



HAL
open science

Les expériences de Pascal sur le vide et la pesanteur de l'air

Thurot

► **To cite this version:**

Thurot. Les expériences de Pascal sur le vide et la pesanteur de l'air. J. Phys. Theor. Appl., 1872, 1 (1), pp.267-271. 10.1051/jphystap:018720010026701 . jpa-00236786

HAL Id: jpa-00236786

<https://hal.science/jpa-00236786v1>

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.

LES EXPÉRIENCES DE PASCAL SUR LE VIDE ET LA PESANTEUR DE L'AIR;

PAR M. THUROT.

Pour bien comprendre ces expériences, il est nécessaire de savoir au juste ce qu'on entendait alors par l'horreur du vide.

Aristote n'accordait pas à Démocrite et aux atomistes qu'il y eût du vide dans la nature (*Physicæ auscultationes*, IV, 6-9). On adoptait dans les écoles ses objections, on en tirait des conséquences qu'il n'avait pas exprimées, et l'on enseignait universellement (*Commentariorum collegii conimbricensis societatis Jesu in octo libros physicorum Aristotelis Stagiritæ secunda pars*; Francofurti, 1609, in-4, p. 78 et suiv.) que l'expérience et la raison montrent qu'il n'y a et ne peut y avoir de vide dans la nature, « nullibi dari vacuum in natura ». En effet, aucune force ne peut écarter les feuilles d'un soufflet comprimé, si l'orifice qui laisse passage à l'air est bouché. Si l'on met sur l'eau, l'ouverture en bas, une fiole contenant de l'air échauffé, l'eau y monte, parce que l'air refroidi par le contact de l'eau se resserre et occupe moins de place. D'ailleurs, comme tous les êtres de la nature tendent à leur conservation et à leur bien, les parties des corps restent étroitement unies pour mieux résister aux causes de destruction qui les menacent du dehors. Ensuite, comme le vide empêcherait le monde sublunaire de recevoir les influences salutaires du ciel qui ne pourraient être transmises par des intervalles vides, les corps cherchent constamment à maintenir leur union entre eux et leur contiguïté et empêchent le vide comme le plus

grand fléau de la nature. Souvent, pour empêcher le mal, des corps pesants vont en haut, des corps légers descendent, sans impulsion extérieure; car la nature a attribué à tous les corps une force motrice intime qui les porte au besoin dans le lieu où le vide pourrait se déclarer. D'autres fois, pour empêcher le vide, la nature emploie la raréfaction ou la condensation, ou même une force négative de résistance, comme quand on veut écarter les feuilles d'un soufflet comprimé dont l'ouverture est bouchée. Dans cette diversité de moyens, elle a toujours recours aux plus faciles et aux plus simples, suivant les circonstances, pour empêcher le vide, dont elle a horreur parce qu'il tendrait à sa destruction.

Descartes, qui avait fondé sa physique sur des principes purement mécaniques, ne pouvait admettre cette personnification qui prêtait à la nature les passions d'un être animé. Dans sa Lettre du 8 octobre 1638, à Mersenne, sur les *Dialogues des sciences nouvelles* de Galilée (t. II, p. 91; Cousin, t. VII, p. 436), il reproche à Galilée d'attribuer au vide l'adhérence de deux plaques de marbre polies au lieu de l'attribuer à la pesanteur de l'air; et il dit à propos de l'observation que les pompes ne tirent point l'eau à plus de dix-huit brasses: « (elle) ne se doit point rapporter au vide, mais ou à la matière des pompes, ou à celle de l'eau même qui s'écoule entre la pompe et le tuyau, plutôt que de s'élever plus haut, ou même à la pesanteur de l'eau qui contrebalance celle de l'air ('). » On voit qu'il n'avait pas embrassé bien fermement la véritable explication. Il semble même l'abandonner plus tard dans une Lettre à Mersenne du 16 octobre 1639 (t. II, p. 32; Cousin, t. VIII, p. 160): « L'eau des pompes monte avec le piston qu'on tire en haut, à cause que, n'y ayant point de vide en la nature, il ne s'y peut faire aucun mouvement qu'il n'y ait tout un ordre de corps qui se meuve en même temps. » Mersenne ne donne pas d'autre explication du phénomène (p. 167) dans ses *Cogitata physico-mathematica*, publiés en 1644; et nulle part dans cet ouvrage il ne parle de la pesanteur de l'air.

Cette même année, Mersenne recevait de Ricci une lettre où était exposée l'expérience de Torricelli, comme prouvant la possibilité du vide, mais sans que Torricelli fût nommé, ni que la pesanteur de l'air fût mentionnée. Mersenne, dit Pascal [*Lettre à M. de Ribeyre* (2)], « essaya de la répéter à Paris, et n'y ayant pas entièrement réussi, il la quitta et n'y pensa plus. Depuis, ayant été à

(1) Dans une réponse à un correspondant anonyme, datée du 2 juin 1631 (t. III, p. 111; Cousin, t. VI, p. 204), Descartes enseigne la pesanteur de l'air; mais l'expérience fort obscure au sujet de laquelle le consulte ce correspondant n'a pas de rapport à celle de Torricelli.

(2) Cette Lettre, du 12 juillet 1651, très-importante pour l'histoire de ces travaux de Pascal, se trouve (ainsi que les autres documents que nous citerons plus bas) dans les œuvres complètes de Pascal, édition Bossut, t. IV, p. 198 et suiv.; édition Lahure, t. III, p. 73 et suiv. — Pascal répète dans cette Lettre ce qu'il avait déjà dit en tête de ses *Nouvelles expériences touchant le vuide*: que l'expérience du vide « avait été faite en Italie quatre ans avant mon écrit (les *Nouvelles expériences*) », c'est-à-dire en 1643. Mais l'expérience est probablement de 1644; du moins on n'a aucune donnée chronologique avant la Lettre de Torricelli à Ricci, en date du 11 juin 1644.

Rome pour d'autres affaires, et s'étant exactement informé du moyen de l'exécuter, il en revint pleinement instruit. » En effet Mersenne, qui avait été en Italie précisément à la fin de cette même année 1644, s'était fait montrer par Torricelli, à Florence, le tube qui avait servi aux expériences (*Observationum physico-mathematicarum F. Marini Mersenni*, t. III, p. 216; 1647). Mais Torricelli ou ne s'était pas fait connaître pour l'auteur de l'expérience ou avait recommandé à Mersenne le secret; car Mersenne à son retour en France ne prononça pas le nom de Torricelli. Il ne parla pas non plus de la pesanteur de l'air; il pensait sans doute, comme Ricci, que cette expérience ne prouvait que l'existence du vide. « Ces nouvelles, » continue Pascal dans la Lettre citée, « nous ayant été, en l'année 1646, portées à Rouen, où j'étois alors, nous y fîmes cette expérience d'Italie sur les mémoires du P. Mersenne, laquelle ayant très-bien réussi, je la répétai plusieurs fois; et par cette fréquente répétition, m'étant assuré de sa vérité, j'en tirai des conséquences, pour la preuve desquelles je fis de nouvelles expériences très-différentes de celles-là en présence de plus de cinq cents personnes de toutes sortes de conditions.... Le bruit de mes expériences étant répandu dans Paris, on les confondit avec celle d'Italie.... Pour rendre aux autres et à moi-même la justice qui nous étoit due, je fis imprimer, en l'année 1647 ⁽¹⁾, les expériences qu'un an auparavant j'avois faites en Normandie, » en séparant exactement l'expérience d'Italie de celles qui étaient particulières à Pascal. Pascal avait interprété très-faussement l'expérience de Torricelli et les siennes, en en tirant les conséquences suivantes, qui sont énoncées dans ses *Nouvelles expériences touchant le vuide*: « que tous les corps ont de la répugnance à se séparer l'un de l'autre et à admettre dans leur intervalle (le vuide apparent qui se montre dans le tube au-dessus du mercure); c'est-à-dire que la nature abhorre ce vuide apparent, — que la force de cette horreur est limitée et pareille à celle avec laquelle de l'eau d'une certaine hauteur, qui est environ de trente-un pieds, tend à couler en bas, — que l'espace vuide en apparence n'est rempli d'aucune des matières qui sont connues dans la nature et qui tombent sous aucun de nos sens. »

Cette publication provoqua une Lettre du P. Noël, jésuite, recteur du collège de Clermont, qui soutint contre Pascal que l'espace vuide en apparence devait être rempli de quelque matière. A peine la polémique était-elle engagée entre les deux adversaires, que, dit Pascal dans sa Lettre à M. de Ribeyre, « nous fûmes avertis d'une très-belle pensée qu'eut Torricelli touchant la cause de tous les effets qu'on a jusqu'à présent attribués à l'horreur du vuide ». En effet Mersenne vraisemblablement communiqua, mais toujours sans nommer Torricelli, l'idée

(1) Au mois de septembre, suivant Baillet (*la Vie de M. Descartes*, 2^e partie, p. 328). L'opuscule était intitulé : *Expériences touchant le vuide, faites dans des tuyaux, seringues, soufflets et siphons de plusieurs longueurs et figures, avec diverses liqueurs, comme vif-argent, eau, vin, huile, air, etc., avec un discours sur le même sujet, où est montré qu'un vaisseau, si grand qu'on pourra le faire, peut être rendu vuide de toutes les matières connues en la nature et qui tombent sous nos sens, et quelle force est nécessaire pour faire admettre ce vuide; dédié à M. Pascal, conseiller du Roi en ses Conseils d'état et privé, par le sieur B. Pascal, son fils; le tout réduit en abrégé et donné par avance d'un plus grand traité sur le même sujet.*

que la pesanteur de l'air est cause de la suspension du mercure dans le tube. Il en fut question dans l'entrevue entre Descartes et Pascal rapportée par Jacqueline Pascal dans une lettre du 25 septembre 1647 ⁽¹⁾. « Mais », dit Pascal (*ibid.*), « comme ce n'était qu'une simple conjecture et dont on n'avait aucune preuve, pour en reconnaître ou la vérité ou la fausseté, je méditai dès lors une expérience que vous savez avoir été faite en 1648 par M. Périer au haut et au bas du Puy-de-Dôme. » Pascal écrivit en effet à son beau-frère Périer, conseiller à la cour des Aides d'Auvergne, dans une lettre du 15 novembre 1647 : « Je travaille... à chercher des expériences qui fassent voir si les effets que l'on attribue à l'horreur du vuide doivent être véritablement attribués à cette horreur du vuide, ou s'ils doivent l'être à la pesanteur et pression de l'air ; car, pour vous ouvrir franchement ma pensée, j'ai peine à croire que la nature, qui n'est point animée ni sensible, soit susceptible d'horreur, puisque les passions présupposent une âme capable de les ressentir.... J'ai... imaginé de faire l'expérience ordinaire du vuide plusieurs fois en même jour, dans un même tuyau, avec le même vif-argent, tantôt au bas et tantôt au sommet d'une montagne, élevée pour le moins de cinq ou six cents toises.... Vous voyez déjà sans doute que cette expérience est décisive de la question, et que s'il arrive que la hauteur du vif-argent soit moindre au haut qu'au bas de la montagne (comme j'ai beaucoup de raisons pour le croire, quoique tous ceux qui ont médité sur cette matière soient contraires à ce sentiment), il s'ensuivra nécessairement que la pesanteur et pression de l'air est la seule cause de cette suspension du vif-argent, et non pas l'horreur du vuide, puisqu'il est bien certain qu'il y a beaucoup plus d'air qui pèse sur le pied de la montagne, que non pas sur son sommet ; au lieu qu'on ne sauroit dire que la nature abhorre le vuide au pied de la montagne plus que sur son sommet. »

Le 19 septembre 1648, Périer ayant pris deux tuyaux de verre de pareille grosseur et longs de 4 pieds chacun observa dans le jardin des Minimes à Clermont, au lieu le plus bas de la ville, que le mercure se tenait dans les deux tubes à 26 pouces 3 lignes $\frac{1}{2}$ au-dessus du niveau du mercure qui était dans le bassin. Puis laissant là l'un des tuyaux, il se transporta avec l'autre au sommet du Puy-de-Dôme, « élevé au-dessus des Minimes d'environ 500 toises, » et trouva qu'il ne resta plus dans ce tuyau que la hauteur de 23 pouces 2 lignes de vif-argent : « ce qui nous ravit tous d'admiration et d'étonnement, et nous surprit de telle sorte, que pour notre satisfaction propre nous voulûmes la (l'expérience) répéter. » Il la répéta encore à Clermont, en haut et en bas de la plus haute des tours de la cathédrale ; et il envoya sa relation à Pascal dans une lettre du

(¹) Voir Cousin, *Jacqueline Pascal*, p. 93. L'entrevue avait eu lieu le lundi et le mardi précédents. Il y fut sans doute question de l'expérience projetée par Pascal sur le Puy-de-Dôme. Dans des lettres à Carcavi (11 juin et 17 août 1649, t. III, p. 75, 77; Cousin, t. X, p. 344, 551), Descartes prétend qu'il avait « avisé » Pascal de faire cette expérience, et qu'il « l'avait assuré du succès comme étant entièrement conforme » à ses principes, « sans quoi il n'eût eu garde d'y penser à cause qu'il était de l'opinion contraire », sans doute au sujet du vide ; ce qui n'a aucun rapport essentiel avec l'action de la pesanteur de l'air, que Pascal admettait dès lors, comme on le voit dans la lettre de sa sœur.

22 septembre 1648. « Y ayant vu », dit Pascal dans son *Récit de la grande expérience de l'équilibre des liqueurs* publié en 1648, « que la différence de 20 toises d'élévation faisait une différence de 2 lignes à la hauteur du vif-argent, et que 6 à 7 toises en faisaient une d'environ demi-ligne, ce qu'il était facile d'éprouver en cette ville (Paris), je fis l'expérience ordinaire du vuide au haut et au bas de la tour Saint-Jacques de la Boucherie, haute de 24 à 25 toises : je trouvai plus de 2 lignes de différence à la hauteur du vif-argent ; et ensuite je la fis dans une maison particulière, haute de 90 marches, où je trouvai très-sensiblement demi-ligne de différence. »

Le nom de Torricelli n'est pas encore mentionné dans le *Récit de la grande expérience de l'équilibre des liqueurs*. Cependant Pascal le connaissait ; car dans la lettre à M. le Pailleur, qui doit être de juin 1648 à peu près, il dit : « La lettre du grand Torricelli écrite au seigneur Ricchi il y a plus de quatre ans montre qu'il était dès lors dans cette pensée (que le poids de l'air est cause de la suspension du mercure dans le tube). » Il venait de l'apprendre ; car on lit dans sa lettre à M. de Ribeyre : « Comme nous étions tous dans l'impatience de savoir qui en était l'inventeur (de cette expérience), nous en écrivîmes à Rome au cavalier del Posso, lequel nous manda, longtemps après mon imprimé (les expériences touchant le vuide), qu'elle est véritablement du grand Torricelli, professeur du duc de Florence aux mathématiques. » Posso avait attendu la mort de Torricelli, qui survint le 25 octobre 1647, pour révéler son nom. Évidemment Torricelli avait voulu qu'on lui gardât le secret, sans doute par crainte d'être compromis avec le péripatétisme de l'école qui enseignait la légèreté de l'air et l'impossibilité du vide, et qui avait contribué beaucoup plus que la théologie à la condamnation de Galilée.

Pascal, dans son *Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air*, publié après sa mort en 1663, devait faire l'historique exact de ces découvertes et donner « exactement et séparément ce qui est de l'invention de Galilée, ce qui est de celle du grand Torricelli, et ce qui est de la mienne (lettre à M. de Ribeyre). » Il n'a pas rempli sa promesse, mais il nous est facile d'y suppléer. Galilée a réuni tous les éléments de la solution dans ses *Dialogues des sciences nouvelles*, première journée : il a établi que l'air est pesant, il a fait entendre que la nature pourrait bien ne pas avoir d'horreur pour le vide, enfin il a appelé l'attention sur le fait que l'eau ne peut monter à plus de 18 brasses dans une pompe et par conséquent que les autres liquides y monteront plus ou moins haut en proportion inverse de leur pesanteur spécifique. Six ans après, Torricelli a eu la gloire de combiner tous ces faits et de concevoir une pensée qui avait échappé à Galilée, qui n'avait fait que traverser l'esprit de Descartes sans s'y arrêter, et qui ne s'était pas présentée à Pascal même après que l'expérience dite du vide lui avait été connue. Mais dans l'état où les sciences étaient alors, l'interprétation donnée par Torricelli à son expérience pouvait paraître et paraissait en effet contestable. Pascal a eu le mérite de concevoir une application ingénieuse de l'idée de Torricelli et d'imaginer une expérience qui devait paraître décisive.
