

RÉSUMÉ :

Dans les salles de classe, les conditions acoustiques sont rarement optimales. Le bruit ambiant est souvent élevé alors qu'il est ardu de percevoir la parole en présence d'un bruit compétitif, et ce, particulièrement pour les personnes malentendantes. Dans ces conditions, l'accès aux indices visuels de la parole facilite la perception de cette dernière. Ainsi, les élèves peuvent mieux décoder le message du professeur à l'aide d'informations tirées de la lecture labiale et des expressions faciales. Cependant, puisque le professeur se déplace, qu'il tourne le dos aux élèves ou que la distance le séparant de ces derniers est importante, le visage de l'enseignant n'est pas toujours accessible. AudiSee, un système MF audiovisuel, est né du besoin de créer une aide de suppléance à l'audition qui permet aux élèves malentendants d'avoir accès aux indices visuels et auditifs de la parole en tout temps. Lorsqu'il utilise le système AudiSee, l'enseignant porte un casque muni d'une mini-caméra et d'un microphone. L'image de son visage est transmise à un petit écran sur le bureau de l'élève, donnant ainsi un accès continu et de premier plan de sa figure. Le signal auditif, soit la voix du professeur, est transmis au récepteur MF auditif régulier de l'élève. Une première recherche a démontré l'efficacité du système pour contrer l'effet de la distance séparant le professeur de l'élève. Une étude de terrain a aussi été réalisée à l'aide d'un prototype pour mieux cerner les bénéfices et les désavantages d'un tel système. Les étudiants ont apprécié l'apport du système et ont mentionné que son utilisation facilitait la lecture labiale. De cette recherche a aussi émergé le besoin de revoir quelques aspects techniques, dont le confort du casque porté par l'enseignant. Plus encore, il a été démontré que l'implantation d'un tel système, pour qu'elle soit fructueuse, doit être encadrée par un professionnel apte à répondre aux besoins des enfants ayant une déficience auditive.

MOTS-CLÉS :

Déficience auditive - Surdité - Perception audiovisuelle de la parole - Aide de suppléance à l'audition - Intégration sociale et scolaire.

AUDISEE : UN SYSTÈME MF AUDIOVISUEL

par Ariane Laplante-Lévesque et Jean-Pierre Gagné

SUMMARY : AudiSee : An audiovisual FM system

Acoustical conditions in classrooms are rarely optimal. The ambient noise being high, it is difficult to perceive speech, especially for students with a hearing loss. Access to visual cues of speech facilitates perception so that students can more readily decode the teacher's message using information obtained from lipreading and facial expressions. However, the distance separating the teacher and the student may exceed distances that are optimal for speechreading. Moreover, in a typical classroom situation, the teacher moves around and does not always face the students. The AudiSee system, an FM audiovisual device, was developed for students with a hearing loss who could benefit from an assistive listening device that would allow them to have uninterrupted access to visual and audio cues of speech. When using the AudiSee system, the teacher wears a headset that supports a microphone and a micro-camera. The image of his or her face is transmitted to a monitor on the student's desk, therefore giving a continuous close-up view of his or her face. The audio signal, namely the voice of the teacher, is transmitted to the student's regular audio FM receiver. An initial research project demonstrated AudiSee's effectiveness in overcoming the effects of distance between the teacher and the student. Also, a pilot study was conducted with a prototype of AudiSee to assess the benefits and drawbacks of such a system. The students appreciated the contribution of the system and mentioned that its use facilitated lipreading. The project also permitted to identify certain technical aspects of the system that needed to be improved, such as the headset worn by the teacher. Moreover, it has been clearly shown that in order to be successful, the implementation of such a system has to be supervised by a professional trained to provide services to children with hearing loss.

KEY-WORDS :

Hearing loss - Deafness - Audiovisual speech perception - Assistive listening device - Social and school integration

Ariane LAPLANTE-LÉVESQUE
Étudiante en audiologie

Jean-Pierre GAGNÉ
Professeur Ph.D.

École d'audiophonie
et d'audiologie
Faculté de médecine
Université de Montréal
C.P. 6126, succursale Orange-Jolie
Montréal (Québec)
H3C 3J7
ariane.laplante-levesque@umontreal.ca
jean-pierre.gagne@umontreal.ca

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, des chercheurs se penchent sur les facteurs facilitant ou entravant l'apprentissage en salle de classe, en particulier chez les élèves ayant une déficience auditive. Tous s'entendent sur l'importance d'offrir des conditions d'apprentissage optimales aux élèves ayant des besoins particuliers. Pour y parvenir, les aides de suppléance à l'audition, comme le système MF, sont utilisées dans plusieurs établissements d'enseignement.

LA SALLE DE CLASSE ET SON ENVIRONNEMENT ACOUSTIQUE

La communication verbale constitue les assises de l'apprentissage en salle de classe. Il est donc tout à fait vital que les élèves puissent comprendre la parole du professeur. Cependant, certains facteurs peuvent entraver la communication verbale en classe et ainsi rendre cette tâche ardue.

La salle de classe est sans contredit un milieu bruyant. Évidemment, les occupants de l'endroit, c'est-à-dire les élèves, génèrent du bruit. De plus, les infrastructures présentes dans la salle de classe (système de ventilation, éclairage, équipement informatique, ...) et les activités extérieures (bruit provenant du corridor, trafic routier, terrains de jeux, ...) constituent des sources de bruit potentielles. Combinés, ces bruits peuvent masquer considérablement la voix de l'enseignant. Alors que le niveau sonore d'une conversation typique se situe à 60 dB, des niveaux de bruit ambiant moyen de plus de 50 dB ont été mesurés dans des salles de classes inoccupées*. Pourtant, pour que le bruit ambiant d'une salle de classe occupée soit jugé acceptable, il ne devrait pas excéder 30 dB, permettant ainsi une reconnaissance adéquate de la parole*. Il est à noter que cette recommandation concerne les salles de classe destinées aux enfants ayant une audition normale.

La relation entre le niveau de la parole du professeur et le niveau du bruit ambiant se nomme rapport signal sur bruit (RSB). Lorsque le RSB est élevé, la perception de la parole est favorisée. Lorsque le RSB est faible, la perception de la parole est entravée, particulièrement pour les personnes ayant une déficience auditive, ces dernières éprouvant des difficultés à extraire la parole du bruit*. Un RSB excédant +15 dB est recommandé pour rendre la parole du professeur accessible aux élèves**.

L'IMPORTANCE DES INDICES VISUELS DE LA PAROLE

Plusieurs chercheurs ont démontré que la perception de la parole peut être facilitée lorsque les indices visuels et auditifs sont combinés. Ainsi, lorsque les sujets sont confrontés à des conditions d'écoute difficiles, en raison de la présence d'un bruit ambiant ou d'une déficience auditive, leurs performances à des épreuves de perception de la parole augmentent de façon significative s'ils ont accès à un signal audiovisuel plutôt qu'aux indices auditifs seulement*. Ainsi, des conditions d'apprentissage idéales nécessitent un environnement visuel approprié en plus d'un environnement sonore adéquat. Pour les élèves malentendants, tout comme pour leurs pairs n'ayant pas de trouble auditif, il importe d'avoir accès aux indices visuels de la parole. Même les enfants ayant une audition normale bénéficient de ces informations. Pour les élèves malentendants, avoir accès au visage de l'enseignant augmente de façon substantielle leur habileté à percevoir la parole*. Selon une étude de Hack et Erber**, des adolescents malentendants ont vu leurs performances de reconnaissance de voyelles augmenter de 29% en moyenne lorsqu'ils avaient accès à un signal audiovisuel plutôt qu'aux simples indices auditifs.

Puisque les indices visuels contribuent grandement à la perception de la parole, les élèves devraient y avoir un accès continu. Malheureusement, ce n'est généralement pas le cas. D'une part, il n'est pas rare qu'un enseignant effectue des déplacements alors qu'il donne une dictée ou qu'il émette des consignes tout en écrivant au tableau. Plus encore, certaines conditions telles que la distance entre le professeur et les élèves, un éclairage insuffisant ou d'autres distractions visuelles peuvent gêner la lecture labiale*. En raison de ces facteurs, l'élève ayant une déficience auditive peut difficilement utiliser la lecture labiale et ce, même lorsque son bureau est placé près de l'enseignant.

* Crandell et Smaldino, 1994

* Bradley, 1986

* Crandell, 1993; Finitzo-Hieber et Tillman, 1978; Pekkarinen et coll., 1990

** American Speech-Language-Hearing Association, 1995

* MacLoed et Summerfield, 1987

* Erber, 1972; Grant et coll., 1998
** 1982

* Castle, 1988; Erber, 1974; Stoker et French-St. George, 1984

UN APPORT TECHNOLOGIQUE : LE SYSTÈME MF AUDIOVISUEL

Depuis plus de trente ans, les élèves ayant une déficience auditive utilisent les systèmes MF auditifs. Ces derniers transmettent la parole du professeur à l'élève via des haut-parleurs ou une sortie individuelle. En réduisant le bruit de fond et la réverbération, l'utilisation d'un système MF auditif améliore la perception de la parole, l'écoute, l'attention, les performances académiques et les comportements adaptés*.

Un tel système comporte cependant certaines limites puisqu'il ne transmet pas les indices visuels, ces derniers pouvant améliorer la perception de la parole. L'idée de développer un système audiovisuel a émergé du besoin d'offrir aux élèves malentendants une aide de suppléance plus complète. Rendre les indices visuels accessibles semblait une solution intéressante pour faciliter la perception de la parole.

Face à cette problématique, les parents d'un enfant ayant une surdité profonde ont proposé une solution fort inventive. Ingénieurs en informatique, Marie Lapalme et Luc Ducas ont développé le système MF audiovisuel en 1997. Il est maintenant commercialisé sous le nom d'*AudiSee*. Lorsqu'il utilise cette aide de suppléance à l'audition, le professeur porte un casque muni d'une mini-caméra et d'un microphone. L'image est transmise à un petit écran sur le bureau de l'élève, donnant ainsi un accès continu et rapproché du visage du professeur. En tout temps, même lorsque le visage du professeur n'est pas accessible directement, l'élève peut bénéficier de la lecture labiale. Le signal auditif, soit la voix du professeur, est transmis au récepteur MF auditif conventionnel de l'élève. De cette façon, les indices visuels et auditifs de la parole sont constamment disponibles. Le système *AudiSee* est le premier du genre à intégrer à la fois la voix et le visage du professeur.

DESCRIPTION DU SYSTÈME

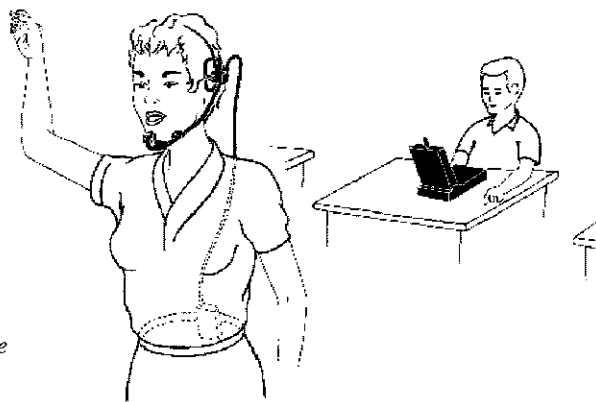


Figure 1
Le système *AudiSee*

La figure 1 illustre les différentes composantes du système *AudiSee* et leur configuration habituelle. Cette aide de suppléance à la perception de la parole est composée de deux unités. L'unité du professeur inclut un casque, sur lequel est installée la mini-caméra et le microphone, ainsi qu'un émetteur porté à la taille. La voix et l'image du professeur sont transmises par ondes MF, sans aucun fil, à l'unité réceptrice. L'image est habituellement présentée sur un écran à cristaux liquides de 14 cm placé sur le bureau de l'élève. Cependant, elle peut aussi apparaître à l'écran d'un ordinateur portable ou d'une télévision traditionnelle.

Le système étant compatible avec la majorité des systèmes MF auditifs disponibles, l'enseignant n'a pas à porter deux émetteurs distincts. Grâce à l'émetteur du système *AudiSee*, le signal auditif est transmis directement au système MF auditif utilisé par l'élève. De plus, l'émetteur peut être utilisé avec les systèmes de plusieurs élèves à la fois.

* Arnold et Canning, 1999 ;
Crandell et coll., 1995

BÉNÉFICES DU SYSTÈME AUDISEE

Depuis 1997, plusieurs recherches visant à évaluer l'efficacité du système *AudiSee* ont été menées à l'aide de prototypes. Une étude de Gagné et coll.* a démontré que lorsque la distance séparant le locuteur de l'interlocuteur excède 3,6 m, les performances en lecture labiale diminuent. Cependant, lorsque l'interlocuteur a accès aux indices visuels tels que transmis par le système *AudiSee*, les performances en lecture labiale demeurent constantes même lorsque la distance entre le locuteur et l'interlocuteur atteint 7,2 m. En fait, certains essais informels effectués à l'aide du système *AudiSee* laissent présager que l'image transmise par le système demeure claire jusqu'à une distance de 30 m.

Récemment, une étude sur le terrain a été effectuée dans le but de cibler les bénéfices et les inconvénients d'un prototype du système *AudiSee* ainsi que la fiabilité technique de ce dernier lorsqu'il est utilisé en salle de classe*. Douze dyades élève-enseignant ont utilisé le système *AudiSee* pendant une période variant de 8 à 31 semaines. Les élèves participant à cette recherche présentaient divers degrés de déficience auditive, de léger à profond, et ils ont été recrutés dans différents niveaux de scolarisation, étant âgés de 6 à 23 ans. Des données ont été recueillies par les membres de l'équipe de recherche qui ont observé les dyades lors de différentes activités pédagogiques. Un journal des problèmes techniques rencontrés a aussi été tenu alors que les chercheurs se sont entretenus avec les participants sous la forme de rencontres individuelles et d'entrevues de groupe. Toutes ces données ont été classées selon leur nature et le participant, soit un enseignant ou un élève, les ayant soulevées.

Les résultats de cette étude qualitative sont probants. Selon les participants, le système *AudiSee* favorise l'accès aux indices visuels de la parole, la lecture labiale étant donc facilitée. D'importantes différences ont été notées dans les résultats et ce, en fonction de l'âge de l'utilisateur. Chez les jeunes élèves, l'adaptation naturelle au système, qui consiste à apprendre à regarder le professeur lorsque son visage est disponible et le moniteur du système *AudiSee* lorsque le visage du professeur n'est pas accessible, a été difficile. Cependant, les étudiants plus âgés (école secondaire et université) ont instinctivement su utiliser de façon optimale cette aide de suppléance à l'audition. Ces derniers ont aussi rapporté que le système facilite la prise de notes en salle de classe et leur demande moins d'attention et de concentration pour comprendre le professeur. Aussi, ils ont rapporté que la qualité du signal auditif transmis par *AudiSee* est comparable à ceux fournis par les systèmes MF auditifs conventionnels. Certains ont mentionné qu'ils appréciaient que, contrairement à l'interprète oral, le système *AudiSee* permet un accès aux indices visuels du message simultané à la transmission auditive. D'autres élèves ont ajouté que la visualisation plus précise des mouvements articulatoires de la parole facilitait l'apprentissage d'une seconde langue.

Du côté des enseignants, plusieurs ont mentionné que le système leur permettait une plus grande liberté de déplacements puisque, sans égard à leur position dans la classe, l'élève malentendant avait toujours accès aux indices visuels de leur parole. Certains rapportent que l'implantation d'*AudiSee* dans leur classe leur a permis de se rapprocher de leurs élèves et d'être davantage sensibilisés aux incapacités des enfants malentendants.

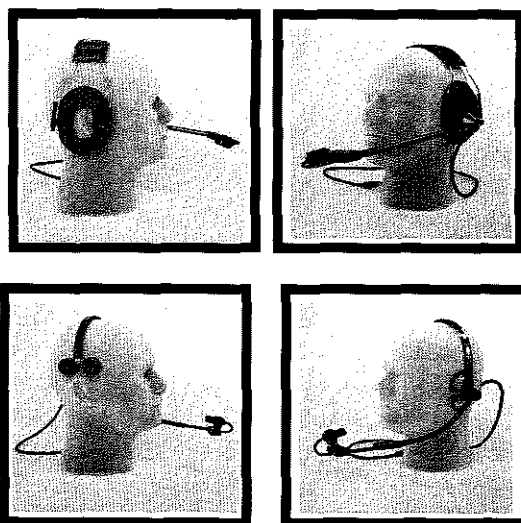
D'autres observations colligées dans le cadre de cette recherche valent la peine d'être soulignées. Tout d'abord, certains adolescents de 12 à 15 ans étaient réticents à utiliser *AudiSee*, ce phénomène étant commun à toute nouvelle aide de suppléance à l'audition. En effet, certains adolescents ont craint qu'un tel équipement porte l'attention sur leur déficience et remette en question leur intégration sociale. Les résultats de la recherche ont démontré que l'implantation d'une aide de suppléance à l'audition comme le système *AudiSee* doit réunir les efforts des différents membres du personnel de l'établissement scolaire, principalement de l'enseignant et de l'audiologiste ou l'orthophoniste. Un encadrement adéquat est nécessaire pour l'élève et le professeur qui apprennent à utiliser *AudiSee*. Un ensemble de feuillets informatifs a d'ailleurs été conçu pour guider la personne supervisant l'insertion du système, l'enseignant et, bien sûr, l'élève. Dans un autre ordre d'idées, plusieurs des professeurs n'étaient pas enclins à porter le casque.

* 1998

* Gagné et coll., 2000

Leur réticence provenait principalement du fait qu'ils trouvaient le casque du prototype lourd et inconfortable alors que d'autres craignaient que le port du casque ne les décoiffe. Aussi, certains n'aimaient pas que les particularités de leur visage soient reproduites sur un écran. Enfin, certains professeurs ont mentionné que les coquilles du casque réduisait la qualité sonore des sons et des voix. En dépit de ces obstacles, la plupart des professeurs ont accepté d'utiliser le système, particulièrement lorsqu'ils ont réalisé les bénéfices que ce dernier apportait à l'élève. C'est pourquoi la nécessité de sensibiliser les professeurs à la déficience auditive et à l'apport des indices visuels pour la perception de la parole a été soulevée. La version commerciale du système *AudiSee* comporte un casque totalement repensé. Le poids du casque a été significativement réduit (il pèse maintenant moins de 150 grammes) et l'appareil est beaucoup plus confortable. La figure 2 démontre les changements apportés. En réponse aux observations de certains participants, le module de l'élève a été miniaturisé et est maintenant plus résistant aux manipulations répétées et au transport fréquent. La caméra du système ayant une sensibilité limitée à la lumière, certains élèves rapportaient que le système était peu efficace dans les environnements sombres, comme lors de la présentation de diaporamas. La sensibilité de la caméra a donc été augmentée. Le journal de bord des difficultés techniques mentionnait une durée de vie des piles trop courte et certaines interférences électromagnétiques. Ces aspects ont aussi été améliorés pour la version commerciale.

Figure 2
Modifications apportées
au casque :
le casque prototype
(images supérieures)
et le casque actuel
(images inférieures)



AUTRES UTILISATIONS

Bien qu'il fut d'abord destiné à répondre aux besoins des élèves malentendants et sourds, le système *AudiSee* semble pouvoir être utilisé dans d'autres situations où l'accès à la parole est entravé. Puisque l'accès aux indices visuels de la parole améliore la perception de cette dernière, tout participant à une conférence, ou à toute autre situation de communication où la distance séparant le locuteur de l'interlocuteur est importante, pourrait bénéficier du système *AudiSee*. Il est aussi probable que les adultes et les personnes âgées ayant une déficience auditive acquise ainsi que les élèves qui ont des difficultés d'écoute non reliées à une déficience auditive périphérique (troubles d'audition centrale, déficit d'attention, troubles d'apprentissage, retard développemental, ...) puissent tirer profit de l'utilisation d'un tel équipement. Cependant, les bénéfices du système *AudiSee* pour ces clientèles restent à être documentés.

CONCLUSION

Le système *AudiSee* offre à l'élève un accès constant aux indices visuels et auditifs de la parole provenant de l'enseignant. Une meilleure compréhension du message trace le chemin vers de meilleurs résultats scolaires, une plus grande autonomie et une amélio-

ration de la confiance en soi. Grâce à ce système, l'enseignant n'a plus à restreindre ses mouvements pour permettre la lecture labiale à l'élève malentendant. Finalement, utiliser le système *AudiSee* peut être un moyen de sensibiliser les camarades de classe à la déficience auditive.

D'autres informations sur le système *AudiSee* peuvent être obtenues sur le site Web de *Audisoft Technologies* à l'adresse suivante : <http://www.audisoft.net>

REMERCIEMENTS

Les recherches mentionnées dans cet article ont été subventionnées par le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). L'Office des personnes handicapées du Québec ainsi que le Ministère de la science, de la recherche et de la technologie du Québec ont aussi contribué à la mise en œuvre de ces projets.

LECTURE COMPLÉMENTAIRE

CRANDELL, C.C., & SMALDINO J.J.*. Room acoustics for listeners with normal-hearing and hearing impairment. In M. Valente, H. Hosford-Dunn, & R.J. Roeser (Eds.), *Audiology treatment**. New York : Thieme, 786 p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. (1995). Acoustics in educational settings, *ASHA*, 37(Suppl. 14), 15-19.
- ARNOLD P., CANNING D. (1999). Does classroom amplification aid comprehension? *British Journal of Audiology*, 33(3), 171-178.
- BRADLEY J. S. (1986). Speech intelligibility studies in classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80(3), 846-854.
- CASTLE D. L. (1988). The oral interpreter. *The Volta Review*, 90(5), 307-313.
- CRANDELL C.C. (1993). Speech recognition in noise by children with minimal degrees of sensorineural hearing loss. *Ear & Hearing*, 14(3), 210-216.
- CRANDELL C.C., SMALDINO J.J. (1994). An update of classroom acoustics for children with hearing impairment. *The Volta Review*, 96(4), 291-306.
- CRANDELL C.C., SMALDINO J.J., FLEXER C. (1995). *Sound field FM amplification: Theory and practical applications*. San Diego : Practical Press, 229 p.
- ERBER N. P. (1972). Auditory, visual, and auditory-visual recognition of consonants by children with normal and impaired hearing. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15(1), 413-422.
- ERBER N. P. (1974). Effects of angle, distance, and illumination on visual reception of speech by profoundly deaf children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 17(1), 99-112.
- FINITZO-HIEBER T., TILLMAN T.W. (1978). Room acoustics effects on monosyllabic word discrimination ability for normal and hearing-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21(3), 440-458.
- GAGNÉ J.-P., LE MONDAY K., BOISCLAIR A., GAGNON L., LAPALME M., DUCAS L. (2000). *Projet d'expérimentation du MFVisuel : Rapport final. Rapport de recherche soumis à l'Office des personnes handicapées du Québec, Montréal, Québec, Canada*, 19 p.
- GAGNÉ J.P., LE MONDAY K., DESBIENS C., LAPALME M., DUCAS L. (1998). Evaluation of a Visual-FM system to enhance speechreading. In D. Burnham, J. Robert-Ribes & E. Vatikiotis-Bateson (Eds.), *Proceedings of AVSP'98 International conference on auditory-visual speech processing* (pp. 167-170). Terrigal-Sydney, Australia, 237 p.
- GRANT K.W., WALDEN B.E., SEITZ P.F. (1998). Auditory-visual speech recognition by hearing-impaired subjects: Consonant recognition, sentence recognition, and auditory-visual integration. *Journal of the Acoustical Society of America*, 103(5), Pt. 1, 2677-2690.
- HACK Z. C., ERBER N.P. (1982). Auditory, visual, and auditory-visual perception of vowels by hearing-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 25(1), 100-107.
- MACLOED A., SUMMERFIELD Q. (1987). Quantifying the contribution of vision to speech perception. *British Journal of Audiology*, 21(2), 131-141.
- PEKKARINEN E., SALMIVALLI A., SUONPÄÄ J. (1990). Effect of noise on word discrimination by subjects with impaired hearing, compared with those with normal hearing. *Scandinavian Audiology*, 19(1), 31-36.
- STOKER R.G., FRENCH-ST.GEORGE M. (1984). Factors influencing speechreading performance : Research findings. In W. H. Northcott (Ed.), *Oral interpreting : Principles and practices* (pp. 95-122). Baltimore : University Park Press, 288 p.

* 2000

* pp. 601-627