

*Un bilan phoniatrique clinique et instrumental est devenu nécessaire pour analyser et évaluer les troubles de la voix et de la parole.*

*En effet, la mesure des paramètres acoustiques de la parole tels que la fréquence fondamentale, l'intensité, les données temporelles, le timbre et les variations formantiques liées à l'articulation des phonèmes, permet d'établir une sémiologie objective en vue d'un diagnostic, mais autorise aussi des appréciations pronostiques et surtout offre des possibilités de mesure des effets thérapeutiques.*

*Des moyens thérapeutiques nouveaux sont apparus dans notre domaine : neuro-pharmacologie, chirurgie et micro-chirurgie laryngée, développement des techniques rééducatives, avec notamment l'accent mis sur le phénomène de communication.*

*Des moyens techniques nouveaux d'exploration sont à notre disposition : capteurs, enregistreurs optiques, informatiques (micro-ordinateurs avec toute une gamme de logiciels permettant un traitement approfondi du signal).*

*Ces moyens thérapeutiques nouveaux impliquent un certain nombre d'attitudes nouvelles :*

*- réaliser des diagnostics très précis de façon à déterminer quelle thérapeutique spécifique doit être appliquée (dysphonie spasmodique avec ou sans tremblement, en abduction ou en adduction, maladies neurologiques ou psychiatriques, myasthénie ou autre cause d'insuffisance vélaire).*

*- vérifier par des moyens objectifs l'action des thérapeutiques appliquées ; effectuer des mesures acoustiques (fréquence fondamentale) et physiologiques (débits d'air) ; vérifier par des méthodes statistiques la validité des résultats ainsi que la valeur des thérapeutiques utilisées.*

## **MÉTHODES POUR LE BILAN PHONIATRIQUE**

**par Lise Crevier-Buchman\***  
**Catherine Arabia-Guidet**  
**Marie-Thérèse Rigoard**  
**Claude Chevré-Muller**

### **I - Rappel des grandes lignes de l'examen clinique phoniatrique**

Il comprend trois parties : l'examen des organes, l'analyse des fonctions, l'étude des comportements ; qu'il s'agisse d'une atteinte organique ou d'une dysphonie dysfonctionnelle ou neurologique, l'examen débute toujours par :

**A - Un interrogatoire.** Il fera préciser les motifs de la consultation ; trois grands groupes de patients peuvent être décrits : le premier correspond aux patients qui ressentent uniquement un certain inconfort en parlant avec parfois déjà quelques paresthésies pharyngo-laryngées ou troubles légers de l'articulation. Le deuxième groupe correspond

Lise  
CREVIER-BUCHMAN  
Phoniatre,  
Catherine  
ARABIA-GUIDET,  
Ingénieur INSERM  
Marie-Thérèse RIGOARD,  
Chargée de Recherche  
INSERM  
Claude  
CHEVRIE-MULLER  
Directeur de Recherche  
INSERM  
INSERM, Laboratoire de  
Recherche sur le Langage,  
Paris, France

\* Unité de la Voix et de la Communication, Service d'ORL, Hôpital Laennec, Paris, France.

aux patients qui arrivent avec un enrouement qui les inquiète ou une dysarthrie invalidante, le troisième groupe correspond aux patients qui viennent consulter pour que nous les aidions à récupérer une voix et une parole alors qu'ils connaissent le diagnostic ou qu'ils savent l'origine de leur dysphonie.

D'autre part cet interrogatoire recherchera : des facteurs déclenchants comme des affections de la sphère ORL, une toux chronique, des facteurs hormonaux tels que l'influence de la période prémenstruelle ou d'une grossesse, des antécédents d'intervention chirurgicale aussi bien cervicale que thoracique ou abdominale, une prise médicamenteuse dont on fera préciser la nature, la notion de terrain atopique ou de pathologie digestive (reflux gastro-œsophagien, hernie hiatale, gastrite, ulcère...), un repos vocal excessif, des facteurs psychologiques qu'il nous faudra percevoir car ils sont souvent niés ; des facteurs favorisants comme des intoxications alcool-tabagiques, des infections chroniques de la sphère ORL, un défaut du contrôle audio-phonatoire, des mauvaises techniques vocales, des conditions de travail éprouvantes vocalement (bruit, hyper-humidité, poussières, vapeurs toxiques...) ; la date de début des troubles et leur mode évolutifs ; quelles sont les prises en charge dont le patient a été l'objet.

**B - L'examen clinique.** Il portera successivement sur le larynx, les cavités de résonances et l'audition.

### *1. L'examen du larynx et des cavités de résonances*

Classiquement l'examen au miroir laryngé est le premier temps ; il permet de préciser l'aspect de la muqueuse, la morphologie et la dynamique cordale, le fonctionnement et la qualité de l'accolement des cordes vocales, mais aussi il participe à l'examen des cavités supra-laryngées. Cette analyse se fait en phonation et en respiration.

L'utilisation de l'enregistrement en vidéo de l'image laryngée apporte un document plus facile d'accès et d'analyse, permet un suivi plus précis et a un intérêt pédagogique évident.

Il nécessite l'utilisation d'un endoscope rigide à optique à 90° ou à 70°, muni d'un système grossissant. Cet endoscope permet d'obtenir une excellente définition d'image indispensable à un diagnostic lésionnel précis.

La nasofibroskopie souple apporte une appréciation de la dynamique des organes de la phonation, dans des conditions d'utilisation physiologique. En effet, il n'y a pas de contraintes externes et le patient peut parler voire chanter sans gêne endobuccale ni traction sur la langue. La forme et le volume des cavités de résonances ne sont pas modifiées. L'examen du cavum et du voile du palais ainsi que de la dynamique vélaire apportent de précieuses informations tant organiques que fonctionnelles. De plus cet examen permet d'étudier les fonctions de déglutition, de protection des voies aériennes supérieures et la qualité de la toux.

Un bilan phoniatrique ne peut se concevoir sans examen stroboscopique du larynx. L'examen en lumière stroboscopique permet une analyse très fine de la vibration et de la souplesse du muscle et de la muqueuse cordale (composante horizontale et verticale, symétrie et régularité), l'état du bord libre des cordes vocales, ainsi qu'une appréciation de la qualité de l'accolement.

L'examen laryngo-stroboscopique repose sur une impression optique utilisant l'effet stroboscopique. Un mouvement ralenti apparent des vibrations cordales est obtenu en déphasant légèrement la fréquence des flashes du stroboscope par rapport à la fréquence des vibrations cordales. On peut aussi avoir recours au «mode figé» : il n'y a pas de déphasage de fréquence et les cordes vocales apparaissent immobiles. Les différents items à observer lors de l'examen stroboscopique sont :

- La fermeture glottique : la fermeture glottique n'est correctement visualisée qu'en lumière stroboscopique. On appréciera la durée de cette fermeture ; elle varie en fonction de la hauteur tonale (augmente en voix grave), et de l'intensité vocale (augmente en voix forte). On appréciera aussi la forme de cette fermeture (complète, ovalaire, en sablier...), sa situation médiane ou para-médiane (paralysie récurrentielle...), les causes de fermetures incomplètes.

- L'amplitude est définie comme l'étendue du déplacement latéral de la corde vocale

par rapport à l'axe de symétrie de la vibration. Physiologiquement elle correspond à la vibration musculo-ligamentaire de base. L'amplitude augmente avec l'intensité et diminue avec une augmentation de fréquence. De nombreuses causes de variations pathologiques organiques ou fonctionnelles de l'amplitude peuvent exister.

- les ondulations superficielles de la muqueuse cordale, se déplaçant sur le muscle cordal sous-jacent, se font dans un plan vertical, de bas en haut. Les variations physiologiques vont dans le sens d'une augmentation de l'ondulation muqueuse lors d'une élévation de l'intensité et diminuent lors d'une augmentation de la hauteur tonale. Les variations pathologiques peuvent être d'origine organiques (carcinome invasif...) ou fonctionnelles (hypotonie du muscle vocal comme dans une paralysie récurrentielle...).

- Le mode vibratoire c'est-à-dire la façon dont se déroule le cycle vibratoire : symétrie et périodicité. Le mode «figé» de la lumière stroboscopique est très utile dans ce cas.

- L'analyse de la portion non vibrante de la corde vocale qui correspond à l'arrêt des ondulations superficielles et à l'abolition des amplitudes en lumière stroboscopique alors qu'à l'examen en lumière conventionnelle la mobilité grossière est conservée ; cette analyse a une grande importance diagnostique et oriente les indications thérapeutiques.

- L'aspect du bord libre des cordes vocales.

### **2. L'examen de l'audition**

Il est souhaitable chez l'adulte, indispensable chez l'enfant et le sujet âgé. En effet, il ne faut pas oublier que l'un des circuits de contrôle de la voix utilise l'information recueillie par l'oreille.

**C. L'examen des fonctions.** Le fonctionnement vocal sera apprécié non seulement dans la situation courante de la voix conversationnelle, mais aussi dans un certain nombre de situations phonatoires.

La qualité acoustique de la voix sera au mieux analysée par des méthodes instrumentales que nous allons développer.

L'engagement corporel ainsi que le souffle phonatoire seront étudiés. La respiration peut être superficielle, rapide, parfois inversée avec une dynamique excessive. Il faut analyser non seulement le type respiratoire mais aussi ce que produit ce type de respiration : le débit d'air et la pression sous-glottique. Ce sont des paramètres aérodynamiques importants à considérer et devenus d'analyse plus simple grâce aux nouveaux logiciels informatiques, couplés avec des capteurs aérodynamiques.

## **II. Intérêt du bilan instrumental**

En raison de la complexité physico-acoustique de la phonation ainsi que de ses diverses implications psychophysiologiques, sociales et culturelles, quelque soit le type de patient ou de pathologie qu'il présente, il est impossible d'élaborer une méthode unique d'analyse de la voix et de la parole.

De nombreux travaux expérimentaux ces dernières années, ont mis en évidence la possibilité d'obtenir pour bon nombre de paramètres de la phonation, des données quantitatives.

Ces méthodes d'analyses instrumentales standardisées et d'analyses informatisées permettent de constituer des échantillons témoins, des échantillons de malades homogènes, de faire des examens avant et après intervention thérapeutique, de faire des études longitudinales.

Elles permettent aussi d'établir un pronostic, mais ceci suppose l'établissement d'un protocole extrêmement précis et standardisé tenant compte des signes cliniques et des signes objectifs initiaux.

Ce type d'examen est au mieux réalisé dans un laboratoire d'exploration fonctionnelle phoniatrice qui dispose : de moyens d'exploration visuelle ; de moyens d'exploration acoustique (enregistrement et analyse des paramètres acoustiques tels que la fréquence fondamentale, l'intensité, le timbre, les réalisations articulatoires, les phénomènes temporels) ; de moyens d'exploration physiologique (glottographie, mesures aérodynamiques, électromyographie) ; de méthodes d'exploration du langage ; de moyens informatiques pour traiter le dossier clinique, traiter les signaux acoustiques et physiologiques, et des programmes statistiques adaptés.

**A. Modalités d'examen.** L'examen comporte l'enregistrement du signal acoustique

et des signaux physiologiques. Il existe peu de travaux concernant le matériel phonétique français le plus adéquat pour l'évaluation critique de la voix et de la parole. Un aspect fondamental est la constance de ce matériel, condition indispensable à une possibilité aussi objective que possible de comparaison, tant pour un même patient à des moments différents que pour des patients différents.

Le protocole de C. Chevrie-Muller est une référence car il remplit des critères de choix comme la simplicité du matériel permettant de ne pas éliminer ni les enfants ni les patients peu instruits, le compromis optimal quant à la longueur, l'exploration des différentes situations de phonation : parole spontanée, lecture d'une phrase, d'un texte, de deux listes de mots (destiné également à l'investigation de l'articulation), comptage (séries automatiques), voyelles tenues (temps maximum de phonation).

Les patients sont placés dans une cabine insonorisée. Deux signaux sont systématiquement enregistrés : le signal acoustique et le signal électroglottographique (EGG).

### **B. Analyse des données**

1. Les données cliniques. Elles sont recueillies pour contribuer à l'établissement du diagnostic et servent à la constitution d'échantillons cliniques homogènes pour les recherches cliniques sur le diagnostic et le pronostic (le protocole est standardisé).

2. Les données acoustiques et EGG

a) L'analyse perceptive. Il s'agit d'une description purement clinique des caractéristiques acoustiques (hauteur, mélodie, intensité, timbre, débit) de la voix et de la parole du sujet. Mais cette étape reste fondamentale ; en effet l'oreille humaine a des critères de sélection et d'appréciation qu'aucune machine ne pourra lui prendre à savoir la sensibilité.

L'utilisation d'un protocole standardisé - et éventuellement le recours à plusieurs auditeurs - autorise la reproductibilité des observations. Elle permet par ailleurs, une analyse par jury d'écoute pour l'établissement d'une cotation sur des échelles semi-quantitatives et la mise en évidence de critères subjectifs comme le caractère agréable ou non d'une voix ou l'intelligibilité de la parole.

b) L'analyse aérodynamique. Elle comprend essentiellement l'étude du temps maximum de phonation qui se fait sur une voyelle tenue le plus longtemps possible à une intensité et une fréquence confortables sur une seule expiration. Ce temps maximum de phonation dépend d'une part de la quantité d'air possible pour l'expiration phonatoire et d'autre part du rendement mécanique de l'oscillateur laryngé (sa capacité de transformer de l'énergie aérodynamique en énergie acoustique).

D'autres paramètres aérodynamiques (capacité vitale, volume de phonation, quotient phonatoire, pression sous-glottique ainsi que l'efficacité de la valve vélo-pharyngée) peuvent être analysés.

Cette analyse se fait au moyen d'appareils comme l'aérophonomètre de Frokjaer Jensen dont nous disposons dans l'unité de la voix et de la communication du service d'ORL de l'Hôpital Laennec (Paris), ou d'un matériel comme le «phonétaix» mis au point par B. Teston à l'Institut de Phonétique d'Aix-en-Provence.

L'hypernasalité par trouble de la valve vélo-pharyngée a des conséquences sur la phonation et l'articulation mais aussi sur d'autres fonctions comme la déglutition, le geste de souffler et la mécanique tubaire de ventilation de l'oreille moyenne. L'analyse de ces perturbations fait aussi partie du bilan phoniatrice et il est donc important de les reconnaître pour les prendre en charge.

c) L'analyse visuelle du tracé oscillographique. Le signal enregistré sur bande magnétique (son, électroglottogramme) est transmis à un système d'enregistrement graphique. L'analyse visuelle peut-être qualitative : richesse en harmoniques du son (timbre), réalisation des consonnes, régularité ou irrégularité de la courbe d'enveloppe du son, régularité ou irrégularité des ondes glottiques ; mais elle peut aussi être quantitative : mesure de la fréquence fondamentale, mesure de la durée des mots ou de la phrase ou d'une voyelle tenue, mesure de la gravité des altérations du glottogramme (pourcentage de tracé altéré).

3. Analyse automatisée (informatisée) du signal analogique

Différents programmes tournent soit sur IBM PC compatible (Salsa, Crisal, Vuécoute ainsi que d'autres logiciels d'analyse du signal, mis au point par Catherine Arabia), soit sur Macintosh (Mac Speech Lab, Signalyse, Sound Edit).

L'analyse peut se faire sur le signal acoustique et/ou sur le signal électroglottographique et comprend le plus souvent des sonogrammes avec détermination de la richesse en harmoniques donc du timbre, de la place des formants et des transitions consonnes-voyelles, des analyses spectrales, des courbes mélodiques ou des calculs de facteurs de perturbation d'intensité ou de fréquence.

L'étude du signal EGG a particulièrement été développée ; en effet, il est apparu que l'analyse des signaux d'origine laryngée constituait une méthode simple pour obtenir des informations sur la fréquence fondamentale et sur les phénomènes temporels de la parole. Le paramètre «amplitude» de l'EGG est apparu comme une variable intéressante d'un point de vue physio-pathologique en corrélation avec la surface d'accolement des cordes vocales.

Différents paramètres vont être analysés : tracé de la courbe mélodique, analyse intégrale du signal onde par onde aussi bien pour la fréquence que pour l'amplitude, paramètres temporels (phénomènes d'accélération ou de ralentissement caractéristiques de certaines paroles neurologiques ou psychiatriques), comparaison des résultats avec ceux de groupes témoins (illustration des résultats en annexe).

L'analyse statistique permet d'obtenir des informations sur la dispersion, la variabilité et l'instabilité des phénomènes ou au contraire sur leur trop grande monotonie.

En conclusion, l'évolution des techniques d'évaluation de la voix et de la parole a permis d'obtenir les données cliniquement intéressantes à condition toutefois de respecter une méthodologie rigoureuse. La combinaison de ces résultats dans des profils vocaux permet une appréciation efficace du niveau global.

Ce bilan permet, par son orientation diagnostique, de guider une prise en charge thérapeutique, en particulier rééducative, ciblant le travail. Il apporte des renseignements quant à l'évaluation des résultats et permet de mieux comprendre les phénomènes responsables de certains échecs orthophoniques.

Ce bilan peut aussi avoir un caractère démonstratif non seulement pour le phoniatre mais aussi pour le consultant qui est amené à une conscience plus précise de ses possibilités et des mécanismes qui interviennent dans la phonation et qui, chez lui, sont responsable de ces lacunes. Dans un contexte de dépistage (élèves de chant, d'art dramatique, enseignants...), certains de ces examens contribueront à déterminer les sujets à «risque».

Il persiste dans tous les cas un document témoin, pouvant faire l'objet de comparaisons intra et inter-individuelles, d'analyses statistiques et d'études longitudinales.

## Bibliographie

- ARABIA-GUIDET C., MANTOY A. Diagnostic automatisé des troubles de la phonation : analyse spectrale des voyelles. *Innov. Techn. Biol. Med.* 1986 ; Vol 7, 6 : 728-654.
- CHEVRIE-MULLER. L'électrologographie ; *Revue de Neuropsychiatrie infantile* ; 1968, 16 : 629-654.
- COSTAMAGNA D. La vidéo-laryngostroboscopie. *Bull. Audiophonol. Ann. Sc. Univ. Franche-Comté* ; 1990 ; Vol 6, 5 : 491-546.
- DEJONCKERE P.H. Techniques de base d'évaluation de la voix. Ed. Cabay ; 1985.
- GUIDET C., CHEVRIE-MULLER C. Méthode de traitement du signal Electroglottographique : application au diagnostic automatisé des troubles de la phonation. *Innov. Tech. Biol. Med.* ; 1983 : Vol. 4, 6 : 617-635.
- YANA M. Dysphonies dysfonctionnelles. Editions Technique. *Encycl. Méd. Chir. (Paris-France), Oto-rhino-laryngologie*, 20752 A 6-1990, 12 p.

## Annexe

Utilisation de la méthode quantitative d'analyse de l'électroglottogramme dans le suivi d'une dysphonie spasmodique.

Il s'agit d'une femme de 25 ans. La dysphonie est apparue de façon progressive, neuf mois avant la première consultation.

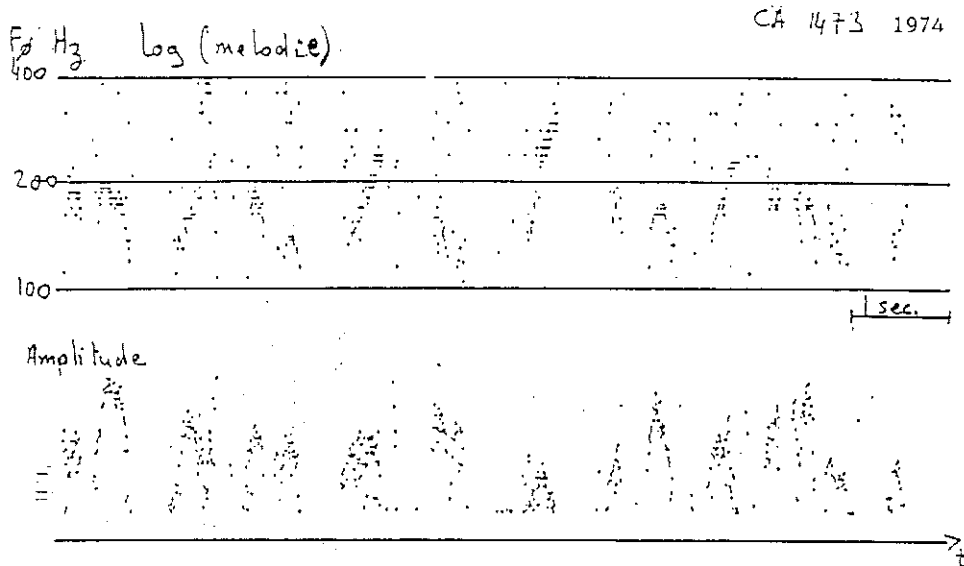
Les symptômes sont survenus un mois après son arrivée à Paris. Elle habitait auparavant en province où elle a été obligée de laisser son fils de 4 ans chez ses parents. Elle consulte un ORL qui lui prescrit des séances de rééducation orthophonique. Après 30

séances, le médecin-conseil de la sécurité sociale lui recommande de s'adresser à un psychiatre.

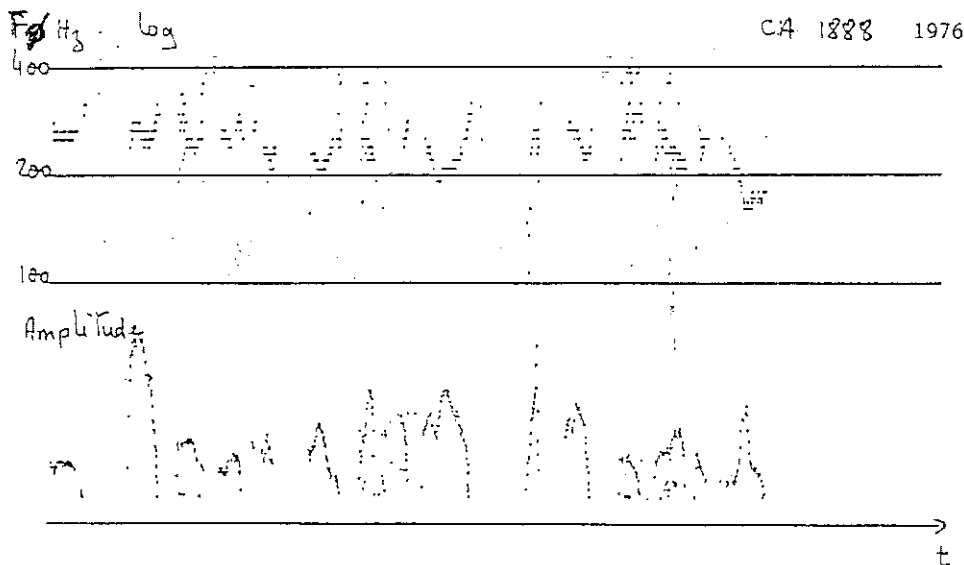
Ce dernier, après quelques séances, l'oriente vers un neurologue. L'examen neurologique s'avère être normal.

Lors du premier examen phoniatrique, la voix est spasmée et, en oscillographie, il existe de nombreuses « piles d'assiettes » (hautes fréquences) et des pauses à l'intérieur des mots (spasmes). La tenue de voyelle est irrégulière et brève. La courbe mélodique montre un tracé désorganisé avec beaucoup de hautes fréquences, et l'amplitude est instable avec une dispersion des points

VARIATION DE LA FRÉQUENCE ET DE L'AMPLITUDE EN FONCTION DU TEMPS



Courbe obtenue lors de la première consultation  
Importante dispersion des points de la courbe de  
fréquence et d'amplitude



Courbe obtenue lors de la dernière consultation, la patiente étant  
considérée guérie ; réorganisation des courbes de fréquences et  
d'amplitudes

FIGURE 1

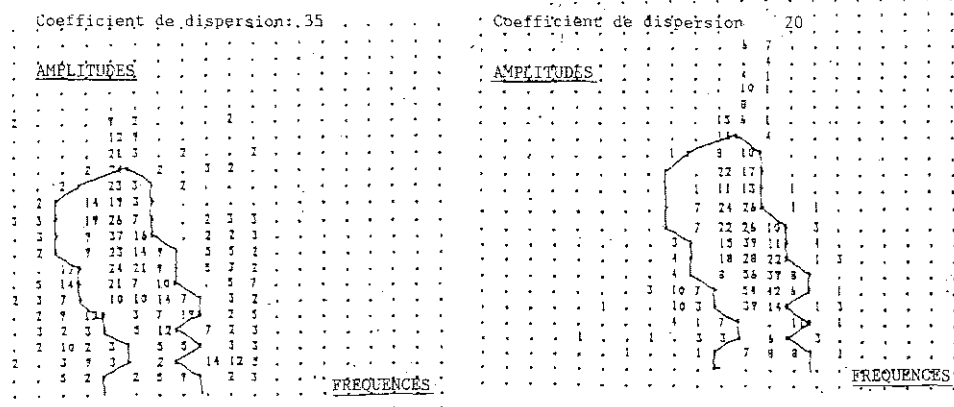
Trois mois plus tard, on constate une amélioration clinique et une diminution du nombre de « piles d'assiettes ».

Neuf mois après le premier enregistrement, l'amélioration se poursuit. La fréquence est un des derniers paramètres à être perturbé : légère instabilité de la voyelle tenue. Après quatorze mois, la normalisation est quasi-totale et vingt quatre mois plus tard, la guérison se maintient. (cf. fig 2 page 36).

## BIHISTOGRAMMES FRÉQUENCE-AMPLITUDE

Bihistogrammes normalisés à 1000

Les contours de normalité sont en trait plein



**TABLEAU RÉCAPITULATIF DES DIFFÉRENTS COEFFICIENTS**

Moyenne, coefficient de variation, Delta, coefficient de dérapage (slippage).  
Coefficient de dispersion (out).

(1) 1974		(2) 1976		TÉMOIN FEMME
<b>Fréquence</b>		<b>Fréquence</b>		
moyenne (Hz)	199		243	238
variation coef.	0.32	0.16		0.16
Delta	75	36		31.7
"slippage"	18 %	2 %		3 %
<b>Amplitude</b>		<b>Amplitude</b>		
variation coef.	0.39	0.45		0.34
Delta	2	2		3
"slippage"	17 %	7 %		8 %
<b>BIHISTOGRAMME. Fréquence/Amplitude</b>				
"out" coef.	35 %	20 %		11.5 %

FIGURE 2