

Le point de vue de l'odologue

*La Vérité est un mirage qui s'éloigne
dès que l'on s'en approche.*

N.S.D.C.

Nicole SCOTTO DI CARLO

Odologue, Directeur de Recherche au CNRS

Laboratoire Parole et Langage - UMR 6057 CNRS

Université de Provence

29, avenue Robert Schumann

13621 Aix-en-Provence Cédex 01

E-mail : nicole.scotto@lpl.univ-aix.fr

Internet : <http://www.lpl.univ-aix.fr/lpl/personnel/scotto/scottodicarlo.htm>

Interviewée par Arlette OSTA, orthophoniste

Nicole Scotto Di Carlo, vous êtes directeur de recherche au CNRS. Comment êtes-vous devenue odologue?

Grâce à un concours de circonstances et à deux rencontres capitales, l'une avec Georges Faure et l'autre avec Mady Mesplé. Mes parents avaient décidé que j'entrerais dans l'enseignement mais cela se passait à l'époque où les rapatriés d'Algérie étaient prioritaires sur tous les postes de la fonction publique et je n'ai pas pu poser ma candidature. Pour ne pas perdre de temps, j'ai fait des études universitaires et j'ai découvert ma vocation pour la recherche grâce au Professeur Faure qui m'a d'ailleurs engagée dans son laboratoire dès que j'ai obtenu mes diplômes. Bien que musicienne, je n'appréciais pas particulièrement l'art lyrique que j'ai véritablement découvert à l'occasion d'une représentation de "Lakmé" à l'Opéra de Marseille avec Mady Mesplé dans le rôle-titre. Sa prestation a été une véritable révélation pour moi. Je me suis demandée comment une voix pouvait transmettre une telle émotion et me bouleverser à ce point. C'est ce jour-là que j'ai pris la décision de travailler sur la voix chantée. J'ai écrit à Mady Mesplé, sans oser espérer qu'une cantatrice de sa renommée daignerait répondre à la jeune étudiante que j'étais et, à ma grande surprise, elle l'a fait très gentiment et très simplement. Elle m'a fixé un rendez-vous pour que nous fassions connaissance et a accepté de se soumettre avec une patience infinie, beaucoup de courage et un dévouement exemplaire à des expériences pas toujours très agréables, dans le seul but de m'aider. Une grande amitié est née entre nous. Notre collaboration effective a duré dix huit ans, mais elle n'est pas terminée car nos échanges sont toujours aussi enrichissants.

Vous avez tout de même travaillé avec d'autres chanteurs?

Bien sûr! Mady a eu la gentillesse de parler de moi à ses camarades qui, à leur tour ont parlé de moi, ce qui fait que j'ai pu travailler avec d'autres grands noms de l'art lyrique. Plus tard, dans le cadre d'un contrat de recherche avec le Ministère de la Culture, j'ai travaillé avec plusieurs autres chanteurs, sans compter ceux que mes travaux intéressent et qui viennent se jeter en toute innocence dans la gueule du loup!

Nombreux sont les chanteurs qui vous sollicitent directement ou après avoir consulté votre site Internet où ils trouvent les réponses à plusieurs de leurs questions. J'ai pu orienter vers votre laboratoire certains patients en difficulté pour lesquels ma compréhension orthophonique était insuffisante. L'éclairage que vous m'avez apporté a été très précieux pour leur prise en charge.

J'en suis sincèrement heureuse.

Commençons, si vous le voulez bien, par la discipline scientifique que vous avez créée.

Lorsque j'ai entrepris mes recherches sur la voix chantée, j'ai eu des difficultés à trouver ma place au sein de la communauté scientifique parce que ma discipline se situe au carrefour de plusieurs autres, ce qui fait que l'on me considérait tantôt comme musicologue, tantôt comme acousticienne, physiologiste, sémiologue, éthologue ou psychologue et dans le meilleur des cas, comme phonéticienne ou linguiste. On m'a même prise à plusieurs reprises pour une phoniatre et pour un professeur de chant! C'est alors qu'il m'est apparu nécessaire de donner sans plus tarder un nom à ma spécialité. J'ai proposé le mot *odologie* (qui vient du grec *ôdê* =

chant et *logos* = science) pour désigner l'étude scientifique de la voix chantée. Ce terme a d'abord été homologué par le Conseil International de la Langue Française avant de commencer à faire son entrée dans les dictionnaires.

Comment avez-vous abordé ce nouveau domaine?

Depuis toujours, les chercheurs s'intéressent à la voix chantée, mais cela a toujours été de façon sporadique et d'un point de vue unique, celui de leur spécialité, ce qui est tout à fait légitime bien que nécessairement réducteur. Pour ma part, j'ai essayé d'aborder ce phénomène sous plusieurs angles de manière à en avoir une image qui soit le plus fidèle possible à la réalité. Je m'explique : dans ses conditions habituelles de production, le chant nécessite un émetteur, en l'occurrence l'artiste et un récepteur : l'auditeur-spectateur. Pour en faire une étude à la fois exhaustive et holistique, il est indispensable d'étudier la totalité de la chaîne qui relie l'émetteur au récepteur. L'odologue étudie donc l'émission, la transmission et la réception du son en analysant ce qui se passe au niveau du chanteur (c'est l'étude physiologique), au niveau de l'onde sonore émise par le chanteur (c'est l'analyse acoustique) et au niveau de l'auditeur (c'est l'étude perceptive). C'est en cela que j'ai "créé" cette nouvelle discipline mais aussi par le fait que j'ai mis au point une méthodologie et des outils qui peuvent être appliqués à l'étude scientifique d'autres phénomènes artistiques comme par exemple l'analyse de l'interprétation chez les comédiens [01].

Comment travaillez-vous? Sur le terrain? Dans votre laboratoire?

Dans le cadre de mes activités de consultante, qui font partie intégrante de mon métier de chercheur, je m'occupe des chanteurs en difficulté qui me sont envoyés par des thérapeutes ou qui viennent me consulter directement. Après avoir établi un diagnostic odologique, je les oriente vers les spécialistes concernés qui les prendront en charge. Mais en ce qui concerne la recherche proprement dite, je travaille peu sur le terrain, exception faite de quelques expérimentations spécifiques comme celles relatives à l'incidence que peut avoir l'acoustique de la salle sur la voix des chanteurs ou encore celles concernant les variations de la hauteur du diapason au cours d'une représentation. En revanche, outre les enregistrements de corpus destinés à une recherche bien précise, j'utilise aussi les enregistrements que j'ai réalisés pendant des spectacles lyriques, des concerts ou des récitals mais aussi des enregistrements "live" pour collectionneurs ou encore des DVD pris sur le vif.

Qu'il s'agisse du travail réalisé en laboratoire ou en milieu hospitalier, la règle d'or que je me suis fixée est de faire en sorte que les conditions expérimentales soient toujours le plus proche possible de celles dans lesquelles les artistes lyriques ont l'habitude de se produire, afin d'être certaine que ce que j'analyse correspond bien à la réalité et ne résulte pas d'artefacts dus au protocole expérimental. L'autre règle d'or étant de ne jamais s'éloigner de la réalité. C'est une tendance assez répandue dans ma profession, où d'hypothèses en théories, on finit très vite par se retrouver complètement coupé de la réalité concrète que l'on est censé observer et dont les résultats doivent rendre compte. C'est d'ailleurs pour m'assurer que j'ai bien "collé" à la réalité, que je parle de mes découvertes avec des chanteurs professionnels. Lorsque mes résultats correspondent à leur vécu, ou leur permettent de mieux comprendre ce qu'ils font d'instinct, je sais que je suis sur la bonne voie et que je peux publier.

Vous avez travaillé dans différents domaines de la voix chantée, voulez-vous nous préciser lesquels?

La voix chantée est un domaine de recherche si vaste que je n'ai pu résister à la curiosité d'aborder différents thèmes. En ce qui concerne la physiologie, cela va des mécanismes mis en place pour l'émission de l'aigu qui sont différents en fonction de la puissance et du timbre de la voix [02] ou du cas d'une soprano professionnelle qui utilise une posture compensatoire afin de pouvoir émettre l'aigu en dépit d'une hypomobilité laryngée importante [03] au mécanisme des attaques [04] ou à l'étude du voile du palais en cours d'émission [05]. Je mentionnerai également, les conséquences de l'entraînement vocal sur la courbure du rachis cervical [06], le rétro-contrôle auditif et proprioceptif chez les chanteurs professionnels [07] ou encore le rôle prédominant de la mémoire proprioceptive dans l'appréciation des hauteurs sonores chez les chanteurs d'opéra qui ont une oreille absolue un peu particulière [08]. Dans le domaine de la phonétique, j'ai énormément travaillé sur l'intelligibilité de la voix chantée [09]; j'ai aussi abordé les phénomènes micro-prosodiques, c'est-à-dire les micro-variations du fondamental, en étudiant l'influence des consonnes sur la justesse des voyelles subséquentes [10] et je viens de terminer une étude sur l'organisation temporelle de la syllabe dans la parole et dans le chant [11] qui met en évidence une structuration syllabique complètement différente dans le chant. Dans le domaine de l'acoustique et de la perception auditive, je me suis intéressée au vibrato vocal [12], à l'incidence de la montée du diapason sur la voix des chanteuses professionnelles que ce phénomène affecte particulièrement [13], à l'identification auditive des émotions dans la parole et le chant [14], sans compter les travaux que j'ai réalisés dans le domaine de la physiologie ou de la perception auditive et qui sont étayés par des analyses acoustiques. En ce qui concerne l'éthologie, j'ai étudié les gestes et les mimiques des chanteurs d'opéra [15], puis les mimiques expressives [16] et les mimiques physiologiques dans le chant qui ne sont pas toujours compatibles, comme par exemple, "chanter dans le sourire" tout en exprimant des sentiments tragiques.

Comment les chanteurs gèrent-ils ce problème?

Ils ne peuvent pas vraiment le gérer dans la mesure où les contraintes physiologiques sont trop lourdes. La principale préoccupation d'un chanteur est d'émettre un son qui soit juste, bien placé et esthétique. Dans le cas de mimiques physiologiques qui donnent un aspect souriant alors que la situation est dramatique, il y a deux possibilités : si l'interprète possède un visage à prégnance supérieure, c'est-à-dire si la partie supérieure de son visage qui exprime la tristesse est celle sur laquelle se porte l'attention des spectateurs, le bas de son visage souriant passera pratiquement inaperçu. En revanche, si c'est la partie inférieure de son visage qui est prégnante, sa mimique va paraître totalement incongrue. On pourrait penser qu'au théâtre, exception faite des vingt premiers rangs d'orchestre ou des spectateurs munis de jumelles, il n'est guère possible de détailler les expressions du visage. Ce serait compter sans les nouvelles technologies qui prennent une place de plus en plus importante dans le monde du spectacle. En effet, qu'il s'agisse des opéras filmés sur le vif et diffusés par la télévision ou gravés sur DVD ou bien des superproductions dans des salles immenses qui nécessitent l'adjonction d'un écran de fond géant, les gros plans des chanteurs abondent.

Simplement, parce que cette façon de filmer de près s'inscrit dans l'évolution de la technique et de l'esthétique cinématographiques.

Vous employez le terme de mimiques physiologiques, pouvez-vous nous donner quelques précisions?

J'appelle mimiques physiologiques ou fonctionnelles les mimiques indispensables à l'émission vocale. Leur principale fonction est de permettre aux chanteurs d'agir indirectement sur les organes phonatoires qui échappent à leur contrôle volontaire. Par exemple, pour les voix légères, le voile du palais occupe dans l'aigu une position que l'on ne retrouve jamais dans la parole et qui est extrêmement difficile à acquérir par les élèves car il est à la fois abaissé, étiré transversalement et légèrement décollé de la paroi postérieure du pharynx. C'est par le biais des mimiques physiologiques que les jeunes chanteurs vont apprendre à le positionner correctement. Pour cela, les professeurs leur demandent de "*chanter dans le sourire*" ou de "*soulever les pommettes*". Je me suis demandé en quoi cela pouvait avoir une incidence sur la position du voile et comme toujours, la réponse m'a été donnée par l'anatomie. La contraction des grands zygomatiques entraîne l'ascension des commissures labiales ainsi que des parties molles de la pommette et provoque une légère élévation des paupières inférieures, conférant au visage une expression souriante. Du point de vue anatomique, c'est la même muqueuse qui tapisse à la fois la face interne des joues, les gencives et le voile du palais. Dans la mesure où cette muqueuse est fermement attachée aux muscles des joues, elle est solidaire de leurs mouvements. Par conséquent, l'ascension des pommettes préconisée par les professeurs de chant entraîne une tension transversale de la muqueuse qui va se propager jusqu'au voile, provoquant un étirement transversal de ce dernier qui aura pour effet de le décoller légèrement de la paroi postérieure du pharynx.

A quoi sert cette ouverture vélo-pharyngée?

Elle joue un rôle important dans l'émission des sons "*piano*" puisqu'elle permet de maintenir une pression différentielle au-dessus et au-dessous des cordes vocales, afin d'éviter l'arrêt de leurs vibrations. Ceci dit, bien qu'infime, cette ouverture est toujours présente chez tous les chanteurs, quelle que soit leur catégorie vocale et le registre dans lesquels ils chantent. Tout se joue sur quelques millimètres ce qui explique que si l'ajustement manque de précision, la voix devienne très vite nasillarde. De nombreux auteurs ont constaté que l'accès de l'air pulmonaire aux fosses nasales «embellit le coloris de la voix» comme l'avait déjà remarqué Tarneaud dans les années soixante. Je n'ai pas étudié la question mais je pense que l'ouverture vélo-pharyngée doit aussi jouer un rôle dans la protection des cordes vocales. En créant une dérivation vers les fosses nasales, elle permet sans doute de réduire la pression subglottique qui est énorme chez les artistes lyriques puisqu'elle peut atteindre 400 cm d'H₂O chez les chanteurs wagnériens, alors que dans le cri elle ne dépasse pas 40 cm d'H₂O. Et encore, ces mesures ne tiennent pas compte de la pression atmosphérique : lorsqu'on enregistre une pression de 400 cm d'H₂O, il s'agit en fait de 400 cm d'H₂O qui s'ajoutent à la pression atmosphérique ce qui, au niveau de la mer, représente en termes absolus environ 1433 cm d'H₂O!

C'est passionnant et difficile à imaginer! Venons-en maintenant à la délicate question que nous posent souvent les chanteurs : celle de leur catégorie vocale. Nicole Scotto Di Carlo, avez-vous travaillé sur le classement vocal?

Travaillé, non. J'ai simplement écrit à mes débuts, un article sur le classement vocal des chanteurs débutants [17] dans lequel je faisais l'historique des différents moyens qui ont été utilisés par les phoniâtres et les professeurs de chant pour classer les voix. J'estime pour ma part qu'il s'agit d'un faux problème. En effet, le classement vocal n'est rendu nécessaire que par la façon aberrante dont sont conçues les études de chant en France. Avant même de les avoir commencées, l'élève doit s'être constitué un répertoire puisqu'on exige de lui qu'il interprète un air du répertoire pour le concours d'entrée au conservatoire! Dans les pays où la progression pédagogique est plus rationnelle, les problèmes de classement vocal n'existent pratiquement pas. Pendant la première année, l'élève ne fait que des exercices vocaux destinés à domestiquer son souffle et à assouplir sa voix pour le mettre en parfaite possession de ces notes médiales. Dans la mesure où elles sont communes à toutes les catégories vocales pour un sexe donné, on évite les prises de risque et les erreurs de classement. Ce n'est qu'au bout d'un an environ et parfois plus selon les individus, lorsque la tessiture commence à se préciser (on observe alors une facilité à chanter vers l'aigu ou vers le grave), que l'on peut classer l'élève dans une catégorie vocale donnée afin qu'il puisse entreprendre l'étude du répertoire correspondant.

Compte tenu de la réalité des faits en France, que conseillez-vous aux thérapeutes confrontés à ce problème?

A ma connaissance, il n'existe pas de méthodes scientifiques qui permettent de déterminer avec exactitude la catégorie vocale. Il faut donc être très prudent lorsqu'on a la charge d'un chanteur et essayer de comprendre pourquoi il est mal classé. J'ai vu par exemple des élèves qui étaient déclassés vers le grave, simplement parce que le professeur ne parvenait pas à leur faire comprendre le mécanisme des aigus. Certains cas ont une cause psychologique, comme par exemple ce superbe ténor léger qui chantait en baryton parce qu'à ses yeux c'était une voix plus masculine. Je ne peux pas donner de conseils dans la mesure où chaque cas est unique et où, pour régler ces problèmes, ce sont surtout l'expérience et l'intuition qui sont indispensables.

Il est tout de même moins dangereux de faire chanter une soprano en mezzo que l'inverse?

Sans doute, mais vous savez, l'appareil vocal possède une telle plasticité que l'on peut aller au-delà du raisonnable à condition évidemment de ne pas dépasser les limites physiologiques. Certains chanteurs très célèbres, se sont volontairement déclassés pour des raisons qui leur sont personnelles, et cela, sans aucun préjudice pour leur santé vocale, ainsi qu'en témoigne la longévité de leur carrière. Placido Domingo était baryton avant de devenir ténor et Marilyn Horne était soprano avant de devenir... contralto!

Vous parliez tout à l'heure des professeurs de chant qui n'arrivent pas à faire comprendre à leurs élèves comment émettre les aigus. Comment expliquez-vous que les élèves de chant éprouvent de telles difficultés pour chanter dans ce registre?

Tout chanteur, à un moment de ses études, se trouve confronté au problème de l'aigu. Il est donc important d'en comprendre la raison. Ainsi que je l'ai expliqué dans deux articles récents [18, 19], des réflexes vitaux, puissamment conditionnés comme celui de la déglutition, rendent difficile l'apprentissage du chant, car ils sont

antagonistes de ceux que l'on doit acquérir pour chanter correctement. En effet, pour éviter les fausses routes alimentaires, le mécanisme de la déglutition met en jeu la musculature puissante du pharynx. Cet automatisme vital, que je ne vais pas décrire car il est bien connu des thérapeutes, fait que contraction pharyngée et élévation laryngée sont indissociables. C'est lui qui entre en jeu quand on crie ou lorsqu'on ne sait pas chanter et que l'on veut émettre des sons aigus : le larynx s'élève et par voie de conséquence le pharynx se contracte... Or, pour chanter sans risquer d'endommager sa voix, il faut au contraire que le pharynx soit totalement dilaté pour pouvoir remplir son rôle de caisse de résonance mais aussi pour que le larynx ait la place d'effectuer les déplacements verticaux et antéro-postérieurs ainsi que les mouvements de bascule qu'il doit exécuter en cours d'émission. Les élèves de chant doivent lutter en permanence contre ce réflexe vital puissamment conditionné, ce qui explique que le défaut le plus courant et le plus difficile à corriger soit ce que les professeurs de chant appellent "le serrage".

Que faut-il faire exactement pour émettre un aigu correctement?

Ce qui rend les choses difficiles, c'est qu'il est rare qu'un élève commence et finisse ses études de chant avec le même professeur. Si les élèves sont tellement perdus lorsqu'il s'agit d'émettre des aigus, c'est que les conseils qu'ils ont reçus des différents professeurs de chant avec lesquels ils ont travaillé leur paraissent incohérents puisqu'ils ont entendu des consignes aussi contradictoires que "Ouvre ta bouche verticalement!", "Ouvre ta bouche horizontalement!", "Ta langue doit être plate", "Ta langue doit faire un dôme", "Soulève ton voile!", "Abaisse ton voile!", etc... Il y a en effet de quoi se poser des questions! Les études radiologiques que j'ai réalisées sur l'aigu m'ont permis de constater que les directives données par les professeurs de chant, bien que d'apparence contradictoire, sont en fait tout à fait conformes à la réalité physiologique. L'émission de l'aigu s'accompagne en effet de deux types de modifications physiologiques : celles destinées à faciliter la bascule thyro-cricoïdienne, communes à tous les chanteurs et celles destinées à accorder la cavité pharyngo-buccale sur le son laryngé, qui vont être différentes en fonction de la puissance vocale. Je vais vous parler uniquement de ce second type de modifications parce que c'est celui qui présente le plus d'intérêt. Ces modifications sont différentes, pour ne pas dire totalement opposées, selon que le chanteur a une voix puissante ou légère.

Chez les chanteurs qui possèdent des voix puissantes, on observe pendant l'émission des notes aiguës, un abaissement important du bloc laryngé d'environ une à deux vertèbres par rapport à la position de repos. On remarque aussi un soulèvement du voile du palais, un abaissement de la masse linguale, une ouverture labiale verticale et une forte labialisation. Du point de vue acoustique, on peut dire en simplifiant que l'abaissement du larynx, associé à une forte labialisation, a pour effet d'allonger le tractus vocal. D'autre part, l'abaissement de la masse linguale et le soulèvement du voile du palais augmentent le volume de la cavité buccale qui est prolongée par l'adjonction d'un résonateur labial et par la forme de l'ouverture labiale, ce qui va renforcer les harmoniques graves et conférer au son correspondant un timbre sombre.

Chez les chanteurs dotés d'un faible volume sonore, c'est-à-dire ceux qui ont des voix dites "légères", on observe pendant l'émission de l'aigu, une légère élévation du bloc laryngé d'environ une demi vertèbre à une vertèbre, un abaissement et une tension transversale du voile du palais, une élévation de la partie post-dorsale de la

langue, une ouverture labiale horizontale et un étirement latéral des commissures labiales. Sur le plan acoustique, l'élévation du larynx associée à la suppression du résonateur labial par étirement latéral des commissures labiales a pour effet de raccourcir le tractus vocal. D'autre part, l'élévation de la partie post-dorsale de la langue, l'abaissement du voile du palais et l'ouverture bucco-labiale horizontale diminuent le volume du résonateur buccal afin de compenser l'ouverture mandibulaire qui est très importante dans ce type de voix. Toutes ces manoeuvres contribuent à réduire le volume du résonateur pharyngo-buccal. Les harmoniques aigus seront donc renforcés et la voix aura un timbre clair. Ces techniques que je viens d'analyser rapidement représentent les deux types extrêmes entre lesquels se situent une infinité de techniques intermédiaires.

Vous remarquerez qu'en raison de l'obligation de timbre, imposée par une tradition lyrique séculaire, mais aussi par des impératifs physiologiques et acoustiques, timbre et puissance vocale sont intimement liés : timbre sombre pour les voix puissantes, timbre clair pour les voix légères. Voilà pourquoi, la reconversion des voix légères pose parfois d'énormes problèmes. Après plusieurs années de pratique, la voix gagne en puissance, ce qui est tout à fait normal dans la mesure où la résistance des cordes vocales à la pression subglottique est de plus en plus efficace. Les chanteurs qui possèdent des voix légères doivent donc adapter leur émission à ces nouvelles données. Pour certains, cela se passe très bien alors que d'autres se trouvent confrontés à d'énormes problèmes. J'ai eu à m'occuper de cas de ce type avec des artistes très célèbres pour leurs aigus magnifiques qui du jour au lendemain se mettaient à les "couaquer" lamentablement. Imaginez ce que cela peut représenter pour un chanteur qui a travaillé toute sa vie pour mettre en place une technique vocale appropriée à son type de voix et qui, du jour au lendemain se voit dans l'obligation d'en changer radicalement. Cela implique qu'il va lui falloir déconditionner tous ses réflexes, pour en acquérir de nouveaux. Il faut un immense courage pour tout recommencer à zéro lorsqu'on est au sommet de sa carrière.

Le binôme timbre-puissance vocale explique également pourquoi il est dangereux de modifier le timbre de sa voix sans utiliser la technique vocale qui va de pair. Les catégories vocales les plus concernées par ce problème sont les ténors et les sopranos légers d'opéra qui subissent les conséquences de l'évolution du goût musical. Mais ce sont surtout les sopranos légers coloratures qui sont les plus exposées. Cette voix légère possède un timbre d'une grande limpidité, des aigus stratosphériques et une agilité remarquable puisqu'elle peut émettre jusqu'à 10 notes par seconde mais elle a le défaut de ses qualités en étant souvent affligée d'un registre grave un peu détimbré, ce qui est tout à fait normal, compte tenu de son type d'émission. C'était une voix typiquement française jusque dans les années 70 où les canons esthétiques ont commencé à changer avec la mode des voix puissantes aux timbres sombres qui a amené des modifications dans la technique vocale des sopranos légers coloratures actuels. Ces modifications leur permettent de posséder un timbre beaucoup plus corsé et une voix plus homogène sur toute l'étendue de leur tessiture, mais ce n'est pas toujours sans risques. La leçon a sans doute porté ses fruits car déjà s'amorce le retour du "soprano colorature à la française", si j'en juge par la toute nouvelle génération de sopranos qui possèdent ce type de voix et qui chantent avec un timbre lumineux. A moins que ce retour ne soit plus prosaïquement lié aux besoins de la musique baroque!

Parmi les recherches que vous avez faites, certaines ont eu un grand retentissement comme par exemple celles sur le rachis cervical ou sur l'intelligibilité de la voix chantée. Voulez-vous nous en parler?

Mes travaux sur les déformations du rachis cervical chez les chanteurs professionnels [6] concernent plus précisément les ostéopathes, les kinésithérapeutes ou les chiropracteurs. L'étude a porté sur trois catégories de sujets : des chanteurs professionnels en cours de carrière, des chanteurs débutants subissant un entraînement quotidien analogue à celui des professionnels et enfin des non-chanteurs constituant le groupe-témoin. Je me suis assurée qu'aucun d'entre eux ne présentait de pathologies rachidiennes ou de troubles de la statique. A partir des radiographies de la tête et du cou réalisées sur ces sujets, j'ai effectué des analyses céphalométrique, physiologique et statistique afin d'étudier les différents mécanismes physiologiques mis en jeu et d'évaluer l'incidence de l'âge, du sexe, de la catégorie vocale, de la technique vocale, du niveau d'entraînement et du nombre d'années de pratique vocale sur les anomalies du rachis. Il en résulte que l'extrême mobilité du rachis cervical et les déformations qu'il subit au cours du chant sont à l'origine des anomalies de courbure que j'ai pu observer chez tous les chanteurs examinés. Ces anomalies sont d'autant plus importantes que le nombre d'années de pratique est élevé et que la technique vocale utilisée nécessite une grande ouverture mandibulaire. Dans la mesure où il n'existe aucun facteur pathologique associé et où elles n'occasionnent pas de troubles fonctionnels, on peut admettre que la posture observée chez les artistes lyriques au repos correspond à une *position de fonction*, conséquence des déformations cervicales subies après plusieurs années de pratique intensive du chant, qu'il ne faut surtout pas traiter, et non à une *position antalgique*, c'est-à-dire une position de confort destinée à soulager des algies consécutives à une pathologie rachidienne ou à des troubles de la statique, que certains praticiens appellent *position algique* parce que cette position résulte d'une algie. Il existe d'ailleurs d'autres exemples de déformations du squelette, d'origine fonctionnelle dans des disciplines artistiques qui nécessitent un entraînement intensif sur plusieurs années, comme par exemple, la danse classique qui est fondée sur *l'en-dehors* et qui provoque, entre autres déformations, la rotation externe des fémurs et des tibias.

A l'occasion de journées organisées à Nice en 1994 par le Groupe de Recherche en Orthophonie et en Phoniatrie, je vous avais demandé de venir exposer vos travaux en cours. J'avais été, et je le suis encore, passionnée par vos travaux sur l'intelligibilité qui m'apparaisaient comme la référence théorique indispensable à toute prise en charge orthophonique des dysodies. Voulez-vous nous en parler?

L'intelligibilité de la voix chantée dépend de nombreux facteurs : du chanteur qui est soumis à des contraintes physiologiques, linguistiques et musicales mais aussi de l'accompagnement orchestral qui masque les formes sémantiques des paroles chantées, de l'acoustique de la salle qui les détruit par filtrage et réverbération et du spectateur dont les performances auditives sont différentes selon les individus. En ce qui concerne les facteurs linguistiques, certains sont liés à l'écriture musicale ou à celle du livret qui n'est pas toujours adapté aux possibilités de la voix; d'autres plus phonétiques concernent les déformations auxquelles sont soumises les voyelles et les consonnes. En effet, dans le chant, les phonèmes subissent d'importantes distorsions dues à la fréquence et à l'intensité auxquelles ils sont émis. Le vibrato perturbe également l'intelligibilité de la parole chantée en

masquant les fréquences des formants ainsi que la direction de leurs transitions, ce qui rend plus difficile l'identification des voyelles et des consonnes. En outre, la composition syllabique, totalement modifiée en raison de l'allongement considérable qu'elle subit, entrave la reconnaissance des formes vocales non seulement au niveau de la syllabe mais au niveau du mot. La voix chantée nécessite par ailleurs un tractus vocal totalement dégagé. Toutes les manoeuvres physiologiques destinées à diminuer la constriction du tractus vocal et à réduire la tension musculaire due à l'antériorisation vocalique caractéristique de la langue française ou à la force articulatoire des consonnes reviennent à sous-articuler. Cette sous-articulation nuit à la richesse et à la pureté des timbres vocaliques et entraîne la disparition des pentes de transitions consonantiques qui sont des éléments importants de l'intelligibilité. Enfin, les accommodations phonatoires, qui sont des accommodations bucco-pharyngées indispensables à une émission vocale correcte, ne sont pas toujours compatibles avec les accommodations articulatoires qui sont des modifications bucco-pharyngées nécessaires à l'articulation phonémique. Chaque fois que les accommodations phonatoires coïncident avec les accommodations articulatoires, l'intelligibilité des phonèmes est conservée. C'est le cas, par exemple, des voyelles labiales et des voyelles fermées dans le grave des voyelles ouvertes ou des consonnes palatales dans l'aigu. Dans les autres cas, l'intelligibilité est d'autant plus perturbée que les accommodations phonatoires et les accommodations articulatoires sont antagonistes. Les chanteurs d'opéra sont confrontés en permanence à un choix difficile puisque intelligibilité du message chanté et esthétique du son s'avèrent incompatibles. Quelques rares chanteurs estiment pourtant avoir trouvé la solution. Parmi mes projets de recherche, je me propose d'analyser la façon dont ils procèdent pour essayer d'en démontrer les mécanismes.

Vous venez d'évoquer l'antériorisation vocalique du français, pourriez-vous nous donner quelques précisions?

La langue française est constituée d'une majorité de phonèmes antérieurs : du point de vue statistique, environ 73% des voyelles et 68% des consonnes sont articulées dans la partie antérieure de la cavité buccale. Le français possède également 71% de voyelles fermées, ce qui est énorme. Ces résultats sont issus d'une étude statistique que j'avais réalisée sur 15.000 phonèmes extraits d'un corpus spontané, lorsque j'étais étudiante. Ils permettent de dégager les tendances générales du système vocalique français : la fermeture et l'antériorisation ou frontalisation qui sont les caractéristiques de la tension articulatoire. Cette tension, vous vous en doutez, n'est pas compatible avec les impératifs du chant. Les chanteurs parviennent à la réduire efficacement en postériorisant les phonèmes ou du moins en les centralisant, or toute centralisation ou postériorisation phonémique est un indice de sous-articulation, avec les conséquences que cela implique au niveau de l'intelligibilité. En ce qui concerne la forte proportion de voyelles fermées, vous allez pouvoir imaginer aisément le problème que cela pose aux chanteurs lorsque je vous aurai dit que dans le registre grave, la bouche est en moyenne 2 fois plus ouverte que dans la parole; dans le médium, elle l'est 3 à 4 fois et dans l'aigu 9 à 11 fois! A l'inverse du français, il existe des langues comme le hongrois, qui possèdent une forte proportion de voyelles postérieures et ouvertes : ce sont des langues détendues. Lorsqu'on les écoute, elles paraissent gutturales ou cavernueuses car leur sonorité est beaucoup plus sombre que celle du français. Notre langue, en revanche

séduit les Hongrois à cause de sa clarté, ce qui a d'ailleurs fait dire à Guyla Illyès, un grand écrivain du début du siècle dernier : "Si les oiseaux parlaient, c'est en français qu'ils parleraient".

Le timbre clair des voyelles antérieures et le timbre sombre des voyelles postérieures provient du fait que les premières sont des voyelles prononcées avec une étirement labial comme [i] ou [e] alors que les secondes sont produites avec une projection labiale comme [o] ou [u], n'est-ce pas?

Absolument! Pour en revenir aux langues étrangères, l'italien est une langue claire elle aussi mais son système vocalique est mieux équilibré que celui du français puisqu'il comporte pratiquement le même pourcentage de voyelles antérieures que de voyelles postérieures, de voyelles fermées que de voyelles ouvertes. C'est une langue qui a en outre l'avantage de ne pas posséder de voyelles nasales, exception faite des variations dialectales. Tout ceci explique que les chanteurs préfèrent chanter en italien qu'en français et que les professeurs de chant commencent à faire chanter les débutants en italien avant de passer au français.

Quel problème posent les voyelles nasales dans le chant?

Le problème est qu'on ne peut pas les tenir plus de quelques centièmes de seconde à cause de l'inertie du voile du palais. Au bout de ce laps de temps, il s'affaisse sur le dos de la langue, ce qui aboutit à un son émis bouche exclue. Les chanteurs ont bien sûr trouvé un moyen de contourner la difficulté : l'astuce consiste à tenir la voyelle orale correspondante et à ne la nasaliser qu'au tout dernier moment.

Y a-t-il d'autres sujets que vous souhaiteriez évoquer?

Oui. J'aimerais vous parler de l'un de mes derniers-nés! Il s'agit d'une étude-pilote sur l'oreille absolue chez une chanteuse professionnelle [8].

Voulez-vous, pour commencer, nous donner votre définition de l'oreille absolue?

C'est la faculté de reconnaître ou de produire spontanément une hauteur sonore sans aucune référence extérieure. A l'heure actuelle, l'oreille absolue est considérée comme une performance auditive exceptionnelle que possèdent quelques rares privilégiés.

Qu'est-ce qui vous a donné l'idée de travailler sur ce sujet?

Deux choses : d'une part, le fait que cela m'intéresse et que je regrette que l'on piétine depuis plus d'un demi-siècle sans vraiment progresser. Il est vrai que cela est dû à la complexité du sujet et à la quasi-impossibilité d'expérimenter dans ce domaine si ce n'est par IRM depuis quelques années. Si les articles sur l'oreille absolue abondent, les travaux de recherche sont peu nombreux et portent presque exclusivement sur le fonctionnement du cerveau des musiciens qui la possèdent : mesure de la taille du *planum temporale*, étude du potentiel évoqué endogène, du P3, etc. D'autre part, j'ai eu très souvent affaire à des chanteurs qui, au moment d'enregistrer un corpus, refusaient qu'on leur donne la note ou le la du diapason, en revendiquant leur oreille absolue. Effectivement, ils chantaient merveilleusement juste, même en chambre sourde qui n'est pourtant pas l'endroit idéal pour ce genre d'exercice. En les observant, je me suis aperçue qu'ils prenaient la position orthostatique stricte qu'ils adoptent lorsqu'ils s'apprêtent à chanter et qu'ensuite ils chantaient intérieurement avant d'annoncer qu'ils étaient prêts. Sachant que les

chanteurs ont une mémoire extrêmement précise de la position qu'occupent leurs organes phonatoires pour chaque note de leur tessiture, leur stratégie m'a laissé supposer que c'était certainement leur mémoire proprioceptive qui leur servait de diapason interne. J'ai donc pensé que si mon hypothèse s'avérait exacte, le seul fait de modifier la position de l'un des organes phonatoires devrait nécessairement perturber leur contrôle proprioceptif de la justesse.

Afin de le vérifier, j'ai choisi une chanteuse professionnelle dotée de l'oreille absolue qui utilise une technique vocale comportant de légers déplacements laryngés vers le bas pour le grave et vers le haut pour l'aigu, ce qui est caractéristique des voix aiguës vocalisantes. J'ai réalisé une expérimentation destinée à modifier ses repères proprioceptifs avec la collaboration d'un ostéopathe qui a fait varier la hauteur de son larynx en jouant sur les tensions musculaires et tendineuses entre l'os hyoïde et l'occiput. Des clichés radiologiques ont été pris pendant la tenue de la voyelle [a] avant et après manipulation dans le grave puis dans l'aigu. Une étude céphalométrique et une analyse acoustique ont ensuite été réalisées sur les sons enregistrés pendant la prise des clichés.

Les résultats de l'analyse acoustique et des tests perceptifs, portant sur les sons émis avant et après manipulation, mettent en évidence de façon irréfutable l'influence des manipulations laryngées sur la justesse de l'émission. La voyelle [a] émise dans l'aigu après une manipulation visant à fixer le larynx de la chanteuse en position de grave, est bas de deux commas par rapport à celui réalisé avant manipulation. Il est en outre moins "haut de place", moins "en tête" et possède un timbre légèrement plus sombre que le son de référence. En ce qui concerne le [a] réalisé dans le grave après une manipulation destinée à fixer le larynx de la soprano en position d'aigu, il est haut d'un demi-ton par rapport au son de référence réalisé avant manipulation. Il est également moins poitriné et possède de ce fait un timbre beaucoup plus clair qu'un grave émis par cette soprano dans des conditions normales. La soprano ne s'est absolument pas aperçue qu'elle chantait faux et six mois plus tard, lorsqu'elle a participé ainsi que d'autres musiciens à un test d'évaluation de la justesse sur ses propres productions, elle a été horrifiée en écoutant ce qu'elle avait fait!

Cette étude a permis de démontrer tout d'abord que la technique vocale résulte d'un puissant conditionnement de réflexes puisque la hauteur du bloc laryngé entraîne automatiquement les positions phonatoires correspondantes. Par exemple, lorsque le larynx est positionné pour le grave, on voit apparaître les positions phonatoires spécifiques au grave même pendant l'émission d'une note aiguë et inversement. Cette recherche démontre en outre, la prédominance de la mémoire proprioceptive dans la reconnaissance des hauteurs sonores chez le sujet étudié, ce qui laisse supposer l'existence de différents types d'oreilles absolues. La chanteuse qui a fait l'objet de cette expérimentation est dotée d'une forme d'oreille absolue faisant appel non pas à la mémoire auditive, comme c'est le cas pour la plupart des instrumentistes, mais à la mémoire kinesthésique généralement très développée chez les chanteurs d'opéra et, par voie de conséquence, à la mémoire pallesthésique qui est la mémoire des sensations vibratoires, puisque les différences de hauteurs laryngées induisent des sensations pallesthésiques différentes. C'est sa mémoire kinési-pallesthésique qui lui permet donc, en positionnant mentalement ses organes phonatoires, de retrouver la hauteur exacte de la note qu'elle doit reconnaître ou chanter et si pour une raison quelconque, on perturbe leur position,

elle s'avère incapable d'évaluer correctement cette hauteur et de contrôler la justesse des sons qu'elle émet.

Votre découverte a suscité quelques remous, semble-t-il?

Ce travail a en effet dérangé les spécialistes de l'oreille absolue parce qu'il remet en question les idées reçues que l'on traîne depuis des décennies sur le sujet, ce qui explique sans doute que l'on ne progresse pas dans ce domaine. On ne s'est pas contenté de la démarche que je viens de vous exposer et que j'ai conduite avec toute la rigueur scientifique dont je suis capable. Il a fallu que je donne des exemples concrets de ce que j'avançais.

Par exemple?

A la Juilliard School, tous les matins, la première demi-heure est consacrée à l'acquisition de l'oreille absolue et les exercices pratiqués sont destinés sans aucun doute possible à entraîner la mémoire proprioceptive puisque, entre autres choses, on demande aux élèves "d'essayer de trouver des repères dans leur corps". L'autre preuve m'est arrivée alors que je ne m'y attendais absolument pas. Il s'agit du mémoire sur la justesse vocale réalisé en 2003 par Céline Alméras que nous avons co-dirigé et pour lequel, j'ai mis au point un test d'évaluation de la justesse. Nous avons envisagé les différents cas possibles : sujets entendant juste et chantant juste, sujets entendant faux et chantant faux et sujets entendant juste et chantant faux. Mais Céline a été obligée d'ajouter une rubrique à laquelle nous n'avions pas pensé : sujets entendant faux et chantant juste! L'analyse des cas a montré qu'il s'agissait d'anciens chanteurs ou de sujets qui avaient pratiqué le chant classique de façon professionnelle. Avec l'âge, leurs performances auditives s'étaient dégradées mais leur mémoire proprioceptive, toujours performante, leur permettait de pallier efficacement cet inconvénient.

Oui, ce test de justesse est un outil d'une importance considérable pour les orthophonistes et j'espère qu'il sera publié pour être à leur disposition dans les prises en charge de patients chanteurs qui consultent pour des défauts de justesse ou d'élèves de conservatoire dont on ne sait pas s'ils ont un problème de perception ou de production. Vous venez d'évoquer les aptitudes mnésiques, j'aimerais maintenant que vous nous parliez de la reproductibilité dans le chant.

Si la reproductibilité n'existait pas, l'étude scientifique de la voix chantée ne serait pas possible. Mais dans le chant lyrique, la reproductibilité des positions phonatoires peut paraître suspecte tant elle est parfaite. Il ne faut pas oublier que la technique vocale utilisée par les chanteurs d'opéra est le résultat d'un conditionnement tellement puissant et précis que pour chaque note, leurs organes phonatoires occupent pratiquement toujours les mêmes positions à quelques infimes détails près.

Comment en êtes-vous arrivée à cette conclusion?

Il y a plusieurs années, j'avais été frappée par le fait que chaque fois que les chanteurs insistaient pour refaire un cliché radiologique parce qu'ils n'étaient pas satisfaits de la façon dont ils avaient chanté, à première vue, le second cliché était quasiment identique au premier. Pour démontrer cette reproductibilité que je pressentais et qu'il m'était indispensable de justifier avant de commencer à travailler sur l'oreille absolue, j'ai réalisé une expérience préliminaire conduite sur

six chanteurs professionnels volontaires dont faisait partie la soprano retenue pour l'étude sur l'oreille absolue. L'expérience consistait à prendre, à un ou deux mois d'intervalle en fonction de leur disponibilité, des clichés radiologiques de ces chanteurs pendant qu'ils émettaient la même note sur la même voyelle dans le grave, puis deux octaves au-dessus dans l'aigu. Pour chacun d'entre eux, la comparaison des clichés par registre à un ou deux mois d'intervalle ne laissait apparaître aucune différence importante entre les productions; quant au calques radiologiques, ils étaient pratiquement superposables. Cette précision dans les positions phonatoires peut paraître surprenante, mais lorsqu'on sait que les déplacements des différents organes provoqués par les manipulations de l'ostéopathe étaient de l'ordre du millimètre pour les mesures linéaires ou du degré pour les mesures angulaires, et que, outre les différences de hauteur, ils ont entraîné des différences de timbre et de qualité vocale parfaitement audibles, il me paraît légitime de penser que les chanteurs dont les deux priorités sont la justesse et l'homogénéité de la voix, soient astreints à une grande précision dans les positions et les mouvements de leurs organes phonatoires, ce qui a d'ailleurs été confirmé par les résultats des analyses céphalométriques.

Pourriez-vous nous donner un exemple concret de ces automatismes?

Les automatismes qui régissent la pratique du chant lyrique sont si puissamment conditionnés qu'il suffit de demander à un chanteur professionnel d'ouvrir la bouche en grand pour voir sa langue, son voile, ses piliers et sa luette prendre automatiquement la position qu'ils occupent dans l'aigu!

Je vous remercie de nous avoir offert cet éclairage sur votre métier d'odologue. Depuis que j'ai pu puiser dans les résultats de vos recherches, les références théoriques dont j'avais besoin pour ma pratique orthophonique, j'ai acquis plus de certitudes quant aux stratégies que je mets en place pour la rééducation des dysodies et je comprends mieux les contraintes auxquelles sont confrontés les patients. J'enseigne aux étudiants en orthophonie la rééducation de la pathologie vocale mais leur apprend également, soit en leur proposant des exposés sur vos travaux, soit en assistant avec eux, aux performances de chanteurs professionnels lors des spectacles d'opéra lyrique, la nécessité de comprendre les mécanismes de production normale de la voix chantée.

C'est une excellente initiative car il est en effet indispensable que les étudiants en orthophonie aient la possibilité de prendre conscience de la performance vocale mais aussi physique et nerveuse que représente un spectacle lyrique. Il leur sera également très utile de pouvoir observer la posture, le type respiratoire, les mimiques que les chanteurs professionnels adoptent en fonction de la tâche vocale à accomplir. Même les tics d'accompagnement au niveau du visage ou des gestes sont riches d'enseignements. D'ailleurs, si les professeurs de chant conseillent à leur élèves d'aller entendre des grands chanteurs, afin de les écouter mais surtout de les observer, c'est qu'ils estiment, à juste titre, que cela vaut une leçon de chant.

Puis-je me permettre de vous demander, pour terminer, ce que la rencontre avec des patients très gravement limités dans leurs possibilités vocales, vous a apporté sur le plan professionnel?

Le chercheur est un créateur solitaire qui, comme tous les créateurs, a besoin d'être rassuré. La rencontre avec vos patients m'a confortée par rapport à la légitimité de

mes découvertes, tout comme peut le faire l'adhésion des chanteurs pour tel ou tel résultat qui corrobore leur ressenti ou leur expérience. D'autre part, je considère qu'une recherche qui ne débouche pas sur des applications pratiques n'a pas atteint pleinement son but. Je suis donc particulièrement heureuse qu'outre leurs applications dans le domaine de l'art lyrique, de l'art dramatique, de l'ostéopathie, de la kinésithérapie, de la dentisterie ou de la sophrologie, mes travaux puissent avoir, grâce à votre esprit inventif, des applications en orthophonie. Je trouve en effet fabuleux que vous ayez eu l'idée d'utiliser les résultats de mes recherches pour optimiser votre pratique orthophonique avec des patients qui ne sont pas des chanteurs! Je pense au premier cas que vous m'avez présenté, celui de cette jeune femme au larynx reconstruit que vous avez réussi à refaire parler contre toute espérance. En suivant ses progrès, j'ai été très impressionnée par les résultats stupéfiants que vous arrivez à obtenir avec des patients aussi gravement atteints.

Je vous remercie Nicole Scotto Di Carlo de nous avoir accordé cet entretien et d'y avoir évoqué les multiples facettes de votre métier. Vos réponses nous promettent d'enrichissantes et nécessaires découvertes dans vos publications. L'odologie est un apport précieux pour nous, orthophonistes. Elle est, comme notre propre spécialité, au carrefour de nombreuses sciences et disciplines artistiques. Vos travaux nous permettent de conforter nos démarches rééducatives basées sur nos références théoriques anatomo-physiologiques, phonétiques et acoustiques et de dépasser nos stratégies intuitives dans le domaine des dysodies. Merci infiniment.

Pour en savoir plus

- [01] ALBERT, B. & SCOTTO DI CARLO, N.
Les secrets de l'interprétation.
Pour la Science, 1999, 258 : 23.
- [02] SCOTTO DI CARLO, N.
La voix chantée.
La Recherche, 1991, XXIII, 235 : 1016-1025.
- [03] SCOTTO DI CARLO, N.
Etude radiologique d'un cas de compensation posturale pour l'émission de l'aigu"
Médecine des Arts, 1999, 30 : 3-7.
- [04] SCOTTO DI CARLO, N.
Le mécanisme des attaques dans le chant.
Mélanges Georges Mounin. *C.L.O.S.*, 1975, 5/6 : 365-371.
- [05] SCOTTO DI CARLO, N.
Movements of the velum in Singing.

- Journal of Research in Singing*, 1987, XI, 1 : 3-13.
(En collaboration avec D. Autesserre)
- [06] SCOTTO DI CARLO, N.
Cervical Spine Abnormalities in Professional Opera Singers.
Folia Phoniatica et Logopaedica, 1998, 50, 4 : 212-218.
- [07] SCOTTO DI CARLO, N.
Internal Voice Sensitivities in Opera Singers.
Folia Phoniatica et Logopaedica, 1994, 46, 2 : 79-85.
- [08] SCOTTO DI CARLO, N.
Oreille absolue et mémoire proprioceptive.
Médecine des Arts, 2003, 45 : 7-15.
- [09] SCOTTO DI CARLO, N.
L'intelligibilité de la voix chantée.
Médecine des Arts, 1994, 10 : 2-15.
- [10] SCOTTO DI CARLO, N.
Etude acoustique et statistique de l'influence des consonnes sur la justesse des voyelles subséquentes en voix chantée.
Communication au *IInd International Symposium of Rsearch in Singing*.
I.R.C.A.M. Paris, Juillet 1977.
Texte intégral publié in *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 1977, 4 : 237-260.
(En collaboration avec A. Raphaël)
- [11] SCOTTO DI CARLO, N.
Structure temporelle de la syllabe parlée et chantée.
Médecine des Arts, 2005, 52 : 2-11.
- [12] SCOTTO DI CARLO, N.
Some perceptual aspects of pitch vibrato.
Actes du XI^e Congrès International d'Acoustique. G.A.L.F. Paris, 1983, IV : 407-409.
- [13] SCOTTO DI CARLO, N.
Les divas et le diapason.
Médecine des Arts, 1997, 21 : 10-13.
- [14] SCOTTO DI CARLO, N.
L'identification auditive des émotions dans la parole et dans le chant.
Communication au II^e Congrès International sur la Parole et le Geste dans la Communication Multi-modale. Aix-en-Provence, juin 2001.
- [15] SCOTTO DI CARLO, N.
Analyse sémiologique des gestes et mimiques des chanteurs d'opéra.
Semiotica, 1973, IX, 4 : 289-317.
- [16] SCOTTO DI CARLO, N.

Facial Expressions of Emotion in Speech and Singing.
Semiotica, 2004, 149 : 1/4 : 37-55.

[17] SCOTTO DI CARLO, N.

Le classement et la classification des voix.

Actes des XI^e Journées de Formation Post-Universitaire de la Faculté de Médecine de Marseille, 1984 : 2-64.

[18] SCOTTO DI CARLO, N.

Le chant, un art difficile.

Pour la Science, 2005, 335 : 22.

[19] SCOTTO DI CARLO, N.

Réflexes conditionnés et apprentissage du chant.

La Lettre du Musicien, 2005, 318 : 52-53.

La plupart de ces publications se trouvent sur le site internet de Nicole Scotto Di Carlo : <http://www.lpl.univ-aix.fr/lpl/personnel/scotto/scottodicarlo.htm>
ou plus simplement : **Google → Nicole Scotto Di Carlo → J'ai de la chance**