

# Rôle des SIP dans le contrôle de la voix chantée

---

D'après *L'auto-contrôle de la voix chantée*  
*Médecine des Arts*, 1993, 3 : 5-12.

*"On n'a jamais fini d'apprendre"*

*Robert Schumann*  
*(Correspondance)*

**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](mailto:nicole.scotto@lpl.univ-aix.fr)

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

# 1. Introduction

Les artistes lyriques et les professeurs de chant appellent *résonances*<sup>1</sup> les sensibilités internes phonatoires (SIP) produites par les vibrations laryngées et transmises au squelette par l'intermédiaire des muscles suspenseurs du larynx. En raison de l'extrême importance qu'elles ont dans le chant à grande puissance, les sensibilités internes ont fait l'objet de multiples descriptions dans les traités et les ouvrages que de nombreux chanteurs – et en particulier Lilli Lehmann (1902) – ont consacrés à leur art, mais paradoxalement, elles n'ont jamais suscité l'intérêt des scientifiques, exception faite de Husson (1960) qui a eu le mérite de reprendre les travaux de Lhermitte sur les processus neurologiques de la somatognosie<sup>2</sup> et d'en étudier avec Soullairac (1955) la fonction phonatoire au niveau cortical, avant d'entreprendre avec Garde, Larger et Sebastiani une série d'expériences intéressantes bien que limitées aux sensibilités internes de la région palatale<sup>3</sup>. Ces travaux n'ont jamais été poursuivis ni repris par d'autres chercheurs. Il convient toutefois de signaler une expérience isolée de Sundberg (1979) qui a tenté de démontrer que les vibrations enregistrées chez les chanteurs au niveau du sternum étaient dues à la pression subglottique et non aux chocs mécaniques résultant de la vibration des cordes vocales ainsi que le pensait Von Békésy (1949); conclusion sur laquelle il est revenu en 1994, pour suggérer cette fois que les vibrations sternales pourraient être le reflet de l'adduction des cordes vocales. En ce qui concerne les vibrations crânio-faciales, elles varient en fonction des voyelles, dépendent de la fréquence des formants mais sont, selon lui, difficiles à utiliser pour contrôler la phonation. Cette dernière affirmation qui va à l'encontre du ressenti de plusieurs générations d'artistes lyriques, s'explique sans doute par le fait que, selon les écoles de chant dont ils sont issus, certains chanteurs ne savent plus se servir de cet outil irremplaçable que sont les sensibilités internes phonatoires.

## 2. Genèse

Dans l'état actuel des recherches, rien ne permettant de connaître avec certitude la genèse physiologique des sensibilités internes phonatoires, nous nous en tiendrons à l'hypothèse traditionnellement admise depuis Von Békésy, que Tarneaud (1946, 1961) a reprise dans plusieurs de ses ouvrages : "pendant le chant, la vibration des cordes vocales imprime des secousses périodiques aux cartilages laryngés qui les transmettent au squelette du thorax par les muscles abaisseurs du larynx et au massif osseux de la tête par les muscles élévateurs (Fig. 1). C'est sous forme de sensations de vibrations thoraciques et faciales que les chanteurs ressentent ces secousses".

– Lors de l'émission du grave, le larynx est en position basse car les muscles qui le relie à la cage thoracique sont contractés. En revanche, ceux qui sont situés au-dessus de lui sont peu sollicités. Par conséquent, l'énergie vibratoire est communiquée en forte proportion à la région thoracique, ce qui donne au chanteur l'illusion que sa voix lui *résonne dans la poitrine*.

– Pendant l'émission de l'aigu, le larynx est plus ou moins élevé par rapport à sa position de repos<sup>4</sup>, en raison de la contraction plus ou moins importante des muscles élévateurs. En conséquence, l'énergie vibratoire est ressentie dans le

massif crânio-facial, d'où l'impression pour le chanteur que sa voix lui *résonne dans la tête*.

Ces impressions subjectives sont à l'origine de la notion de *place de la voix*, et des expressions *voix de poitrine*, *résonances de poitrine*, *voix de tête*, *résonances de tête*, utilisées par les chanteurs et les professeurs de chant.

### 3. Localisation

En fonction de la hauteur des sons émis, les *résonances de poitrine* et *de tête* se répartissent le long de l'axe médian antéro-supérieur du sujet. La zone des *résonances* peut s'étendre du sternum au vertex (Fig. 2A) ou se limiter à la région naso-labio-palatale. Les différences que l'on observe, selon les chanteurs dans l'étendue de cette zone, ainsi que dans la localisation de chaque note, sont liées à la technique vocale utilisée, les techniques à larynx bas favorisant les *résonances de poitrine* et les techniques à larynx haut, les *résonances de tête*. Ainsi, par exemple, chez les sopranos légers et les sopranos légers coloratures<sup>5</sup>, catégories vocales pour lesquelles le pourcentage de céphalisation<sup>6</sup> est le plus important en raison de l'utilisation de techniques vocales à position laryngée haute, les *résonances de tête* ont parfois une telle intensité qu'il arrive à ces chanteuses d'éprouver des éblouissements et des vertiges.

L'une des explications possibles à ce phénomène est fournie par la médecine chinoise. Les sopranos légers et coloratures utilisent dans le haut médium et l'aigu des *résonances de tête* qui s'échelonnent le long du trajet supérieur du Tou Mo<sup>7</sup>. A partir de sol<sub>4</sub><sup>8</sup> (784 Hz) situé au niveau du Shen Ting ou 24 VG (Fig. 2B), chaque note a une localisation précise qui correspond aux points 23, 22, 21 du Tou Mo, le contre-fa (Fa<sub>5</sub> = 1397 Hz) des sopranos légers coloratures étant situé à l'emplacement exact du Baihui ou Paé Roé (20 VG), point extrêmement important qui, selon Lebarbier (1975) agit directement en réflexothérapie sur les centres vitaux cérébraux et qui, de ce fait, est peu ou pas utilisé (il est interdit de puncture par certaines écoles chinoises) car il peut déclencher une crise comitiale sévère. Il en va de même pour les points 24, 23, 22 et 21 VG, qui sont des points à visée essentiellement neurologique utilisés pour traiter les éblouissements, les vertiges, les céphalées, les convulsions, l'épilepsie, l'apoplexie, etc. (Fig. 3). Il n'est donc pas étonnant que l'hyper-stimulation de ces points d'acupuncture provoquent des malaises chez les sopranos légers.

### 4. Nature

Dans le chant, les sensibilités internes sont essentiellement :

- de nature pallesthésique<sup>9</sup> au niveau du massif crânio-facial et du thorax,
- et de nature kinesthésique au niveau de tous les groupes musculaires qui interviennent pendant le chant depuis les muscles posturaux et faciaux jusqu'aux muscles phonatoires proprement dits (muscles respiratoires, laryngés, linguaux, vélaires, etc...). Les sensibilités les plus intenses sont ressenties au niveau de la sangle abdominale et de la musculature pelvienne, à cause du travail considérable nécessité par le contrôle du souffle, ainsi qu'au niveau du voile du palais en raison

de l'importante activité de la musculature vélo-pharyngée (Scotto et Autesserre, 1987), ce qui donne aux chanteurs une conscience très nette du travail musculaire effectué dans ces différentes régions.

Il faut signaler enfin que les sensibilités internes sont pratiquement inexistantes dans la région laryngée, exception faite des "sensibilités légères et diffuses, de caractère euphorique, qui y prennent naissance lors de l'émission de l'aigu à grande puissance" (Husson, 1960). C'est pour cette raison que les professeurs de chant sont très attentifs à ce que leurs élèves peuvent ressentir au niveau du larynx, car il s'agit généralement d'une sensation de gêne, de brûlure ou de constriction qui dénonce toujours une mauvaise utilisation de l'appareil vocal. D'où le précepte énoncé par Bataille selon lequel, "on ne doit pas sentir davantage la voix dans la gorge que la vue dans l'œil", ou encore celui de Thooris pour lequel "la qualité du son est en raison inverse de l'effort qu'il coûte" (cités in Tarneaud, 1961).

## 5. Rétro-contrôle auditif

Pour contrôler leur voix, les artistes lyriques disposent à la fois du feed-back proprioceptif que constituent les sensibilités internes et du feed-back auditif.

Le rétro-contrôle ou feed-back auditif est le seul moyen de contrôle de la phonation dans ses conditions habituelles d'utilisation. Dans la parole, il semble avoir pour fonction essentielle d'assurer le contrôle des variations de hauteur, ce qui explique que les sujets atteints de surdité totale après acquisition du langage, perdent très vite la maîtrise de leur intonation. On peut penser que dans le chant, le feed-back auditif remplit la même fonction, c'est-à-dire qu'il permet aux chanteurs de contrôler la hauteur des sons, donc la justesse. En revanche, par sa nature même, il ne leur fournit pas un moyen de contrôle fiable de leur émission puisqu'il s'effectue à la fois par conduction aérienne et par conduction osseuse.

On désigne sous le terme de voix aérienne, ce que les artistes lyriques appellent *le retour*, c'est-à-dire, la voix perçue uniquement par voie aérienne, la voix solidienne désignant la voix perçue uniquement par conduction osseuse.

– L'onde sonore qu'émet le chanteur, retourne à son oreille par voie aérienne après avoir été modifiée par les caractéristiques acoustiques de la salle dans laquelle il se produit. Selon le temps de réverbération, le degré de réflexion ou de diffusion des décors, le coefficient d'absorption des tentures, la nature du matériau recouvrant les parois et le plancher de la salle, sa décoration, son taux d'occupation, etc..., certains harmoniques de la voix du chanteur vont être renforcés, d'autres atténués, ce qui va avoir pour conséquence de transformer complètement le timbre de la voix aérienne.

– En même temps, l'onde sonore qu'émet le chanteur est transmise à son oreille par conduction osseuse. Les vibrations produites par l'appareil phonatoire au cours du chant, vont être transmises au nerf auditif, soit au niveau de l'oreille moyenne (par mobilisation de la chaîne ossiculaire pour les fréquences situées au-dessous de 800 Hz), soit au niveau de l'oreille interne (par compression des

liquides labyrinthiques pour les fréquences supérieures à 1600 Hz), soit au niveau de l'oreille externe (par excitation de la membrane tympanique provoquée par les vibrations de l'articulation temporo-mandibulaire). Le timbre de la voix solidienne, très riche en fréquences graves, restitue au sujet sa propre voix comme si elle avait été filtrée en passe-bas.

Pendant qu'il chante, l'artiste lyrique perçoit donc en même temps sa voix aérienne dont certains harmoniques ont été renforcés ou atténués par les caractéristiques acoustiques de la salle, et sa voix solidienne dont seuls, les harmoniques graves sont amplifiés. Le timbre de la résultante acoustique perçue par le chanteur est, par conséquent, différent du timbre de l'onde sonore émise initialement. Or, le timbre contient d'importants indices acoustiques de la *place* de la voix. C'est d'ailleurs sur ce seul critère que les professeurs de chant se fondent pour corriger les erreurs de leurs élèves. Si le chanteur n'utilise que son feed-back auditif pour contrôler son émission, selon la coloration que l'acoustique de la salle va donner à sa voix aérienne (à laquelle vient se superposer la couleur spécifique de la voix solidienne), il va être abusé par ce timbre qui le surprend et va rectifier son émission — même si elle était correcte — en fonction de ce qu'il entend. Pour préciser les idées, prenons l'exemple d'un chanteur ne contrôlant son émission que par feed-back auditif, qui émet un son correctement placé avec un timbre satisfaisant du point de vue esthétique. Supposons que l'acoustique du théâtre dans lequel ils se trouve, teinte sa voix de telle sorte qu'il ait l'impression que le timbre en est trop sombre. La conduction osseuse lui restitue, par ailleurs, une voix solidienne privée d'harmoniques aigus qui va encore accentuer cette impression et l'amener à corriger son émission de manière à l'éclaircir au maximum. Le résultat pour les auditeurs, sera une voix stridente parce que trop claire, alors que le chanteur sera persuadé d'avoir retrouvé le vrai timbre de sa voix. On comprend donc qu'il soit très difficile de contrôler efficacement son émission en se fiant uniquement au feed-back auditif.

L'auto-perception que le chanteur a de sa voix n'est pas assez fidèle pour lui permettre de juger objectivement sa propre production, ce qui pose d'énormes problèmes au niveau de l'apprentissage du chant, ainsi qu'on le verra par la suite.

## 6. Accord phono-résonantiel

Le principe de base qui régit l'apprentissage du chant est constitué par ce que Tarneaud (1961) appelait "l'accord phono-résonantiel". Pour émettre un son assez puissant sans avoir à fournir de trop gros efforts, il suffit d'accorder les cavités de résonance, c'est-à-dire la cavité pharyngale et la cavité buccale sur le son laryngé en modifiant leur forme et par conséquent leur volume. Compte tenu du fort amortissement des cavités de résonance pharyngale et buccale, à chaque mode d'émission<sup>10</sup> correspond une forme et un volume spécifiques des résonateurs. Ce qui signifie que lorsqu'on chante dans le registre grave, le résonateur pharyngobuccal va avoir un certain volume qui va renforcer une série d'harmoniques du son laryngé, ce qui donnera un timbre caractéristique à ce mode d'émission : le timbre de la voix de poitrine. Lorsqu'on chante dans le médium, le résonateur pharyngobuccal va avoir un volume différent qui va renforcer une autre série d'harmoniques du son laryngé et donner par conséquent un autre timbre à ce

mode d'émission : celui de la voix mixte. Dans l'aigu, la cavité pharyngo-buccale aura un volume encore différent qui renforcera une nouvelle série d'harmoniques du son laryngé, ce qui donnera à ce mode d'émission, le timbre caractéristique de la voix de tête. Pour avoir une voix *homogène* du grave à l'aigu, autrement dit, pour atténuer les différences de timbres spécifiques à chaque mode d'émission, il faut que l'accommodation des cavités de résonance se fasse progressivement sur l'ensemble de la tessiture<sup>11</sup> et pas seulement au moment du *passage*, c'est-à-dire au moment de la transition d'un mode d'émission à l'autre.

## 7. Acquisition

Le rôle du professeur de chant va consister, dans un premier temps, à faire mémoriser à l'élève les formes caractéristiques de la cavité pharyngo-buccale pour chacun des trois registres avant de lui enseigner la manière d'accommoder progressivement ses résonateurs pour passer d'un registre à l'autre, apprentissage qui met surtout en jeu la mémoire kinesthésique, c'est-à-dire la mémoire des mouvements musculaires.

L'étape suivante va faire appel plus directement à la mémoire pallesthésique, c'est-à-dire la mémoire de la localisation des vibrations les plus intenses ressenties au cours du chant. Elle consiste à apprendre à l'élève à affiner ses sensibilités internes et à localiser avec précision chacune des notes de sa tessiture, selon le schéma corporel qui correspond à la technique qu'il utilise et à la catégorie vocale à laquelle il appartient. C'est par l'oreille seule, que le professeur va guider l'élève et lui apprendre à associer une image auditive à une sensibilité interne. Cette pratique qui relève du conditionnement des réflexes, va permettre à l'élève d'acquérir au terme d'un long apprentissage<sup>12</sup> la mémoire kinési-pallesthésique indispensable au contrôle de l'émission vocale.

Tant que cette mémoire kinési-pallesthésique n'est pas acquise, autrement dit, tant que la mémoire auditive est seule à être utilisée, les élèves sont absolument incapables de juger leur propre production dès que les conditions acoustiques dans lesquelles ils ont l'habitude de chanter sont modifiées, ce qui prouve l'importance des sensibilités internes dans l'auto-contrôle de l'émission. Les professeurs de chant qui sont d'ailleurs tout à fait conscients de ce problème, demandent généralement à leurs élèves débutants de ne pas chanter chez eux, car le travail vocal qu'ils accomplissent seuls, dans un environnement acoustique différent de celui auquel ils sont habitués pendant les cours, entraîne nécessairement des défauts qu'il est difficile de corriger par la suite.

## 8. Utilisation

Tous les chanteurs n'utilisent pas de la même façon leur mémoire auditive et leur mémoire kinési-pallesthésique.

– Lorsque la mémoire pallesthésique et la mémoire kinesthésique sont prédominantes, l'adaptation du chanteur à l'acoustique de la salle se fait spontanément dans la mesure où l'émission vocale, guidée par les sensibilités internes, ne dépend pas uniquement du rétro-contrôle auditif.

– Lorsque c'est la mémoire auditive qui domine (ce qui est très souvent le cas des jeunes artistes lyriques qui font leurs débuts sur scène), les problèmes d'émission sont nombreux parce que les modifications qu'opère l'acoustique du théâtre sur le feed-back auditif des chanteurs les empêchent de contrôler efficacement leur voix.

## 9. Conclusion

Les sensibilités internes phonatoires jouent un rôle déterminant dans l'auto-contrôle de l'émission vocale puisqu'elles permettent aux chanteurs de *placer* leur voix en leur fournissant des points de repère et des moyens de contrôle extrêmement précis et fiables.

C'est par l'appréciation permanente de l'ensemble des sensibilités internes que les chanteurs prennent conscience de leur effort phonatoire, qu'ils jugent la qualité de leur émission et que, dans une large mesure, ils peuvent l'adapter aux besoins et aux circonstances.

## Notes

1. Les mots en italiques font partie de la terminologie professionnelle du chant.
2. La somatognosie est la conscience que chaque individu a de son propre corps et de la situation que celui-ci occupe dans l'espace.
3. En excitant la région palatale par stimulation électrique ou au contraire en l'anesthésiant par cocaïnisation, soit par refroidissement au chlorure d'éthyle, Husson et ses collaborateurs ont observé des modifications notables de la qualité vocale chez des chanteurs professionnels, associées à des changements importants du mode vibratoire des cordes vocales.
4. Selon la technique vocale utilisée, on peut émettre des aigus avec un larynx en position basse, ce qui a pour conséquence d'augmenter les sensations thoraciques et de diminuer les sensations crânio-faciales. La hauteur laryngée a une incidence sur le timbre de la voix puisque l'abaissement du larynx allonge le tractus vocal et favorise un timbre sombre alors que l'élévation du larynx, le raccourcit et favorise un timbre plus clair. Une tradition lyrique séculaire imposant à chaque catégorie vocale un timbre spécifique, l'artiste lyrique doit adopter une technique vocale qui lui permette de chanter avec le timbre requis.
5. Voix de femmes les plus aiguës.
6. La céphalisation (utilisation des *résonances de tête*) représente environ 54 % de la tessiture du soprano léger et 61 % de celle du soprano léger colorature.

7. Le méridien du Tou Mo ou Vaisseau Gouverneur débute à l'extrémité du coccyx (1 VG), remonte le long de l'axe médian postérieur pour se terminer sous le frein de la lèvre supérieure, entre les incisives centrales supérieures (28 VG).

8. Pour localiser un son dans l'échelle sonore, les musiciens utilisent soit des repères spatiaux : "*Do de la serrure*" (il s'agit de celle du piano!) ou "*Ré, deuxième corde à vide*" (celle du violon en l'occurrence), qui font référence à un instrument de musique (en général le leur), soit des repères graphiques plus universels, tels que l'emplacement de la note sur la portée : "*Si au-dessus de la portée en clef de fa*" ou "*Ré au-dessous de la portée en clef de sol*". Afin de faciliter le repérage des notes, les acousticiens numérotent les octaves en les affectant d'un chiffre qui permet de les situer facilement dans l'échelle musicale. L'octave dans laquelle se situe le *la du diapason* est l'octave 3.

9. "Certaines parties du système nerveux ont la propriété de recevoir, transmettre ou percevoir des impressions" (Garnier & Delamare, 1967). Ces impressions qui sont appelées sensibilités internes peuvent être proprioceptives, intéroceptives, extéroceptives, somesthésiques, pallesthésiques, kinesthésiques, cœnesthésiques ou algesthésiques.

- Proprioceptive : est un terme générique qui regroupe les sensations d'origine musculaire, osseuse, tendineuse ou articulaire.

- Intéroceptive : désigne une sensation recueillie à l'intérieur de l'organisme (viscérale, par exemple).

- Extéroceptive : désigne une sensation recueillie à la surface du corps (sensations tactiles ou thermiques, par exemple).

- Somesthésique : est un terme générique qui regroupe les sensibilités aux diverses excitations subies par le corps, à l'exception de celles provenant des organes sensoriels. Elle comprend les sensations proprioceptives, extéroceptives et algesthésiques.

- Pallesthésique : désigne une sensation éveillée par une vibration.

- Kinesthésique : désigne une sensation qui donne des renseignements sur les contractions musculaires, les mouvements exécutés, l'effort fourni et la situation occupée à chaque instant par les membres.

- Cœnesthésique : désigne les sensations de bien-être, de malaise ou de fatigue qui fournissent des renseignements sur l'état des organes.

- Algesthésique : désigne les sensations douloureuses à caractère soudain, d'origine fonctionnelle.

10. Nous établissons une distinction entre le registre qui désigne la fraction de l'échelle vocale correspondant au grave, au médium et à l'aigu et le mode d'émission qui désigne la façon dont le son est émis, c'est-à-dire en voix de poitrine, voix mixte, voix de tête ou voix de fausset car certaines notes d'un même registre peuvent être chantées avec différents modes d'émission. Ce sont les "notes amphotères".

11. L'étendue vocale d'un sujet est constituée par toutes les fréquences que peut émettre son larynx de l'infra-grave ou suraigu, alors que la tessiture est la partie de l'étendue vocale qu'un sujet émet avec le maximum de facilité.

12. La durée de cet apprentissage peut varier de 2 à 6 ans, selon les individus.



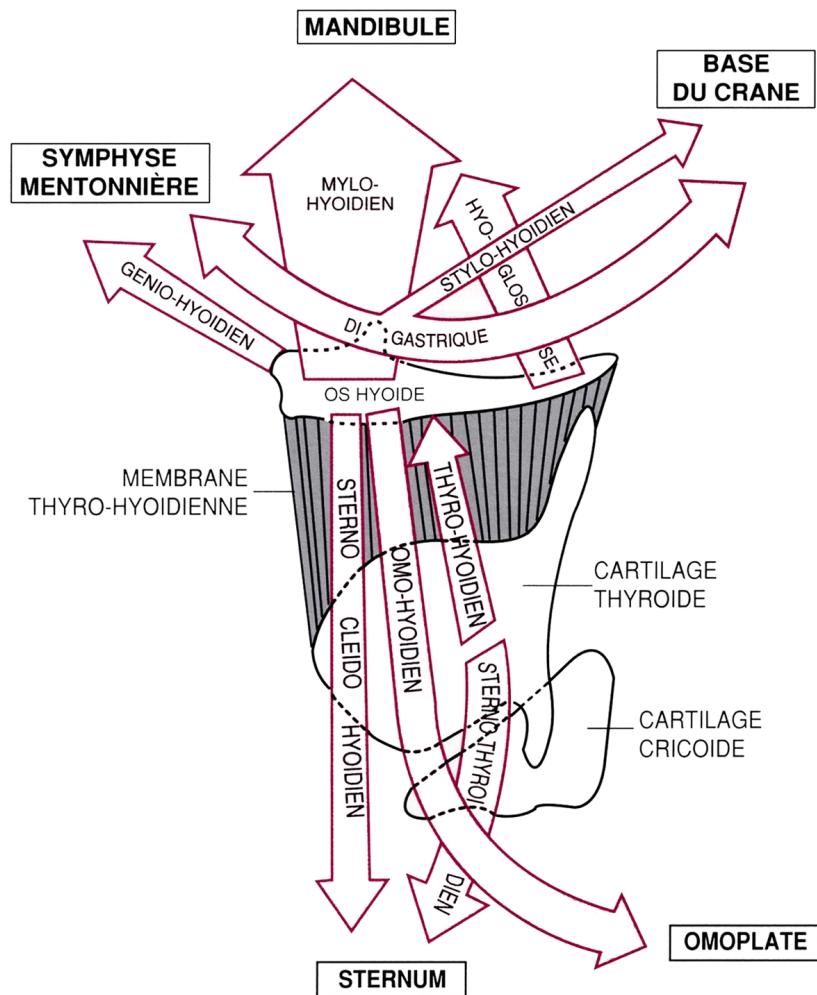


FIGURE 1

Représentation schématique des principaux muscles qui assurent la mobilité laryngée dans la parole et le chant.  
(D'après Dew & Jensen)

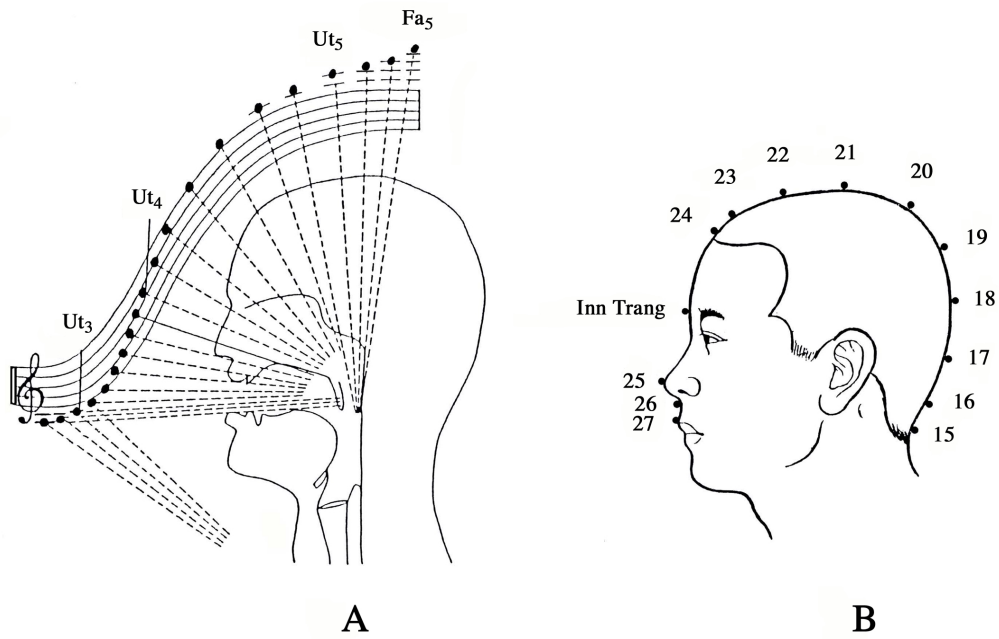


FIGURE 2

Comparaison entre la localisation subjective des SIP en fonction de la hauteur tonale pour un soprano léger (A) et le trajet céphalique du Tou Mo ou Vaisseau Gouverneur (B). (Figure A d'après Lilli Lehmann; Figure B d'après Xie Chiang Mai)

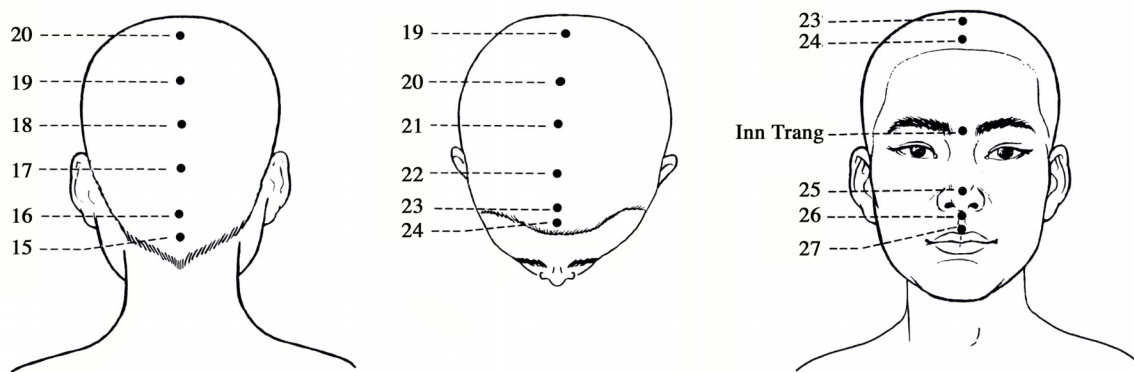


FIGURE 3

Trajet supérieur du Tou Mo ou Vaisseau Gouverneur (d'après Xie Chiang Mai)

# Bibliographie

- GARNIER, M. et DELAMARE, V.  
*Dictionnaire des termes techniques de médecine*  
Maloine. Paris, 1967. 1087 p.
- HUSSON, R. (1960),  
*La voix chantée*  
Gauthier-Villars. Paris, 1960. 205 p.
- LEBARBIER, A.  
*Acupuncture pratique.*  
Maisonneuve. Paris, 1975. 510 p.
- LEHMANN, L.  
*Mein Gesangkunst.*  
Schwarzbaum Verlag. Berlin, 1902. 235 p.
- SCOTTO DI CARLO, N.  
Oreille absolue et mémoire proprioceptive.  
*Médecine des Arts.* 2003, 45 : 7-15.
- SCOTTO DI CARLO, N. et AUTESSERRE, D.  
Movements of the velum in singing.  
*Journal of Research in Singing*, 1987, XI, 1 : 3-13.
- SOULAIRAC, A.  
Sensibilités internes et phonation : centres, voies, mécanismes, rôles.  
*Revue de Laryngologie de Portmann*, Supplementum Novembre 1955 :  
666-674.
- SUNDBERG, J.  
Chest vibrations in singers.  
*Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report*,  
1979, 1 : 49-64.
- SUNDBERG, J.  
Phonatory Head and Chest Vibrations in Singers.  
*Proceedings of 127th ASA Meeting.* MIT, 1994, 5aBV3.
- TARNEAUD, J.  
*Le chant, sa construction, sa destruction.*  
Maloine. Paris, 1946. 135 p.
- TARNEAUD, J.  
*Traité pratique de phonologie et de phoniatrie.*  
Maloine. Paris, 1961. 521 p.

VON BEKESY, G.

The structure of the middle-ear and the hearing of one's own voice by bone conduction.

*Journal of the Acoustical Society of America*, 1949, 21 : 212-232.

XIE CHIANG MAI, C.

Précis d'acupuncture chinoise.

Presses de l'Académie de Médecine Traditionnelle. Pékin, 1977. 328 p.