

Wenn ich das Pulver wieder von den Scheiben abschütteln wollte, fand ich, dasz es an die Punkte, welche entweder in absoluter, oder relativer Ruhe gewesen waren, fester anhing, als an den übrigen Stellen. Brachte ich jetzt aber einen andern Ton hervor, so dasz eine neue Figur entstehen muszte, so wurde es lose, und liesz sich leicht abschütteln.

Auch habe ich oft durch das Coulomb'sche Elektrometer Zeichen von Elektrizität an bestimmten Stellen der Scheiben gefunden; doch ist es in dieser Rücksicht so leicht zu täuschen, dasz ich dieses noch nicht für etwas ausgemachtes ansehen mag.

Die Phänomene, die man in diesen Versuchen beobachten kann, sind zahlreich und schön, und verdienen gewisz gesehen zu werden.

Oersted.

---

LETTRE DE MR. ØRSTED, PROF. DE PHIL. A COPENHAGUE, AU PROF. PICTET, SUR LES VIBRATIONS SONORES

---

(BIBLIOTHÈQUE BRITANNIQUE, VOL. 30, No 240, P. 364—372. PARIS 1805)<sup>1</sup>.

Mr.

*Copenhague 26 mai 1785.*<sup>2</sup>

L'intérêt impartial que vous prenez à tout ce qui peut accélérer les progrès des sciences, m'a fait desirer depuis long-temps d'établir quelques relations littéraires avec vous. Je m'empresse de profiter de l'occasion que m'offre un voyageur qui part pour Genève, et veut bien se charger de vous communiquer quelques résultats de mes recherches en physique. Je choisis, pour cette fois, les expériences que j'ai faites, et très-souvent répétées, sur les effets qui sont produits dans l'intérieur des corps solides pendant la propagation du mouvement. J'ai été conduit à ces recherches par les observations anciennes et modernes sur le son. Tout le monde connoît à présent la découverte intéressante du célèbre *Chladni*, qui a su produire de certaines figures, en couvrant de

<sup>1</sup> [Ce mémoire est publié en anglais dans «The philosophical magazine». Edited by Alexander Tilloch. Vol. XXIV. P. 251—256. London 1806].

<sup>2</sup> [La date de 1785 est due probablement à une faute d'impression; il faut lire sans doute 1805].

sable des plaques ou lames peu épaisses, faites de métal ou de verre, et en les frottant sur le bord avec un archet. On voit le sable se mettre en mouvement par l'effet des oscillations du corps sonore, et ses grains abandonner certaines parties de la surface pour s'amonceler sur d'autres, en formant des lignes et des compartimens, tantôt bizarres, tantôt réguliers. Les lignes sur lesquelles le sable s'entasse sont sans doute les points de repos entre des portions de la surface mises en vibration par le frottement de l'archet sur son bord.

Les physiciens modernes ont cru voir dans ces curieux résultats la confirmation de l'opinion qui tend à exclure ces vibrations intestines qu'on supposoit autrefois être la cause des phénomènes du son, et à rapporter ceux-ci uniquement à ces oscillations visibles et appréciables par leurs effets mécaniques, dont l'arrangement du sable nous offre un exemple.

Il me semble cependant, qu'on a abandonné trop facilement l'hypothèse ancienne; du moins mes expériences m'ont plutôt ramené vers elle, qu'elles ne m'en ont éloigné. Voici les raisonnemens qu'elles m'ont suggéré.

On est d'accord que dans l'air, fluide éminemment élastique, une compression soudaine est suivie d'une réaction qui produit une dilatation, laquelle comprime immédiatement les parties voisines, et ainsi de suite; les effets d'une première secousse se propagent de cette manière dans une étendue indéfinie. Or, je ne vois pas pourquoi les choses ne se passeroient pas ainsi dans un solide élastique lorsqu'on lui fait produire un son. Les expériences de *Chladni*, très-curieuses d'ailleurs, ne sont pas propres à mettre en évidence les petites vibrations qui concourent à former les ondulations desquelles résultent les figures en question, et dont nous lui devons la connoissance. Le sable dont il se sert est en grains trop grossiers pour indiquer la nature du mouvement des molécules solides qui frémissent sous lui; et ce qui est pis encore, ces grains sont élastiques, ensorte qu'ils ne restent point là où ils tombent, mais vont par sauts; ce qui les empêche de suivre, et d'indiquer par conséquent, un mouvement progressif régulier, tel que celui des ondulations sonores. C'est pourquoi, en cherchant à varier ces expériences j'ai cru devoir substituer au sable une matière beaucoup plus atténuée et qui n'eût pas les inconvéniens que je viens d'indiquer. Je l'ai trouvée dans le *Semen Lycopodii* (pous-

sière de Lycopode). Lorsqu'après avoir saupoudré avec cette poussière une plaque de métal ou de verre, j'essaie de faire produire un son, à la manière de *Chladni*, je vois à l'instant la poussière se distribuer en une foule de petits monceaux réguliers, qui se mettent en mouvement vers les points où se forment les figures découvertes par ce physicien. Ils se rangent toujours sous la forme d'une courbe dont la convexité regarde le point touché de l'archet, ou vers un de ceux qui ont une situation analogue. A mesure que chacun des petits monceaux se trouve plus voisin de ces points, sa hauteur est plus considérable; ce qui donne à leur ensemble une régularité assez marquée. Les expériences de Mr. *Chladni* étonnent tous ceux qui les voient pour la première fois, par la régularité des figures qui sont produites d'un seul coup d'archet, et comme par un art magique. Les miennes n'ont pas ce charme, mais peut-être sont-elles plus instructives, à raison de la lenteur comparative de mon procédé, qui permet d'étudier mieux les effets. On voit l'intérieur des petites élévations qui se forment dans mes expériences, être dans un mouvement continuel pendant toute la durée du son. Le temps de ces vibrations, quoique très-court, est encore appréciable avec des plaques de trois ou quatre pouces de diamètre; il est plus long lorsqu'on emploie des plaques plus grandes. J'ai souvent fait usage dans ces expériences, d'un disque de métal de six pouces de diamètre: j'y ai toujours vu les petites élévations changer d'apparence dans les différentes époques de la durée du son. Il y a un moment où la hauteur augmente, un autre où elle diminue: et la poussière a l'air de s'arranger en petits globules qui roulent l'un sur l'autre: On aperçoit facilement que tous ces phénomènes sont encore très-complicés. Le mouvement des grains est en partie vertical, en partie horizontal; le mouvement horizontal est composé de deux autres; il y a une force qui pousse le grain en avant, un autre qui le chasse aux deux côtés. J'ai voulu examiner, autant qu'il seroit possible, chacun de ces mouvemens seul et séparé des autres; voici une esquisse de ce que j'ai observé. Je tiens un carreau de verre de manière que deux ou trois de ses bords soient en contact avec mes doigts. Je frappe le bord que je ne touche pas, avec une pièce de bois bien plane, ensorte que tous les points reçoivent le choc au même instant. Dans ce cas, la poudre s'arrange en lignes parallèles au bord frappé. Ces lignes sont rarement droites: sans doute parce que ces bords ont toujours

des inégalités; les plus droites que j'aie vu avoient été produites sur une règle de fer, frappé avec une pièce du même métal, bien plane; pour que cette expérience réussisse le mieux, il faut laisser reposer le carreau ou la règle sur une table bien plane. Si je ne porte pas le choc sur tout le bord, mais seulement sur quelques-uns de ses points, il se forme d'autres lignes, parallèles à la direction du choc, et perpendiculaires au bord frappé. Ces lignes paroissent être composées d'une foule de petites élévations, moins régulières que celles qui sont produites quand on touche avec un archet les plaques couvertes de poussière. Cette expérience réussit difficilement quand on laisse reposer toute la plaque sur une table, parce que cette circonstance empêche de bien porter le coup. Enfin, si je frappe la plaque dans un sens perpendiculaire à son plan, la poussière s'arrange en petits monceaux assez réguliers. Dans le premier cas, les ondulations vont seulement en avant; dans le second, elles ont lieu à-la-fois en avant et latéralement; dans le troisième, elles se coupent en tout sens, parce que la compression qui est produite par le choc perpendiculaire au plan, doit se propager aussi bien horizontalement que verticalement. Le ton produit dans le premier cas est très-bas; celui du second est beaucoup plus élevé; mais celui du troisième est encore beaucoup plus élevé, et il est le seul qui mérite d'être appelé un ton, ou son appréciable dans l'échelle musicale.

On devoit supposer que le changement qui est produit dans les corps élastiques, par la communication du mouvement, ne pouvoit guères être borné au simple déplacement mécanique des parties, mais qu'il devoit y avoir dans cette modification quelque autre action plus intime. Tout frottement produit non-seulement de la chaleur, mais aussi de l'électricité. *De La Place* et *Biot* ont déjà attiré l'attention des physiciens vers le premier de ces phénomènes; je crois que le dernier en mérite encore davantage. J'ai toujours trouvé dans mes expériences, que le sable ou la poudre adhéroient beaucoup plus aux parties auxquelles les fixoit le mouvement du corps sonore qu'aux autres. J'ai très-souvent sablé de nouveau une plaque sur laquelle j'avois produit une figure; je la secouois doucement après l'avoir renversée, et je remarquois toujours que le sable, qui formoit la figure, restoit adhérent, tandis que l'autre se détachoit. L'adhérence des poussières plus fines que le sable est très-marquée. J'ai aussi découvert, à l'aide de l'électromètre

de Coulomb, des indices d'électricité dans les plaques qui avoient rendu un son; mais je n'ai pas encore assez répété ces expériences pour pouvoir en donner les détails. J'ai trouvé, à leur occasion, que les bords et les angles des corps, agissent presque toujours sur l'électromètre de Coulomb; et je me suis proposé une nouvelle série d'expériences sur cet objet. Le célèbre *Ritter*, à qui j'avois communiqué mes expériences sur le rôle que doit jouer l'électricité dans les phénomènes du son, avoit trouvé depuis longtemps que la pile électrique de *Volta* est capable de produire du son quand on en reçoit une commotion dans les oreilles. Dans un ouvrage qui va paroître, sous le titre de *System der electrischen Körper*, ce grand physicien fait voir, qu'un corps acquiert de l'électricité positive par la compression, et de la négative par la dilatation. Ainsi on peut dire qu'il y a dans chaque son autant d'alternatives d'électricité positive et négative qu'il y a d'oscillations; mais la réunion de deux électricités produit une commotion; ainsi, il y a dans un son autant de commotions électriques extrêmement foibles, qu'il y a d'oscillations. Chacune de ces commotions isolées seroit absolument insensible; mais reçues en très-grand nombre dans un temps trop petit pour qu'on puisse les distinguer l'une de l'autre, elles produisent toujours un effet sensible, surtout, parce que l'électricité positive rend l'organe plus sensible pour la négative qu'il ne l'étoit auparavant; et *vice versâ*. L'effet sensible de la réunion de toutes ces commotions insensibles est le son. J'avoue que ces idées de Mr. *Ritter* me paroissent être en opposition avec tout ce qu'on avoit pensé jusqu'à présent sur l'organe de l'ouïe, mais il faut avouer aussi que nos connoissances sur les organes des sens sont encore bien imparfaites. Il faut se garder de réfuter les hypothèses nouvelles par les anciennes. Pour le cas présent, je crois entrevoir que tous les faits connus des anciens s'accorderont très-bien avec la théorie de Mr. *Ritter*; mais pour bien étudier et apprécier cette théorie, il faut attendre qu'il ait publié toutes ses découvertes sur les sens, découvertes qui réfléchiront de la lumière les unes sur les autres. Quant à mes expériences, elles sont faciles à répéter: et ceux qui voudront s'en donner la peine y verront plus que je n'ai pu décrire, et y découvriront peut-être ce que je n'ai pas su appercevoir.

Je suis, etc.

J. C. ØRSTED, Dr. en Philos.

---