

EXPERIENCES.

Pour sçavoir si le Papier & quelques autres corps sont capables d'arrêter l'Air & l'Eau ; & si quand ils arrêtent l'un de ces liquides ils arrêtent l'autre.

Par M. de REAUMUR.

L'AIR & l'Eau se mêlants presque par-tout, pour rendre raison d'une infinité de faits physiques, nous aurions besoin de savoir lequel de ces deux liquides est composé de parties plus grossieres ; c'est de quoi nos yeux ne sçauroient nous instruire immédiatement : il ne paroît pas même aisé de faire des experiences propres à nous en éclaircir. La plupart des Physiciens croient cependant les parties de l'Air plus grossieres que celles de l'Eau. Ils en apportent pour preuve que l'Eau passe au travers du Papier, & que l'Air n'y passe point. Quand ce fait seroit certain, je ne sçais si la consequence qu'on en tire le seroit. L'Eau mouille le Papier, elle le détrempe, si elle le traverse, ce peut donc être parce qu'elle s'est ouverte des routes, ou parce qu'elle a agrandi celles qui étoient ouvertes; en chemin faisant elle écarte les parties du Papier les unes des autres. Ce qui semble le prouver évidemment, c'est que le Papier mouillé est plus long que le Papier sec, & assés considerablement. J'ai mesuré des bandes de Papier. Séches elles n'avoient qu'onze lignes, mouillées elles en avoient plus de treize : l'Eau les avoit donc alongées de près d'un $\frac{2}{3}$; d'où il suit que leurs parties étoient séparées d'un $\frac{1}{3}$ de plus qu'auparavant ; car on ne croira pas que l'épaisseur du Papier avoit perdu ce que sa longueur avoit gagné.

10 Mars
1714.

Mais il y a plus. Est-ce un fait bien constant que l'Air ne puisse passer au travers du Papier ? Je ne sçache point

que pour le prouver, on ait tenté des Experiences sur lesquelles on puisse compter; il n'y en a eu qu'une fort grossiere, qui paroît néanmoins avoir fait prendre parti pour la tenuité des parties de l'Eau. On a vû qu'on bouchoit certains trous avec le Papier, de telle sorte que le vent ou qu'un courant d'air sensible au toucher n'y trouvoit plus passage. Le même Papier n'étoit pas capable d'arrêter l'Eau: de-là on a crû être en droit de conclure que les parties du premier liquide sont plus grossieres que celles du second. Il n'est pas aisé, comme je l'ai déjà dit, de faire des Experiences décisives sur cette question; mais il est aisé de faire voir qu'on n'a pas dû s'en fier à l'experience précédente. Quand nous ne pouvons pas seurement découvrir le vrai, il est bon au moins de faire voir l'incertitude des raisons, qui semblent nous engager à prendre parti.

Nous n'avons point en Physique de fait dont la cause soit mieur connue, que celle qui soutient le Vif-Argent dans les Tuyaux des Barometres. Il n'est point de Physicien qui ne l'attribuë à la pesanteur de l'Air extérieur. Le Tuyau qui contient le Mercure étant bouché hermetiquement par un de ses bouts, la colonne de l'Air qui répond au Tuyau ne peut pas s'appuyer sur le Mercure qui répond au-dedans du Tuyau. C'est le bout scellé qui la soutient. Pour sçavoir si un Tuyau est scellé hermetiquement, ou au moins pour sçavoir si un Tuyau est bouché de façon que l'Air n'y puisse entrer, il ne s'agit donc que de remplir un Tuyau en partie de Mercure ou d'une autre liqueur, & de renverser ensuite ce Tuyau dans un vase plein d'une liqueur semblable à celle qu'on a mise dans le Tuyau; si la liqueur du Tuyau se met de niveau avec la liqueur du vase, il est évident que l'extrémité du Tuyau n'est pas bouchée assez exactement pour fermer le passage à l'Air. Si au contraire la liqueur se tient dans le Tuyau à une hauteur notable au-dessus de la surface de la liqueur du vase, c'est une preuve que l'Air ne trouve point de passage pour s'insinuer dans le Tuyau,

Sur ce principe, rien n'est plus facile que de découvrir si l'Air peut passer au travers d'un Corps en vertu de la pression de l'Atmosphère, ou en vertu d'une pression aussi petite que l'on voudra. Entre différentes manières dont cela peut s'exécuter, voici comment je m'y suis pris. Pour sçavoir si l'Air peut passer au travers du Papier, je me suis servi d'abord d'un tuyau de verre de 38. pouces de longueur, & de cinq lignes de diamètre, dont les deux bouts étoient ouverts, j'ai coupé un petit cercle de Papier, que j'ai posé sur un des bouts du tuyau. Pour coller ce Papier sur le bout du tuyau, de façon qu'il ne restât d'entrée à l'Air qu'au travers du Papier, je me suis servi d'un mélange de Cire & de Poix Resine. Qu'on ne craigne pas par avance, que l'Air trouvât un chemin dans le tuyau au travers de cette composition, ou entre cette composition & le Papier. J'avois éprouvé que lorsque le bout du tuyau étoit bouché avec ce mélange, le Mercure se soustenoit dans le tuyau. Et des expériences que je rapporterai dans la suite feront assés voir, que l'Air ne pouvoit trouver de chemin entre cette matiere & le Papier. Ayant donc recouvert de cette composition toute la partie du Papier qui entouroit les bords du Tuyau, & en ayant appliqué tout autour du Tuyau jusqu'à environ un pouce & demi de distance de son bout, afin que l'Air ne pût pas se glisser par-dessous le Papier, je fis entrer dans le Tuyau assés de Mercure pour occuper sa capacité dans une longueur de 15. à 16. pouces. Je le renversai à la maniere ordinaire, le Mercure descendit subitement, jusqu'à ce qu'il fût à la hauteur où il devoit demeurer, étant poussé par l'Air rarefié qui étoit resté dans le Tuyau. Mais il ne resta pas longtems à cette hauteur, il commença bien-tôt à descendre, & descendit jusqu'à qu'il se trouvât à peu près au niveau du Mercure qui étoit dans le Vase.

Au reste, j'ai repeté cette Experience plus de 20. fois, & avec plusieurs Papiers differens; tantôt je me suis servi

58 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
de Papier mince, & tantôt de Papier épais. Dans ce
dernier genre, j'ai employé du plus fort, même de celui
qui est si connu des Graveurs, sous le nom de Papier du
Nom de Jesus; au travers de tous ces Papiers, l'Air s'est
toujours insinué dans le Tuyau, mais ordinairement moins
vite au travers des papiers épais, qu'au travers des Papiers
fins.

Il suit donc de ces Experiences, que l'Air pressé par une
force moindre que celle du poids de l'Atmosphère, peut
traverser les especes de Papiers dont nous nous servons,
& que, quelque petite même que soit la pression, elle
suffit, puisque l'Air entre jusqu'à ce que le Mercure de-
vienne de niveau. Mais il est à remarquer que le Mercure
décend bien moins vite, ou ce qui est la même chose, qu'il
entre à chaque instant moins d'Air dans le Tuyau, lors-
que la pression devient plus foible: à mesure que la quan-
tité du Mercure devient plus petite, celui qui est resté
décend plus lentement. Aussi est-il visible que moins il y
a de Mercure dans le Tuyau, moins la force de l'Air
exterieur surpasse celle de l'Air du Tuyau; la quantité de
ce dernier augmentant continuellement, il devient plus
en état de résister à l'Air exterieur. En un mot, l'excès de
la force de l'Air exterieur, sur celle de l'Air interieur,
n'est qu'à peu près égale à la quantité de Mercure qui est
restée dans le Tuyau.

De ce que l'Air décend plus lentement, lorsqu'il y a
moins de Mercure dans le Tuyau, il paroît que l'Air trou-
ve de la résistance à traverser le Papier, & que c'est une re-
sistance qu'il surpasse d'autant moins vite, qu'il est poussé
par une moindre force.

J'ai voulu voir si l'Air avoit plus ou moins de facilité
à traverser le Papier mouillé, ou le Papier sec, car il me
paroissoit qu'il y avoit raison pour & contre. Mais l'ex-
perience m'a appris que l'Air qui passe au travers du
Papier sec, ne passe point sensiblement au travers du Pa-
pier mouillé. Aussi-tôt que je mouillois le Papier, qui

couvroit le bout du Tuyau, le mouvement du Mercure s'arrêtoit, il cessoit de descendre : le passage étoit donc bouché à l'Air, & quelque legerement que je mouillasse le Papier c'en étoit assés, le Mercure ne recommençoit à descendre que lorsque le Papier commençoit à se seicher.

On n'avoit pas besoin de cette expérience pour rendre raison de l'usage qu'ont les Matelots de mouiller leurs voiles, lorsqu'ils veulent aller plus vite. Elle sert pourtant à faire voir que les voiles mouillées doivent encore arrêter plus l'Air qu'on ne se le feroit imaginé. J'ai fait une Experience qui le fait encore mieux connoître. Je bouchai le bout du Tuyau avec une toile ferrée, & tout autour j'élevai un petit rebord, fait de ma composition de cire & de poix. Ce rebord formoit une espee de petit Vase dans lequel je mettois de l'Eau, qui furnageoit la toile de quelques lignes. Tant qu'il y avoit de l'Eau dans ce petit vase, le Mercure ne descendoit point sensiblement. L'eau étoit-elle entrée dans le Tuyau, ce que le sifflement, qu'on entendoit faire à l'Air, apprenoit avant que les yeux le pussent découvrir; aussitôt le Mercure descendoit, en jettant de l'Eau sur l'extremité du Vase, on arrêtoit le mouvement sensible du Mercure.

Mais il y a une maniere durable de rendre le Papier impenetrable à l'Air, c'est de le froter d'huile. Le bout du Tuyau étant bouché de Papier huilé, le Mercure s'y soutient.

M'étant servi au lieu de Papier, de vieux Parchemin, j'ai trouvé que l'Air passa assés librement au travers. Mais aussitôt qu'il étoit mouillé, l'Air cessoit de le pénétrer. J'ai essayé une autre espee de peau, que l'on regarde comme assés impenetrable à l'Air, c'est de la vescie de Cochon. J'ai trouvé effectivement qu'il est rare que l'Air la penetre, sur-tout, lorsque la surface interieure de la vescie est mise en dehors du Tuyau. J'ai pourtant vû divers cas, où l'Air passoit au travers, quoi-qu'elle fût mise dans ce sens. Mais il y en passoit si peu à la fois, que le Mercure descendoit

avec une lenteur égale à celle d'une aiguille d'Horloge , surtout lorsqu'on avoit mis peu de Mercure dans le Tuyau. J'en rapporterai un exemple. Il suffira pour donner idée de la lenteur avec laquelle l'Air s'insinuoit dans le Tuyau. Ce qui donna lieu à cette Expérience , c'est celle que je vais rapporter. J'avois bouché le bout d'un Tuyau de 20. pouces de longueur & de trois lignes de diametre avec de la vescie de Cochon. J'avois mis ensuite du Mercure dans ce Tuyau , après-quoi je l'avois renversé , le Mercure parût s'y soutenir ; mais au bout de quatre à cinq heures , je trouvai le Tuyau vuide. Pour repeter la même Expérience , je mis de nouveau du Mercure dans mon Tuyau , & je le renversai , le Mercure parût s'y soutenir à 4. pouces 7. lignes. Une heure après j'examinai le même Tuyau , il n'y restoit qu'un pouce trois lignes de Mercure , par conséquent dans une heure il en étoit descendu 3. pouces 4. lignes , au bout de l'heure suivante le Mercure n'avoit plus que 7. lignes de hauteur. Dans cette dernière heure , il n'étoit donc descendu que de 8 lignes , après une autre heure il n'y avoit que 3. lignes de Mercure ; dans celle-ci , il n'étoit donc descendu que de 4. lignes , & enfin après une quatrième heure , il n'y en restoit qu'une ligne & demi , de sorte que dans la première heure , le Mercure avoit parcouru en descendant 3. pouces 4. lignes , dans la deuxième 8 lignes , dans la troisième 4. lignes , & dans la quatrième une ligne & demie.

Il paroît par la lenteur avec laquelle l'Air entre dans les Tuyaux bouchés par de la vescie de Cochon , que l'on pourroit faire des Horloges à Air , comme on fait des Horloges à Sable & à Eau , à la vérité ces nouveaux Horloges auroient plusieurs inconvéniens des Anciens , & en auroient peut-être encore de particuliers.

Il m'est pourtant arrivé diverses fois , & même le plus souvent , de boucher l'extrémité du Tuyau avec de la vescie de Cochon , de telle sorte que l'Air ne pouvoit s'y insinuer. Cela me donna occasion de tenter une Expérience , qui me

paroissoit propre à décider, s'il y a des corps que l'Eau traverse, & que l'Air ne puisse traverser. On sçait que l'Eau passe de dehors en dedans d'une vescie, quoi-qu'elle ne puisse passer de dedans en dehors, elle a des routes dans le premier sens; au lieu qu'elle n'en a pas dans le second. Fondé sur cette expérience, je voulus sçavoir si l'Eau n'entreroit point dans le Tuyau dans des circonstances où l'Air n'y pouvoit entrer. Pour cela je bouchai le bout d'un Tuyau avec de la vescie, dont la surface extérieure étoit en dehors. Avec mon mélange de cire & de Poix, je fis un rebord au tour de ce bout du Tuyau, ce qui formoit un petit Vase dont la vescie faisoit le fond. Je mis du Mercure dedans ce Tuyau, je le renversai, le Mercure s'y soutint environ à 18 pouces, & s'y soutint stablement, comme je le vis en comparant ce Tuyau au Barometre & au Thermometre, de sorte que j'étois sûr que l'Air extérieur n'avoit aucune communication avec le Mercure du Tuyau. Je remplis alors d'Eau le petit Vase que j'avois formé au bout du Tuyau, l'Eau s'insinua au travers de la vescie, elle tomba sur le Mercure, quoi-qu'assés lentement. Au bout de quelques heures, il y avoit 11 lignes d'Eau au-dessus du Vif-argent. De-là il suit que l'Air & l'Eau étant poussés par une même force, que ce dernier liquide peut, dans quelques circonstances, passer par des endroits par où l'Air ne peut passer. Ce qui déjà peut-être d'usage, dans l'explication de divers faits.

Mais si l'Eau passe par des endroits par où l'Air ne passoit point, s'enfuit-il que les parties de l'Air soient plus grosses que celles de l'Eau; ou n'est-ce point que les parties de l'Eau étant plus massives, elles s'ouvrent des passages qui résistoient à l'Air? Une remarque que nous allons rapporter rendra cette dernière raison la plus vraisemblable, puisqu'elle fera voir que dès-lors que l'Eau traversoit la Vescie, l'Air mêlé avec l'Eau la traversoit aussi.

Après avoir observé que l'Eau étoit entrée dans mon

Tuyau jusqu'à une certaine hauteur, j'observai que le Mercure étoit beaucoup plus descendu qu'il n'eut fait si la seule introduction de l'Eau l'eut obligé à descendre. Il étoit aisé de calculer de combien devoit descendre le Mercure, soit à cause de l'augmentation de la charge de l'Eau, soit à cause de l'espace que l'Eau occupoit dans le Tuyau; & cela en suivant la regle de M^r. Mariotte, plus exacte qu'il n'étoit nécessaire dans la circonstance dont il s'agissoit. Il seroit inutile de rapporter la maniere de faire ces calculs; c'est une chose connuë: je ne rapporterai pas même les différentes augmentations d'Air que je trouvai dans mes Tuyaux à mesure qu'il s'étoit insinué plus d'Eau, & cela parce que je n'ai point trouvé de progression réglée; tout ce que je puis dire pour resultat de mes Experiences, c'est qu'à mesure que la quantité d'Eau augmentoit dans le Tuyau, j'ai trouvé aussi pour l'ordinaire, que la quantité d'Air y augmentoit.

Pour donner quelque idée de ce qui se glissoit d'Air avec l'Eau dans certaines circonstances, je rapporterai l'Experience suivante. Après avoir rempli de Mercure assés pur un Tuyau de 42. pouces de longueur, je le renversai à la maniere ordinaire; renversé il y avoit 27. pouces & demi au-dessus de la surface du Mercure du vase. Le Mercure du Tuyau se soutint à peu près à la hauteur où il se devoit soutenir, comme je le vis en le comparant à un Barometre. J'étois donc sûr qu'il n'y avoit pas une quantité d'Air au moins sensible dans ce Tuyau; son bout étoit bouché avec de la vescie de Cochon comme dans les Experiences précédentes, & autour de cette vescie il y avoit ce rebord de cire dont nous avons patlé, qui, comme les parois d'un vase, contenoit de l'Eau. L'Eau s'insinua au travers de la vescie, mais avec une extreme lenteur. Pendant neuf jours entiers il n'en entra dans le Tuyau que 23. pouces; mais il me fût aisé de voir qu'elle n'y entroit pas seule. Le Mercure decendoit trop à proportion de la hauteur de l'Eau. Lorsqu'il y en eut 23. pouces, je bouchai avec

le doigt le bout qui étoit plongé dans le Mercure, & le tenant toujours bouché, je renversai le Tuyau de maniere que le bout qui étoit auparavant en haut se trouva en bas. Alors je vis monter vers mon doigt l'Air qui étoit proche de la vescie. Il formoit une grosse bulle, si pourtant on peut appeller bulle un cylindre d'Air qui avoit près de deux pouces de long. Ce cylindre qui occupoit deux pouces dans mon Tuyau n'auroit pas eu à beaucoup près ce volume, si sa densité eut été telle que celle de l'Air extérieur. J'en fis le calcul, il étoit aisé à faire parce que je sçavois la hauteur du Mercure dans le Tuyau, & je trouvai qu'il y avoit environ alors huit lignes d'Air aussi condensé que l'Air extérieur; de sorte que dans cette Experience, avec 23. pouces d'Eau, il s'étoit insinué 8. lignes d'Air, & peut-être y en avoit-il encore de mêlé avec l'Eau.

Au reste, on ne doit pas être embarrassé à concilier cette Experience avec celles que j'ai rapportées d'abord. J'ai dit que j'empêchois l'Air de passer au travers du Papier, lorsque je mouillois ce Papier. J'ai eu soin d'ajouter que j'arrêtois le mouvement sensible du Mercure, mais il ne s'ensuit pas de-là que l'Air n'entrât alors d'une maniere qui ne pouvoit être apperçûë qu'au bout d'un long-temps.

Quoi-que j'aye dit que j'avois mis la surface extérieure de la vescie en dehors; j'ai fait des Experiences où j'ai placé de même sa surface extérieure pour voir si elle ne laisseroit pas passer l'Eau, lorsque l'Eau seroit pressée par le poids de l'Atmosphère ou par un poids beaucoup moindre; car de ce que l'Eau ne passe pas de dedans en dehors de la vescie, lorsque l'Air presse autant contre sa surface extérieure que contre sa surface intérieure, il ne me paroïssoit pas qu'il s'ensuivit que lorsque la surface extérieure seroit plus pressée que l'intérieure, l'Eau ne pût pas passer dans le sens où elle ne passe pas ordinairement; aussi ai-je trouvé qu'elle passoit dans cette dernière circonstance, lors même qu'il ne restoit pas une hauteur con-

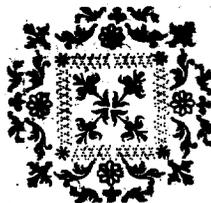
64 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
siderable de Mercure dans ce Tuyau.

De-là on voit qu'il peut arriver bien des cas où les membranes de notre corps seront traversées par l'Eau, l'Air, ou par quelque autre liquide qui ne les pénètre pas ordinairement; & cela, si par quelque convulsion de ces membranes il reste un espace rempli d'Air beaucoup plus rare que l'Air extérieur.

Si l'on cesse de mettre de l'Eau sur le bout du Tuyau couvert de vessie lorsque l'Eau est insinuée dans le Tuyau ou qu'elle s'est évaporée, la vessie se sèche & le Mercure cesse de descendre; ainsi si l'Air passe au travers de la vessie, ce ne peut être que quand il est mêlé avec l'Eau, ou dans le temps que l'Eau tient des passages ouverts.

J'ai rempli de Mercure l'espece de petit vase qui étoit au bout de mon Tuyau, mais le Mercure n'a pas pour cela pénétré sensiblement la vessie dans l'espace de 14. ou 15. heures.

Il y auroit bien des conséquences à tirer de ces Experiences, mais pour les tirer plus seurement, il seroit bon de les répéter avec des liqueurs différentes & des corps différents dont on boucheroit le bout du Tuyau.



APPLICATION

Expériences pour savoir si le papier et quelques autres corps sont capables d'arrêter l'air et l'eau et si quand ils arrêtent l'un de ces liquides ils arrêtent l'autre - M. DE RÉAUMUR
Académie royale des sciences - Année 1714

PHYSIQUE
