

Bulletin  
de  
**L'ACADÉMIE NATIONALE  
DE MÉDECINE**

PUBLIÉ PAR  
MM. H. BENARD, Secrétaire perpétuel,  
M. BARIÉTY, Secrétaire annuel.

121<sup>e</sup> Année, 3<sup>e</sup>me Série. Tome 141. Nos 19 et 20.  
Séances des 28 Mai et 4 Juin 1957.



MASSON ET Cie, ÉDITEURS  
LIBRAIRES DE L'ACADEMIE DE MEDECINE  
120. BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS (6<sup>e</sup>)

PUBLICATION PERIODIQUE BIMENSUELLE

SÉANCE DU 4 JUIN 1957 (Page 393 à 398)

***Modifications phonatoires d'origine auditive et applications physiologiques et cliniques,  
par M. Raoul Husson. (Présentation faite par M. Moulonguet.)***

I. INTRODUCTION.

**1<sup>o</sup> A. Tomatis a signalé, en 1954** [1], un fait du plus haut intérêt : si un sujet émet une voyelle devant un microphone, dont la tension passe dans un filtre qui en supprime une certaine bande de fréquences avant d'être retournée à des écouteurs placés sur les oreilles du sujet, la bande considérée se trouve également supprimée de la voix du sujet. Selon le même processus, et, toujours d'après le même auteur, la voix d'un sujet atteint de scotome auditif est amputée des harmoniques qui seraient contenus dans l'ilot tonal supprimé. Tomatis a concrétisé ces faits dans la formule : « La voix ne contient que les harmoniques que l'oreille est susceptible d'entendre. »

Le présent travail a été institué en vue d'étudier dans leur détail les singuliers phénomènes synthétisés ci-dessus et d'en éclairer le mécanisme neurologique de réalisation, Nous avons pour cela utilisé des amplificateurs différentiels de fréquences construits par l'ingénieur L. Pimonow, appareils permettant, dans une fourniture complexe (périodique ou non), d'augmenter ou de diminuer sélectivement les intensités de telles ou telles bandes de fréquences. Un premier appareil nous fut prêté par M. l'ingénieur L. Pimonow lui-même et utilisé au Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne. Le second fut utilisé à l'hôpital Laënnec avec l'aimable autorisation de M. le Dr R. Maspétiol et l'aide bienveillante de M. le Dr D. Semette. Nous avons opéré sur des sujets des deux sexes (1), à voix incultes ou cultivées, et notamment sur de nombreux artistes à voix puissantes de la Réunion des Théâtres Lyriques nationaux, dans tous les registres et sur l'étendue totale de chaque tessiture.

## II. - RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES RÉALISÉES EN IMPOSANT AU SUJET DES FOURNITURES AUDITIVES HOMOYMMIQUES, MAIS DIFFÉRENTES DE CELLES QU'IL ÉMET.

### 2° Montage expérimental.

- Le sujet émet une voyelle tenue (fourniture F) dans le micro, dont la tension est dirigée sur l'amplificateur différentiel de fréquences qui la transforme en fourniture F' modifiée selon la volonté de l'opérateur. La fourniture F' est envoyée dans les oreilles du sujet à l'aide d'écouteurs doubles sur casque. On observe comment la fourniture émise F se modifie sous l'effet de la stimulation auditive. Contrôle à l'analyseur de fréquences et au laryngo-stroboscope s'il y a lieu.

### 3° Cas de fournitures stimulatrices auditives F' très voisines de la fourniture émise F.

- Si la fourniture F' imposée à l'oreille représente une voyelle réelle et acoustiquement voisine de celle F qui est émise, les modifications laryngées ou pharyngo-buccales permettant de passer de F à F' se réalisent de suite, complètement et sans difficulté (sans que le sujet qui émet F en ait conscience). C'est notamment le cas : a) Si on augmente légèrement les intensités dans la bande 2'500-3'500 de F', la même augmentation apparaît dans F par un accroissement du tonus du sphincter glottique (vérifiable au laryngo-stroboscope). b) Si on augmente légèrement les intensités dans la bande du formant buccal (ou pharyngien) de F', la même augmentation apparaît dans F par une légère adaptation posturale de la cavité buccale (ou pharyngée) qui améliore l'étal résonantiel correspondant.

### 4° Cas de fournitures auditives stimulatrices F' plus éloignées de F, mais encore physiologiquement réalisables.

- Si la fourniture F' imposée à l'oreille représente une voyelle assez éloignée de celle F qui est émise, F évolue spontanément vers F' (ou amorce cette évolution) dans une certaine mesure seulement, qui varie avec les sujets. C'est notamment le cas :

a) Si l'on augmente (ou diminue) les intensités dans la bande de 1'200-1'800 cycles de F', on diminue (ou augmente) la nasalité du son F émis en provoquant le relèvement (ou l'abaissement) léger du voile du palais,

b) Si on diminue les intensités de tous les constituants supérieurs à 500 cycles (par exemple) de F', on provoque une chute équivalente dans F, portant surtout sur la bande 2'500-3'500, qui se réalise grâce à une hypotonicité provoquée du larynx (vérifiable au laryngo-stroboscope).

### 5° Cas de fournitures stimulatrices auditives F' non physiologiquement réalisables, ou trop éloignées de F.

Si la fourniture F' imposée à l'oreille est trop différente de celle F qui est émise, ou bien si elle ne représente pas un son physiologiquement réalisable, il ne se passe plus rien : le sujet continue à émettre F, avec parfois la perception d'une gêne organique diffuse légère. C'est notamment le cas : ci) Si l'on écrête simultanément les deux formants de F, ce qui enlève à F' son caractère vocalique. b) Si l'on écrête les deux formants de F en leur substituant deux « clochers » totalement différents, ce qui peut conférer à F' une vocalité très différente de celle de F (O ouvert changé en i, ou AIS ouvert changé en u, par exemple ; et inversement).

### 6° Interprétation générale de, ces phénomènes.

- L'ensemble des résultats ci-dessus peut s'interpréter comme suit : lorsque le sujet émet une fourniture F, transformée par filtrage en une fourniture F', il perçoit dans ses oreilles la fourniture F'. Celle-ci, perçue par le cortex auditif, gagne les zones d'intégration où se réalisent les schémas corporels vocaux [2] du sujet, et y éveille le schéma corporel vocal lié à F'. Ce dernier, en principe différent du schéma corporel vocal du son émis F, provoque des réactions d'ajustement adéquates pour F' et non pour F. *Par voie de rétroaction, le sujet réalise ainsi (ou amorce) les régulations de posture pharyngo-buccale et les ajustements du tonus laryngien qui permettent la réalisation de la fourniture F' et non plus celle de F.* L'appoint sensoriel auditif corrige ainsi automatiquement, par le jeu des fibres « gamma » qui assurent des stimulations intra-fusales, la régulation proprioceptive d'origine musculaire, comme il est constaté dans les corrections visuelles des phénomènes de l'équilibration (2). A ces phénomènes de rétroactions d'origine auditive qui, lorsqu'ils se réalisent, modifient la fourniture (ou timbre) de la voix du sujet, il convient de donner le nom d'**Effet Tomatis**, auteur qui, le premier, les a observés et décrits.

### 7° Observations expérimentales subsidiaires.

a) Les phénomènes très différenciés décrits ci-dessus (§§ 3,4 et 5) sont d'autant plus nets que la fourniture F', imposée auditivement, est plus intense, et qu'elle efface mieux celle F perçue par voie osseuse. Si F' est trop faible, toute rétroaction disparaît.

b) Chez les chanteurs professionnels, les rétroactions sont remarquablement nettes, et se manifestent d'autant mieux que le sujet est habitué à apprécier son schéma corporel vocal en vue de diriger son émission en timbre et en qualité.

c) Chez les voix totalement incultes, les rétroactions se réduisent pratiquement à celles qui se réalisent lorsque la transformation de F en F' est très facilement réalisable physiologiquement (cas du § 3)

d) Les rétroactions se produisent aussi en voix parlée, et parfois plus facilement, ce qui tendrait à montrer que le langage parlé donne déjà lieu à la formation de « schémas corporels vocaux parlés » (liés aux stéréotypes fonctionnels du langage habituel) dont nous n'avons pratiquement pas conscience en général.

e) Les rétroactions portant sur l'ajustement du tonus laryngien se produisent beaucoup plus facilement (elles se réalisent pratiquement toujours) que celles comportant une modification de la configuration posturale du pavillon pharyngo-buccal (lesquelles ne font souvent que s'amorcer) .

### III. - CORRESPONDANCE ENTRE LES BANDES DE FREQUENCES ALTÉRÉES ET LES GROUPES MUSCULAIRES ACTIVÉS PAR RÉTROACTION.

8° L'analyse de ces phénomènes permet d'assigner une correspondance grossière, mais nette, entre les bandes de fréquences modifiées et les groupes musculaires sur lesquels s'exercent les rétroactions. Il est très remarquable que, dans cette correspondance, la fréquence de coupure [3, 4] du pavillon pharyngo-buccal joue le rôle essentiel (3).

a) En augmentant l'intensité des harmoniques supérieurs à la fréquence de coupure, Le larynx répond seul par un accroissement du tonus d'accolement des cordes vocales (ce qui accroît le mordant de la voix, donc l'intensité des harmoniques aigus précisément supérieurs à cette fréquence). Phénomènes inverses en agissant par diminution.

b) En agissant sur les harmoniques inférieurs à la fréquence de coupure, on ne modifie plus le tonus du sphincter laryngien, mais on détermine exclusivement des adaptations posturales du pavillon pharyngo-buccal. En particulier, si on agit sur la bande de fréquences de 1'200 -1'800 cycles, en plus ou en moins, on provoque une diminution ou une augmentation de la nasalisation (4), c'est-à-dire une élévation ou un abaissement du voile. En agissant sélectivement sur les zones tonales formantiques elles-mêmes, ou provoque, des adaptations pharyngées ou buccales (qui, le plus souvent, ne font que s'amorcer).

### IV. CONSÉQUENCES DIVERSES DE PHYSIOLOGIE ET DE PHYSIOPATHOLOGIE PHONATOIRES.

9° a) Les phénomènes de rétroaction à point de départ auditif, s'exerçant par l'intermédiaire des schémas corporels vocaux sur les groupes musculaires laryngo-pharyngo-buccaux impliqués dans les réalisations phonatoires, interviennent vraisemblablement (quoiqu'à titre non exclusif) dans l'explication des phénomènes bien connus de mimétisme vocal éducatif, qu'il s'agisse du mimétisme vocal familial des enfants, ou des effets facilitateurs connus de l'exemple dans l'enseignement du chant.

b) Ils interviennent vraisemblablement de même dans la réalisation des curieux phénomènes signalés autrefois par A. Labriet (1925) et dits par lui d' « accord vocal » [5] : chez les chanteurs éduqués, l'accord d'une cavité (pharyngée ou buccale) s'achève parfois sur un constituant de la fourniture laryngée par accommodation spontanée lorsque l'état résonantiel réalisé est suffisamment voisin d'un maximum de résonance.

c) Ces phénomènes ont une application directe, déjà utilisée [1] dans la thérapie des altérations fonctionnelles du tonus du sphincter laryngien. En cas de chutes de tonus occasionnées par des afférences inhibitrices notamment (issues du tractus digestif ou d'origine hypothalamique), l'apport excito-tonique résultant de stimulations auditives de la bande 2'500-3'500 suffit toujours à rétablir un accolement ferme des cordes vocales, et permet au sujet, de récupérer son schéma corporel vocal habituel. Après une stimulation de quelques minutes, la récupération dure plusieurs heures, et, par itération, finit par être permanente.

d) Ces phénomènes peuvent également être utilisés dans la thérapie des diminutions fonctionnelles de la mobilité du voile, et notamment dans les parésies vélares (nasalisations permanentes légères): il suffit de soumettre le sujet à une stimulation auditive localisée à la bande 1'200-1'800 cycles. En cas de parésie à la fois vélaire et laryngée (souvent observée), il suffira de stimuler à la fois les bandes 1'200-1'800 et 2'500-3'500, ou simplement toutes les fréquences supérieures à 1'200 cycles.

(1) Nos remerciements s'adressent tout spécialement à MM. Georges Vaillant et Ernest Blane, de l'Opéra, et Roger Callia, de l'Opéra-Comique ; à Mlle Irène Bonneau ; à Mme le Dr Henin et à MM. les Drs Garde, Labarraque, Henin, Horowitz (de Londres) et de Leval (de Liège).

(2) Celle importante remarque est due à M. le professeur André Soullairac, que je remercie d'ailleurs vivement pour l'aide précieuse qu'il a bien voulu m'accorder pour la mise au point de celle interprétation délicate.

(3) Quand un pavillon sert à l'extériorisation d'ondes sonores issues d'une source (cas de l'organe vocal humain), les ondes dont la fréquence est inférieure à une certaine limite relancent l'air du pavillon « en bloc », sans propagation sensible ; au-dessus de cette fréquence limite (dite de « coupure »), les ondes se propagent effectivement dans le pavillon, et s'extériorisent mieux [4] ; les conditions de la résonance, sont très différentes dans les deux cas. En ce qui concerne le pavillon pharyngo-buccal la fréquence de coupure est de l'ordre de 2'200-2'500 cycles [3]; en-dessous de cette fréquence, deux résonances sont grosso modo accrochées dans le pavillon, l'une dans le pharynx, l'autre dans la bouche, et confèrent au son sa «vocalité» ; au-dessus de cette fréquence, les conditions de la résonance ne paraissent plus se réaliser, et les harmoniques (ou partiel) se propagent sans altération sensible.

(4) Nous avons subsidiairement démontré que, lorsque le voile s'abaisse de façon partielle, la nasalisation qui apparaît ne résulte nullement de l'apport de « résonances nasales » (ou « formants nasalisateurs ») comme on l'a toujours admis a priori ; les cavités sus-vélares jouent dans ces conditions le rôle de « filtre enlève-bande », portant sur la bande 1'000-1'800 pour les grands rhino-pharynx, et 1'200-2'000 pour les petits. Inversement, si dans une voyelle nasalisée, on augmente suffisamment les intensités dans cette bande, la nasalisation disparaît.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. Tomatis. Rôle directeur de l'oreille dans le déterminisme des qualités de la voix normale (parlée et chantée) et dans la genèse de ses troubles. Actualités Oto-Rhino-Laryngologiques, Masson, Paris, 1954, 264.
- [2] A. Soulairac. Sensibilités internes et phonation, Revue de Laryngol. Portmann, Suppl. de novembre 1955, 666-674.  
- Rôle des sensibilités internes en psychophysiologie. Cours professé à la Sorbonne, 2e semestre 1954 (non publié).
- [3] B. Husson et L. Pimonow. Facteurs acoustiques des voyelles (non nasalisées) et fréquence, de coupure du pavillon pharyngo-buccal. C. R. Acad. Sc. Paris, 1957, 244, 1261.
- [4] Y. Rocard. Propagation et absorption du son. Actual. Scient. et Industrielles, Hermann, Paris, 1935, n° 222, 13-39).  
- Dynamique Générale des Vibrations, Masson, Paris, 2° édit., 1953, 374 et suivantes.
- [5] A. Labioet et H. Husson. Principe de l'accord vocal, ou contribution à l'élaboration d'une théorie de l'émission normale de la voix chaulée, G. R. Acad. Sc. Paris, 1925, 180, 1680. - Principes d'éducation vocale par la réalisation de l'accord vocal. C.R. Acad, Sc. Paris, 1925, 181, 358.