ANNEE UNIVERSITAIRE 2004-2005

UNIVERSITE DE LILLE 2 - Droit et Santé

FACULTE DE MEDECINE

INSTITUT D'ORTHOPHONIE «Gabriel Decroix»

****

CONTROLE D'APTITUDES PSYCHO-PHYSIQUES

DU 8 SEPTEMBRE 2004

EPREUVE DE COMPREHENSION D'UN TEXTE DE NATURE SCIENTIFIQUE

2ème épreuve : **Q.C.M. TEXTE SCIENTIFIQUE**

Durée de l'épreuve : 1 Heure

INSTRUCTIONS RELATIVES A L'EPREUVE :

- INSCRIVEZ VOTRE NOM EN LETTRES MAJUSCULES
- VOS PRENOMS
- VOTRE NUMERO DE TABLE
- LA NATURE DE L'EPREUVE SUR LA GRILLE DE REPONSES

CECI EST IMPORTANT

- INDIQUEZ VOS REPONSES SUR LA GRILLE
SEULES LES REPONSES DONNEES SUR CETTE FEUILLE SONT VALABLES

LE OU LES TRAITS POUR CHAQUE QUESTION DOIVENT ETRE TRES NETS

- EVITEZ LE GOMMAGE SINON VOTRE REPONSE EST ANNULEE
- LA NON-REMISE DE LA FEUILLE DE REPONSES ET LES COMMUNICATIONS ENTRE CANDIDATS ENTRAINENT L'ANNULATION DE L'EPREUVE POUR LE OU LES CANDIDATS.
- VERIFIEZ QUE VOTRE CAHIER COMPORTE **6 PAGES**
- SI VOTRE FEUILLE DE QUESTIONS OU VOTRE GRILLE DE REPONSES PRESENTE UNE DEFECTUOSITE, APPELEZ UN SURVEILLANT.

A l'issue de l'épreuve, vous devez remettre : - 1 GRILLE Q.C.M. « B »

ATTENTION
A LIRE ATTENTIVEMENT

LES GRILLES TACHEES OU MAL GOMMEES NE SERONT PAS TRAITEES.

SI UNE QUESTION EST DECLAREE « ANNULEE », SURTOUT NE RIEN METTRE DANS LA CASE CORRESPONDANTE.

Q.C.M.

A chaque question indiquée par un chiffre, correspond la ligne numérotée de la même façon sur la grille de réponses. **Chaque question comprend une ou plusieurs bonnes réponses**

****

LE DIAPASON

Manié à la fois par le médecin et le musicien, le diapason se révèle à l'usage un surprenant casse-tête acoustique.

Roland LEHOUCQ et Edouard KIERLIK

Le diapason désigne à la fois la note dont la hauteur sert de référence pour l'accord des voix et des orchestres et l'instrument en forme de *U* qui produit cette note. Peut-être l'avez-vous aussi déjà vu chez votre médecin de famille, alors que ce dernier testait (grossièrement) votre audition ? Simple, peu onéreux, stable et ne nécessitant pas d'alimentation électrique, le diapason fut longtemps un standard de fréquence apprécié, utilisé aussi bien pour mesurer des intervalles de temps que pour comparer des fréquences entre elles. Aujourd'hui, un peu délaissé, il présente néanmoins des propriétés acoustiques toujours aussi riches et inattendues.

Le diapason tel qu'on le connaît aujourd'hui a été inventé au début du XVIIIe par le luthiste anglais John Shore : il est constitué d'une pièce métallique courbée en *U*, à la base de laquelle est fixée une tige métallique, la queue, qui sert à tenir le diapason à la main ou à le fixer sur un support.

Frappé d'un coup sec sur l'une des deux branches, le diapason sonne. Les deux branches du *U* se mettent alors à vibrer très rapidement et avec une faible amplitude, si bien qu'elles paraissent toujours immobiles à l'œil nu. Alors, pourquoi le diapason sonne-t-il ? Sous l'effet du choc, ses deux lames métalliques vibrent avec une amplitude d'une fraction de centimètre : elles se comportent comme des élastiques ou des cordes de guitare très rigides, dont une extrémité serait mobile. Par contrecoup, les molécules de l'air situé à leur voisinage immédiat sont mises en mouvement, ce qui modifie périodiquement la densité des couches d'air.

Dans un gaz à température constante, une modification de densité entraîne aussitôt une modification de pression qui lui est quasi proportionnelle. Le mouvement vibratoire des lames du

diapason engendre donc une perturbation périodique de la pression de l'air voisin. Le son perçu par nos oreilles résulte justement de la propagation à distance de ces petites variations de pression, les ondes acoustiques. Nul besoin de dépressions d'ouragan pour que l'oreille capte un son : une variation de pression un million de fois inférieure à la pression atmosphérique suffit.

Le son du diapason

Nous savons tous que le diapason est utilisé pour donner un son de référence. Pourtant, un diapason musical excité sans précaution particulière fait distinctement entendre deux sonorités différentes ! Etonnant pour un instrument de référence ...

L'une de ces sonorités correspond à la note *la*, de fréquence 440 hertz (c'est-à-dire vibrant 440 fois par seconde), référence en matière musicale depuis 1939. C'est le même *la* que vous entendez en décrochant votre téléphone. L'autre sonorité est beaucoup plus aiguë et disparaît assez rapidement. Elle devient inaudible au bout de quelques secondes, alors que le *la* 440 peut se faire entendre plus d'une minute.

Pourquoi entendons-nous deux sons ? Mises en mouvement par la frappe initiale, les lames métalliques vibrent sous l'effet de l'élasticité des liaisons entre les atomes qui les constituent, et ceci d'autant plus rapidement que les lames sont courtes. Pour un diapason donné, la forme des vibrations dépend de la façon dont les lames ont été frappées. Il existe un ensemble particulier de vibrations, nommées modes propres, dont les combinaisons linéaires permettent de reconstruire toutes les autres. Les deux sonorités émises par un diapason frappé sans précaution particulière correspondent chacune à un mode propre des lames. Les vibrations de ces deux modes se font dans le même plan et sont symétriques dans un miroir perpendiculaire au plan du diapason. Dans le mode associé au *la* 440, seules les extrémités des lames se déplacent significativement alors que, pour le son aigu, l'ensemble de la lame se déforme, à l'exception d'une portion des lames situées près des extrémités, qui reste pratiquement fixe (les nœuds de vibration). C'est à cet endroit précis qu'il faut frapper le diapason pour diminuer significativement l'intensité du son aigu parasite : le choc force le mouvement de la lame au point d'impact, ce qui n'excite que très faiblement le second mode. Les lames possèdent bien d'autres modes propres de vibration que l'on peut ignorer, car ils sont associés à des sons trop aigus, à la limite de l'audible, ou encore éliminés par la simple tenue de la queue avec la main.

La façon particulière dont vibrent les lames a une conséquence intéressante sur le champ sonore émis par le diapason : l'émission du son n'est pas isotrope, comme l'est approximativement le rayonnement lumineux d'une ampoule. Ce phénomène se constate aisément en faisant tourner autour de son axe un diapason tenu à bout de bras : l'intensité du son varie. Lorsque l'oreille est dans le plan des lames du diapason, le son est nettement audible, alors qu'il est très faible lorsque l'oreille est perpendiculaire à ce plan.

Les antennes radios émettent aussi de façon très anisotrope – plutôt dans le plan horizontal que selon la verticale – , mais le diapason a une autre particularité : en approchant le diapason de l'oreille, on constate qu'il y a quatre zones de silence, distribuées à environ 45 degrés autour du plan des lames. La directivité du son émis par un diapason varie donc avec la distance d'écoute ; elle dépend en fait du rapport entre la distance d'écoute et la longueur d'onde de l'onde émise, c'est-à-dire la distance parcourue par l'onde pendant la durée d'une vibration. Pour le *la* 440, cette longueur d'onde est de l'ordre de 77 centimètres, et le rapport distance d'écoute sur longueur d'onde est compris entre environ une unité quand le diapason est tenu à bout de bras, à environ 0,06 quand il est près de l'oreille.

Autre caractéristique du diapason : l'intensité du son émis est très faible. Comme le moustique, le diapason doit être placé tout près de l'oreille pour être entendu. Tenu à bout de bras, il est à peine audible ; placé contre l'oreille, sa sonorité devient intense. On pourrait croire que l'intensité sonore reçue diminue, à la façon du rayonnement lumineux, comme l'inverse du carré de la distance qui sépare le récepteur et le diapason. Il n'en est rien. Si tel était le cas, entre

cinq centimètres et un mètre de distance, l'intensité sonore devrait être divisée par quatre cents, alors que l'on mesure des rapports supérieurs à cent mille ! Le son intense n'est donc produit qu'au voisinage immédiat du diapason. Tout se passe comme si « l'intensité sonore y stagnait », selon le mot du physicien français Jacques Brillouin. Le diapason nu n'est donc pas adapté à son environnement et, pour le rendre audible à distance, il convient de convertir son énergie stagnante en énergie rayonnée : c'est le rôle de sa caisse de résonance.

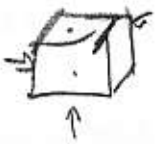
La caisse du diapason

La caisse de résonance du diapason est une boîte en bois parallélépipédique et creuse, dont l'un des côtés est largement ouvert. Encastré sur sa caisse par une encoche, le diapason émet un *la* 440 très pur et éclatant, débarrassé du son parasite. La caisse joue un rôle de résonateur, comme un tuyau d'orgue ou, plus simplement, comme une bouteille. La fréquence du son produit en soufflant sur le goulot d'une bouteille varie en fonction de son niveau de remplissage : plus la bouteille est remplie, plus le son produit est aigu. De la même façon, le tuyau d'orgue convenablement excité par un jet d'air émet un son d'autant plus aigu qu'il est court. La boîte du diapason n'est rien d'autre qu'un tuyau à section rectangulaire dont l'une des extrémités est fermée.

Dans un tel tuyau, les seuls sons émis ont des fréquences dont les rapports sont des quotients de nombres entiers impairs. Le son de plus basse fréquence est le fondamental, ceux de fréquences plus élevées sont les harmoniques. Les différents sons émis par un tuyau ouvert sont autant de modes propres de vibration de l'air qu'il contient. La caisse adaptée au diapason est donc celle dont l'un des modes a la même fréquence que l'un des modes de vibration de ses lames. Pour des raisons d'efficacité et de commodité, on choisit d'accorder les fréquences fondamentales, ce qui impose à la caisse d'avoir une longueur égale au quart de la longueur d'onde associée au mode propre du *la* 440, soit un peu moins de vingt centimètres.

Le son parasite déjà évoqué n'est pas un harmonique de cette fréquence fondamentale : il n'existe donc aucun mode propre de la caisse et s'épuise en vain à en faire vibrer les parois. Quand le diapason est fixé sur sa caisse, ses vibrations, transmises par l'intermédiaire de sa queue, ébranlent les parois de la caisse qui, à leur tour, font vibrer l'air qu'elle renferme. La caisse émet alors un son audible à grande distance. Nul besoin d'ailleurs de fixer le diapason pour obtenir un tel effet : il suffit de l'approcher de l'extrémité ouverte de la caisse pour que le son devienne plus intense au loin. Même résultat si vous approchez le diapason d'une bouteille convenablement remplie.

D'où provient l'énergie nécessaire à l'amplification du son au loin ? La caisse de résonance ne fournit pas d'énergie acoustique, elle se contente de transmettre la vibration. Cette fois, les vibrations des lames ébranlent à la fois l'air environnant et les parois de la caisse. Or, si les vibrations des lames dans l'air sont faiblement amorties, puisque, comme tous les gaz, l'air est très peu visqueux, il en va autrement si les vibrations du diapason doivent aussi mettre en mouvement les parois. Leur énergie cinétique, qu'elles restituent en grande partie sous forme d'énergie sonore, est prélevée à celle des lames, ce qui amortit considérablement leur mouvement. En conséquence, le son se fait entendre moins longtemps.



QUESTION 1 :

D'après ce texte le diapason désigne :

A. une différence de potentiel
B. la note dont la hauteur sert de référence
C. l'accord entre deux partitions
D. un instrument en forme de U
E. un instrument à cordes

QUESTION 2 :

Le diapason

A. a été inventé au XVII ème siècle
B. est fabriqué en métal
C. étudie l'audition avec précision
D. fonctionne sur batterie
E. peut comparer des fréquences entre elles

QUESTION 3 :

Le son du diapason

A. est provoqué par un choc sur une de ses branches
B. résulte d'une modification de pression
C. nécessite une variation de pressions égale à celle de l'atmosphère
D. est identique à celui provoqué par une corde souple de guitare
E. résulte d'un mouvement apériodique

QUESTION 4 :

Le diapason musical excité

A. donne un son de référence
B. est inaudible pour l'oreille humaine
C. peut provoquer deux sonorités différentes
D. peut atteindre 440 décibels
E. peut produire un son pendant plus de une minute

QUESTION 5 :

Les vibrations obtenues après la frappe du diapason

A. se font dans des plans différents
B. sont symétriques dans un miroir perpendiculaire au plan du diapason, pour les deux modes et en dehors de précautions particulières de frappe
C. correspondent au déplacement significatif des lames à hauteur des « nœuds de vibration »
D. provoquent, pour certaines, des sons inaudibles pour l'oreille humaine
E. se font selon un seul mode

QUESTION 6 :

L'émission du son du diapason

A. est isotrope
B. est d'une intensité variable selon la position
C. est comparable au rayonnement lumineux d'une ampoule
D. est mieux perçue lorsque l'oreille est dans un plan perpendiculaire à celui des lames du diapason
E. est plus audible lorsque l'oreille est dans le plan des lames du diapason

QUESTION 7 :

Le son obtenu par le diapason

A. a une directivité qui varie avec la distance d'écoute
B. a, lorsqu'il est proche de l'oreille, quatre zones de silence
C. sa directivité dépend du rapport entre la distance d'écoute et la longueur d'onde de l'onde émise
D. a une fréquence de 77 Hz
E. est mieux perçu lorsqu'il est tenu à bout de bras

QUESTION 8 :

La longueur d'onde

A. est l'inverse du carré de la vitesse du son dans l'atmosphère
B. est égale à la moitié de la fréquence du son
C. est égale au rapport distance d'écoute sur fréquence
D. est égale à la longueur des branches du diapason
E. est la distance parcourue par l'onde pendant la durée d'une vibration

QUESTION 9 :

L'intensité du son émis par le diapason

A. est plus audible lorsqu'il est tenu à distance
B. diminue lorsqu'il est émis sous un rayonnement lumineux
C. est proportionnelle à l'inverse du carré de la fréquence
D. est plus intense au voisinage immédiat du diapason
E. est mieux perçue après conversion de l'énergie stagnante en énergie rayonnante

rayonnée ?

QUESTION 10 :

La caisse du diapason

A. joue un rôle de résonateur
B. pourrait être une bouteille
C. permet d'amplifier le son parasite
D. permet, sous certaines conditions, d'obtenir des sons aigus
E. doit, pour être efficace, posséder 6 faces fermées

QUESTION 11 :

Pour des raisons d'efficacité et de commodité il a été choisi d'accorder les fréquences fondamentales. Cela impose à la caisse associée au mode propre du *la* 440 d'avoir une longueur égale :

A. au quart de la fréquence
B. au quart de la longueur d'onde associée au mode propre du *la* 440
C. à un peu moins de 20 centimètres
D. au quart de la distance entre l'oreille et le diapason
E. au quart de la longueur des branches du diapason

QUESTION 12 :

En utilisant, de manière adéquate, une caisse de résonance et un diapason

A. le son émis par le diapason est plus audible
B. le son est transformé en lumière
C. le son est produit uniquement après fixation du diapason dans la caisse
D. le son parasite est amplifié et devient audible
E. le son est entendu moins longtemps

QUESTION 13 :

Après la lecture de ce texte le titre de l'article pourrait être (une réponse):

A. le son
B. l'acoustique
C. les ondes
D. le diapason
E. les vibrations