



**HAL**  
open science

## Sur la radiophonie (2e mémoire)

E. Mercadier

► **To cite this version:**

E. Mercadier. Sur la radiophonie (2e mémoire). J. Phys. Theor. Appl., 1881, 10 (1), pp.147-154.  
10.1051/jphystap:0188100100014701 . jpa-00237751

**HAL Id: jpa-00237751**

**<https://hal.science/jpa-00237751>**

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.

---

**SUR LA RADIOPHONIE**(2<sup>o</sup> MÉMOIRE);

PAR M. E. MERCADIER.

Dans un premier Mémoire, inséré dans ce Journal (<sup>1</sup>), j'ai montré : 1<sup>o</sup> que les effets sonores résultant de l'action d'une radiation intermittente sur des lames minces d'un *corps solide*, et que M. G. Bell attribuait à une transformation d'énergie lumineuse, étaient réellement le résultat d'une transformation d'énergie *thermique*; 2<sup>o</sup> que l'intensité de ces effets dépendait principalement *de la nature de la surface* du récepteur et qu'elle était singulièrement augmentée quand cette surface était recouverte de substances, telles que le noir de fumée, le noir de platine, le bitume de Judée, etc., qui absorbent beaucoup la chaleur rayonnante.

Il résultait de cette première étude que la *substance* où s'opérait la transformation était la couche de gaz adhérente à la surface des récepteurs. Mais il me restait : [I] à démontrer ce point plus nettement; [II] à en expliquer le *mécanisme*; [III] à faire d'une manière analogue l'étude des liquides et des gaz considérés comme récepteurs de radiations intermittentes.

Telles sont les nouvelles recherches dont je me propose d'indiquer ici les principaux résultats.

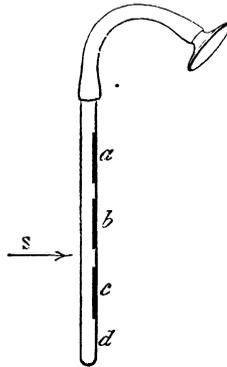
I. D'abord *la substance où se produit la vibration est bien la couche d'air en contact avec les parois des récepteurs.*

---

(<sup>1</sup>) *Journal de Physique*, t. X, p. 53 (1881); *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XCI, p. 929 et 982 (1880).

Pour le démontrer, j'ai changé la disposition de mes récepteurs (<sup>1</sup>). Je les ai formés (*fig. 1*) d'un tube de verre T, bouché

Fig. 1.



ou non à une extrémité, communiquant par l'autre avec un petit cornet acoustique par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc aussi court que possible.

On peut alors faire tomber sur ces tubes le faisceau radiant S, concentré ou non à l'aide d'un système optique avant son passage à travers les ouvertures de la roue interruptrice décrite précédemment (<sup>2</sup>). On peut d'ailleurs boucher l'extrémité inférieure du tube, et même fermer l'extrémité supérieure, où se trouve ajusté le tube en caoutchouc, avec une lame mince de verre ou de mica, ce qui ne fait qu'affaiblir un peu les sons produits, mais qui présente l'avantage de pouvoir *enfermer* dans le tube des liquides et des gaz ou des vapeurs.

On enfume la partie *intérieure* du haut du tube sur une moitié seulement, en *a*. Si alors on présente la partie inférieure *d* non enfumée à la radiation intermittente S, on n'entend, même avec la lumière oxyhydrique, que des sons assez faibles. Mais, si l'on présente à la radiation la partie enfumée *a*, de façon qu'elle traverse d'abord la portion transparente du tube, on entend des sons très intenses, la couche d'air adhérente au noir de fumée étant forte-

(<sup>1</sup>) Voir *Journal de Physique*, p. 57.

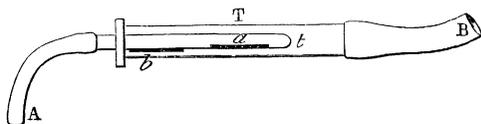
(<sup>2</sup>) *Ibid.*, t. X, p. 56.

ment échauffée par suite de l'absorption par cette substance de la chaleur rayonnante.

Au lieu d'enfumer l'intérieur du tube, ce qui présente quelques difficultés, on peut y introduire un demi-cylindre d'une substance à peu près *quelconque* enfumée, papier, mica, cuivre, zinc, platine, aluminium, etc. En les superposant dans le tube (*fig. 1*) en *c*, *b*, *a*, . . . , on reconnaît qu'elles produisent des sons dont l'intensité, d'ailleurs considérable, varie très peu avec leur nature; elle croît jusqu'à une certaine limite avec l'épaisseur de la couche de noir de fumée déposée sur le verre. C'est donc principalement l'air condensé par le noir de fumée qui vibre.

Une autre preuve de ce fait résulte de ce que, si la couche enfumée est *extérieure* au tube, elle est sans influence sensible sur les effets produits. On le démontre nettement à l'aide de l'expérience suivante. Un premier tube *t* bouché renferme *intérieurement* un demi-cylindre de mica enfumé *a*; *extérieurement* et le long des mêmes génératrices, en *b*, il est enfumé. Il communique avec un cornet acoustique A par un tube en caoutchouc, fixé, à l'aide d'un bouchon, à l'intérieur d'un tube plus large T aboutissant à un autre

Fig. 2.



cornet B. Lorsqu'on expose la partie *a* aux radiations intermittentes, on entend des sons intenses en A et rien en B : c'est l'air intérieur de *t* qui vibre. Si l'on éclaire la partie *b*, on n'entend rien en A et on entend en B : c'est l'air *extérieur* à *t* qui vibre.

Du reste, on peut dire que toute substance susceptible de condenser de l'air à sa surface produit des sons plus intenses que l'air seul : on le voit aisément en introduisant dans un tube des morceaux de fusain, de bois, de drap, de papier buvard, etc. On s'explique maintenant sans difficulté le rôle de ces substances.

En m'appuyant sur ces propriétés, j'ai pu construire très simplement des récepteurs *thermosonores* très sensibles. Il m'a suffi de prendre des tubes à essais en verre mince, de 0<sup>m</sup>,05 de longueur

sur  $0^m,006$  ou  $0^m,007$  de diamètre, contenant une petite plaque de mica ou de clinquant de cuivre enfumé : ils produisent des sons perceptibles sans aucune difficulté sous l'influence des radiations les plus faibles au point de vue lumineux, comme celles du gaz, d'une lampe à huile, d'une bougie, d'une lampe à alcool, d'un morceau de bois ou de charbon rouge, d'une plaque de cuivre chauffée à  $300^{\circ}$ .

On peut même réduire beaucoup le diamètre de ces récepteurs sans diminuer notablement leur sensibilité. La *fig. 3* représente en

Fig. 3.



vraie grandeur un appareil de ce genre, bouché à une extrémité avec un peu de cire à cacheter, et qui constitue ce qu'on pourrait appeler par analogie un *récepteur thermophonique linéaire*. Ce récepteur permet d'explorer un spectre comme avec une pile thermo-électrique linéaire et de répéter, en la précisant, l'expérience décrite à la page 65 de ce Volume.

A cet effet, j'interpose une fente de  $0^m,002$  de largeur entre les rayons dispersés par le prisme et la lentille cylindrique qui les concentre sur la roue interruptrice, ou même je supprime cette lentille. Dans des spectres de  $0^m,035$  à  $0^m,040$  de longueur obtenus avec la lumière solaire, la lumière électrique et la lumière oxyhydrique, la partie active s'étend de l'orangé à l'infra-rouge, jusqu'à une distance de la limite du rouge visible égale au moins au quart de la longueur du spectre. Le maximum d'effet se produit dans l'infra-rouge.

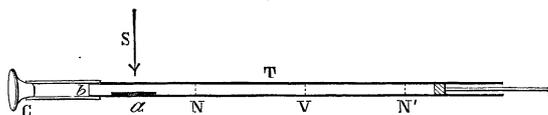
Quand on se sert de la lumière oxyhydrique et de la lumière électrique, on obtient des effets sonores assez énergiques, car, en remplaçant le cornet acoustique par un cône renforçant en papier ou en métal, on peut entendre les sons de la lumière oxyhydrique à  $1^m$  ou  $2^m$  de distance, et ceux que produit la lumière électrique à  $8^m$  ou  $10^m$ , dans une salle où règne un silence complet.

Il est à remarquer que *certain*s sons seulement, parmi les sons de hauteur variable qui résultent de la variation de vitesse de la roue interruptrice, peuvent être ainsi renforcés. L'explication de cette particularité résultera nettement de ce qui suit.

II. On peut exprimer ainsi le *mécanisme* de la transformation thermophonique : *La couche d'air condensée sur les parois des récepteurs, surtout quand ils sont enfumés ou recouverts d'une substance très absorbante pour la chaleur, est alternativement échauffée et refroidie par les radiations intermittentes; il en résulte des dilatations et condensations périodiques et régulières, d'où un mouvement vibratoire communiqué aux couches gazeuses voisines, qui, d'ailleurs, peuvent vibrer directement sous la même influence.*

La conséquence immédiate qui en résulte est que des récepteurs du genre de ceux qu'on vient de décrire, convenablement allongés, doivent constituer de véritables tuyaux *thermophoniques* ou, si l'on veut, *thermosonores*, mis en vibration par une radiation thermique intermittente. Pour le démontrer, on prend un long tube en verre T (fig. 4), dans lequel peut se mouvoir un piston à l'aide d'une

Fig. 4.



tige. A l'extrémité du tube on place, à l'intérieur, un morceau de mica enfumé *a* : on laisse cette extrémité ouverte ou bien on la bouche avec une lame de verre ou de mica en *b*, et l'on y ajuste, par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc ou en métal, un cornet acoustique C.

On fait tomber en *a* le faisceau radiant intermittent S, on place le piston en *a* et on écoute en C. On entend un son comme dans les récepteurs beaucoup plus courts. On maintient constante la vitesse de la roue interruptrice, et par suite la hauteur du son produit. En retirant alors graduellement le piston, l'intensité du son éprouve des variations périodiques qui vont jusqu'à l'extinction en des points N, N', ..., avec des maxima en *a*, V, .... On obtient ainsi des nœuds et des ventres, absolument comme dans un tuyau sonore qui serait percé d'une ouverture dans le plan *a*, par laquelle arriverait un courant d'air.

Si l'on changela vitesse de la roue interruptrice, en la maintenant constante quand elle a atteint une nouvelle valeur, on reproduit

la même expérience : la distance seule entre deux nœuds consécutifs  $N, N'$  change.

On a donc bien là un tuyau sonore susceptible de rendre tous les sons qu'on peut produire en changeant la vitesse de la roue interruptrice, c'est-à-dire la période d'intermittence de la radiation thermique, cause déterminante des vibrations.

Il en résulte la possibilité de répéter avec ces tuyaux les expériences de Dulong relatives à la mesure de la vitesse du son dans l'air et les gaz. Je me suis assuré sommairement de cette possibilité à l'aide d'un appareil grossièrement constitué, et je pense que des déterminations de ce genre pourront présenter une assez grande exactitude : 1° à cause de la facilité d'enfermer dans ces tuyaux des gaz à une pression et à une température constantes, puisque ce n'est pas le courant de gaz lui-même qui produit l'ébranlement ; 2° parce qu'il n'y a pas à l'orifice les perturbations qui existent dans les tuyaux ordinaires. Je construis un appareil pour effectuer ces déterminations.

D'autre part, connaissant la longueur d'onde d'un son donné dans l'air, on peut déterminer les longueurs de tuyaux de raccordement les plus convenables pour qu'en reliant entre eux plusieurs tubes récepteurs semblables à ceux qu'on vient de décrire on puisse, en les exposant *simultanément* à l'action de plusieurs sources radiantés identiques, renforcer les effets produits. On peut former ainsi des sortes de *piles thermophoniques* avec des éléments disposés *en surface* ou *en série*. Je reviendrai plus tard sur ces dispositions.

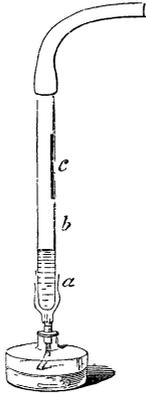
III. Il restait à étudier au point de vue radiophonique les gaz autres que l'air, les vapeurs et les liquides.

Cette étude est facile à l'aide des tubes récepteurs en verre. D'abord, en versant une couche de quelques centimètres d'eau au fond d'un de ces tubes (*fig. 5*) et en introduisant à la partie supérieure un demi-cylindre de mica enfumé, on peut exposer aux radiations intermittentes successivement le liquide et l'air chargé de vapeur d'eau au-dessous et en face de la partie enfumée.

On constate ainsi que les radiations traversant l'eau en *a* ne produisent pas d'effet sonore sensible, qu'en traversant l'air humide immédiatement au-dessus de l'eau et dans la partie transparente *b*

du tube les effets sonores sont très faibles, mais deviennent d'autant plus intenses que l'air est plus saturé de vapeur d'eau, ce qu'on obtient en chauffant le liquide avec une lampe à alcool. Enfin, en traversant l'air humide de la partie supérieure du tube *c*, où se trouve un demi-cylindre de clinquant enfumé, les radiations produisent les mêmes effets, mais avec une intensité beaucoup plus grande.

Fig. 5.



J'ai obtenu les mêmes résultats avec l'éther sulfurique et l'ammoniaque.

J'en étais là de ces recherches quand j'appris que M. Tyndall avait fait l'étude complète des gaz et des vapeurs à ce point de vue <sup>(1)</sup>. Personne n'était plus en état de les exécuter que le savant physicien à qui nous devons de si beaux travaux sur l'absorption de la chaleur rayonnante par les gaz et les vapeurs. M. Tyndall a constaté principalement que les effets sonores produits par les gaz et les vapeurs enfermés dans des ballons en verre étaient *d'autant plus intenses que ces substances absorbaient mieux les radiations calorifiques*, et il est parvenu, comme je l'avais fait moi-même, à produire ces effets avec des radiations calorifiques *obscurcs*. Après ces recherches très complètes, je crois qu'on peut considérer comme élucidée la question de la transformation d'énergie radiante en énergie sonore dans le cas des récepteurs considérés.

---

(<sup>1</sup>) Voir ci-après, p. 165.

J'ajouterai seulement, comme dernière remarque, qu'on obtient ici des effets relativement très intenses et par des moyens en apparence bien disproportionnés. Ainsi, par exemple, avec la roue interruptrice dont je me sers, et à laquelle j'ai pu donner une vitesse de 30 tours par seconde, on peut obtenir des sons correspondant à 2400 vibrations doubles par seconde, et il en résulte, en tenant compte des parties pleines de la roue, égales en largeur aux parties transparentes, que chaque effet thermique ne dure qu'environ  $0^s,0002$  : nouvelle preuve de la puissance qu'on peut obtenir avec une cause extrêmement petite, mais qui agit *périodiquement* avec une grande rapidité.

---