
SUR LA
VITESSE DU SON DANS L'AIR ET DANS L'EAU ⁽¹⁾.

Annales de Chimie et de Physique, t. III; 1816.

Newton a donné, dans le second Livre des *Principes mathématiques de la Philosophie naturelle*, l'expression de la vitesse du son : la manière dont il y parvient est un des traits les plus remarquables de son génie. La vitesse conclue de cette expression est plus petite d'environ un sixième que celle qui résulte des expériences faites avec un grand soin, en 1738, par les membres de cette Académie. Newton, qui avait déjà reconnu cette différence par les expériences faites de son temps, a essayé de l'expliquer; mais les découvertes modernes sur la nature de l'air atmosphérique ont détruit cette explication et toutes celles que divers géomètres avaient proposées. Heureusement ces découvertes nous présentent un phénomène qui m'a paru être la vraie cause de l'excès de la vitesse observée du son sur sa vitesse calculée : ce que la plupart des physiciens géomètres ont ensuite adopté. Ce phénomène est la chaleur que l'air développe par sa compression. Lorsqu'on élève sa température, sa pression restant la même, une partie seulement du calorique qu'il reçoit est employée à produire cet effet; l'autre partie, qui devient latente, sert à dilater son volume. C'est elle qui se développe quand on réduit par la compression l'air ainsi dilaté à son volume primitif. La chaleur dégagée par le rapprochement de deux molécules voisines d'une fibre aérienne vibrante élève donc leur température et se répand de proche en proche sur l'air et les corps envi-

(1) Lu à l'Académie des Sciences, le 23 décembre 1816.

ronnants; mais, cette diffusion et l'irradiation se faisant avec une extrême lenteur relativement à la vitesse des vibrations, on peut supposer sans erreur sensible que, pendant la durée d'une vibration, la quantité de chaleur reste la même entre deux molécules voisines. Ainsi ces molécules, en se rapprochant, se repoussent davantage, d'abord parce que, leur température étant supposée constante, leur répulsion mutuelle augmente en raison inverse de leur distance; ensuite parce que le calorique latent qui se développe élève leur température. Newton n'a eu égard qu'à la première de ces deux causes de répulsion; mais il est visible que la seconde cause doit accroître la vitesse du son, puisqu'elle augmente le ressort de l'air. En la faisant entrer dans le calcul, je parviens au théorème suivant :

La vitesse réelle du son est égale au produit de la vitesse que donne la formule newtonienne par la racine carrée du rapport de la chaleur spécifique de l'air, soumis à la pression constante de l'atmosphère et à diverses températures, à sa chaleur spécifique lorsque son volume reste constant (').

Si l'on suppose, avec plusieurs physiciens, que la chaleur contenue dans une masse d'air soumise à une pression constante et à des températures diverses est proportionnelle à son volume (ce qui doit s'écarter peu de la vérité), la racine carrée précédente devient celle du rapport de la différence de deux pressions à la différence des quantités de chaleur que développent deux volumes égaux d'air atmosphérique soumis respectivement à ces pressions, en passant d'une température donnée à une même température inférieure, la plus petite de ces quantités de chaleur et la plus petite de ces pressions étant prises pour unités.

Désireux de comparer ce théorème à l'expérience, j'ai heureusement trouvé les données d'observation qu'il suppose, parmi les nombreux résultats du travail intéressant de MM. La Roche et Bérard sur la cha-

(') *OEuvres de Laplace*, T. V, Liv. XII, p. 109, 137, 157.

leur spécifique des gaz (1). Ces habiles physiciens ont mesuré les quantités de chaleur que dégagent, par un abaissement de température d'environ 80°, deux volumes égaux d'air atmosphérique : l'un comprimé par le poids de l'atmosphère, l'autre comprimé par ce même poids augmenté de trente-six centièmes. Ils ont trouvé que la chaleur dégagée, relative à la plus grande pression, était 1,24 ; la chaleur relative à la plus petite pression étant l'unité. Il faut donc, suivant le théorème précédent, pour avoir la vitesse réelle du son, multiplier la vitesse déduite de la formule de Newton par la racine carrée du rapport de trente-six centièmes à vingt-quatre centièmes ou par la racine de $\frac{3}{2}$. A la température de 6° cette formule donne 282^m,42 pour l'espace que le son doit parcourir dans une seconde sexagésimale. En la multipliant par $\sqrt{\frac{3}{2}}$, cet espace devient égal à 345^m,9. Les académiciens français l'ont observé de 337^m,18. La différence de ces deux résultats peut tenir à l'incertitude des expériences ; mais la petitesse de cette différence établit d'une manière incontestable que l'excès de la vitesse observée du son sur sa vitesse calculée par la formule newtonienne est dû à la chaleur latente que la compression de l'air développe.

Il résulte de ce qui précède que la pression étant constante, si l'on augmente un volume donné d'air en élevant sa température et qu'ensuite on le réduise par la compression à son volume primitif, il dégagera par cette compression un tiers de la chaleur employée. Il est à désirer que les physiciens déterminent, par des expériences directes, le rapport des chaleurs spécifiques de l'air à pression constante et de l'air à volume constant, rapport que nous venons de trouver égal à 1,5. La vitesse du son, observée par les académiciens français, donne 1,4254 pour ce rapport ; peut-être, vu la difficulté des expériences directes, cette vitesse est le moyen le plus précis de l'obtenir.

J'ai conclu [p. 166, Cahier d'octobre (2)] les vitesses du son dans

(1) *CEuvres de Laplace*, T. V, Liv. XII, p. 143.

(2) *Id.*, T. XIV, p. 293.