

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*.

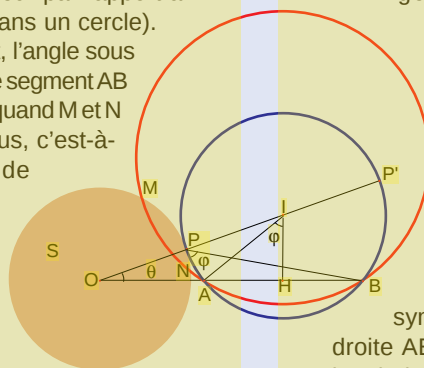
RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N°32

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.



Les tendances du hasard ?

CHRISTIAN WALTER

La persistance dans le temps des gains et des pertes à un jeu de pile ou face induit les analystes techniques à détecter des tendances...

Les cours viennent de franchir leur moyenne mobile courte à la hausse et les oscillateurs se sont retournés à la hausse depuis le début de l'année. Le momentum, en revanche, poursuit son recul au-dessous de ses moyennes mobiles et doit nous inciter à rester sur nos gardes. Ce type de commentaire d'un marché boursier apparaît dans nombre de quotidiens financiers : on dénomme « techniques » ces analyses de l'évolution des cours.

L'objet des analyses « techniques » est la prédiction des variations boursières futures à partir de leurs évolutions passées. Le texte cité peut décrire l'évolution du marché du cacao, du maïs, du soja, du franc, des obligations américaines ou des actions japonaises... Il s'agit de détecter dans les mouvements passés une sorte d'élan qui conduirait les cours, comme un navire sur son erre, vers un niveau futur prédéterminé par cet élan. Les analystes techniques aiment comparer leur activité avec celle des opérateurs radar qui doivent, à partir de l'examen de la trajectoire d'un missile, extrapoler le point de chute... Mais les

variations boursières sont-elles comparables aux trajectoires des missiles ?

La prévision boursière est, selon les travaux du mathématicien Bachelier, impossible, puisque les variations des cours boursiers « vrais » (les variations en capital seul, sans les dividendes) sont assimilables à des tirages aléatoires. Bachelier avait même dit, au début du siècle : le jeu est équitable, l'espérance mathématique du spéculateur est nulle. Dès lors, comment pourrait-on prévoir les cours vrais de demain ? La Bourse est aussi imprévisible que le prochain lancé du jeu de pile ou face. La seule prévision possible des cours de la Bourse ne peut donc concerner que les dividendes futurs d'une action, qui déterminent sa valeur « fondamentale », correspondant aux conditions de l'économie et de l'entreprise.

Pourtant les analystes techniques prétendent détecter, dans le passé des marchés, des configurations particulières de mouvements, des structures reconnaissables de fluctuations qui leur permettent, pensent-ils, de prévoir les évolutions à venir des cours vrais. Si Bachelier postule une imprévisibilité radi-

cale des variations boursières « vraies », les analystes techniques répondent en affirmant que les cours vrais ne fluctuent pas au hasard, puisqu'ils y reconnaissent des tendances repérables. Dialogue de sourds...

Si l'hypothèse de Bachelier est vraie, les variations boursières des cours sont assimilables à des tirages aléatoires : le marché au jour $j + 1$ ne dépend pas du marché au jour j . Pourtant, en construisant une Bourse fictive, des simulations des résultats intermédiaires des gains et pertes du spéculateur font apparaître d'importantes variations. Les analystes techniques y décèleront des « tendances » là où il n'y a que du hasard.

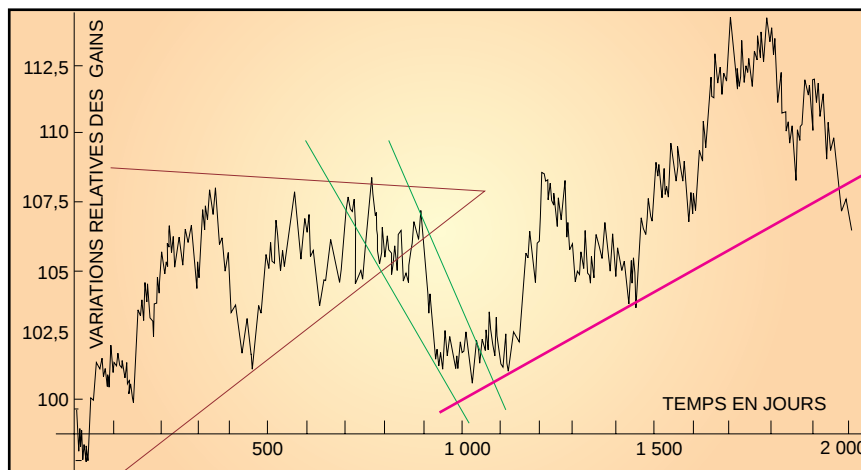
L'OBSERVATION N'EST PAS LA PRÉDICTION

Certaines propriétés du jeu de pile ou face contraires à l'intuition renforcent les conceptions des analystes. Au bout de combien de temps, en moyenne, le spéculateur de Bachelier se retrouve-t-il avec la même somme qu'au départ ? La réponse est que cette durée moyenne est... infinie ! Un autre résultat est que les temps de séjour dans la zone positive ou négative du jeu, qui représentent les durées pendant lesquelles notre spéculateur reste riche... ou pauvre, sont soit très brefs, soit extrêmement longs. En d'autres termes, le hasard semblera favoriser tout le temps l'un des joueurs au détriment de l'autre, alors même que le jeu est équitable !

Ce phénomène de persistance de la chance (ou de la malchance) se traduira, sur l'examen d'un graphique boursier par un analyste technique, par une impression de « nette tendance à la hausse » du marché, ou de « correction à la baisse qui va se poursuivre ». Bien plus, l'analyste technique, voyant le spéculateur continuer à s'enrichir de manière constante (ou à s'appauvrir...), pourra affirmer : c'est normal, je l'avais prédit. Il détectera des « tendances » à la hausse ou à la baisse là où il n'y a que des tirages au hasard.

Les analystes techniques rétorqueront que, précisément, les marchés n'évoluent pas au hasard, que l'hypothèse de Bachelier est fautive, et que les structures variationnelles repérables observées sur les marchés sont réelles.

Les formes que cherchent à identifier les analystes techniques sont réelles du point de vue de l'observation, mais pas de la prévision. Autrement dit, la présence de tendances apparentes sur les graphiques boursiers n'est pas une raison suffisante pour rejeter l'hypothèse de « marche au hasard » des variations de la Bourse.



Une simulation de 2 000 jours de Bourse, réalisée par des tirages aléatoires au jeu de pile ou face : les analystes techniques y détecteraient des tendances (figurées en traits de couleur sur le graphique), là où il n'y a que processus aléatoire, donc sans prévisibilité.