

## PHYSIQUE DE LA VOIX : LE CAS DU CHANT DIPHONIQUE

TRAN QUANG HAI (UMR 8574 du CNRS)

### ASPECT ACOUSTIQUE ET SPECTRAL

#### Perception de la hauteur des sons

J'essaierai, dans un premier temps, de décrire la notion de la perception de hauteur à la lumière de l'acoustique et la psycho-acoustique. Dans un second temps, je présenterai le champ de liberté du chant diphonique. Enfin, il serait profitable de formuler quelques hypothèses sur les mécanismes de formation de ce chant, la réalisation du chant diphonique/diplophonique/biformantique à travers une approche de ma méthode et le film "Le chant des harmoniques". Préalablement, il est nécessaire de comprendre le sens de la terminologie spécifique qui s'applique au chant diphonique, et qui utilise des termes tels que "hauteurs des sons" ou "tonalité". Cette notion présente beaucoup d'ambiguïtés, et ne répond pas au principe simple de la mesure des fréquences émises. La hauteur des sons tient plus de la psycho-acoustique que de la physique. Mes propos s'appuient d'une part sur les découvertes récentes de certains chercheurs et d'autre part sur mes propres observations et expérimentations effectuées à partir du Sona-Graph.

Le Sona-Graph me permet en effet d'obtenir l'image du son que je voudrais étudier. Sur un seul papier, j'ai en abscisse l'information - temps, en ordonnée l'information- fréquence, et suivant la grosseur du trait tracé, l'information - intensité.

Les manuels d'acoustiques classiques disent que la hauteur des sons harmoniques, donc les sons comportant un fondamental de fréquence  $F$  et une suite d'harmoniques  $F_1, F_2, F_3, \dots$  multiples de  $F$ , est donnée par la fréquence du premier son fondamental. Ceci n'est pas tout à fait exact car il est possible de supprimer électroniquement ce fondamental sans pour cela changer la hauteur subjective du son perçu. Si cette théorie était exacte, une chaîne électro-acoustique ne reproduisant pas l'extrême grave changerait la hauteur des sons. Il n'en est rien car le timbre change mais pas la hauteur. Certains chercheurs proposent une autre théorie plus cohérente: la hauteur des sons est donnée par l'écartement des raies harmoniques ou la différence de fréquence entre deux raies harmoniques. Que devient la hauteur des sons dans ce cas pour les spectres sonores dit "à partiels" (les partiels sont les harmoniques qui ne sont pas des multiples entiers du fondamental) ? Dans ce cas, l'individu perçoit une moyenne de l'écartement des raies dans la zone qui l'intéresse. Ceci, en effet, concorde avec les différences de perception que l'on trouve d'un individu à l'autre.

On désigne par l'expression "spectre à formant" le renforcement en intensité d'un groupe d'harmoniques constituant un formant, c'est à dire une zone de fréquences où l'énergie est grande. En rapport avec l'existence de ce formant, une deuxième notion de la perception de hauteur se fait jour. On s'est en effet aperçu que la position du formant dans le spectre sonore donnait la perception d'une nouvelle hauteur. Dans ce cas, il ne s'agit plus de l'écartement des raies harmoniques dans la zone formantique mais de la position du formant dans le spectre. Cette théorie doit être nuancée, car des conditions s'imposent.

A titre d'expérience, j'ai chanté trois DO (DO1, DO2, DO3) à une octave d'intervalle entre deux DO en projetant la voix comme pour s'adresser à un grand auditoire. J'ai constaté à la lecture du sonagramme que le maximum d'énergie se trouvait dans la zone sensible de l'oreille humaine (2 à 3 KHz). Il s'agit bien d'un formant situé entre 2 et 4 KHz. J'ai ensuite enregistré trois DO dans la même tonalité, mais cette fois en posant la voix pour s'adresser à un auditoire restreint, et j'ai observé la disparition de ce formant.

Dans ce cas, la disparition du formant ne change pas la hauteur des sons. J'ai rapidement observé par la suite que la perception de la hauteur par la position du formant n'était possible que si celui-ci était très aigu, à savoir que l'énergie du formant n'était répartie que sur 2 ou 3 harmoniques. Donc, si la densité d'énergie du formant est grande, et que le formant est étroit, celui-ci donnera une information de hauteur en plus de la tonalité globale du morceau chanté. Par ce biais, j'arrive à la technique du chant diphonique / diplophonique / biformantique.

Cette notion de formant prenant le pas sur les raies harmoniques me sera par la suite confirmée grâce aux recherches expérimentales sur la formation du chant diphonique.

#### Comparaison entre technique vocale diphonique et technique vocale classique

On peut dire que le chant diphonique comporte deux sons comme son nom l'indique: l'un grave et consistant appelé "BOURDON" et l'autre plus aigu constitué d'un formant qui se déplace dans le spectre pour donner une certaine mélodie. La notion de hauteur donnée par la seconde voix génère d'ailleurs parfois quelque ambiguïté. Une certaine accoutumance ou éducation de l'oreille occidentale peut être souhaitable.

La mise en évidence du bourdon est relativement facile, grâce aux sonagrammes. Il se voit très nettement.

Auditivement, il est très net. Après avoir mis en évidence le son fondamental, j'ai comparé deux spectres: l'un d'un chant diphonique et l'autre d'un chant dit classique, les deux étant produits par le même chanteur. Les figures 1 et 2 nous montrent les sonagrammes de ces deux formes de chant. Le chant classique se caractérise par un doublement de l'écartement des raies harmoniques lorsque le chant passe à l'octave. Le chant diphonique présente un écartement égal des raies (ceci est prévisible puisque le bourdon demeure constant) pendant le passage d'une octave où l'on voit le déplacement du formant. En effet, on peut mesurer avec facilité la distance entre les raies pour chaque son émis; dans ce cas, la perception de la mélodie du chant diphonique se fait par le biais du déplacement du formant dans le spectre sonore.

Il convient d'insister sur le fait que ceci n'est vraiment possible que si le formant se concentre dans l'aigu et c'est notamment le cas du chant diphonique. L'énergie sonore est principalement divisée entre le bourdon et la deuxième

voix constituée de deux harmoniques, au plus trois harmoniques.

Il a été parfois dit qu'une troisième voix pouvait être produite. J'ai effectivement constaté grâce aux sonagrammes que ceci existait (sonagrammes sur les techniques touvines), mais il m'est impossible d'affirmer que la troisième voix soit contrôlée. A mon avis, cette voix supplémentaire résulte plus de la personnalité de l'exécutant que d'une technique particulière.

A cette occasion, je peux déjà établir un parallèle entre chant diphonique et guimbarde. La guimbarde produit comme le chant diphonique plusieurs "voix" différentes: le bourdon, le chant et le contre chant. Je pourrais considérer cette troisième voix comme un contre chant, celui-ci peut être délibéré, mais sans doute non contrôlé.

## Champ de liberté du chant diphonique

Du point de vue du champ de liberté, le chant diphonique équivaut au chant normal sauf pour ce qui concerne l'ambitus.

Le temps d'exécution dépend évidemment de la cage thoracique du chanteur, donc de la respiration, mais également de l'intensité sonore, car l'intensité est en rapport avec le débit d'air.

Le champ de liberté concernant l'intensité est par contre relativement restreint et le niveau des harmoniques est lié au niveau du bourdon. Le chanteur a intérêt à garder un bourdon d'intensité suffisante afin de faire émerger un maximum d'harmoniques. J'ai constaté précédemment que les harmoniques étaient d'autant plus claires que le formant était étroit et intense. On peut donc en déduire des liens entre les concepts d'intensité, de temps et de clarté.

Le champ de liberté concernant le timbre se passe de commentaire, le son résultant étant dans la majorité des cas formé d'un bourdon et d'un ou deux harmoniques.

La question la plus intéressante concerne par contre l'ambitus. Il est généralement admis que pour une tonalité judicieuse (en fonction de l'exécutant et de la pièce musicale à interpréter), un chanteur peut moduler ou choisir entre les harmoniques 3 et 13. Ceci est vrai mais mérite quelque précision. L'ambitus est fonction de la tonalité. Si la tonalité est en DO2, la réalisation se fait sur 14 harmoniques du 6ème au 20ème, ceci représentant une octave et une sixte. Si la tonalité est élevée, par exemple DO3, le choix se fait entre les harmoniques 3 et 10 soit 8 harmoniques, représentant également une octave et une sixte. Les remarques suivantes s'imposent. D'une part, l'ambitus du chant diphonique est plus restreint que celui du chant normal. D'autre part, en théorie, le chanteur choisit la tonalité qu'il veut entre DO2 et DO3. En pratique, il réalise instinctivement un compromis entre la clarté de la deuxième voix et l'ambitus de son chant - le choix de la tonalité étant également fonction de la pièce musicale à exécuter. En effet, si la tonalité est élevée, par exemple, DO3, le choix des harmoniques se trouve restreint, mais la deuxième voix est alors très claire. Dans le cas d'une tonalité en DO2, la deuxième voix est plus confuse, alors que l'ambitus atteint son maximum. La clarté des sons peut s'expliquer par le fait que dans le premier cas, le chanteur ne peut sélectionner qu'un harmonique, alors que dans le deuxième cas il peut en sélectionner presque deux. Pour la question de l'ambitus, je sais que la mise en action des résonateurs buccaux est indépendante de la tonalité des sons émis par les cordes vocales, autrement dit, le chanteur sélectionne toujours les harmoniques dans la même zone du spectre que ceux-ci soient écartés ou resserrés.

De tout ceci il résulte que le chanteur choisit la tonalité instinctivement pour avoir à la fois l'ambitus maximum et le maximum de clarté. Pour moi, le meilleur compromis se trouve entre DO2 et LA2. Je peux ainsi produire avec les harmoniques à partir d'un son fondamental entre DO2 et LA2 une mélodie couvrant jusqu'à deux octaves.

Mécanismes de production du chant diphonique.

Il est toujours très difficile de connaître ce qui se passe à l'intérieur d'une machine lorsque, placé à l'extérieur, on ne reçoit que des émanations de cette machine. Tel est le cas de l'appareil phonatoire. Ce qui va être en dit est donc grossier et schématique et ne peut être pris au pied de la lettre.

En traitant le système phonatoire par analogie, je peux me faire une idée des mécanismes mais sûrement pas en fournir une explication complète. Un résonateur est une cavité munie d'un col pouvant résonner dans un certain domaine de fréquences. Le système excitateur donc le pharynx et les cordes vocales émet un spectre harmonique, à savoir les fréquences F1, F1, F3, F4... de résonateurs qui choisissent certaines fréquences et amplifient celles-ci.

Le choix de ces fréquences dépend évidemment de l'habileté du chanteur. Il en va ainsi lorsqu'un chanteur porte la voix pour une grande salle, instinctivement il adopte ses résonateurs pour émettre le maximum d'énergie dans la zone sensible de l'oreille. Il est à noter que les fréquences amplifiées sont fonction du volume de la cavité, de la section de l'ouverture et de la longueur du col constituant l'ouverture.

Grâce à ce principe, je vois déjà l'influence de la grandeur de la cavité buccale, de l'ouverture de la bouche, de la position des lèvres sur le chant. Mais ceci ne me donne pas un chant diphonique. En effet, il me faut deux voix. Le bourdon, la première, provient

simplement du fait que celui-ci est intense à l'émission et que de toute manière il ne subit pas le filtrage des résonateurs. Son intensité, supérieure à celle des harmoniques, lui permet de survivre grâce à un rayonnement buccal et nasal. J'ai constaté que, en fermant la cavité nasale, le bourdon diminuait en intensité. Ceci s'explique de deux manières: d'une part une source de rayonnement est fermée (il s'agit du nez), et d'autre part en fermant le nez, je réduis le débit d'air et donc, je réduis l'intensité sonore émise au niveau des cordes vocales.

L'intérêt d'avoir plusieurs cavités est primordial. J'ai pu mettre en évidence que seul le couplage entre plusieurs cavités nous permet d'avoir un formant aigu tel que l'exige le chant diphonique. Pour cette étude, j'ai en premier lieu procédé aux vérifications du principe des résonateurs, à savoir l'influence des paramètres fondamentaux. Je me suis aperçu ainsi que la tonalité du son monte si j'ouvre plus grande la bouche. Pour mettre en évidence la formation d'un formant aigu, j'ai procédé à l'expérience suivante. J'ai essayé de produire deux sortes de chant diphonique: l'un avec la langue au repos, c'est à dire la bouche devenant une grande et unique cavité, et l'autre avec la pointe de la langue remontant et touchant la voûte palatine, divisant ainsi la bouche en deux cavités. La constatation que j'ai faite est la suivante grâce à la théorie des résonateurs couplés est la suivante: dans le premier cas, les sons ne sont pas clairs. Certes, on entend très bien le bourdon mais la deuxième voix est difficile à entendre. Il n'y a pas une différenciation distincte entre les deux voix. De plus, la mélodie s'impose difficilement à l'écoute. Selon les sonagrammes analysés, j'ai constaté la chose suivante: avec une cavité buccale unique, l'énergie du formant se disperse sur trois ou quatre

harmoniques et donc la sensation de la deuxième voix devient beaucoup plus faible. Par contre, quand la langue divise la bouche en deux cavités, le formant aigu et intense réapparaît. Autrement dit, les sons harmoniques émis par les cordes vocales subissent une amplification et un filtrage grossiers lors de la technique faisant appel à une seule cavité et l'effet diphonique disparaît. Le chant diphonique nécessite donc un réseau de résonateurs très sélectifs qui filtre uniquement les harmoniques désirés par le chanteur. Dans le cas d'un couplage serré entre les deux cavités, celles-ci donnent une résonance unique très aiguë. Si le couplage devient lâche, le formant a une intensité moins grande, et on étale l'énergie sonore dans le spectre. Si ces cavités se réduisent à une seule cavité, la courbe pointue devient encore plus ronde et on aboutit au premier exemple évoqué, consistant en un chant diphonique très flou (langue en position de "repos").

On peut donc en conclure que la bouche avec la position de la langue joue un rôle prépondérant ; on peut grossièrement l'assimiler à un filtre pointu qui se déplacerait dans le spectre uniquement pour choisir les harmoniques intéressants.

Cet exposé vous présente un aperçu sommaire de mes recherches expérimentales sur le chant diphonique .

## **BIOGRAPHIE : TRAN QUANG HAI**

Tran quang Hai est ethnomusicologue, membre de l'UMR au CNRS , compositeur, musicien, spécialiste du chant diphonique. Plus de 3.000 concerts aux 5 continents, plus de 7.000 stagiaires travaillant le chant diphonique avec lui depuis 1970 dans 60 pays, plus de 30 récompenses internationales (dont Grand Prix Charles Cros pour ses disques, Médaille de Cristal du CNRS en 1996 et Chevalier de la Légion d'Honneur en 2002) constituent la référence de son autorité dans le domaine de la recherche musicale et de l'enseignement du chant diphonique .

Ses trois sites pour mieux le connaître :

[www.tranquanghai.org](http://www.tranquanghai.org) ,

[www.tranquanghai.net](http://www.tranquanghai.net) ,

<http://tranquanghai.phapviet.com>