

connaissance, n'existe pas dans le répertoire. Le problème des aigus, pour un chanteur, n'est pas une question de fréquence, mais une question de pression sous-glottique, ce qui n'a rien à voir.

Éric GORUBEN

Réponse de N. Scotto di Carlo

Le ton polémique d'Éric Gorouben est un bon exemple de l'incompréhension qui peut régner entre les représentants des différentes disciplines scientifiques lorsqu'ils abordent des sujets communs, de leurs points de vue respectifs. Le fait que la mécanique vocale soit assimilable à un système asservi n'est une révélation pour personne. Quant à la démonstration qu'E. Gorouben tente de faire, elle n'est ni très explicite ni très convaincante. Mon propos n'a jamais été d'assimiler la vibration des cordes vocales à des tractions sur barre fixe! Je précise au passage que ce qui vibre ce ne sont pas des «membranes», mais des muqueuses...

En outre, il s'agit bel et bien d'effort musculaire et par conséquent de fatigue physique, non pas au niveau des cordes vocales, mais de la pression subglottique que les chanteurs engendrent et entretiennent tout au long de l'acte vocal, à l'aide d'une forte mobilisation de la musculature abdominale et pelvienne. Dans la mesure où la pression subglottique augmente avec la fréquence, 130 hertz de plus par seconde représentent un effort physique supplémentaire non négligeable. Quant à affirmer que «le problème des aigus pour un chanteur n'est pas une question de fréquence», j'en laisse l'entière responsabilité à E. Gorouben. Les artistes lyriques apprécieront sûrement...

En ce qui concerne l'interprétation (à ne pas confondre avec le répertoire), dont relève la durée effective d'un point d'orgue, il suffit, sans même avoir recours à des appareils de laboratoire sophistiqués, de chronométrer des contre-notes dans différents enregistrements d'ouvrages lyriques pour constater qu'elles sont généralement tenues de 6 à 14 secondes, ce qui n'a rien d'aberrant lorsqu'on sait que les tests phoniatriques (destinés à des sujets non chanteurs) fixent la durée moyenne de vocalisation à 20 secondes après inspiration forcée.

Retrouvez la Tribune de Pour la Science sur Internet à l'adresse <http://www.PourlaScience.com>, ou directement par courrier électronique à 101641.3525@compuserve.com, en indiquant Tribune dans la rubrique objet.

JEU-CONCOURS

N°34

PIERRE TOUGNE

CONVERSATION DE MATHÉMATIENS

Passant devant le bureau de deux mathématiciens «diophantiens», j'ai surpris la conversation suivante : «Mon âge divise deux fois ton âge plus 17». L'autre mathématicien répondit : «Oui mais le mien divise le tien plus quatre». Quels sont les âges entiers possibles

de ces deux mathématiciens satisfaisant à ce dialogue. Afin d'éliminer quelques solutions triviales, nous supposons que la «bosse des maths» n'apparaît chez le mathématicien qu'après un an, mais elle peut être très précoce!

Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à Pour la Science, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les

réponses exactes reçues pendant le mois d'avril 1997, dix gagnants tirés au sort recevront le livre *La vie dans les abysses*.

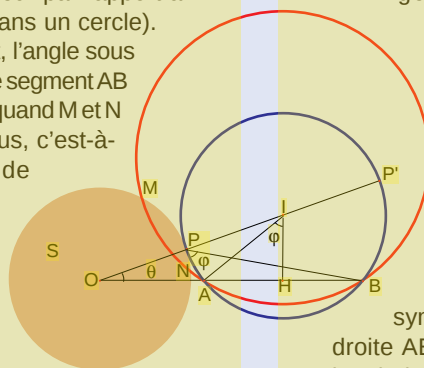
RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N°32

Le problème ayant une symétrie de révolution autour de l'axe de Saturne et de son anneau, on se place dans un plan méridien où Saturne est représenté par le cercle (S) et l'anneau par le segment AB (voir la figure ci-dessous). Soit M un point quelconque de Saturne dans l'hémisphère Nord-Est. Le cercle circonscrit au triangle MAB (en rouge sur la figure) coupera en général le cercle (S) en un autre point N. Tous les points de Saturne compris entre M et N verront le segment AB sous un angle plus grand que celui de M et N (propriété classique de l'angle intérieur par rapport à l'angle inscrit dans un cercle). Par conséquent, l'angle sous lequel on verra le segment AB sera maximum quand M et N seront confondus, c'est-à-dire au point de contact P du cercle (C) passant par A et B et tangent au cercle de Saturne. Soit I son centre, on a $OA \cdot OB = OP \cdot OP'$ (puissance de O par rapport au cercle (C)), relation qui s'écrit si l'on note R le rayon du cercle (C),

$r_1 r_2 = r(r + 2R)$ d'où l'on tire $2R = (r_1 r_2 - r)/r$. Soit H le milieu de AB, la latitude de P est l'angle $\theta = IOH$ or dans le triangle rectangle OHI, on a $\cos \theta = OH/OI = (r_1 + r_2)/2(r + R)$ qui s'écrit après substitution de R par son expression $\cos \theta = r(r_1 + r_2)/(r_1 r_2 + r^2)$. De même, l'angle de vision maximum $\varphi = APB$ est égal à AIH et dans le triangle rectangle AHI, on a :

$$\begin{aligned} \sin \varphi &= AH/OI \\ &= (r_2 - r_1)/2R \\ &= r(r_1 - r_2)/(r_1 r_2 - r^2). \end{aligned}$$

Le point P peut se construire géométriquement de la façon suivante : si T désigne l'intersection de MN avec la droite AB, TP est la tangente en P au cercle S, donc P est l'intersection du cercle de diamètre OT avec le cercle S. Naturellement, il y a aussi la solution symétrique par rapport à la droite AB. Enfin Mr. R. Osswald me signale la condition nécessaire et suffisante pour que $\theta = \varphi$: $(r_1/r)^2 + (r_2/r)^2 = 2$, qui est curieusement très simple.



connaissance, n'existe pas dans le répertoire. Le problème des aigus, pour un chanteur, n'est pas une question de fréquence, mais une question de pression sous-glottique, ce qui n'a rien à voir.

Éric GORUBEN

Réponse de N. Scotto di Carlo

Le ton polémique d'Éric Gorouben est un bon exemple de l'incompréhension qui peut régner entre les représentants des différentes disciplines scientifiques lorsqu'ils abordent des sujets communs, de leurs points de vue respectifs. Le fait que la mécanique vocale soit assimilable à un système asservi n'est une révélation pour personne. Quant à la démonstration qu'E. Gorouben tente de faire, elle n'est ni très explicite ni très convaincante. Mon propos n'a jamais été d'assimiler la vibration des cordes vocales à des tractions sur barre fixe! Je précise au passage que ce qui vibre ce ne sont pas des «membranes», mais des muqueuses...

En outre, il s'agit bel et bien d'effort musculaire et par conséquent de fatigue physique, non pas au niveau des cordes vocales, mais de la pression subglottique que les chanteurs engendrent et entretiennent tout au long de l'acte vocal, à l'aide d'une forte mobilisation de la musculature abdominale et pelvienne. Dans la mesure où la pression subglottique augmente avec la fréquence, 130 hertz de plus par seconde représentent un effort physique supplémentaire non négligeable. Quant à affirmer que «le problème des aigus pour un chanteur n'est pas une question de fréquence», j'en laisse l'entière responsabilité à E. Gorouben. Les artistes lyriques apprécieront sûrement...

En ce qui concerne l'interprétation (à ne pas confondre avec le répertoire), dont relève la durée effective d'un point d'orgue, il suffit, sans même avoir recours à des appareils de laboratoire sophistiqués, de chronométrer des contre-notes dans différents enregistrements d'ouvrages lyriques pour constater qu'elles sont généralement tenues de 6 à 14 secondes, ce qui n'a rien d'aberrant lorsqu'on sait que les tests phoniatriques (destinés à des sujets non chanteurs) fixent la durée moyenne de vocalisation à 20 secondes après inspiration forcée.

Retrouvez la Tribune de Pour la Science sur Internet à l'adresse <http://www.PourlaScience.com>, ou directement par courrier électronique à 101641.3525@compuserve.com, en indiquant Tribune dans la rubrique objet.

JEU-CONCOURS

N°34

PIERRE TOUGNE

CONVERSATION DE MATHÉMATIENS

Passant devant le bureau de deux mathématiciens «diophantiens», j'ai surpris la conversation suivante : «Mon âge divise deux fois ton âge plus 17». L'autre mathématicien répondit : «Oui mais le mien divise le tien plus quatre». Quels sont les âges entiers possibles

de ces deux mathématiciens satisfaisant à ce dialogue. Afin d'éliminer quelques solutions triviales, nous supposons que la «bosse des maths» n'apparaît chez le mathématicien qu'après un an, mais elle peut être très précoce!

Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à Pour la Science, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les

réponses exactes reçues pendant le mois d'avril 1997, dix gagnants tirés au sort recevront le livre *La vie dans les abysses*.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N°32

Le problème ayant une symétrie de révolution autour de l'axe de Saturne et de son anneau, on se place dans un plan méridien où Saturne est représenté par le cercle (S) et l'anneau par le segment AB (voir la figure ci-dessous). Soit M un point quelconque de Saturne dans l'hémisphère Nord-Est. Le cercle circonscrit au triangle MAB (en rouge sur la figure) coupera en général le cercle (S) en un autre point N. Tous les points de Saturne compris entre M et N verront le segment AB sous un angle plus grand que celui de M et N (propriété classique de l'angle intérieur par rapport à l'angle inscrit dans un cercle). Par conséquent, l'angle sous lequel on verra le segment AB sera maximum quand M et N seront confondus, c'est-à-dire au point de contact P du cercle (C) passant par A et B et tangent au cercle de Saturne. Soit I son centre, on a $OA \cdot OB = OP \cdot OP'$ (puissance de O par rapport au cercle (C)), relation qui s'écrit si l'on note R le rayon du cercle (C),

$r_1 r_2 = r(r + 2R)$ d'où l'on tire $2R = (r_1 r_2 - r)/r$. Soit H le milieu de AB, la latitude de P est l'angle $\theta = IOH$ or dans le triangle rectangle OHI, on a $\cos \theta = OH/OI = (r_1 + r_2)/2(r + R)$ qui s'écrit après substitution de R par son expression $\cos \theta = r(r_1 + r_2)/(r_1 r_2 + r^2)$. De même, l'angle de vision maximum $\varphi = APB$ est égal à AIH et dans le triangle rectangle AHI, on a :

$$\begin{aligned} \sin \varphi &= AH/OA \\ &= (r_2 - r_1)/2R \\ &= r(r_1 - r_2)/(r_1 r_2 - r^2). \end{aligned}$$

Le point P peut se construire géométriquement de la façon suivante : si T désigne l'intersection de MN avec la droite AB, TP est la tangente en P au cercle S, donc P est l'intersection du cercle de diamètre OT avec le cercle S. Naturellement, il y a aussi la solution symétrique par rapport à la

droite AB. Enfin Mr. R. Osswald me signale la condition nécessaire et suffisante pour que $\theta = \varphi$: $(r_1/r)^2 + (r_2/r)^2 = 2$, qui est curieusement très simple.

