



Mesure de l'acuité auditive

M. Marage

► To cite this version:

M. Marage. Mesure de l'acuité auditive. J. Phys. Theor. Appl., 1902, 1 (1), pp.574-583.
10.1051/jphystap:019020010057400 . jpa-00240644

HAL Id: jpa-00240644

<https://hal.science/jpa-00240644>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MESURE DE L'ACUITÉ AUDITIVE⁽¹⁾;

Par M. MARAGE.

Cette question est une des plus controversées de la physique biologique; cela tient, à différentes causes que nous examinerons dans cet article.

L'audition, abstraction faite de tout phénomène psychique, est une fonction qui a pour but de faire parvenir jusqu'au nerf acoustique, en les transformant ou non, les vibrations qui ont été produites dans un milieu solide, liquide ou gazeux.

Cette fonction de l'audition s'accomplira plus ou moins bien; son degré de perfection est mesuré par l'acuité auditive.

On évalue l'acuité auditive au moyen des acoumètres, que l'on appelle encore des audiomètres.

L'acoumètre idéal serait celui qui permettrait de produire, dans les conditions déterminées, toutes les vibrations qui peuvent parvenir jusqu'au nerf acoustique.

Il faut donc d'abord déterminer la nature de ces vibrations.

On peut les diviser de la façon suivante :

Vibrations.	Continues ...	A. Non périodiques irrégulières.	{	Bruits.
		B. Périodiques régulières.		
	Discontinues.	C. Périodiques régulières.	{	Parole.

Simples ...
Complexes.

Diapasons à branches.
Plusieurs diapasons; instruments de musique; diapasons à anches.

Tous les acoumètres peuvent être rangés dans une de ces catégories : les uns (A) reproduisent des bruits; les autres (B), des vibrations musicales; les derniers (C), des vibrations de la parole.

Nous étudierons successivement un type de chacun de ces appareils; puis nous en ferons la critique, c'est-à-dire que nous examinerons ce que ces instruments donnent en pratique et s'ils mesurent exactement l'acuité auditive; cela nous permettra d'expliquer les divergences qui existent entre les auteurs.

(1) Communication faite à la Société française de Physique. Séance du 5 avril 1902.

I. — *Différents acoumètres.*

A. ACOUMÈTRES REPRODUISANT DES BRUITS. — Lorsque, au moyen de la méthode graphique, on prend le tracé de la vibration que produisent, par exemple, deux planches frappées fortement l'une contre l'autre, on obtient une courbe continue et irrégulière; il est impossible d'y trouver de période; l'amplitude va en diminuant à mesure que le son diminue d'intensité; c'est ce que l'on appelle un bruit; on peut donc dire qu'un bruit est caractérisé par une vibration continue non périodique irrégulière; naturellement ce son a une certaine tonalité qui est représentée par le nombre de sinuosités que l'on trouve dans la courbe pendant l'espace d'une seconde; ces vibrations sont les plus simples et, toutes choses égales d'ailleurs, les plus faciles à entendre. — Nous prendrons comme type des acoumètres qui rentrent dans cette catégorie le pendule de Kämpfe. « Le son est produit par le choc, contre un bloc d'ébène, de boules fixées à l'extrémité de tiges de pendule; les données de l'appareil sont les suivantes :

« Base en chêne : 45 centimètres de longueur, 15 centimètres de largeur, 3 centimètres d'épaisseur; colonne centrale (acier) : 33 centimètres de hauteur, 2 centimètres de diamètre moyen; traverse en haut de la colonne : 8^{cm},5 de longueur et 1 centimètre de diamètre; longueur des tiges du pendule (en bois) : 30 centimètres; diamètre des tiges du pendule (en caoutchouc durci) : 3 centimètres; bloc sur lequel elles frappent (en ébène) : 7 centimètres de longueur, 5 centimètres de largeur et 6 centimètres de hauteur. Ce bloc est collé à la base, au lieu d'y être fixé par des vis, et l'ouverture qui y est pratiquée est assez grande pour qu'il ne touche pas à la colonne centrale, de manière à assurer des sons aussi uniformes et aussi simples que possible. Les pendules oscillent sur des pointes. Les arcs de l'instrument étaient divisés en degrés et même, dans quelques endroits, en dixièmes de degré.

« L'instrument tout entier est supporté par d'épaisses pièces de feutre pour empêcher toute résonance de la table sur laquelle on opère.

« Lorsqu'on se sert de l'instrument, il faut l'installer de manière que les pendules oscillent librement et que les boules, au repos, touchent juste le bloc d'ébène. »

Le tableau suivant, indiquant la relation entre l'angle d'écart et l'intensité du son, a été donné par Kämpfe :

Table des intensités relatives des sons lorsque le pendule acoustique tombe d'un angle compris entre 30 et 50°, le son qui correspond à 40° étant pris pour unité.

Angle	Intensité	Angle	Intensité	Angle	Intensité
30°	0,57	37°	0,86	44°	1,20
31°	0,61	38°	0,91	45°	1,25
32°	0,65	39°	0,95	46°	1,31
33°	0,69	40°	1,00	47°	1,35
34°	0,70	41°	1,05	48°	1,41
35°	0,77	42°	1,10	49°	1,47
36°	0,82	43°	1,15	50°	1,53

Supposons maintenant que les auteurs suivants aient éprouvé le besoin de perfectionner l'appareil de Kämpfe, les uns en changeant le bloc d'ébène et en le remplaçant par du bois d'une autre nature ou par une plaque métallique, les autres en modifiant la boule du pendule, et nous aurons une série d'instruments fondés sur le même principe, mais donnant des bruits différents, par conséquent n'étant pas comparables entre eux.

B. ACOUTÈTRES REPRODUISANT DES VIBRATIONS MUSICALES. — Ces instruments donnent tous des vibrations continues périodiques régulières, c'est-à-dire des vibrations représentées graphiquement par une sinusoïde ou par une combinaison de sinusoïdes.

L'appareil le plus simple appartenant à cette catégorie est le diapason électrique, qui se trouve dans les cabinets de physique et qu'il est inutile de décrire ici.

Ce diapason peut porter sur ses branches des curseurs mobiles en cuivre, de manière qu'il soit facile de faire varier sa tonalité.

Généralement, les auteurs ne se sont pas contentés du diapason, et ils y ont introduit des modifications qui reposent toutes sur le même principe.

Nous allons en décrire deux types : celui de Gaiffe et celui de d'Arsonval.

a) Acoumètre de Gaiffe. — Ce constructeur ne se sert pas des sons du diapason, mais du son produit dans un téléphone par un courant d'induction provenant d'une bobine influencée par l'électro-aimant du diapason.

Supposons que nous ayons une bobine induite mobile par rapport à la bobine inductrice fixe qui fait vibrer le diapason ; l'extrémité du

fil de cette bobine induite communiquerait avec un téléphone que le sujet porte à son oreille; ce téléphone vibrera à l'unisson du diapason, et l'intensité du son qu'il rendra variera avec la position de la bobine inductrice; le dispositif consistera donc à faire varier facilement la position des deux bobines l'une par rapport à l'autre, de manière à modifier l'intensité du son du téléphone. De plus, ce diapason porte des curseurs, ce qui permet d'obtenir des tonalités différentes.

b) *Acoumètre de d'Arsonval*. — M. d'Arsonval a simplifié d'une façon très ingénieuse l'appareil précédent; il supprime la bobine induite et il fait communiquer les deux bouts du fil inducteur avec le téléphone qui vibre avec force à l'unisson du diapason sous l'influence de l'extra-courant de rupture. Pour modérer cet extra-courant, on le fait passer à travers un tube plein d'eau; une tige métallique, plongeant d'une quantité variable, augmente ou diminue la longueur de la colonne d'eau parcourue par le courant et, par suite, l'intensité de l'extra-courant ainsi que l'intensité du son; il suffit de lire la longueur de la colonne d'eau pour avoir l'intensité du son.

Tels sont ces deux modèles, les plus simples et les plus pratiques; naturellement chaque constructeur s'est ingénié à perfectionner ces appareils; mais le principe est toujours le même, et il est inutile d'insister.

Tous ces appareils donnent des sons de même nature et, par conséquent, comparables entre eux.

On était donc en droit de supposer que l'on avait trouvé l'acoumètre idéal; mais la pratique a vite fait disparaître cette illusion.

En effet, ces instruments n'indiquent que d'une manière très approximative la façon dont la parole est entendue: un sujet peut avoir, à l'un des acoumètres précédents, une acuité auditive assez bonne et cependant entendre la voix d'une façon plus que médiocre; c'est un gros inconvénient, nous allons en chercher la cause.

C. *ACOUMÈTRES REPRODUISANT LA PAROLE*. — Cela tient à ce que les vibrations de la parole sont beaucoup plus complexes que toutes les vibrations fournies par les appareils que nous venons de décrire. En effet, l'organe vocal, le larynx, fournit des vibrations périodiques ⁽¹⁾, qui donnent naissance aux voyelles; mais, sur ces vibrations viennent s'en greffer d'autres, produites par la fourniture

(1) *Bulletin de la Société de Physique*, 1900; *Théorie de la formation des voyelles*.
J. de Phys., 4^e série, t. I. (Septembre 1902.)

des tuyaux supra-laryngiens, pharynx, nez, bouche, etc. Ce

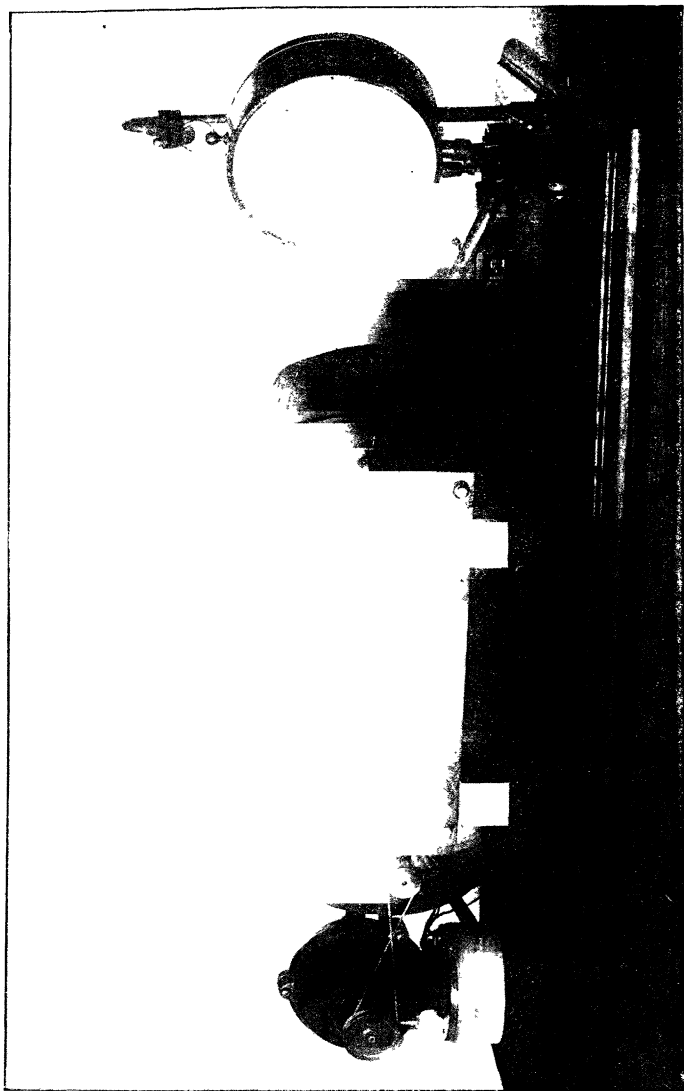


FIG. 4. — Sirène-acoumètre servant à mesurer l'acuité auditive.

sont ces dernières vibrations qui donnent la caractéristique de chaque voix. Ces vibrations fondamentales périodiques régulières

intermittentes des voyelles n'ont aucun rapport avec les bruits et avec les vibrations sinusoïdales des acoumètres Gaiffe et d'Arsonval; il n'y a donc rien d'étonnant que ces instruments ne puissent pas donner des indications précises sur la façon dont la parole est perçue.

Aussi, en pratique, l'acoumètre le plus employé est-il simplement la voix de l'observateur: c'est encore l'instrument qui donnait les indications les moins inexacts.

Malheureusement, il n'y a pas deux voix comparables, à cause justement des vibrations secondaires qui accompagnent les voyelles; j'ai donc fait construire un appareil dans lequel j'ai supprimé les vibrations accessoires produites par les résonateurs supra-laryngiens, et j'ai conservé seulement les vibrations fondamentales des voyelles.

Cet appareil est fondé sur les expériences que j'ai présentées en 1900 à la Société de Physique; je le décris rapidement.

Il se compose (*fig. 4*) de cinq sirènes dont les plateaux mobiles sont commandés par un même arbre portant six poulies, une poulie pour chaque plateau; dans la gorge de la dernière passe la courroie du moteur électrique, qui met le tout en mouvement.

Chacun des plateaux fixes est percé d'une seule fente triangulaire pour reproduire OU, O, A, rectiligne et très étroite pour reproduire É et I; les fentes de chaque plateau mobile sont identiques à la fente fixe correspondante; pour reproduire la voyelle OU, les fentes triangulaires sont également distantes les unes des autres; pour O, elles sont par groupes de deux, séparées par un intervalle représentant une fente bouchée; pour A, elles sont par groupes de trois; les fentes étroites sont par groupes de deux pour É; elles sont également distantes pour I.

Toutes ces fentes sont dirigées suivant les rayons du disque mobile; des robinets permettent de faire arriver l'air provenant d'un sac de caoutchouc dans une ou plusieurs sirènes ensemble ou séparément.

Avant tout, il fallait déterminer la relation existant entre la pression de l'air et l'intensité du son.

Pour cela, en écartant, comme toujours, les causes d'erreur, j'ai pris le tracé des voyelles artificielles, et j'ai mesuré à $\frac{1}{20}$ de millimètre près les amplitudes de ces tracés.

On se trouvait donc en présence des deux propositions suivantes, qu'il fallait démontrer exactes:

I. *Pour des déplacements ne dépassant pas 4 à 5 millimètres, l'intensité d'un son est proportionnelle au carré des déplacements d'une membrane vibrant sous l'influence de ce son.*

Ceci est presque évident, puisque l'intensité d'un son est proportionnelle au carré de l'amplitude de ses vibrations, et que les déplacements de la membrane sont proportionnels aux déplacements de la plume qui trace la courbe de la vibration.

II. *Toutes choses égales d'ailleurs, entre 0 et 200 millimètres d'eau (limites entre lesquelles les expériences ont été faites), l'intensité du son d'une sirène est proportionnelle à la pression de l'air qui traverse l'instrument.*

DÉMONSTRATION. — Appelons i et i' les intensités de deux sons d'une sirène, h et h' les pressions correspondantes de l'air qui passe à travers l'appareil, a et a' les déplacements correspondants de la membrane qui sont proportionnels aux amplitudes des vibrations; on veut démontrer que :

$$\frac{h}{h'} = \frac{i}{i'};$$

et comme :

$$\frac{i}{i'} = \frac{a^2}{a'^2},$$

il faut démontrer que :

$$\frac{h}{h'} = \frac{a^2}{a'^2}.$$

J'ai donc déterminé les déplacements $a, a', a''...$ d'une même membrane soumise à l'influence d'une sirène vibrant sous des pressions $h, h', h'', ...$, mesurés par un manomètre métallique de Richard extra-sensible, gradué en millimètres d'eau, et je comparais les rapports des pressions $\frac{h}{h'}$ aux rapports des carrés des déplacements de la membrane mesurés expérimentalement, $\frac{a^2}{a'^2}$; les résultats sont les suivants :

$\frac{h}{h'}$	=	$\frac{a^2}{a'^2}$
$\frac{10}{20}$ (0,5)		0,54
$\frac{30}{70}$ (0,75)		0,68
$\frac{40}{80}$ (0,42)		0,44
$\frac{10}{100}$ (0,1)		0,09
$\frac{40}{120}$ (0,08)		0,1
$\frac{20}{160}$ (0,12)		0,09
$\frac{10}{180}$ (0,055)		0,046
$\frac{40}{200}$ (0,03)		0,044

Étant données les conditions dans lesquelles étaient faites les expériences, les résultats sont suffisamment concordants, et on peut admettre la deuxième proposition ; c'est-à-dire que les intensités du son d'une sirène sont proportionnelles à la pression de l'air qui traverse l'appareil :

$$\frac{i}{i'} = \frac{h}{h'}, \quad \text{c. q. f. d.}$$

Maintenant que nous connaissons la relation entre la pression de l'air qui traverse la sirène et l'intensité du son produit par l'appareil, il va devenir facile de mesurer l'acuité auditive.

L'oreille à examiner est placée à une distance constante de l'appareil (0^m,50 par exemple), et on augmente l'intensité du son de l'instrument en augmentant la pression de l'air qui y arrive ; cette pression est mesurée au moyen d'un manomètre métallique gradué en millimètres d'eau.

Le son produit sous une pression de 1 millimètre est parfaitement perçu par une oreille normale. Si la pression pour une autre oreille doit être portée à 40 millimètres pour que le son soit entendu, on pourra dire que l'acuité auditive est $\frac{1}{40}$; à 60, $\frac{1}{60}$; à 200, $\frac{1}{200}$, et ainsi de suite. Cette échelle a le grand avantage qu'elle correspond parfaitement à la façon dont la parole est perçue, ce qui est la chose importante pour les sourds.

On a donc ainsi un instrument de mesure très simple, toujours le même, et qui permet de savoir ce que l'on fait.

REMARQUE. — Quand un sujet commence à devenir sourd, généralement il observe sur lui-même les phénomènes suivants :

1° La montre, perçue normalement à une distance de 1^m,50, n'est plus perçue qu'à une distance de plus en plus faible jusqu'au contact à l'acoumètre, l'acuité auditive est devenue $\frac{1}{2}$; l'intensité des vibrations d'une montre est très faible; c'est pourquoi cet instrument indique bien le début d'une surdité;

2° Lorsque l'acuité auditive, en diminuant, arrive à être comprise entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{10}$, le malade entend assez bien une conversation particulière; mais, au milieu d'une conversation générale, il perd beaucoup de mots;

3° A partir de $\frac{1}{10}$, si l'autre oreille est normale, le malade s'habitue à ne plus écouter que de la bonne oreille, et, de $\frac{1}{10}$ jusqu'à $\frac{1}{80}$ environ, nous avons différents degrés de surdité; à partir de $\frac{1}{60}$, il faut s'approcher *très près* de l'oreille pour faire entendre les sons; mais il n'est pas nécessaire d'élever la voix, il suffit de parler très lentement avec de bonnes vocables;

4° Entre $\frac{1}{80}$ et $\frac{1}{200}$, il faut parler près du malade et de plus en plus fort;

5° A partir de $\frac{1}{200}$ la parole n'est plus entendue que par l'intermédiaire d'un cornet acoustique; si, par exemple, l'acuité est $\frac{1}{240}$, cela veut dire que le son de la sirène produit par une pression de 40 millimètres n'est perçu que par l'intermédiaire d'un tube acoustique muni d'une membrane vibrante.

Il s'agissait de voir ce que cette sirène valait en pratique; je l'ai mise en service depuis deux ans, et j'ai eu l'occasion de mesurer à peu près deux mille acuités auditives; voici ce que j'ai constaté :

1° Il ne faut pas se contenter de mesurer l'acuité avec une seule voyelle, A par exemple, car il arrive souvent qu'un sujet possède pour A une acuité de $\frac{1}{10}$ et que cette acuité devienne $\frac{1}{100}$ pour I, $\frac{1}{30}$

pour O, $\frac{1}{50}$ pour E, etc. ; il faut donc mesurer l'acuité sur les cinq voyelles OU, O, A, E, I ;

2° Les indications de la sirène-acoumètre sont parallèles à celles qu'observe le malade dans une conversation particulière ; c'est-à-dire que tout changement en bien ou en mal mesuré par la sirène correspond à ce que le sujet a observé en écoutant la parole naturelle ;

3° La sirène-acoumètre sert à mesurer l'acuité auditive non seulement pour la parole, mais encore pour les vibrations des deux premiers groupes ; en effet, les bruits et les vibrations musicales sont toujours mieux entendus que la parole, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque les vibrations de la parole sont les plus complexes ; cet acoumètre peut donc remplacer tous les autres ;

4° Dans les conseils de revision, il devient facile de mesurer l'acuité auditive des sourds vrais ou simulés, car un faux sourd ne pourra jamais supporter les sons les plus intenses de la sirène, transmis à l'oreille par un tube acoustique muni d'une membrane vibrante ;

5° Il est facile de représenter graphiquement les résultats obtenus en prenant comme ordonnées les acuités $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, etc., l'acuité normale étant représentée par 1, et, comme abscisses, les époques où l'acuité a été mesurée ;

6° Il est facile de construire des appareils identiques qui soient comparables entre eux.
