

Etude perceptive et acoustique de la qualité vocale dans le chant lyrique

Maëva Garnier, Danièle Dubois, Jacques Poitevineau, Nathalie Henrich, Michèle Castellengo

LAM (UPMC, CNRS, Ministère de la culture), 11 rue de Lourmel, 75015 Paris

Tél.: +33 (0)1 53 95 43 34 – Fax : +33 (0)1 45 77 16 59

Mél: :{garnier, henrich}@lam.jussieu.fr, ddubois@ccr.jussieu.fr, poitevin@ccr.jussieu.fr, castel@ccr.jussieu.fr

ABSTRACT

This paper is a resume of an oral presentation at ICVPB 2004 International Conference (Marseille, France, August 18-20, 2004).¹ It presents an interdisciplinary methodology which has been applied to the notion of voice quality in the case of western operatic singing. We aim at defining this notion and at searching significant and objective criteria to characterize it.

The linguistic analysis of the verbalisation of singers and singing voice experts has brought information about the specific lexis used in this field, the different conceptions of voice quality, and the listening modes of lyric voices.

In a second time, we made some oriented acoustical analysis so as to find significant acoustical correlates of the verbal criteria.

1. INTRODUCTION

La voix est un objet sonore très particulier. D'une part outil de communication, elle peut également permettre d'identifier une personne ou être considérée comme un instrument de musique à part entière. Les significations liées à ces fonctions ne sont pas uniquement véhiculées par la sémantique du message mais parfois bien plus par la qualité vocale. Cette étude a pour but de trouver des descripteurs objectifs de la qualité vocale, tant au niveau cognitif qu'acoustique, et d'explorer les possibles corrélations entre ces deux espaces.

Deux approches différentes existent pour cela. L'approche psychophysique, "bottom-up", satisfaisante pour étudier les performances du système perceptif ou pour évaluer la qualité

sonore d'objets dont on a déjà cerné les représentations mentales, ce qui n'est pas le cas de la voix lyrique, objet multimodal complexe faisant intervenir des sensations auditives et proprioceptives, et dont la perception est encore mal connue du point de vue cognitif.

L'approche psycholinguistique, "top-down", paraît plus adaptée pour prendre en compte les processus de haut niveau tels que l'interprétation ou la multisensorialité, car elle part du point de vue de l'auditeur. Par l'analyse linguistique de son discours libre, on postule qu'il est possible d'accéder à ses représentations mentales.[7] Des analyses acoustiques et des évaluations perceptives peuvent ensuite être menées sur les critères pertinents alors identifiés.

Une méthode originale d'analyse de la perception et de la verbalisation de la qualité sonore a été mise en œuvre dans cette étude. Elle sera présentée dans la deuxième partie de cet article. Les résultats de l'étude cognitive et leur discussion feront l'objet de la troisième partie. Enfin, les premiers résultats de la recherche en cours de corrélats acoustiques aux critères verbaux sont l'objet de la quatrième partie

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Corpus sonore

Le corpus de sons est constitué par les enregistrements audio de 3 voix d'hommes (2 basses-barytons, B3 et B6, et un ténor, T2), effectués dans une cabine insonorisée [1]. Le signal audio est enregistré à l'aide d'un microphone de pression 1/2" (Brüel & Kjaer 4165) placé à 50 cm des lèvres des chanteurs, puis amplifié grâce à un préamplificateur (Brüel & Kjaer 2669) et un amplificateur de

¹ Une version préliminaire de l'étude a fait l'objet d'un article précédent [2]

mesure (Brüel & Kjaer NEXUS 2690), avant d'être numérisé sur un DAT (PORTADAT PDR1000) à une fréquence d'échantillonnage de 44.1kHz sur 16 bits. L'expérience a porté sur les premières mesures de l'*Ave Maria* de Gounod, chantées d'abord en émission normale, puis selon cinq différentes qualités vocales (soit 18 extraits au total).

2.2. Ressources lexicales

Une étude préliminaire du discours des chanteurs a été menée dans le but de préparer un test d'écoute de voix lyriques. L'analyse linguistique a fourni des pistes à explorer lors des entretiens avec les experts et a permis de construire des différenciateurs sémantiques (Figure 1) pour l'évaluation de voix lyriques selon des échelles bipolaires (Seconde partie du test d'écoute), à partir de termes pertinents repérés par leur forte occurrence dans le discours.

sombre	←	→	clair
détimbré	←	→	timbré
sourd	←	→	brillant
peu nasillard	←	→	nasillard
sans air sur la voix	←	→	avec de l'air sur la voix
sans vibrato	←	→	avec beaucoup de vibrato
sans trémolo	←	→	avec beaucoup de trémolo

Figure 1 : liste des différenciateurs sémantiques du test d'évaluation.

2.3. Protocole du test d'écoute avec des professeurs de chant

Le test d'écoute a été réalisé individuellement avec 11 professeurs de chant. D'une heure en moyenne, ce test se décompose en deux parties.

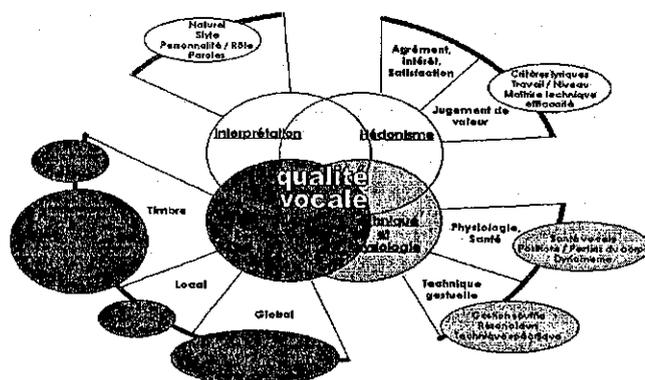


Figure 2: Organisation en sous-groupes du lexique issu de la verbalisation libre de 11 experts, recueillie au cours d'un test d'écoute de voix lyrique

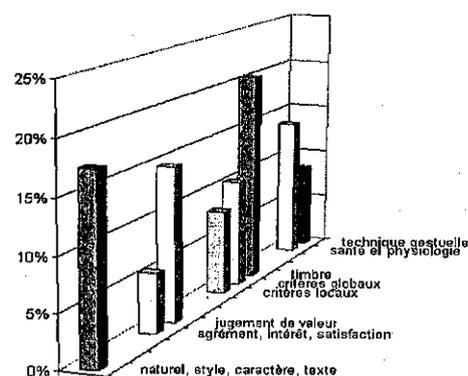
Une première partie a été consacrée à un entretien ouvert-dirigé sur l'écoute des extraits. Cette méthode de recueil des commentaires en vue de leur analyse linguistique multicouche s'effectue en posant des questions ouvertes aux auditeurs [6]. Une seconde partie du test a consisté en l'évaluation des qualités vocales modifiées selon les échelles bipolaires présentées plus haut.

3. RÉSULTATS DE L'ETUDE COGNITIVE

3.1. Les ressources en langue

Le relevé des formes lexicales dans le discours des experts a fourni un lexique très riche, se répartissant en 4 groupes principaux:

- des termes hédonistes
- des termes relatifs à l' "Interprétation"
- des termes qualifiant le son, (son timbre, des aspects globaux ou locaux).
- des expressions liées à la technique vocale, tant du point de vue gestuel que du point de vue de la santé ou de la physiologie. Pour résumer, les observations les plus remarquables concernent:
 - l'usage de nombreux termes partagés avec d'autres modalités sensibles
 - la présence non marginale d'onomatopées, ou d'imitations des qualités vocales perçues.
 - l'importance du contexte musical.
 - la très forte référence au corps.
 - les occurrences importantes de termes techniques.
 - la tendance à des jugements de valeur majoritairement négatifs.



L'organisation du lexique (cf Figure 2) a également permis de faire apparaître plusieurs conceptualisations de la qualité vocale. Celle-ci ne semble pas se restreindre au timbre ou même au son. Le timbre est aussi pour les experts un indice de la qualité vocale dans le sens où il renseigne sur la maîtrise des techniques vocales. En cela, la notion de qualité vocale s'élargit à d'autres dimensions: celles du corps du chanteur, de sa personnalité, de son expressivité.

3.2. Représentation de la qualité vocale.

L'étude du lexique a permis de clarifier la signification de certains termes pour les experts (notions "d'équilibre", de "vibrato", "d'air" ou de "souffle", qualificatifs "sourd", "brillant", "clair", "sombre", "timbré" ou "détimbré"). Les résultats du test d'évaluation a confirmé ces observations par de fortes corrélations statistiques entre l'air, la brillance, le timbrage et le vibrato (Figure 3). La "nasalité", les notions de "trémolo", de "chevrotement" et "d'air sur la voix" sont apparues comme peu consensuelles. On observe un bon consensus sur les critères "timbré/ détimbré", "brillant/ sourd", "clair/ sombre" et sur la présence de "vibrato".

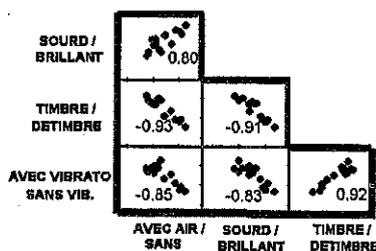


Figure 3: Diagramme des corrélations entre 4 critères d'évaluation

3.3. L'expression en langue de la perception de la voix lyrique.

Le discours des professeurs de chant a témoigné de leurs difficultés quant à l'expression en langue de leur perception des voix, à travers l'usage fréquent d'onomatopées et de modalisations².

² marques dans l'énonciation du degré d'adhésion du locuteur à son discours (conditionnels, peut-être...etc.)

Malgré la richesse du lexique utilisé et la forte proportion de termes techniques, les experts ont du mal à en donner des définitions.

3.4. Modes d'écoute de la qualité de voix lyriques

Les experts semblent avoir parfois besoin de reproduire ou "ressentir" physiquement le geste vocal avant de pouvoir juger la qualité vocale perçue. La forte présence de termes physiologiques ou relatifs à la technique vocale renforcent l'hypothèse que la perception de la voix passé par leur connaissance de la production vocale et la réalisation motrice du geste vocal.

4. PREMIERS RÉSULTATS ACOUSTIQUES

4.1. Méthode d'analyse

Notre objectif consiste à rechercher les paramètres acoustiques les plus saillants dans la perception d'une qualité vocale, tout en admettant qu'il peut en exister d'autres, moins perceptibles.

Nous avons repéré les voix les plus représentatives d'un critère donné, celles montrant une opposition maximale sur une échelle, ou encore celles présentant de fortes similarités. Leur écoute en particulier et les commentaires libres des professeurs de chant nous ont guidé dans la recherche des critères acoustiques les distinguant perceptivement.

4.2. Caractère "brillant/sourd"

Entre la voix jugée la plus sourde et celle jugée la plus brillante, on constate une grande différence quant à l'émergence du formant du chanteur [3] par rapport aux premiers formants. (figure 4)

La figure 5 étend cette analyse à l'ensemble des 15 voix lyriques étudiées. La différence d'amplitude entre les maxima des deux zones spectrales [0-2000 Hz] et [2000-4000Hz] semble bien corrélée à la notion de brillance pour T2 et B6, moins pour B3.

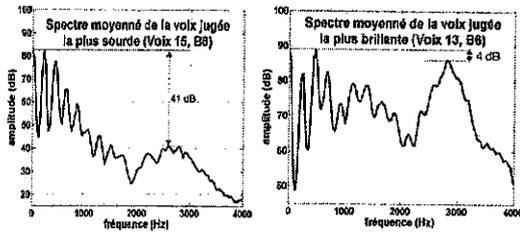
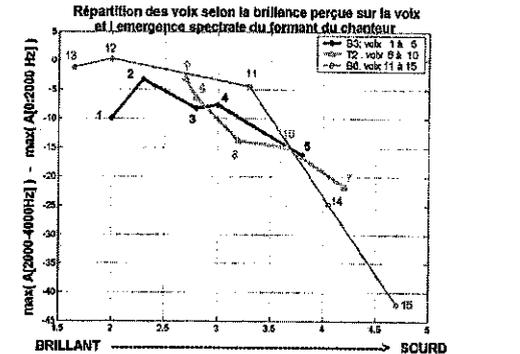


FIG 4 : Comparaison des spectres moyennés sur toute la phrase musicale des voix jugées la plus sourde et la plus brillante.



Chanteur	Amplitude des variations sur l'émergence du formant du chanteur	Jugement (de 1 à 5) du camébré Brillant/Sourd
B3	15 dB	2 à 3.8
T2	20 dB	2.75 à 4.25
B8	42 dB	1.6 à 4.75

FIG 5 : Répartition des voix selon la brillance perçue et l'émergence spectrale du formant du chanteur.

4.3. Caractère "timbré / détimbré"

La figure 6 montre, pour chaque chanteur, que le caractère "détimbré" s'accompagne d'une forte atténuation spectrale dans la

région [2000-4000 Hz], de la même façon que pour le caractère "sourde". La figure 7 montre que les voix "détimbrées" présentent en plus une atténuation au delà de 4000 Hz, mais surtout un renforcement énergétique important dans le fondamental (196 à 261 Hz).

4.4. Caractère "clair" / "sombre"

Nous avons commencé à examiner l'influence de la prononciation des voyelles sur la perception des qualités "claire" et "sombre". La figure 8 représente l'analyse comparée des spectres moyennés de trois voyelles pour les deux voix jugées les plus distantes sur l'échelle clair/sombre, mais produites par le même chanteur, ainsi que les zones de fréquence des deux premiers formants d'un chanteur français masculin [5]. Les variations des maxima d'amplitude dans les zones de F1 et F2, que l'on peut interpréter comme un abaissement des formants, sont semblables à celles qu'on observe lors du passage d'une voyelle ouverte à une voyelle couverte[4]. On observe également un enrichissement de l'aigu du spectre de la voix claire, en particulier dans la zone du formant du chanteur.

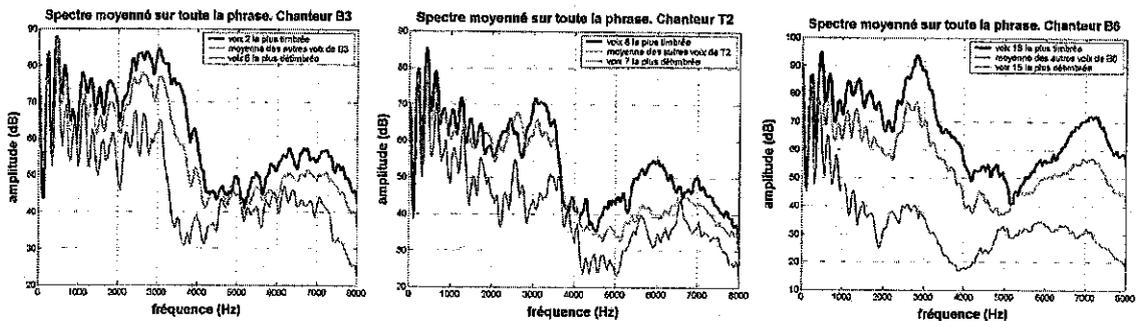


FIG 6: Spectres moyennés sur l'ensemble de la phrase musicale, pour chaque chanteur, de sa voix jugée la plus timbrée, de la plus détimbrée, et de la moyenne de ses autres voix.

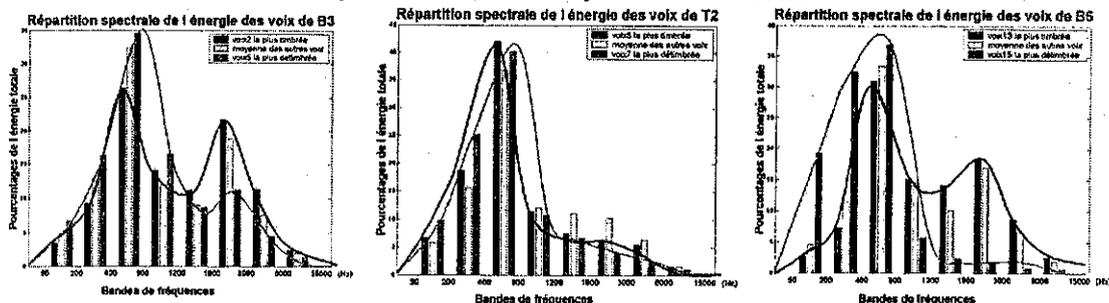


FIG 7 : Répartition par bandes de fréquences, pour chaque chanteur, de l'énergie de sa voix jugée la plus timbrée, de la plus détimbrée, et de la moyenne de ses autres voix.

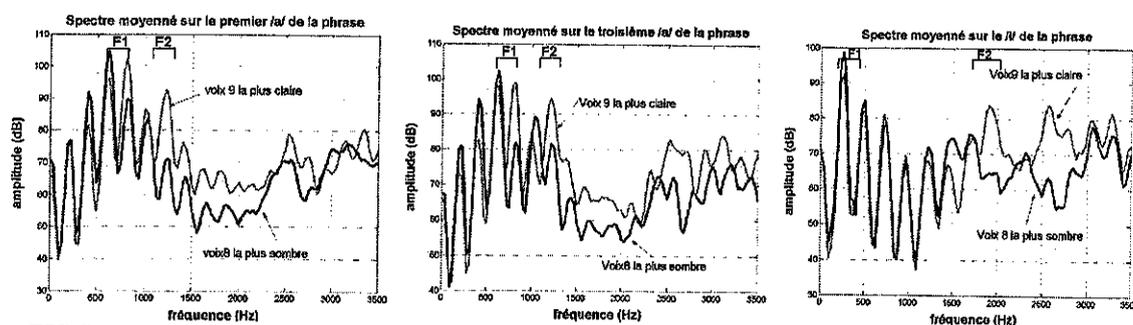


FIG 8 : Comparaison des spectres moyennés sur 3 voyelles de la phrase, des voix jugées la plus claire et la plus sombre.

4.5. Discussion et perspectives

Les différences interindividuelles observées entre les chanteurs soulignent les différentes stratégies qu'ils peuvent adopter pour produire une même qualité vocale : plusieurs paramètres semblent être ajustables par le chanteur pour jouer sur un critère donné. Il est donc plus intéressant de s'intéresser aux variations de qualité vocale de chaque chanteur plutôt que de vouloir agréger les différentes stratégies de tous les chanteurs confondus.

Dans la présente étude, les modifications de qualité vocale étaient effectuées selon l'inspiration du chanteur. Ils ne produisaient donc pas tous les mêmes qualités vocales, et ne les qualifiaient pas par les mêmes termes que les professeurs de chant à la réécoute, ou ceux constituant les échelles du test psychoacoustique. Une nouvelle base de données dédiée à l'étude de la qualité vocale vient d'être enregistrée en demandant aux chanteurs de produire des qualités vocales « imposées », tout en leur permettant de réécouter leur production.

Il convient maintenant de poursuivre les premières pistes d'analyses acoustiques sur cette nouvelle base de données, et enfin de tester la validité perceptive des corrélats acoustiques trouvés, par la synthèse d'exemples sonores appropriés.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] N. Henrich. Etude de la source glottique en voix parlée et chantée. Thèse de doctorat, 2001
- [2] M. Garnier et Al. Perception est description verbale de la qualité vocale dans le chant lyrique: une approche cognitive. JEP 2004
- [3] J. Sunberg. Level and center frequency of the singer's formant. Journal of voice, 2001.
- [4] B. Chuberre. Les registres et passages dans la voix chantée. Thèse de doctorat, 2000.
- [5] X. Rodet. Conférences des journées d'étude du festival du son, Paris, 1980.
- [6] A. Blanchet et A. Gotman. *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*. Collection Sociologie, volume 19, Nathan, 1992
- [7] Collectif sous la direction de D. Dubois. *Catégorisation et cognition : de la perception au discours*. Edition Kimé, 1997.