

Les Cahiers de L'AUDITION

REVUE D'INFORMATIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES - VOL. 22 - SEPT/OCT. 2009 - N°5 - ISSN 0980-3483

59311

DOSSIER

A.T.E.C.

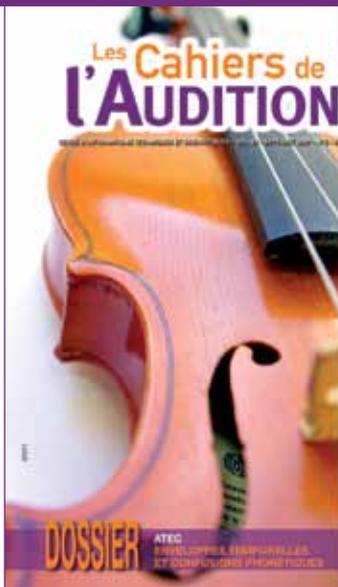
ENVELOPPES TEMPORELLES
ET CONFUSIONS PHONÉTIQUES



widex **passion™440**
le sens du détail

RIC 15 canaux
Programme ZEN
Plate-forme double TIS*
Transposition fréquentielle

SOMMAIRE



Publication de la S.A.R.L. GALATÉE

Gérant et directeur de la publication :
Daniel CHEVILLARD - 12 ter, Rue de Bondy
93600 Aulnay sous Bois
Tél. : 01 48 68 19 10 - Fax : 01 48 69 77 66
soniclaire@infonie.fr

Rédacteur en Chef

Pr. Paul AVAN - Faculté de Médecine
Laboratoire de Biophysique
28, Place Henri DUNANT - BP 38
63001 Clermont Ferrand Cedex
Tél. : 04 73 17 81 35 - Fax : 04 73 26 88 18
paul.avan@u-clermont1.fr

Rédacteurs

François DEGOVE - francois.degove@wanadoo.fr
Arnaud COEZ - acoez@noos.fr
Assistante : C. DEGOVE
5, avenue Maréchal JOFFRE - 92380 Garches
Tél. 01 47 41 00 14

Conception - Réalisation

MBQ - 32, rue du Temple - 75004 Paris
Tél. : 01 42 78 68 21 - Fax : 01 42 78 55 27
stephanie.bertet@mbq.fr

Publicité

Christian RENARD - 50, rue Nationale
BP 116 - 59027 Lille Cedex
Tél. : 03 20 57 85 21 - Fax : 03 20 57 98 41
contact@laborenard.fr

Service Abonnements

Editions Elsevier Masson SAS
62, rue Camille DESMOULINS
92442 Issy-les-Moulineaux Cedex
Tél. : 01 71 16 55 55 - Fax : 01 71 16 55 88
infos@masson.fr - www.masson.fr/revues/cau

Dépôt Légal à date de parution

Septembre / Octobre 2009 - Vol. 22 - N°5
Imprimé par Néo-typo - Besançon

N°capp 0411 T 87 860

Indexée dans : EMBASE / Excerpta Medica

2 Instructions aux auteurs

5 Éditorial

Paul AVAN

7 Dossier

A.T.E.C. : Comparaison audiolinguistique
d'enveloppes temporelles pour l'analyse
des confusions phonétiques.

Franck LEFEVRE

AUDIVOX, AVFS, AVFB, test cochleaire et test syllabique :
étude comparative de tests vocaux dans le silence et dans le bruit

Pauline LEMESLE

Le test syllabique égalisé ou non égalisé en intensité :
étude comparative dans le silence et dans le bruit

Agathe ADAM

Établissement d'un répertoire
des enveloppes temporelles syllabiques

Cécile CHATEAU

Création d'un logiciel de comparaison
d'enveloppes temporelles syllabiques

Patrice SOUETRE

Recherche des invariants d'enveloppe temporelle
des syllabes du français

Guillaume LOCHON

Reproductibilité et sensibilité de l'analyse ATEC :
enveloppes temporelles, traits acoustiques et traits articulatoires

Nathalie MÉNARD

49 Veille technologique

Unitron
Siemens
Oticon
Starkey

59 Informations

EPU 2009

Programme du congrès « Les surdités de l'enfant »

Liste des annonceurs : Annuaire Français d'Audiophonologie • Beltone • Oticon • Phonak
Siemens • SMS • Starkey • Widex Acourex

*Les Cahiers de l'Audition déclinent toute responsabilité sur les documents qui leur sont
confiés, insérés ou non. Les articles sont publiés sous la seule responsabilité de leurs
auteurs.*

Gérant : Daniel CHEVILLARD
Publicité : Christian RENARD
Conception - Réalisation : MBQ

Rédaction

Rédacteur en Chef :
 Pr. Paul AVAN

Rédacteurs :
 François DEGOVE & Arnaud COEZ

Comité de rédaction

Audiologie Prothétique : techniques d'appareillage, d'évaluation et de contrôle de l'Adulte et de l'Enfant :
 Arnaud COEZ - Thierry RENGLÉ

Phonétique appliquée & audiométrie vocale :
 Frank LEFEVRE

Audiologie Médicale :
 Docteur Jean-Louis COLLETTE
 Professeur Paul DELTENRE

Audiologie Expérimentale :
Pr. Christian LORENZI
 Stéphane GALLEGO
 Stéphane GARNIER

Orthophonie Education et Rééducation de la Parole et du Langage :
 Annie DUMONT

Veille Technologique :
 Robert FAGGIANO

Veille Informatique :

Charles ELCABACHE
Dossiers, Documents, Bibliographie & Communication :
 Bernard AZEMA
 Arnaud COEZ
 François DEGOVE
 Philippe LURQUIN
 Benoît VIROLE

Comité associés

Comité de Lecture : Au titre de la Société Française d'Audiologie :

Président :
 Professeur Bruno FRACHET

Comité O.R.L. Audiophonologie : Responsable :
 Professeur Alain ROBIER

Adjoint :
 Professeur René DAUMAN
 Docteur Dominique DECORTE
 Docteur Christian DEGUINE
 Docteur Olivier DEGUINE
 Professeur Alain DESAULTY
 Docteur Jocelyne HELIAS
 Docteur Jacques LEMAN
 Docteur Lucien MOATTI
 Docteur Jean-Claude OLIVIER
 Docteur Françoise REUILLARD
 Professeur François VANEECLOO
 Professeur Christophe VINCENT

Au titre de Présidents des Syndicats

Professionnels d'audioprothésistes :
 Patrick ARTAUD
 Francine BERTHET
 Frédéric BESVEL
 Benoit ROY

Au titre de Membres du Comité Européen des Techniques Audiologiques :
 Herbert BONSEL
 Franco GANDOLFO
 Heiner NORZ
 Patrick VERHEYDEN

Au titre de Directeurs de l'Enseignement de l'Audioprothèse et de D.U. :

Professeur Lionel COLLET
 Joël DUCOURNEAU
 Professeur Pascale FRIANT-MICHEL
 Professeur Alexandre GARCIA
 Professeur Benoit GODEY
 Professeur Jean-Luc PUEL
 Professeur Claude SIMON
 Professeur Patrice TRAN BA HUY

Au titre de la Société Française d'Audiologie :

Professeur Jean-Marie ARAN
 Bernadette CARBONNIÈRE
 Docteur Jean-Louis COLLETTE
 Docteur Marie-José FRAYSSE
 Professeur Eréa-Noël GARABEDIAN
 Docteur Bernard MEYER
 Docteur Martine OHRESSER
 Docteur Sophie TRONCHE

LES CAHIERS DE L'AUDITION SONT PUBLIÉS SOUS L'ÉGIDE SCIENTIFIQUE DU COLLÈGE NATIONAL D'AUDIOPROTHÈSE

10, rue Molière 62220 CARVIN
Tél. : 03 21 77 91 24
Fax : 03 21 77 86 57
<http://www.college-nat-audio.fr/>

Président : Eric BIZAGUET

Premier Vice-Président :
 Frank LEFEVRE

Deuxième Vice-Président :
 Christian RENARD

Présidents d'Honneur :
 Jacques DEHAUSSY
 Xavier RENARD

Au titre de Membres du Collège National d'Audioprothèse :
 Kamel ADJOUT
 Patrick ARTHAUD
 Jean-Claude AUDRY
 Bernard AZEMA
 Jean BANCONS
 Jean-Paul BERAHA
 Hervé BISCHOFF

Geneviève BIZAGUET
 Jean-Jacques BLANCHET
 Daniel CHEVILLARD
 Arnaud COEZ
 Christine DAGAIN
 Ronald DE BOCK
 Xavier DEBRUILLE
 François DEGOVE
 Jean-Baptiste DELANDE
 Jean-Pierre DUPRET
 Charles ELCABACHE
 Robert FAGGIANO
 Thierry GARNIER
 Stéphane GARNIER
 Grégory GERBAUD
 Eric HANS
 Bernard HUGON
 Jérôme JILLIOT
 Yves LASRY
 Stéphane LAURENT
 François LE HER
 Maryvonne NICOT-MASSIAS

Jean OLD
 Georges PEIX
 Benoit ROY
 Claude SANGUY
 Philippe THIBAUT
 Jean-François VESSON
 Frédérique VIGNAULT
 Alain VINET
 Paul-Edouard WATERLOT

Au titre de Membres Correspondants étrangers du Collège National d'Audioprothèse :
 Roberto CARLE
 Léon DODELE
 Philippe ESTOPPEY
 André GRAFF
 Bruno LUCARELLI
 Leonardo MAGNELLI
 Carlos MARTINEZ OSORIO
 Thierry RENGLÉ
 Juan Martinez SAN JOSE
 Christoph SCHWOB

Généralités

Les travaux soumis à la rédaction des Cahiers de l'Audition sont réputés être la propriété scientifique de leurs auteurs.

Il incombe en particulier à ceux-ci de recueillir les autorisations nécessaires à la reproduction de documents protégés par un copyright.

Les textes proposés sont réputés avoir recueilli l'accord des co-auteurs éventuels et des organismes ou comités d'éthique dont ils ressortent. La rédaction n'est pas responsable des textes, dessins ou photos publiés qui engagent la seule responsabilité de leurs auteurs.

L'acceptation par la rédaction implique le transfert automatique des droits de reproduction à l'éditeur.

Esprit de la revue

De manière générale, Les Cahiers de l'Audition sont une revue d'informations scientifiques et techniques destinée à un public diversifié : audioprothésistes, audio-logistes, orthophonistes ou logopèdes, médecins en contact avec les différents secteurs de l'audition (généralistes, neurologues, électrophysiologistes, ORL, etc...).

Ce public souhaite une information qui soit à la fois à jour sur le plan scientifique et technique, et didactique. Le but des auteurs des Cahiers de l'Audition doit être de rendre accessible cette information, même aux non-spécialistes de tel ou tel sujet.

Bien que Les Cahiers de l'Audition n'exigent pas d'un article qu'il présente des données originales, l'article lui-même doit être original, c'est-à-dire ne pas avoir déjà été publié tel quel dans une autre publication sans l'accord explicite conjoint des auteurs et de la rédaction des Cahiers de l'Audition.

Manuscrits

Ils sont à fournir en deux exemplaires (1 original + 1 copie, complets à tous égards). La remise de manuscrits électroniques (disquettes 3 pouces 1/2, format Macintosh ou PC Word 5 ou Word 6) est vivement encouragée. Elle est destinée à l'imprimeur et ne dispense pas de l'envoi des 2 exemplaires « papier ». Ne pas faire soi-même de mise en page puisqu'elle sera faite par l'imprimeur.

Les schémas, dessins, graphiques doivent être ou des originaux ou des tirages bien contrastés, en trait noir sur papier blanc. Les tirages sur imprimante laser de qualité sont encouragés. Les diapositives de ces éléments ayant servi à une projection sont acceptées. L'encre bleue est prohibée pour des raisons techniques. Les photos doivent être de préférence des diapositives ou des tirages papier de grande qualité. Les illustrations doivent être référencées avec précision et leur emplacement souhaité dans le texte indiqué approximativement, ainsi que la taille souhaitée (noter que 1 colonne de revue = 5,5 cm de large).

En cas de demande expresse, les documents seront retournés aux auteurs après impression.

Les manuscrits, rédigés en français, devront comporter en 1ère page le titre de l'article, les noms des auteurs, leurs titres, leurs adresses, une table des matières et un résumé en français et en anglais indiquant brièvement le but général de l'article, les méthodes mises en œuvre et les conclusions proposées.

Le plan de l'article sera découpé en sections. La bibliographie ne sera pas forcément limitée à celle citée dans le texte : en effet, les auteurs peuvent rajouter quelques ouvrages de base dont ils recommandent la lecture à ceux qui souhaiteraient compléter leur information. Toutefois, l'usage extensif de références à des publications difficiles d'accès pour les lecteurs, ou trop spécialisées, n'est pas recommandé.

Chronologie

Lorsque les auteurs ont été sollicités par un responsable de la rédaction, ils en reçoivent une confirmation écrite qui leur indique une date limite souhaitée pour la rédaction de leur article. Le respect de cette date est essentiel car il conditionne la régularité de parution de la revue. Lorsqu'un auteur soumet spontanément un article à la revue, la chronologie est indiquée ci-dessous.

Les manuscrits une fois reçus seront soumis au comité de lecture qui pourra demander des modifications ou révisions avant publication. L'avis du comité de lecture sera transmis aux auteurs dans un délai ne dépassant pas 1 mois. La publication doit donc survenir au plus tard 2 mois après réception de l'article sauf cas de force majeure (qui pourrait rajouter un délai de 3 mois). Ces indications n'ont pas valeur de contrat et le fait de soumettre un article aux Cahiers de l'Audition sous-entend l'acceptation des conditions de publication.

Une fois l'article mis en page, l'imprimeur envoie les épreuves de celui-ci à l'auteur : ces épreuves doivent être renvoyées corrigées sous 3 jours. Les seules corrections admises portent sur ce qui n'a pas été respecté par rapport au manuscrit, ou sur la mauvaise qualité de la mise en page ou de la reproduction de figures.

L'auteur ou l'équipe d'auteurs recevra 20 exemplaires gratuits du numéro de la revue où l'article est paru.

Les manuscrits sont à adresser à

Pr. Paul AVAN

Les Cahiers de l'Audition
Laboratoire de Biophysique
Faculté de médecine, BP38
63001 Clermont-Ferrand cedex, France

Beltone
reach™

L'aide auditive avec correcteur d'acouphènes.

La liberté et la confiance retrouvées

Reach est une nouvelle gamme complète d'aides auditives haut de gamme de Beltone, disponible en CIC, RITE (boîtier marq), nouveaux micro contours (pile 312 et pile 13) et contour puissant boîtier fin. Le faisceau directionnel et le correcteur d'acouphènes constituent les deux nouveautés majeures de ces produits :

Le faisceau directionnel automatique : le premier système d'ajustement automatique de la largeur du faisceau en fonction des ambiances sonores, pour une compréhension inégalée de la parole dans le bruit.

Le correcteur d'acouphènes : Reach comporte un générateur de son à modulation aléatoire qui donne aux audioprothésistes, associés aux ORL, une possible solution à une partie des 15% de la population qui souffre d'acouphènes. Disponibles en intras, en RITE ou en contours, les correcteurs d'acouphènes sont de véritables solutions discrètes et esthétiques, avec le confort de l'appareillage ouvert.

Beltone Reach : la liberté de tout entendre et comprendre, en toute confiance.



Beltone, une marque de la société GN Hearing sas

Pour toute information
www.beltone.fr ou téléphone 01 60 53 06 60

 **Beltone™**



Désormais on connaît trop la diversité des physiopathologies de l'audition pour se contenter de prédire l'impact d'une surdité sur la perception de la parole à partir du simple audiogramme tonal ou vocal simple. Les progrès de l'audioprothèse d'une part, des connaissances en audiologie et en psychophysique d'autre part, ont mis au premier plan des objectifs plus ambitieux que ceux d'une simple restitution de l'audibilité. Le premier est de quantifier les distorsions de la perception d'un patient malentendant en analysant ses capacités résiduelles de perception de la parole, par exemple par l'analyse des confusions phonétiques qu'il commet. Le deuxième est d'essayer d'en déduire des pistes afin d'améliorer les réglages d'une correction auditive.

Ce numéro des Cahiers est consacré à la présentation d'une démarche ambitieuse et de longue haleine, s'étant fixée pour but l'établissement d'une méthode cohérente et performante d'analyse de facteurs importants dans la perception de la parole. Frank Lefèvre retrace d'abord la genèse de cette démarche dont il a été le moteur, partant d'une méthode d'analyse des confusions phonétiques basée sur la confrontation indiciaire. Devant les limites rencontrées, finesse d'analyse spectrale mais trop peu d'attention portée aux aspects temporels, Frank Lefèvre s'est alors attelé à la tâche d'intégrer les données les plus récentes sur le rôle des enveloppes temporelles dans la perception de la parole, et sa méthode est devenue ATEC pour « comparaison audiolinguistique d'enveloppes temporelles », l'objet du présent dossier.

Frank Lefèvre a déjà fait de nombreux émules qui ont contribué à examiner et valider les différents aspects de la méthode ATEC. Notamment, Agathe Adam examine l'intérêt de la démarche consistant à effectuer ou non une égalisation en intensité. Guillaume Lochon s'attache à intégrer les paramètres d'enveloppe temporelle d'un groupe d'individus plus important et, autre tâche indispensable, Cécile Château établit un répertoire des enveloppes temporelles syllabiques. Pauline Lemesle effectue la comparaison entre divers tests vocaux classiques dans le silence et dans le bruit. Patrice Souètra développe les caractéristiques d'un logiciel de comparaison et enfin Nathalie Menard aborde une étude de reproductibilité et de sensibilité de l'ATEC aux différences de perceptions syllabiques avec et sans appareil.

Au-delà des techniques propres à l'ATEC que ce numéro se propose d'illustrer en détail, la démarche de validation elle-même est intéressante, car l'occasion ne nous est pas souvent fournie d'être témoins directs de la genèse d'une méthode. La dissection de celle-ci permet également aux lecteurs de se faire une idée comparative des différentes méthodes d'analyse phonétique ou vocale dont chacune a ses habitués, et qui chacune éclaire des aspects différents.

Paul Avan

Il est automatique
et si petit que vous
l'oubliez quand
vous le portez.



Il est si

AUDÉO **mini**™

Plus d'audition. Tout petit. Simple d'emploi.

Audéo MINI est incroyablement petit tout en étant très agréable à manier. Le tout nouvel Audéo est riche de fonctions sophistiquées, mais sa haute technologie CORE est simple d'emploi – et si bien dissimulée. Audéo MINI s'adresse à ceux qui veulent tout entendre en toute discrétion – c'est un système totalement automatique, parfaitement adapté à la vie en action.

www.phonakpro.com

PHONAK

life is on

A.T.E.C. : COMPARAISON AUDIOLOGIQUE D'ENVELOPPES TEMPORELLES POUR L'ANALYSE DES CONFUSIONS PHONÉTIQUES

1 Introduction

L'influence de nos maîtres et professeurs d'audioprothèse nous a amené dès 1982 à nous intéresser à la mesure et à l'analyse des confusions phonétiques chez les malentendants. Si l'audiométrie vocale joue un rôle aujourd'hui incontesté dans l'évaluation de l'audition et de sa correction, il n'en demeure pas moins une grande question que se posent nombre d'audiologistes et d'audioprothésistes :

L'analyse des confusions phonétiques peut-elle apporter des informations utiles pour améliorer les réglages d'une correction auditive ?

Permet-elle de mieux comprendre l'impact d'une surdité sur la perception de la parole, la finalité principale d'un appareillage audioprothétique étant d'améliorer celle-ci ?

L'A.T.E.C. est une tentative de réponse à ces questions, et nous proposons dans cet article d'exposer les fondements et la genèse de cette méthode, comment elle a été construite et mise en œuvre, avec quels acteurs.

2 Genèse de L'A.T.E.C.

Lors de la réalisation du mémoire d'Audioprothèse en 1982, nous avons pris conscience que l'atteinte neuro-sensorielle périphérique peut induire des confusions y compris en condition d'écoute optimale et même pour les surdités moyennes. Encore faut-il utiliser un test vocal suffisamment sensible pour pouvoir le mesurer. C'est dire que non seulement l'audiométrie vocale dans le bruit mais aussi l'audiométrie vocale dans le silence présente un enjeu incontournable dans la pratique de l'Audioprothèse.

Bien avant cette époque, BOREL-

MAISONNY avec l'Acougramme Phonétique puis Guberina avec l'Audiométrie Verbo-Tonale proposaient déjà de déterminer des bandes de fréquences incorrectement perçues pour certains types de confusions. VOIERS proposa aussi une méthode d'analyse de traits acoustiques incorrectement perçus, à l'origine pour la mise au point de la parole synthétique, méthode appliquée au Français par ROSSI et PECKELS, puis adaptée à l'audioprothèse par FONTANEZ et BERAHA avec notamment le test par paires minimales. Lors de nos travaux de 1982, nous avons repris ce principe en le développant pour des tests tel que le Test Cochléaire de LAFON. Pour une liste mesurée chez un patient, nous calculions ainsi la proportion de chaque trait acoustique incorrectement perçu, et ceci pour les six principales paires grave/aigu, compact/diffus, nasal/oral, sourd/sonore, vocalique/non vocalique, continu/interrompu. N'ayant pas perçu de **liens** évidents entre ces résultats et l'indication d'un réglage d'audioprothèse, nous nous sommes rapidement tourné vers d'autres horizons d'analyse de confusions.

Lors de nos travaux de thèse en 1985, c'est ainsi que nous avons conçu une méthode d'analyse des confusions phonétiques : la confrontation indiciaire. Le principe était de décomposer chaque item vocal en indices acoustiques, chaque indice étant caractérisé par une zone fréquentielle déterminée. Les différents indices comprenaient les trois premiers formants des voyelles, les transitions des trois premiers formants de la voyelle avec la consonne juxtaposée, l'éventuelle présence de fondamental, de bruits de friction ou d'explosion, ou de formants dans les consonnes. L'ensemble des paramètres fréquentiels de ces indices étaient contenus dans une base de données informatique. Lorsqu'un patient commettait des confusions lors de la mesure avec une liste, le logiciel confrontait les indices du

Frank LEFÈVRE

Rennes

Audioprothésiste,
Docteur en Phonétique,
Membre du Collège National
d'Audioprothèse.

mot émis avec ceux du mot perçu par le patient pour enregistrer toute différence d'indices. Une sommation était ainsi réalisée sur l'ensemble des confusions d'une liste, donnant un pourcentage de perception erronée dans chaque octave du champ fréquentiel avec une représentation graphique identique à celle d'un audiogramme, et si les éléments spectraux étaient perçus comme plus aigus ou plus graves par le patient que dans la réalité physique. Par la suite, cette méthode d'analyse a inspiré la conception de l'appareil à traitement du signal EMILY.

De façon concomitante, nous avons dû entièrement remodeler un test d'audiométrie vocale constitué de logatomes, le Test de Netteté de DUPRET, pour pouvoir y appliquer la confrontation indiciaire. Notre approche pour l'équilibrage des listes a été d'y respecter non pas une fréquence d'occurrence statistique des phonèmes dans la langue française,

mais plutôt une représentativité de tous les phonèmes pour chaque liste. Notre but principal a surtout été d'équilibrer ces listes en difficulté, en engageant une étude clinique sur une cinquantaine de malentendants. Chaque sujet devait répéter une liste unique comportant tous les logatomes potentiellement sélectionnables pour déterminer la version finale du test. Nous avons ainsi déterminé un coefficient statistique de difficulté perceptive pour chaque logatome. Il a suffi après d'agencer les logatomes au sein de chaque nouvelle liste pour que la somme de difficulté perceptive des logatomes soit identique entre chaque liste. Cette technique d'équilibrage a été reprise par L. DODELÉ lorsqu'il a créé son propre test d'audiométrie vocale.

La confrontation indiciaire a cependant de grandes limites : elle réalise une analyse fréquentielle relativement fine, mais les aspects temporels sont trop grossiers puisqu'ils se résument à l'évé-

nement phonétique, c'est-à-dire aux événements voyelles, bruits propres aux consonnes ou bien transitions formantiques, et la dimension d'intensité n'existe pratiquement pas, ce qui représente un handicap rédhibitoire. Parallèlement à ce constat, de nombreux auteurs ont mis en évidence le rôle des enveloppes temporelles dans la perception de la parole. C'est ainsi que notre réflexion a évolué pour aboutir à l'ébauche du projet A.T.E.C. en 2000.

3

Élaboration de l'A.T.E.C. (audiological temporal envelopes comparison)

Notre projet a été d'analyser les enveloppes temporelles de syllabes du Français, de constituer un test de syllabes et d'analyser les confusions pour calculer les paramètres d'enveloppe temporelle incorrectement perçus par le patient.

gé	jou	pa	cha	ché	ba	pé
chau	bé	té	bain	bou	chou	dau
ti	quin	si	qui	ni	fin	guon
fan	chi	zain	dou	tain	vi	fi
pain	mu	lon	van	zeu	pau	sau
vou	za	tou	mau	pan	neu	va
sa	peu	beu	nu	kau	ton	zé
deu	gau	fu	pon	son	sé	jain
bon	non	vau	gueu	vu	du	queu
lu	tan	mé	lé	fa	jan	la
mi	fau	quan	teu	mon	main	nau
cou	li	bi	sain	dan	lou	tu
zo	vé	dain	gi	gain	zi	dé
nain	su	chan	lan	jo	kon	chon
gué	don	ju	zu	leu	gu	bu
pu	nan	na	qué	zou	né	mou
gan	vain	gou	bau	chu	ga	fou
ceu	feu	cheu	fou	fé	tau	nan
von	pou	zon	nou	qua	san	veu
ma	da	lau	ja	ban	jeu	ta
Phonèmes /40 erronés						
% P.R /100						

TABLEAU 1 : TEST SYLLABIQUE (NOUVELLE VERSION) – FRANK LEFEVRE 2008 –

Cette nouvelle aventure débuta en 2001 en établissant une liste de 180 syllabes du Français, de type consonne-voyelle, par exemple « pa ». La plupart des voyelles et presque toutes les consonnes du Français sont utilisées. Deux raisons nous ont amené à créer la tri-syllabe identique pour chaque item : d'une part certains neuropsychologues pensent que l'item le plus approprié pour étudier la reconnaissance phonémique dans le bruit devrait être constitué de trois syllabes, d'autre part la durée de trois syllabes identiques (T.S.I.) est nécessaire pour disposer d'une fenêtre temporelle suffisante pour extraire les paramètres d'enveloppe temporelle de chaque T.S.I.. Ainsi, l'association consonne-voyelle (CV) a été transformée en CVCVCV, « pa » est devenue « papapa ». Toute T.S.I. difficile à prononcer a été éliminée, ce qui a abouti à une sélection de 180 items qui ont été prononcés lors d'une séance d'enregistrement avec le matériel et les compétences de Stéphane LAURENT, partie prenante dans le projet, dans l'une des cabines insonorisées de l'école d'Audioprothèse de Fougères.

En 2003, le professeur Benoît GODEY, intéressé par le projet, organisa une réunion avec le professeur Christian LORENZI et son équipe à l'université de psychologie dans les propres locaux de ce dernier à Paris. L'un des principaux objectifs de cette rencontre a été pour nous de déterminer quels paramètres d'enveloppe temporelle extraire des T.S.I. et avec quels outils les extraire. Avec une grande gentillesse, le professeur LORENZI nous a donné son avis d'expert en nous indiquant précisément quels outils employer pour l'extraction des enveloppes temporelles.

Listes du test syllabique (Tableau 1)

En 2004, nous avons constitué 7 listes de 20 T.S.I. chacune. La consigne à donner au patient est : « Je vous fais entendre des syllabes. À chaque fois, la syllabe est prononcée trois fois à l'identique, par exemple ta-ta-ta. C'est toujours une consonne avec une voyelle. Vous répétez la syllabe que vous croyez entendre. » Pour la notation des erreurs, une T.S.I. ne peut

comporter que deux erreurs, une sur la consonne et une sur la voyelle. Pour noter une confusion, il faut que la confusion soit prononcée au moins deux fois sur les trois syllabes prononcées. La plupart des patients répètent trois fois la syllabe mais certains préfèrent ne la répéter qu'une fois. Il faut donc laisser au patient choisir sa préférence de répétition. Le sujet du mémoire d'Audioprothèse d'Anthony ARRIGONI, étudiant de Lyon, a été de déterminer le degré statistique de difficulté perceptive de chaque T.S.I. par une étude clinique sur une population de 70 malentendants, chacun devant répéter toutes les listes, afin de vérifier et de rééquilibrer la difficulté entre chaque liste. Sa mission était également de déterminer le degré de reproductibilité d'une mesure. Il a démontré que la régression statistique de ce degré en fonction de la quantité de confusions répond à une croissance logarithmique. Nous avons repris les données de son étude clinique pour aboutir à trois probabilités statistiques de différence de scores entre deux listes, une à 98 %, une à 86 % et une à 71 %.

Tableau de probabilités de différence entre deux scores du test syllabique. (Tableau 2)

Scores entre deux listes = probabilités de différence

Les étapes suivantes se sont succédées à un rythme soutenu, compte tenu de l'importance du travail à accomplir à chaque étape. La mise en œuvre de l'A.T.E.C. n'aurait pu être réalisée sans le travail des mémoires d'audioprothèses des étudiants extraordinaires que nous avons eu la chance de diriger. Ils se sont tous impliqués à fond dans leur mission avec grand intérêt et c'est avec émotion que nous leur adressons ici nos remerciements. Il s'agit de Pauline LEMESLE, Agathe ADAM, Cécile CHATEAU, Patrice SOUETRE, Guillaume LOCHON et Nathalie MENARD. Ils ont été les principaux artisans de la construction et de la mise au point de l'A.T.E.C., c'est pourquoi ils ont réalisé chacun un article dans ce numéro spécial des Cahiers de l'Audition. D'autres viennent de réaliser avec succès des mémoires sur le test syllabique et l'ATEC. Marie

% phonèmes reconnus meilleure liste	71 % de probabilité	86 % de probabilité	98 % de probabilité
97	2	3	5
95	3	5	8
92	4	6	10
90	4	7	12
87	5	8	13
85	6	9	14
82	6	10	15
80	7	11	16
77	7	11	16
75	8	11	17
72	8	12	17
70	8	12	18
67	9	12	18
65	9	12	19
62	9	12	19
60	9	13	20
57	9	13	20
55	9	13	20
52	9	13	21
50	9	13	21
47	9	13	21
45	10	13	21
42	10	13	21
40	10	13	21
37	10	13	21
35	10	13	21
32	10	13	21
30	10	13	21
27	10	13	21
25	10	13	21
22	10	13	21
20	10	13	21
17	10	13	21
15	10	13	21
12	10	13	21
10	10	13	21
7	10	13	21
5	10	13	21
2	10	13	21

TABLEAU 2 : TABLEAU DE PROBABILITÉS DE DIFFÉRENCE ENTRE DEUX SCORES DU TEST SYLLABIQUE

LEGRAND a comparé le test syllabique et le test du Hint, avec deux types de bruits, un cocktail party et un speech noise. Ses conclusions sont intéressantes : chez les malentendants, d'une part le cocktail party est plus gênant que le speech noise, d'autre part le Hint ne présente pas une bonne répétabilité ni reproductibilité des résultats. Marine LE CORFF a confronté la passation du test syllabique en voix directe et en voix enregistrée : ses conclusions sont que le test est plus sensible en voix enregistrée. Mathilde BOT a étudié la dégradation de la perception des indices d'enveloppe temporelle par le bruit chez quatre groupes de sujets : des normo-entendants, des malentendants non appareillés et les mêmes appareillés, et des implantés cochléaires : les stratégies de perception des indices d'enveloppes présentent des similitudes et des

différences notables entre les groupes. Saluons également les travaux de Léa CARRIOU sur l'A.T.E.C. sous la direction de Robert FAGGIANO, publiés dans le numéro de juillet/août 2009 des Cahiers de l'Audition.

4

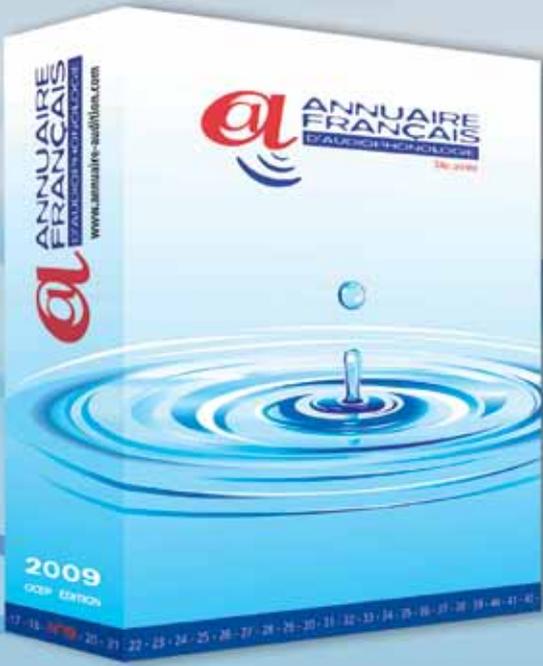
Conclusion

Il reste un immense chemin à parcourir avant d'établir des liens indiscutables entre les résultats de l'A.T.E.C. et des indications de réglages de correction auditive. Il sera nécessaire de procéder à de multiples études cliniques à grande échelle pour y parvenir. L'une des grandes difficultés sera de bien cibler ces études car il est possible avec l'A.T.E.C. d'envisager des études dans toutes les directions.

L'annuaire Français d'Audiophonologie 34^e année - édition 2009

Nom/Prénoms : _____
 Adresse : _____
 Code postal : _____
 Délivrer la 1^{re} édition de l'annuaire d'Audiophonologie au prix unitaire de 64 € (frais de port inclus)
 Total de la commande : exemplaire(s) x 64 € = €
 Joindre le règlement par chèque à l'ordre de OCEP édition

Envoyer à : OCEP édition, 27, rue Général Poin 94220 Charenton-le-Pont
 Benoit Bouchard
 Ville : _____ Email : _____
 CDA




Sommaire	
Contents	
Centres d'audioprothèse	(Révisé par l'association)
Fournisseurs aides auditives, matériel & services	(Révisé par l'association, l'association, l'association & l'association)
Index produits & marques audiolgie	(Révisé par l'association & l'association)
Médecins ORL & médecins phoniatres	(L'association & l'association)
Fournisseurs & instrumentation ORL	(L'association & l'association)
Services ORL & centres de rééducation	(L'association & l'association)
Orthophonistes	(L'association)
Instituts d'éducation & Secteur associatif	(L'association, l'association & l'association)

www.annuaire-audition.com

OCEP édition - renseignements et publicité : 01 43 53 33 33



AUDIVOX, AVFS, AVFB, TEST COCHLEAIRE ET TEST SYLLABIQUE : ÉTUDE COMPARATIVE DE TESTS VOCAUX DANS LE SILENCE ET DANS LE BRUIT

1 Introduction

L'audiométrie vocale est un examen qui teste l'aptitude du sujet à percevoir la parole. Elle est née de la nécessité d'évaluer l'intelligibilité de la parole de patients souffrant de déficits auditifs. Ses résultats constituent donc un complément de grand intérêt pour l'adaptation et l'évaluation du bénéfice prothétique.

Mais, devant l'abondance d'épreuves vocales existant en langue française, l'audioprothésiste doit faire une sélection. Ce choix peut être orienté par les renseignements que fournissent les tests, la difficulté de passation, la fiabilité ou par les préférences de l'audioprothésiste.

Cet article tente d'apporter des éléments de réponse par la comparaison de 4 tests d'audiométrie vocale dans le calme et en présence de bruit :

- l'Audivox de J. WABLE,
- l'Audiométrie Verbo-Fréquentielle de L. et D. DODELE,
- le test cochléaire de J.C. LAFON,
- le test syllabique de F. LEFEVRE créé en 2004 et qui, comme tout nouveau test, doit être comparé aux épreuves existantes.

Nous étudierons plus particulièrement la reproductibilité et la sensibilité de ces examens.

2 Études cliniques

Deux études visant à comparer la reproductibilité et la sensibilité de tests d'audiométrie vocale ont été menées : une étude confrontant 3 tests dans le silence et une avec 3 tests en présence de bruit. Afin d'effectuer une comparaison pour les temps pris par chaque test, je chronométrais le temps de chaque

liste, celui des consignes et de la séance. Pour chaque patient, l'ordre de passage des tests ainsi que les numéros des listes étaient modifiés. Et, à la fin de la séance, je questionnais le sujet sur la difficulté des tests.

2.1. Étude dans le silence

Elle confronte :

- l'AVfS ou Audiométrie Verbo-fréquentielle dans le Silence de L. et D. DODELE,
- le test cochléaire de J.C. LAFON
- le test syllabique de F. LEFEVRE.

L'étude a été menée sur 25 sujets présentant des troubles de la compréhension dans le silence. L'objectif était de comparer des pourcentages de phonèmes reconnus.

La mesure a été réalisée 3 fois par test, ce qui fait un total de 9 listes par patient. Elle se fait au casque et en monauriculaire.

Les items sont présentés au patient à un niveau confortablement supra liminaire (niveau maximum non désagréable). L'intensité moyenne sur les 25 sujets ayant participé à l'étude est de 96,8 dB SPL (de 80 à 115 dB SPL).

2.2. Étude dans le bruit

La seconde étude compare les résultats de :

- l'AVfB de L. et D. DODELE qui utilise l'OVG comme bruit (bruit discontinu, proche du spectre à long terme de la parole),
- l'Audivox de J. WABLE qui utilise un bruit stationnaire à spectre de parole créé en filtrant un bruit blanc,
- le test syllabique de F. Lefèvre en présence de bruit. Nous avons utilisé le Speech Noise disponible par l'Aurical.

Ce bruit est très proche de celui de l'Audivox puisqu'ils sont tous deux représentatifs du spectre moyen de la parole à long terme.

34 sujets ont accepté de collaborer à cette étude :

- 20 sujets malentendants testés en situation d'évaluation de l'efficacité prothétique : la mesure a été effectuée en champ libre oreille(s) appareillée(s).
- 14 normo-entendants.

Le but de l'étude est de déterminer 2 SRT (Speech Recognition Threshold : niveau en dB de l'intensité du signal pour laquelle le sujet répète correctement 50 % des items prononcés) par test afin de vérifier leur reproductibilité et de déterminer quel test est le plus précis. La mesure se fait en champ libre. Le signal de parole est diffusé face au sujet, le bruit provient d'un second haut-parleur situé derrière lui.

Nous avons choisi de garder le niveau du signal de parole fixe à 65 dB (A) et de faire varier l'intensité du bruit au cours du test. La variation du RS/B se fera donc par modification de l'intensité du bruit par pas de 5dB. La calibration a été réalisée en valeurs crêtes.

- Procédure pour l'AVfB et le test syllabique :

Sur une première liste d' « essai », le RS/B était choisi volontairement plus facile. Au fur et à mesure de la liste, je diminuais ce rapport pour évaluer le SRT.

Le SRT « réel » est calculé à partir de deux valeurs de RS/B :

- Le premier pour une intelligibilité supérieure à 50 % : RS/B1,
- Le second pour une intelligibilité inférieure à 50 % : RS/B2.

- Procédure pour l'Audivox:

Elle est définie par J. WABLE et est non modifiable (CD Audivox).

3

Résultats

3.1. Étude de la reproductibilité

Notre objectif était de voir si les résultats sont comparables entre chaque test, c'est à dire si les trois tests pour chaque

étude sont équivalents au niveau de la reproductibilité.

3.2.1. Les tests d'audiométrie vocale dans le calme

En comparant les écarts-types trouvés entre les trois tests, pour les scores de chaque patient, on pourra juger de la reproductibilité des tests entre eux (**tableau 1**).

On observe que les moyennes des écarts-types sont relativement faibles et surtout, qu'elles ne diffèrent pas beaucoup d'un test à l'autre.

Une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs sur les écarts-types des trois tests permet d'augmenter la puissance statistique de l'étude : $F(2, 48) = 2.17$ avec $p=0.125$. Donc les trois tests utilisés pour l'étude ne diffèrent pas significativement sur le plan de leur reproductibilité.

3.2.2. Les tests d'audiométrie vocale en présence de bruit

En comparant les écarts-types trouvés entre les trois tests, pour les deux SRT de chaque patient, on pourra juger de la reproductibilité des tests entre eux (**tableau 2**).

On observe que les moyennes des écarts-types sont très faibles (autour du dB).

- ANOVA pour les malentendants :

$F(2, 38) = 0.71$ avec $p=0.50$ ce qui indique que les trois tests utilisés pour l'étude ne diffèrent pas significativement sur le plan de leur reproductibilité.

- ANOVA pour les normo-entendants :

$F(2, 26) = 2.68$ avec $p=0.09$ ce qui indique que les trois tests ne diffèrent pas significativement sur le plan de leur reproductibilité.

3.2. Étude de la sensibilité

Nous avons voulu savoir quel test est le plus révélateur des confusions faites par le sujet examiné. La sensibilité détermine en fait la précision d'un test : plus un test est sensible et plus il existera une variabilité entre les différents sujets (notamment normo-entendants et sujets déficients auditifs).

3.2.1. Les tests d'audiométrie vocale dans le calme

Pour cette analyse, il faut regarder pour quel test le patient a commis le plus d'erreurs (**tableau 3**).

ANOVA : $F(2, 48) = 19.50$ à $p=6.34 \times 10^{-7}$. Autrement dit, le résultat est hautement significatif et, comme on pouvait s'y attendre, les scores peuvent être considérés comme différents. Le test syllabique est statistiquement le plus sensible.

	AVfS	Lafon	Syllabique
Moyenne des écarts-types des scores de reconnaissance (en %)	5.43	6.89	6.56

TABLEAU 1 : TABLEAU DES ÉCARTS-TYPES DES POURCENTAGES DE PHONÈMES RECONNUS DE L'ÉTUDE DANS LE SILENCE.

	AVfS	Audivox	Syllabique
Moyenne des écarts-types des SRT pour les malentendants (en dB)	1.25	0.65	1.00
Moyenne des écarts-types des SRT pour les normo entendants (en dB)	0.96	0.71	0.89

TABLEAU 2 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ÉCARTS-TYPES DES SRT MOYENS POUR CHAQUE TEST DE L'ÉTUDE DANS LE BRUIT.

	AVfS	Lafon	Syllabique
Moyenne des scores de reconnaissance (en %)	76.58	72.39	63.76

TABLEAU 3 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES MOYENNES DE POURCENTAGES DE PHONÈMES RECONNUS POUR CHAQUE TEST DE L'ÉTUDE DANS LE BRUIT.

3.2.2. Les tests d'audiométrie vocale en présence de bruit

Le test le plus sensible est celui dont la moyenne des SRT est la plus élevée (tableau 4). On observe que le test le plus sensible est le test syllabique quand on teste des malentendants et l'Audivox quand il s'agit de normo entendants. L'ANOVA révèle que les SRT de chaque test sont très différents même en éliminant le facteur de variabilité inter sujets.

- Pour les malentendants :

On trouve alors $F(2, 38) = 53.14$ avec $p = 9.78 \text{ E-}12$.

- Pour les normo entendants :

On trouve alors $F(2, 26) = 70.34$ avec $p = 3,2367\text{E-}11$.

D'autre part, le test syllabique est celui qui met en évidence la plus grande différence entre les sujets déficients auditifs et les normo entendants. Il semble donc être, dans le cadre cette étude, le test le plus sensible.

3.3. Hypothèses sur les résultats

3.3.1. SRT bas trouvés à l'AVfB

Nous nous sommes interrogés devant les différences de SRT trouvées. Com-

ment expliquer les bons résultats des sujets à l'AVfB par rapport notamment au test syllabique ? (la différence avec l'Audivox peut s'expliquer par l'influence des facteurs sémantiques ou prosodiques).

Nous avons formulé plusieurs hypothèses. Tout d'abord, le bruit n'est pas le même. L'OVG est un bruit fluctuant, or, la perception de la parole est améliorée lorsque le bruit est discontinu.

En observant ces graphiques (figures 1), on voit clairement que la parole semble « noyée » dans le bruit pour le cas du test syllabique. Cela s'explique par l'enregistrement du test syllabique. En effet, celui-ci n'a pas été ajusté à la même valeur moyenne. Par conséquent, une calibration en valeurs crêtes a pour effet de réduire préférentiellement l'intensité moyenne du test syllabique par rapport à l'AVfB.

Ces conclusions expliquent que le test syllabique est également le plus sensible dans le silence : la valeur moyenne d'intensité du test syllabique est plus faible que celle des autres tests.

3.3.2. Vitesse d'élocution

Selon les normes ISO/TR 4870 (1998), la vitesse d'élocution normale, sans les

pauses, est d'environ 4 à 5 syllabes/sec.

Vitesse d'élocution de l'AVf

A l'écoute des listes Verbo-Fréquentielles, on note que le débit est particulièrement lent. Il est de 2.5 syllabes/sec comme le reconnaissent L. et D. DODELE : ils ont montré que les sujets âgés, malentendants voient leur intelligibilité clairement se dégrader lorsque le débit de parole augmente. Ce constat peut également expliquer les scores de reconnaissance vocale sensiblement meilleurs de l'AVf par rapport aux autres tests.

Vitesse d'élocution de l'Audivox

Nous avons également remarqué que la vitesse d'élocution du test de J. WABLE varie selon les phrases. En fonction de la structure syntaxique et prosodique, le débit du locuteur adapte sa vitesse d'élocution. Illustration :

- « Cette conversation est difficile à suivre » correspond à un rythme considéré comme normal (5.06 syllabes/sec).
- « Ils ont piqué-niqué sur l'herbe » a plutôt un rythme considéré comme lent (2.67 syllabes/sec).

Cependant, la répartition des différentes structures, et donc du débit, est homogène, garantissant l'équivalence en difficulté entre les listes de l'Audivox.

Vitesse d'élocution du test syllabique

Nous avons alors voulu connaître la vitesse d'élocution du test syllabique. Et, par le même procédé de calcul, nous avons trouvé un rythme moyen de 4 syllabes/sec ce qui correspond à un rythme normal.

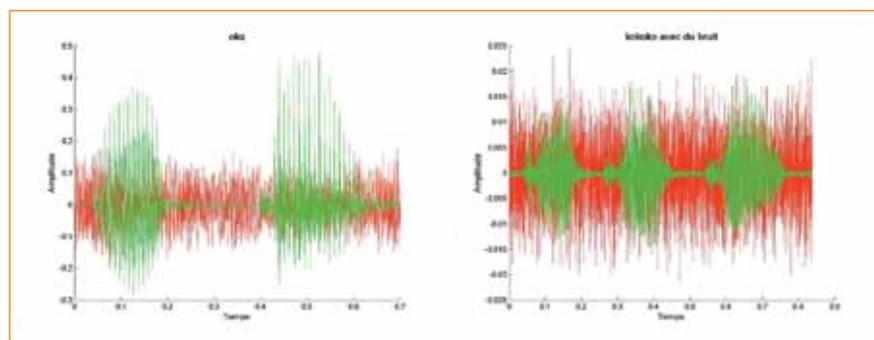
3.4. Etude des impressions des sujets

Pour une utilisation quotidienne, un test doit être simple, utile et relativement rapide. La simplicité des tests est appréciée par l'examineur mais également par le patient.

Afin de juger des impressions des patients, je leur ai remis une échelle comportant 6 choix. Je leur ai attribué une valeur de 0 à 5 (0 pour très facile et 5 pour très difficile). Le calcul de la moyenne pour chaque population et

	AVfS	Audivox	Syllabique
Moyenne des SRT pour les malentendants (en dB)	-2.95	1.53	4
Moyenne des SRT pour les normo entendants (en dB)	-9.28	-1.59	-4.58
Différence entre les scores des malentendants et normo entendants (en dB)	6.33	3.12	8.58

TABLEAU 4 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES MOYENNES DE SRT POUR CHAQUE TEST DE L'ÉTUDE DANS LE BRUIT.



FIGURES 1 : OSCILLOGRAMMES DE /OKA/ DE L'AVf ET DE /KOKOKO/ DU TEST SYLLABIQUE (SUPERPOSITION DU SIGNAL DE PAROLE EN VERT ET DU BRUIT EN ROUGE).

pour chacun des tests permet de voir quel test est subjectivement le plus facile pour le patient.

3.4.1. Les tests d'audiométrie vocale dans le silence

Tous les sujets n'ont pas trouvé de différence entre les épreuves du point de vue de leur difficulté. Et, globalement, la difficulté subjective d'un test n'est pas corrélée avec le nombre d'erreurs du sujet à ce test.

- Test cochléaire : facile (moyenne 1.6)
- AVfS : moyennement facile (moyenne de 2.16)
- Test syllabique : facile (moyenne 1.48)

ANOVA : $F(2, 50) = 6.06$ à $p = 0.004$. Les moyennes trouvées sont significativement différentes. Les temps moyens de passation par liste sont : 1 min pour le test syllabique, 1 min 22 pour l'AVfS, 1 min 09 pour le test cochléaire. La séance durait de 25 à 30 min.

3.4.2. Les tests d'audiométrie vocale en présence de bruit

Le même travail d'analyse a été effectué. Cependant, la comparaison de la difficulté entre les trois tests est biaisée par la différence entre la procédure

de l'Audivox et celle des deux autres. En effet, la procédure adaptative de J. WABLE rend la pratique de son test aisée et rapide ce qui est également appréciable pour le patient.

- Test syllabique : moyennement facile (moyenne 2.3)
 - Audivox : facile (moyenne 1.56)
 - AVfB : moyennement difficile (moyenne de 3.18)
- ANOVA : $F(2, 68) = 18.94$ à $p = 3,8664E-07$. L'Audivox est statistiquement le plus facile.

Ce constat s'explique en partie par la procédure de ce test, mais aussi, par l'utilisation de phrases. En effet, de nombreux sujets pensent avoir été aidés par le contexte de la phrase pour trouver un mot incorrectement perçu.

Enfin, le temps de passation en moyenne d'une liste est de :

- 2 min 27 pour l'AVfB,
- 1 min 25 pour l'Audivox,
- 2 min 12 pour le test syllabique.

test syllabique pour les sujets malentendants.

Cette analyse diffère de celle de la littérature. En effet, c'est un nouveau test où l'intensité relative des segments syllabiques est respectée contrairement aux autres tests où l'intensité du matériel vocal a été ajustée à la même valeur moyenne.

3.5.1. Etude des confusions dans le silence

Phonèmes les plus perturbés

En comparant la perception des voyelles et des consonnes, on retrouve une perception des consonnes plus touchée que celle des voyelles s'expliquant par leur intensité moindre.

Les voyelles (fig 2 et 3)

Le trait nasal semble être très mal perçu par la population de cette étude. Ainsi on peut voir que les phonèmes /ɛ̃/, /l/ et /ã/ sont nettement moins bien perçus.

3.5. Résultats statistiques des confusions phonétiques

Les confusions phonétiques peuvent être définies comme la substitution à un phonème émis par un locuteur d'un autre phonème répété par un auditeur. J'ai réalisé l'étude des confusions du

Les consonnes (fig 4 et 5)

Les consonnes les mieux perçues sont /k/, /ʃ/, /z/, /b/ et /d/. /ʃ/ est la consonne dont l'intensité est la plus élevée. Les confusions apparaissent principalement sur les consonnes /p/, /z/, /m/, /n/, et /s/. On note la présence du trait nasal

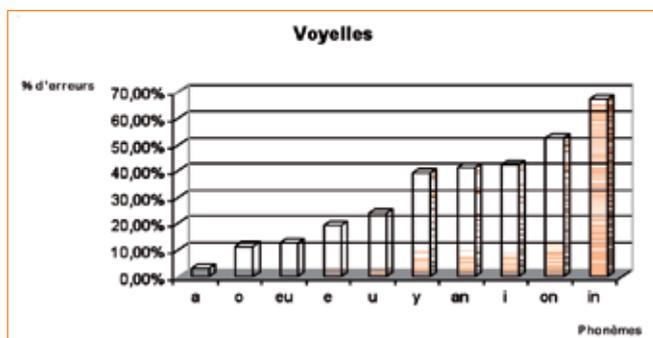


FIGURE 2 : POURCENTAGES DE VOYELLES ERRONÉES DANS LE CALME À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE.

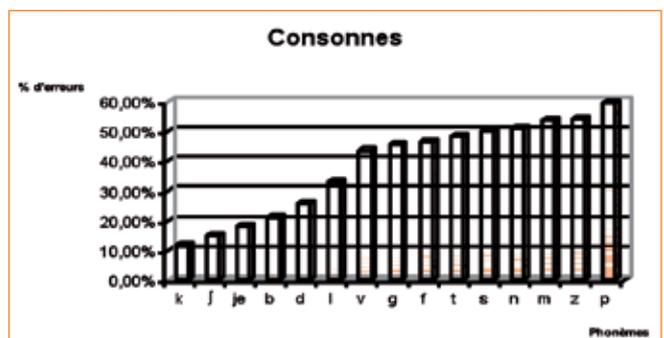
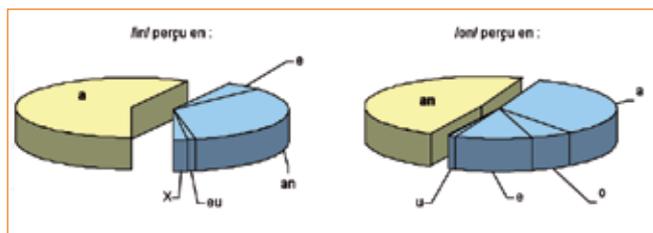
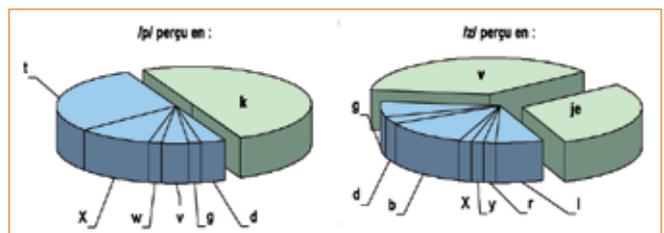


FIGURE 4 : POURCENTAGES DE CONSONNES ERRONÉES DANS LE CALME À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE.



FIGURES 3 : CONFUSIONS TYPIQUES SUR LES 2 VOYELLES LES MOINS BIEN PERÇUES DU TEST SYLLABIQUE À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE, DANS LE CALME.



FIGURES 5 : CONFUSIONS TYPIQUES SUR LES 2 CONSONNES LES MOINS BIEN PERÇUES DU TEST SYLLABIQUE À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE, DANS LE CALME.

(/m/ et /n/) dans les consonnes parmi les moins bien perçues.

Indices les plus perturbés

L'analyse des confusions phonétiques révèle principalement que c'est la transition du 2ème formant qui est incorrectement perçue pour les voyelles.

Exemple : /l/ (F1 : 600 et F2 : 750 Hz) perçu le plus souvent en /ā/ (F1 : 600 et F2 : 950 Hz).

En ce qui concerne les consonnes, l'erreur de perception se situe le plus souvent au niveau de la hauteur fréquentielle du pôle de bruit. Exemple : /p/ principalement perçu en /k/. Or, le pôle de bruit du /p/ est moins aigu que celui du /k/.

On note qu'il existe des confusions sur un indice temporel : le VOT (Voice Onset Time). Exemple : /g/ le plus souvent perçu en /d/. Or VOT_g > VOT_{da}.

Traits les plus perturbés (fig 6)

Il est intéressant de noter que le trait le moins bien perçu est de loin le trait nasal. L'occurrence du trait nasal par rapport au trait oral est, dans la langue française, nettement moins élevée. Le trait oral est, majoritairement le plus fréquent ce qui peut expliquer qu'il

soit très bien perçu. En effet, le patient « s'attend » à entendre ce trait dans les phonèmes émis, il aura donc tendance à répéter un phonème oral.

3.6. Etude des confusions dans le bruit

L'étude des confusions phonétiques a été réalisée sur les 20 sujets déficients auditifs. La comparaison entre les confusions effectuées dans le silence et dans le bruit (donc l'étude des phonèmes et indices les moins résistants au bruit) n'est donc pas possible : les populations ne sont pas semblables.

3.6.1. Phonèmes les plus perturbés

L'analyse des confusions des phonèmes pour l'audiométrie vocale en présence de bruit montre également que les consonnes sont moins bien perçues que les voyelles.

Les voyelles (fig 7 et 8)

Les voyelles sur lesquelles la population de l'étude a commis le plus d'erreurs sont : /Ē/, /i/, /y/ et /ĩ/.

Les consonnes (fig 9 et 10)

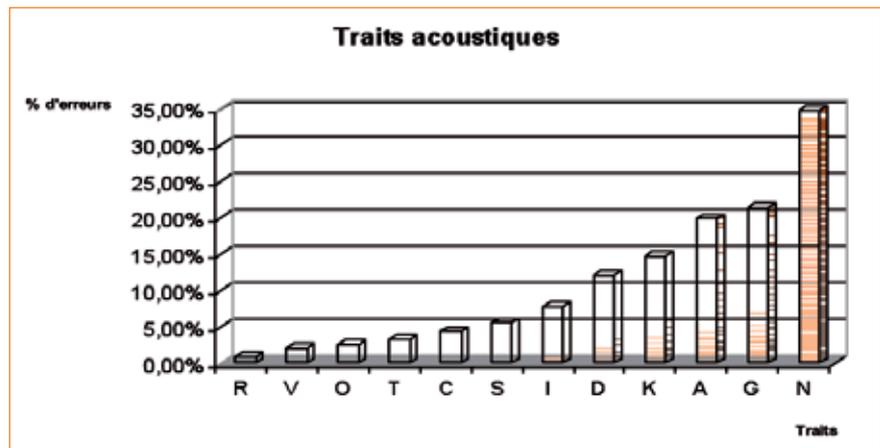


FIGURE 6 : POURCENTAGES DE TRAITS MAL PERÇUS DANS LE CALME À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE.

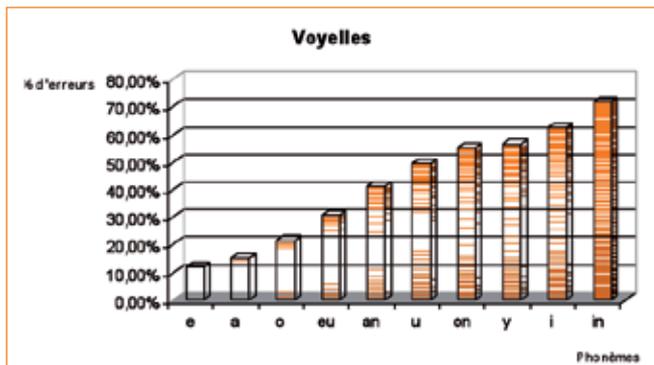


FIGURE 7 : POURCENTAGES DE VOYELLES ERRONÉES DANS LE BRUIT À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE.

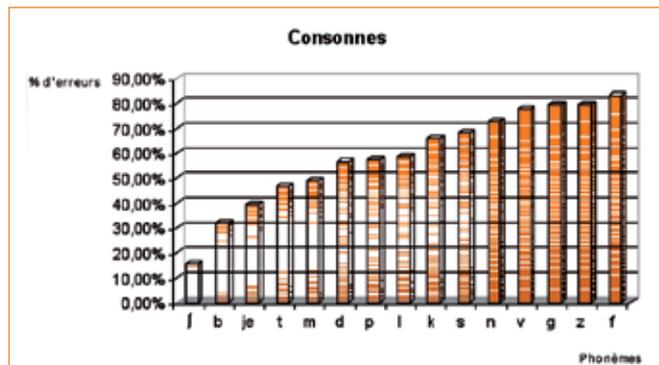
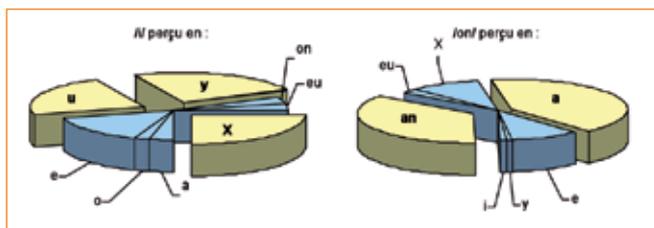
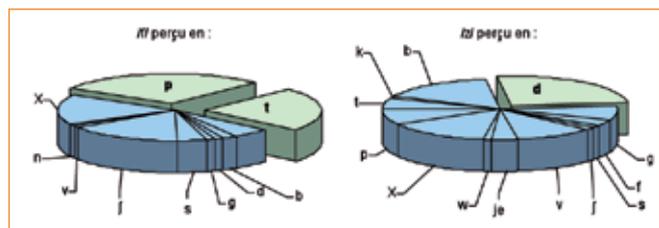


FIGURE 9 : POURCENTAGES DE CONSONNES ERRONÉES DANS LE BRUIT À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE.



FIGURES 8 : CONFUSIONS TYPIQUES SUR LES 2 VOYELLES LES MOINS BIEN PERÇUES DU TEST SYLLABIQUE À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE, DANS LE BRUIT.



FIGURES 10 : CONFUSIONS TYPIQUES SUR LES 2 CONSONNES LES MOINS BIEN PERÇUES DU TEST SYLLABIQUE À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE, DANS LE BRUIT.

Indices les plus perturbés

On retrouve les mêmes constats que pour l'étude dans le silence. Cependant, on peut noter qu'il existe davantage de confusions au niveau du mode d'articulation. En effet, dans l'étude dans le silence une occlusive incorrectement perçue sera le plus souvent remplacée par une autre occlusive (/p/ perçu en /k/).

Par contre, dans l'étude en présence de bruit, le mode d'articulation est moins bien perçu : /f/, qui est une fricative, perçue /p/ ou/t/. Il semble que les confusions sur le mode d'articulation ont davantage lieu quand la consonne prononcée est une fricative (erreur sur le /f/, /s/, /v/, et/z/).

Ce constat est confirmé par une étude de M.T. VIE concernant la transmission de la parole au travers des prothèses auditives. D'après cette étude, les fricatives sont transformées en plosives par manque d'amplification correcte des bruits de friction aiguë par les appareils de correction auditive.

Traits les plus perturbés (fig 11)

Comme pour l'étude dans le silence, le trait nasal est le moins bien perçu. Cependant, il y a moins de différence entre les confusions faites sur ce trait et les autres par rapport à l'étude précédente.

4

Conclusion

Nous avons choisi de confronter le test syllabique à trois tests, considérés comme des « références » dans notre profession notamment du point de vue de leur reproductibilité et leur sensibilité. D'après une étude statistique réali-

sée auprès de 59 sujets :

- Les quatre tests ont une reproductibilité similaire dans le bruit et dans le calme. En effet, les différences trouvées ne sont pas significatives.
- En ce qui concerne la sensibilité, le test syllabique est significativement plus performant.

Par ailleurs, il semble alors que, dans le calme, le test syllabique soit à la fois plus simple pour les patients et plus rapide. Dans le bruit, l'Audivox apporte moins d'informations mais sa procédure permet d'obtenir des résultats plus facilement.

Toutefois, cette étude comporte certaines limites. Tout d'abord, j'aurais souhaité tester chaque sujet un plus grand nombre de fois afin d'améliorer la précision et la validité des mesures.

D'autre part, il est délicat de comparer des tests dont la composition (bruits, et items différents ajustés ou non à la même valeur RMS) est différente. Ainsi, il pourrait être intéressant de compléter ce travail par une nouvelle étude du test syllabique ajusté à la même valeur RMS. Les résultats avec les syllabes pourraient alors être mieux comparés à ceux obtenus avec les logatomes de DODELE.

5

Bibliographie

1. PHILLIPS D.P., RAPPAPORT J.M., GULLIVER J.M. Impaired word recognition in noise by patients with noise-induced cochlear hearing loss: contribution of temporal resolution defect. *Am J. Otol*, 1994; 15 (5) -679-686.

2. STUART A., PHILLIPS D.P., GREEN W.B. Word recognition performance in continuous and interrupted broad-band noise by normal-hearing and simulated hearing-impaired listeners. *Am J Otol*, 1995 ; 16 (5) - p658-663.

3. DUQUESNOY A.J. Effect of a single interfering noise or speech source upon the binaural sentence intelligibility of aged persons. *Journal of Acoustical Society of America*, 1983 ; 74(3) - p739-743.

4. DODELE L. et D. L'audiométrie vocale à vitesse variable (test A3V). *Les Cahiers de l'Audition*. Vol 17 - N°5 - Septembre/Octobre 2004.

5. ANNE MAY M.A., CLAUD BRENNER LARSEN M.D., ASGAUT WARLAND M.D. Le numérique suffit-il à améliorer l'audition dans le bruit? Etude comparative entre appareils numériques et appareils à multi microphones. *Les Cahiers de l'Audition*. Vol 11 - N°5 - Septembre/Octobre 1998.

6. DODELE L. et D. L'audiométrie vocale à vitesse variable (test A3V). *Les Cahiers de l'Audition*. Vol 17 - N°5 - Septembre/Octobre 2004.

7. THEBAULT A. Lien entre attention auditive et gêne subjective dans le bruit. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Etat d'Audioprothèse (2004).

8. LEFEVRE F. Une méthode d'analyse auditive des confusions phonétiques : la Confrontation Indiciaire.

Thèse de Doctorat en Phonétique (1985).

9. Prof. Dr. rer. Nat. Dr. med. KOLLMEIER B. Facteurs audiolinguistiques impliqués dans l'effet de "cocktail party" : l'avantage et son évaluation. Conférence du congrès des Audioprothésistes du 9 avril 2005.

LE TEST SYLLABIQUE ÉGALISÉ OU NON ÉGALISÉ EN INTENSITÉ : ÉTUDE COMPARATIVE DANS LE SILENCE ET DANS LE BRUIT

La préoccupation principale de l'audioprothésiste face à son patient est la restitution de la compréhension de la parole. Il existe à l'heure actuelle un grand nombre de tests dont le but est d'évaluer l'intelligibilité. Tous subissent des modifications visant à ajuster le niveau des items à la même valeur moyenne d'intensité. Cette égalisation, pratiquée à l'origine par souci de rigueur, est devenue une sorte de « norme » en audiométrie vocale. Le but de mon étude était de déterminer l'impact de cette égalisation systématique sur la perception par le patient. Pour cela, j'ai entrepris de confronter un test égalisé en intensité avec lui-même dans sa version non égalisée. Pour mener à bien cette étude, nous avons utilisé le test syllabique de F. LEFEVRE.

L'audiométrie vocale est née de la nécessité d'évaluer l'intelligibilité de la parole de patients souffrant de déficits auditifs. Les premiers essais de mesure de l'intelligibilité des sons du langage se font

au 19^{ème} siècle, avec François de l'ABBE ROUSSELOT qui fut l'un des pionniers de cette pratique. Depuis, elle n'a cessé d'évoluer et d'affiner ses critères de sélection. Les nombreux tests actuels diffèrent par leur composition (phrases, mots dissyllabiques, monosyllabiques, logatomes...) et leur objectif.

La première étape de mon travail fut la création du support vocal. L'analyse et la modification des séquences ont été réalisées à l'aide de l'outil informatique, au moyen du logiciel Wavelab, qui permet la visualisation des spectres temporels des sons de parole. L'égalisation a été réalisée sur la base de la valeur RMS (Root Mean Square), car cette méthode ajuste la totalité de la trisyllabe à la valeur trouvée : l'intégralité de la trisyllabe est préservée. Chaque trisyllabe a donc subi une augmentation ou une diminution en décibel selon sa valeur initiale.

Ce travail comporte deux études dis-

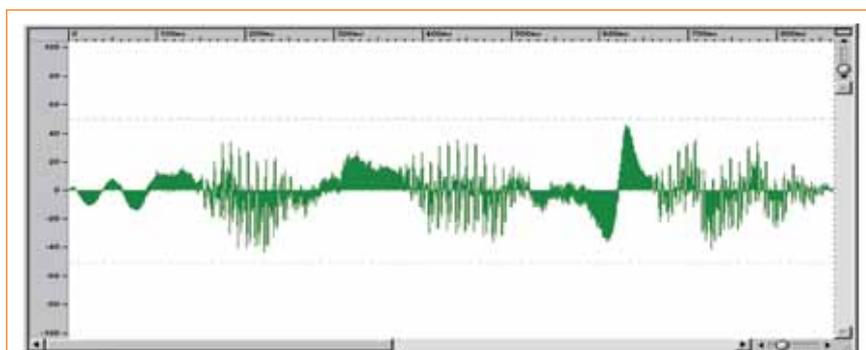


FIGURE 1 : SONAGRAMME REPRÉSENTANT LA T.S.I. /FUFUFU/



FIGURE 2 : SONAGRAMME REPRÉSENTANT LA T.S.I. /NANANA/

Agathe ADAM

Audioprothésiste DE
Conservatoire National
des Arts et Métiers
Faculté de médecine Lariboisière
Paris VII

tinctes. La première confronte le test syllabique de F. LEFEVRE non égalisé en intensité à sa version égalisée, dans le silence. La seconde porte sur les mêmes tests dans le bruit. Il fait suite au mémoire de P. LEMESLE en 2005, qui démontrait la grande sensibilité du test syllabique et la bonne reproductibilité de ses résultats, en comparaison avec des tests couramment utilisés par les audioprothésistes. La comparaison a porté sur l'AVfS de DODELE et le test cochléaire de LAFON dans le silence, et sur l'AVfB de DODELE et l'Audivox de J. WABLE dans le bruit.

Par conséquent, l'objectif était double :

- 1) Évaluer si l'égalisation en intensité modifie les résultats obtenus par rapport au test non égalisé, ce qui pourrait expliquer la plus grande sensibilité du test syllabique par rapport aux autres tests.
- 2) Mesurer l'enjeu de l'égalisation d'un test d'audiométrie vocale.

Dans le calme :

68 patients ont participé à cette étude : 39 hommes et 29 femmes âgés en moyenne de 71 ans (de 15 à 95 ans). La perte auditive moyenne des patients est une atteinte moyenne type 2, variant de manière importante d'un patient à l'autre. Nous avons choisi de mesurer la compréhension à un niveau confortablement supraliminaire ou niveau maximum non désagréable qui permet d'obtenir un pourcentage de reconnaissance (ou pourcentage de phonèmes reconnus puisque l'unité de mesure est le phonème) pour chaque liste. On connaît ainsi les limites de l'intelligibilité du sujet puisque celui-ci est placé dans des conditions d'écoute optimales. L'intensité moyenne est de 94,7 dB SPL (de 70 à 115 dB SPL). Nous avons alors décidé de fixer le nombre de listes à 4 par personne: 1 liste égalisée et 1 liste non égalisée pour chaque oreille. Les listes sont choisies aléatoirement parmi les 7 que compte le test syllabique. La mesure est réalisée au casque en mono auriculaire.

Dans le bruit :

60 patients ont participé à cette étude : 29 hommes et 31 femmes âgés en moyenne de 69 ans (de 9 à 93 ans).

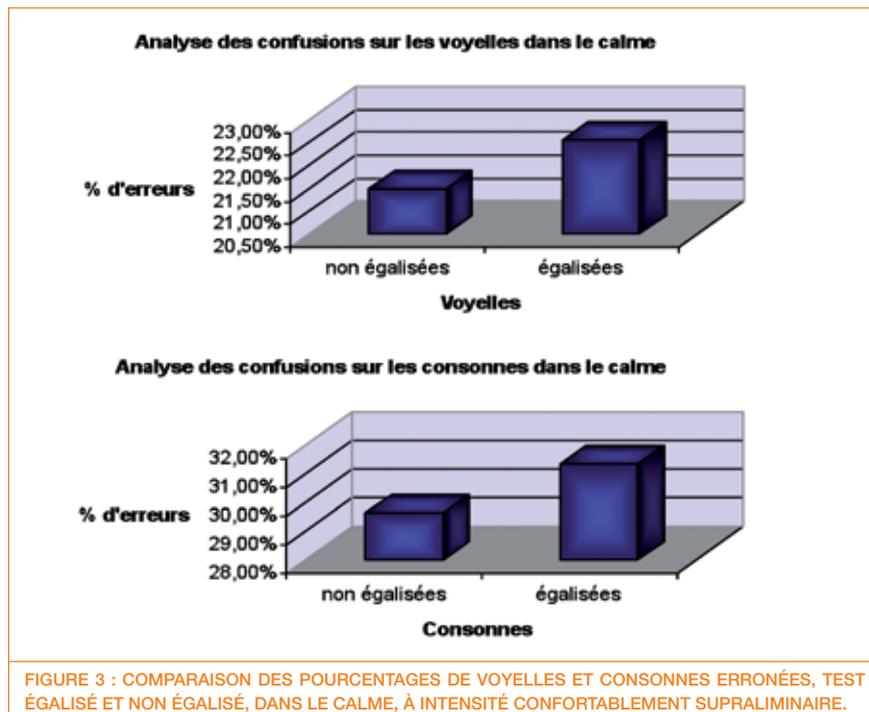


FIGURE 3 : COMPARAISON DES POURCENTAGES DE VOYELLES ET CONSONNES ERRONÉES, TEST ÉGALISÉ ET NON ÉGALISÉ, DANS LE CALME, À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE.

La perte auditive moyenne des patients est une atteinte moyenne type 1 à 2 avec de fortes variations entre patients. Les malentendants ont été testés en situation d'évaluation de l'efficacité prothétique: ils portaient leur appareillage auditif pendant la séance avec diffusion du test en champ libre. Nous avons décidé, du fait de la difficulté plus importante des tests dans le bruit et donc de la plus grande fatigabilité des patients, de fixer le nombre de listes à 2 par personne, 1 liste égalisée et 1 liste non égalisée, les deux oreilles étant testées en même temps. Du fait de l'hétérogénéité des pertes auditives, il est nécessaire de faire varier le rapport signal sur bruit. Nous avons choisi de garder le niveau de signal de parole fixe et de faire varier l'intensité du bruit selon les capacités de chaque patient. Le signal de parole est diffusé à 65 dB (A). Nous avons utilisé le Speech Noise disponible par l'Aurical, représentatif du spectre moyen de la parole à long terme. Le signal de parole est séparé du bruit par la diffusion à l'aide de deux haut-parleurs : la parole est diffusée face au sujet, le bruit provient d'un haut-parleur situé derrière lui. La mesure a été réalisée en champ libre oreille(s) appareillée(s).

On compte 25,15 % de confusions phonétiques pour le test syllabique non égalisé, et 26,6 % pour le test syllabique égalisé. On retrouve une perception des

consonnes plus touchée que celle des voyelles s'expliquant par leur intensité moindre. En effet, on compte 21,75 % d'erreurs sur les voyelles et 30 % d'erreurs sur les consonnes. La différence de résultat étant très faible, nous pouvons conclure que celle-ci n'est pas suffisante pour être significative. De plus, on remarque que la proportion de voyelles et consonnes erronées reste constante dans les deux situations

L'observation de ce graphique montre clairement qu'il existe des confusions plus courantes que d'autres. On peut voir que les phonèmes /i/, /in/, /on/, /u/ sont les moins bien perçus dans le test non égalisé. Dans la version égalisée, ce sont les voyelles /u/, /i/, /e/, /in/ les plus perturbées. Le trait nasal a tendance à être mal perçu par la population de cette étude. Le /a / est la voyelle la mieux perçue car son intensité est élevée. Les différences entre les confusions du test égalisé et non égalisé sont relativement faibles. On observe en effet, la plus grande différence sur le /u/, /e/ et /on/, qui est d'environ 6% au maximum.

On remarque que les confusions apparaissent principalement sur les consonnes /z/, /f/, /m/, /g/ et /p/ pour le test non égalisé. Dans la version égalisée, les consonnes les plus perturbées sont /z/, /f/, /g/, /v/ et /p/.

Il existe des différences sur les confusions mais encore une fois, l'ordre général est respecté. La plus grosse différence enregistrée porte sur le /n/, bien mieux perçu dans la version non égalisée du test syllabique. En revanche, dans cette version, le /m/ est moins bien perçu.

On compte 34,5 % de confusions phonétiques pour le test syllabique non égalisé et 36% pour le test syllabique égalisé. Cette analyse montre également que les consonnes sont moins bien perçues que les voyelles. Du fait de la présence d'un bruit, les consonnes, d'intensité moindre, sont encore moins bien perçues que dans le calme. En effet, on compte 21,7% d'erreurs sur les voyelles et 48,9% d'erreurs sur les consonnes. La différence entre les résultats du test égalisé et non égalisé étant très faible, nous pouvons conclure que celle-ci n'est pas suffisante pour être significative. La proportion de voyelles et consonnes erronées reste constante dans les deux situations.

Les voyelles sur lesquelles la population de l'étude a commis le plus d'erreurs sont /in/, /u/, /i/, et /ou/, pour le test non égalisé. Les erreurs les plus fréquentes portent sur les mêmes voyelles pour la version égalisée du test syllabique. De la même manière que dans le calme, on remarque que les différences sont faibles entre les résultats du test égalisé et non égalisé. La plus grande différence observée porte sur le /u/ et le /an/ qui est d'environ 10% au maximum.

On remarque que les confusions apparaissent principalement sur les consonnes /v/, /g/, /z/, /f/ et /k/ pour le test non égalisé. Dans la version égalisée, les consonnes les plus perturbées sont /z/, /v/, /s/, /g/ et /f/. Il existe certaines différences sur les confusions mais encore une fois, l'ordre général est respecté. Les plus grosses différences enregistrées portent sur le /z/, le /s/ et le /d/, bien mieux perçus dans la version non égalisée du test syllabique.

Conclusion

Depuis toujours en audioprothèse, un test d'audiométrie vocale se doit d'être égalisé en intensité pour figurer parmi les références. Cependant, l'intérêt de

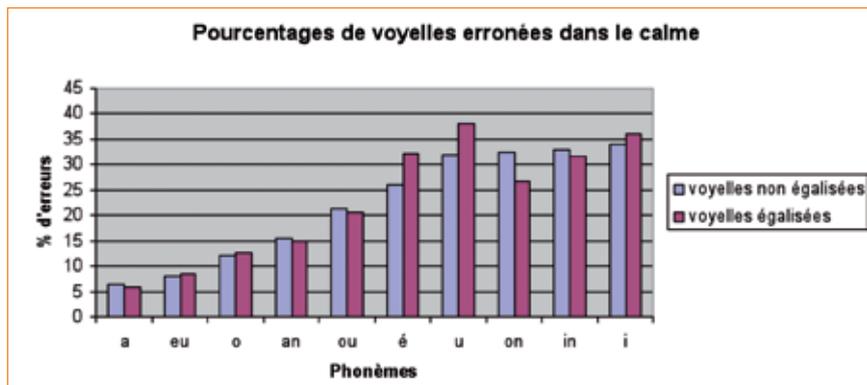


FIGURE 4 : COMPARAISON DES CONFUSIONS SUR LES VOYELLES ÉGALISÉES ET NON ÉGALISÉES, DANS LE CALME, À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE.

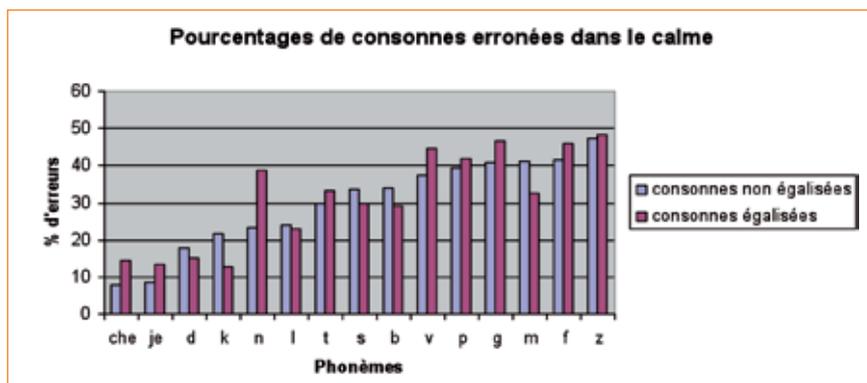


FIGURE 5 : COMPARAISON DES CONFUSIONS SUR LES CONSONNES ÉGALISÉES ET NON ÉGALISÉES, DANS LE CALME, À INTENSITÉ CONFORTABLEMENT SUPRALIMINAIRE.

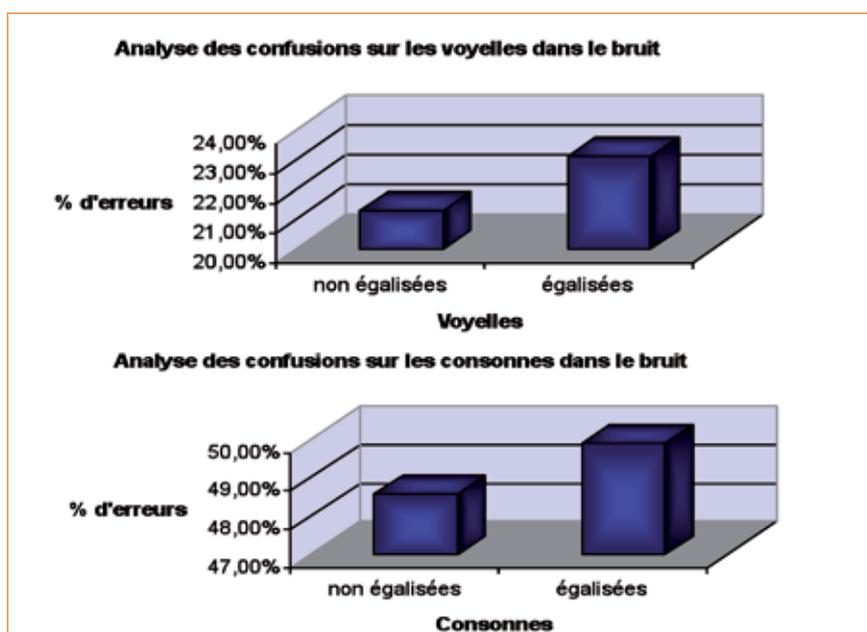


FIGURE 6 : COMPARAISON DES POURCENTAGES DE VOYELLES ET CONSONNES ERRONÉES, TEST ÉGALISÉ ET NON ÉGALISÉ, DANS LE BRUIT.

cette égalisation est flou pour un grand nombre d'audioprothésistes à l'heure actuelle. L'idée de ce mémoire est partie des travaux de Pauline LEMESLE, qui démontra la grande sensibilité du test syllabique. La question s'est donc

posée de savoir comment s'expliquent ces résultats : est-ce le seul fait de sa non égalisation ? Pour répondre à cette question, nous avons créé une version égalisée du test syllabique, à confronter à sa version non égalisée, dans le calme

et dans le bruit. Les résultats observés tendent à prouver que l'égalisation en intensité des syllabes ne modifie pas de manière significative leur compréhension par le patient. Nous pouvons donc tout d'abord conclure que la sensibilité accrue du test syllabique par rapport aux autres tests vocaux n'est pas due à une absence d'égalisation en intensité des syllabes. D'autre part, d'après les résultats de ces études, se pose la question suivante : y a-t-il un réel enjeu à vouloir égaliser systématiquement tous les tests vocaux ? Partant de cette constatation, et afin de préciser la réponse, il serait intéressant de faire cette même étude sur les autres tests.

Bibliographie

ROSE S. - Expérimentation de l'audiométrie instrumentale comparée - Thèse présentée en vue du doctorat de psychologie - Université Paris X, Nanterre (2000-2001)

VIROLE B. - Audiométrie vocale prothétique - Les cahiers de l'audition - Vol 8 - N°1 - Avril/Mai 1995

DODELE L., DODELE D. - L'audiométrie vocale en présence de bruit et le test AVfB - Les cahiers de l'audition - Vol 13 - N°6 - Novembre/Décembre 2000

GARNIER S. - Pourquoi et comment tester l'intelligibilité en milieu bruyant ? - Audio Infos - N°62 - Avril 2002

WABLE J., en collaboration avec **CHERY-CROZE S.** - Presbycusie et appareillage auditif - Édition GIRA - ?

THEBAULT A. - Lien entre attention auditive et gêne subjective dans le bruit - Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothésiste - 2005

Tests d'audiométrie vocale courants - Précis d'audioprothèse - L' appareillage de l'adulte - Tome 1 - Le bilan d'orientation prothétique - Les éditions du Conservatoire National d'Audioprothèse - 1997

ARRIGONI A. - Elaboration et évaluation du test syllabique - Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothésiste - 2005

LEFEVRE F., KATONA E., LAURENT S. - Les enveloppes temporelles de la parole - Les cahiers de l'audition - Vol 17 - N°4 - Juillet/Août 2004 - p.12

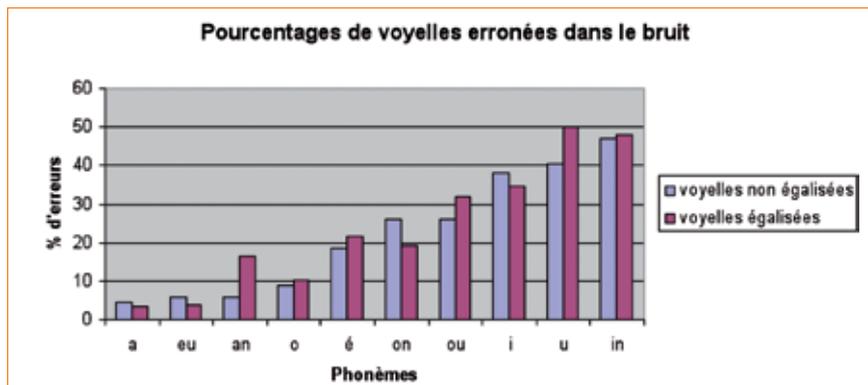


FIGURE 7 : COMPARAISON DES CONFUSIONS SUR LES VOYELLES ÉGALISÉES ET NON ÉGALISÉES, DANS LE BRUIT

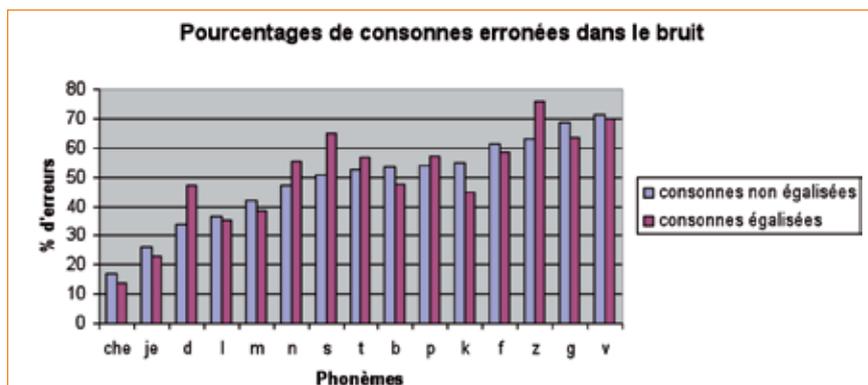


FIGURE 8 : COMPARAISON DES CONFUSIONS SUR LES CONSONNES ÉGALISÉES ET NON ÉGALISÉES, DANS LE BRUIT.

LORENZI C., APOUX F. - Importance du traitement temporel des informations auditives - Les cahiers de l'audition - Vol 13 - N°4 - Juillet/Août 2000 - p. 46

HESSE G. - Programmation des seuils liminaires de l'implant cochléaire MED-EL Tempo+ - Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothésiste - 2002

SERNICLAES W., ARROUAS Y. - Perception des traits phonétiques dans le bruit - Les cahiers de l'audition - Vol 7 - N°2 - Mai/Juin 1994

VIROLE B., DEHAUSSY Y., LEFEVRE F., PEIX G., RENGLLET T. - Epreuves vocales, rappel des données générales - Précis d'audioprothèse - Appareillage de l'adulte - Tome 1 - Bilan d'Orientation Prothétique - Les Editions du Conservatoire National d'Audioprothèse - 1997

LEFEVRE F. - Une méthode d'analyse auditive des confusions phonétiques : La Confrontation Indiciaire - Thèse de Doctorat en Phonétique - 1985

LEFEVRE F. - Etude comparative des tests phonétiques de JC LAFON et JP DUPRET - Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothésiste - 1982

AUTESSERRE D., DELTOUR J.J., LACERT P.H. - Perception de la parole - Les cahiers de l'audition n°89 - Vol 4 - N°1 - Mars 1990

BONFILS P., VAN DER ABEELE T., ANE P. et AVAN P. - Exploration fonctionnelle auditive - Encyclopédie Médico-Chirurgicale - Elsevier, Paris. Oto-rhino-laryngologie, 20-175-A-10 - 1998

MORGON A.H. - Suppléance instrumentale de la surdité : les aides auditives - Société française d'Oto-rhino-laryngologie et de pathologie cervico-faciale - L'Européenne d'Éditions - 1998

GARNIER S., MICHEYL C., GRIMAULT N. - L'audition en milieu bruyant - Audio Infos - N°37 - Février 1999

WABLE J. - Normalisation d'un test de reconnaissance de la parole dans le bruit chez le sujet déficient auditif - Les cahiers de l'audition - Vol 14 - N°1 - Janvier/Février 2001

LEMESLE P. - Audivox, AVfS, AVfB, Test cochléaire et Test syllabique : Étude comparative de tests vocaux dans le silence et dans le bruit - Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothésiste - 2005

Oticon • Vigo Connect



Vous êtes encore plus
PLUS Connecté avec Vigo Connect ➤



Oticon Vigo Connect, bien plus qu'un simple milieu de gamme, grâce à sa connectivité sans fil. ➤

La vie est souvent une course effrénée. Elle est si rapide que les moments les plus intenses doivent être vécus avec une égale intensité. La connexion parfaite au monde qui nous entoure est donc essentielle pour nous garantir de les vivre totalement. Offrez à vos clients cette fantastique opportunité.

Pour davantage d'informations sur Vigo Connect et ConnectLine™, appelez au 01.41.88.00.80 ou contactez votre responsable régional Oticon qui se tient à votre disposition!

Nouveauté !

oticon
PEOPLE FIRST



PRÉCIS D'AUDIOPROTHÈSE

L'appareillage de l'Adulte - 3 tomes*



5 CD AUDIO

Audiométrie Vocale

TEXTES RÉGLEMENTAIRES

CD Rom inclus - Année 2006



PRÉCIS D'AUDIOPROTHÈSE - TOME I ISBN n° 2-9511655-4-4

L'appareillage de l'adulte - Le Bilan d'Orientation Prothétique

50,00 € x..... exemplaire(s)..... €

Frais de port France 7,50 € ou Etranger 9,00 € à l'unité..... €

PRÉCIS D'AUDIOPROTHÈSE - TOME III ISBN n° 2-9511655-3-6

L'appareillage de l'adulte - Le Contrôle d'Efficacité Prothétique

60,00 € x..... exemplaire(s)..... €

Frais de port France 7,50 € ou Etranger 9,00 € à l'unité..... €

RECUEIL DE TEXTES RÉGLEMENTAIRES FRANÇAIS (CD ROM INCLUS) ISBN n° 2-9511655-2-8

15,00 € x..... exemplaire(s)..... €

Frais de port France 5,50 € ou Etranger 6,50 € à l'unité..... €

COFFRET DE 5 CD AUDIO « AUDIOMÉTRIE VOCALE »

Les enregistrements comportent les listes de mots et de phrases utilisées pour les tests d'audiométrie vocale en langue française (voix masculine, féminine et enfantine dans le silence et avec un bruit de cocktail party)

Réalisation : Audivimédia

100,00 € x..... exemplaire(s)..... €

Frais de port France 6,50 € ou Etranger 8,00 € à l'unité..... €

SOIT UN RÉGLEMENT TOTAL €

NOM..... PRÉNOM.....

SOCIÉTÉ

ADRESSE

.....

CODE POSTAL..... VILLE

BON DE COMMANDE À ENVOYER AVEC VOTRE CHÈQUE À :

Collège National d'Audioprothèse - 10 rue Molière - 62220 CARVIN

Tél 03 21 77 91 24 - College.Nat.Audio@orange.fr - www.college-nat-audio.fr

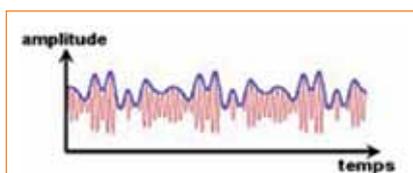
ÉTABLISSEMENT D'UN RÉPERTOIRE DES ENVELOPPES TEMPORELLES SYLLABIQUES

1

Introduction

1.1 Définition de l'enveloppe temporelle

La parole est un signal acoustique complexe présentant une structure à la fois dans le domaine fréquentiel et une structure dans le domaine temporel. Du point de vue temporel, le signal peut être décomposé en deux parties : les variations plus ou moins lentes de l'amplitude, correspondant à l'enveloppe temporelle, qui modulent les fluctuations rapides appelées structure fine^{[2] [12]}.



ENVELOPPE TEMPORELLE (EN BLEU) D'UN SIGNAL (EN ROUGE)

1.2 Intérêt de son étude

De nombreuses études sur la manipulation des signaux de parole ont montré qu'à elle seule, l'enveloppe temporelle d'un signal de parole véhicule des informations importantes pour l'intelligibilité de ce signal, en particulier dans le silence : la compréhension est possible sans information spectrale^{[15] [16]}.

Ces informations sont d'autant plus importantes qu'elles sont utilisables par la majorité des sujets malentendants : le codage temporel n'est que très mineurement réalisé à la périphérie et ne souffre d'une lésion cochléaire que du fait des troubles de la sélectivité fréquentielle et de l'intensité^{[5] [6]}. Lorsque la surdité est d'origine cochléaire, les mesures d'acuité temporelle (TMTF)^{[14] [18]} chez des sujets malentendants sont similaires à celles obtenues chez des sujets normo-entendants. Les facteurs limitant la détection et la discrimination

de l'enveloppe temporelle sont situés au-delà du nerf auditif^[11].

Il apparaît donc comme crucial de tenir compte de ces informations et de leur rôle dans la compréhension de la parole.

1.3 Pourquoi ce répertoire ?

L'établissement d'un répertoire des enveloppes temporelles syllabiques est une étape dans la mise en place de l'A.T.E.C. (Audiological Temporal Envelope Comparison) : méthode d'analyse des confusions phonétiques par l'étude des enveloppes temporelles. La réalisation d'un répertoire des enveloppes temporelles syllabiques du français est une étape dans la mise en place de l'A.T.E.C. (Audiological Temporal Envelope Comparison) initiée par Frank Lefèvre. L'objectif de cette méthode est l'analyse des confusions phonétiques par l'étude des enveloppes temporelles. L'A.T.E.C. prend la suite de la confrontation indiciaire mise au point par Lefèvre (1985)^[9] qui permettait de comparer les indices acoustiques des phonèmes émis par le testeur avec ceux des phonèmes émis par le sujet testé.

Il s'agit donc dans un premier temps de définir les caractéristiques temporelles des différents sons de la parole pour pouvoir ensuite analyser les confusions phonétiques. Un test a aussi été créé afin de permettre d'étudier la perception des syllabes du français, il s'agit du test syllabique^[1].

2

Établissement du répertoire

But : définir les caractéristiques temporelles de sons de parole.

Pour analyser les confusions phonétiques sous l'angle temporel, il faut tout d'abord déterminer les caractéristiques temporelles de signaux de parole élémentaires.

A. Matériel

1. Matériel phonétique

• Unité linguistique : la syllabe

L'unité linguistique choisie est la syllabe : les phonèmes sont souvent trop brefs pour être identifiés comme des événements sonores discrets. En ce qui concerne la parole, le premier niveau d'identification se fait au niveau d'unités supra phonémiques telles que la syllabe [2]. L'étude au niveau syllabique des enveloppes temporelles permet de prendre en compte les transitions des formants qui sont phonétiquement significatives et qu'on retrouve lors de l'association de deux phonèmes [2]. La syllabe est donc une véritable unité linguistique tant sur le plan de la production vocale que sur le plan de la perception. La syllabe ouverte Consonne-Voyelle, est la structure la plus fréquente des syllabes du français. De plus, dans le cadre du test syllabique de Lefèvre, cette structure est aussi la plus facile à prononcer [1].

Le matériel phonétique utilisé est le même que celui du test syllabique

Pour faciliter l'étude, la liste des voyelles simplifiées a été utilisée c'est à dire: /a/, /e/, /ø/, /i/, /É /, /o/, /~/, /u/, /y/, soit 10 voyelles (sur les 16 du français).

Pour les consonnes, les phonèmes /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/, /f/, /s/, /ʃ/, /v/, /z/, /ʒ/, /m/, /n/, /ɲ/, /R/, /l / et /j/ ont été utilisés, soit 18 consonnes.

Il résulte donc de cela 180 combinaisons de syllabes consonne-voyelle.

Chaque syllabe est répétée trois fois : CVCVCV (ex : papapa)

• Acquisition des données sonores

L'enregistrement des 180 syllabes a été réalisé par Lefèvre, Katona et Laurent dans le cadre d'un travail préliminaire [10]. Ce sont les signaux utilisés pour le test syllabique. Le signal a été numérisé par un ordinateur PC via une carte son Jazz de 01dB Steel. La numérisation a été réalisée par un échantillonnage à 44100 Hz et protégée par un filtre passe-bas anti-repliement de fréquence de coupure 22 kHz [10]. Après acquisition des 180 syllabes sous format wav, elles ont été transformées en signaux sous

forme de matrices pour être traitées par le logiciel Matlab.

2. Matériel informatique

• Utilisation du logiciel Matlab et du logiciel Excel

Matlab est un outil mathématique qui permet le traitement des données, la programmation pour l'extraction des enveloppes temporelles et les mesures des caractéristiques de celles-ci ainsi que la réalisation des différentes représentations graphiques des enveloppes.

B. Méthodes

1. Filtrage

Afin d'appréhender un fonctionnement tonotopique cochléaire de la perception des signaux de la parole, les analyses fréquentielles ont été réalisées sur six bandes fréquentielles. Les fréquences de coupures de ces bandes fréquentielles ont été choisies par rapport à la répartition énergétique fréquentielle des différents sons de parole (fondamental laryngé, formants des voyelles, bruits de friction de certaines consonnes, ...) Les fréquences de coupures 50 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz et 8000 Hz délimitent les six canaux employés.

Ce découpage fréquentiel est stratégique par rapport à la répartition énergétique des indices acoustiques fréquen-

tiels des différents sons de la parole.

Le premier canal de 50 à 200 Hz, nous montre la présence éventuelle de voisement (le fondamental laryngé du locuteur étant en moyenne de 80 explosions laryngées par seconde). Le deuxième canal de 200 à 500 Hz, nous permet d'observer le premier formant de la plupart des voyelles [10].

Ce filtrage permet d'obtenir pour chaque syllabe, six bandes plus le signal global de la syllabe. Les signaux filtrés et globaux se trouvent sur le cd en annexe.

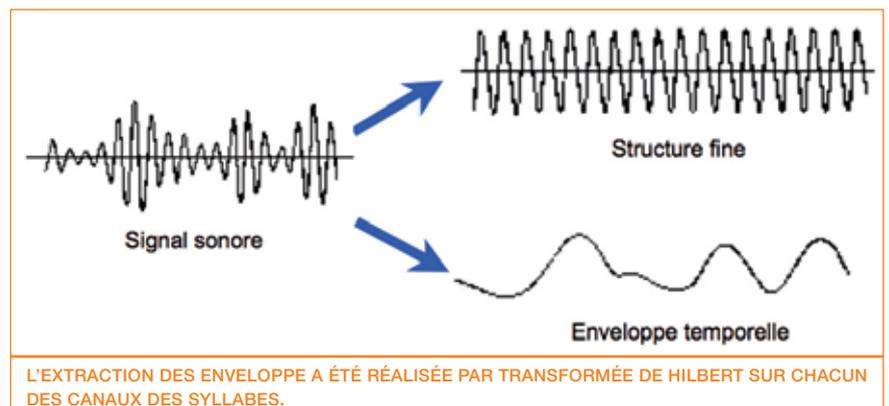
2. Extraction des enveloppes par transformée de Hilbert

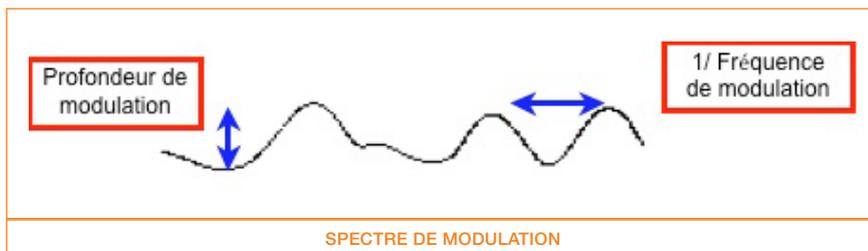
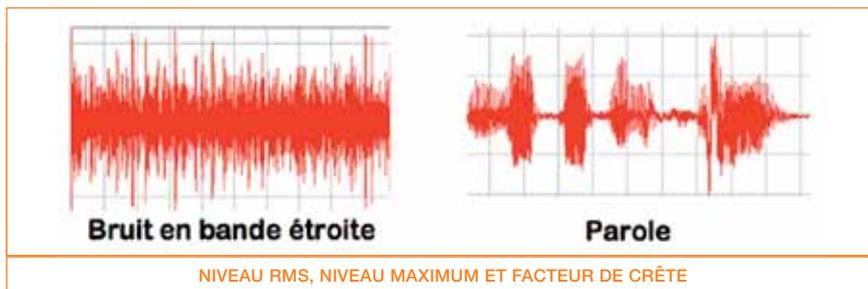
La transformée de Hilbert fournit une définition rigoureuse de l'enveloppe et de la structure fine sans paramètres arbitraires. Elle dépend de la largeur de bande du signal auquel elle est appliquée [16].

Elle est utilisée dans de nombreuses expériences sur les manipulations d'enveloppes temporelles mais aussi pour le traitement du signal des implants cochléaires (comme l'implant cochléaire Med El Tempo+) [13].

3. Caractéristiques étudiées

Après l'extraction des enveloppes, des caractéristiques ont été définies afin de réaliser des comparaisons entre les différentes enveloppes.





• **Niveau RMS, niveau maximum et facteur de crête**

L'analyse des valeurs RMS permet de déterminer les bandes où l'amplitude globale des enveloppes temporelles est la plus importante.

Il ne s'agit pas de comparer les valeurs RMS des syllabes entre elles mais de comparer les valeurs RMS des différentes bandes d'une syllabe par rapport au niveau global, car les indices d'amplitude et de durée, utilisés lors de la perception de la parole sont des indices relatifs : les débits et les intensités moyennes de la parole varient si notablement, suivant les locuteurs et les contextes, que des mesures absolues d'amplitude ou de durée sont difficilement interprétables^[2].

La valeur maximale permet de repérer les pics d'amplitude d'un signal.

Le calcul du facteur de crête permet de voir si l'amplitude du signal varie beaucoup. Un facteur de crête important caractérise une importante amplitude des variations du signal. Le facteur grandit avec la complexité du signal^[7].

FC son pur = 1.4 soit 3 dB. De la même façon, un bruit à un facteur de crête moins important que de la parole : son niveau RMS est en effet proche de son niveau maximum.

Pour la parole, les variations d'amplitude sont beaucoup plus importantes.

Pour chaque canal de chaque enveloppe de chaque syllabe ainsi que pour son enveloppe globale, la valeur RMS est

calculée, la valeur maximale prise par l'enveloppe est recherchée pour permettre le calcul du facteur de crête.

• **Spectre de modulation**

Il permet l'analyse de la profondeur de modulation par rapport à une fréquence de modulation.

Comme pour n'importe quel signal, l'enveloppe a un profil spécifique dans le temps. On peut donc la décomposer en une série de signaux sinusoïdaux tel que le définit le théorème de Fourier, décrivant ainsi son spectre de modulation (analyse du degré de modulation par rapport à la fréquence de modulation)^{[8] [17]}.

Le spectre de modulation est donc obtenu en appliquant une transformée de Fourier à l'enveloppe du signal. La transformée de Fourier permet d'en déterminer les composantes spectrales et donc de donner la profondeur de modulation en fonction de la fréquence de modulation. Plus la profondeur de

modulation d'une fréquence est importante, plus la fréquence de modulation est une composante importante de l'enveloppe.

• **Pentes**



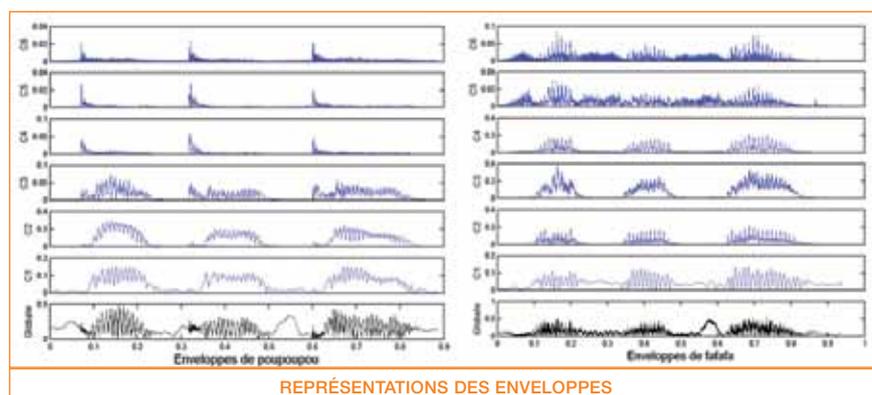
La pente permet d'apprécier l'évolution du signal dans le temps. Une pente importante positive caractérise une brusque montée du signal alors qu'une pente faible positive caractérise une montée plus douce. La pente est négative lorsque le signal diminue, de la même façon cette diminution est plus brutale lorsque la pente en valeur absolue est importante.

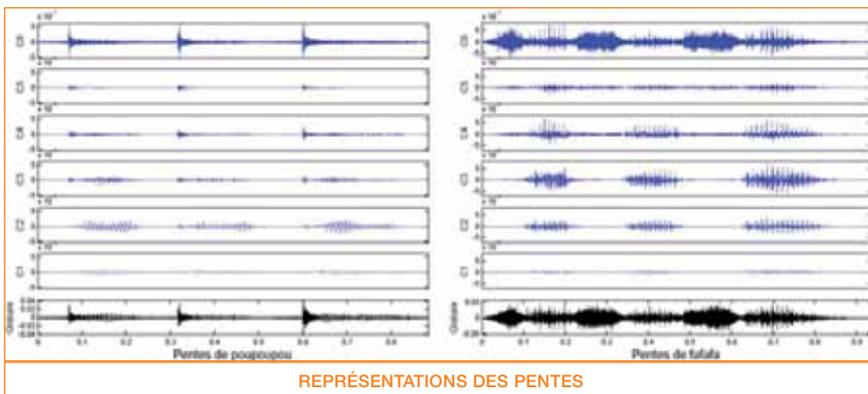
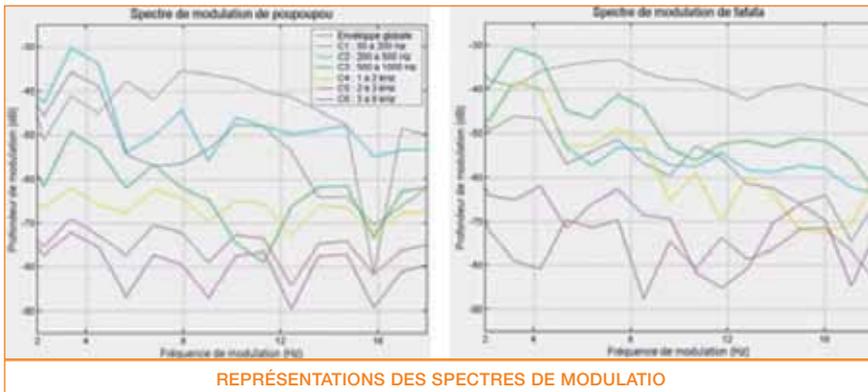
C. **Résultats et Représentations graphiques**

Les enveloppes, les pentes et les spectres de modulation obtenus représentent une très grande base de données chiffrée. Il est donc plus simple de les comparer sous forme graphique.

• **Représentations des enveloppes**

L'enveloppe de chaque canal de chaque syllabe est représentée individuellement. Elle est aussi représentée avec les autres enveloppes de la syllabe deux fois : une fois, toutes sont représentées à la même échelle, la seconde fois, chaque enveloppe est représentée à l'échelle qui lui est le mieux adaptée.





• **Représentations des spectres de modulations**

Les travaux de Drullman, Festen et Plomp^{[3] [4]} ont montré que les modulations les plus importantes de la parole se trouvent entre 4 et 16 Hz, seules ces fréquences de modulation ont donc été représentées sur les graphiques.

• **Représentations des pentes**

Pour une même syllabe, les pentes ont toutes été représentées à la même échelle : celle qui était la mieux adaptée. Ce n'est donc pas nécessairement la même d'une syllabe à une autre.

d'un point de vue temporel grâce à l'A.T.E.C. et éventuellement d'analyser l'influence des réglages des appareils de correction auditive sur les caractéristiques temporelles de la parole.

4 Bibliographie

1. **ARRIGONI A.**, Elaboration du test syllabique, Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat en Audioprothèse, Lyon 2005
2. **BOTTE M.C., CANEVET G., DEMANY L., SORIN C.**, Psychoacoustique et perception auditive, Série Audition, INSERM/SFA/CENT, Editions médicales internationales, 1989
3. **DRULLMAN R., FESTEN J.M., PLOMP R.**, Effect of temporal smearing on speech reception, Journal of the Acoustical Society of America, vol.95 n°2, février 1994
4. **DRULLMAN R., FESTEN J.M., PLOMP R.**, Effect of reducing slow temporal modulations on speech reception, Journal of the Acoustical Society of America, vol.95 n°5, mai 1994
5. **FULLGRABE C., MEYER B., LORENZI C.**, Effect of cochlear damage on the detection of complex temporal envelopes, Hearing Research, n°178, 2003

6. **GARNIER S.**, Les troubles du codage temporel, Audio Infos, n°48, juillet 2000
7. **HILAIRE S.**, Contribution à l'étude du spectre à long terme de la parole, Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'état en Audioprothèse, Nancy, 2000
8. **HUGON B., GUERRA L., AVAN P., DEGOVE F.**, Mesure du taux de compression réel par analyse spectrale d'un signal modulé en amplitude, Les Cahiers de l'Audition, vol.10 n°6, novembre/décembre 1997
9. **LEFEVRE F.**, Une méthode d'analyse des confusions phonétiques : la confrontation indiciaire, Thèse de Doctorat en Phonétique, Université de Franche-Comté, 1985
10. **LEFEVRE F., KATONA E., LAURENT S.**, Enveloppes temporelles de la parole, Les Cahiers de l'Audition, vol.17 n°4, juillet/août 2004
11. **LORENZI C.**, Effets de lésions périphériques et centrales sur l'acuité temporelle auditive, Les Cahiers de l'Audition, vol.12 n°1, janvier /février 1999
12. **LORENZI C., APOUX F.**, Importance du traitement temporel des informations auditives, Le Cahiers de l'Audition, vol.13 n°4, juillet/août 2000
13. **MED-EL**, CI Studio + Version 2.01, Manuel d'utilisation, Software Information, Combi 40/40+ system, Clinical Manual volume 3
14. **MOORE B.**, Conséquences perceptives de la perte auditive cochléaire et implications pour la conception d'aides auditives, Les Cahiers de l'Audition, vol.13 n°1, janvier /février 2001
15. **SHANNON R., ZENG F., KAMATH V., WYGONSKI J., EKELID M.**, Speech recognition with primarily temporal cues, Science, vol.270, octobre 1995
16. **SMITH Z., DELGUTTE B., OXENHAM A.J.**, Chimaeric sounds reveal dichotomies in auditory perception, Nature, vol. 416, mars 2002
17. **STRICKLAND E., VIEMEISTER N.**, Cues for discrimination of envelope, Journal of the Acoustical Society of America, vol.99 n°6, juin 1996
18. **TURNER C., SOUZA P.E., FORGET L.N.**, Use of temporal envelope cues in speech recognition by normal and hearing impaired listeners, Journal of the Acoustical Society of America, vol.97 n°4, avril 1995

3 Conclusion

Ce travail n'est que la première étape dans l'établissement d'un répertoire complet des enveloppes temporelles syllabiques : il est nécessaire de procéder aux mêmes analyses avec des locuteurs différents ainsi que des contextes mélodiques variés afin de valider des invariants temporels syllabiques. Cela permettra ensuite d'analyser les confusions phonétiques du test syllabique

CRÉATION D'UN LOGICIEL DE COMPARAISON D'ENVELOPPES TEMPORELLES SYLLABIQUES

1

Introduction

La création de ce logiciel constitue la deuxième étape du projet ATEC mené par Frank Lefèvre.

Ce projet repose sur l'idée validée par de nombreux travaux que l'enveloppe temporelle -modulations lentes- des signaux de parole est porteuse d'informations essentielles pour son intelligibilité.

Il semble donc très intéressant d'optimiser la perception des éléments temporels de la parole par des modifications acoustiques appropriées de l'appareillage du malentendant.

L'application de ces réglages nécessite de savoir quels indices temporels ont été mal ou non perçus au cours des tests d'audiométrie vocale. C'est ici qu'intervient la nécessité de créer un outil de comparaison informatique d'indices temporels entre syllabe émise par l'audioprothésiste et syllabe perçue par le patient.

Cette comparaison repose sur une base de données d'indices temporels, le répertoire d'enveloppes temporelles syllabiques.

La création du logiciel comporte plusieurs étapes :

-déterminer quels indices temporels du répertoire corréleront le plus l'intelligibilité de la parole. Cette étape est primordiale et repose sur des recherches bibliographiques,

- déterminer les outils mathématiques de la comparaison,
- choisir les outils informatiques appropriés pour automatiser cette comparaison,
- créer le logiciel proprement dit.

2

Le Choix des critères de comparaison d'enveloppes temporelles

Il faut tenter de déterminer quels éléments de l'enveloppe temporelle corréleront le plus l'intelligibilité de la parole. S'agit il des pics d'amplitude maximale, des creux de l'enveloppe, de la dynamique totale entre et les pics et les creux, des pentes... ?

Quelques résultats expérimentaux

- Plomp (1988) a démontré que la compression d'amplitude dans les aides auditives à plusieurs canaux pouvait avoir un effet délétère sur l'intelligibilité si les constantes de temps sont courtes : cela conduit à une diminution des contrastes d'enveloppe temporelle, les variations dynamiques n'étant pas préservées.
- Drullman (1994) a montré qu'une dégradation des modulations lentes des signaux de parole (3 à 4Hz) causées par un lissage temporel, par la présence de bruit ou de réverbération réduit l'intelligibilité.

L'expansion temporelle (ou renforcement temporel)

Définition du renforcement de la parole : algorithmes d'amplification relative de certains éléments significatifs des signaux de parole afin d'améliorer la reconnaissance de la parole dans le silence et dans le bruit chez des sujets malentendants. Le renforcement peut être spectral ou temporel (1).

Un exemple d'expansion temporelle

Voici les résultats d'une étude réalisée

Patrice SOUETRE
Audioprothésiste DE
Laboratoire Audition Santé
1 rue Danton
35700 Rennes

par l'équipe de Christian Renard (6) sur l'expansion phonétique du SIGNIA de SIEMENS. Cette aide auditive possède un réglage de renforcement phonétique dénommé AEP (Algorithme d'Expansion Phonétique).

Cette étude va permettre d'illustrer la manière dont se réalise l'expansion temporelle. Les bénéfices que peuvent en tirer les patients seront présentés ensuite. Ils peuvent guider la sélection des critères qui nous intéressent.

Les mesures de cette étude ont consisté à analyser différents signaux de parole, en l'occurrence des mots après leur

passage à travers l'aide auditive avec une activation (AEP Max) ou non (AEP Off) de ce réglage.

La **figure 1** montre la façon d'agir du système AEP ; il y a eu majoration de certains éléments du mot « danse », c'est-à-dire des augmentations d'amplitude. Une identification de ces signaux de parole a été réalisée par le processeur et le renforcement phonétique s'est effectué lorsque les réglages de l'AEP se sont enclenchés. On peut aussi noter qu'il ne s'agit pas d'une augmentation globale de l'amplitude du signal mais que ce renforcement s'est opéré à des moments précis au cours du mot.

La **figure 2** montre l'analyse du même mot « danse », avec et sans renforcement temporel, par un sonagramme.

Le renforcement ne s'est opéré que pendant environ 171 ms pour ce phonème qui a une durée totale d'environ 290 ms.

C'est en fait pendant toute la durée où l'énergie de ce phonème est maximale que le renforcement se réalise. La combinaison de l'augmentation de l'amplitude du phonème pendant la durée où il est le plus intense et du maintien de son amplitude sans majoration lorsqu'il est le plus faible, engendre une modification de l'enveloppe temporelle du signal (il y a augmentation du contraste entre les parties les plus faibles et les parties les plus intenses).

La **figure 3** souligne le renforcement de l'enveloppe temporelle ainsi obtenu.

Bénéfices du renforcement temporel pour les patients

Les quelques expériences qui suivent montrent les bénéfices du renforcement temporel qu'ont obtenu des patients (1).

- Dans une étude menée par F.Apoux, N.Bacri, F.Berthomier (1999), les auteurs testent l'effet d'une expansion de l'enveloppe d'amplitude sur des signaux de parole dégradés dans le domaine audio-fréquentiel.
- De tels signaux fournissent l'opportunité d'estimer le bénéfice du renforcement de l'enveloppe dans le domaine temporel uniquement.

Les auteurs ont utilisé des stimuli de parole de type voyelle-consonne-voyelle, dans un bruit stationnaire. Il sont décomposés en 4 bandes de fréquences larges (20-800Hz, 800-1500Hz, 1500Hz-2500Hz, 2500-5000Hz). Au sein de chaque bande, l'enveloppe temporelle est extraite. Elle est alors magnifiée par une fonction puissance, puis sert à moduler un bruit blanc.

Les premiers résultats obtenus avec des sujets normo-entendants indiquent une amélioration faible (6-14 %) mais homogène des performances de reconnaissance de la parole par l'expansion temporelle, lorsque les signaux sont masqués par un bruit stationnaire avec un rapport signal sur bruit de 0dB.

Figure 4 : ces résultats suggèrent qu'un renforcement temporel est potentiellement bénéfique.

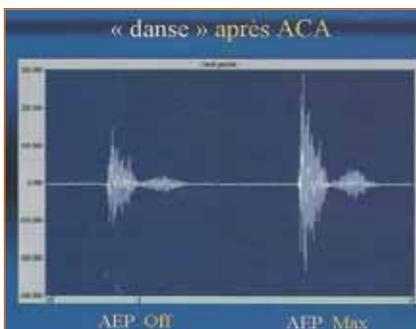


FIGURE 1 : ANALYSE DU RENFORCEMENT TEMPOREL POUR LE MOT « DANSE ». (ACA POUR APPAREIL DE CORRECTION AUDITIVE). (EXTRAIT DU « RENFORCEMENT PHONÉTIQUE DANS LES AIDES AUDITIVES », CHRISTIAN RENARD)

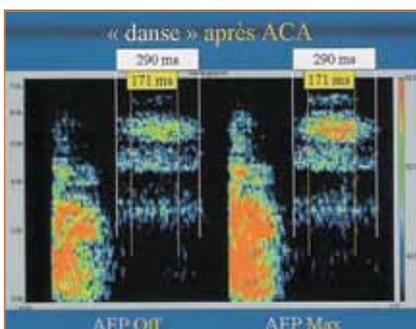


FIGURE 2 : RENFORCEMENT OBSERVÉ SUR LE PHONÈME /S/. (EXTRAIT DU « RENFORCEMENT PHONÉTIQUE DANS LES AIDES AUDITIVES », CHRISTIAN RENARD)

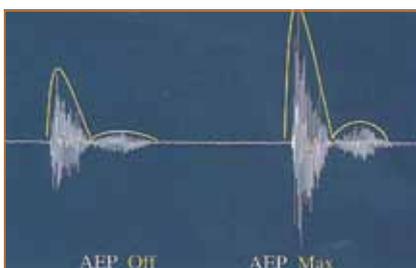


FIGURE 3 : RENFORCEMENT TEMPOREL DU MOT « DANSE ». (EXTRAIT DU « RENFORCEMENT PHONÉTIQUE DANS LES AIDES AUDITIVES », CHRISTIAN RENARD)

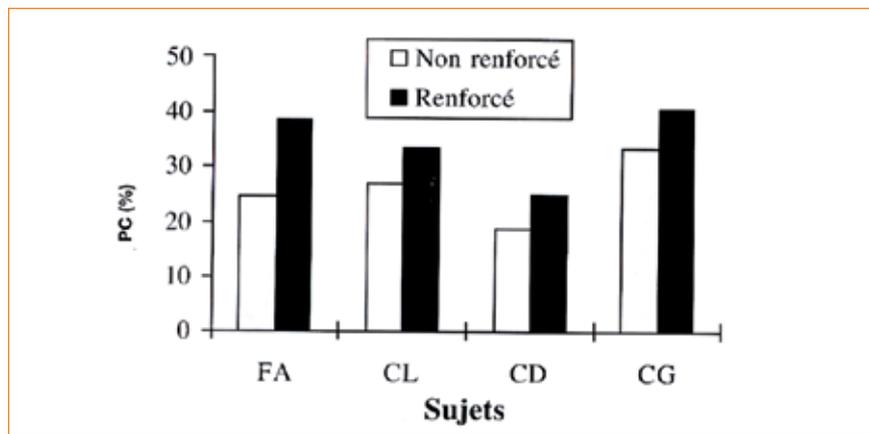
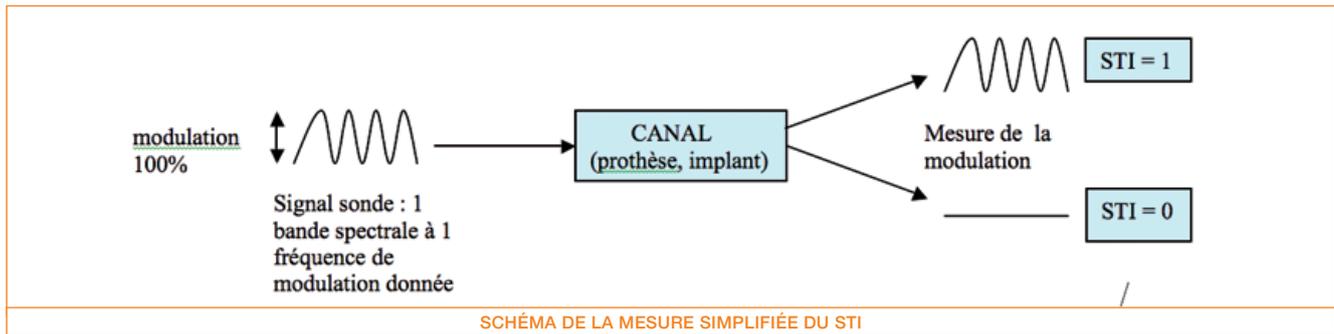


FIGURE 4 : POURCENTAGES D'IDENTIFICATION CORRECTE DE LOGATOMES VCV CHEZ 4 SUJETS NORMO-ENTENDANTS DANS DEUX CONDITIONS : ENVELOPPE NON RENFORCÉE ET RENFORCÉE. (EXTRAIT DE « QUEL ALGORITHME DE RENFORCEMENT DE LA PAROLE POUR LES PROTHÈSES NUMÉRIQUES ? », FRÉDÉRIC APOUX, CHRISTIAN LORENZI ET BRUNO FRACHET)



Les apports du STI (Speech Transmission Index)

Houtegast et Steeneken (3) (4) ont développé en 1980 une méthode physique pour l'évaluation de la qualité de la transmission de la parole. Cette méthode universellement utilisée, basée sur l'indice d'articulation et développée pour prendre en compte toutes les distorsions appliquées au signal de parole, a abouti à l'établissement de l'indice STI, dont la forme rapide est nommée RASTI (RApid Speech Transmission Index).

Définition du STI

Le STI (Speech Index Transmission) (5) permet de caractériser les propriétés de transfert d'un canal de transmission donné (salle, prothèse, implant, enregistreur de conversation des pilotes de ligne...) dans le domaine temporel par un facteur pouvant varier de 0 à 1 (0 à 100 %). La valeur 1 correspond à une transmission de l'enveloppe sans aucune altération et ce pour différentes bandes fréquentielles (car les altérations de l'enveloppe sont spécifiques à une bande de fréquence donnée), à l'opposé, la valeur 0 signifie que l'enveloppe a été totalement « lissée » (l'altération du signal est alors maximale).

Cette altération, ou facteur de réduction de la voix, dépend du temps de réverbération, du rapport signal sur bruit, de la directivité de la source.

Mesure du STI

On utilise des « signaux sondes », bruits modulés sinusoidalement en amplitude à une fréquence donnée et une profondeur donnée (spectre à long terme identique à celui de la parole, modèle de la répartition spectrale de la voix). Le

signal sonde est décomposé en 7 bandes d'une octave (fréquence centrale : 125Hz à 8KHz). Chaque bande de bruit est ensuite modulée sinusoidalement en amplitude avec une profondeur de modulation de 100 %. La préservation de la modulation est alors déterminée dans chaque bande spectrale et ce pour 14 fréquences de modulation, soit un total de 7x14=98 sons tests. Dans le cas du RASTI, la détermination se fait sur deux octaves seulement (500Hz et 2KHz) avec quatre ou cinq fréquences de modulation.

La courbe représentant la réduction de la profondeur de modulation du signal sonde en fonction de la fréquence de modulation de ce dernier constitue la MTF (Modulation transfert Fonction) temporelle - c'est sur la base de l'approche MTF qu'a été développée l'index STI (**Schéma**).

Corrélation STI / Intelligibilité de la parole

Les mesures de performance d'identification de la parole obtenue dans de nombreuses situations (bruit, réverbération, compression, écrêtage...) indiquent que le STI et les scores d'intelligibilité sont fortement corrélés.

L'indicateur STI est universellement reconnu pour cette corrélation.

Des sociétés commercialisent des systèmes de mesure du STI pour étudier l'acoustique des salles, pour régler des installations de sonorisation.

L'analyse de la **figure 5** indique que lorsque le STI est proche de 0 (lissage de l'enveloppe temporelle) l'intelligibilité est minimale, lorsque le STI est proche de 1 (modulations de l'enveloppe temporelle complètement préservées), l'intelligibilité est maximale.

On peut donc déduire qu'une dégra-

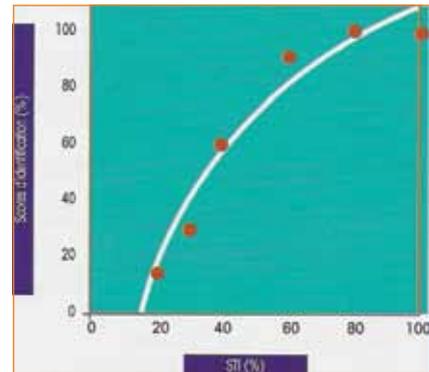


FIGURE 5 : RELATION ENTRE LES VALEURS DE STI (PRÉDICTION) ET LES VALEURS EXPÉRIMENTALES D'IDENTIFICATION DE LA PAROLE. (EXTRAIT DU « RÔLE DES INDICES TEMPORELS -LE STI ET L'APPROCHE MTF », CHRISTIAN LORENZI, FRÉDÉRIC APOUX, ET STÉPHANE GARNIER)

de la transmission correspond à une réduction de la profondeur de modulation du signal entrant dans le canal testé.

La conclusion de cette deuxième partie rejoint la conclusion de la première, le choix est à nouveau orienté vers les critères qui corrént l'importance des modulations du signal de parole.

Les critères retenus

Les recherches bibliographiques de cette deuxième grande partie du mémoire (II) et notamment les apports du STI (speech transmission index) orientent assez clairement le choix des critères à retenir vers ceux traduisant la profondeur de modulation de l'enveloppe temporelle.

Le facteur de crête, la dynamique (traduisant la profondeur de modulation) sont donc retenus. Est également retenue la valeur RMS qui traduit la répartition énergétique de l'enveloppe temporelle dans chacun des canaux retenus lors de l'établissement du répertoire.

3

Les outils mathématiques de comparaison

Pour chacun des trois critères retenus, c'est-à-dire le facteur de crête, la dynamique et la valeur RMS, un écart relatif est calculé.

Écart relatif = (valeur perçue - valeur émise) / valeur émise

Valeur perçue = valeur du critère correspondant à la syllabe perçue par le patient lors de la passation du test syllabique.

Valeur émise = valeur du critère correspondant à la syllabe émise par l'audioprothésiste.

4

Le cahier des charges de la programmation

Idée générale

La comparaison des enveloppes temporelles doit s'effectuer en cours de séance avec le patient, en même temps que le test vocal syllabique ou juste après, et avant le réglage des aides auditives puisque les résultats de la comparaison sont censés orienter ces mêmes réglages. Ceci implique que le logiciel soit :

- simple d'utilisation
- très lisible
- doté d'une interface conviviale

Les caractéristiques du logiciel point par point

Dans un souci de gain maximal de temps, le test syllabique et la comparaison des enveloppes temporelles sont effectués simultanément par le logiciel.

Le test syllabique

Passation du test

- les 7 listes du test syllabique doivent pouvoir être utilisées,
- un repère visuel doit indiquer en permanence l'état d'avancement du test, celui-ci pouvant être interrompu à tout moment par le testeur ou le patient,
- doivent apparaître syllabes émises et syllabes perçues avec distinction des consonnes et voyelles,

- à l'ouverture du test, les consonnes et voyelles perçues sont pré-inscrites de façon correcte, de façon à minimiser la saisie, l'idée étant qu'il y a très souvent moins de 50% d'erreurs faites par le patient,
- une absence de réponse est notée « x » dans la case correspondante,
- un codage doit être déterminé pour les phonèmes n'ayant pas d'équivalent en touche clavier, il doit être le plus intuitif possible,
- en cas de phonème erroné, le phonème perçu est saisi dans la case correspondante, en respectant le code choisi (cf annexe).

Résultats du test

Doivent apparaître :

- le nombre total de phonèmes erronés,
- le pourcentage de phonèmes reconnus,
- le nombre total et pourcentage d'erreurs sur les consonnes perçues,
- le nombre total et pourcentage d'erreurs sur les voyelles perçues.

La comparaison des enveloppes temporelles

Tous les calculs comparatifs doivent être automatiques, sans saisie autre que celle des confusions notées au cours du test syllabique.

- à la saisie de chaque consonne ou syllabe erronée ou en l'absence de réponse, l'écart relatif entre syllabe émise et syllabe perçue doit être calculé,
- l'écart concerne les trois critères retenus précédemment : le facteur de crête, la dynamique et la valeur RMS,
- l'écart doit être calculé pour l'enveloppe globale et pour chacun des 6 canaux définis lors de la constitution du répertoire,
- pour chaque liste du test syllabique, à chaque erreur du patient, une incrémentation des surévaluations et sous-évaluations perceptives doit être réalisée,
- pour chaque liste du test syllabique, une somme totale des surévaluations

et sous-évaluations perceptives doit être réalisée.

- les résultats de la comparaison doivent pouvoir être rapidement lus,
- un document synthétique, imprimable, des résultats obtenus pour les listes testées doit être également réalisé.

5

Le Choix des outils informatiques

MATLAB (suggéré par **Christian LORENZI en 2003**) pour le calcul de la dynamique, en préalable à la programmation proprement dite du logiciel

EXCEL pour l'extraction des valeurs de la base de données créée à partir du répertoire d'enveloppes temporelles et les différents calculs comparatifs

Les **MACROS** pour la création des boutons sonores

6

La programmation proprement dite

EXCEL

Pour le test syllabique

L'idée retenue est de faire une saisie dissociée (dans deux colonnes différentes) des consonnes et voyelles afin de pouvoir calculer spécifiquement des erreurs sur les consonnes, sur les voyelles, et de gagner du temps en saisie lorsque l'erreur ne concerne qu'une partie du phonème. Dans un second temps, il faut impérativement lier consonne et voyelle dans une troisième colonne, ceci permet l'utilisation des données du répertoire d'enveloppe syllabique, car toutes les données numériques sont associées à un groupement consonne-voyelle.

Pour la comparaison d'enveloppes temporelles

Pour que le logiciel puisse réaliser des comparaisons d'enveloppe temporelle pour les trois critères retenus (facteur de crête, dynamique et valeur RMS), il est nécessaire de créer une base de données à partir du répertoire d'enveloppes temporelles. Une fonction d'Excel peut explorer une base de données et y extraire une valeur à condition de l'organiser selon certains critères.

	« pa »	« po »
FC son émis (dB)	8,824 (1)	7,990 (3)
FC son perçu (dB)	8,824 (4)	7,990 (2)
DYNAMIQUE son émis	0,997	0,509
DYNAMIQUE son perçu	0,997	0,509
RMS son émis (dB)	69,255	67,513
RMS son perçu (dB)	69,255	67,513

TABLEAU 1 : EXTRAIT DE LA BASE DE DONNÉES POUR LES SONS « PA » ET « PO » POUR LE CANAL C1.

FACTEUR DE CRETE syllabes émises (dB)								
	1	2	3	4	5	6	7	8
enveloppe	"pa"	"pé"	"pan"	"peu"	"pi"	"pain"	"pau"	"pon"
50-200 Hz	11,278	9,801	9,777	11,126	9,486	11,613	8,451	9,478
200-500 Hz	8,824	8,204	8,81	7,665	7,824	8,865	7,99	8,526
0,5-1 KHz	11,996	8,814	10,464	12,622	9,172	10,057	8,793	9,548
1-2 KHz	10,206	8,669	8,225	12,428	12,507	12,397	9,848	8,758
2-3 KHz	11,464	13,736	11,772	12,255	20,301	14,636	16,368	15,554
3-8 KHz	15,465	14,128	16,648	13,809	15,317	14,16	20,69	16,208
	18,875	16,27	18	20,239	14,612	20,334	21,684	20,844

FACTEUR DE CRETE phonèmes perçus (dB)								
	1	2	3	4	5	6	7	8
enveloppe	"pa"	"pe"	"pá"	"p&"	"pi"	"pin"	"po"	"pon"
50-200 Hz	11,278	9,801	9,777	11,126	9,486	11,613	8,451	9,478
200-500 Hz	8,824	8,204	8,81	7,665	7,824	8,865	7,99	8,526
0,5-1 KHz	11,996	8,814	10,464	12,622	9,172	10,057	8,793	9,548
1-2 KHz	10,206	8,669	8,225	12,428	12,507	12,397	9,848	8,758
2-3 KHz	11,464	13,736	11,772	12,255	20,301	14,636	16,368	15,554
3-8 KHz	15,465	14,128	16,648	13,809	15,317	14,16	20,69	16,208
	18,875	16,27	18	20,239	14,612	20,334	21,684	20,844

FIGURE 6 : CAPTURE D'ÉCRAN 1 - BASE DE DONNÉES

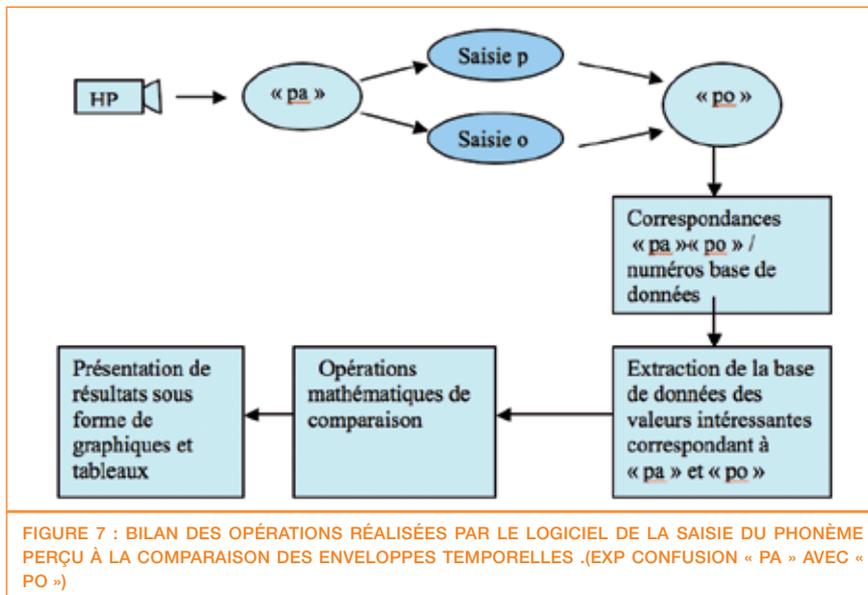


FIGURE 7 : BILAN DES OPÉRATIONS RÉALISÉES PAR LE LOGICIEL DE LA SAISIE DU PHONÈME PERÇU À LA COMPARAISON DES ENVELOPPES TEMPORELLES (EXP CONFUSION « PA » AVEC « PO »)

Une base de données a donc été créée, elle est organisée en trois parties, une partie stocke les facteurs de crête, une seconde la dynamique et la dernière les valeurs RMS.

Pour chaque syllabe du répertoire, chacun des critères est stocké pour

l'enveloppe globale et pour chacun des 6 canaux C1 à C6.

Toute donnée y est systématiquement dédoublée, car pour chaque syllabe, une valeur correspond à la syllabe perçue et l'autre à la syllabe émise, ces deux valeurs sont bien sûr identiques.

À chaque syllabe sont donc associées $7 \times 2 \times 3 = 42$ valeurs numériques.

La base de données est organisée en 6 tableaux,

- 1 tableau pour le facteur de crête de la syllabe émise
- 1 tableau pour le facteur de crête de la syllabe perçue
- 1 tableau pour la dynamique de la syllabe émise
- 1 tableau pour la dynamique de la syllabe perçue
- 1 tableau pour la valeur RMS de la syllabe émise
- 1 tableau pour la valeur RMS de la syllabe perçue

7

Extrait de la base de données pour les sons « pa » et « po » pour le canal C1 ;

(l'organisation réelle de la base de données est différente)

Supposons que le patient perçoit « po » pour « pa » émis. Pour effectuer une comparaison du facteur de crête par exemple, le logiciel fera l'extraction de (1) et de (2), si le patient perçoit « pa » pour « po » émis, les valeurs (3) et (4) seront extraites (tableau 1).

Au total la base de données comporte 12600 valeurs numériques (figure 6).

Bilan des opérations réalisées par le logiciel de la saisie du phonème perçu à la comparaison des enveloppes temporelles (Exp confusion « pa » avec « po ») (figure 7).

Remarque : l'orthographe des syllabes émises par le testeur correspond à l'orthographe du test syllabique, celle des phonèmes perçus par le patient respecte le code retenu et déjà évoqué page précédente.

Dans la base de données, les éléments à rechercher doivent être repérés par des numéros classés de façon croissante (exigence Excel). Une étape intermédiaire doit donc associer à chaque phonème perçu un numéro, c'est l'objet de la correspondance faite sur le feuillet dénommé « correspondance » (Figure 8).

Tableau de correspondances entre les sons perçus et leur identifiant unique

Phonèmes perçus	Syllabes émises
34 ba	31 ba
31 ba	36 ban
33 ba	33 ban
32 be	37 bau
35 bi	30 bé
36 bin	34 béu
37 bo	35 bi
38 bon	38 bin
39 bu	39 bou
40 by	43 bu
44 bé	74 ceu
41 éa	21 ehs
43 éa	33 chan
42 ée	67 chéu
45 éi	52 ché
46 éin	34 chéu
47 éo	45 chi
48 éon	30 chéu

FIGURE 8 : CAPTURE D'ÉCRAN 2 - TABLEAU DE CORRESPONDANCE

The screenshot shows a software interface for a syllabic test. It features a grid with columns for 'SE' (syllable emitted), 'PP' (perceived phoneme), 'Co' (consonant), 'Vo' (vowel), 'Son' (sound), and 'Err' (error). A 'SAISIE' (input) section is visible, where users enter phonemes and syllables. The interface includes a list of phonemes on the left and a grid of syllables on the right, with buttons for 'On' (on) and 'Off' (off) for each cell.

FIGURE 9 : CAPTURE D'ÉCRAN 3 - TEST SYLLABIQUE

Les MACROS

La procédure globale d'enregistrement d'une macro comporte trois étapes :

- Enregistrer la macro
- Effectuer les actions à enregistrer (choix de commandes de menu, sélection des cellules, saisie des données)
- Arrêter l'enregistrement de la Macro

Le principe de la programmation est assez simple dans la mesure où il n'y a pas de codage par l'utilisateur des actions qu'il demande d'exécuter, il faut simplement exécuter ces actions et les enregistrer comme une répétition avant l'acte. Ainsi ont été enregistrées les 180 Macros pour l'activation des sons.

Pour l'enregistrement de chacune des Macros, Excel a codé les actions sous le langage VBA dans un module.

Il est possible de modifier à tout moment le programme directement dans le module.

The screenshot shows a software interface for a syllabic test. It features a grid with columns for 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'H', and 'I'. The grid contains phonemes and syllables. Below the grid, there are sections for '%PR' (percentage) and 'Prr' (error). The interface includes a list of phonemes on the left and a grid of syllables on the right, with buttons for 'On' (on) and 'Off' (off) for each cell.

FIGURE 10 : CAPTURE D'ÉCRAN 4 - TEST SYLLABIQUE

onglets en bas du document, ils sont colorés pour les versions les plus récentes de Excel. Les onglets permettent également d'accéder au document de synthèse imprimable, à la base de données et au tableau de correspondance.

Les 7 listes du test syllabique sont construites sur le même modèle, la partie gauche de chaque document est consacrée au test syllabique, la partie droite à la comparaison des enveloppes temporelles.

- On débute le test en cliquant sur le bouton correspondant à la première syllabe dans la colonne SON, puis en cas de mauvaise réponse, on saisit séparément la consonne dans la colonne Co, la voyelle dans la colonne Vo en respectant le code choisi (cf annexe). On saisit x en l'absence totale de réponse. En cas de bonne réponse, aucune saisie n'est nécessaire, le test est pré-rempli de façon correcte. Une saisie est validée par la touche ENTER ou la sélection par un clic souris dans la case située juste en dessous.

- On poursuit le test en sélectionnant le bouton SON correspondant à la deuxième syllabe et ainsi de suite.

Lorsque le bouton SON vient d'être activé, un point noir apparaît sur celui-ci.

- La colonne SE correspond à la syllabe émise, la colonne PP correspond au phonème perçu, aucune saisie ne doit y être effectuée (des numéros leur sont associés dans les colonnes A et C, ils servent de correspondance pour l'utilisation de la base de données). Une couleur spécifique apparaît lorsqu'une erreur est commise sur le phonème perçu.

- La double colonne ERR correspond aux erreurs commises par le patient, la colonne de gauche correspond au nombre d'erreurs commises sur la consonne, la colonne de droite au nombre d'erreurs commises sur la voyelle. Aucune saisie ne doit y être effectuée (Figure 9).

8

Mode d'emploi et présentation du logiciel

L'emploi du logiciel est très simple, en accord avec les exigences du cahier des charges, les seules manipulations de l'utilisateur sont l'activation des sons numérisés, la saisie clavier des phonèmes perçus lors de la passation du test syllabique, le clic souris pour accéder aux différentes listes du test syllabique.

Le test syllabique

A l'ouverture du logiciel, la liste 1 s'affiche automatiquement, le choix des autres listes se fait par sélection des

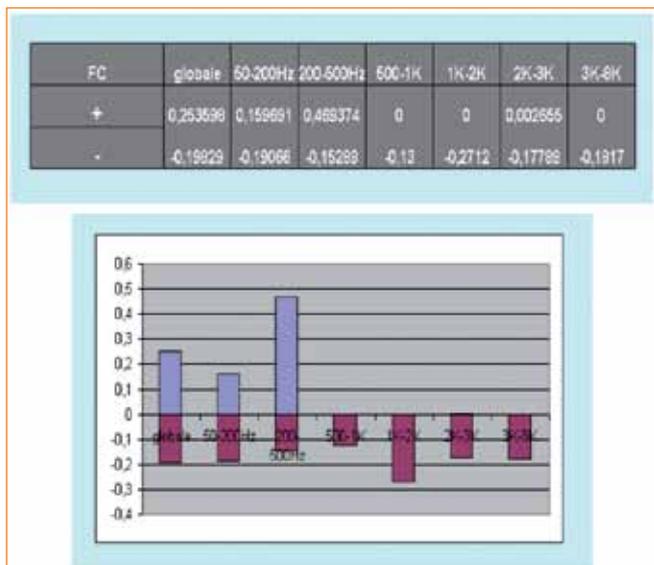


FIGURE 11 : CAPTURE D'ÉCRAN 5 - COMPARAISON DES ENVELOPPES TEMPORELLES POUR LE FACTEUR DE CRÊTE DANS LE CAS DE DEUX ERREURS : CONFUSION CHAU/CHI ET CONFUSION TI/TA



FIGURE 13 : CAPTURE D'ÉCRAN 7 - EXPLORATION DE LA BASE DE DONNÉES

FC									
Nr syll	globale	+	-	50-0,2	+	-	0,2-0,5	+	-
1	0			0			0		
2	-0,19829		-0,19829	-0,19066		-0,19066	-0,15289		-0,15289
3	0,253598	0,253598		0,159691	0,159691		0,469374	0,469374	
4	0			0			0		
5	0			0			0		
6	0			0			0		

FIGURE 12 : CAPTURE D'ÉCRAN 6 - DÉTAIL DES ÉCARTS POUR LA DOUBLE CONFUSION PRÉCÉDENTE

A la fin du test un ensemble de résultats apparaît :

- % PR : pourcentage de phonèmes reconnus
- Ph err : nombre de phonèmes erronés
- En bas de la double colonne ERR, nombre et pourcentage d'erreurs sur les consonnes à gauche, nombre et pourcentage d'erreurs sur les voyelles à droite (Figure 10).

Comparaison des enveloppes temporelles

La lecture des résultats de comparaison d'enveloppes se fait sur le côté droit du document ouvert, aucune saisie ne doit être effectuée. Les résultats concernent les trois critères de comparaison retenus :

- le facteur de crête
- la dynamique
- la valeur RMS

Pour chacun d'eux, les résultats des écarts relatifs (positifs, négatifs) entre

syllabe émise et syllabe perçue sont indiqués sous forme de graphique et sous forme de tableaux, en pourcentage. Ils sont indiqués pour l'enveloppe globale et pour chacun des six canaux C1 à C6 (Figure 11).

Sous le test syllabique et les comparaisons d'enveloppe temporelle, trois tableaux (FC, Dynamique et RMS) indiquent le détail des écarts relatifs pour chaque syllabe testée dans chacun des canaux C1 à C6. Les écarts relatifs cumulés positifs et négatifs qui y apparaissent permettent l'établissement des graphiques représentés, aucune saisie ne doit y être effectuée (Figure 12).

Un document de synthèse imprimable reprend l'ensemble des résultats obtenus.

À la fermeture du logiciel, il ne faut pas enregistrer les résultats, ceci permet, lors de la prochaine ouverture de celui-ci, de maintenir correctement préremplis les résultats du test syllabique.

Remarque sur la base de données : la base de données représente un grand nombre de valeurs numériques, une représentation graphique accessible dans la partie basse du document permet de comparer par groupe de 5 syllabes (en les saisissant selon le code retenu pour la saisie des phonèmes) les valeurs des 3 critères retenus (Figure 13).

9

Annexes

Code retenu pour la saisie des phonèmes perçus

L'objectif impératif est ici la saisie clavier la plus rapide possible, pour ne pas laisser le patient. Le code aurait pu être intégralement les symboles de l'Alphabet Phonétique International, mais certains d'entre eux ne figurent pas sur le clavier. Les symboles retenus sont majoritairement issus de l'API avec quelques modifications.

Bibliographie

Symbole de l'API	Code retenu pour la saisie
Voyelles	
/i/	i
/u/	y
/ou/	u
/é/	e
/eu/	&
/o/	o
/a/	a
/ɛ/	in
/õ/	on
/ã/	à
Consonnes	
/p/	p
/t/	t
/k/	k
/b/	b
/d/	d
/g/	g
/f/	f
/s/	s
/ʃ/	h
/v/	v
/ʒ/	z
/z/	je
/m/	m
/n/	n
/ŋ/	gn
/r/	r
/l/	l
/j/	j

1. Frédéric APOUX, Christian LORENZI et Bruno FRACHET, Quel algorithme de renforcement de la parole pour les prothèses numériques ? , Les Cahiers de l'Audition Mai/Juin 1999.

2. Christian RENARD, Le renforcement phonétique dans les aides auditives numériques, Les Cahiers de l'Audition, Septembre/Octobre 2000.

3. STEENEKEN HJM et HOUTGAST T, A physical method for measuring speech-transmission quality, JASA 67 (1),318-326,1980.

4. STEENEKEN HJM et HOUTGAST T, A multi language evaluation of the RASTI method for estimating speech intelligibility in auditoria, Acustica 54:4, 1984.

5. Christian LORENZI, Frédéric APOUX, Stéphane GARNIER, Le rôle des indices temporels - le STI et l'approche MTF, Audio Info JUIN/JUILLET 2003

6. Cécile CHATEAU, Etablissement d'un répertoire d'enveloppes temporelles syllabiques du Français, Mémoire 2005

7. Christian LORENZI, Effets de lésions périphériques et centrales sur l'acuité auditive, Les Cahiers de l'Audition Janvier/Février 1999.

8. Christian GELIS, Bases techniques et principes de d'application de la prothèse auditive, Sauramps médical.

9. Frédéric APOUX et Christian LORENZI, Les indices acoustiques dans le signal de parole, Audio Infos Mars 2003

10. Christian LORENZI, Frédéric APOUX, Stéphane GARNIER, étude des indices temporels par leur dégradation directe, Audio Info Août 2003 MATLAB FORMATION ac système.

11. Yves LEBOURDOULOUS, Initiation à Microsoft Excel, CCI du pays de Fougères.

12. Craig STINSON, Mark DODGE, EXCEL 2003 au quotidien, Microsoft press.

13. Frank LEFEVRE, La confrontation indicielle, Thèse de doctorat en phonétique

14. Frank LEFEVRE, Emeric KATONA Stéphane, LAURENT, Enveloppes temporelles de la parole, Les Cahiers de l'Audition Juillet/Août 2004.

15. Emeric KATONA, Cours d'Audioprothèse 2ème année à Fougères, Année 2005-2006

16. Christian LORENZI, Frédéric APOUX, Stéphane GARNIER, Le rôle des indices spectraux et indices temporels, Audio Info Avril 2003

17. STEENEKEN HJM et HOUTGAST T, A Review of the MTF conception in room acoustics and its use for estimating speech intelligibility in auditoria, JASA 77,1069-1077,1985.

Le projet ATEC a considérablement progressé ces dernières années. La création des listes du test syllabique, l'établissement du répertoire d'enveloppes temporelles des syllabes du français et la création du logiciel ATEC en sont des étapes particulièrement marquantes. A ce stade du projet, le test syllabique est utilisé au quotidien pour le bilan d'orientation prothétique et pour l'évaluation prothétique dans les centres Dyapason de Rennes, Saint Grégoire et Montfort-sur-Meu (35). Malgré tout, il souffre d'un point faible : sa base de paramètres d'enveloppe temporelle n'est basée que sur l'enregistrement d'un seul locuteur (CHATEAU, 2005). Etant donné que celle-ci doit servir de référence à la comparaison des enveloppes temporelles, il est apparu essentiel de faire évoluer cette base de données en y intégrant les paramètres d'enveloppe temporelle d'un groupe d'individus plus important.

L'objet de cette étude (LOCHON, 2007) est de trouver d'éventuels invariants des paramètres d'enveloppe temporelle des syllabes du français. Dans l'article qui suit, nous n'aborderons que les grandes lignes de l'étude. Si de nombreuses invariances sont mises à jour, cela permettra de conclure avec plus de facilité que le patient a surévalué ou sous-évalué tel ou tel paramètre d'enveloppe temporelle. L'enregistrement d'un grand nombre de locuteurs répétant les syllabes du test syllabique va nous permettre de comparer les caractéristiques des enveloppes temporelles de 180 syllabes du français de cette population. Cette étude porte le nom d'étude interlocuteurs. Il nous a semblé opportun de réaliser également une étude intra-locuteur, en analysant des enregistrements successifs d'un même locuteur pour déterminer les variations d'enveloppe temporelle des syllabes prononcées sur une même personne. Toutes ces informations vont servir à améliorer la base de données du logiciel ATEC.

Le projet ATEC a été initié en 2001 par

F. Lefèvre. Le but est de tirer parti de l'importance des enveloppes temporelles dans la compréhension de la parole et de comparer les enveloppes temporelles de la syllabe perçue par le patient comparée à la syllabe émise en vue d'optimiser les réglages des appareils auditifs.

L'enregistrement de listes de 180 tri-syllabes identiques (T.S.I.) de type CVCVCV a été réalisé par F. Lefèvre, S. Laurent et E. Katona (LEFEVRE et al., 2004). Le locuteur était F. Lefèvre. Le choix de la T.S.I. permet de faciliter la perception par le patient. En effet, il dispose de trois tentatives pour saisir la syllabe émise. Pour le relevé des confusions phonétiques, si le patient répète au moins 2 des 3 syllabes correctement, la syllabe est considérée comme bien perçue.

Pour la constitution des T.S.I., 18 consonnes du français ont été sélectionnées sur les 20 existantes en français : /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/, /f/, /s/, /ʃ/, /v/, /z/, /ʒ/, /m/, /n/, /ɲ/, /R/, /l/ et /j/, ainsi que 10 voyelles sur les 16 possibles /a/, /e/, /ø/, /i/, /ɛ/, /ā/, /o/, /ō/, /u/, /y/. Les voyelles jugées trop proches phonétiquement n'ont pas été retenues afin de faciliter l'analyse des confusions.

Pour la recherche d'invariants d'enveloppe temporelle sur les syllabes du français, il a fallu disposer de suffisamment de locuteurs pour dégager d'éventuelles tendances sur la répartition statistique des paramètres d'enveloppe temporelle. L'étude statistique interlocuteurs constitue la majeure partie de cette recherche. Pour cela, l'enregistrement d'un nombre important de personnes a été nécessaire comme nous le verrons ci-dessous. L'étude des variations intra-locuteur, c'est-à-dire pour un même locuteur, n'a pas l'ambition de l'étude précédente car un nombre limité d'enregistrements ont été réalisés sur une même personne mais il est intéressant d'en analyser les résultats.

Dans un premier temps, nous décrivons les enregistrements effectués, le traitement de ces derniers jusqu'à l'extraction des paramètres d'enveloppe temporelle. Ensuite, nous analysons les résultats obtenus. Enfin, nous examinons les changements occasionnés au logiciel ATEC grâce à cette étude.

2

Les enregistrements

Pour les enregistrements des différents locuteurs, nous nous sommes attachés à avoir un éventail de personnes assez important, du jeune enfant à la personne âgée, avec un équilibre entre les sexes. Quelques sujets avec un accent étranger ont également participé aux enregistrements. Le nombre de personnes enregistrées est de 69 : 33 hommes et 36 femmes. Une personne a été enregistrée 13 fois pour l'étude des invariants intra-locuteur des enveloppes temporelles. Le nombre total d'enregistrements se monte à 81. Le plus jeune a 4 ans et demi et le plus âgé 81 ans.

Les personnes enregistrées ont lu les 180 T.S.I répertoriés par C. CHÂTEAU (CHÂTEAU, 2005).

Les consignes données au locuteur étaient les suivantes :

- Parler à voix normale, sans forcer,
- Garder un rythme syllabique de 3 à 4 syllabes par seconde (rythme d'une conversation habituelle),
- Garder si possible la même intonation sur toute la trisyllabe.

L'enregistrement était effectué en mono, au format WAV 16 bits avec une fréquence d'échantillonnage de 44100 Hz.

Dans un premier temps, il a fallu traiter les enregistrements des listes de toutes

les personnes enregistrées de façon à isoler chacune des 180 T.S.I. prononcées par chacune d'elles dans un fichier WAV. Ensuite, les enregistrements ont été égalisés en valeur RMS. Enfin, les enveloppes ont été extraites par la transformée de Hilbert à l'aide d'un programme MATLAB puis filtrées passe-bas avec une fréquence de coupure de 50 Hz. Au total, 14180 tri-syllabes ont ainsi été analysés.

3

Analyse des résultats

Les enveloppes temporelles des syllabes enregistrées ont été analysées selon quatre paramètres.

3.1. Les paramètres d'enveloppe temporelle

Les quatre paramètres d'enveloppe temporelle étudiés dans le cadre de la recherche des invariants sur les syllabes sont la valeur RMS, le facteur de crête, la profondeur de modulation et la dynamique. Les trois premiers paramètres étaient ceux retenus par Patrice Souëtre lors de la réalisation du logiciel ATEC (SOUËTRE, 2006). Nous avons ajouté le paramètre dynamique pour notre étude.

- La valeur efficace

La valeur efficace ou RMS (Root Mean Square) donne l'intensité moyenne de la syllabe. La valeur efficace d'un signal $e(t)$ est définie par la formule mathématique suivante :

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2(t) dt}$$

Dans cette étude, la valeur RMS n'est pas exprimée en dB SPL. Elle est calculée à partir des N échantillons $e(n)$ du signal $e(t)$ numérisé sur 16 bits. La

valeur RMS sur le signal numérisé est :

$$RMS \text{ (dB)} = 20 \log_{10} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_N e^2(n)}$$

- Le facteur de crête

Le facteur de crête FC donne une idée sur le caractère brutal ou au contraire plus doux de la forme d'onde de la syllabe. Il est le rapport entre la valeur maximum du signal et sa valeur RMS.

$$FC = \text{Max}/RMS$$

On peut l'exprimer également en dB :

$$FC \text{ (dB)} = 20 \times \log(\text{Max}/RMS) = \text{Max(dB)} - \text{RMS(dB)}$$

- La dynamique

La dynamique DYN (en dB) est la différence entre la valeur maximum et la valeur minimum du signal exprimées en dB.

$$DYN \text{ (dB)} = \text{Max(dB)} - \text{Min(dB)}$$

- La profondeur de modulation

La profondeur de modulation PMOD, tirée de la TMTF (VIEMEISTER, 1979) pour la mesure de l'acuité temporelle, se définit comme suit :

$$PMOD \text{ (\%)} = (\text{Max}-\text{Min}) \times 100 / (\text{Max}+\text{Min})$$

L'étude statistique consiste en grande partie à obtenir les moyennes et les écart-types des différents paramètres pour chaque bande de fréquences pour chaque syllabe et aussi par groupement de syllabes à phonème identique. Les coefficients de variation, à savoir le rapport écart-type sur moyenne, sont systématiquement calculés pour obtenir la dispersion relative de la variable autour de sa moyenne.

Dans un premier temps, nous allons analyser les statistiques inter-locuteurs qui sont les plus importantes dans cette étude. Dans un second temps, nous analyserons les données intra-locuteur en soulignant les différences marquantes par rapport aux résultats inter-locuteurs.

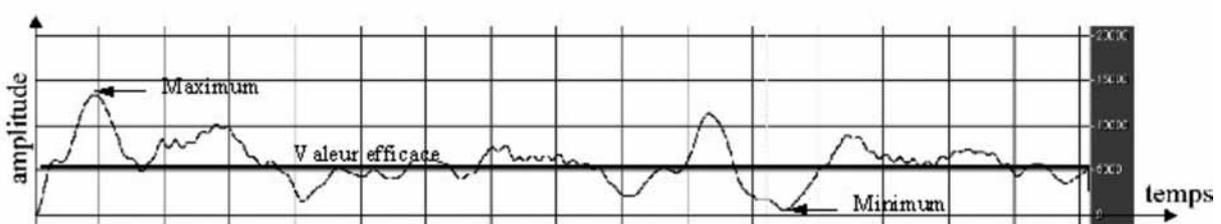


FIGURE 1 : ENVELOPPE TEMPORELLE FILTRÉE PASSE-BAS

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec valeur RMS la plus élevée	/lɑ/	/ɲu/	/lɑ/	/ba/	/ba/	/je/	/je/
Moyenne RMS m (dB)	74,3	65,7	73,1	71,7	65,0	55,7	61,1
Maximum (dB)	79,2	72,4	77,3	78,3	72,5	62,6	68,8
Minimum (dB)	69,0	56,7	66,3	63,5	55,8	43,6	50,7
Ecart-type (dB)	2,3	3,6	2,4	3,1	3,6	3,4	3,5
Coef. var. σ/m (%)	3,1	5,5	3,3	4,4	5,5	6,1	5,7

TABLEAU 1 : SYLLABES À VALEUR RMS LA PLUS ÉLEVÉE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec valeur RMS la plus faible	/ti/	/sa/	/sa/	/si/	/ji/	/ku/	/ku/
Moyenne RMS m (dB)	66,1	55,4	62,8	47,2	37,7	27,7	31,8
Maximum (dB)	74,2	64,3	67,5	60,5	50,6	43,8	47,6
Minimum (dB)	59,7	46,2	55,8	36,4	25,1	15,5	21,5
Ecart-type σ (dB)	3,2	5,3	2,6	5,4	5,5	5,9	4,8
Coef. var. σ/m (%)	4,8	9,6	4,1	11,4	14,5	21,4	15,1

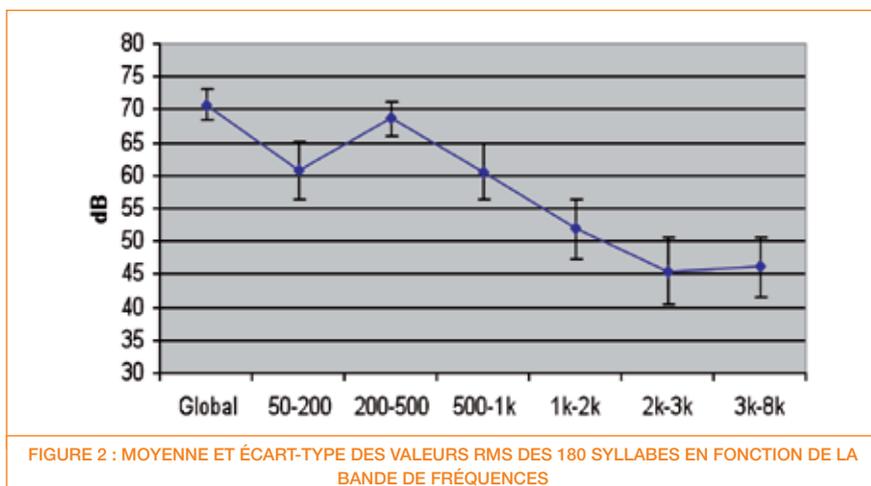
TABLEAU 2 : SYLLABES À VALEUR RMS LA PLUS FAIBLE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec coef. de variation le plus faible	/ʒɛ/	/ɲi/	/gɑ/	/pɑ/	/ba/	/je/	/je/
Valeur RMS (dB)	70,3	65,4	70,4	67,9	65,0	55,7	61,1
Coef. de variation (%)	2,0	5,0	2,8	3,9	5,5	6,1	5,7

TABLEAU 3 : SYLLABES DONT LE COEFFICIENT DE VARIATION INTER LOCUTEUR DE LA VALEUR RMS EST LE PLUS FAIBLE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec coef. de variation le plus fort	/py/	/ja/	/gi/	/ti/	/bi/	/Ru/	/lu/
Valeur RMS (dB)	67,2	56,7	67,4	47,6	39,4	29,5	35,5
Coef. de variation (%)	5,1	10,3	6,6	12,3	15,4	23,4	16,1

TABLEAU 4 : SYLLABES DONT LE COEFFICIENT DE VARIATION INTER LOCUTEUR DE LA VALEUR RMS EST LE PLUS FORT



III.2. Etude statistique interlocuteurs des paramètres d'enveloppe temporelle

III.2.1. Le paramètre « Valeur RMS »

Les syllabes présentant la valeur RMS la plus importante par bande de fréquences sont présentées dans le **tableau 1**.

Les syllabes présentant la valeur RMS la plus faible par bande de fréquences sont présentées dans le **tableau 2**.

Les syllabes les moins intenses présentent une dispersion statistique plus importante que les syllabes les plus intenses, notamment dans les bandes de fréquences médiums et aiguës.

En terme de recherche d'invariants, il est intéressant de s'attarder sur les coefficients de variation des syllabes en fonction de la bande de fréquences.

Dans les **tableaux 3 et 4**, les syllabes dont le coefficient de variation de la valeur RMS est le plus faible et celles dont le coefficient de variation est le plus important sont répertoriées.

Dans la bande globale, la syllabe la plus invariante statistiquement en valeur RMS est donc /ʒɛ/ avec une moyenne de 70,3 dB, un écart-type de 1,4 dB, un maximum à 74,0 dB et un minimum de 66,4 dB. La syllabe la plus variable statistiquement en valeur RMS est /py/ avec une moyenne de 67,2 dB, un écart-type de 3,5 dB, un maximum à 76,3 dB et un minimum de 59,1 dB.

Si globalement, les syllabes font l'objet d'une relative invariance, l'examen des différentes bandes révèle de profondes disparités. Parmi les différentes bandes de fréquences, la bande 200-500 Hz est la bande où les variations de valeur RMS sont les plus faibles. En revanche, la dispersion inter-locuteurs dans les bandes aiguës est la plus prononcée, en particulier pour la bande 2 kHz à 3 kHz.

D'une manière générale, on constate très souvent que les syllabes peu énergétiques sont également les moins invariantes. De même, les bandes de fréquences qui contiennent le moins d'énergie sont aussi très souvent celles où la dispersion est la plus importante (ex : bande 2 kHz - 3 kHz).

La répartition de la valeur RMS moyennée sur toutes les syllabes en fonction de la bande de fréquences a été étudiée. Les résultats sont reportés à la **figure 2**. C'est la bande 200-500 Hz qui présente de loin le maximum d'énergie. De plus, c'est également la bande dont la moyenne des écart-types des valeurs RMS est la plus faible (2,7 dB).

III.2.2. Le paramètre « Dynamique »

Les syllabes présentant la dynamique la plus élevée par bande de fréquences sont présentées dans le **tableau 5**.

Les syllabes présentant la dynamique la plus faible par bande de fréquences sont présentées dans le **tableau 6**.

Pour les syllabes avec les dynamiques les plus fortes, c'est en fait la dynamique des voyelles qui ressort ici étant donné l'énergie bien supérieure des voyelles sur les consonnes.

Les syllabes à dynamique faible sont des syllabes relativement constantes en amplitude, résultant de l'association de consonnes voisées (/m/ et /n/) et des voyelles peu énergétiques dans les bandes considérées (/i/ dans les graves et médiums et /ɛ/ dans les aigus).

Dans les **tableaux 7 et 8** sont répertoriées les syllabes dont le coefficient de variation de la dynamique est le plus faible et celles dont le coefficient de variation est le plus important.

Ces résultats indiquent qu'il existe des disparités importantes en terme de dispersion inter-locuteurs de la dynamique suivant les syllabes. La dispersion peut atteindre des valeurs très élevées autour de 40 à 60 % dans toutes les bandes. Cela concerne essentiellement les syllabes à faible dynamique. Les syllabes à forte dynamique font partie des syllabes qui ont la dispersion autour de leur moyenne de dynamique la plus faible (environ 10 %).

La répartition de la dynamique moyennée sur toutes les syllabes en fonction de la bande de fréquences a été étudiée. Les résultats se trouvent en **figure 3**. Si la dynamique est la plus importante dans les bandes médiums de 200 Hz à 2 kHz, la dispersion de la dynamique est la plus importante dans la bande 50-200 Hz du fait d'un écart-type grand en comparaison de la moyenne.

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec dynamique la plus élevée	/po/	/su/	/pø/	/pa/	/pa/	/pe/	/pe/
Moyenne DYN (dB)	48,6	42,1	58,6	61,6	58,3	51,0	43,2
Maximum (dB)	61,8	53,9	72,0	74,7	71,4	64,3	55,8
Minimum (dB)	35,5	24,6	45,0	47,5	43,6	29,6	28,1
Ecart-type (dB)	5,8	5,7	5,7	5,6	5,6	6,2	5,7
Coef. de variation (%)	12,0	13,4	9,6	9,1	9,6	12,1	13,3

TABLEAU 5 : SYLLABES À DYNAMIQUE LA PLUS ÉLEVÉE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec dynamique la plus faible	/mi/	/ni/	/mi/	/mi/	/ni/	/mɔ̃/	/mɔ̃/
Moyenne DYN (dB)	5,4	5,7	6,2	8,5	8,9	9,4	10,1
Maximum (dB)	15	16,3	18,9	22,2	20,4	16,2	20,1
Minimum (dB)	1,5	1,6	1,9	2,4	3,0	5,1	4,4
Ecart-type (dB)	2,5	2,8	3,0	3,7	3,5	2,3	3,4
Coef. de variation (%)	46,5	49,6	47,6	44,1	39,0	24,3	33,9

TABLEAU 6 : SYLLABES À DYNAMIQUE LA PLUS FAIBLE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec Coef. de variation le plus faible	/fɛ/	/ty/	/ja/	/po/	/pa/	/ty/	/tø/
Coef. de variation (%)	10,4	11,3	8,6	7,8	9,6	11,8	9,5
Dynamique (dB)	29,1	38,1	47,4	59,6	58,3	44,8	39,7

TABLEAU 7 : SYLLABES DONT LE COEFFICIENT DE VARIATION INTER LOCUTEUR DE LA DYNAMIQUE EST LE PLUS FAIBLE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec Coef. de variation le plus fort	/jɛ̃/	/nã/	/rã/	/mi/	/ne/	/nɛ̃/	/ji/
Coef. de variation (%)	48,9	61,2	48,8	44,1	40,1	42,1	36,4
Dynamique (dB)	9,4	7,2	20,4	8,5	13,5	14,8	15,6

TABLEAU 8 : SYLLABES DONT LE COEFFICIENT DE VARIATION INTER LOCUTEUR DE LA DYNAMIQUE EST LE PLUS FORT

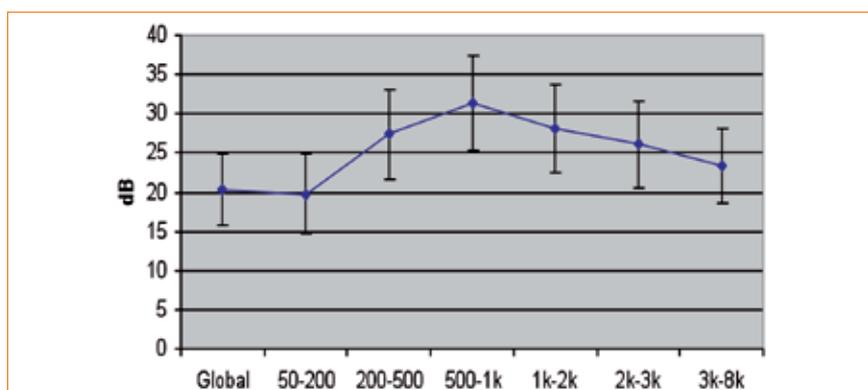


FIGURE 3 : MOYENNE ET ÉCART-TYPE DES DYNAMIQUES DES 180 SYLLABES EN FONCTION DE LA BANDE DE FRÉQUENCES

Il n'est pas possible de conclure à l'invariance du paramètre dynamique en général. Cela dépend beaucoup de la syllabe et également de la bande de fréquences.

Le filtrage passe-bas de l'enveloppe temporelle a une influence certaine sur la dynamique mesurée. Il tend à réduire la dynamique des syllabes en diminuant les maxima et en haussant les minima

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe au facteur de crête le plus élevée	/sa/	/si/	/sa/	/sa/	/tu/	/tu/	/tu/
Facteur de crête moyen m (dB)	5,7	5,5	6,3	6,9	7,7	10,2	9,9
Maximum (dB)	8,6	7,2	9,2	9,8	12,1	13,6	13,5
Minimum (dB)	3,6	4,0	4,1	4,7	5,0	5,7	4,9
Ecart-type σ (dB)	0,8	0,8	1,0	1,1	1,5	2,1	2,0
Coef. var. σ/m (%)	13,9	14,3	16,4	15,8	19,4	20,5	20,3

TABLEAU 9 : SYLLABES À FACTEUR DE CRÊTE LE PLUS ÉLEVÉ

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe au facteur de crête la plus faible	/mi/	/mi/	/mi/	/mi/	/ni/	/mɔ̃/	/mɔ̃/
Facteur de crête moyen m (dB)	2,0	2,0	2,2	2,8	3,3	3,7	4,0
Maximum (dB)	4,0	4,3	4,7	5,5	6,3	6,7	6,9
Minimum (dB)	0,7	0,7	0,6	1,2	1,4	2,2	2,2
Ecart-type σ (dB)	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	0,8	1,1
Coef. var. σ/m (%)	36,6	35,8	35,8	32,6	33,7	20,6	27,2

TABLEAU 10 : SYLLABES À FACTEUR DE CRÊTE LE PLUS FAIBLE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec Coef. de variation le plus faible	/pa/	/fy/	/sə/	/ja/	/ja/	/Za/	/jā/
Facteur de crête (dB)	4,9	5,2	5,6	6,9	6,6	5,7	6,6
Coef. de variation (%)	13,3	14,0	12,9	13,5	11,0	12,3	9,6

TABLEAU 11 : SYLLABES DONT LE COEFFICIENT DE VARIATION INTER LOCUTEUR DU FACTEUR DE CRÊTE EST LE PLUS FAIBLE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec Coef. de variation le plus fort	/pɛ̃/	/nā/	/jā/	/mi/	/mi/	/dɔ̃/	/dø/
Facteur de crête (dB)	2,9	2,6	4,0	2,8	3,8	7,2	6,8
Coef. de variation (%)	39,1	42,8	40,0	32,6	36,8	31,6	30,0

TABLEAU 12 : SYLLABES DONT LE COEFFICIENT DE VARIATION INTER LOCUTEUR DU FACTEUR DE CRÊTE EST LE PLUS FORT

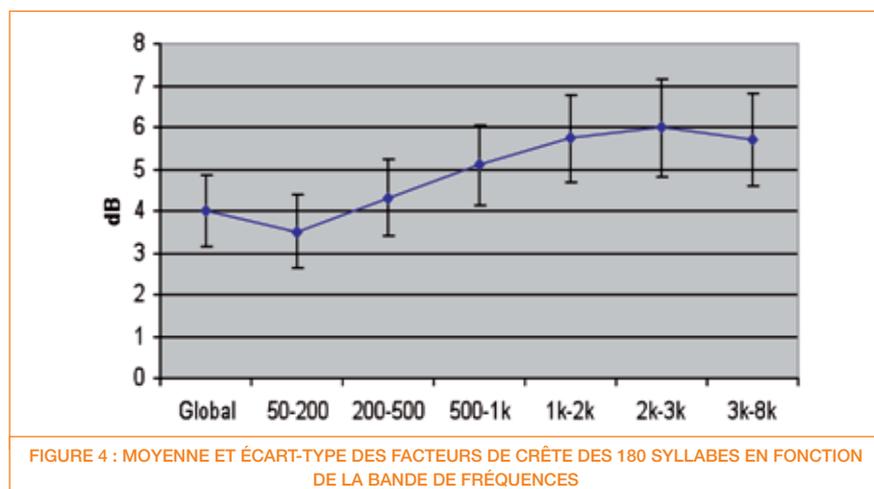


FIGURE 4 : MOYENNE ET ÉCART-TYPE DES FACTEURS DE CRÊTE DES 180 SYLLABES EN FONCTION DE LA BANDE DE FRÉQUENCES

III.2.3. Le paramètre « Facteur de Crête »

Les syllabes présentant le facteur de crête le plus important par bande de fréquences sont répertoriées dans le **tableau 9**.

Les syllabes présentant le facteur de crête le plus faible par bande de fréquences sont présentées dans le **tableau 10**.

Le facteur de crête est le rapport entre la valeur maximum de l'enveloppe temporelle et sa valeur efficace ou RMS. Il est donc d'autant plus important que le maximum est élevé et que la valeur efficace est faible. C'est la raison pour laquelle on trouve des facteurs de crête les plus importants pour les syllabes avec des consonnes peu énergétiques (/s/ et /t/) associées à des voyelles (/a/ et /u/) présentant des pics d'amplitude dans les bandes de fréquences considérées.

Inversement, quand la consonne a une énergie non négligeable (ici /m/ et /n/) du fait du voisement notamment et quand elle est associée à une voyelle de faible énergie (/i/ et /ɔ̃/) dans la bande de fréquences concernée, cela engendre un facteur de crête peu élevé.

Dans les **tableaux 11 et 12**, les syllabes dont le coefficient de variation du facteur de crête est le plus faible et celles dont le coefficient de variation est le plus important sont répertoriées.

Nous retrouvons des valeurs élevées pour les coefficients de variation du facteur de crête (de 30,0 à 42,8 %) pour les syllabes aux facteurs de crête faibles.

La répartition du facteur de crête moyenné sur toutes les syllabes en fonction de la bande de fréquences a été étudiée (**figure 4**). L'écart-type autour de 1 dB sur l'ensemble des bandes de fréquences et un facteur de crête moyen (autour de 4 dB) dans la bande globale et les bandes graves entraînent un coefficient de variation défavorable (entre 20 et 25 %) pour ces bandes.

de l'enveloppe. Comme il s'agit d'une étude relative entre syllabes, cela a peu d'importance et il permet d'avoir un écart-type plus petit sur la dynamique.

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe à la profondeur de modulation la plus élevée	/po/	/su/	/po/	/pa/	/pa/	/pe/	/pe/
Profondeur de modulation moyenne m (%)	99,1	98,0	99,7	99,8	99,7	99,3	98,3
Maximum (%)	99,8	99,6	99,9	100,0	99,9	99,9	99,7
Minimum (%)	96,7	88,8	98,9	99,2	98,7	93,6	92,4
Ecart-type σ (%)	0,6	1,7	0,2	0,2	0,2	0,8	1,4
Cœf. var. σ/m (%)	0,6	1,8	0,2	0,2	0,2	0,8	1,4

TABLEAU 13 : SYLLABES À PROFONDEUR DE MODULATION LA PLUS ÉLEVÉE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe à la profondeur de modulation la plus faible	/mi/	/ny/	/mi/	/mi/	/ni/	/mɔ̃/	/mɔ̃/
Profondeur de modulation moyenne m (%)	29,3	30,8	33,3	43,5	45,9	48,5	51,1
Maximum (%)	69,7	72,7	79,6	85,7	82,5	73,1	82,0
Minimum (%)	8,4	8,9	10,7	13,5	17,1	28,6	24,9
Ecart-type σ (%)	12,2	13,9	13,6	15,1	14,5	9,4	13,3
Cœf. var. σ/m (%)	41,8	45,0	40,7	34,7	31,5	19,5	25,9

TABLEAU 14 : SYLLABES À PROFONDEUR DE MODULATION LA PLUS FAIBLE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec Cœf. de variation le plus faible	/po/	/ty/	/po/	/po/	/pa/	/ka/	/tə/
Prof. modulation (%)	97,1	97,2	99,7	99,8	99,7	99,1	97,7
Cœf. de variation (%)	0,6	1,4	0,2	0,1	0,2	0,6	1,0

TABLEAU 15 : SYLLABES DONT LE COEFFICIENT DE VARIATION INTER LOCUTEUR DE LA PROFONDEUR DE MODULATION EST LE PLUS FAIBLE

Bande de fréquences (Hz)	>50	50-200	200-500	500-1k	1k-2k	2k-3k	3k-8k
Syllabe avec Cœf. de variation le plus fort	/mi/	/lɛ̃/	/mi/	/mi/	/mi/	/mɛ̃/	/mɔ̃/
Prof. modulation (%)	29,3	31,8	33,3	43,5	45,9	63,0	51,1
Cœf. de variation (%)	41,8	50,6	40,7	34,7	31,5	27,5	25,9

TABLEAU 16 : SYLLABES DONT LE COEFFICIENT DE VARIATION INTER LOCUTEUR DE LA PROFONDEUR DE MODULATION EST LE PLUS FORT

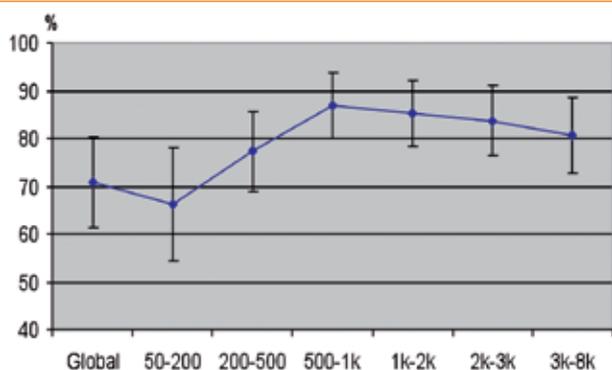


FIGURE 5 : MOYENNE ET ÉCART-TYPE DES PROFONDEURS DE MODULATION DES 180 SYLLABES EN FONCTION DE LA BANDE DE FRÉQUENCES

III.2.4. Le paramètre « Profondeur de Modulation »

Les syllabes présentant les profondeurs de modulation les plus importantes par bande de fréquences sont répertoriées dans le **tableau 13**.

Les syllabes présentant les profondeurs de modulation les plus faibles par bande de fréquences sont présentées dans le **tableau 14**.

Dans ce classement de syllabes, nous retrouvons quasiment intégralement les syllabes des tableaux donnant les syllabes à plus faible dynamique et à plus faible facteur de crête. La corrélation entre ces paramètres en est la raison principale.

Dans les **tableaux 15 et 16**, les syllabes dont le coefficient de variation de la profondeur de modulation est le plus faible et celles dont le coefficient de variation est le plus important sont indiquées.

Nous retrouvons sans surprise des valeurs élevées pour les coefficients de variation de la profondeur de modulation (de 25 à 50 %) pour les syllabes à faibles profondeurs de modulation. En revanche, pour les syllabes où la profondeur de modulation sature à près de 100 %, le coefficient de variation est très faible (proche de 0 %).

L'étude de la répartition de la profondeur de modulation moyennée sur toutes les syllabes en fonction de la bande de fréquences (**figure 5**) montre que c'est dans la bande 50-200 Hz que la profondeur de modulation est la moins importante en moyenne, ce que l'on a constaté également au niveau du paramètre « dynamique ».

III.3. Etude statistique intra-locuteur des paramètres d'enveloppe temporelle

L'étude porte sur un seul locuteur enregistré huit fois consécutivement à voix normale au cours de la même séance.

Étant donné le faible nombre de mesures, nous nous limiterons dans cet article à donner les tendances observées par rapport à ce qui a été constaté pour l'étude interlocuteurs qui constitue le cœur de l'étude.

L'étude statistique intra-locuteur sur les 180 syllabes montre des moyennes sensiblement équivalentes sur l'ensemble des quatre paramètres d'enveloppe temporelle étudiés comparées à celles trouvées lors de l'étude inter-locuteurs.

La grande différence se situe au niveau de la dispersion des valeurs autour de leurs moyennes. En effet, on constate une réduction de l'ordre de 50 % de l'écart-type et donc d'autant du coefficient de variation. Ce résultat est à relativiser compte tenu encore une fois du faible nombre de mesures. Mais il apparaît quasiment systématiquement quels que soient le paramètre et la bande de fréquences analysés.

4

Adaptation du logiciel ATEC

IV.1. La nouvelle base de données

Depuis sa création par P. SOUËTRE en 2006 (SOUËTRE, 2006), le logiciel ATEC a subi de nombreuses évolutions. La modification majeure est sans doute la modification de la base de données d'ATEC qui permet d'accorder davantage de crédit aux erreurs relevées sur les paramètres d'enveloppe temporelle des syllabes.

La base de données du logiciel ATEC est constituée par l'ensemble des mesures effectuées sur les différents paramètres d'enveloppe temporelle pour 180 syllabes du français.

La base de données originelle a été constituée à partir des syllabes enregistrées sur un seul locuteur. Trois paramètres d'enveloppe temporelle avaient été retenus : la valeur RMS, le contraste (ou profondeur de modulation) et le facteur de crête.

La nouvelle base de données est le fruit de l'enregistrement de 71 locuteurs différents de tous âges. De plus, un paramètre supplémentaire a été ajouté : la dynamique.

Le logiciel ATEC étant basé sur la comparaison des paramètres d'une syllabe perçue par le malentendant par rapport aux paramètres de la syllabe émise, l'idée de départ était de calculer la

	Valeur RMS	Dynamique	Facteur de crête	Profondeur de modulation
Evolution des moyennes des erreurs positives	+17 %	+38 %	-48 %	-20 %
Evolution des écart-types des erreurs positives	+43 %	+33 %	-44 %	-24 %
Evolution des moyennes des erreurs négatives	-42 %	-7 %	-75 %	-32 %
Evolution des écart-types des erreurs négatives	-13 %	+21 %	-49 %	-30 %

TABLEAU 17 : VARIATION DES MOYENNES ET ÉCART-TYPES ENTRE L'ANCIEN ET LE NOUVEL ATEC POUR LA BANDE GLOBALE

moyenne des différences de paramètres pour toutes les combinaisons possibles de syllabes. Cela pouvait donner une erreur statistique moyenne commise par le malentendant. En remarquant que la moyenne des différences est égale à la différence des moyennes, il suffit alors de calculer les moyennes des paramètres pour chaque syllabe avant d'en faire la différence dans le logiciel ATEC. De cette façon, la nouvelle base de données n'est pas plus grosse que celle d'origine.

IV.2. Comparaison statistique entre l'ancien et le nouvel ATEC

Pour réaliser une comparaison entre l'ancien et le nouvel ATEC, nous avons utilisé les résultats de l'étude de N. MÉNARD (MÉNARD, 2007) qui a passé les 7 listes du test syllabique avec le logiciel ATEC à intensité maximum confortable sur un groupe de 25 malentendants.

Les erreurs commises sur les enveloppes temporelles ont pu ainsi être évaluées avec l'ancienne base de données et avec la nouvelle base de données. Des moyennes d'erreurs ainsi que les écart-types ont été calculés sur les 7 listes. Cela a permis de quantifier l'apport de la nouvelle base de données sur l'ancienne.

Les valeurs d'erreurs étant souvent faibles, les moyennes sont proches de zéro et le calcul des coefficients de variation (écart-type/moyenne) n'est pas adapté ici car ils peuvent prendre alors des valeurs très grandes non pas à cause d'un grand écart-type mais d'une moyenne presque nulle. Cela dit, il en ressort que les erreurs sur les enveloppes temporelles sont plus reproductibles entre les listes. Les erreurs commises sur les paramètres d'enveloppe temporelle sont globalement moindres (réduction des moyennes des erreurs

positives et négatives). Les écarts-types sont aussi réduits avec des disparités suivant le paramètre et la bande de fréquences. Ce sont les paramètres « facteur de crête » et « profondeur de modulation » qui subissent les baisses les plus importantes de leurs moyennes et de leurs écart-types. Le **tableau 17** récapitule les variations des moyennes et des écart-types d'erreurs positives et négatives entre l'ancien et le nouvel ATEC pour la bande globale.

Il semble que le paramètre « facteur de crête » ne soit pas un paramètre suffisamment sensible étant donné les valeurs d'erreurs très faibles (quelques dixièmes de dB tout au plus) obtenues sur l'échantillon de personnes testées.

5

Conclusion

Les études réalisées ces dernières années sur l'importance des enveloppes temporelles pour la compréhension de la parole ouvrent de nouvelles perspectives dans la correction des déficiences auditives. Le projet ATEC, étudiant les erreurs de paramètres d'enveloppe temporelle commises par le malentendant lors du test syllabique, s'inscrit dans ce contexte.

Cette étude dont l'objet était de rechercher des invariants d'enveloppe temporelle sur les syllabes du français constitue une nouvelle étape du projet ATEC. En effet, il est important de rechercher des tendances communes aux syllabes prononcées par les locuteurs de façon à constituer une base de données fiable servant de référence.

Pour cela, une étude inter-locuteurs a été menée en enregistrant des syllabes prononcées par un nombre important de personnes. De plus, une étude intra-locuteur a permis d'observer la fluctuation des paramètres d'enveloppe

temporelle pour un même locuteur au cours d'enregistrements consécutifs.

L'étude statistique a porté sur quatre paramètres d'enveloppe temporelle (valeur efficace, facteur de crête, dynamique, profondeur de modulation). La moyenne et la dispersion des paramètres autour de leurs moyennes ont été calculées. Pour l'étude inter-locuteurs, il ressort que le paramètre « valeur RMS » est le plus invariant des quatre paramètres avec une dispersion maximale pour les syllabes autour de 23 %. Les autres paramètres ont une dispersion maximale allant de 42 à 61 %. Les variations intra-locuteur sont plus faibles. Toutefois, le faible nombre d'enregistrements effectués pour l'étude intra-locuteur ne permet pas de tirer des conclusions définitives. La disparité entre les bandes de fréquences est importante. Aussi, nous avons constaté des dispersions les plus faibles dans les bandes graves pour le paramètre « valeur RMS », en particulier dans la bande de 200 à 500 Hz. Les bandes graves sont généralement l'objet d'une dispersion importante des autres paramètres d'enveloppe temporelle étudiés.

Ces études ont permis de constituer une nouvelle base de données pour le logiciel ATEC. Les comparaisons entre les résultats obtenus avec l'ancienne base de données et la nouvelle base de données montrent moins de dispersion dans les erreurs commises sur les enveloppes temporelles avec des moyennes d'erreurs également plus faibles de manière générale. Les valeurs d'erreurs sur le paramètre « facteur de crête » sont désormais très faibles et on peut se poser la question sur la nécessité de conserver ce paramètre dans l'analyse ATEC.

En conclusion, si les invariances des paramètres d'enveloppe temporelle mises en évidence sont peu nombreuses tant les dispersions sont importantes, une nouvelle base de données a été créée sur laquelle le logiciel ATEC peut désormais s'appuyer pour faire émerger des sur-évaluations ou sous-évaluations perceptives de paramètres d'enveloppe temporelle.

L'enjeu des futurs travaux sur ATEC sera d'exploiter ces résultats en vue d'orienter les réglages des aides auditives avec l'espoir d'apporter de nouvelles solutions aux problèmes d'audition de nos patients.

Bibliographie

Adam A., 2006. Le test syllabique égalisé ou non égalisé en intensité : Étude comparative dans le silence et dans le bruit. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothèse. CNAM. Paris

Apoux F., Crouzet O., Lorenzi C., Mars 2001. Temporal envelope expansion of speech in noise for normal-hearing and hearing-impaired listeners : effects on identification performance and response times. *Hearing Research*. 153(1-2). pp. 123-131

Apoux F., Bacon S.P., Sept 2004. Relative importance of temporal information in various frequency regions for consonant identification in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*. 116(3). pp. 1671-1680

Arrigoni A., 2004. Elaboration et évaluation du test syllabique. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothèse. Université Claude Bernard. Lyon

Château C., 2005. Etablissement d'un répertoire d'enveloppes temporelles syllabiques du français. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothèse. Ecole d'audioprothèse J.E. Bertin. Fougères

Drullman R., Festen J.M., Plomp R., Fév 1994. Effects of temporal envelope smearing on speech reception. *Journal of the Acoustical Society of America*. 95(2). pp. 1053-1064

Drullman R., Festen J.M., Plomp R., Mai 1994. Effects of reducing slow temporal modulations on speech reception. *Journal of the Acoustical Society of America*. 95. pp. 2670-2680

Lefevre F., 1982. Etude comparative des tests phonétiques de J.C. Lafon et de J.P. Dupret. Mémoire pour l'obtention du D.E d'audioprothèse. Université Paris 7. Faculté de médecine de Lariboisière. CNAM

Lefevre F., Katona E., Laurent S., Juillet/Août 2004. Enveloppes temporelles de la parole. *Les cahiers de l'audition*. 17(4). pp. 12-23

Lemesle P., 2005. Audivox. AVfS. AVfB. Test cochléaire et test syllabique : Etude comparative de tests vocaux dans le silence et dans le bruit. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothèse. Ecole d'audioprothèse J.E. Bertin. Fougères

Lochon G., 2007 Recherche des invariants d'enveloppe temporelle des syllabes du français. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothèse. Ecole d'audioprothèse J.E. Bertin, Fougères.

Lorenzi C., Jan/Fév 1999. Effets de lésions périphériques et centrales sur l'acuité temporelle auditive. *Les cahiers de l'audition*. 12(1). pp. 17-28

Lorenzi C., Berthommier F., Apoux F., Bacri N., Oct 1999. Effects of envelope expansion speech recognition. *Hearing Research*. 136. pp. 131-138

Lorenzi C., Apoux F., Juil/Août 2000. Importance du traitement temporel des informations auditives. *Les cahiers de l'audition*. 13(4). pp. 46-50

Ménard N., 2007. Reproductibilité et sensibilité de l'analyse ATEC : Enveloppes temporelles, traits acoustiques et traits articulatoires. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothèse. Ecole d'audioprothèse J.E. Bertin. Fougères

Meunier C., 2001. Le traitement de la variabilité de la parole – Aspects théoriques et méthodologiques. *Travaux interdisciplinaires du laboratoire Parole et Langage*. 20. pp. 69-90

Nie K., Barco A., Zeng F.G., Avril 2006. Spectral and temporal cues in cochlear implant speech perception. *Ear and Hearing*. 27(2). pp. 208-217

Le Collège National d'Audioprothèse. Précis d'audioprothèse tome 1 – Le bilan d'orientation prothétique. 1ère édition

Renard R. Mémento de phonétique. Ed. Hatier

Shannon R.V., Zeng F.G., Kamath V., Wygonski V., Ekelid M., Oct 1995. Speech recognition with primarily temporal cues. *Science*. 270. pp. 303-304

Souëtre P., 2006. Création d'un logiciel de comparaison d'enveloppes temporelles syllabiques. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'audioprothèse. Ecole d'audioprothèse J.E. Bertin. Fougères

Turner C.W., Souza P.E., Forget L.N., Avril 1995. Use of temporal envelope cues in speech recognition by normal and hearing-impaired listeners. *Journal of the Acoustical Society of America*. 95. pp. 2568-2576

Viemeister N.F., 1979. Temporal modulation transfer function based upon modulation thresholds. *Journal of the Acoustical Society of America*. 66. pp. 1364-1380

Widex Equipement,
l'expertise technique pour bien choisir.

Présence – Ecoute – Conseil

Multi-marques

Installation

Expertise informatique



Chaînes de mesure

Audiomètres

Impédancemètres

Oto-émissions acoustiques

PEA et PEA automatiques

Réparation

Etalonnage

Stock

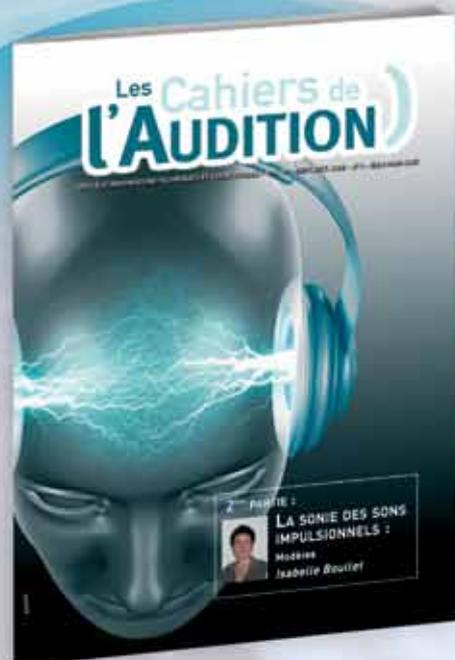
Matériel de prêt



Depuis 1980, Widex fournit, installe et répare une gamme complète d'équipements audiolgiques, à la pointe de la technologie pour les professionnels de la santé.

Abonnez-vous dès aujourd'hui !*

*Les Cahiers de l'Audition sont uniquement disponibles sur abonnement.



A partir de
11 €
seulement
par trimestre !

6 n°/an

Les Cahiers de l'Audition

abordent tous les sujets importants comme

- l'acoustique,
- la psychoacoustique,
- l'audioprothèse,
- la physiologie et la pathologie de l'oreille,
- la psychologie
- et l'orthophonie.

Que vous soyez audioprothésiste, médecin ORL, acousticien, physiologiste, orthophoniste ou psychologue, *Les Cahiers de l'Audition* vous offrent un moyen exceptionnel pour être informé des évolutions de votre spécialité.

La revue de tous les professionnels de l'audiologie

Sous l'égide du Collège National d'Audioprothèse.

Indexation : Scopus

Bulletin d'abonnement 2009

À renvoyer à : Elsevier Masson - Service abonnements - 62 rue Camille-Desmoulins - 92442 Issy-les-Moulineaux cedex - www.elsevier-masson.fr

OUI, je souhaite m'abonner à la revue *Les Cahiers de l'Audition* pour un an.

Mes coordonnées

Mme Mlle M. Nom : _____
Prénom : _____ Adresse : _____
CP : _____ Ville : _____
Téléphone : _____
E-mail : _____ K09A405E

J'accepte de recevoir des informations commerciales de la société Elsevier Masson par e-mail.
Conformément à la loi "Informatique et Liberté" du 6/1/1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification des données personnelles vous concernant. Pour exercer, adressez-vous à : Elsevier Masson - Service Abonnements - 62 rue Camille-Desmoulins - 92442 Issy-les-Moulineaux cedex.

Éléments complémentaires

• **Mon abonnement commence avec le n° 1 - 2009.** Pour tout bulletin d'abonnement reçu après le 30 octobre 2009, nous mettrons en place un abonnement 2010 ; si vous souhaitez maintenir un abonnement 2009, cochez cette case :

• **Merci de nous préciser :**

Votre profession : _____

Votre mode d'exercice : _____

Je choisis de régler comptant dès aujourd'hui

Tarifs 2009 <small>validés jusqu'au 31/12/2008</small>	France <small>(TVA 2,1%)</small>	UE <small>(TVA 7%)</small>	Reste du monde <small>(TVA 0%)</small>
Étudiant (sur justificatif)	44 €	44,92 €	45 €
Particulier	88 €	89,85 €	90 €
Institution	132 €	155,19 €	156 €

*Les tarifs exceptionnels sont assujettis à la TVA. Pour bénéficier d'un tarif spécial, merci de nous communiquer votre numéro de TVA intracommunautaire. Elsevier Masson a un compte bancaire en Belgique. Pour plus d'informations, merci de contacter notre Service Abonnements.

Ci-joint mon règlement d'un montant de : _____ € TTC

Par chèque bancaire ou postal à l'ordre de Elsevier Masson

Par carte bancaire : Visa Eurocard / Master Card

n° : _____

Cryptogramme visuel (3 derniers n° au dos de votre CB) : n° _____

Date d'expiration : _____

Signature obligatoire : _____

ou Je choisis d'échelonner mon paiement (France uniquement)

Particulier : 22 € par trimestre

Étudiant : 11 € par trimestre (sur justificatif)

Je remplis l'autorisation de prélèvements automatiques ci-dessous :

AUTORISATION DE PRÉLÈVEMENT

J'autorise l'établissement bancaire de mon compte à prélever sur ce dernier, si ce dernier le permet, tous les prélèvements autorisés par le contractant désigné ci-dessous. En cas de litige sur un prélèvement, je pourrai en faire suspendre l'exécution par simple demande à l'établissement bancaire de mon compte. Je régularise le débiteur directement avec le contractant.

N° NATIONAL D'ÉMETTEUR
335 398

NOM, PRÉNOMS ET ADRESSE DU DÉBITEUR

NOM ET ADRESSE DU CRÉANCIER
**Elsevier Masson SAS - 62 rue Camille-Desmoulins
92442 Issy-les-Moulineaux cedex
RCS Nanterre B 542 037 031**

COMPTE À DÉBITER
IBAN : _____
CIBICORR : _____

NOM ET ADRESSE DE L'ÉTABLISSEMENT TENEUR DU COMPTE À DÉBITER

Date et signature obligatoires : _____



Elsevier Masson SAS - Société par actions simplifiée au capital de 675.376 € - Siège social : 62 rue Camille-Desmoulins 92442 Issy-les-Moulineaux - RCS Nanterre B 542 037 031 - Locataire-gérant de Société d'Édition de l'Association d'Enseignement Médical des Hôpitaux de Paris.

Merci de renvoyer cette autorisation de prélèvement en y joignant un relevé d'équilibre bancaire (RIB) ou postal (RIP) ou de compte d'épargne (RCE). Les mandats des prélèvements échelonnés ci-dessus sont valables pour une durée d'un an. Ils sont susceptibles d'être tous à la hausse ou tous à la baisse au sein d'un abonnement. Seul justificatif de votre part, votre abonnement sera renouvelé.

REPRODUCTIBILITÉ ET SENSIBILITÉ DE L'ANALYSE ATEC : ENVELOPPES TEMPORELLES, TRAITS ACOUSTIQUES ET TRAITS ARTICULATOIRES

1 Introduction

Développer l'outil

D'abord, et suite à des entretiens avec les orthophonistes, il nous a semblé important de rapprocher nos deux professions en créant un outil commun où nous parlerions le même langage. Nous avons donc intégré l'étude des traits acoustiques et articulatoires aux paramètres temporels déjà analysés dans l'ATEC.

Ensuite, nous avons étudié la fiabilité de l'outil en vérifiant que les sept listes du test syllabique donnent les mêmes erreurs d'enveloppe temporelle, de traits acoustiques et de traits articulatoires.

Un soutien aux réglages ?

Les erreurs d'enveloppes temporelles sont calculées sur plusieurs bandes de fréquences. Nous nous sommes donc demandés si les résultats de l'ATEC ne seraient pas sensibles aux différents types de surdité rencontrés en audioprothèse : surdité inversée, plate et en pente de ski (ou de type presbycusie). Ceci permettrait d'établir plus de liens entre les audiométries tonales et vocales.

Enfin Frank LEFÈVRE souhaite qu'à terme l'ATEC aide à l'adaptation des appareils auditifs. Il serait donc souhai-

table que les résultats de l'outil correspondent aux réglages des appareils.

Notre travail ayant déjà fait l'objet d'une parution dans Les Cahiers de l'audition suite à l'obtention du prix du Collège National d'Audioprothèse en 2008 (vol.21 – Juillet/Août 2008 - N°4), nous ne détaillerons pas ici l'intégration des traits articulatoires et acoustiques à l'ATEC. De même, nous ne ferons qu'un résumé des études de la reproductibilité et de la sensibilité de l'ATEC au type de surdité.

2 La reproductibilité de l'ATEC

Nous souhaitons vérifier par cette étude que les sept listes du test syllabique donnent les mêmes résultats pour les enveloppes temporelles, les traits acoustiques et les traits articulatoires.

Il s'est avéré que les sept listes de 20 Tri Syllabes Identiques (TSI) ne sont pas suffisamment fiables concernant les trois paramètres détaillés ci-dessus. A. ARRIGONI a déjà modifié les listes de façon à ce qu'elles soient reproductibles en nombre de confusions phonétiques. Il nous a donc semblé judicieux de regrouper les listes afin de créer 3 listes de 40 syllabes ou 2 listes de 60 Tri Syllabes Identiques, au lieu de 7 listes de 20 TSI.

	Listes de 40 TSI	Listes de 60 TSI
Erreurs d'enveloppes temporelles	33,07%	24,21%
Traits acoustiques	45,97%	33,67%
Traits articulatoires des consonnes	45,95%	33,49%
Traits articulatoires des voyelles	35,04%	27,47%

FIGURE 1 : COEFFICIENTS DE VARIATION DES LISTES DE 40 ET DE 60 TSI

Avec ces nouvelles listes, les résultats des enveloppes temporelles sont reproductibles dès 40 TSI (fig. 1). Pour les traits acoustiques et articulatoires, il est préférable de tester des listes de 60 Tri Syllabes Identiques.

Ce dernier résultat nous a d'abord étonné puisque les sept listes avaient été agencées en fonction des traits acoustiques. Mais nous pensons que cela met en évidence la prédominance des syllabes sur les phonèmes grâce à la transition phonétique.

3 Étude de la sensibilité fréquentielle de l'ATEC à l'audiogramme tonal

1. Principe du test

L'ATEC calcule les erreurs d'enveloppes temporelles sur six bandes de fréquences. On peut donc se demander si :

- Les patients atteints de surdité en pente de ski (ou type presbyacousie) feraient plus d'erreurs sur les bandes de fréquences les plus aiguës.
- Les patients atteints de surdité inversée feraient plus d'erreurs sur les bandes de fréquences les plus graves.
- Les patients atteints de surdité plate feraient autant d'erreurs sur toutes les bandes de fréquences.

Quatre paramètres temporels sont testés par l'ATEC : le facteur de crête, la profondeur de modulation, la dynamique et la valeur RMS. Nous voulions savoir si, en se basant sur un de ces quatre paramètres, nous pourrions présager du type de surdité dont souffre le patient. Malheureusement nous n'avons pas pu tester suffisamment de patients souffrant de surdité inversée. Nous ne tenons donc pas compte de ce groupe.

2. Résultats

Nous avons comparé les résultats des six bandes de fréquences les unes avec les autres. Puis nous avons créé deux grandes bandes de fréquences en combinant d'un côté les trois bandes de fréquences les plus aiguës et de l'autre les trois bandes de fréquences les plus graves.

Après un grand nombre de calculs (détaillés dans le Vol 21 n°4 des Cahiers de l'Audition), nous pouvons conclure que l'ATEC est sensible aux surdités plates et en pente de ski.

La profondeur de modulation correspond au paramètre le plus sensible. La dynamique et la valeur RMS semblent fiables. Par contre, le facteur de crête n'est pas pertinent pour différencier les types de surdité.

4 Étude de la sensibilité de l'ATEC aux différences de perceptions syllabiques avec et sans appareil

1. Principe du test

Le but ultime de l'ATEC est d'aider au réglage des appareils auditifs, il serait donc souhaitable que le test soit sensible au port des appareils. Dans un premier temps, nous pensions étudier ce paramètre de la même façon que la sensibilité à l'audiogramme tonal. En effet :

- Pour une surdité en pente de ski, les fréquences aiguës sont les plus touchées. Elles doivent donc être corrigées en priorité par les prothèses. Ainsi les différences de pourcentage d'erreurs avec et sans appareil devraient être plus importantes dans les aigus que dans les graves.
- Pour une surdité plate, toutes les fréquences sont atteintes à peu près de la même manière. Les différences de pourcentage d'erreurs avec et sans appareil devraient donc être à peu près égales quelle que soit la fréquence.
- Pour les surdités inversées, les fréquences graves sont plus fragiles que les fréquences aiguës. Les réglages doivent donc être plus importants dans ces fréquences. Ainsi, les différences de pourcentage d'erreurs avec et sans appareil devraient être plus importantes dans les graves que dans les aigus.

Mais nous nous sommes rendu compte que cette théorie n'est pas toujours vérifiée et que le gain prothétique tonal (apport quantitatif fréquentiel des appareils) n'est pas toujours en rapport avec

le type de surdité.

Il a donc été décidé d'étudier la corrélation entre les erreurs et le gain prothétique tonal : l'écart entre la quantité d'erreurs sans appareil et celle avec appareils est-il plus important lorsque le gain prothétique tonal est meilleur ?

Lorsque nous avons pris la décision de modifier l'étude, il n'était plus possible de voir les patients. C'est pourquoi les valeurs de gain prothétique ont été récupérées sur leurs dossiers.

2. Conditions du test

39 patients ont accepté de participer à ce test. Ils étaient âgés de 62 ans en moyenne (14 à 81 ans). Pour pouvoir comparer les résultats avec et sans appareil, il fallait que les sons tests soient identiques dans les deux conditions. L'intensité devait donc être ni trop faible pour que le patient puisse entendre sans ses appareils, ni trop forte pour qu'il fasse des erreurs avec les appareils.

3. Analyses statistiques et résultats

Nous avons d'abord calculé la moyenne des erreurs avec et sans appareil, de chaque patient, pour chaque paramètre d'enveloppe temporelle et dans toutes les bandes de fréquence. Ensuite, nous avons plusieurs calculs statistiques possibles. Nous pouvions calculer :

- Le pourcentage d'augmentation du nombre d'erreurs lorsque les appareils sont retirés :

$$\frac{\text{Erreurs sans appareils} - \text{Erreurs avec appareils}}{\text{Erreurs avec appareils}}$$

- Le pourcentage de diminution du nombre d'erreurs lorsque les appareils sont portés :

$$\frac{\text{Erreurs sans appareils} - \text{Erreurs avec appareils}}{\text{Erreurs sans appareils}}$$

Mais les quantités d'erreurs des enveloppes temporelles, que ce soit avec ou sans appareil, sont tellement petites numériquement que ces deux formules donnaient des résultats aberrants

(jusqu'à plus de 5000 % en dynamique) !

Nous avons donc simplement utilisé le calcul suivant :

- Erreurs sans appareils
- Erreurs avec appareils

Puis nous avons représenté la corrélation entre l'augmentation des erreurs lorsque l'on retire l'appareil et le gain prothétique grâce aux courbes de corrélation calculées par EXCEL. Si les hypothèses sont vérifiées (c'est-à-dire si la différence d'erreurs avec et sans appareils augmente lorsque le gain prothétique augmente), on devrait observer des courbes croissantes (**fig. 2**). Les résultats sont très mitigés : bien sûr les erreurs diminuent lorsque les appareils sont portés mais aucun paramètre ne semble sensible au gain prothétique.

5

Conclusion et discussions

Aucune conclusion ne peut être formulée sur cette étude. Plusieurs points peuvent expliquer ce phénomène :

- Nous n'avons pas trouvé de calcul statistique adapté à notre recherche et aux valeurs numériques obtenues avec l'ATEC.
- Il aurait été souhaitable de mesurer le gain prothétique tonal le jour où les tests ont été effectués.
- Les calculs de l'ATEC se font sur des bandes de fréquences alors que le gain prothétique tonal se mesure fréquence par fréquence.
- Les prothèses auditives aujourd'hui sont capables de s'adapter à l'environnement et on sait qu'elles ne réagissent pas de la même façon face au bruit ou face à la parole. Plutôt que de mesurer le gain prothétique, il serait plus souhaitable d'utiliser la mesure *in-vivo* avec un son test de parole (plusieurs voix mixées et équilibrées, son icra ...).

6

Conclusion générale

Avant d'utiliser l'outil créé par Patrice SOUËTRE, il était important de vérifier sa fiabilité.

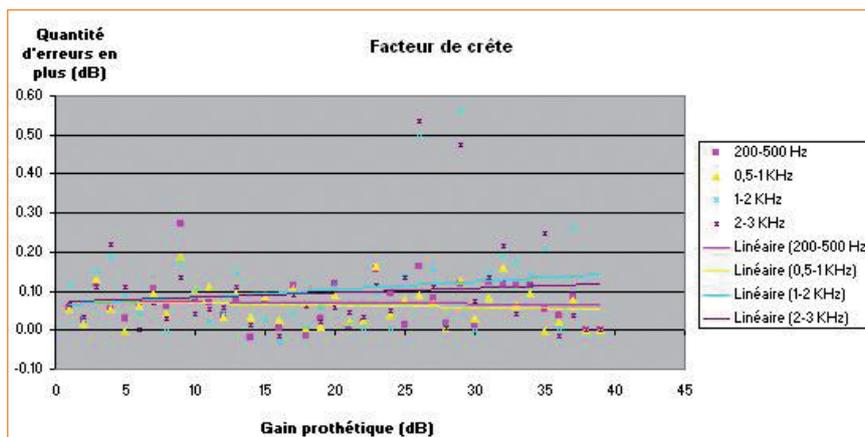


FIGURE 2 : COMPARAISONS DE LA BANDE DE FRÉQUENCES 2000-3000 HZ AVEC LES TROIS BANDES DE FRÉQUENCES 50-200 HZ, 200-500 HZ ET 500-1000 HZ

Ce mémoire a permis de se rendre compte que les listes de vingt syllabes ne permettent pas d'obtenir des résultats d'enveloppes temporelles suffisamment reproductibles. Le logiciel a donc été modifié pour pouvoir moyenniser les résultats de deux, voir trois listes de 20 TSI. Nous avons aussi été étonnés de remarquer que les erreurs d'enveloppes temporelles sont plus reproductibles que les erreurs de traits acoustiques et articulatoires. Ceci démontre le rôle primordial de la syllabe par rapport au phonème.

En ce qui concerne la sensibilité aux différents types de surdité, l'ATEC est sensible aux surdités plates et aux surdités en pente de ski. Pour ce qui est de la surdité inversée, les résultats obtenus n'étaient pas convaincants en raison du manque de sujets. Il faudra refaire ces tests avec plus de patients et peut-être réaliser une étude multicentrique.

La troisième partie de ce mémoire était consacrée à la sensibilité de l'ATEC au port des appareils de correction auditive. Cependant, suite à des difficultés statistiques, nous ne pouvons pas donner de conclusions sur cet aspect de l'ATEC.

Aujourd'hui, l'ATEC est devenu un logiciel complet qui peut être utilisé par les audioprothésistes (enveloppe temporelle et traits acoustiques) mais aussi par les orthophonistes (traits articulatoires).

7

Bibliographie

- 1 ADAM A. : Le test syllabique égalisé ou non égalisé en intensité : étude comparative dans le silence et dans le bruit ; Mémoire d'audioprothèse 2006
- 2 ARRIGONI A. : Elaboration et évaluation du test syllabique ; mémoire d'audioprothèse 2005
- 3 CHÂTEAU C. : Etablissement d'un répertoire d'enveloppes temporelles syllabiques du français ; Mémoire d'audioprothèse 2005
- 4 Collège National d'Audioprothèse : Précis d'audioprothèse – L'appareillage de l'adulte – Tome 1
- 5 LEFEVRE F. : Etude comparative des tests phonétiques de J.C. Lafon et de J.P. Dupret ; Mémoire d'audioprothèse 1982
- 6 LEFEVRE F. : Une méthode d'analyse auditive des confusions phonétiques : La confrontation indiciaria ; Thèse 1985
- 7 LEFEVRE F., KATONA E. et LAURENT S. : Enveloppe Temporelle de la Parole ; Les Cahiers de l'audition – Vol 17 – N°4 – Juillet/Août 2004
- 8 LEMESLE P. : Audivox, AVfS, AVfB, Test Cochléaire et Test Syllabique : étude comparative de tests vocaux dans le silence et dans le bruit ; Mémoire 2005
- 9 LOCHON G. : Recherche des invariants d'enveloppe temporelle des syllabes du français ; Mémoire 2007
- 10 LORENZI C. et APOUX F. : Importance du traitement temporel des informations auditives ; Les Cahiers de l'Audition – Vol13 – N°4 – Juillet/Août 2000
- 11 SOUËTRE P. : Création d'un logiciel de comparaison d'enveloppes temporelles syllabiques ; Mémoire d'audioprothèse 2006



PRÉCIS D'AUDIOPROTHÈSE

Production, phonétique acoustique et perception de la parole
Édité par ELSEVIER MASSON SAS - ISBN N° 978-2-294-06342-8

NOUVEAUTÉ

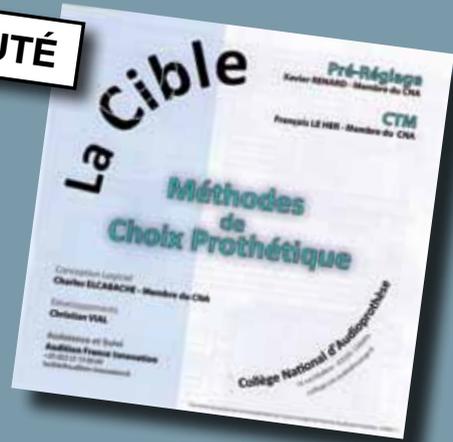
LOGICIEL LA CIBLE MÉTHODES DE CHOIX PROTHÉTIQUE

Pré-réglage : Xavier Renard - Membre du CNA

CTM : François Le Her - Membre du CNA

Production : Collège National d'Audioprothèse

Réalisation : Audition France Innovation



Précis d'audioprothèse - Production, phonétique acoustique et perception de la parole

99,00 € x	exemplaire(s)	=	€
+ frais de port France :	8,50 € x	=	€
+ frais de port Etranger :	10,00 € x	=	€

La Cible - Méthodes de Choix Prothétique - Pré-Réglage - CTM

150,00 € x	exemplaire(s)	=	€
+ frais de port France :	3,50 € x	=	€
+ frais de port Etranger :	4,50 € x	=	€

SOIT UN RÈGLEMENT TOTAL €
(exonéré de TVA)

NOM..... PRÉNOM.....

SOCIÉTÉ

ADRESSE

.....

CODE POSTAL..... VILLE

TÉL..... FAX

E-MAIL

BON DE COMMANDE À ENVOYER AVEC VOTRE CHÈQUE À :

Collège National d'Audioprothèse - 10 rue Molière - 62220 CARVIN

Tél 03 21 77 91 24 - College.Nat.Audio@orange.fr - www.college-nat-audio.fr



Simon Caillat-Thoranne
Communication & Marketing
04 26 23 22 03
simon.caillatthoranne@unitron.com

1

Unitron dévoile sa nouvelle famille de produits Latitude™, disponible dans les catégories avancées à l'entrée de gamme

Le plus vaste choix d'appareils auditifs avancés avec des technologies de qualité supérieure garantit une solution adaptée à chaque client

20 octobre 2009 - Kitchener, Ontario, Canada - Unitron a annoncé aujourd'hui le lancement de Latitude™, sa nouvelle famille d'appareils auditifs disponible en entrée et cœur de gamme qui offre un ensemble inégalé de caractéristiques pratiques dans chacune des trois gammes de produits. Latitude™ 16, Latitude™ 8 et Latitude™ 4 illustrent une fois de plus l'engagement d'Unitron à offrir les technologies innovantes issues des appareils haut de gamme dans les catégories cœur et entrée de gamme, et mettre ainsi un design et une performance remarquables à la portée de tous.

Une performance sans précédent pour tous

Latitude offre un ensemble de caractéristiques et de technologies plus

performantes dans chaque gamme de produits :

- Latitude 16 est doté de technologies innovantes avec notamment un programme entièrement automatique intégrant smartFocus™, la fonction téléphonique binaurale et la connectivité wireless
- Latitude 8 est une gamme riche en fonctions complétées par un programme automatique et une connectivité wireless
- Latitude 4 est une gamme fiable, accessible et la première de sa catégorie à offrir la connectivité wireless

La performance automatique la plus intelligente

Avec Latitude 16, la performance automatique supérieure est améliorée avec la fonction smartFocus pour offrir une écoute inégalée dans chaque situation. Le programme automatique est pré-réglé pour plusieurs environnements d'écoute et offre la flexibilité de personnaliser des caractéristiques adaptatives au sein de chaque programme.

Les utilisateurs qui souhaitent personnaliser davantage leur expérience d'écoute peuvent le faire instantanément avec la commande smartFocus, en ajustant la clarté ou le confort.



SmartFocus effectue alors un réglage instantané sur la combinaison de quatre paramètres : stratégie micro, amélioration de la parole, réduction du bruit et gain général.

Le programme automatique (autoPro2™) de Latitude 8 est préréglé de façon à fournir la meilleure qualité sonore dans les deux destinations d'écoute les plus utilisées, (environnement calme et parole dans le bruit). Latitude 4 offre quant à lui quatre programmes manuels.

Une connectivité wireless dans chaque produit

Les trois gammes de produits Latitude offrent un accès direct aux fonctions et à la technologie sans fil grâce au système wireless Unifi™. Pour la première fois, des caractéristiques wireless sont accessibles à tous les utilisateurs. DuoLink offre une écoute claire, équilibrée et une synchronisation binaurale des changements de programme et/ou de volume. Porté autour du cou, uDirect™ améliore la communication avec les appareils Bluetooth®, les signaux d'entrée audio filaires et les signaux FM.

En outre, Latitude 16 est doté d'une fonction téléphonique binaurale, particulièrement remarquable qui permet de diffuser automatiquement le signal audio de la ligne fixe ou mobile dans l'autre oreille, sans nécessiter aucun accessoire. La fonction téléphonique binaurale offre une clarté accrue et une meilleure compréhension des signaux de parole, et réduit les distractions au minimum.

Une profusion d'innovations pratiques

Illustrant l'engagement d'Unitron à fournir une performance remarquable à tous, chaque gamme de produits Latitude dispose d'innovations pratiques issues des appareils haut de gamme. Celles-ci comprennent : plusieurs options de microphone, un anti Larsen supérieur, l'amélioration de la qualité de la parole avec dépendance de niveau, la technologie antiShock™ et la télécommande Smart Control en option.



Plus de styles, de nouvelles frontières

Dans le sillage du succès des lignes Moxi™ et Moda™ d'Unitron, Latitude se décline sur les contours les plus compacts au monde. Les nouveaux contours Moxi 13 et Moda 13 sont dotés d'une pile de plus longue durée de vie, de deux boutons de commande et de fonctions wireless complètes sur l'ensemble des trois gammes de produits. Latitude est également disponible avec le micro-contour sobre et élégant Shift (CRT pile 10A).

De plus, Latitude 16 et Latitude 8 sont disponibles avec l'intra-conduit Fuse™, réunissant toutes les fonctions performantes d'un BTE compact à appareillage ouvert et instantané, le tout concentré dans l'oreille.

Placer la barre plus haut

« Avec Latitude, Unitron confirme sa réputation bien méritée quant au fait d'amener plus de caractéristiques pratiques en entrée et cœur de gamme qu'aucun autre de ses concurrents et de rendre ces innovations accessibles à tous », a déclaré Bruce Brown, Vice-président du Marketing Monde d'Unitron. « Placez la barre plus haut en matière de technologie, de design et de valeur des produits n'est pas uniquement une stratégie de développement produit, il s'agit d'un engagement essentiel envers nos clients audioprothésistes et leurs patients. »

2

Unitron lance le premier appareil auditif crossover du monde

Complètement dissimulé dans l'oreille, Fuse™ redéfinit l'appareillage ouvert

20 octobre 2009 - Kitchener, Ontario, Canada - Unitron a annoncé aujourd'hui le lancement du premier crossover, Fuse™, qui combine les attributs les plus précieux des micro-contours et des intra-profonds CIC, le tout accompagné de nouvelles innovations pratiques. Cette solution auditive d'avant-garde est un appareillage ouvert, avec des caractéristiques complètes et pouvant être appareillée dès la première consultation. Avec un encombrement intra-conduit réduit de 45 % par rapport à un CIC classique, Fuse est presque complètement dissimulé dans l'oreille.

« Fuse définit une nouvelle catégorie d'intra-conduit ouvert qui est sur le point de changer l'univers des appareils auditifs », a déclaré le Président et Directeur Général d'Unitron, Cameron Hay. « Le design est le résultat direct de la collaboration réussie entre Unitron, ses clients audioprothésistes et leurs utilisateurs finaux. Il répond à leur désir partagé de disposer d'appareils auditifs offrant les technologies performantes les plus avancées, le confort d'un appareillage ouvert et la discrétion d'un appareil qui se loge en profondeur dans le canal. »

Des innovations pratiques comme la présence d'un conduit articulé et d'événements Dual-Flow™

En développant cette nouvelle catégorie hybride, Unitron a apporté plusieurs innovations pratiques. Un conduit articulé révolutionnaire élimine les points de pression en s'adaptant aux mouvements du conduit auditif de l'utilisateur notamment lorsqu'il parle, mâche ou avale. Le conduit articulé améliore également la rétention. En outre, les utilisateurs de Fuse bénéficient d'un confort accru grâce aux angles naturellement adaptés de l'appareil auditif, et

d'un modèle spécifique pour l'oreille gauche et d'un autre pour l'oreille droite.

« La clé de la réussite du développement de Fuse résulte d'études complexes sur le taux d'adaptabilité effectuées sur plus de 500 scans d'oreille en 3D et de tests en situations réelles pour assurer un taux d'appareillage inégalé », a expliqué le docteur Donald Hayes, Directeur de l'Audio-logie Unitron. « Ce design à la précision anatomique se traduit par une acceptation importante de l'utilisateur final et réduit le temps et la complexité d'appareillage. L'intégration des nouveaux événements innovants Dual-Flow d'Unitron contribue également au design de qualité supérieure de Fuse, avec un appareillage sans occlusion qui reste complètement dissimulé dans le conduit. Deux événements à grande ouverture assurent une libre circulation de l'air tout en offrant confort et sons naturels. « Disposer de deux événements permet de conserver un événement ouvert si l'autre venait à s'obstruer », a ajouté le docteur Hayes. « Cela a également pour effet de rendre l'appareil auditif encore plus invisible dans l'oreille. »

Un choix de plusieurs niveaux de technologie

Fuse se décline sur plusieurs niveaux de technologie, notamment sur le dernier haut de gamme d'Unitron, Passport™, et sa toute dernière famille de produits, Latitude™, dont les gammes Latitude™ 16 et Latitude™ 8. Une série de caractéristiques sans compromis comprend la technologie smartFocus™, des capacités autodidactes et des programmes automatiques. Fuse est également compatible avec la télécommande Smart Control d'Unitron.

3

De nouvelles recrues chez Unitron France !

Bron, France - Unitron a le plaisir de vous annoncer l'arrivée de deux nouvelles recrues dans son équipe.



Patrick Oechsel, nouveau délégué commercial Unitron pour la région Nord-Est. Patrick Oechsel a pris la responsabilité

commerciale du secteur Nord Est de la France depuis le 1er octobre. Patrick a 35 ans. Il est marié et père de famille. Il bénéficie d'une expérience commerciale très solide : depuis avril 2000, il a évolué au sein d'un grand groupe au sein duquel il avait la responsabilité des comptes clés professionnels dans le Nord-Est de la France.

Unitron favorise la mobilité internationale de ses employés. Pauline Croizat, en charge du marketing et de la communication pour la filiale France depuis 3 ans et demi, débutera un nouveau challenge professionnel le 2 novembre au siège de la marque, au sein de l'équipe marketing produits à Kitchener (Ontario).



C'est **Simon Caillat-Thoranne** qui reprend les rennes de l'activité marketing et communication de la filiale France sous la responsabilité de Paul-Michel Vahanian.

Dans le cadre de ses études en alternance, Simon a effectué un stage de 2 ans pendant lesquels il a travaillé aux côtés de son prédécesseur en tant que stagiaire marketing ainsi qu'à la maison mère d'Unitron au Canada. Fraîchement diplômé de l'école de commerce ECEMA Lyon, Simon est en poste à Bron depuis le 13 octobre. ■

lisa La sonnette de porte vous avertit là où vous vous trouvez.



lampe flash radio **lisa** mobile avec bloc-secteur ou accu.

Le système radio **lisa** vous prévient, par transmission radio, qu'une personne vous appelle, que votre téléphone sonne, que votre bébé pleure ou encore qu'une personne sonne à votre porte. La réception de ces signaux peut se faire par flashes, par vibrations ou par un puissant signal acoustique.



SMS Audio Electronique

173, rue du Général de Gaulle - 68440 HABSHEIM

Tél. : 03 89 44 14 00 - Fax : 03 89 44 62 13

Internet : www.humantechnik.com - E-mail : sms@audiofr.com

SIEMENS

Nadège OUIDRANE
Siemens Audiologie S.A.S.
Marketing & Communication
175 Bd Anatole France - B.P. 40
93201 SAINT DENIS Cedex - France
Tél. + 33 1 49 33 25 96
Fax + 33 1 49 33 15 09

1

Siemens présente ses gammes Premium et Dynamique

Pascal BOULUD, Président de Siemens Audiologie France, explique pourquoi Siemens Audiologie propose à présent deux gammes de produits aux audioprothésistes. Le cycle de renouvellement des aides auditives s'est considérablement accéléré ces dernières années.

Aujourd'hui, grâce à nos investissements en Recherche et Développement (3,8 milliards d'€ en 2008 pour le groupe Siemens), nous avons choisi de faire profiter le marché de notre capacité d'innovation en remplaçant nos gammes complètes d'appareils tous les 18 mois environ. Pour les audioprothésistes, ce rythme de lancement de produits semble parfois trop rapide. Attentifs à leurs remarques, nous avons décidé de revoir notre stratégie en lançant la **gamme DYNAMIQUE** de Siemens. Y apparaissent, entre autres, Centra, Artis 2 et Cielo 2. Ils offrent un rapport performance / prix exceptionnel et, grâce à l'évolution de leur puce, ils seront compatibles avec les futures versions de Connex (à partir de 6.3).

Cette **gamme Dynamique** cohabite avec la nouvelle **gamme PREMIUM**, produits de dernière génération (séries 700, 500, 300, 100 et Lotus Pro). La **gamme Premium** est la gamme phare de Siemens. Elle apporte la communication grand public et le soutien marketing dont le marché a besoin.

Ainsi, ces deux gammes, ensemble, évitent l'obsolescence prématurée de nos produits en assurant leur actualité pendant 36 à 48 mois (18 à 24 mois dans la **gamme Premium** puis 18 à 24 mois dans la **gamme Dynamique**).

Pour présenter cette nouvelle approche, Siemens a conçu un document pratique, avec une version comportant les valeurs (gain et niveau de sortie), sans les prix et, à l'intérieur, une version spécialement réservée à l'utilisation des audioprothésistes contenant les tarifs.

2

Siemens lance Nitro SP, nouveau contour d'oreille surpuissant de dernière génération

A l'occasion du 54^e congrès EUHA qui s'est tenu à Nuremberg (Allemagne) du 21 au 23 octobre, Siemens a présenté ses nouveaux contours surpuissants Nitro SP. Décliné en séries 700 (16 canaux) et 300 (8 canaux), Nitro SP apporte une amplification adaptée aux pertes auditives sévères à profondes.



Equipé du circuit numérique de dernière génération et de fonctions de traitement de signal évoluées, il assure une écoute claire et confortable dans toutes les situations. Maintenant les personnes souffrant de perte auditive sévère pourront aussi recevoir le son de la TV, du téléphone, la musique, ... directement

dans leurs aides auditives. Délivrant jusqu'à 145 dB de niveau de sortie, Nitro s'inscrit parmi les appareils les plus puissants du marché. Dans son petit boîtier, il dispose de fonctionnalités intelligentes telles que :

SoundSmoothing™

Cet algorithme révolutionnaire détecte et réduit les bruits impulsifs (bruits de vaisselle, ...) pour un confort optimal. L'écoute est plus naturelle, même en environnement sonore complexe.

Anti-Larsen de nouvelle génération

Présent sur tous les contours d'oreille Nitro, il élimine les sifflements sans altérer la qualité de la parole.

SoundBalance SP

Grâce à cette fonction, les utilisateurs peuvent optimiser la perception des sons et l'audibilité de la parole selon leurs besoins individuels.

Communication

Les contours d'oreille Nitro fonctionnent avec tous les moyens de communication qui améliorent la clarté de la parole, tels que l'Entrée Audio Directe ou la bobine téléphonique. La fonction AutoPhone™ active automatiquement le mode « téléphone » quand le combiné est approché de l'oreille. Les conversations téléphoniques sont alors faciles à prendre et à suivre.

Siemens Tek™

Les contours d'oreille Nitro SP sont aussi compatibles avec Siemens Tek, le système de connexion Bluetooth sans fil de Siemens. Le son de la télévision, du téléphone et de tout autre appareil audio arrive directement dans les aides auditives sans décalage temporel grâce au protocole Bluetooth breveté Siemens.

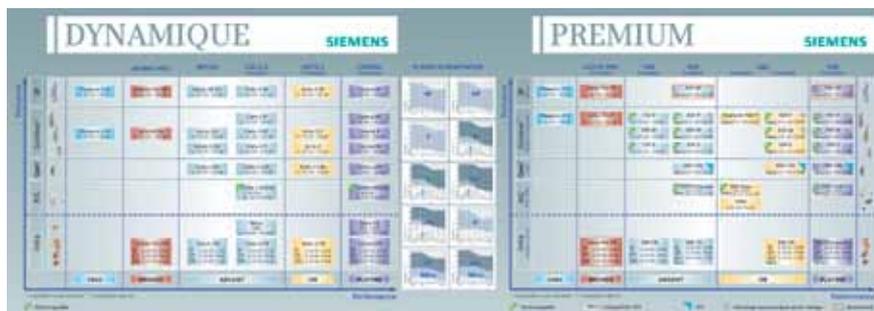
Adaptation automatique aux différentes situations sonores

Les microphones se règlent selon l'environnement pour améliorer la perception dans les situations de « cocktail party ».

e2e™ sans fil 2.0

e2e 2.0 apporte l'équilibre binaural nécessaire à une bonne localisation spatiale, en synchronisant les informations des deux aides auditives.

Et bien d'autres fonctions comme le réducteur du bruit de vent, le réducteur numérique de bruit gênant, la bobine téléphonique adaptative, ...



Confort d'utilisation

Des détails simples le rendent facile à utiliser :

- Nitro SP peut s'utiliser avec les télécommandes ePen™ et ProPocket™. ePen, en forme de stylo, et ProPocket permettent de contrôler en toute discrétion les principales fonctions de l'aide auditive.
- Potentiomètre avec fonction d'arrêt et inscriptions claires ainsi qu'une LED (qui peut être désactivée) indiquant le statut.
- Bouton programme ergonomique.
- Sabot audio facile à fixer pour se connecter aux systèmes FM.

La forme ergonomique de tous les appareils auditifs Nitro facilite leur insertion et assure une adaptation confortable. Les boîtiers des contours suivent la forme naturelle de l'oreille et rendent agréable leur utilisation au quotidien.

Adaptation avec le nouveau Connex 6.3

Le système d'adaptation de Nitro enregistre les données personnelles du patient (DataLogging™), comme ses programmes habituels, les environnements sonores fréquentés, le temps de port des aides auditives, pour créer son propre profil. Nitro 700 SP apprend et ajuste automatiquement les préférences de volume et de programme de l'utilisateur, grâce à DataLearning™ et SoundLearning™. En plus, le nouveau logiciel d'adaptation Connex 6.3 permet de faire des mesures précises qui illustrent les performances de l'appareil dans l'oreille.

- Affichage des performances en temps réel : montre (sur série 700) le fonctionnement de l'appareil (détection des environnements, réduction du bruit, directivité microphonique) à l'écran.
- Simulateur de perte auditive : permet aux proches de « ressentir » la perte auditive du patient (sur série 700).
- Nouvel AutoFit
- Possibilité de sélectionner votre formule de préréglage par défaut.
- Fluidité accrue : possibilité de ne plus afficher des messages répétitifs.

Nitro SP existe en de nombreuses couleurs discrètes ou originales (framboise, turquoise, ...) pour convenir à tous les styles.

3

Siemens lance Lotus Pro, nouvelle famille d'aides auditives Entrée de Gamme

Nouvelle famille d'aides auditives numériques programmables offrant un excellent rapport qualité/prix, Lotus Pro est disponible en contours d'oreille et en intra-auriculaires. Lotus Pro délivre une amplification puissante avec des fonctionnalités innovantes. Son utilisation conviviale et son niveau de performance élevé garantissent aux utilisateurs qualité sonore et confort d'écoute. Les caractéristiques de Lotus Pro rendent son adaptation fiable et rapide. Par son apparence et ses performances, Siemens Lotus Pro fait de la qualité de vie une réalité.

Contours puissants et surpuissants

Avec son boîtier robuste, ses composants et ses fonctionnalités de haute technologie, Lotus Pro assure une grande fiabilité et un confort d'écoute exceptionnel dans toutes les situations sonores, même les plus difficiles. Les contours d'oreille Lotus conviennent pour l'appareillage des pertes auditives moyennes à sévères profondes.

Intra-auriculaires Lotus Pro

Les intra-auriculaires Lotus Pro dispose des meilleures fonctionnalités numériques dans un tout petit appareil au design discret, et remarquable pour son segment prix.

Performance

Lotus Pro dispose de 3 programmes d'écoute qui couvrent un large panel de situations sonores, l'anti-Larsen par opposition de phase assure une excellente stabilité acoustique et le réducteur de bruit microphonique permet d'oublier l'aide auditive en environnement calme.



Avec moins de 2% de distorsion harmonique dans la plage de parole, Lotus Pro optimise la compréhension de la parole dans toutes les situations sonores.

Anti-Larsen de nouvelle génération

L'anti-Larsen de Lotus Pro élimine efficacement les sifflements en ne réduisant quasiment pas le gain utile.

Précision de l'adaptation

Comme les autres aides auditives Siemens, Lotus Pro dispose d'une large gamme de paramètres de programmation pour une adaptation précise, rapide et confortable : 2 bandes de fréquence, 1 canal de compression, 3 programmes d'écoute, suppression de bruit microphonique, en plus de diverses fonctions de confort.

Fiabilité

La robustesse de Lotus Pro est directement liée au choix des composants parmi lesquels un amplificateur optimisé acceptant des niveaux de sortie et de gain élevés. Les contours d'oreille disposent d'un tiroir pile renforcé, un coude solidement fixé (le pas de vis est en métal), un potentiomètre protégé contre l'humidité, un bouton poussoir fiable. Stabilité, gain et bon niveau de sortie caractérisent les intra-auriculaires.

Le confort se trouve dans les détails

Une grande attention a été portée sur le confort au cours du développement de Lotus Pro. Des fonctions telles que le retard à la mise en route évite les sifflements désagréables au moment de mettre l'aide auditive dans l'oreille. Des bips indiquant le niveau faible de la pile, le changement de programme et de volume, donnent à l'utilisateur la maîtrise complète de son appareillage. Enfin les intra-auriculaires Lotus Pro font preuve de grandes performances tout en consommant peu et garantissent ainsi une grande autonomie de la pile.

Disponible en version puissante, surpuissante et discrète, Lotus Pro est une solution auditive conviviale avec un excellent niveau de performance, qui garantit une adaptation simple et confortable. ■

oticon

PEOPLE FIRST

Aurélié Zambeaux
Communication et Marketing
Tél: 01 41 88 01 59
Email: ac@prodotion.fr



Crédit OTICON

1

La connectivité s'invite dans la gamme Oticon Vigo

Pour la plupart des personnes, la connectivité fait partie de la vie moderne, que ce soit au travail, dans les situations sociales ou avec la famille. La connexion sans fil vers un grand nombre de dispositifs modernes de divertissement et de communication a changé la façon dont les gens mènent à bien leurs activités quotidiennes. Cependant, pour les malentendants, il était jusqu'à présent impossible d'accéder facilement à ce monde de « connectivité » moderne.

A présent, Oticon Vigo Connect, nouvelle gamme d'aides auditives hautement performantes à prix raisonnable, offre un monde de liberté - sans fil - aux personnes souffrant d'une perte auditive de sévère à profonde. Les nouvelles aides auditives Oticon Vigo Pro Connect et Oticon Vigo Connect hissent les bénéfiques de la gamme Vigo à un niveau supérieur avec une connectivité sans fil intuitive et facile à utiliser pour une expérience auditive plus proche du naturel.

« Notre objectif est de permettre à davantage de malentendants de vivre une vie moderne avec moins de restrictions » a déclaré Christophe Aubert, Directeur Commercial Oticon « Vigo Connect est conçu sur les forces de la gamme Vigo, à savoir une excellente qualité sonore,

une performance haut de gamme, un grand nombre de styles discrets et un prix abordable. En outre, il permet un accès sans fil direct aux dispositifs de divertissement et de communication qui constituent des « liens » essentiels à la vie moderne quotidienne. »

Vigo Connect se base sur la plate-forme RISE ultra-rapide d'Oticon, avec une bande passante plus large (8 kHz) et des niveaux de puissance de traitement significativement plus élevés. Avec un ensemble de fonctions avancées, dont le VC Learning et la Gestion Tri-mode du bruit, Vigo Connect offre une image sonore équilibrée et nuancée, ainsi qu'un nouveau niveau de conscience spatiale. La connectivité sans fil ajoute une dimension supplémentaire à la performance de la gamme Vigo.

En utilisant le petit accessoire élégant Streamer, Vigo Pro Connect et Vigo Connect transmettent le son sans fil via le système de pointe ConnectLine d'Oticon aux téléphones filaires et portables, télévisions, radios, ordinateurs et lecteurs MP3. Avec ces aides auditives modernes et discrètes, il suffit aux utilisateurs d'appuyer sur un bouton pour passer directement d'un dispositif de communication à un autre. Les utilisateurs apprécient la qualité audio élevée transmise de façon binaurale dans leurs aides auditives, leur permettant d'écouter au volume de leur choix et sans retard de latence.





La gamme Vigo Connect est conçue pour offrir aux audioprothésistes et aux utilisateurs un vaste choix. Avec une plage d'adaptation pouvant atteindre 110 dB HL, les possibilités comprennent un confort exceptionnel, la discrétion et la qualité sonore du style fin et élégant de RITE, ainsi qu'une sélection complète d'aides auditives personnalisées comprenant des ITE, ITC, MIC et CIC. Les styles de RITE Power et BTE Power font face aux besoins des utilisateurs de Power pour une meilleure performance, une connectivité sans fil et un design moderne discret.

« Avec sa qualité sonore inégalée, sa connectivité sans fil, son spectre complet de styles et son prix raisonnable, la gamme Vigo Connect peut offrir les bénéfices des soins auditifs modernes à davantage de personnes » a déclaré Christophe Aubert, Directeur Commercial Oticon

La nouvelle gamme Oticon Vigo Connect est déjà disponible. ■

2

Du mouvement chez Oticon au Service Technique !



Après 40 années en audioprothèse, Jean-Pierre Fraisse goûte enfin au dolce farniente ! Il a débuté sa carrière chez Audipha, rue d'Alsace à Courbevoie, qui distribuait alors Oticon, Siemens, Rexton et Beltone. Puis, il découvre de plus près le quotidien des audioprothésistes en rejoignant le service technique des laboratoires Sanguy à Marseille. Quelques années plus tard, il retrouve Oticon et

son service technique dont il deviendra le Directeur dans les années 80. Jean-Pierre a été le témoin de toutes les évolutions technologiques de notre activité. Il a connu les premiers appareils analogiques et les réglages des trimmers au seul tournevis. Puis la fantastique aventure du numérique et l'évolution constante des logiciels. Véritable mémoire de l'audioprothèse, Jean-Pierre était respecté de tous, tant pour sa gentillesse que pour son professionnalisme.

Grand sportif, marathonien, skieur, wind surfer, nul doute que ce moment de la retraite sera tout entièrement dédié à ses nombreuses activités sportives du côté de la Grande Bleue, là où il passait, en famille, l'essentiel de ses vacances. Have a good trip Jean-Pierre !



C'est ainsi Joël Friess qui reprend la tête du Service Technique.

Ainsi que nous l'avions déjà annoncé après le départ en retraite de Jean-Pierre

Fraisse, Jens Kofoed a demandé à Joël Friess d'assurer la responsabilité de ce département chez Prodition.

Une suite logique puisque les deux hommes avaient déjà travaillé ensemble pendant une dizaine d'années chez Siemens avant de rejoindre ensemble le Service technique et le SAV de Prodition accompagnés de Françoise Avignon et de Laurence Scafidis en 1995.

Une collaboration encore une fois naturelle, puisque les deux hommes ont toujours partagé la même rigueur professionnelle et le même respect de ce que l'on doit à un client : la meilleure qualité de service et le meilleur accueil téléphonique.

Le support HotLine nouvellement confié à Françoise Avignon et Stéphane Plagnes témoigne de toute l'attention qu'il entend donner à un véritable service de proximité.

Côté passion, Joël, alsacien d'origine, partage à 46 ans les mêmes goûts de l'effort que son prédécesseur, le vélo pour l'un, le marathon pour l'autre.

Le don de soi pour mieux servir, c'est la façon pour un Joël – Apiculteur - d'imaginer le Labo comme une fantastique ruche. ■



Eric Van Belleghem
 23 Rue C.N. Ledoux
 94000 CRÉTEIL
 Tél. +33(1)49.80.74.74
 Fax. +33(1).49.80.04.92

Sweep™ Technologie : en interface avec les futures aides auditives

**Jason A. Galster, Ph.D., et Aaron
 Schroeder, M.A.**

1

Résumé

Pendant des années, les patients ont rencontré des difficultés avec les boutons, molettes et commandes de petite taille de leurs aides auditives. La Sweep Technologie regroupe toutes les commandes classiques des aides auditives sur une surface unique, suffisamment flexible pour s'adapter aux besoins de tous vos patients. Cette surface contrôle l'environnement de manière intelligente, reconnaissant le contact avec le doigt d'un patient tout en ignorant les lunettes, les cheveux ou les chapeaux susceptibles de déclencher par erreur d'autres pièces mécaniques. Grâce à des recherches spécifiques, cette technologie avancée a été adaptée à l'utilisation d'aides auditives et présente des avantages à la fois pour les patients et les audioprothésistes.

« Je n'ai jamais mis au point une invention sans me demander en quoi elle pourrait être utile aux gens. » - Thomas Edison

Les aides auditives ont toujours été dotées de commandes, telles que des boutons, des commutateurs, des molettes ou des cadrans, toutes utilisées principalement pour modifier le volume ou changer de programme.

Former les patients à l'utilisation de la commande du volume et du bouton programme fait partie des activités quotidiennes d'un audioprothésiste et peut représenter un défi important pour certains d'entre eux. Des mesures prises sur des aides auditives modernes indiquent que la molette de commande du volume d'un appareil auditif présente une surface de 0,4 cm² et que cette surface est de 0,8 cm² pour un bouton-poussoir type. Ceci explique que les patients ont souvent des difficultés à localiser ces commandes de taille très réduite.

Dans de nombreux cas, ces difficultés sont aggravées par la présence d'une neuropathie périphérique, une maladie qui peut réduire la dextérité manuelle et engourdir les doigts. La taille des commandes des aides auditives, associée à la dextérité manuelle du patient, peut pousser ce dernier à retirer ses aides afin d'effectuer les réglages adéquats. Bien que la petite taille des commandes et la nécessité de retirer les aides auditives afin d'effectuer des réglages aient été acceptées par de nombreux utilisateurs, Starkey s'est lancé dans le développement d'un mécanisme de commutation adapté aux besoins des patients, y compris ceux qui ne pouvaient auparavant pas utiliser les commandes des aides auditives.

Afin de mettre au point un nouveau mécanisme de commutation innovant adapté aux besoins des patients, il était nécessaire d'adopter une réflexion non conventionnelle et de ne pas faire appel aux fournisseurs types de composants d'aides auditives. Considérant le succès et l'adoption extraordinaires de l'iPod Touch et de l'iPhone d'Apple, il était tout naturel de s'intéresser à la possibilité d'appliquer la technologie tactile aux aides auditives. Après tout, ce type de technologie peut donner accès à des caractéristiques et des applications innombrables, supprimant le besoin de commutateurs et de boutons mécaniques parfois difficiles à trouver.

En 1970, le brevet US3662105 : Capteur électrique de coordonnées planimétriques a été déposé par le Dr George Hurst. À l'époque, peu de personnes aurait pu imaginer les applications qui découleraient de cette technologie. Le Dr Hurst a en fait présenté au monde la première technologie à écran tactile. Au cours des 30 années qui ont suivi, les technologies à écran tactile n'ont été utilisées que pour des tâches d'importance minime, telles que des kiosques d'informations et des ordinateurs individuels. Certains capteurs tactiles utilisent une compression à travers des couches multiples de matériel ou une interruption d'ondes ultrasoniques afin de localiser le contact de l'utilisateur. Ces systèmes sont souvent trop délicats et imprécis pour être admis en tant que technologie première du contrôle tactile. Une des principales raisons du succès d'Apple

est la technologie capacitive. Cette technologie durable offre une très grande précision et peut avoir recours à quasiment tous les matériaux conducteurs. Elle consiste à envoyer une tension légère et imperceptible à travers une surface établissant ainsi un champ électrique minute. Lorsqu'un doigt touche la surface, la capacité naturelle du corps perturbe le champ, déclenchant le commutateur. La totalité du processus se déroule sans l'intervention de parties mobiles ; il s'agit d'une solution à solide pour contrôle tactile.

2

Sweep Technologie

Trois années de recherches spécifiquement axées sur l'application de la technologie tactile adaptée aux aides auditives ont mené à la création de la Sweep Technologie de Starkey. Les boutons et les interrupteurs ont fait place à une surface de commande unique de 0.8 cm², soit dix fois plus importante que celle d'un potentiomètre de volume traditionnel. Si les patients peuvent localiser l'arrière de leurs oreilles, ils peuvent ajuster leurs aides auditives en glissant ou en pressant et relâchant simplement la surface de commande de leurs appareils.



IMAGE 1. PRÉSENTATION DE DEUX CONTOURS D'OREILLE S SERIES. LA SURFACE SOMBRE LE LONG DU DOS DE L'AIDE AUDITIVE EST LA SURFACE TACTILE DE COMMANDE METTANT EN ŒUVRE LA SWEEP TECHNOLOGIE.

L'image 1 présente un contour d'oreille S Series™ de profil et de face. Les différences de peinture et de couleur sur chaque aide auditive permettent de localiser clairement l'emplacement de la surface de commande mettant en œuvre la Sweep Technologie. La

surface de commande est une surface lisse utilisant la même technologie tactile que l'iPhone d'Apple et permettant aux patients d'accéder sans difficulté aux commandes du volume et des programmes. Cette surface fait partie de l'aide auditive et aucun mouvement mécanique n'est requis pour l'activation d'une fonctionnalité. Plus de bouton-poussoir qui s'oxyde et s'abîme avec le temps ou d'ouverture autour du potentiomètre de volume susceptible de laisser l'humidité et les saletés pénétrer dans l'appareil.

La Sweep Technologie est conçue pour contrôler l'environnement des aides auditives. Parce qu'elle réagit aux «contacts» humains, la surface doit être suffisamment intelligente pour faire la différence entre un doigt ou une oreille, une particule de saleté ou du vernis à ongles. Elle apprend et s'ajuste constamment. Si une goutte de vernis à ongles sèche sur la surface de commande, celle-ci comprendra qu'il s'agit d'une substance étrangère et continuera de fonctionner correctement.

3

Fonction Sweep

Les dessins 2a et 2b présentent en détail la fonction intuitive de la Sweep Technologie.



DESSIN 2A. LES FLÈCHES ILLUSTRENT LE MOUVEMENT DE GLISSEMENT QUI, PAR DÉFAUT, DÉCLENCHÉ UN CHANGEMENT DE VOLUME.

Les réglages de volume par défaut se font en faisant glisser le doigt le long du dos de l'aide auditive. Effectuer un glissement vers le haut augmente le volume, à l'inverse, un glissement vers le bas le réduit. Les réglages de programme se font par une pression brève sur la surface. La flexibilité de la Sweep Technologie lui permet de s'adapter

aux besoins du patient. Si une fonction unique convient le mieux au patient, plusieurs options sont disponibles. Par exemple, si un patient veut seulement accéder aux réglages du volume, l'audioprothésiste peut permettre ce type de réglage par le biais d'un glissement ou d'une pression selon sa préférence. À l'inverse, si un patient a seulement besoin d'effectuer des réglages de programme, la commande du volume peut être désactivée, rendant uniquement disponible le programme par pression. Enfin, dans certains cas, en pédiatrie par exemple où la commande physique des aides auditives n'est pas requise, elle peut tout simplement être désactivée. Tous ces réglages sont facilement accessibles dans le logiciel Inspire® 2010.



DESSIN 2B. LES FLÈCHES ILLUSTRENT LE MOUVEMENT DE PRESSION QUI, PAR DÉFAUT, DÉCLENCHÉ UN CHANGEMENT DE PROGRAMME.

4

Les patients préfèrent un commutateur plus large et plus fiable

Dans le cadre d'une étude clinique, il a été demandé à 15 participants souffrant de déficience auditive d'évaluer l'utilisation d'un contour d'oreille, équipé à la fois d'un potentiomètre de volume et d'un bouton-poussoir de programme classique. Les participants ont ensuite dû évaluer un contour d'oreille S Series utilisant la Sweep Technologie. Après avoir manipulé les deux appareils, chaque participant a noté ses préférences concernant huit aspects des commandes d'aides auditives.

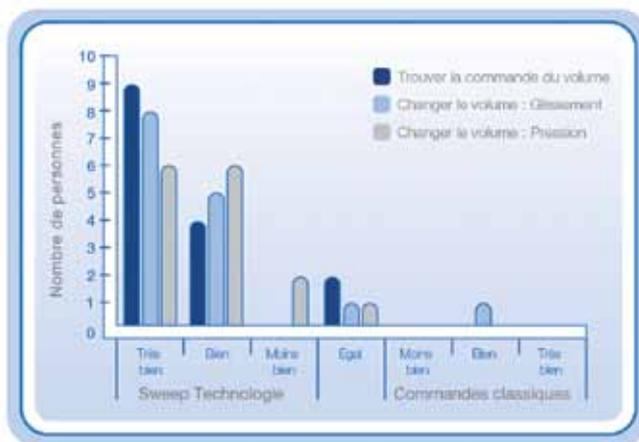
Le graphe 3 montre les préférences individuelles pour les questions concernant le réglage du volume. Les participants ont noté que la surface large de commande par glissement était plus facile à localiser. Ils ont également préféré réaliser des réglages de volume en utilisant la Sweep Technologie plutôt que la molette traditionnelle.

Le graphe 4 présente les données liées aux changements de programme. À nouveau, les participants ont noté la surface de commande comme étant plus facile à trouver et ont préféré réaliser leurs changements de programme avec la Sweep Technologie plutôt qu'avec le bouton-poussoir classique.

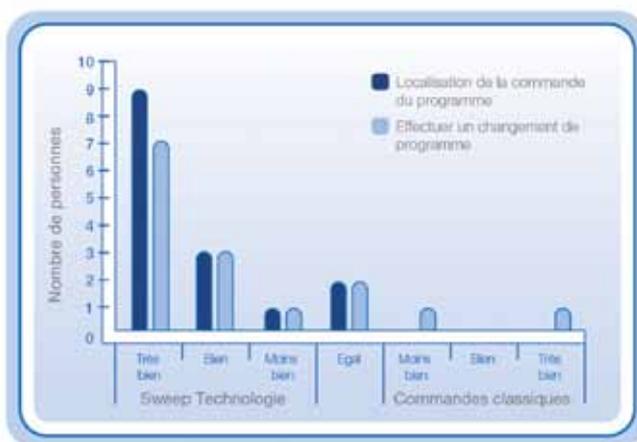
Le graphe 5 montre les jugements individuels concernant la qualité, l'esthétique et les performances générales. Tout comme pour les comparaisons précédentes, les participants à l'étude ont préféré la Sweep Technologie. Lorsqu'il leur a été demandé d'expliquer les raisons de leur préférence esthétique, certains participants ont noté que la Sweep Technologie était «élégante», «fluide», «plus sophistiquée» ou que les «aides auditives avec bouton ou potentiomètre avaient un aspect obsolète et vieillot».

Les avancées récentes dans le domaine de la conception d'aides auditives ont montré que les patients valorisaient davantage les appareils qui leur plaisaient d'un point de vue esthétique et technologique.

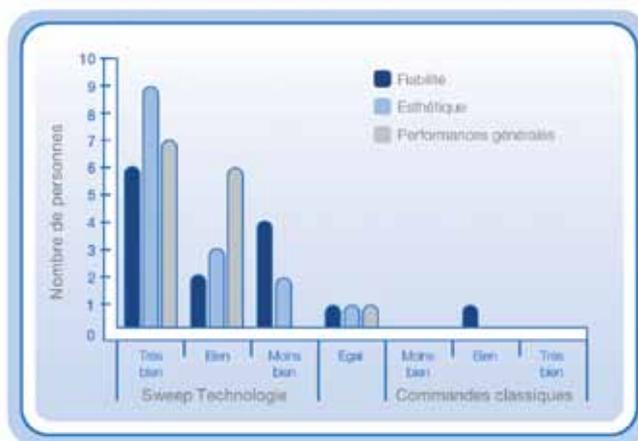
Selon les données préférentielles concernant la Sweep Technologie, il apparaît que les patients trouvent que ce concept est assorti à la technologie et donne une image très moderne des aides auditives. ■



GRAPHE 3. PRÉFÉRENCES INDIVIDUELLES POUR LA LOCALISATION DE LA COMMANDE DU VOLUME. LES PARTICIPANTS ONT COMPARÉ LES RÉGLAGES EN UTILISANT LA COMMANDE PAR GLISSEMENT ET UN POTENTIOMÈTRE DE VOLUME CLASSIQUE.



GRAPHE 4. PRÉFÉRENCES INDIVIDUELLES POUR LA LOCALISATION DE LA SURFACE DE COMMANDE DES CHANGEMENTS DE PROGRAMME. LES PARTICIPANTS ONT COMPARÉ LES RÉGLAGES EN UTILISANT LA COMMANDE PAR PRESSION ET UN BOUTON DE PROGRAMME TRADITIONNEL.



GRAPHE 5. PRÉFÉRENCES INDIVIDUELLES DES PARTICIPANTS CONCERNANT LA FIABILITÉ, L'ESTHÉTIQUE ET LA PRÉFÉRENCE GÉNÉRALE. LA SWEEP TECHNOLOGIE ET UN CONTOUR D'OREILLE TRADITIONNEL DOTÉ D'UNE MOLETTE DE VOLUME ET D'UN BOUTON DE PROGRAMME ONT ÉTÉ COMPARÉS.

INFORMATIONS

1

EPU - Année 2009

Cette manifestation intitulée « **PSYCHOACOUSTIQUE ET SURDITE - Applications prothétiques** » aura lieu les Vendredi 4 et Samedi 5 Décembre 2009 au **Centre des Congrès de la Villette**, Cité des Sciences et de l'Industrie, 30, avenue Corentin Cariou - PARIS 19^{ème} et sera complétée par une exposition des industriels, fabricants et importateurs de matériels d'audioprothèse et de matériels implantables.

Le pré-programme de cet EPU est le suivant :

Vendredi 4 Décembre 2009

8h00 - Accueil des participants

8h45 - 9h00

Introduction à l'EPU 2009. E. BIZAGUET, Audioprothésiste, Paris, Président du Collège National d'Audioprothèse

Séance du matin

9h00 - 9h45

Synthèse de l'EPU 2008. De la cochlée au traitement central de l'information sonore (intensité, fréquence et temps). A. COEZ, Audioprothésiste, Paris

Tests tonals et vocaux

9h45 - 10h45

Mesures psychoacoustiques tonales (illustrations sonores). Techniques usuelles. Techniques avancées. Outils existants. Nouveaux outils. Mesures des paramètres intensité, fréquence, temps, effet de masque. Y. LASRY, Audioprothésiste, Nantes

Pause 10h45 - 11h15

11h15 - 11h45

Mesures vocales dans le silence et dans le bruit (illustrations sonores). Corrélation entre tonale et vocale. Analyse des discordances. F. LEFEVRE, Audioprothésiste, Rennes

11h45 - 12h30

Démarche prothétique. Protocole initial et organisation des tests complémentaires. E. BIZAGUET, Audioprothésiste, Paris

Pause déjeuner

Séance de l'après-midi

Mesures psychoacoustiques et réglages des traitements du signal

14h00 - 15h30

Compressions. Tk, Fc, multicanaux, temps d'attaque et de retour, Wdrc, curvilinéaire, écrêtage, expansion. S. LAURENT, Audioprothésiste, Gourin. F. DEGOVE, Audioprothésiste, Garches

Pause 15h30 - 16h00

16h00 - 17h00

Traitements privilégiés du signal. Réducteurs de bruit et renforcement de la parole. C. RENARD, Audioprothésiste, Lille

17h00 - 17h45

Microphones directionnels. Fixes, adaptatifs, multiprogrammes. S. LAURENT, Audioprothésiste, Gourin

Samedi 5 Décembre 2009

8h30 - Accueil des participants

Séance du matin

Applications pratiques - les réglages

9h00 - 9h45

Transposition et compression de fréquences. A. COEZ, Audioprothésiste, Paris

9h45 - 10h15

Autres traitements spécifiques du signal. Anti-larsen. Communication entre les deux appareils. J. JILLIOT, Audioprothésiste, Callian

Pause 10h15 - 11h00

Choix technologiques et réglages en fonction du bilan d'orientation prothétique tonal et vocal et des résultats des mesures psychoacoustiques

11h00 - 12h30

Adaptation prothétique et contrôle d'efficacité. Interférence entre réglages. Incidence sur les mesures psychoacoustiques. Désactivation de traitement spécifique en contrôle d'efficacité. S. GARNIER, Audioprothésiste, Sartrouville. F. LEFEVRE, Audioprothésiste, Rennes

Pause déjeuner

Séance de l'après-midi

14h00 - 14h30

Multiprogrammation. Mesures psychoacoustiques et traitement du signal, des bruits selon leur nature, de la musique, des milieux bruyants. B. HUGON, Audioprothésiste, Paris. A. VINET, Audioprothésiste, Paris

14h30 - 15h00

Localisation sonore spatiale, équilibrage sonore et stéréaudiométrie. L. DODELE, Audioprothésiste, Braine l'Alleud

Cas cliniques

15h00 - 15h45

Analyse des résultats de l'utilisation des aides auditives en situation réelle (data logging, questionnaire).

Pause 15h45 - 16h15

16h15 - 16h45

Analyse des résultats de l'utilisation des aides auditives en situation réelle (suite).

16h45 - 17h00

Synthèse, conclusion et introduction à l'EPU 2010. A. COEZ et E. BIZAGUET, Audioprothésistes, Paris

Renseignements : Danièle KORBA

Collège National d'Audioprothèse
10, rue Molière - 62220 CARVIN

Tél. : 03 21 77 91 24

Fax : 03 21 77 86 57

E-mail : college.nat.audio@orange.fr

frwww.college-nat-audio.fr

2

**Programme du congrès
« les surdités de l'enfant »**

15 et 16 Janvier 2010

Palais du Nouveau Siècle Lille

**Organisé par l'ALLOF,
sous l'égide de la SIOLF**

Vendredi 15 janvier 2010

08h00 Accueil des participants

08h20 Introduction : FM. Vaneecloo

08h30 **Table ronde** : Du dépistage au

diagnostic précoce : Aspects éthique, psychologique, médical et juridique : méthodologie et résultats

Modérateur : M. Mondain (Montpellier)
Participants : D. Gosset (Lille), M. Roussey (Rennes), P. Schmidt (Reims), Y. Lerosey (Evreux), I. Ruzza (Lille), B. Vos (Bruxelles), R. Buelens (Lille)

10h00 Pause et visite de l'espace exposition

10h30 **Séance inaugurale** : JP. Farriaux (Lille), JP. Bebear (Bordeaux), A. Abad (Alger), C. Fonck (Bruxelles), Autorités.

11h30 **Table ronde** : Prise en charge précoce de la surdité de l'enfant : diagnostic, orthophonie, appareillages

Modérateur : EN. Garabedian (Paris)
Participants : B. Godey (Rennes), P. Govaerts (Anvers), R. Marianowski (Brest), E. Radafy (Nantes), C. Renard (Lille), P. Estoppey (Lausanne), S. Lautissier (Bordeaux)

13h00 Déjeuner

14h15 **Ateliers**

- Prise en charge et rééducation orthophoniques de l'enfant sourd avant l'âge de 1 an : N Delporte (Lille), S. Lautissier (Bordeaux)
- Dépistage précoce de la surdité de l'enfant : otoémissions, potentiels évoqués automatisés : aspects pratiques : Y. Lerosey (Rouen), I. Ruzza (Lille)
- Tympanoplastie chez l'enfant : P. Romanet (Dijon), S. Ayache (Grasse)
- Imagerie des surdités de l'enfant : F. Dubrulle (Lille)
- Symposium : Nouveautés Cochlear

15h00 **Ateliers**

- Rééducation orthophonique de l'enfant sourd : G. Bescond (Rennes), A. Le Ray (Nantes)
- Appareillage conventionnel auditif de l'enfant avant l'âge de 1 an : Réglages, surveillance : M. Renard (Lille), P. Estoppey (Lausanne)
- Cholestéatome de l'enfant : A. Gentine (Strasbourg), S. Schmerber (Grenoble)
- Imagerie fonctionnelle des surdités : JP. Pruvo et coll. (Lille)
- Symposium Neurelec : L'implantation cochléaire chez l'enfant

15h45 Pause et visite de l'espace exposition

16h15 **Conférence** : Les surdités génétiques : C. Vincent (Lille)

17h00 **Table ronde** : Implant cochléaire de l'enfant. Indications opératoires précoces, techniques chirurgicales, réglages, résultats

Modérateur : D. Djennaoui (Alger)
Participants : T. Mom (Clermont Ferrand), T. Van Den Abbeele (Paris), N. Yahi (Alger), H. El Edghiri (Rabat), A. Le Ray (Nantes), M. Lefevre (Lille), S. Baudry (Bruxelles)

18h30 Fin de la journée

20h30 Cocktail de gala au Palais des Beaux Arts de Lille : visite privée, trio à cordes et cocktail dînatoire.

SAMEDI 16 JANVIER 2010

09h00 **Ateliers**

- Linguistique et langue des signes : T. Haesenne (Bruxelles)
- Dépistage et rééducation auditive : FM. Vaneecloo (Lille), M. Turki (Lille), APESAL
- Implants d'oreille moyenne, prothèse BAHHA chez l'enfant, aspects techniques : nc.
- Prise en charge de l'enfant sourd : S. Bel Mahdi (Alger), R. Toumi (Alger)
- Symposium : Les Implants auditifs Med-El spécialement pour les enfants

09h45 **Conférence** : Handicaps et surdités : L. Vallée, P. Delion (Lille)

10h30 Pause et visite de l'espace exposition

10h55 SIOLF : information

11h00 Table ronde : Bilinguisme, choix des patients, éducation, aspects institutionnels et économiques

Modérateur : S. Moreau (Caen)
Participants : JP. Bebear (Bordeaux), A. Lamrani (Casablanca), M. Populo (Fort de France), J. Sanchez (Madrid), E. Bizaguet (Paris), C. Ligny (Bruxelles), R. Toumi (Alger)

13h00 Déjeuner

14h15 **Ateliers**

- Introduction à la LSF et langage signé : nc.
- Réglages des implants cochléaires : C. Renard (Lille), E. Radafy (Nantes)
- Prothèses électro-magnétiques,

aspects techniques : nc.

- Symposium Otometrics : La Pratique, l'intérêt et les limites de l'ASSR (Auditory Steady State Response)
- Atelier 5 : nc.

15h00 **Conférence** : Les aspects éducatifs et institutionnels de la surdité de l'enfant : J. Sanchez (Madrid)

15h45 Pause et visite de l'espace exposition

16h15 **Table ronde** : Prise en charge des surdités moyennes

Modérateur : MP. Thill (Bruxelles)
Participants : K. Niemczyk (Varsovie), FM. Vaneecloo (Lille), S. Ayache (Grasse), A. Bequignon (Caen), N. Delporte (Lille), M. Boyer (Lille), X. Debruille (Reims)

17h45 Fin du congrès

ORATEURS

- S. Ayache (Grasse), A. Abad (Alger)
- S. Baudry (Bruxelles), JP. Bebear (Bordeaux), S. Bel Mahdi (Alger)
- A. Bequignon (Caen), G. Bescond (Rennes), E. Bizaguet (Paris)
- M. Boyer (Lille), R. Buelens (Lille)
- X. Debruille (Reims), P. Delion (Lille)
- N Delporte (Lille), D. Djennaoui (Alger)
- F. Dubrulle (Lille), H. El Edghiri (Rabat)
- P. Estoppey (Lausanne), JP. Farriaux (Lille), C. Fonck (Bruxelles)
- EN. Garabedian (Paris), A. Gentine (Strasbourg), B. Godey (Rennes)
- D. Gosset (Lille), P. Govaerts (Anvers)
- T. Haesenne (Bruxelles), A. Lamrani (Casablanca), S. Lautissier (Bordeaux)
- A. Le Ray (Nantes), M. Lefevre (Lille)
- Y. Lerosey (Evreux), C. Ligny (Bruxelles), R. Marianowski (Brest)
- T. Mom (Clermont Ferrand), M. Mondain (Montpellier)
- S. Moreau (Caen), K. Niemczyk (Varsovie), M. Populo (Fort de France)
- JP. Pruvo et Coll., E. Radafy (Nantes)
- C. Renard (Lille), M. Renard (Lille)
- P. Romanet (Dijon), M. Roussey (Rennes), I. Ruzza (Lille), J. Sanchez (Madrid), S. Schmerber (Grenoble)
- P. Schmidt (Reims), MP. Thill (Bruxelles), R. Toumi (Alger)
- M. Turki (Lille), L. Vallée (Lille)
- T. Van Den Abbeele (Paris), FM. Vaneecloo (Lille), C. Vincent (Lille)
- B. Vos (Bruxelles), N. Yahi (Alger) ■



Nouveauté !

Nitro 700 SP
Nitro 300 SP
compatibles
Siemens Tek

Siemens Nitro. La puissance à l'état pur. Nouveaux contours surpuissants compatibles Tek.

Développant jusqu'à 145 dB de niveau de sortie, Nitro SP s'inscrit parmi les appareils les plus puissants du marché. Décliné en série 700 (16 canaux) et 300 (8 canaux), Nitro SP convient pour l'appareillage des pertes auditives sévères à profondes. Equipé du circuit numérique de dernière génération, il dispose des innovations technologiques les plus récentes en matière de correction auditive (nouvel anti-Larsen). Nitro SP est aussi compatible avec Siemens Tek™ pour la connectivité Bluetooth.
www.siemens.fr/audiologie

Answers for life.*

SIEMENS

* Des réponses pour la vie

Sweep™ Technologie



Introduction de la Sweep™ Technologie

Première aide auditive dotée de la technologie tactile identique à celle utilisée par le Ipod Touch ou Iphone d'Apple. C'est plus intelligent. C'est plus simple. C'est Starkey.