

UNIVERSITE DE LA SORBONNE NOUVELLE

RECHERCHE
ET
PLURIDISCIPLINARITE

ACTES DU COLLOQUE
DE LA
SORBONNE NOUVELLE (PARIS III)

Château de Gif-sur-Yvette
Avril 1979

PUBLICATIONS DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA SORBONNE NOUVELLE

PARIS III
(1982)

PRINCIPE POUR CONTRIBUER A LA MISE EN EVIDENCE

D'UNIVERSAUX PHONATOIRES

PAR PHONETIQUE ANALOGIQUE VENTILATOIRE

Boris RYBAK

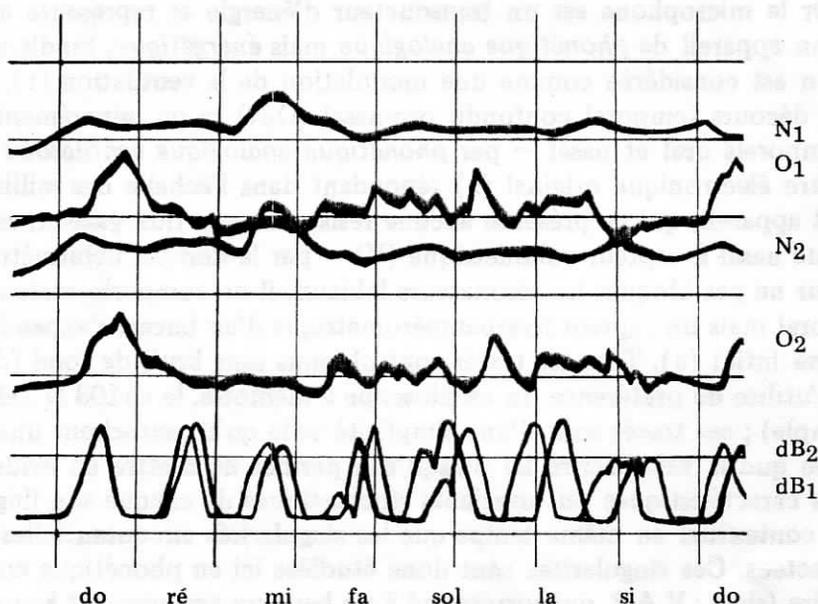
A la grande variabilité que l'analyse des oscillogrammes microphoniques ou la sonographie permettent de déceler chez un *même* locuteur lors de l'itération d'un même acte phonatoire (diction, chant \neq vocalisation) s'ajoute une grande complexité des tracés, ce qui rend très difficile la recherche des universaux phonatoires.

Or le microphone est un transducteur d'énergie et représente en conséquence un appareil de *phonétique analogique* mais *énergétique*, tandis que, si la phonation est considérée comme une modulation de la ventilation (1), on peut suivre le décours temporel confondu oro-nasal (O-N) — ou, séparément, les décours temporels oral et nasal — par *phonétique analogique ventilatoire* avec un hygromètre électronique original (2) répondant dans l'échelle des millisecondes (ms). Cet appareil, qui ne présente aucune résistance aux flux gazeux, comprend un masque nasal à capteur volumétrique (V) — par la dérivée, débitmétrique (\dot{V}) — et, pour ne pas bloquer les résonateurs labiaux, il ne comporte *surtout pas* de masque oral mais un capteur hygroampérométrique d'air buccal s'expandant dans un volume infini (3). Tous les tracés sont obtenus sans bruit de fond (dans mes travaux j'utilise de préférence un oscilloscope à mémoire, le «5103 N Tektronix» par exemple) ; ces tracés sont d'une simplicité telle qu'ils autorisent une analyse statistique que je vais décrire ici puisqu'elle permet de mettre en évidence des porteuses caractéristiques ou invariants stochastiques de chaque son linguistique isolé ou contextuel en même temps que les singularités circonanciennes se trouvent détectées. Ces singularités sont donc étudiées ici en phonétique analogique ventilatoire (sigle : V.A.P. qui correspond à un heureux arrangement acronymique — puisqu'il rappelle la *vapeur* d'eau, base de la technique — des initiales en langue anglaise de cette technique).

Soulignons que la variabilité est plus aisément lisible sur les tracés V.A.P. que sur les oscillogrammes microphoniques qui les accompagnent (à vitesse de balayage choisie) en même temps que les tracés intensimétriques (en dB) —, la voie microphonique cadrant le décours temporel et la voie du détecteur d'intensité Bruël et Kjoer cadrant l'intensité des voies V.A.P. Dans le présent travail nous ne tiendrons qu'un compte indicatif des voies microphonique et intensimétrique (1) afin de nous concentrer sur le principe de la technique statistique originale appliquée à des courbes géométriques simples, mais d'une grande finesse discriminatoire, qui sont celles de la V.A.P. (mais qu'on pense étendre à d'autres tracés) et qui expriment le flux gazeux turbulent «instantané» en fonction de la topo-géométrie dynamique — de l'organe générateur de sons linguistiques et des résonateurs rigides (géométriques), mais déplaçables ainsi que des résonateurs réversiblement déformables (topologiques).

Pour expliciter le mode de calcul je prendrai un et un seul exemple en français pour un même locuteur dans l'ensemble des résultats obtenus — en diverses langues et avec plusieurs locuteurs ou chercheurs à titre exploratoire, comparatif et de contrôle —, pensant que pour fonder une méthode de calcul il est moins besoin de multiplier les exemples que d'énoncer clairement la procédure.

La figure unique représente deux tracés O_1-N_1 et O_2-N_2 de la *diction*, sur une et une seule expiration de : do-ré-mi-fa-sol-la-si-do en courant AC (courant alternatif) du «Tektronix» — branchement à relaxation rapide qui se prête particulièrement bien à l'étude de la morphologie des tracés V.A.P. — le branche-



ment volumétrique en DC (courant continu) distordant partiellement l'allure du décours temporel du fait de la transition des cumulations inertielles. L'unique locuteur est un homme ténor-basse et l'énonciation a été ici répétée une seule fois avec un décalage de 3 petits carreaux vers la droite (que montrent les références intensimétriques dB_1 et dB_2), ceci pour faciliter la lecture et pour indiquer le principe de la constitution de familles de courbes de sons phoniques en V.A.P. ; ainsi, les deux tracés inférieurs représentent les valeurs intensimétriques (20 dB/div.) tandis que les deux tracés supérieurs représentent : au-dessus la voie nasale, plus lisse que la voie buccale située immédiatement en dessous (1ère énonciation), les deux voies intermédiaires représentant la répétition immédiate (2e énonciation) de la première diction. Les voies nasales correspondent à environ 3ml/div. selon les calibrations volumiques du temps initial et du temps final de l'expérience tandis que les voies buccales correspondent à $1 \mu A/div.$; la vitesse de balayage est de 500 ms/div., ce qui explique que les tracés microphoniques, tassés — donc peu utilisables — à cette vitesse, n'ont pas été enregistrés.

On note immédiatement, tant en V.A.P. qu'en intensimétrie, un « air de famille » pour les courbes homologues, avec cependant des singularités qu'une multiplication des essais pour un même locuteur en énonciations physiologiques tend à minimiser.

La méthode stochastique — puisque $f(t)$ — consiste à considérer les coordonnées rectangulaires (ordonnée — l'intensif — : amplitude A, abscisse — l'extensif — : durée D) pour extraire des informations des signaux continus bidimensionnels. On peut procéder globalement mais j'emploierai ici une autre façon d'analyser le procès en partant de l'intérieur de tout l'espace des données et en le discrétisant selon A-D. J'effectue cette opération en divisant cet espace par *quantifications carrées*, chaque couple des côtés adjacents orthogonaux des carrés ainsi définis représentant autant de coordonnées locales A-D. On constitue ainsi une grille à n colignes qui effectivement localise n dénombrables fois les valeurs A et D : suivant 1) la finesse recherchée de l'analyse — plus grand est le nombre des quantifications carrées dans l'espace A-D plus l'information mutuelle croît — et 2) les commodités informatiques de définition différentiatrice, (a) on peut utiliser une grille à 128 carreaux [le byte est composé de 4, 6 ou 8 bits — alors : octet —, celui d'IBM permettant 256 combinaisons (= 128×2) étant divisé en deux demi-octets de 4 bits ; cf. 4^2 , 4^3 et les opérations arithmétiques qu'on peut en tirer] mais (b) : une grille faite d'échelons de quantifications carrées et constituée simplement de papier millimétré commercial à 100 carreaux seulement présente le double avantage d'être centésimale pour une analyse manuelle et aisément trouvable en papeterie. Les valeurs de chaque singularité d'une famille de courbes O, N ou O + N sont colligées pour toute grille de telle sorte que dans chaque carreau (mm^2 par exemple) on trace une diagonale droite-haut gauche-bas qui permet d'insérer dans la partie gauche la valeur locale de A (position $\neq n^\circ$ par rapport à 100 ou 128 A), et dans la partie droite la valeur locale de D (position $\neq n^\circ$ par rapport à 100 ou 128 D). A partir des grilles métriques ainsi constituées dans chaque case correspondant à chaque tracé phonétique, on

reporte sur une grille statistique définitive, également partagée par une diagonale droite-haut gauche-bas, les valeurs locales moyennes (= surlignées) $\bar{A} \pm \Delta A_1 \dots A_n$ ($n = 100$ ou 128 par exemple) et, dans la partie droite, les valeurs $\bar{D} \pm \Delta D_1 \dots D_n$ ($n = 100$ ou 128 par exemple) correspondant à la position topométrique de chaque événement objet de l'analyse par rapport aux 100 ou 128 cases de A et D, les singularités absentes d'une suite énonciative étant comptées comme zéros par rapport aux singularités éventuellement occurrentes pour la même suite itérée k fois de la même énonciation par le même locuteur. La comparaison de ces grilles multipliées de distribution stochastique des régularités et singularités permet ainsi de révéler les invariants comme événements ayant les plus petits communs $\pm \Delta$ moyens en f (A caractéristiques - D caractéristiques) et de contribuer ainsi à la reconnaissance du locuteur sur la base d'échantillonnages répétés de systèmes polyphonémiques identiques de voix à tessiture, intensité, hauteur, timbre différents. Les différences primordiales portent, d'un locuteur à un autre, 1) sur la conformation des organes phonatoires, l'âge (calcification des cartilages, masse myosinique musculaire fonction notamment de l'état hormonal stéroïdique - trait qui est également valable pour la distinction entre les sexes, etc... 2) sur le positionnement en vitesse et en topographie (géométries relatives et homotopies). Remarquons qu'en technique V.A.P., même une articulation muette pathologique ou simulée livre une trace avec ses accidents les plus significatifs alors que le microphone n'intercepte au maximum qu'un bruit de souffle non caractéristique. De toute façon aucune statistique n'est d'évidence valable en *Phonétique scientifique* si l'on ne tient pas compte de la loi des grands nombres, mais à cela il faut adjoindre le critère d'homogénéité maximum des échantillons puisqu'on ne peut comparer que ce qui est comparable ; la pratique trop répandue en *Phonétique* d'établir des statistiques sur un tout-venant d'informations conduit à des résultats viciés d'incertitudes. A cet égard la problématique des universaux phonatoires implique que, dans l'état présent de la rationalisation, l'on s'en tienne à des statistiques plus simples que le χ^2 - comme le σ^2 , la régression linéaire - mais portant pour chaque étude standardisée de spécificité - dont la nature est neuromusculo-ventilatoire - sur des échantillons rigoureusement choisis selon les différentes variables qui y sont impliquées : l'ethnoculture, le biotype anatomo-physiologique (QI, sexe, âge civil, antécédents accidentels - maladies, traumatismes -, texture phonologique, tessiture et ce que je nommerais volontiers l'empan phonatoire). Le procédé statistique par grille qui vient d'être décrit facilite la représentation des évolutions différentielles quadratiques en une multiplicité de coordonnées rectangulaires (*discrétisation quadratique*).

Dans l'exemple que constitue la figure unique donnée dans le présent travail, c'est surtout la séquence fa-sol-la qui présente un cas typique de variabilité phonique, quoiqu'on retrouve en seconde énonciation les traits distinctifs phonatoires, mais selon des accidents à pentes variables - fonction notamment de l'intensité mais aussi du régime instantané de turbulences - ce qui, toutes proportions gardées, donne une distorsion des tracés semblable à celle que provoque un

enregistrement V.A.P. en DC. Il ressort de l'analyse que ce sont principalement les régularités des crêtes ventilatoires mais aussi les singularités marquant les évolutions incrémentielle et décrémentielle qui peuvent être considérées statistiquement comme les quasi-universaux. Je dis bien quasi-universaux parce que, de l'examen de nombreuses analyses de ce type, il ressort que la notion d'universaux phonatoires doit être relativisée au même titre que doit l'être la notion d'universaux linguistiques mais selon d'autres modalités. Ceci relève d'une loi biotique à savoir que plus l'on va du général aux détails, plus le concept d'invariant souffre de très communes exceptions. Exemples : les Bactéries et telle bactérie, les êtres vivants et l'Homme ; plus : les enfants d'une même famille nucléaire de géniteurs, et plus encore les jumeaux vrais entre eux, aux nombreuses différences caractérioriologiques (anatomiques, physiologiques, comportementales). Tout se passerait comme si le rôle du génome était moins conservatif que sensiblement évolutif en fonction de la prise d'âge des géniteurs (différences par exemple entre le premier-né et le dernier-né d'une progéniture de 15 enfants vivants). Autrement dit dans le moteur informationnel (4) (5) généralisé à tout niveau de systématisation biotique, les facteurs circonstanciels (écologiques) caténaire de temps, de lieu, de cause contribuent notablement à l'histoire naturelle d'un processus vivant élémentaire ou psychique, ce qui se conçoit bien puisque la biosynthèse de l'ADN lui-même se fait à partir d'opérons auto-codeurs induisant la formation d'enzymes (ADN polymérase, ligase) qui dépendent de l'état plus ou moins vivace des opérons. S'il en va ainsi remarquablement pour les gamètes, il en va de même par exemple pour la multiplicité et l'intrication des groupes sanguins dans les différentes ethnocultures très distinctes les unes des autres quoique ayant comme facteur commun — ou porteuse — les attributs d'*Homo sapiens* qui constituent donc, à des variations près, les universaux de l'humanité. Pour préciser ce qu'il en est dans le cas des grands groupes A, B, AB, O, où quelques grands vecteurs sont reconnaissables (augmentation du groupe B en allant de la Bretagne en Chine, forte proportion du groupe O chez les Basques, etc.), dès que l'analyse s'affine, c'est comme si elle était «trop» fine ou bien que les multiples sous-groupes sanguins n'étaient pas systématiquement des indicateurs d'universaux de biotypes. En somme c'est comme si l'on mesurait la hauteur de la Tour Eiffel avec un décimètre : la variabilité d'une mesure à l'autre serait considérable. J'aurai l'occasion pour la linguistique d'exposer ailleurs ce qu'il en va de la grammaire, comme ontologie souvent et comme phylogénie toujours, et de ce qu'il advient du génome dans sa synchro-diachronie individuelle et évolutive.

Pour ce qui est de la parole, du chant et de la vocalisation, la technique V.A.P. saisit un aspect particulièrement subtil puisque la voix-résultat — ainsi que je nomme l'enveloppe phonique manifestée — est captée comme flux gazeux turbulent dont les turbulences dépendent du flux d'air très généralement exhalé et de la topo-géométrie dynamique des organes phonatoires, de sorte que pour être *strictement* reproductible d'une phonation à une autre — identique comme enveloppe physique plus que perceptive (ce qui définit une sorte de bande passante de compréhension en dépit des fluctuations) —, il faudrait qu'en tout lieu

et instant l'acte phonatoire du locuteur soit tel que celui-ci place de la même façon exactement ses organes phonatoires et soit dans une disposition ventilatoire identique.

On peut donc estimer : 1) que la V.A.P. complète les techniques des oscillogrammes microphoniques, des sonagrammes et des analyseurs de mélodies et de telle façon que, sans cette technique, l'analyse de l'acte phonatoire serait restée déficiente, 2) que l'analyse des tracés V.A.P. permet de s'approcher au mieux pour l'instant, par la simplicité de ses graphes, de la mise en évidence des universaux corrélatifs, montrant d'ailleurs que ceux-ci s'avèrent seulement quasi-universaux et, ce, non pour des causes instrumentales, extérieures à l'acte phonique, mais intrinsèques à cet acte, 3) que l'occurrence des régularités et singularités les mieux marquées (les élongations) paraît dépendre de la force articulatoire — d'ordre non seulement musculaire mais *ventilatoire* — toutes choses étant égales par ailleurs.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) B. RYBAK, in : NATO-ASI, *Advanced Technobiology*, B. Rybak Ed., Sijthoff & Noordhoff, Hollande, Ser. E, n° 31, 1979, p. 281.
- 2) B. RYBAK, *L'Onde électrique* (1977) 57, 455.
- 3) B. RYBAK, *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège* (1978) 47, 17.
- 4) B. RYBAK, Logique des systèmes vivants, *Encyclopaedia universalis* (1973), XV, 687.
- 5) B. RYBAK, Les bio-systèmes comme moteurs informationnels ; in : « L'idée de régulation dans les sciences », *Recherches interdisciplinaires* (P. Delattre Ed.), Maloine, Paris, (1977), 147.