



## 8<sup>o</sup> SYMPOSIUM FASE'89

«ACUSTICA AMBIENTAL»

Zaragoza, Abril 1989

### QUELQUES PARAMETRES INFLUANT SUR L'INTELLIGIBILITE DE LA PAROLE DANS DES CONDITIONS D'ECOUTE DIFFICILE

C. LEGROS, R. GAMBA, P. ZULIANI.

Université TOULOUSE-le-MIRAIL  
5 Allées Antonio MACHADO  
31058 TOULOUSE Cédex. FRANCE.

#### INTRODUCTION

De nombreuses études ont déjà montré que l'intelligibilité pouvait être estimée par des approches physiques [3] ou psychoacoustiques [2]. Pourtant, certains paramètres n'ont pas été pris en compte, ou incomplètement.

En effet, la communication entre individus est plus ou moins facile suivant les conditions acoustiques dans lesquelles elle se réalise: si la qualité de la communication est bonne lorsque les conditions sont favorables à la parole (faible distance du locuteur, peu ou pas de bruit de masque, peu de réverbération), il n'en est pas de même quand ces conditions deviennent sévères (bruit de masque de l'ordre de 90 dBA, durée de réverbération à 1000 Hz de l'ordre de 8 secondes). La communication peut alors se faire soit par voie directe (si la distance locuteur-auditeur reste faible) soit par l'intermédiaire d'une sonorisation (pour des distances plus grandes et des niveaux les plus élevés).

Nous avons développé une méthodologie d'expérimentation permettant le diagnostic acoustique de telles situations, en ce qui concerne l'intelligibilité des messages parlés. Cette méthodologie nous a permis de tester l'influence de plusieurs paramètres sur l'intelligibilité [4].

#### METHODOLOGIE D'EXPERIMENTATION

##### Dispositif Electroacoustique Utilisé Pour La Diffusion Des Messages.

Objectifs. La constitution de la chaîne électroacoustique doit permettre deux types de simulation, correspondant aux deux situations suivantes:

- \* simulation de l'écoute d'un locuteur humain, pour des niveaux compatibles avec sa force sonore (entre 65 et 80 dBA),
- \* simulation de la diffusion du message par une enceinte acoustique, pour des niveaux supérieurs (au-delà de 80 dB).

En ce qui concerne le premier point, le dispositif doit particu-

lièrement respecter les caractéristiques de directivité de la voix humaine. Quand au second, il doit plutôt avoir de bonnes caractéristiques de fidélité de reproduction du message aux niveaux élevés.

Le Simulateur de Voix Humaine (S.V.H). Dans un premier temps, la directivité de la voix a été étudiée, en chambre sourde, à partir de 5 sujets, en plaçant des microphones autour du locuteur (5 angles d'incidence), ce dernier lisant un texte français [ ]. La directivité, moyennée sur les 5 sujets, est représentée en fonction de la fréquence à la figure 1 (traits pleins).

Dans les mêmes conditions d'expérimentation, nous avons cherché un diffuseur ayant des caractéristiques de directivité comparables à celles de la voix. Pour ce faire, nous avons, au vu des caractéristiques fournies par le constructeur, sélectionné 9 haut-parleurs. Ces derniers ont, dans la chambre sourde, remplacé les locuteurs. Les directivités ont été comparées et nous avons retenu le diffuseur ayant les directivités tracées en trait discontinu sur la figure 1.

La sonorisation. Pour simuler une sonorisation, nous avons choisi un diffuseur de bon rendement (96 dB/1W/1m), sans distorsion notable.

#### Le Matériau Phonétique Utilisé.

Dans de telles études, il est primordial d'utiliser un matériau phonétique qui permette le suivi de l'évolution de l'intelligibilité en fonction progressive du paramètre utilisé. C'est pourquoi nous avons choisi des mots simples (connus de tous), courts (afin de ne pas favoriser la compréhension par redondance), réunis par listes phonétiquement équilibrées (même répartition des phonèmes que dans la langue parlée courante). L'une des listes est reportée ci-après:

leur, enfant, inné, chœur, souk, tôle, élu, prend, fade, motte, tri, essaim, meule, voute, héron, haché, pile, doit, ronde, baisse, grue, jeune, ami, épée, lande, anneau, vieux, cette, vide, serre, case, puis, lisse, cure.

Par ailleurs, et dans le but de prendre en compte les éventuels effets de la réverbération, chaque mot est placé à la fin d'une courte phrase introductive sans rapport sémantique avec le mot testé.

### LES EXPERIMENTATIONS

La Procédure. Les conditions de passage des tests sont toutes contrôlées: les sujets sont notamment informés que, seul, le dernier mot de chaque phrase est à retranscrire, qu'il est court (sans préciser le nombre de phonèmes), qu'il est sans signification particulière, et que la retranscription doit uniquement tenir compte de la phonétique et non de l'orthographe. Chaque test est la succession des opérations suivantes: audiogramme, test sur 10 listes dans 10 configurations différentes, et, à nouveau, audiogramme.

Les locaux utilisés. Trois locaux, de volumes comparables (environ 1000 m<sup>3</sup>), ont été testés: les durées de réverbérations à 1000 Hz sont respectivement: 0,8 s, 2,2 s, et 8,3 s. Dans ces locaux, les sujets étaient placés de telle sorte qu'ils soient plutôt en champ direct dans le premier, et en champ diffus dans les deux autres.

Les paramètres testés. Dans chacun des locaux, nous avons testé:

- l'influence du niveau de bruit de masque (65, 80 et 95 dBA),
- pour les niveaux de bruit de masque importants (95 dBA), l'influence du port de casque individuel de protection auditive,
- l'influence de la fatigue auditive (perte moyenne, entre 500 Hz et 4000 Hz de l'ordre de 15 à 20 dB),
- l'influence du rapport Signal sur Bruit de masque.

## RESULTATS OBTENUS

Port De Protection Auditive. On remarque que, non seulement le port de protecteurs ne dégrade pas l'intelligibilité, mais, de plus, il l'améliore de façon significative, notamment dans le cas de forts niveaux de bruit de masque ( $L_{eq} = 95$  dBA).

Niveau Absolu Du Bruit De Masque. Pour les trois niveaux testés, et dans les trois locaux étudiés, le niveau du bruit de masque ne fait pas apparaître de réduction de l'intelligibilité, ce qui va à l'encontre de certains résultats publiés par ailleurs [1].

Durée De Réverbération - Rapport S/B. Dans chaque local, nous avons fait varier le rapport S/B entre -15 dBA et +15 dBA, ce qui nous a permis de modéliser l'ensemble des points expérimentaux par une régression exponentielle de la forme:

$$\% (\text{phonèmes reconnus}) = \left( 1 - 10^{-\frac{A}{q}} \right)^n * 100$$

dans laquelle on a:

A: coefficient lié au rapport S/B  $\rightarrow A = \frac{S/B + 20}{40}$

n: coefficient dépendant plus particulièrement du local

q: coefficient dépendant plus particulièrement de l'enceinte utilisée.

La figure 2 montre ces régressions pour un bruit masquant de 95 dBA.

## CONCLUSION

Les expérimentations menées ont permis de mettre en évidence certains phénomènes inattendus et mal connus (rôle des protecteurs auditifs, neutralité du niveau absolu du bruit de masque, variation exponentielle de l'intelligibilité avec le rapport S/B).

Par contre, le faible nombre de locaux utilisés, ainsi que le faible nombre de diffuseurs employés, n'ont pas permis de préciser suffisamment les corrélations existant entre les coefficients n et q et un paramètre physique lié au local et au diffuseur. Les travaux actuellement en cours doivent nous permettre d'y remédier.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions la Société Electricité De France, qui a soutenu cette étude.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] American National Standard Methods for the calculation of the Articulation Index, S3.5 (1969).  
 [2] J.S. BRADLEY Speech intelligibility in rooms. *J.A.S.A.* **80**, 837-845 (1986).  
 [3] T. HOUTGAST, H.J.M. STEENEKEN, R. PLOMP Predicting speech intelligibility in rooms from the modulation transfer function. *Acustica* **46**, (1973)  
 [4] C. LEGROS, R. GAMBA, P. ZULIANI. Intelligibilité de la parole dans des conditions d'écoute difficile. Rapport final EDF/DER Septembre 1988.

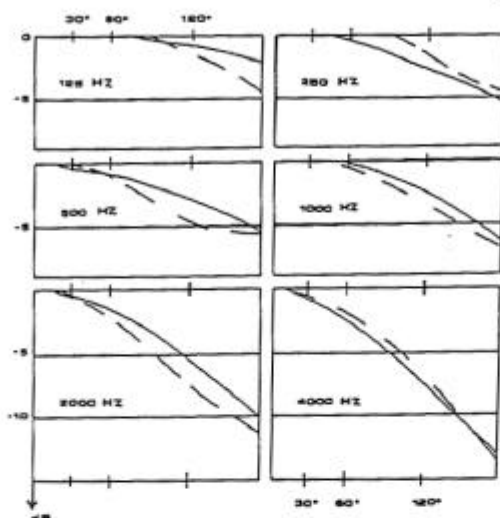


Figure 1: - Directivités comparées de la parole et du diffuseur

\*trait plein: voix

\*tirets: haut-parleur utilisé

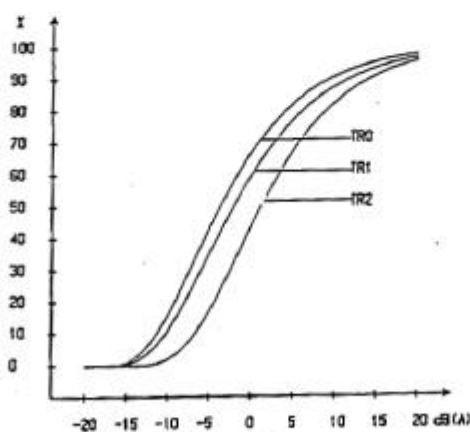


Figure 2: - Scores d'intelligibilité en fonction de la durée de réverbération et du rapport S/B.