

# Suivi des effets de la thérapie vocale

## LE PHONETOGRAMME ET LA FREQUENCE FONDAMENTALE USUELLE

par **Patrizio SIX**

**Patrizio SIX**  
licencié en logopédie de  
l'Université Catholique de Louvain,  
Centre d'Audio-Phonologie  
Paul Gans, Ecole de Santé Publique  
(2ème étage),  
Clos Chapelle-aux-Champs, 30  
1200 BRUXELLES (Belgique)

*\* Il est à signaler que ces auteurs ont  
d'autres conventions que la Com-  
mission des Tests de la Fonction  
phonatoire de la Société Japonaise  
de Logopédie et de Phoniatrie.  
(Hirano, 1981)*

Le phonétogramme est une technique qui permet de cartographier les possibilités fonctionnelles du larynx en fonction de deux paramètres : la fréquence fondamentale (ou hauteur tonale) et l'intensité. La phonétographie a récemment fait l'objet d'une proposition de standardisation (Schutte et Seidner, 1983, sous l'égide de l'Union des Phoniâtres Européens)\* ; cette dernière devenant impérative, eu égard à la diffusion que commence à connaître cette technique. L'appareillage de base se compose d'un décibel-mètre où les intensités sont lues en dB (A), d'un microphone, d'un générateur sonore indiquant au sujet la fréquence à reproduire vocalement et d'une feuille de protocole où se notent les résultats sous la forme d'un graphique. Il est capital que le décibel-mètre soit maintenu à une distance constante des lèvres. Le contact rigide du microphone avec le décibel-mètre est à éviter. Nous utilisons un décibel-mètre analogique et un support métallique prenant appui autour du cou et muni de deux articulations, qui permettent un réglage de la distance du microphone (figure I).

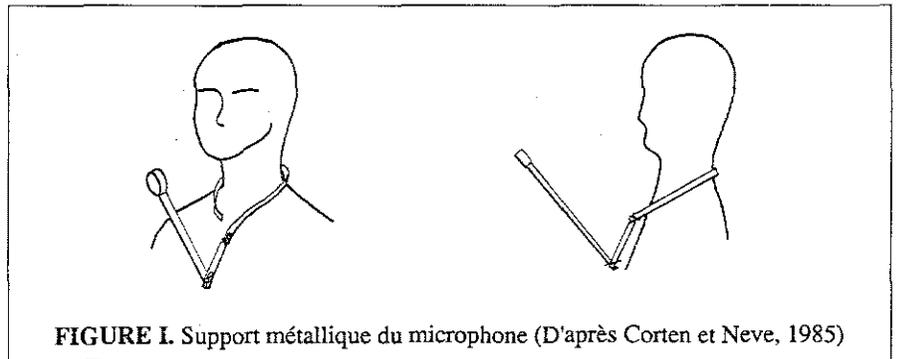


FIGURE I. Support métallique du microphone (D'après Corten et Neve, 1985)

Différentes distances ont été utilisées. L'Union des Phoniâtres Européens recommande 30 cm, pour des raisons physico-acoustiques de sensibilité des appareils, cette distance offrant un rapport signal/bruit tel qu'un niveau vocal même très bas émerge du bruit de fond. Schutte et Seidner proposent encore un local calme, avec un bruit ambiant ne dépassant pas 40 dB (A). Le générateur sonore que nous avons utilisé est un piano électrique HOHNER à 5 octaves (do 0 - do 5). On demande au sujet d'émettre sur un <a> chacune des notes qu'il est capable de reproduire, une première fois «pianissimo» et une seconde fois «fortissimo». On reporte les coordonnées sur le graphique standardisé représenté ci-contre.

L'intérêt clinique du phonétogramme a été souligné par plusieurs auteurs. Dejonckere et coll. (1985) résument les principaux éléments :

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une année de spécialisation en phoniatrie faisant suite à la licence en logopédie, sous la tutelle du professeur Françoise DEJONG-ESTIENNE, logopède, et du Dr P.H. DEJONCKERE. Les conclusions tirées n'engagent cependant que l'auteur.

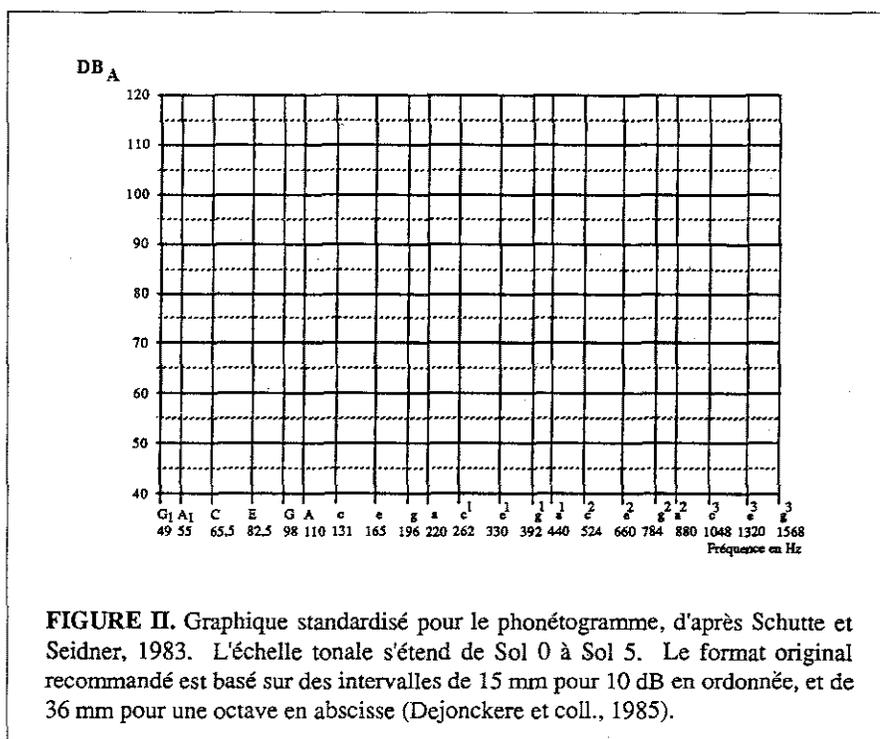
1. valeur de diagnostic et de documentation du diagnostic pour toute dysphonie et dysodie (Calvet, 1953 ; Damsté, 1970 ; Dejonckere, 1977 ; Dejonckere et Estienne, 1980 ; Wolf et coll., 1935)

2. valeur indicative quant au plan thérapeutique (Coleman et coll., 1977 ; Dejonckere, 1977 ; Schutte, 1975 ; Waar et Damsté, 1968)

3. suivi de l'évolution du trouble ou de l'effet thérapeutique (Damsté, 1970 ; Dejonckere, 1977 ; Dejonckere et Estienne, 1980 ; Schutte, 1975 ; Waar et Damsté, 1968).

Chez Dejonckere et Estienne (1980), l'analyse des comparaisons avant-après traitement objective un effet positif net sur l'écart tonal maximum, sur la dynamique d'amplitude et sur l'étendue de l'aire phonatoire.

Le présent travail garde cette orientation d'analyser l'effet d'une thérapie vocale au travers des résultats successifs aux différents paramètres du phonétogramme. Son originalité tient à l'inclusion d'un paramètre que nous considérons entre autres en rapport avec la tessiture du sujet : la fréquence fondamentale usuelle mesurée très précisément au cours de l'examen spectrographique. En outre, les limitations rencontrées ouvrent la voie à une réflexion critique à propos de la phonétographie telle qu'elle est appliquée actuellement. L'essentiel est en effet de disposer d'un outil le plus fiable possible et toujours plus pratique.



## Matériel et Méthodes

### I. Procédure - Population étudiée

Tous les patients de notre étude ont consulté le service pour un problème de voix. Pour chacun d'eux, nous disposons de deux mesures phonétographiques (la méthode est explicitée dans l'introduction). La première date du jour de consultation, préalablement à tout traitement. La seconde eut lieu en fin de traitement rééducatif, généralement, mais pas nécessairement le jour de la consultation pour contrôle.

Parmi les patients que nous avons traités dans le courant de cette année, ceux qui répondent à ces critères sont au nombre de 26. Il y a 5 hommes et 21 femmes. L'âge

moyen des hommes est de 32.6 (de 13 à 55 ans). L'âge moyen des femmes est 36.8 (de 21 à 54 ans). On dénombre : 7 enseignantes, 1 enseignant, 8 sujets féminins sans profession, 1 sujet masculin sans profession, 3 étudiantes (dont une en art dramatique), 2 étudiants, 1 employée, 1 employé, une responsable du personnel et une chanteuse de variété. Chez 17 sujets féminins et 2 sujets masculins, nous disposons de deux mesures de la fréquence fondamentale usuelle moyennée en phonation, obtenues à partir d'un analyseur spectral 3561 A DYNAMIC SIGNAL ANALYZER (HEWLETT PACKARD) sur une lecture d'un texte standardisé ( $\pm 40$  secondes).

On dénombre :

- 10 cas de dysphonies dysfonctionnelles pures, sans altération morphologique des cordes vocales ;
- 10 cas de nodules vocaux, pour la plupart bilatéraux, dont la moitié a fait l'objet d'une intervention chirurgicale, en plus du traitement rééducatif en cours ;
- 5 cas de dysphonies de type organique : 2 polypes, 1 hémorragie sous-muqueuse, 1 laryngite chronique, 1 déformation du bord libre de la corde vocale droite, autre que nodulaire (petite zone d'épaississement épithélial kératinisé) ;
- un cas de paralysie unilatérale d'origine traumatique.

La moyenne du nombre de séances de rééducation pratiquées entre deux mesures phonétographiques est de 8.7 (de 3 à 18 séances).

## II. Paramètres explorés

Pour chacun des phonétoqrammes, nous avons calculé :

- l'intensité minimum moyenne en dB (A) ;
- l'intensité maximum moyenne en dB (A) ;
- l'étendue tonale en demi-tons ;
- la dynamique d'amplitude moyenne en dB (A) ;
- la dynamique d'amplitude maximum en dB (A) ;
- la surface totale approximative (calculée en effectuant le produit de l'étendue tonale et de la dynamique d'amplitude moyenne).

Nous avons également calculé, avec les mesures disponibles, la place de la fréquence fondamentale usuelle par rapport à l'ensemble des fréquences émissibles des phonétoqrammes. Pour ce faire, nous avons préalablement transformé les valeurs des fréquences respectives en notes de l'échelle musicale, afin de respecter la réalité psycho-physique et d'obtenir des données comparables entre elles. Nous avons alors exprimé la localisation du fondamental usuel en pourcentage de l'ensemble de l'étendue tonale, avant et après traitement.

## Résultats

L'importance de nos échantillons étant relativement restreinte, nous avons soumis nos données brutes à des tests statistiques non-paramétriques.\*

Trois aspects sont pris en considération :

la place de la fréquence fondamentale usuelle dans le phonétoqramme, la modification de la fréquence fondamentale usuelle et l'évolution des paramètres du phonétoqramme avec le traitement.

### I. La place de la fréquence fondamentale usuelle dans le phonétoqramme :

Disposant de 17 cas féminins et de 2 cas masculins où les mesures avaient pu être réalisées avant et après traitement, nous avons appliqué le test de Wilcoxon, pour données paires, aux 19 paires de notre échantillon. Il n'en ressort aucune différence significative. La place de la fréquence fondamentale usuelle, avant le traitement comme après le traitement, en pourcentage de l'étendue tonale, est de l'ordre de 25 à 30 % (tableau I).

	AVANT TRAIT.	APRES TRAIT.	TEST STAT.
MEDIANES (en % de l'étendue tonale)	28,57 %	29,41 %	NS

**Tableau I.** Localisation de la fréquence fondamentale en % de l'étendue tonale (NS= Non significatif)

## II. La modification de la fréquence fondamentale usuelle après traitement rééducatif :

Nous avons calculé, pour chaque paire de données successivement, la proportion dans laquelle la fréquence fondamentale usuelle se rapproche ou s'écarte, après traitement, d'une valeur normale théorique de 233 Hz (sib 2) pour les femmes ou de 116.5 Hz pour les hommes (sib une octave plus bas).

Le calcul s'effectue comme suit. Toute valeur qui va dans le sens d'un rapprochement de la valeur initiale vers la valeur normale théorique est un gain (par exemple : de 187.5 Hz à 233 Hz : +45.5). Toute valeur qui ne tend pas vers la valeur normale théorique est une perte (par exemple : de 233 Hz à 237 Hz : -4). Dans notre exemple, un changement de 187 Hz à 237 Hz correspond à un gain effectif de  $45.5 - 4 = 41.5$ .

Nous avons appliqué le test de Wilcoxon, pour données paires, aux 19 différences ainsi calculées. Ce test s'avère, toutes pathologies confondues, statistiquement significatif ( $p < 0.05$ ). Le tableau II reprend les 19 paires de données et les différences calculées selon le principe décrit.

AVANT TRAIT.	APRES TRAIT.	$\Delta$
207,5	210	+ 2,5
220	228	+ 8
225	265	- 24
250	271	- 21
185	221	+ 36
210	260	- 4
160	190	+ 30
167,5	185	+ 17,5
190	228	+ 38
190	230	+ 40
180	197,5	+ 17,5
227,5	222,5	- 5
186	195	+ 9
177,5	180,5	+ 3
245	245	0
215	226	+ 11
187,5	237	+ 41,5
170	147	+ 23
187,5	160	+ 27,5

**Tableau II.** Modification de la fréquence fondamentale en Hz après traitement. ( $\Delta$  = différence par rapport à une valeur normale théorique définie dans le texte).

## III. L'évolution des paramètres du phonétogramme après traitement rééducatif :

Au test de Wilcoxon, pour données paires, nous observons un accroissement statistiquement significatif des paramètres suivants : intensité moyenne maximum, étendue tonale, dynamique d'amplitude moyenne, dynamique d'amplitude maximum et surface du phonétogramme (figure III).

Nous avons reclassé les données en trois groupes pathologiques distincts : dysfonctionnels purs, nodules vocaux et autres pathologies dysorganiques. La figure IV ne reprend que les valeurs statistiquement significatives, pour chacune des pathologies considérées.

Nous avons considéré séparément une catégorie regroupant 5 patients adeptes de la musique vocale (2 hommes, 3 femmes), venus consulter pour un problème de

voix chantée (dysodie); Les données recueillies sont résumées dans le tableau III. Nous constatons en particulier un léger abaissement du seuil de l'intensité minimale (piano). La moyenne en demi-tons de l'étendue tonale couvre deux octaves et demie (voix cultivée).

	AVANT TRAITEMENT	APRES TRAITEMENT
INTENSITE MINIMUM	69,09	68,54
INTENSITE MAXIMUM	90,38	95,42
ETENDUE TONALE	31	31
DYNAMIQUE MOYENNE	24	30,68
DYNAMIQUE MAXIMUM	35	37,5
SURFACE	648	887,04

Tableau III. Paramètres du phonétogramme avant et après traitements chez 5 patients dysodiques.

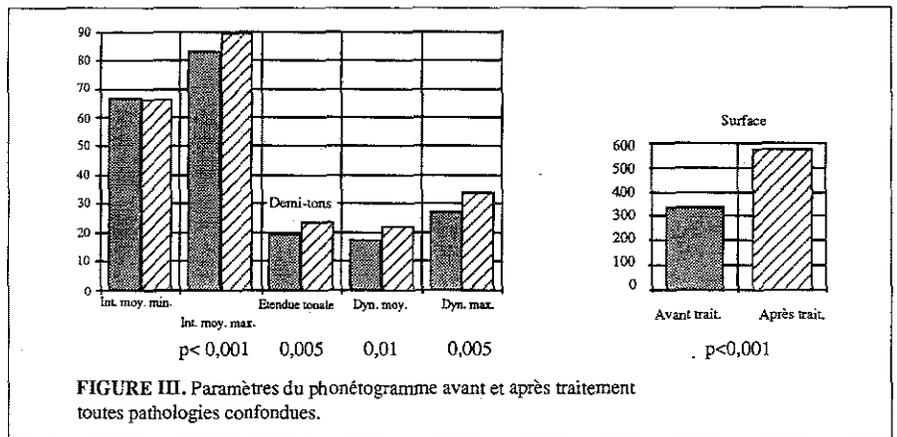
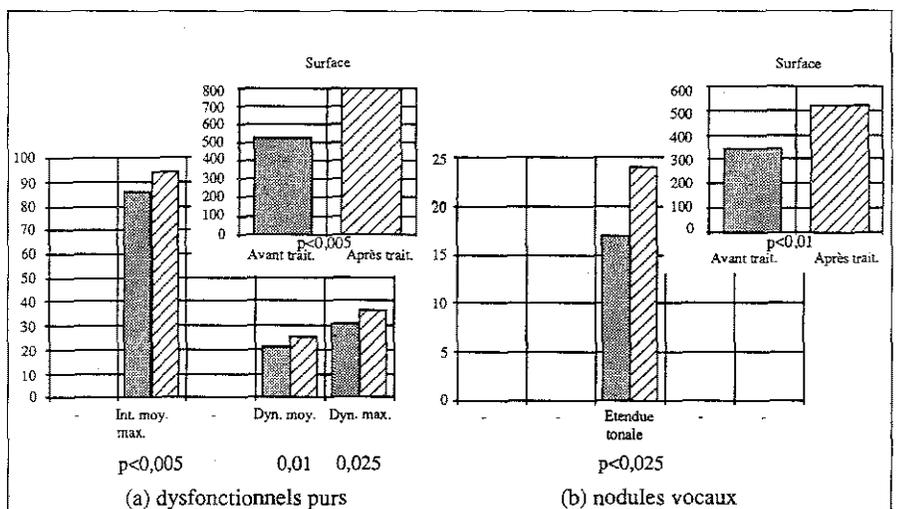
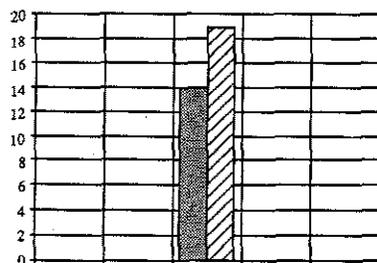


FIGURE III. Paramètres du phonétogramme avant et après traitement toutes pathologies confondues.



(a) dysfonctionnels purs

(b) nodules vocaux



$p = 0,062$   
 (à la limite de la signification)  
 (c) pathologies dysorganiques

**FIGURE IV.** Paramètres du phonétogramme en fonction de la catégorie nosologique  
 (a) dysfonctionnels purs  
 (b) nodules vocaux  
 (c) pathologies dysorganiques

## Discussion

L'analyse de cet ensemble de résultats aboutit aux considérations suivantes. On peut imaginer qu'il existe, pour la fréquence fondamentale usuelle, une zone de localisation optimale par rapport à l'ensemble des fréquences émissibles. En cas de pathologie vocale, cet équilibre serait déplacé. Dans notre échantillon, la fréquence fondamentale se situe à 25-30 % au-delà de la note la plus basse qui soit émissible. Cette valeur ne subit pas de changement après le traitement. Nous pouvons l'expliquer par la variation concomitante de la fréquence fondamentale et de l'étendue tonale. La fréquence fondamentale rejoint une valeur normale théorique, tandis que l'étendue tonale s'accroît en demi-tons en deçà et au-delà de cette fréquence fondamentale.

Nous constatons par contre que le fondamental usuel de nos patientes est globalement aggravé (16 cas sur 17), et qu'il tend à se normaliser après traitement rééducatif. La fréquence fondamentale de nos deux sujets masculins, anormalement élevée avant le traitement, manifeste une tendance à l'abaissement. Nous pensons que c'est la conséquence d'une conception de la rééducation de la voix qui consiste à considérer, outre l'aspect couplage pneumo-phonique, celui du placement de la voix dans les résonateurs\*.

\* ESTIENNE-DEJONG. 1980.

Mais notre étude visait prioritairement l'effet de la thérapie vocale au travers des résultats successifs aux différents paramètres du phonétogramme. Nous nous attendions à un effet positif comparable à celui que décrivent Dejonckere et Estienne (1980). L'analyse statistique de nos données plaide en faveur d'une amélioration significative de chacun des paramètres du phonétogramme, exception faite de l'intensité moyenne minimum. Il est à noter que ce paramètre nous semble particulièrement sensible à un certain nombre de facteurs, de nature parfois bien différente. La capacité d'émettre un son vocalique «pianissimo» dépend en effet aussi bien des possibilités physiologiques du sujet que de sa compréhension du concept «pianissimo».

De plus, aux intensités minimales, le bruit ambiant joue un rôle non négligeable. Nous ajoutons, à titre indicatif, que la mesure de l'intensité moyenne minimum observée s'écarte de 1 à 5 dB d'une valeur normale théorique de 60-65 dB. La différence entre l'intensité moyenne maximum des phonétogrammes observés et une valeur normale théorique de 95-100 dB est de l'ordre de 10 à 15 dB.

Si l'on considère séparément les groupes pathologiques étudiés, nous constatons que les patients souffrant d'une pathologie dysfonctionnelle pure évoluent sur plus de paramètres que tous les autres, tandis que les patients souffrant d'une pathologie dysorganique autre que nodulaire ne présentent qu'une amélioration à peine perceptible de leur étendue tonale.

Les patients souffrant d'une pathologie nodulaire forment un groupe intermédiaire. Nous retrouvons là la hiérarchie observée chez Dejonckere et Estienne (1980), constatant que les améliorations les plus importantes surviennent dans le

cadre des dysphonies dysfonctionnelles, alors que les effets du traitement paraissent moins marqués dans le cadre des dysphonies dysorganiques sans traitement chirurgical. Nous ferons remarquer que, dans 5 cas de pathologies nodulaires, le traitement est à la fois rééducatif et micro-chirurgical. Dans 4 cas sur 5, cependant, le phonétogramme de contrôle (nettement plus étendu après traitement rééducatif) eut lieu avant l'acte opératoire, ce qui met en valeur l'efficacité de la rééducation orthophonique quant à l'extension des possibilités fonctionnelles du sujet.

L'évolution des patients dysodiques se fait dans le même sens que celle des patients dysphoniques dysfonctionnels (aucun des patients dysodiques ne souffre d'ailleurs d'une quelconque altération organique des cordes vocales). Leur particularité tient à une surface phonétographique largement plus élevée, au point de départ, que celle des patients souffrant d'une même pathologie dysfonctionnelle, mais ne pratiquant pas le chant (648 contre 249.9).

Dans 4 cas, nous constatons que la surface du phonétogramme mesurée au moment du contrôle est en régression. Les patients en question ont bénéficié de mesures thérapeutiques identiques aux autres. Rien ne laissait présager de tels résultats. Une réflexion à ce sujet permet de dégager deux facteurs hypothétiques. Un premier facteur de dégradation du tableau clinique antérieur éclaire la situation dans les deux premiers cas. La première patiente souffrait en effet de problèmes oto-rhino-laryngologiques chroniques. Quoique bénins, de tels problèmes, associés à des préoccupations familiales constantes, ont constitué un handicap dans l'intégration adéquate des principes de la rééducation. Suite à des problèmes personnels qu'il était difficile de cerner en situation de rééducation, la deuxième patiente présenta un début de dysphonie spasmodique. Dans les deux cas restants (nodules vocaux), il n'existe pas d'explication semblable.

Nous pensons qu'un second facteur, inhérent aux conditions de mesure des phonétogrammes à comparer, joue un rôle décisif dans tous les cas cités. Ces considérations introduiront un commentaire critique à propos des aspects méthodologiques du phonétogramme. Pour des raisons de disponibilité des cliniciens du service, dans les 4 cas qui nous intéressent, les mesures successives ont été effectuées par deux personnes différentes. La sévérité des critères d'évaluation peut varier d'une personne à l'autre. Nous savons qu'il est indispensable de faire précéder l'examen d'une explication générale et d'une démonstration. Cette condition ayant été respectée, les situations les plus délicates surviennent lorsque le sujet a quelque difficulté à reproduire correctement une tonalité donnée. Le nombre d'essais influence directement la performance du sujet. Or l'intérêt du phonétogramme est d'obtenir une image brute, pour ainsi dire, du fonctionnement de la voix du sujet. Les résultats obtenus après un nombre important d'essais sont à interpréter avec beaucoup de réserves. L'idéal serait de déterminer le nombre d'essais minimum, tout en s'assurant de la reproduction correcte de la tonalité à émettre. En outre, il serait intéressant de disposer de marges d'acceptation qui constitueraient des valeurs autour desquelles se rangerait chacune des émissions du sujet. Nous pensons à un système électronique de contrôle connecté à un système informatique de traitement des données. Un projet est à l'étude qui envisage, d'une part, la précision des critères d'évaluation (fiabilité des mesures effectuées par différents examinateurs, instructions standardisées avec feedback de contrôle de la compréhension du sujet, nombre d'essais, émission éventuelle en continu de la note la plus grave à la plus aiguë), et d'autre part, la mise à l'épreuve d'un matériel de traitement des résultats à la fois économique et performant (appareils de mesure digitaux, support de microphone plus pratique, traitement informatique).

Un reproche courant concernant le phonétogramme est qu'il ne tient pas compte de la qualité de l'émission. Certains professionnels du chant, en outre, sont parfois déconcertés d'être invités à chanter une note sans aucune préparation préalable. Nous pensons qu'il convient d'adapter la procédure de l'examen au type de demande formulée.

Nous restons convaincus que le phonétogramme est un examen suffisamment sensible, au point de vue diagnostique comme au point de vue comparatif. Il constitue un document d'une valeur inestimable pour la thérapeute. Il permet au

patient de visualiser le niveau de ses performances vocales. Il est d'application clinique courante, avec des moyens modérés, dans le cabinet de l'orthophoniste. Et nous en espérons encore des améliorations qualitatives substantielles.

## Bibliographie sommaire



- CORTEN P., NEVE C. : *Quotient phonatoire et phonétogramme*, Mémoire de Licence en Logopédie, Université Catholique de Louvain, 1985.
- DEJONCKERE P., ESTIENNE F. : Effets des Traitements Phoniatriques sur le Phonétogramme, *Acta Oto-rhino-laryngologica Belgica*, 1980, 34, 309-317.
- DEJONCKERE P., ESTIENNE F. : *Techniques de Base d'Evaluation de la Voix*, Louvain-La-Neuve, CABAY 1985.
- ESTIENNE - DEJONG F. : *Je suis bien dans ma voix*, Bruxelles, Office International de Librairie, 1980.
- SCHUTTE H.K. : Standardisation de la phonétographie et de l'établissement de la courbe vocale. Recommandation de l'Union des Phoniâtres Européens. *Cahiers d'O.R.L.*, 18, 384-387, 1983.
- SIEGEL S. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, Mc Graw-Hill Book Company, 1956.



## Premier congrès international du LPC

26 et 27 novembre 1988

### **Pour qui ?**

Pour tous ceux qui sont concernés par la déficience auditive de l'enfant : parents et professionnels.

### **Pourquoi ?**

- Parce qu'il est temps de faire le point sur le LPC,
- Parce qu'il est temps de discuter de ses avantages et inconvénients,
- Parce que vous pouvez nous informer,
- Parce que nous voulons vous informer.

### **Pour quoi faire ?**

Pour répondre aux questions suivantes :

- Comment l'enfant apprend-il à communiquer, à lire, à parler à l'aide du LPC ?
- Peut-il apprendre une deuxième langue avec ce système ?
- Comment peut-on utiliser le LPC si on emploie déjà d'autres méthodes ; Est-ce bien raisonnable ?
- Pourquoi le LPC, "ça ne marche pas toujours" ?
- Comment font les autres parents avec leur enfant ?
- Comment font les autres dans d'autres pays ?
- Et les adolescents sourds, qu'en pensent-ils ?

### **Où et quand ?**

à Bruxelles, sur le site universitaire de Woluwe (UCL) ces 26 et 27 novembre 1988.

### **Je m'inscris ! Comment faire ?**

Contactez Mme DE RUDDER, rue Schuermans 23, 1090 Bruxelles  
Tél. 02.478.16.96.