

# Das *APCS* Bulletin

Avis officiel de l'Association des Professeurs de Chant de Suisse

Juni 1995

Nr. 27

## Analyse Spectrographique de la Voix Chantée

*Prof. Richard Miller et Jaun Carlos Franco*

*paru dans le "NATS Journal" de septembre/octobre 1991*

*(journal de l'Association Nationale des Professeurs de Chant aux Etats-Unis)*

Les professeurs de chant ont des notions distinctes de la manière dont une voix "résonante" devrait sonner. Bien qu'il existe plusieurs idéaux de sonorité, on s'accorde généralement sur le fait que différents facteurs sont essentiels à toute bonne production vocale. Ces caractéristiques sont souvent exprimées dans des termes tels que "chaleur", "vitalité", "rondeur", "brillance", "focalisation" et "résonance équilibrée". L'oreille exercée du professeur de chant détermine si ces éléments sont présents et dans quelle proportion. Le timbre désiré est alors exprimé à l'élève, souvent à travers des exemples, ou en utilisant un langage imagé, et dans les deux cas, pas toujours avec succès.

Les professeurs de chant regardent les élèves chanter afin de voir autant que d'entendre les causes de changement de la qualité vocale. Ils ont toujours utilisé des instruments, comme le miroir depuis très longtemps, le magnétophone de manière plus récente, et plus récemment encore la caméra vidéo, pour aider l'élève à voir et à entendre quelles sont les variables qui produisent des différences dans le timbre vocal.

A l'heure actuelle un autre instrument utile est disponible pour vérifier ce que le profes-

seur peut essayer de décrire avec des termes subjectifs comme "rondeur" et "brillance" ou en donnant l'exemple.

Cet instrument est le spectrographe, une machine qui fournit des spectrogrammes, qui sont des représentations graphiques des composants harmoniques d'un son chanté (une phonation).

La figure 1 montre une représentation spectrographique de la première phrase de l'aria antiqua bien connue "Caro mio Ben" (attribué à Giordano), chanté par un ténor lyrique professionnel. Le graphique montre une édition faite par un instrument (dans ce cas le Kay Elemetrics DSP Sona-Graph, model 5500) qui transforme les signaux audio, comme ceux produits par la voix chan-

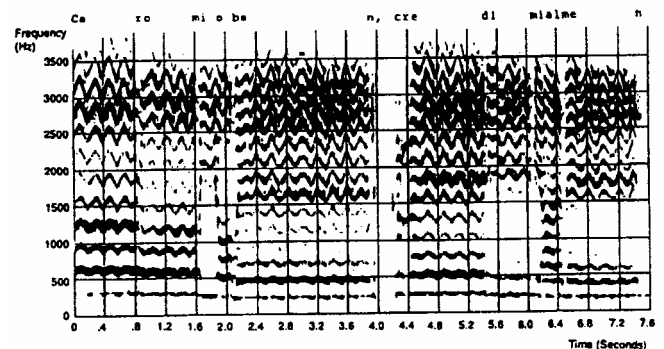


Figure 1: Spectrogramme de la 1<sup>ère</sup> phrase de "Caro mio ben" chantée par un ténor professionnel (tonalité Réb)

tée, en signaux visuels. En conséquence la figure 1 permet à celui qui lit de voir "Caro

mio ben”. En reproduisant la phonation électriquement, le chanteur et ceux qui écoutent peuvent avoir deux approches différentes de la phonation: visuelle et auditive. Cette remarquable technologie permet à l’élève et au professeur de plusieurs fois *entendre* et *voir* simultanément une phonation. Ils peuvent vérifier la présence ou l’absence d’un bon équilibre de la résonance dans une phonation, en comparant avec des prestations ultérieures, ou avec d’autres extraits. Même sans le son, un lecteur peut tirer d’un spectrogramme des informations significatives sur le caractère du son.

De la même manière qu’on apprend à écouter attentivement les sons chantés afin de porter des jugements esthétiques, on peut apprendre à interpréter l’information donnée par une représentation visuelle du son. A travers une compréhension claire des variables en cause, ce qu’on entend peut être confirmé par ce qu’on voit. En fait la représentation visuelle peut susciter une attention à des facteurs importants qui ne sont quelquefois pas remarqués.

Un spectrogramme de la voix chantée, tel que celui-ci, montre une distribution de l’énergie acoustique dans une fréquence et un temps spécifiques. L’axe horizontal représente le temps, 0 à 8 secondes dans ce cas. L’axe vertical représente la fréquence, 0 à 4000 Hz, pour la voix d’homme représentée. La troisième variable est l’énergie acoustique, représentée par le degré de noirceur qu’on peut observer dans les différentes zones du graphique. Plus la zone est noire, plus la concentration d’énergie est élevée.

Il est clair d’après le spectrogramme, que quelle que soit la hauteur chantée, toute l’énergie acoustique n’est pas concentrée sur la fréquence du fondamental. Le spectrogramme montre que la plus grande partie de l’énergie acoustique est trouvée *au-dessus* de la fréquence de la hauteur entendue par l’auditeur. Par exemple, dans une phonation

chantée comme “Caro mio ben, credimi almen,” composé des hauteurs mib4, ré4, do4 et sib3 (premier segment de la phrase) et des hauteurs do4, sib3, lab3 et sol3 (deuxième segment de la phrase), on trouve la plupart de l’énergie acoustique au dessus des fréquences respectives (311 Hz, 294 Hz, 262 Hz et 233 Hz, et 262 Hz, 233 Hz, 208 Hz et 196 Hz). De prime abord, la présence d’énergie acoustique au-dessus de hauteur perçue peut sembler contradictoire. Cette distribution d’énergie peut-être expliquée par un phénomène connu de tout musicien: les séries harmoniques.

La voix est un instrument riche de tels harmoniques, qui sont tous, dans une phonation bonne, des multiples du fondamental. Les spectrogrammes montrent qu’une hauteur chantée génère toujours des harmoniques (appelées aussi partiels). qui, chez certains chanteurs peuvent atteindre 4000 ou 5000 Hz. Ceci explique pourquoi les spectrogrammes de la voix chantée présentent des séries de lignes horizontales régulièrement réparties. La ligne la plus basse représente la fréquence fondamentale qui donne la hauteur de la phonation: les lignes au dessus indiquent les partiels harmoniques, qui déterminent d’autres caractéristiques du son, tels que la définition des voyelles et la qualité globale. Au lecteur familiarisé avec les spectrogrammes des autres instruments de musique, l’aspect ondulé des partiels peut paraître inusuel. Les spectrogrammes des instruments non vocaux montrent en général des lignes droites et non ondulées. Cet aspect ondulé des partiels dans le spectre vocal est expliqué par un phénomène qui n’est naturel que dans la voix chantée: le vibrato. Un son vibré, y compris celui produit de manière intentionnelle par un instrument, générera un spectrogramme avec des lignes ondulées, dans lequel chaque harmonique reflétera la fréquence de vibrato du fondamental. Un son non vibré (un son droit) sera

représenté par des lignes droites. Pour cette raison la reproduction spectrographique est un instrument d'une grande valeur pédagogique pour le développement d'un vibrato constant dans le chant.

L'énergie acoustique qui existe entre les partiels affecte la qualité du son. Les harmoniques qui ne sont pas des multiples entiers de la fréquence fondamentale produisent du bruit dans la voix chantée. Un chant "propre" "sans bruit" génère un spectrogramme avec un minimum de noirceur entre les partiels harmoniques. Une représentation spectrographique qui présente ces caractéristiques idéales garantit que le chanteur possède une technique adéquate pour distribuer toute l'énergie acoustique dans les régions appropriées du spectre. Pour cette raison le spectrographe est utile pour corriger des problèmes vocaux qui produisent du bruit, comme dans une phonation pressée ou dans le chant trop *poussé* (*over-singing* en anglais).

Outre la possibilité de visualiser les rapports entre les harmoniques et le fondamental, et de montrer le phénomène du vibrato, le spectrogramme peut révéler d'autres aspects de la pédagogie vocale:

1 – Un facteur de résonance que les professeurs de chant appellent souvent "son centré", "brillance", "claquement" et "placement".

2 – Un facteur de résonance souvent exprimé pédagogiquement en terme de "profondeur", "rondeur", "chaleur".

3 – Une bonne définition des voyelles.

4 – Un équilibre de ces facteurs afin de produire une résonance "complète" (*voce completa*).

Ces aspects sont clairs dans les rapports entre formants. Un formant peut être défini comme une zone de forte énergie acoustique; ils apparaissent dans les spectrogrammes sous forme de zones sombres. De

tels formants sont observables dans le segment "Caro mio ben" de la figure 1.

La partie sombre importante dans les parties supérieures du spectrogramme entre 2500 et 3300 Hz indique une concentration importante d'énergie appelée le *formant du chanteur*, qui est caractéristique des chanteurs "classiques" confirmés. Le formant du chanteur produit le "brillant" de la voix, qui permet au son de "porter" par dessus des orchestres et dans des grandes salles.

Un second formant important se trouve dans la partie basse du spectre, dans la région des 500 Hz. Ce formant donne la "profondeur" du son. Il est appelé le *premier formant*.

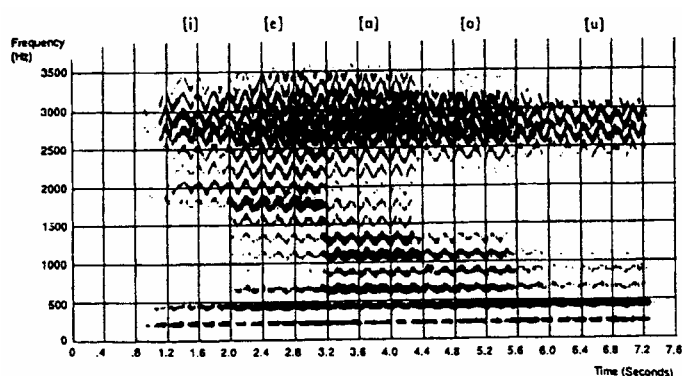


Figure 2: Spectrogramme d'une séquence [i e a o u] sur la hauteur La<sub>3</sub>, chantée par un ténor lyrique professionnel

Dans la voix chantée entraînée, il y a une puissance acoustique considérable à la fois dans les régions basses et hautes du spectre, quelle que soit la voyelle chantée. On peut le voir clairement figure 2, qui est une séquence [i e a o u] à la hauteur la<sub>3</sub>, chantée par un ténor lyrique professionnel. Comme on pouvait s'y attendre le spectrogramme est foncé dans les régions du formant du chanteur et du premier formant. La figure 2 montre aussi l'aspect différent des voyelles dans le milieu du spectre. On peut observer une forme en escalier des formants, descendant au fur et à mesure que le chanteur progresse d'une voyelle frontale vers une voyelle postérieure. Chaque voyelle a sa propre répartition d'énergie acoustique qui la différencie des autres voyelles. La voyelle frontale [i] a sa force acoustique dans la partie haute du

spectre, près de la région du formant du chanteur. La voyelle frontale [e], dans une partie plus basse du spectre. La voyelle la plus neutre [a] dans la moitié inférieure du spectre. Les voyelles postérieures [o] et [u] à des niveaux encore plus bas.

La combinaison de ces formants produit le son “clair-obscur” idéal, le timbre *chiaroscuro* historique. Cette présence d’énergie acoustique dans les parties hautes, médium et basses du spectre assure un équilibre de la résonance.

Pour résumer, la “brillance”, le “focus” dépend de la présence d’une puissance acoustique dans les régions hautes du spectre, à environ 2500 ou 3300 Hz. La “rondeur” ou “profondeur” du son chanté résulte d’une forte présence d’énergie acoustique dans les

partiels bas du spectre dans la région des 500 à 800 Hz. La “couleur de la voyelle” est principalement définie par la place du deuxième formant dans le spectre. Un son “équilibré” résulte d’une répartition correcte de l’énergie sur ces trois formants mentionnés; “Vitalité” et “vie” dépendent de la vibration, soit de la présence du vibrato.

L’analyse spectrographique ne remplace pas l’oreille musicale entraînée, mais vérifie ce que l’oreille discerne. Le spectrographe peut identifier des aspects non désirés d’une phonation. Il offre au professeur et à l’élève un instrument de plus, permettant de clarifier la nature du timbre vocal désiré.

