

désincarné. Où résonne-t-elle? Dans le conduit vocal du chanteur? Dans l'espace physique environnant? Dans l'esprit de l'auditeur?

Rétroaction biologique

Le mécanisme du renforcement des harmoniques n'est pas totalement compris, mais il semble nécessiter au moins trois composantes corrélées : l'ajustement d'une harmonique au centre d'un formant prononcé ; l'allongement de la phase de fermeture du cycle ouverture-fermeture des cordes vocales ; la réduction de

l'intervalle des harmoniques affectées par le formant. Ces trois phénomènes intensifient le couplage entre la source et le filtre. N'importe qui peut les maîtriser et apprendre le chant de gorge (*voir l'encadré de la page 53*) : les populations turco-mongoles n'ont pas une physiologie qui leur donnerait l'apanage de ce chant.

Afin d'ajuster une des harmoniques avec un formant, le chanteur règle la fréquence fondamentale du bourdonnement produit par ses cordes vocales. Ce procédé est l'équivalent sonore du décalage d'une échelle afin d'amener l'un des barreaux au niveau

d'un repère fixe. Par l'analyse acoustique, on a étudié la précision de l'ajustement nécessaire : l'intensité d'une première harmonique précisément superposée au milieu du pic d'un formant est bien supérieure à celle d'une seconde harmonique légèrement décalée. Les chanteurs ajustent cette superposition en élevant ou en baissant le son fondamental jusqu'à ce qu'ils entendent résonner l'harmonique recherchée à une amplitude maximale.

Les chanteurs de gorge cherchent également à maîtriser la vibration des cordes vocales. Chaque cycle des

Chant diphonique, triphonique et... tétraphonique

Depuis 30 ans, les musicologues occidentaux découvrent les effets des renforcements d'harmoniques à travers les prières des lamas tibétains, les chants diphoniques des Bachkirs, des Mongols et des Touvas, ainsi qu'avec la quintina sarde, où une cinquième voix «mystérieuse» surgit de la fusion des voix d'un quatuor de chanteurs.

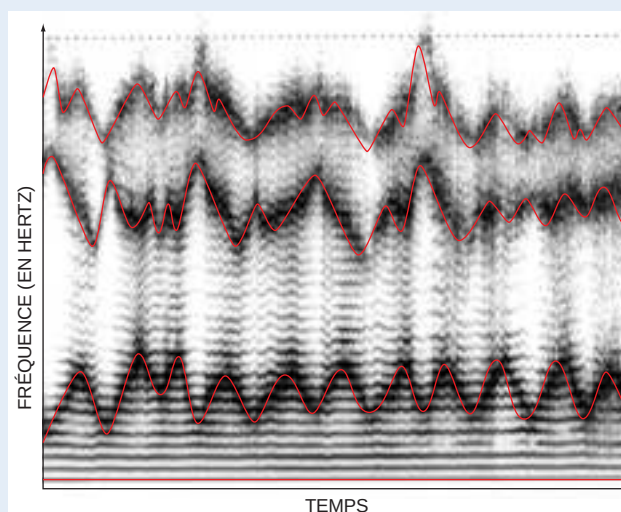
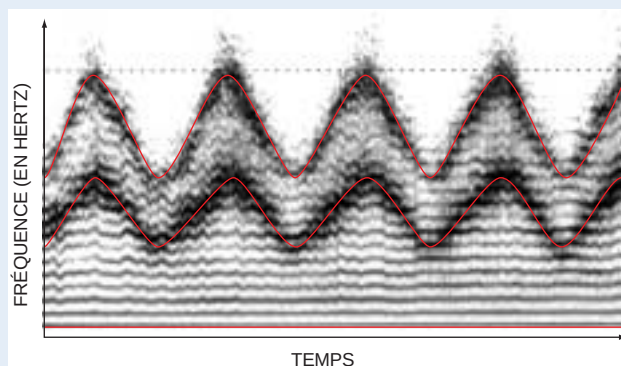
Le chant diphonique, que j'ai découvert en 1969 grâce aux enregistrements de Roberte Hamayon, de l'Université de Nanterre, superpose deux sons : un son fondamental, ou bourdon, qui conserve la même hauteur le temps d'une expiration, et une harmonique naturelle du son fondamental qui est amplifiée jusqu'à devenir audible. Cette harmonique a un timbre proche de celui d'une flûte (voix flûtée) ou de celui d'une guimbarde (voix guimbarde). Un chanteur seul chante ainsi simultanément à deux voix. Peut-on faire mieux en superposant trois ou même quatre voix?

Le chant diphonique nécessite plusieurs cavités, dont le couplage est à l'origine des fréquences aiguës de résonance des formants, qui sélectionnent et amplifient l'harmonique. Par exemple, avec la langue au repos – la bouche forme alors une seule grande cavité –, la deuxième voix ne dépasse guère 1 200 hertz. L'ambitus de la mélodie harmonique, c'est-à-dire que l'écart entre la note la plus grave et la note la plus aiguë, reste faible. L'étude des sonogrammes montre que l'intensité du formant s'étale sur trois ou quatre harmoniques. En revanche, lorsque la langue touche le palais, séparant ainsi la cavité buccale en deux parties, le formant est aigu et intense : l'harmonique supplémentaire est nettement audible.

Grâce aux sonogrammes, j'ai constaté qu'une troisième voix pouvait être produite (*voir la figure*). Cependant, cette troisième voix n'est pas commandée consciemment. Elle dépend de l'exécutant plutôt que d'une technique particulière. Le chant triphonique est possible lorsqu'un son très grave (par exemple, à une fréquence de 70 hertz) est émis : le chanteur peut alors créer deux formants qui sélectionneront chacun une harmonique. Par exemple, je peux chanter en mode triphonique avec un formant dans la zone de fréquence comprise entre 400 et 1 000 hertz, et un autre dans la zone au-dessus de 2 000 hertz. Par ailleurs,

j'étudie également le chant tétraphonique : les quatre voix ne sont pas toutes audibles, mais elles sont reconnaissables sur le sonogramme.

Trần Quang HAI,
Laboratoire d'ethnomusicologie, CNRS, Paris



Dans ces deux sonogrammes de la voix de Trần Quang Hai, un son fondamental à 70 hertz constitue le bourdon (les lignes horizontales en rouge), tandis que des formants amplifient deux ou trois harmoniques (les lignes sinusoïdales rouges) selon que le chant est triphonique (en haut) ou tétraphonique (en bas). Dans ce dernier cas, certaines harmoniques ne sont pas audibles.

cordes vocales commence lorsqu'elles sont resserrées. L'air comprimé par les poumons presse sur les cordes vocales, qui cèdent en s'écartant. Puis des forces élastiques et aérodynamiques referment les cordes tout en envoyant une bouffée d'air dans le conduit vocal. Des électroglottographes, qui utilisent des capteurs placés sur le cou pour analyser ce cycle, montrent que, lors du chant de gorge, les cordes vocales sont ouvertes pendant une fraction de cycle plus courte que pour une parole normale ; elles sont fermées plus longtemps. L'intensité des harmoniques aiguës est plus forte lorsque les muscles de la gorge sont contractés et rigides, c'est-à-dire qu'ils provoquent une fermeture brusque des cordes vocales. En outre, une fermeture plus longue prolonge la résonance dans le conduit vocal en réduisant le retour des ondes sonores vers les poumons. Ces deux effets réduisent l'affaiblissement de l'intensité aux fréquences élevées : l'harmonique recherchée est plus accentuée.

Enfin, l'isolement d'une harmonique ne serait pas aussi efficace sans les techniques que les chanteurs utilisent pour augmenter l'amplification et la sélectivité du conduit vocal. En affinant les propriétés de résonance normalement utilisées pour la prononciation des voyelles, les chanteurs décalent le pic des formants et augmentent sa sélectivité (voir l'encadré de la page 56). Ils renforcent ainsi les harmoniques alignées sur le pic étroit du formant, en affaiblissant simultanément les harmoniques situées en dehors de ce pic (voir la figure 4) ; une seule harmonique est alors amplifiée. De plus, en déplaçant leur mâchoire vers l'avant, tout en avançant, en amincissant et en arrondissant leurs lèvres, les chanteurs renforcent leurs cordes vocales, minimisent les pertes d'énergie (la bouche est presque fermée) et renvoient alors les résonances vers la vibration des cordes vocales : le pic de résonance du formant est encore augmenté.

Des études en vidéofluoroscopie (radiocinématographie) et en nasendoscopie (une caméra miniature filme les cordes vocales) ont confirmé que les chanteurs modifient leur conduit vocal pour décaler la fréquence d'un formant et l'aligner avec une harmonique. En renforçant successivement différentes harmoniques, ils

produisent une mélodie. Les neuf musiciens de l'étude décalaient la fréquence de résonance du formant de quatre façons au moins. D'autres méthodes existent peut-être.

Dans la première, la pointe de la langue est placée derrière les dents du haut, pendant que la langue se bombe pour sélectionner successivement des harmoniques plus élevées. De plus, les chanteurs accordent avec précision le formant en entrouvrant périodiquement les lèvres. En République de Touva, le style de musique produit avec cette méthode est nommé *sygyt* (sifflement).

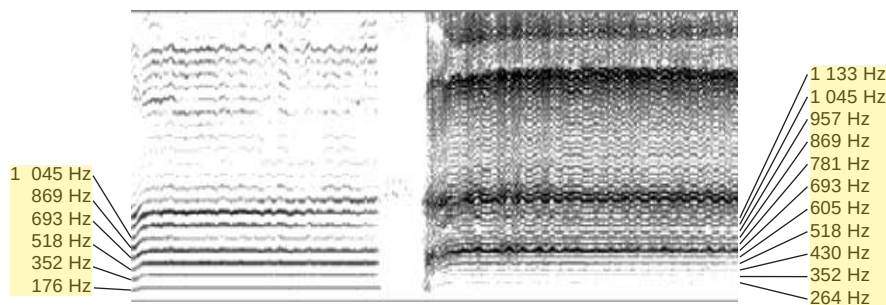
La deuxième méthode est celle du style *khöömei*. Les chanteurs avancent la langue (ce qui, dans la parole normale, change la voyelle «o» en «i») : le formant le plus bas baisse, tandis que le deuxième s'élève. En commandant avec précision la différence entre les deux formants, un musicien touva peut ajuster chacun d'eux à une harmonique différente, qui est alors amplifiée. Autrement dit, cette technique produit deux sons simultanés.

La troisième méthode requiert un mouvement de la gorge plutôt que de la bouche. Pour les harmoniques graves, les chanteurs placent la base de la langue vers le fond de la gorge, tandis que, pour les harmoniques moyennes et aiguës, ils déplacent la base de la langue vers l'avant jusqu'à créer un espace, nommé fossette, entre la base de la langue et l'épiglotte (la languette cartilagineuse qui empêche les aliments d'entrer dans les poumons). Pour les harmoniques aiguës, l'épiglotte avance pour fermer la fossette.

Dans la quatrième méthode, les chanteurs élargissent graduellement la bouche. Ainsi, ils raccourcissent le conduit vocal et élèvent la fréquence du premier formant. L'harmonique la plus aiguë qui puisse être renforcée est principalement limitée par des pertes de rayonnement, qui augmentent à mesure que la bouche s'élargit. Selon la hauteur du son fondamental, un chanteur peut isoler jusqu'à la douzième harmonique. Pour créer le style *kargyraa*, caractérisé



5. **ARTY-SAYIR** (en touva, «la rive opposée du lit d'une rivière asséchée») est une mélodie interprétée par le chanteur Vasili Chazir. Les nombres désignent les harmoniques au-dessus du fondamental : un *do* grave soutenu. La mélodie est environ un demi-ton plus basse.



6. **UN CHANTEUR DISPOSE DE DEUX FOIS PLUS DE TONS** lorsqu'il passe d'un chant normal (à gauche) au chant de gorge de style *kargyraa* (à droite). Les cordes vocales produisent un *fa* fondamental, à environ 176 hertz, tandis que les fausses cordes vocales du chanteur émettent un *fa* grave à l'octave inférieure, c'est-à-dire 88 hertz.

Lisa Burnett, d'après Theodore C. Levin

Bryan Christie, d'après Michael E. Edgerton