

## Les formants

**B**ien que les cordes vocales produisent de nombreux sons, c'est le conduit vocal qui transforme les sons bruts en langage et en musique. Le conduit modifie le son des cordes vocales en sélectionnant parmi les composantes celles qui correspondent aux fréquences de résonance naturelle de l'air dans le conduit vocal. Lors d'une parole ou d'un chant, les déplacements de la langue ou des lèvres augmentent ou diminuent les fréquences de résonance, nommées fréquences des formants.

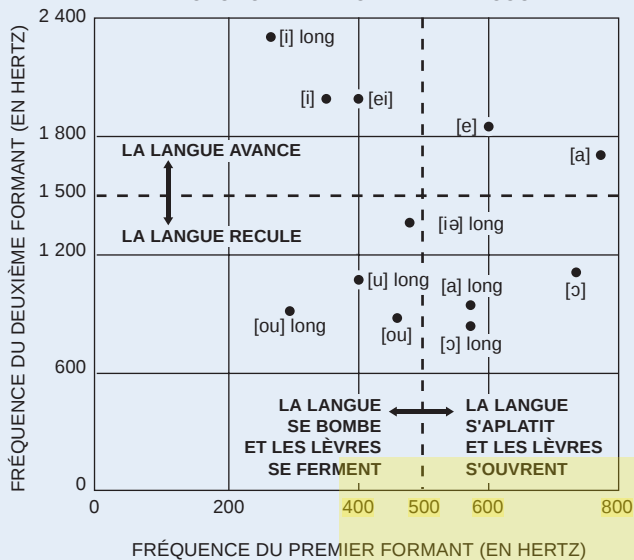
On perçoit bien ces mouvements quand on enchaîne les voyelles au cours d'une même expiration. La fréquence du premier formant est inversement

proportionnelle à la hauteur de la langue (il diminue lorsque la langue s'élève, par exemple lorsqu'on passe du son *a* de *tard* au son *i*). La fréquence du second formant est proportionnelle à l'avancement de la langue (elle augmente lorsque la langue avance, par exemple quand on passe du son *o* au son *i*). Le conduit vocal a un nombre théorique infini de formants, mais les combinaisons des deux ou trois premiers suffisent à expliquer la majeure partie des différences entre les sons des voyelles (*voir la figure ci-dessus*).

Comment les fréquences des formants sont-elles modifiées? Imaginons que le conduit vocal soit un tube fermé à une extrémité (les cordes vocales) et ouvert à l'autre (les lèvres). À une section de tube constante, les fréquences de résonance sont uniquement déterminées par la longueur du tube. Par exemple, pour un tube de 17,5 centimètres de long (soit environ l'équivalent du conduit vocal d'un homme adulte), le pic du premier formant est à une fréquence de 500 hertz, celui du deuxième à 1 500 hertz, celui du troisième à 2 500 hertz, etc.

Chaque formant correspond à l'établissement d'une onde stationnaire à l'intérieur du tube : à chaque niveau du tube, les molécules de l'air oscillent de haut en bas sur une distance qui dépend de leur position. La pression varie dans l'espace de façon périodique : elle est constante en certains endroits, nommés nœuds de pression, où les molécules parcourent la plus grande distance pour maintenir cette pression constante. Les endroits où la pression subit ses plus

## VOYELLES (EN NOTATION PHONÉTIQUE INTERNATIONALE) EN FONCTION DE LA FORME DE LA BOUCHE



grandes fluctuations et où les molécules sont le plus immobiles, sont nommés antinœuds de pression (on peut négliger les mouvements aléatoires des molécules, car ils ne participent pas à l'établissement de l'onde stationnaire). L'extrémité inférieure du conduit, fermée, empêche les molécules de se déplacer, de sorte qu'elle constitue un antinœud, alors que l'extrémité ouverte sur l'extérieur est un nœud. Les formants se caractérisent par le nombre de nœuds et d'antinœuds de l'onde stationnaire (*voir la figure en bas à droite*).

Lorsque le tube est écrasé à un endroit, par exemple quand la langue se bombe, la fréquence change proportionnellement à

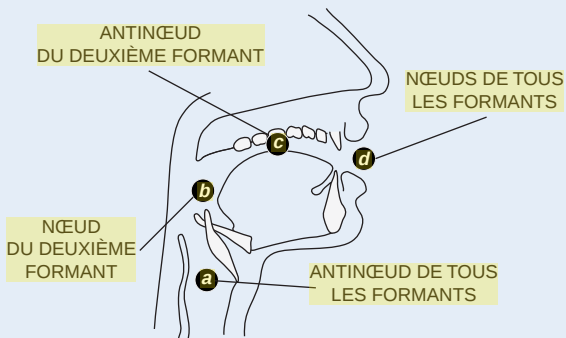
l'intensité de l'écrasement. Lord Rayleigh (1842-1919) a été le premier à expliquer ces mécanismes. Il montra notamment qu'un resserrement au niveau d'un nœud de pression réduit la fréquence du formant, tandis qu'un rétrécissement à l'endroit d'un antinœud de pression l'augmente (un élargissement produit les effets opposés).

Dans le premier cas, celui d'un resserrement à un nœud, les molécules traversent une ouverture réduite : quand la différence de pression qui les propulse reste identique, l'air est plus lent ; l'onde ralentit, donc sa fréquence diminue.

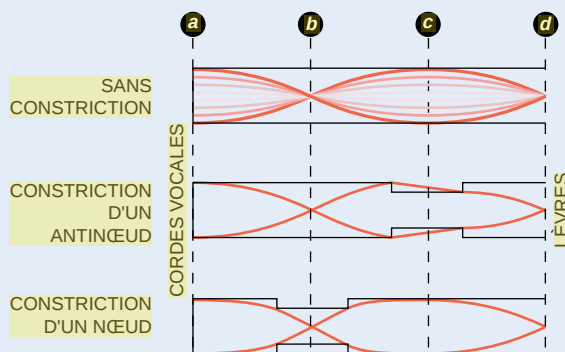
Dans le second cas, les molécules ne se déplacent pas, mais leur densité varie selon que les variations de pression attirent ou repoussent les molécules environnantes vers l'antiveine. L'écrasement réduit le volume du tube près de l'antiveine, l'addition d'un nombre donné de molécules produit donc une augmentation plus importante de la densité et de la pression : le système, devenu plus rigide, réagit plus rapidement ; la fréquence de l'onde augmente. La théorie des perturbations rend compte de la nouvelle forme de l'onde stationnaire (*voir la figure en bas à droite*).

Les chanteurs de gorge appliquent fréquemment ces principes : lorsqu'ils appuient la base de la langue contre le fond de la gorge, à l'endroit d'un nœud du deuxième formant, ils diminuent la fréquence de ce formant (*voir la figure en bas à gauche*). Dans le style *sygyt*, ils bombent la langue, rétrécissant ainsi l'antécœd du deuxième formant, dont la fréquence augmente alors.

## POSITION DES NŒUDS ET DES ANTINŒUDS DANS LE CONDUIT VOCAL



## MOTIFS DES ONDES STATIONNAIRES DU DEUXIÈME FORMANT





Theodore C. Levin

**7. CES CHAMANS TOUVAS utilisent de nombreux objets sonores pour le traitement des âmes. L'animisme a façonné la musique touva et à contribué à perpétuer la coutume du chant de gorge.**

par le renforcement d'harmoniques très élevées, les Touvas combinent cette technique avec une seconde source vocale.

## À deux voix

Plusieurs organes du conduit vocal peuvent être cette seconde source vocale qui émet un deuxième son brut. Le style *kargyraa* utilise la paire de tissus flexibles, nommés fausses cordes vocales, situés au-dessus des cordes vocales, capables eux aussi de fermer le passage au flux d'air. Sont également sollicités les cartilages aryténoïdes situés à l'arrière de la gorge et dont les mouvements contrôlent la phonation, les cordes aryépiglottiques, qui relient les cartilages aryténoïdes à l'épiglotte, et la base de l'épiglotte (voir la figure 2).

En raison de sa ressemblance avec le son des chants des moines tibétains, des ethnomusicologues nomment musique modale le style *kargyraa*. Il associe souvent à la fréquence du son fondamental une fréquence deux fois inférieure, car les fausses cordes vocales se ferment une fois toutes les deux fermetures des cordes vocales. Par exemple, un *do* fondamental produit par les cordes vocales à une fréquence de 130,8 hertz est associé au *do* à 65,4 hertz émis par les vibrations des fausses cordes vocales (voir la figure 6). L'analyse des spectres sonores confirme cette description : lorsqu'un chanteur passe en musique modale, le nombre de composantes

sonores double : la seconde source est périodique, à une fréquence deux fois inférieure à celle du son normal. La musique modale modifie également les propriétés de résonance du conduit vocal : comme l'utilisation des fausses cordes vocales raccourcit le conduit vocal de un centimètre, les fréquences des formants sont décalées vers le haut ou vers le bas selon l'endroit où se situe la constriction du formant choisi.

L'intérêt des Touvas pour le chant de gorge est déterminé par le monde sonore qu'il exprime. La musique reflète les préférences culturelles, individuelles et sociales, ainsi que les capacités physiques. Par exemple, entre les sixième et douzième harmoniques des sept notes de la gamme – le segment du spectre du répertoire des chanteurs touvas et mongols – les interprètes évitent scrupuleusement les septième et onzième harmoniques, car la syntaxe musicale locale privilégie les mélodies pentatoniques (à cinq tons).

De plus, les Touvas apprécient les pauses prolongées entre les respirations ; ces arrêts, qui durent parfois jusqu'à 30 secondes, paraissent trop longues à l'auditeur occidental, qui y voit des interruptions de la mélodie. Pour les musiciens touvas, en revanche, les phrases ne forment pas un morceau de musique continu, mais chacune d'entre elles est une image sonore indépendante. Pendant les pauses, le chanteur écoute les sons ambiants pour ensuite formuler une réponse... et il reprend son souffle.