



Blaise Pascal
1623-1662

Blaise Pascal s'intéresse à l'expérimentation sur le vide lors d'une visite à Rouen de son ami Pierre Petit. Ensemble, ils répètent l'expérience de Torricelli. Pascal réalise ensuite diverses expériences sur le sujet. Alertés, les aristotéliens prennent les devants et publient plusieurs textes sur l'impossibilité du vide en donnant leur interprétation de l'expérience de Torricelli. Ils prétendent que l'espace au sommet du tube est rempli de vapeurs de mercure.

Pascal

L'équilibre des liqueurs

EXPÉRIENCES NOUVELLES TOUCHANT LE VIDE

faites dans des tuyaux, seringues, soufflets, Et siphons de plusieurs longueurs Et figures; avec diverses liqueurs, comme vif-argent, eau, vin, huile, air, &c. Avec un discours sur le même sujet. Où est montré qu'un vaisseau si grand qu'on le pourra faire peut être rendu vide de toutes les matières connues en la nature, Et qui tombent sous les sens. Et quelle force est nécessaire pour faire admettre ce vide. Dédié à Monsieur PASCAL Conseiller du Roy en les conseils d'État Et Privé. Par le sieur B.P, son fils Et tout réduit en abrégé, Et donné par avance d'un plus grand traité sur le même sujet.

LE PLEIN DU VIDE OU

Le corps, dont le vide apparent des expériences nouvelles est rempli. Trouvé par d'autres expériences, confirmé par les mêmes Et démontré par raisons physiques Par le P. Étienne Noël, de la Compagnie de Jésus. À PARIS Chez Jean du Bray, rue Saint Jacques M. DC. XLVIII. AVEC PERMISSION

Pascal imagine une autre expérience pour répondre à l'interprétation des aristotéliens. Il fait produire deux tubes de quarante pieds consolidés par des supports de bois pour ne pas casser durant l'expérience. L'un des tubes est rempli d'eau, l'autre de vin et les tubes sont bouchés. À l'aide de poulies, les tubes sont renversés et plongés dans des cuves contenant le même liquide.

Selon l'interprétation des aristotéliens, le niveau de liquide dans le tube rempli d'eau devrait être supérieur à celui du vin puisque le vin a plus de vapeurs que l'eau. Ces vapeurs devraient, en se dilatant, occuper un plus grand volume que les vapeurs d'eau.

Selon Pascal, l'inverse devrait se produire. Le niveau de liquide dans le tube contenant le vin devrait être supérieur car le vin est plus léger. Il faut donc une plus grande colonne de vin pour équilibrer la pression de l'air. La hauteur des liquides devrait être dans le rapport de leur pesanteur spécifique (densité). L'expérience démontre que Pascal a raison.

Pascal a ainsi imaginé un protocole montrant l'accord des résultats expérimentaux avec la prédiction théorique, ce qui est une forme de validation essentielle dans le développement de la science.

À l'automne 1647, la famille Pascal s'installe à Paris, où Mersenne et Roberval ex-

périmentent et débattent activement du sujet. Le 8 octobre 1647, Pascal publie un opuscule sur ses principales expériences réalisées à Rouen. La figure à gauche est une reproduction de sa page titre.

Arguments d'Étienne Noël

En réponse à l'opuscule de Pascal, Étienne Noël, un ancien professeur de Descartes au Collège de LaFlèche en fait paraître un lui aussi. Selon Noël, l'espace torricellien est rempli d'un air épuré qui a traversé les pores du tube. C'est cet air qui ralentit la descente jamais instantanée du mercure dans le tube au cours de l'expérience et qui stabilise celui-ci toujours à une même hauteur. Le fait même que cet espace soit transparent à la lumière n'implique-t-il pas au minimum une forme d'éther?

Plutôt que de discuter les arguments du père jésuite, Pascal discute de son propre mode de raisonnement. Aux hypothèses et expériences du sens commun qui sont la base du raisonnement du jésuite, il oppose les effets de persuasion qui résultent de l'expérimentation artificielle. Les hypothèses de Noël sont probables comme explication du phénomène, mais pas plus que toutes les hypothèses avancées par d'autres. Pascal met également en garde contre le recours à la seule induction pour construire la connaissance. Il déclare :

Pour faire qu'une hypothèse soit évidente, il ne suffit pas que tous les phénomènes connus s'en ensuivent, au lieu que, s'il s'ensuit quelque chose de contraire à un seul des phénomènes, cela suffit pour assurer de sa fausseté.

En d'autres mots, même si une hypothèse est valide pour tous les cas vérifiés cela ne signifie pas qu'elle le sera également dans tous les cas qui ne l'ont pas encore été. De plus, il suffit d'un cas pour lequel l'hypothèse n'est pas valide pour conclure qu'elle ne l'est pas toujours. Pascal rappelle qu'il ne prétend pas avoir prouvé avec certitude l'existence d'un espace vide, mais seulement que :

Cet espace est vide, jusqu'à ce que l'on m'ait montré qu'une matière le remplit.

Dans sa réponse, Pascal cherche à faire reconnaître la méthode expérimentale comme mode de construction de la connaissance scientifique. Dans une approche expérimentale, une expérience confirmant une hypothèse ne démontre pas que celle-ci est toujours vraie mais seulement qu'elle est plausible. D'autres expérimentations pourraient infirmer l'hypothèse ou entraîner une modification de celle-ci. Cela suppose qu'il faut reconnaître que la connaissance évolue, elle est en progrès constant.

Les secrets de la nature sont cachés; quoiqu'elle agisse toujours, on ne découvre pas toujours ses effets: le temps les révèle d'âge en âge, et quoique toujours égale en elle-même, elle n'est pas toujours également connue. Les expériences qui nous en donnent l'intelligence multiplient continuellement; et comme elles sont les seuls principes de la physique, les conséquences multiplient à proportion.

Sur le recours aux écrits des anciens comme source de la connaissance scientifique, il écrit :

De même, quand les anciens ont assu-

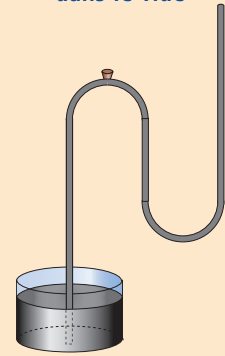
rés que la nature ne souffrait point de vide, ils ont entendu qu'elle n'en souffrait point dans toutes les expériences qu'ils avaient vues, et ils n'auraient pu sans témérité y comprendre celles qui n'étaient pas en leur connaissance. Que si elles y eussent été, sans doute ils auraient tiré les mêmes conséquences que nous et les auraient par leur aveu autorisées à cette antiquité dont on veut faire aujourd'hui l'unique principe des sciences.

La deuxième question soulevée par l'expérience de Torricelli portait sur la cause. Qu'est-ce qui empêche le mercure de descendre dans le tube? Par l'expérience de l'eau et du vin, Pascal avait mis en évidence la relation entre la hauteur du liquide dans le tube et son poids spécifique. Il restait à montrer que cette hauteur compense le poids de l'air sur le mercure de la cuve.

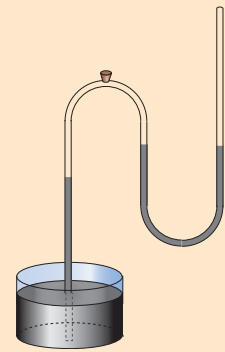
À la fin de 1647, une expérience appelée *expérience du vide dans le vide*, est réalisée indépendamment par Pascal, par Gilles Personne de Roberval et par Adrien Auzout (1622-1691). La relation de cette expérience est donnée par Pascal dans le *Traité de la Pesanteur de la Masse de l'Air* et illustrée ci-contre.

Cette expérience indique que c'est la pression atmosphérique qui s'exerce dans l'une des branches qui fait remonter le liquide dans l'autre branche. Pascal craint cependant que l'on puisse encore interpréter cette expérience par l'horreur du vide. Pour démontrer que c'est bien la pression de l'air qui empêche le mercure de descendre dans le tube, il imagine alors de réaliser l'expérience au pied, à flanc et au sommet d'une montagne. Cette éventualité passionne la communauté expérimentale parisienne. Si la cause est bien la pression de l'air, la hauteur du mercure au sommet d'une montagne devrait être inférieure à ce qu'elle est au pied de la montagne. Pour réaliser l'expérience, il choisit le Puy-de-Dôme en Auvergne, une montagne voisine de Clermont-Ferrand

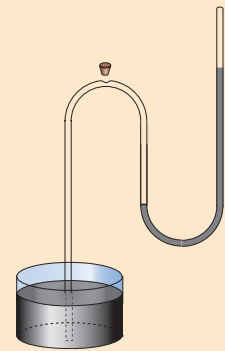
Expérience du vide dans le vide



Un tube recourbé comporte un orifice obturé par un bouchon. Le tube recourbé est renversé et plongé dans une cuve de mercure.



Le mercure descend dans le tube mais, une partie est emprisonnée dans la section courbée. Le niveau de mercure se stabilise à la même hauteur dans les deux branches de cette section. Cela signifie que la pression exercée sur le liquide est la même dans les deux branches. Dans l'autre partie du tube, le mercure se stabilise à la hauteur habituelle.



En enlevant le bouchon, la partie inférieure du tube se vide. Dans l'autre partie, le niveau de mercure remonte brusquement.