



HAL
open science

Note historique sur l'expérience de Torricelli

Ch. Thurot

► **To cite this version:**

Ch. Thurot. Note historique sur l'expérience de Torricelli. J. Phys. Theor. Appl., 1872, 1 (1), pp.171-176. 10.1051/jphystap:018720010017101 . jpa-00236770

HAL Id: jpa-00236770

<https://hal.science/jpa-00236770>

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.

NOTE HISTORIQUE SUR L'EXPÉRIENCE DE TORRICELLI;

PAR M. CH. THUROT,

Membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

L'histoire de la fameuse expérience de Torricelli a été souvent présentée d'une manière inexacte, parce qu'on n'est pas remonté aux sources, d'ailleurs fort accessibles, où il était facile de puiser. Un ami et un disciple de Torricelli, Carlo Dati, l'a exposée dans un écrit intitulé : *Lettera di Timauro Antiate* (c'est le pseudonyme que Dati avait choisi) *ai Filaleti della vera Storia della Cicloide e della famosissima Esperienza dell' Argento vivo* (Firenze, 1663, in-4°). L'historique de Dati et les documents dont il l'a appuyé ont été reproduits dans la biographie de Torricelli, mise par Tommaso Bonaventura en tête de sa publication des *Lezioni accademiche di Evangelista Torricelli* (1^{re} édition, Florence, 1715, in-4°; 2^e édition, Milan, 1823, in-8°). Nous n'avons pu trouver l'ouvrage de Dati. Nous puisons dans la seconde édition des *Lezioni*, après nous être assuré que l'historique est la reproduction de Dati avec quelques modifications insignifiantes de réduction (1).

(1) Pour s'en convaincre, il suffit de comparer la citation de l'opuscule de Dati (p. 20) que l'on trouve dans Nelli (*Saggio di storia letteraria fiorentina del secolo XVII*, Lucca, 1759, in-4°, p. 96, note 1) avec ce qu'on lit dans la Préface des *Lezioni* (p. 29 et 30).

Dans les Écoles, on enseignait, d'après Aristote, que l'air est pesant relativement au feu, léger relativement à l'eau et à la terre, et que le vide est impossible dans la nature. On ajoutait que la nature avait recours à différents moyens pour empêcher le vide, dont elle a horreur, parce qu'il tend à sa destruction. Galilée, qui a combattu partout les principes de la Physique péripatéticienne, écrivait (*Dialoghi delle scienze nuove*, Giornata prima. *Opere*, éd. Alberi, XIII, p. 81) dans le grand ouvrage où il a fondé la Dynamique, les *Dialogues sur les sciences nouvelles*, publiés en 1638, que la légèreté ne se rencontre *peut-être* dans aucun corps matériel; et il cite deux expériences par lesquelles il avait cru démontrer que l'air est absolument pesant et que son poids est le $\frac{1}{100}$ du poids de l'eau.

D'autre part, dans le même ouvrage (*Opere*, XIII, p. 15), il admet que si, deux plaques de marbre ou de métal bien polies étant placées l'une sur l'autre, on ne peut enlever la plaque supérieure sans qu'elle entraîne avec elle la plaque inférieure qui y est adhérente, c'est une preuve évidente de l'horreur de la nature pour admettre, ne fût-ce qu'un instant, l'espace vide qui se trouverait entre les deux plaques avant que l'air ambiant ne l'eût rempli.

Sans s'arrêter à l'objection qu'il se fait adresser par Sagredo (p. 16), que l'adhérence des deux plaques et leur résistance à la séparation ne peuvent avoir pour cause ce qui n'existe pas encore, à savoir, le vide qui résulterait de leur séparation, Galilée dit (p. 18) qu'il a démontré, dans un *certain Traité*, que la cohésion de l'eau ne vient que de la résistance au vide; et il fait citer par Sagredo un fait dont il croit pouvoir tirer un moyen de mesurer par comparaison avec l'eau la puissance de la résistance au vide dans les corps solides.

Voici comment le fait est rapporté par Sagredo (p. 20) :

On avait fait fabriquer une pompe aspirante pour tirer l'eau d'une citerne avec moins de fatigue que par le moyen des seaux dont on se servait ordinairement. Tant que l'eau était à une certaine hauteur, elle était tirée en abondance; mais quand l'eau descendait à un certain niveau, la pompe ne travaillait plus. « Je crus d'abord, dit Sagredo, aussitôt que j'eus remarqué le fait, que le piston était endommagé, et j'invitai le maître fontainier à le raccommoder. Celui-ci me dit que le piston n'était nullement endommagé, mais que l'eau était descendue trop bas pour être élevée à cette hauteur; il ajouta qu'il n'était pas possible, ni avec les pompes ni avec les autres machines qui font monter l'eau par attraction, de la faire monter un cheveu plus haut que dix-huit brasses, que les pompes soient larges ou étroites, parce que c'est la mesure de la plus grande hauteur. Et moi qui sais qu'une corde, une masse de bois, une verge de fer, peut s'allonger tant et tant qu'à la fin elle se brise par son propre poids, quand elle est attachée par l'extrémité supérieure, j'ai été jusqu'ici assez peu avisé pour n'avoir pas pensé qu'il en serait de même, à plus forte raison, pour une corde ou verge d'eau. Qu'est-ce qui est attiré dans la pompe, si ce n'est un cylindre d'eau qui, attaché par en haut et de plus en plus allongé, arrive enfin à une limite au delà de laquelle, tiré par son propre poids devenu excessif, il se casse tout comme si c'était une corde? Il en arriverait de même, à mon avis, pour d'autres liquides, comme le vif argent, le vin, l'huile, etc. Ils se briseraient

à une hauteur plus ou moins grande que dix-huit brasses, en proportion inverse de leur pesanteur spécifique comparée à celle de l'eau, en mesurant ces hauteurs toujours perpendiculairement. »

Torricelli, en réfléchissant sur ce passage de Galilée, comprit ce que Galilée n'avait pas dit expressément (¹), qu'au delà de 18 brasses, si l'on tirait encore le piston, il devait y avoir un espace vide entre la surface inférieure du piston et la surface supérieure de l'eau, et il pensa qu'en prenant, suivant l'indication de Galilée, du vif argent au lieu d'eau, on pourrait produire ce vide dans un tube de verre plus commodément qu'avec de l'eau dans une pompe. Il communiqua ces idées à Viviani, qui les mit à exécution. L'expérience réussit.

Torricelli comprit aussi que le poids de l'air devait être la cause qui soutenait le mercure dans le tube, et il écrivit à son ami et élève, Michel-Ange Ricci, à Rome, la lettre suivante, datée du 11 juin 1644 : « J'ai envoyé, dans le courant de ces dernières semaines, quelques démonstrations de moi sur l'aire de la cycloïde, au seigneur Antonio Nardi, avec prière de les adresser, aussitôt qu'il les aurait vues, à Votre Seigneurie ou au seigneur Magiotti. J'ai déjà annoncé à Votre Seigneurie qu'il se faisait une expérience de physique sur le vide, non pas pour faire simplement le vide, mais pour avoir un instrument qui pût indiquer les changements de l'air, tantôt plus lourd et plus épais, tantôt plus léger et plus subtil. Beaucoup de gens ont dit qu'il ne peut pas se produire de vide, d'autres qu'il peut se produire, mais non sans résistance de la nature ni sans fatigue. Je ne sache pas que personne ait dit qu'il peut se produire du vide sans fatigue et sans résistance aucune de la nature. J'ai raisonné ainsi : si je trouvais une cause manifeste d'où dérive la résistance que l'on sent quand on veut faire le vide, il serait inutile, ce me semble, de chercher à attribuer au vide un effet qui dérive évidemment d'une autre cause. Et même en faisant certains calculs très-faciles, je trouve que la cause dont je parle, à savoir le poids de l'air, devrait à elle seule faire plus d'effet qu'elle ne fait, quand on essaye de faire le vide. Je parle ainsi pour que quelque philosophe, voyant qu'il ne peut éviter d'avouer que la pesanteur de l'air est la cause de la résistance que l'on sent quand on veut faire le vide, ne persiste pas, tout en accordant l'effet du poids de l'air, à affirmer que la nature concourt aussi à cette résistance au vide (²). Nous vivons submergés au fond d'un océan d'air, et nous savons par des expériences indubitables que l'air est pesant et même que cet air épais qui est près de la surface de la terre pèse environ le quatre centième du poids de l'eau. D'autre part, les auteurs qui ont parlé du crépuscule ont observé que l'air visible et chargé de vapeurs s'élève au-dessus de nous à près de cinquante ou cinquante-quatre milles : ce

(¹) Dati (p. 20), dans Nelli (p. 96, note 1), auquel j'emprunte ces détails, se trompe en attribuant à Galilée de l'avoir dit : Galilée doutait probablement de l'horreur de la nature pour le vide; mais il n'a pas osé dire expressément qu'il y avait du vide dans la nature.

(²) On lit dans l'original : « Dico ciò, perchè qualche filosofo vedendo di non poter... non dicesse di conceder l'operazione del peso aereo, ma persistesse nell' asseverare che anche la natura concorre a repugnare al vacuo. » Traduit littéralement, ce passage m'a paru inintelligible.

que je crois exagéré, parce que je pourrais montrer que le vide devrait faire beaucoup plus de résistance qu'il ne fait; mais ils ont une échappatoire, ils peuvent dire que le poids dont parle Galilée doit s'entendre de la région la plus basse de l'air où vivent les hommes et les animaux, mais que sur la cime des hautes montagnes l'air commence à être très-pur et pèse beaucoup moins que le quatre centième du poids de l'eau.

» Nous avons fait beaucoup de tubes de verre, comme ceux qui sont désignés (*fig. 1*) par les lettres A et B, gros et longs de deux brasses. Ces tubes, étant remplis de vif argent, se vidaient sans que rien n'y entrât; et pourtant le tube AD restait plein jusqu'à la hauteur d'une brasses et un quart avec un doigt en sus. Pour montrer que le tube était parfaitement vide, on remplissait d'eau jusqu'en D le bassin inférieur; et en élevant petit à petit le tube, quand l'extrémité inférieure arrivait à l'eau, on voyait le vif argent descendre du tube, et l'eau le remplir avec une impétuosité effrayante jusqu'en E. Quand la partie AE du tube était vide et que le vif argent se soutenait, bien que fort lourd, dans AC, voici comment on raisonnait: jusqu'ici on a cru que la force qui empêche le vif argent de retomber est intérieure à AE et provient du vide ou de cette matière ⁽¹⁾ extrêmement raréfiée; mais je prétends que la matière est extérieure et que la force vient du dehors. Sur la surface du liquide qui est dans le bassin pèse une quantité d'air qui a cinquante milles de hauteur. Est-il étonnant que le vif argent, qui n'a ni inclination, ni répugnance pour le tube CE, y entre et s'y élève jusqu'à ce qu'il fasse équilibre au poids de l'air extérieur qui le pousse? L'eau dans un tube semblable, mais beaucoup plus long, s'élèvera jusqu'à près de dix-huit brasses, c'est-à-dire d'autant plus haut que le vif argent est plus lourd que l'eau, pour faire équilibre à la même cause qui agit sur l'un et sur l'autre. Ce raisonnement a été confirmé par

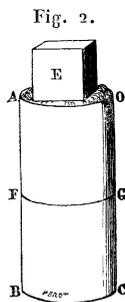
l'expérience faite en même temps au moyen du tube A et du tube B, où le vif argent s'arrêtait toujours à la même ligne horizontale AB; signe presque certain que la force n'est pas intérieure; car il y aurait eu une force d'attraction plus grande dans le tube AE, où il y avait plus de matière raréfiée et attirante, beaucoup plus énergique, à cause de son degré de raréfaction, que celle qui était enfermée dans le très-petit espace B. J'ai cherché à résoudre avec ce principe toutes les difficultés qui se rencontrent dans les différents effets attribués au vide, et je n'ai jusqu'à présent rien rencontré qui ne marchât bien. Il se présentera sans doute beaucoup d'objections à l'esprit de Votre Seigneurie; mais j'espère qu'en y pensant elle les résoudra. Je n'ai pu réussir dans ce qui était mon but principal, à savoir, de connaître au moyen de l'instrument EC quand l'air est plus épais et plus lourd, et quand il est plus subtil et plus léger. Le niveau AB change pour une autre

(1) « *Di quella roba.* » Ce démonstratif n'est pas clair. Il désigne sans doute le vif argent. « *Qualche robba,* quelque matière, » se comprendrait mieux.

cause à laquelle je ne me serais pas attendu, par le froid et le chaud, et très-sensiblement tout comme si le tube AE était rempli d'air. Je présente à Votre Seigneurie mes humbles respects. »

Ricci répondit que Torricelli lui semblait avoir prouvé victorieusement qu'il y a du vide dans la nature ; et que cette preuve lui paraissait d'autant meilleure qu'elle était plus conforme à la simplicité des voies que la nature emploie d'ordinaire. Mais il voyait des difficultés dont il pria Torricelli de lui donner la solution. Voici les deux principales. Si l'on met un couvercle sur le bassin, le mercure restera à la même hauteur dans le tube, quoique l'air ne pèse plus sur le mercure du bassin. Si, tenant le trou d'une seringue bouché, on essaye de tirer le piston, on éprouvera autant de difficulté à le tirer en haut, quand l'air pèse sur sa surface, qu'à le tirer en bas, quand l'air ne pèse plus sur cette surface.

Toricelli répliqua à toutes ces objections dans la lettre suivante, du 28 juin 1644 : « Je crois superflu de répondre aux trois objections de Votre Seigneurie relatives à la résistance apparente qu'on éprouve à faire le vide, parce que je pense qu'elle aura trouvé elle-même les solutions, après avoir écrit sa lettre. Quant à la première, je réponds que si Votre Seigneurie place le couvercle sur le bassin de manière qu'il touche la surface du vif argent, le vif argent qui est dans le tube restera suspendu comme auparavant, non pas à cause du poids de l'atmosphère, mais parce que le vif argent du bassin est retenu. Que si Votre Seigneurie place le couvercle de manière à enfermer dans le bassin une certaine quantité d'air, je demande si Votre Seigneurie admet que l'air enfermé soit au même degré de condensation que l'air extérieur ; alors le vif argent se soutiendra à la même hauteur qu'auparavant, à l'exemple de la laine, dont je vais parler. Mais si l'air enfermé est plus raréfié que l'air extérieur, le vif argent descendra d'une certaine quantité ; s'il était infiniment raréfié, s'il y avait vide, alors le vif argent descendrait tout entier pour peu que le bassin pût le contenir. Le vase ABCD (fig. 2) est un cylindre plein de laine ou d'une autre matière compressible, disons d'air. Ce vase a deux fonds : BC, qui est immobile ; AD, qui est mobile, le long des parois du cylindre ; soit AD chargé par le plomb E qui pèse 1000000 de livres. Je crois que Votre Seigneurie comprend quelle pression s'exercera sur le fond BC. Si nous traversons horizontalement le cylindre par



la plaque de fer FG qui entre et coupe la laine comprimée, je dis que si la laine FCG est comprimée comme auparavant, bien que le fond BC ne sente plus le poids du plomb E, il supportera la même pression qu'auparavant. Que Votre Seigneurie réfléchisse, je ne l'ennuierai pas un instant davantage. Quant à la seconde objection, il y avait une fois un philosophe qui, voyant son domestique mettre un siphon au tonneau, lui fit des reproches, lui disant que le vin ne viendrait jamais, parce qu'il est dans la nature des graves de pousser en bas. Mais le domestique lui fit toucher du doigt que, quoique de leur nature les liquides pèsent en bas, ils poussent et jaillissent dans tous les sens, même en haut, pourvu qu'ils trouvent un lieu où aller, c'est-à-dire un lieu où ils

trouvent une résistance moindre que la force qui les pousse. Que Votre Seigneurie enfonce une bouteille tout entière dans l'eau avec le goulot en bas, ensuite qu'elle fasse un trou au fond, de manière à laisser sortir l'air; et elle verra avec quelle force l'eau y monte pour la remplir. Que Votre Seigneurie y réfléchisse elle-même, je ne l'ennuierai pas davantage. . . .

» Mais j'en ai peut-être trop dit; si je pouvais parler à Votre Seigneurie, elle serait peut-être plus satisfaite. Je lui assure que, s'il lui vient d'autres difficultés à l'esprit, elle pourra les résoudre d'elle-même; car ici l'on en a considéré un grand nombre, et elles se résolvent toutes. »
