

ETUDE ACOUSTIQUE ET AUDITIVE DES FACTEURS D'INTELLIGIBILITÉ DE LA VOIX CHANTÉE *

NICOLE SCOTTO DI CARLO

1. INTRODUCTION

On reproche souvent aux chanteurs, et en particulier aux chanteuses, de mal articuler. Attribuer la mauvaise compréhension d'un texte chanté, à la mauvaise diction de l'artiste, est une réaction aussi injuste qu'injustifiée, car, même lorsqu'un chanteur sur-articule et que son émission est parfaite, l'identité des phonèmes qui constituent le message chanté, n'en est pas conservée pour autant, d'où les difficultés de compréhension qui en résultent. L'importance des altérations phonémiques étant d'autant plus grande que la voix du chanteur est plus aigüe, il paraissait intéressant d'étudier ces phénomènes à leur limite maximale de distorsion, c'est-à-dire sur un 'soprano-colorature' (ou 'soprano ultra-aigu', pour reprendre la terminologie de certains physiologistes contemporains).

2. CHOIX DU SUJET ET PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Le choix du sujet s'est avéré assez délicat puisqu'il s'agissait de trouver une chanteuse possédant non seulement une excellente technique vocale mais une articulation irréprochable et une diction parfaite. Il était, en outre, indispensable que cette artiste fût Française. (Les résultats d'études analogues réalisées sur des cantatrices étrangères chantant en français, ont été complètement faussés, du fait qu'aux distorsions acoustiques inhérentes au chant, s'ajoutaient les distorsions résultant de la difficulté qu'avaient ces chanteuses à maîtriser notre langue).

Le sujet sélectionné d'après les critères énumérés ci-dessus, est Madame Mady Mesplé de l'Opéra. L'analyse de sa voix a permis de faire une étude des divers facteurs d'intelligibilité dont on n'exposera ici que quelques aspects d'après les premiers résultats obtenus.

Les enregistrements ont été effectués en chambre anéchoïque sur magnétophone professionnel monopiste Philips, type EL.3503, équipé d'un microphone électrostatique Philips, type L.B.B.9060. On a demandé au sujet:

* Lu par Albert Di Cristo.

- (1) d'émettre tous les phonèmes, en voix parlée, recto tono.
- (2) pour chaque phonème, de parcourir sa tessiture du grave à l'aigu, en veillant d'abord à l'articulation, puis à l'esthétique du son.

Le corpus ainsi obtenu a fait l'objet d'une analyse acoustique au sonographe et à la Chaîne Brüel et Kjaer, et d'une étude auditive à l'aide de plusieurs batteries de tests portant sur des phonèmes isolés et des phonèmes en contexte.

3. DÉFORMATIONS VOCALIQUES

1. *Déformations vocaliques en fonction de la fréquence.* —

L'analyse acoustique et auditive des voyelles chantées a permis de délimiter quatre zones d'intelligibilité :

(a) Zone d'intelligibilité optimale pour toutes les voyelles: de 64 Hz (Do1)¹ à 352 Hz (Fa3) — zone des fréquences conversationnelles — toutes les voyelles sont correctement perçues.

(b) Marge de tolérance: de 352 Hz (Fa3) à 440 Hz (La3): limite d'intelligibilité pour les voyelles nasales et les voyelles [e], [ɛ], [o].

(c) Zone d'intelligibilité élective: de 440 Hz (La3) à 660 Hz (Mi4), seules les voyelles [i] et [a] sont encore différenciées. Tous les autres timbres vocaliques se trouvent profondément altérés.

(d) Zone d'inintelligibilité absolue: Au-delà de 660 Hz (Mi4), les voyelles ne sont plus individualisées (Cf. Figure 1) et les pourcentages d'erreurs sont considérables.

Par conséquent, un chanteur a d'autant plus de chances d'être compris du public que la plus grande partie de sa tessiture est située dans la zone I.O (Zone d'Intelligibilité Optimale); c'est-à-dire au-dessous de 352 Hz (Fa3).

On ne s'étonnera plus de mieux comprendre une basse qu'un soprano si l'on sait que la tessiture totale de la basse est située dans la zone I.O. alors que le quart de la tessiture du soprano, et le cinquième seulement de celle du soprano-colorature se trouvent dans cette même zone. (Cf. Figures 2 et 3).

2. *Déformations vocaliques en fonction de l'intensité.* —

Au-dessous de 80 db — limite supérieure des intensités conversationnelles — les timbres des voyelles sont à peu près conservés.

Au-dessus de 80 db, il ne reste plus que trois qualités de timbres vers lesquels tendent :

- + les voyelles ouvertes: [a] [ɔ] [ɛ] [œ]
- + les voyelles fermées antérieures: [i] [e]
- + les voyelles fermées postérieures: [u] [ø] [o] (Cf. Figure 4)

¹ Le numérotage conventionnel des octaves se fait par référence au la du diapason: La3 = 440 Hertz.

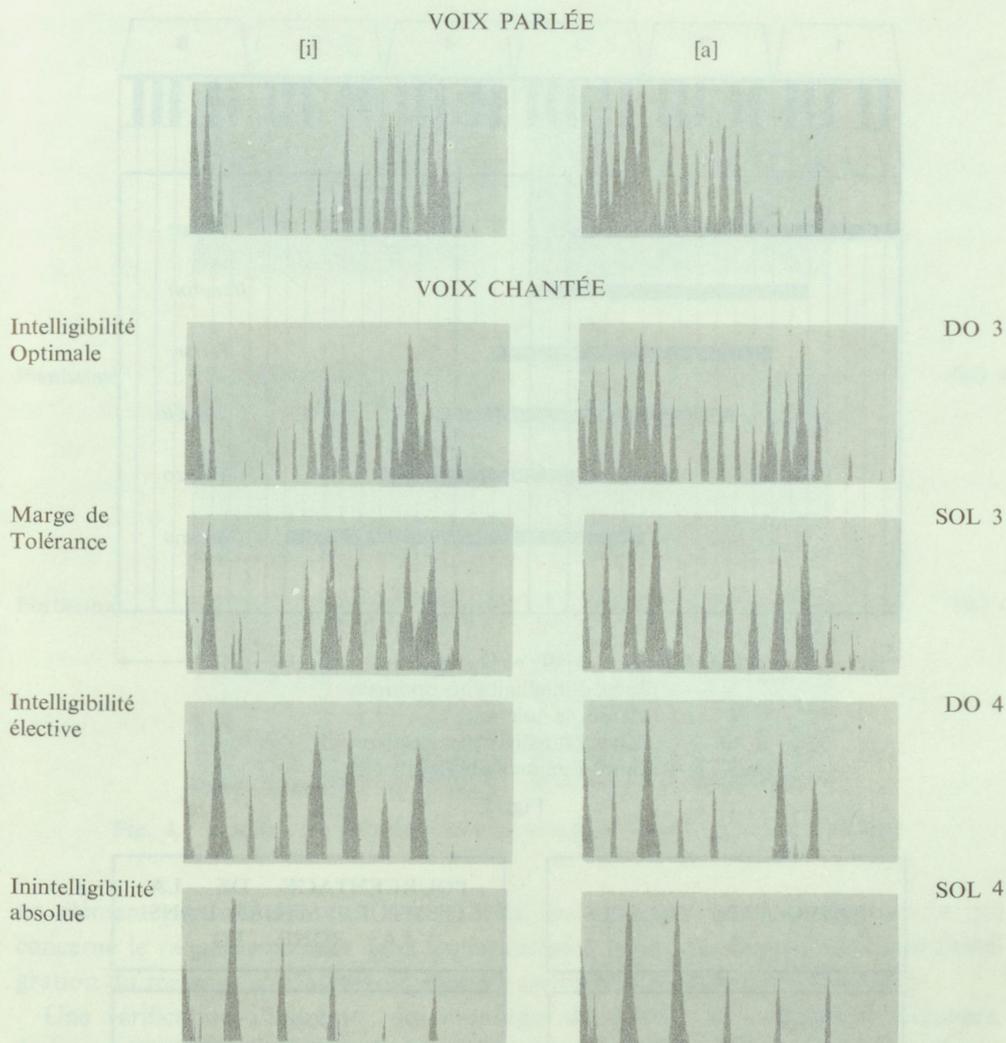


Fig. 1. Modifications du spectre des voyelles [i] et [a] en fonction de la fréquence.

4. DÉFORMATIONS CONSONANTIQUES

Ce problème particulier fait actuellement l'objet de recherches approfondies dont les résultats seront publiés dans les Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix.

5. RÔLE DU DÉBIT

Il est incontestable que le débit subit de profondes modifications dans le chant. Si tous les spécialistes du langage s'accordent à considérer son accélération comme

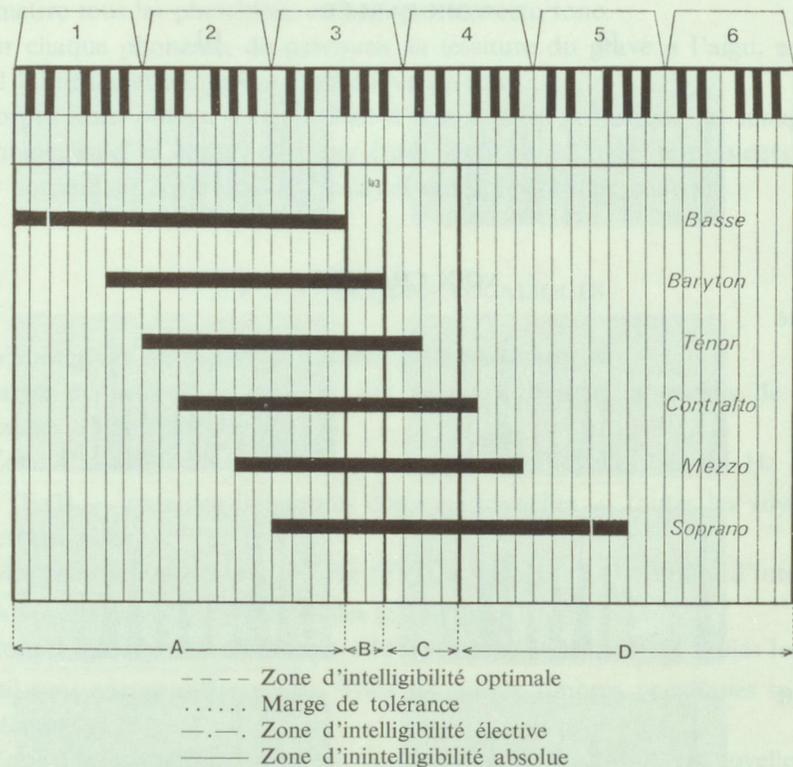


Fig. 2.

CATEGORIES VOCALES	POURCENTAGE DE LA TESSITURE SITUÉE DANS LA ZONE I.O.
Basse	100 %
Baryton	87 %
Ténor	73 %
Contralto	56 %
Mezzo-Soprano	37 %
Soprano	25 %
Soprano-Colorature	21 %

Répartition de la zone d'Intelligibilité Optimale en fonction de la tessiture

Fig. 3.

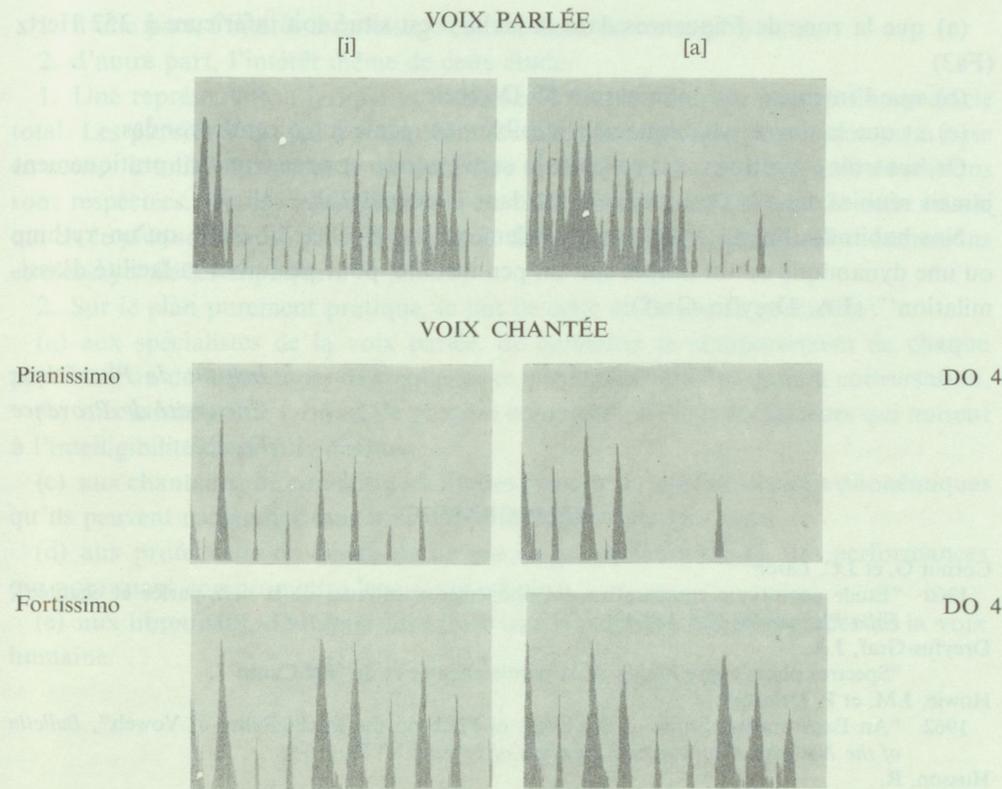


Fig. 4. Modification du spectre des voyelles [i] et [a] en fonction de l'intensité.

un élément perturbateur de l'intelligibilité, les opinions sont partagées en ce qui concerne le ralentissement dans lequel certains voient un élément facilitant l'intégration du message et d'autres un élément perturbateur de la compréhension.

Une vérification s'imposait: des montages de syllabes de différentes longueurs, émises en registre médium, ont permis d'obtenir un échantillonnage de 'nonsense sequences' dont la durée syllabique variait de 45,6 millisecondes à 162 centisecondes, et que l'on a soumis à un groupe d'auditeurs-naïfs. On s'est alors aperçu que, loin d'améliorer la compréhension du texte chanté, le ralentissement du débit la gênait considérablement et que les pourcentages de réponses exactes augmentaient nettement, à mesure que l'on approchait de la durée moyenne de la syllabe en voix parlée: 6,6 centisecondes.

6. CONCLUSION

En résumé, on peut donc dire que, pour qu'un texte chanté soit compréhensible, il faut:

(a) que la zone de fréquences dans laquelle il est situé soit inférieure à 352 Hertz (Fa3)

(b) que l'intensité soit inférieure à 80 Décibels

(c) et que la durée syllabique soit sensiblement égale à 6,6 centisecondes.

Or, ces trois conditions sont celles de la conversation et ne se trouvent pratiquement jamais réunies dans le chant (si ce n'est dans les récitatifs!)

Nos habitudes linguistiques sont solidement acquises et "il suffit qu'un rythme ou une dynamique ou un timbre soit un peu insolite, pour perturber la facilité d'assimilation". (J.A. Dreyfus-Graf).

*Institut de Phonétique
Université de Provence
France*

BIBLIOGRAPHIE

- Cornut G. et J.C. Lafon
1960 "Étude acoustique comparative des phonèmes vocaliques de la voix parlée et chantée", *Folia Phoniatrica* 12.3:188-196.
- Dreyfus-Graf, J.A.
"Spectres phonétographiques de la parole chantée et du 'Bel Canto'".
- Howie, J.M. et P. Delattre
1962 "An Experimental Study of the Effect of Pitch on the Intelligibility of Vowels", *Bulletin of the National Association of Teachers of Singing* XVIII 4:6-9.
- Husson, R.
1960 *Le chant* Collection que sais-je? (Paris, P.U.F.).
1962 *La voix chantée* (Paris, Gauthier-Villars).
1962 *Physiologie de la phonation* (Masson, Paris).
1965 "Physiologie de la phonation et du langage oral", in *Actes du XIXe Congrès Français de Stomatologie* (Doin, Paris-Lille) pp. 328-437.
- Leipp E. et M. Castellengo
1969 "L'intelligibilité de la parole dans le chant", in *L'Oreille, juge de la qualité sonore* (Chiron, Paris).
- Łobacz, P.
1970 "The Effect of Speech Tempo on the Courses of Vowel Formants", *Institute of Fundamental Technical Research, Polish Academy of Sciences. Speech Analysis and Synthesis*. Vol. 2 (Warsaw).

DISCUSSION

NOOTEBOOM (Eindhoven)

Quelle est l'importance de la perceptibilité des voyelles chantées dans l'opéra?

SCOTTO DI CARLO

L'importance de la perceptibilité des voyelles dans la compréhension d'un message parlé ou chanté n'étant plus à démontrer, je pense que M. Nootboom met ici en question:

1. d'une part, l'intérêt du message chanté dans un ouvrage lyrique,
2. d'autre part, l'intérêt même de cette étude.

1. Une représentation lyrique est considérée de plus en plus comme un spectacle total. Les paroles sont, par conséquent, aussi importantes que la musique ou la mise en scène. L'unité du spectacle ne peut être atteinte que lorsque ces trois conditions sont respectées. Or, la compréhension du texte chanté est l'élément de cette triade qui est le plus souvent sacrifié. Il paraissait donc intéressant d'en connaître les raisons et d'essayer de les expliquer.

2. Sur le plan purement pratique, le but de cette étude est de permettre:

- (a) aux spécialistes de la voix parlée, de connaître le comportement de chaque phonème, au-delà des zones de fréquence et d'intensité utilisées dans la conversation.
- (b) aux amateurs de lyrique, de prendre conscience de tous les facteurs qui nuisent à l'intelligibilité de la voix chantée.
- (c) aux chanteurs, de connaître les limites exactes des différenciations phonémiques qu'ils peuvent rechercher sans nuire à l'homogénéité de leur voix.
- (d) aux professeurs de chant, de ne pas exiger de leurs élèves, des performances qui pourraient compromettre leur santé vocale.
- (e) aux librettistes, d'adapter leur texte aux possibilités physiologiques de la voix humaine.