochléaire après 3 mois d'expérience. On constate que, même dans le calme, le seuil de détection est augmenté de 40 dB environ (Govaerts et coll. 2010).

Les performances sont tout aussi aggravées de plus de 50 % dans des situations bruyantes.

Pour pallier une partie de ces problèmes, l'association américaine A.S.H.A (American Speech-Language-Hearing Association) a suggéré des recommandations pour minimiser les effets néfastes du bruit même pour la population bien-entendante. Les critères émis sont les suivants :

- Temps de réverbération de la salle de classe : $TR < 0,4s$,
- Niveau de bruit de fond : $L_b < 30 \text{ dB(A)}$,
- Rapport signal/bruit : $SNR > 15 \text{ dB}$.

Ces recommandations ont été partiellement reprises par l'A.N.S.I. (American National Standards Institute) qui constata, par ailleurs, qu'en milieu scolaire, les enfants normaux-entendant avaient de fortes chances de perdre jusqu'à 30 % de l'information utile (A.N.S.I. S12.60).

Ces configurations acoustiques suggérées ne semblent pas refléter la réalité. Nous nous sommes demandés s'il était pertinent de conduire des mesures acoustiques dans une salle de classe de grande section de maternelle, correspondant à une situation où théoriquement le bruit doit être le moins perturbant possible.

Caractéristiques et analyse d'une salle de classe

Une salle de classe constitue une situation sonore particulièrement délicate. L'objectif de cette séance de mesure a été d'évaluer l'environnement sonore rencontré par la population de jeunes enfants en situation de scolarité. Le but ne fut pas nécessairement de réaliser un ensemble de mesures pouvant établir une référence de spécificités acoustiques d'une telle situation, mais d'établir une base permettant de conduire des tests ultérieurs sans trop s'éloigner d'une configuration réelle. La salle considérée pour cette étape de mesure cor-

respond à une salle de classe de grande section de maternelle située à Béthisy-Saint-Martin dans l'Oise.

En considérant l'agencement de la salle comprenant une trentaine de chaises et occupées par 30 personnes disposées autour de tables, on peut ainsi déduire un temps de réverbération dont la valeur est la suivante :

	Formule de Sabine	Formule de Eyring
TR_{90}	1,15s	0,8s

Bien entendu, ces valeurs ne peuvent pas être considérées comme parfaitement exactes, mais elles donnent une estimation qu'il sera possible de comparer avec la valeur mesurée. Une mesure préalable du bruit de fond de la salle vide a été réalisée. Le niveau mesuré était de 38 dB SPL. En considérant la pondération

applicable (A) ce niveau se situait à 32,2 dB (A) soit hors de la limite des recommandations A.S.H.A. mais en dessous des recommandations de la norme A.N.S.I. S12.60. Évidemment, cette mesure ne prenait pas en compte l'environnement sonore induit par un groupe de 30 enfants comme c'est le cas théoriquement dans cette salle. Quant à la mesure du temps de réverbération, elle a été conduite par l'enregistrement d'un signal impulsionnel délivré à environ 100 dB SPL afin de pouvoir déterminer convenablement sa valeur après



Vue générale de la salle de classe considérée pour la mesure. On peut constater le microphone de mesure localisé à 4 mètres de la chaise du professeur.

analyse de sa décroissance en amplitude. La valeur relevée (0,9 seconde) est comprise entre les deux estimations théoriquement déterminées précédemment.

Fluctuations de l'environnement sonore d'une salle de classe

Cette étape de mesure a permis de recueillir des données sur les spécificités de situations d'écoutes que peuvent rencontrer les jeunes élèves dans leur environnement scolaire. Dé-

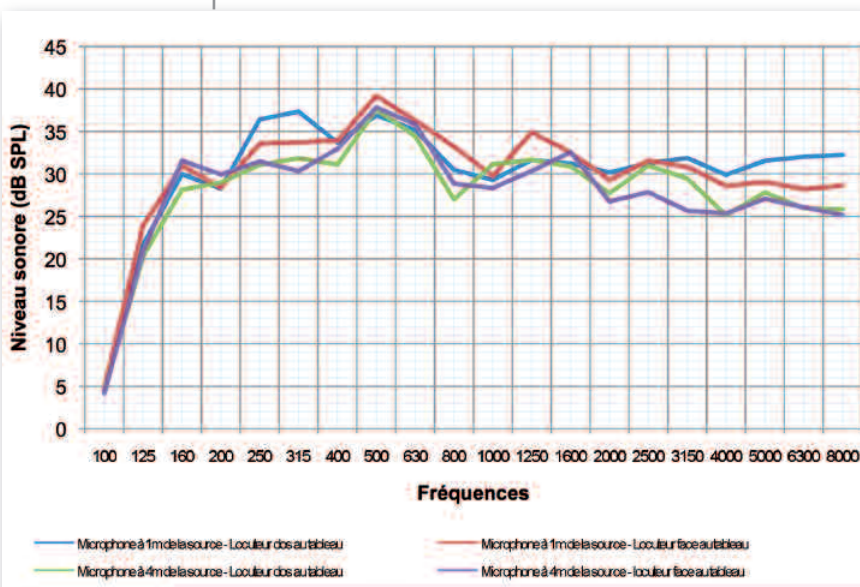
terminer une situation type se révèle délicat puisque dans un tel cadre, le professeur ou encore un élève peut évoluer librement dans la salle.

De ce fait, et pour rationaliser la conduction des mesures, quelques comportements pertinents induisant des modifications significatives du signal acoustique ont été retenus :

- La distance locuteur-auditeur est variable,
- La position mobile du locuteur face à l'auditeur jusqu'à lui tourner le dos.

Il a été évalué les spécificités acoustiques du signal utile à 1 mètre et à 4 mètres, en demandant au locuteur (professeur des écoles) de parler dos au tableau et face au tableau, en lisant à haute voix un extrait de livre pour enfants afin de créer un échantillon sonore de 90 secondes environ. Le

Figure 3 : Spectre moyen des 4 configurations d'enregistrement sonore définissant la zone d'écoute de la salle de classe évaluée.



spectre moyen recueilli par transformée de Fourier rapide (FFT de 2048 points) des 4 configurations mesurées est défini ci-dessus dans la figure 3.

Afin de mieux se rendre compte des variations du spectre moyen, il est possible de déterminer les modifications relatives moyennes autour d'une zone définie par 80 % de l'en-

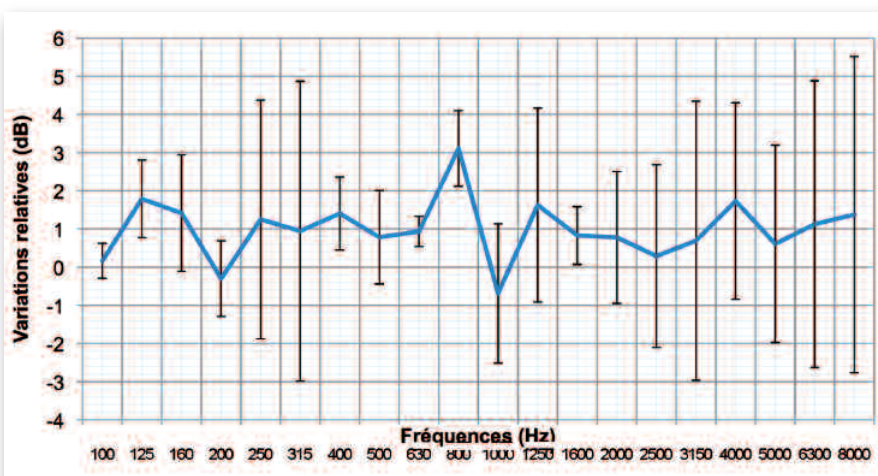


Figure 4 : Variation du spectre de la parole en fonction de la distance et du comportement de la source.



COCHLEAR

semble des modifications recueillies. On obtient ainsi la figure 4 ci-dessus :

Les résultats présentés sur cette figure démontrent que le signal capturé dans la zone de couverture d'écoute peut varier jusqu'à 7,8 dB. Ces variations sont principalement liées à la modification de la configuration de stimulation ou d'écoute dans une salle qui, de par sa configuration, influe sur le comportement des sources sonores.

Il est intéressant de constater que les plus fortes variations sont présentes dans les bandes de 250 Hz, 315 Hz, 1 000 Hz, 1 250 Hz ainsi que pour les fréquences supérieures à 2 500 Hz : zones essentielles pour la discrimination de la parole dans le calme et dans le bruit.

Pour une zone de couverture d'écoute donnée, un élève, dans son environnement scolaire, perçoit un signal de parole dont les caractéristiques varient significativement au cours du temps. Ceci ne peut qu'engendrer des obstacles à une compréhension optimale et permanente de la parole, car il est difficile d'imposer une posture statique tant au locuteur qu'à ses auditeurs.

Variation du bruit lors d'une journée de classe

Au cours de cette étude, il a été évalué que le bruit résiduel présentait un niveau de 32,2 dB (A). Ceci résulte d'une configuration de prise de son où aucune source sonore n'est présente dans la salle. Ce bruit est donc engendré uniquement par les sources extérieures. Il est évident que la présence d'enfants induit sensiblement une modification du niveau sonore du bruit de fond qui nécessite d'être évalué. Il a été procédé à un enregistrement d'environ 30 minutes afin de pouvoir capturer l'évolution de niveau de bruit au cours d'une journée d'école. Le système a enregistré le signal acoustique sans la présence de l'opérateur afin de minimiser l'effet de présence d'éléments étrangers et ainsi préserver la fidélité des caractéristiques du bruit. Pour se rendre compte de ces variabilités du bruit, nous avons évalué les spectres du bruit de fond enregistré le plus faible et le plus fort.

Il a ainsi été obtenu des variabilités de spectre que l'on peut visualiser par le biais de la figure 5 ci-après.



La figure 5 démontre une variabilité importante du niveau de bruit de fond due à l'activité des enfants dans la salle. Ce bruit évolue, dans ce cas, dans une plage variant globalement de 43,8 dB SPL à 73,1 dB SPL tout en constatant que le signal peut présenter une différence de plus de 35 dB entre les bruits de fond les plus faibles et les plus intenses. En comparant cette analyse avec l'évolution du spectre du signal utile, il a été constaté que dans la zone de couverture d'écoute, le rapport signal sur bruit pouvait finalement varier de 0,5 dB à 14 dB.

Un cadre scolaire inadapté ?

Les observations générales ont démontré qu'il existe une réelle prise de conscience quant à l'importance de la qualité sonore dans laquelle les élèves doivent évoluer pour assimiler au mieux l'information perçue. Ceci est d'autant plus important lorsqu'il s'agit de très jeunes enfants nécessitant une attention particulière pour le bon déroulement du processus d'apprentissage du langage et de la discrimination de la parole.

Bien qu'il existe des recommandations pour minimiser l'effet du bruit dans ce type de situations, il est très difficile aujourd'hui de se conformer à ces suggestions tant sur les qualités spécifiques des salles de classe que sur les compor-

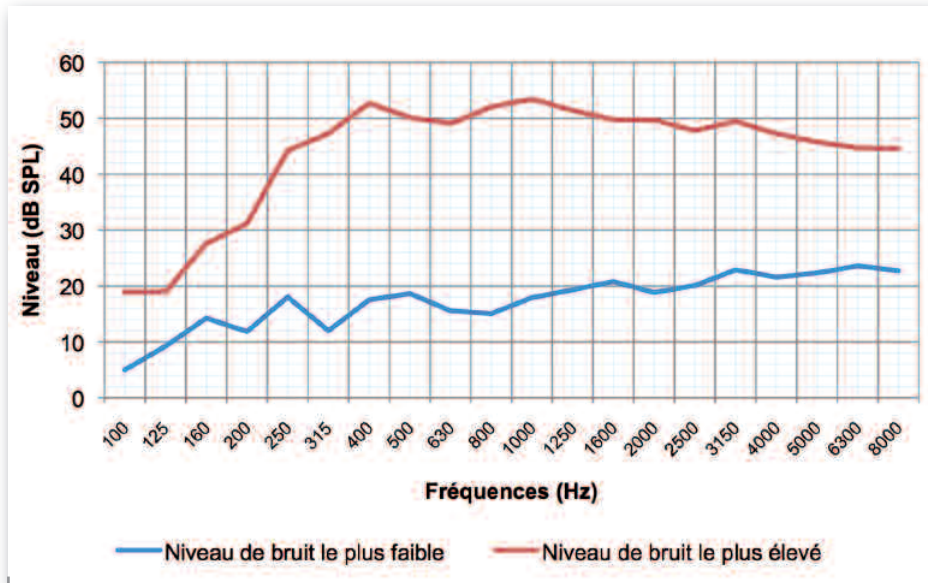


Figure 5 : Variation maximale du spectre du bruit au court de la journée scolaire.



tements des locuteurs et de l'auditoire. Les variabilités des situations sonores sont telles que même un enfant bien-entendant peut se trouver en situation difficile liée à une faible émergence du signal utile.

L'utilisateur d'un implant cochléaire peut être en situation critique quasi permanente. Il est donc essentiel de proposer

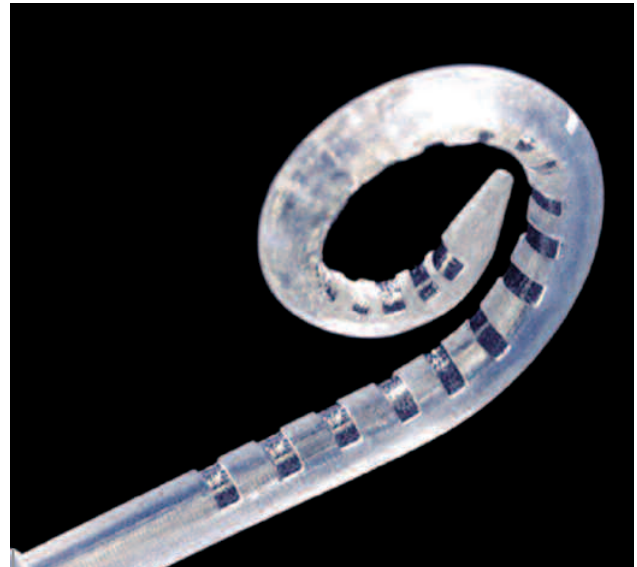
“ A l'école, un implanté peut être en situation d'écoute critique permanente. ”

à ces utilisateurs, des systèmes destinés à minimiser le plus possible l'effet du bruit quel qu'il soit.

Il existe depuis plusieurs dizaines d'années des systèmes d'aide à l'écoute sans fil destinés à résoudre en partie ces problèmes. Néanmoins, la disponibilité de technologies, telles que les réducteurs de bruits ou bien la gestion dynamique de la communication FM pourraient sans nul doute être béné-

[Bibliographie]

- ANDERSON, K.L., GOLDSTEIN, H., COLODZIN, L. et al, "Benefit of SNR enhancing devices to speech perception of children listening in a typical classroom with hearing aids or a cochlear implant", *J Educ Audiol*, 12 14-28, 2005
- AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, ANSI/ASA S12.60-2010/Part 1, "Acoustical Performance Criteria, Design Requirements and Guidelines for Schools", 2010
- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE HEARING ASSOCIATION, "Acoustics in Educational Settings: Position statement and guidelines", *ASHA* 37, p15-19, 1995
- BOOTHROYD, A., "Hearing aid accessories for adults: The remote FM microphone", *Ear Hear*, 25, 22-33, 2004
- BRADLEY, J.S., & STATO, H. "The intelligibility of speech in elementary school classrooms", *J Acoust Soc Am*, 123, 2078-2086, 2008
- JOUHANEAU, J., "Acoustique des salles et sonorisation", *Technique & Documentation*, 1997
- LIENARD, P., FRANÇOIS, P., "Acoustique industrielle et environnement: Acoustique physique et perceptive", Eyrolles, 1983
- MOORE, B.C., "Perceptual consequences of cochlear hearing loss and their implications for the design of hearing aids", *Ear Hear*, 17, 133-161, 1996
- PICARD, M. & BRADLEY, J.S., "Revising speech interference in classrooms", *Audiology*, 40, 221-244, 2001
- VARENBERG, B., GOVAERTS, P., DE CEULAER, G., DAEMERS, K., SCHAUWERS, K. "Experiences of the use of FOX, an intelligent agent, for programming cochlear implant sound processors in new users", *Int. Journal of Audiology* 2010



Electrodes d'un implant cochléaire.

fique aux utilisateurs d'un système d'implant cochléaire. Dans la prochaine édition d'Audio infos, un article analysera l'avantage objectif des systèmes d'aides à l'écoute en combinaison avec un réducteur employé avec un système d'implant cochléaire.

**Étude réalisée par Alexandre Gault,
Dr Paul J.Govaerts et Jean-Baptiste Delande.**