

Ses bulles ou gouttes affectent la figure ronde , & dès que deux bulles se touchent , elles s'unissent. Que lui manque-t-il pour être un parfait liquide ? Il est si répandu par tout , qu'une plus grande connoissance de sa nature , promet nécessairement de nouveaux avantages à la Physique.

SUR LE NOUVEAU THERMOMETRE.

V. les M.
p. 250.
* p. 9.
& suiv.

LE nouveau Thermometre de M. de Reaumur , dont la construction a été expliquée en 1730 , * étoit digne d'être porté à toute la perfection qu'on y pouvoit désirer , & ç'eût été dommage d'y épargner quelque travail de plus , quoique ces sortes de travaux mènent presque toujours plus loin que l'on n'a cru. Il restoit quelque indécision sur l'article par où nous avons fini ce que nous en avons dit dans l'année précédente , & l'Inventeur du nouvel Instrument n'a pas voulu laisser ce sujet de doute , tout léger qu'il étoit ; & l'engagement même où il prévoyoit qu'il s'alloit mettre d'entrer dans des discussions de Physique fort délicates , a été pour lui une raison d'entreprendre cette matiere.

Il s'agit de sçavoir , si au haut du tuyau du Thermometre , on laissera de l'air naturel , & tel qu'il étoit au temps de la construction , ou si on le raréfiera autant qu'il sera possible. Nous en avons déjà rapporté le pour & le contre. Si c'est le 1^{er} , lorsque l'air renfermé , & l'esprit de vin recevront l'impression du chaud extérieur , ils tendront en même temps à se dilater. Outre que la liqueur n'aura plus son mouvement libre , & marquera mal les degrés , cet effort peut être tel qu'il cassera la boule du Thermometre sur laquelle il s'exerce. Si c'est le 2^d , l'air contenu dans l'esprit de vin , car toutes les liqueurs en contiennent , n'étant plus comprimé par le poids de l'air du haut du tube s'échappera & s'élèvera dans cette espèce de vuide ; on ne sçait s'il ne peut pas s'y en amasser assez pour former un volume d'air , égal à peu près en quantité & en qualité à l'air naturel qu'on auroit laissé

dans le 1^{er} cas , & si par conséquent il n'y auroit pas les mêmes inconvéniens à en craindre.

Il y a plus , lorsqu'on prend le parti de ce 2^d cas , on fait chauffer la liqueur en construisant le Thermometre , afin qu'elle s'éleve jusqu'au bout du tuyau , ou bien près , après quoi on le scelle promptement , & par ce moyen on ne peut y renfermer qu'un air extrêmement raréfié. Mais M. de Reaumur a observé que les Thermometres ainsi construits se tiennent plus haut que ceux sur lesquels on les avoit réglés, avant qu'on les scellât. A la vérité , ces Thermometres dérangés se remettent d'eux-mêmes avec le temps , il y a même des moyens de leur aider , mais ils ne se remettent pas parfaitement. M. de Reaumur prouve que cet effet vient de l'air contenu dans la liqueur , & qui par la chaleur qu'elle a prise au temps de la construction , s'est dégagé de ses parties , auxquelles il étoit intimement uni , moyennant quoi il s'est trouvé en état de se raréfier assez pour augmenter sensiblement le volume de l'esprit de vin. Nous expliquerons plus particulièrement dans la suite tout ce qui appartient à cet air contenu dans la liqueur , & après cela différemment modifié.

Cette observation n'empêcheroit peut-être pas que le parti moyen que nous avons proposé pour l'air du haut du tube ne subsistât. On ne chaufferoit la liqueur que médiocrement en construisant le Thermometre , les inconvéniens seroient légers , & la Physique qui ne peut jamais être si exacte , seroit assez en droit de les négliger. Mais M. de Reaumur a conçu le dessein hardi & presque téméraire d'ôter absolument ces inconvéniens.

Il seroit exécuté , si l'on pouvoit tirer de l'esprit de vin du Thermometre tout l'air qu'il contient ; car alors on ne craindroit plus que sa marche ne fût troublée par cet air qui vient à s'en dégager en certain temps , la qualité de la liqueur seroit toujours la même , le haut du tube demeureroit , ou presqu'absolument vuide , ou rempli seulement de telle quantité d'air naturel qu'on voudroit. Mais toutes les expériences nous apprennent qu'il est impossible de tirer d'une

liqueur tout l'air qu'elle contient. Il n'y a que trois causes qui le fassent sortir des liqueurs, la diminution du poids de l'Atmosphère qui pressoit sur elles, une grande chaleur, un grand froid; cette dernière cause, moins frappante que les deux autres, se manifeste bien sensiblement dans la glace; par les grosses bulles d'air qui s'y forment. Mais il est très-certain qu'aucune des trois ne tire entièrement tout l'air.

Une réflexion sur le sujet présent fait voir que ce mal n'en est pas un. Il s'agit de Thermometres, d'Instrumens qui mesurent les degrés de chaud & de froid de l'air que nous respirons sur la terre, & non pas les degrés de chaud & de froid de Mercure ou de Saturne. M. de Reaumur a pensé que si, comme il étoit très-apparent, la chaleur faisoit sortir d'une liqueur, d'autant plus d'air qu'elle étoit plus grande, il y avoit un certain point au-delà duquel une chaleur déterminée n'en feroit plus sortir, quoiqu'il en restât; & que quand tout l'air que cette chaleur pouvoit tirer d'une liqueur, en seroit sorti de manière à n'y pouvoir rentrer, il n'étoit plus possible qu'une chaleur moins forte tirât aucun air de cette liqueur. Certainement, il s'en faut beaucoup que notre air ne soit jamais, ni en aucun climat, aussi échauffé qu'il peut l'être par l'eau bouillante, & par conséquent si on a tiré d'un esprit de vin, par une chaleur approchante, tout l'air qu'il aura pû lui donner, cet esprit sera désormais à l'épreuve de toutes les chaleurs des Pays les plus chauds, on aura une sûreté plus que suffisante.

L'expérience s'est parfaitement accordée aux vûes de M. de Reaumur. La boule d'un Thermometre étant plongée dans l'eau bouillante, & l'esprit de vin s'étant élevé jusqu'au haut du tube, il a scellé le tube avec de la cire, & ensuite l'a couché presque horizontalement, afin que l'air, dont la partie considérablement la plus grande étoit contenue dans la liqueur de la boule, s'échappât avec plus de facilité. Il s'est formé en effet une grosse bulle d'air au haut de la boule. M. de Reaumur a remis son Thermometre dans la situation verticale & ordinaire; alors la bulle de la boule s'est élevée

le long du tube , & en a gagné le haut qui a été déscellé pour la laisser sortir. Aussi-tôt on a remis le Thermometre dans de l'eau qu'on a fait chauffer jusqu'à bouillir , & on l'a rescellé pour recommencer la même opération , car il la faut recommencer , & plusieurs fois , toujours de la même façon , pour tirer toujours de nouvel air de la liqueur. Les bulles d'air du haut de la boule , qui diminuent de grosseur dans les opérations successives , promettent que l'air ne sera pas inépuisable. Cette diminution est sensible , tantôt dès les premières opérations , tantôt plus tard , mais elle va toujours en augmentant , & enfin après un nombre d'opérations , qui va au plus jusqu'à 20 , & est souvent moindre , la liqueur est entièrement épuisée d'air , c'est à-dire , de celui qu'elle peut donner par la chaleur de l'eau bouillante. On a beau laisser après la dernière opération le Thermometre couché horizontalement , il ne se forme plus de bulle d'air dans la boule. Le Thermometre construit à demeure , & ne devant plus être déscellé , a été scellé à la lampe , au lieu qu'il ne l'étoit dans les opérations préparatoires qu'avec de la cire qu'on ôtoit facilement.

Il a donné lieu à deux observations importantes , car nous en omettons plusieurs moins considérables , quoiqu'utiles au sujet embrassé dans toute son étendue.

1°. Le Thermometre à esprit de vin purgé d'air a été conforme dans sa marche à d'autres Thermometres bien réglés , mais dont l'esprit de vin , le même en qualité , étoit chargé d'air autant qu'il pouvoit l'être. De-là il suit , contre l'opinion de plusieurs habiles Physiciens , que l'air contenu dans l'esprit de vin , & par conséquent , selon toutes les apparences , celui des autres liqueurs , ne contribue point à leur dilatabilité , du moins sensiblement , car s'il y contribuoit , il est clair qu'un Thermometre à esprit de vin , purgé d'air , ne se seroit pas tant élevé que les autres par un même degré de chaleur.

2°. Quoique par les opérations successives qui ont purgé un esprit de vin , il en soit sorti une grande quantité d'air ,

Hist. 1731.

B

& telle qu'en faisant une somme de tous les degrés que cet air dégagé a occupés au haut du tuyau, on trouve quelquefois jusqu'à 54 degrés, cependant le Thermometre étant construit, & s'étant mis au degré que lui donnoit la chaleur de l'air extérieur, il n'a été que de $\frac{1}{4}$ de degré plus bas, que si l'esprit de vin n'avoit pas été purgé.

Cela paroît contraire à ce qui vient d'être dit, car enfin l'esprit de vin purgé d'air étoit donc plus bas, moins dilaté, quoique de fort peu, & par conséquent l'air qu'il avoit perdu, l'auroit rendu plus dilatable. Voici le dénouement de la difficulté, qui nous jette dans une considération, ou plutôt dans une suite de considérations physiques assez curieuses.

Le fait est constant qu'il y a de l'air dans toutes les liqueurs, elles en exhalent toutes dans la Machine Pneumatique, & on ne les en épuit jamais entièrement. M. Mariotte a observé qu'elles ont une grande facilité à en reprendre, & à s'en charger de nouveau avant qu'il est possible.

Cependant il y a peu d'affinité à certains égards entre ces deux substances, l'air & une liqueur quelconque. L'air se laisse aisément comprimer par les poids, & à proportion des poids, du moins dans les expériences que nous pouvons faire, & il se dilate à proportion de ce qu'il est soulagé de cette pression. Il se dilate aussi par le chaud, & se condense par le froid. On a éprouvé que l'eau est absolument incompressible par les poids, elle passera plutôt en vapeur par les pores d'un vase de métal où elle sera enfermée, que de se laisser comprimer par de violents coups de marteau, qui feront des enfoncements au vase, & en diminueront la capacité intérieure. Cette eau qui ne s'est pas laissée comprimer, avoit pourtant beaucoup d'air, & de-là il suit que l'air mêlé dans les liqueurs y perd sa propriété d'être compressible par les poids, car ce que nous avons dit de l'eau, il le faut entendre des liqueurs en général qui contiennent toujours beaucoup d'eau, & peut-être ne sont liqueurs que parce qu'elles en contiennent.

Il y a cependant des cas où l'air des liqueurs est compressible. Quand M. de Reaumur, au moyen de l'eau bouillante,

avoit épuisé d'air, autant qu'il se pouvoit, l'esprit de vin de son Thermometre, le Thermometre déscellé & ouvert à l'air extérieur, descendoit aussi-tôt de quelques degrés, sans que ce mouvement pût être attribué à la température d'air que cet Instrument doit marquer. Nous observerons même, en passant, qu'il ne falloit ouvrir le Thermometre qu'en faisant un petit trou à la cire qui le scelloit, sans quoi l'irruption de l'air extérieur auroit été trop brusque & trop impétueuse, & même en ne déscellant qu'avec la précaution marquée, on voyoit encore des espèces de vibrations de la liqueur, qui repoussée d'abord trop bas, remontoit ensuite comme par une vertu de ressort, & venoit enfin à s'arrêter à un certain point. Assurément ce n'étoit pas dans cette expérience l'esprit de vin qui se comprimoit par l'entrée de l'air extérieur dans le tube, il falloit que ce fût de l'air raréfié contenu dans cet esprit.

L'air des liqueurs y est donc en deux états différents, dans l'un il est incompressible, dans l'autre, capable de compression. Il est naturel & même nécessaire de concevoir que lorsqu'il est incompressible, il est uni à la liqueur le plus étroitement qu'il se puisse, & que quand il est capable de compression, il en est à demi dégagé, sans avoir pû en sortir, & en effet il n'est en cet état que par une grande chaleur.

Si dans le premier état il ne fait rien à la compressibilité des liqueurs, il ne fait rien non plus à leur dilatabilité. L'eau se dilate indépendamment de l'air, parce que ses parties deviennent plus ténues, s'écartent davantage les unes des autres, & se répandent dans un plus grand espace; ce sont là les vapeurs, les brouillards, & cela n'empêche pourtant pas que l'air, qu'il n'est pas possible de tirer entièrement de l'eau, n'ait pû contribuer à la dilater. Pour l'esprit de vin qu'on aura purgé de tout l'air qui en peut sortir par l'eau bouillante, il ne se dilatera plus à toute autre chaleur moindre que par sa partie huileuse & spiritueuse, qui de sa nature est susceptible d'extension. Peut-être aussi sa partie aqueuse, car il n'est pas d'une substance homogène, comme l'eau, contribue-t-elle de quelque chose aux grandes dilatations.

La distinction des deux états de l'air dans les liqueurs donne l'explication de la difficulté qui avoit été proposée. Mais cette explication elle-même en demande d'autres. Comment l'air est-il devenu incompressible dans une liqueur ? Ses différentes parties, qui y seront semées comme on voudra, y ont toujours un certain volume, & tous ces volumes y sont condensés au point de ne pouvoir plus l'être davantage, quelle force a été assez puissante pour les condenser à ce point-là ? nous n'en connoissons aucune qui soit à beaucoup près capable de cet effet. Il suffit qu'une liqueur soit présentée à l'air, elle le prend, s'en imbibe sans aucune violence & très-naturellement. Tout ceci, qui a paru aux Physiciens d'une difficulté effrayante, M. de Reaumur a trouvé moyen de le ramener à des idées si simples & si familières, qu'on fera peut-être étonné de l'embarras qu'on s'étoit fait.

Une liqueur prend l'air, comme une petite languette de drap prend & boit l'eau où elle trempe par un bout. L'air mouillé par la première surface de la liqueur s'incorpore avec elle, il n'a plus que le mouvement de liquidité qu'elle a, & par ce mouvement celui qui étoit à la première surface est porté ailleurs, s'enfonce, si l'on veut, dans la liqueur, & il arrive à cette surface supérieure de nouvel air qui se mouille pareillement de la liqueur, s'y mêle, & toujours ainsi de suite jusqu'à ce qu'elle en ait bû tout ce qu'elle en peut boire.

Tous les interstices que laissoient entr'elles les parties propres de l'air se remplissent de la liqueur, & par conséquent le volume de l'air n'en est pas augmenté. C'est ainsi que le volume d'une éponge ne l'est pas, quoiqu'à compter tout ce qu'elle a pris d'eau dans toutes ses cellules, il se trouvât qu'elle en a pris un volume beaucoup plus grand que celui de sa matière propre.

Puisque du papier mouillé perd son ressort, & à tel point qu'il ne peut plus porter son propre poids, on concevra sans peine que l'air mouillé perd aussi son ressort, & qu'alors par conséquent il n'est plus ni compressible, ni dilatable. Mais il peut se sécher, c'est-à-dire qu'il peut être tiré des interstices

de cette liqueur où il s'est insinué, & cela arrive soit lorsque la compression de l'air extérieur devenue moindre, le tient moins renfermé dans la liqueur, soit lorsqu'il survient une chaleur qui agitant plus vivement les particules où la liqueur & l'air sont unis occasionne leur séparation, soit au contraire lorsque le froid rapprochant davantage les unes des autres les parties propres de la liqueur, en chasse & en exprime celles de l'air.

De ces trois cas celui de la chaleur est le seul auquel il faille avoir égard en fait de Thermometres, car leur liqueur ne gele pas, & on a pris ses précautions contre les variations du poids de l'Atmosphère. Quand la chaleur n'a dégagé qu'à demi l'air de l'esprit de vin, on conçoit naturellement qu'il se trouve alors dans toute cette liqueur une infinité de petites bulles d'air semées de toutes parts, qui n'en sortent point, parce qu'elles ne sont pas encore assez agitées, parce qu'elles n'ont pas la force de vaincre la résistance du liquide, &c. C'est dans ce cas-là principalement où arrivent les Phénomènes qui pouvoient embarrasser.

Nous avons vu que quand M. de Reaumur a voulu purger d'air un esprit de vin autant qu'il pouvoit l'être par l'eau bouillante, il en avoit tiré par toutes ses opérations successives jusqu'à 54 degrés, ces degrés étant de l'étendue de ceux du tube du Thermometre, & que cependant le Thermometre construit ne s'étoit trouvé que de $\frac{1}{4}$ de degré plus bas qu'il n'eut été sans cette construction particulière. Le rapport de 54 à $\frac{1}{4}$ étant celui de 216 à 1, le volume de la liqueur n'a donc par l'extraction de l'air été diminué que de $\frac{1}{216}$. C'est la même chose que si d'une éponge bien imbibée d'eau, & qui représente ici l'air, on en retranchoit par la pensée toute sa substance propre, certainement le volume d'eau restant seroit presque égal à ce qu'étoit le tout auparavant. Il suit de-là, non que l'air fût 216 fois plus condensé dans l'esprit de vin que dans l'état où nous le respirons, mais que d'un volume total de 217 parties, l'air en occupoit seulement 1, & l'esprit de vin 216.

M. de Reaumur ne prétend pas avoir encore épuisé ce sujet, & en épuise-t-on jamais quelqu'un ? Il prétend seulement que quand on voudra le suivre plus loin, ses nouveaux Thermometres se trouveront heureusement fort propres aux expériences qui pourront y être nécessaires.

Pour revenir à la construction de ces Thermometres, d'où nous nous sommes un peu écartés par des considérations incidentes, M. de Reaumur avertit que quand on veut purger d'air l'esprit de vin, on n'est pas absolument obligé de passer par le grand nombre d'opérations, qui l'en purgeroient entièrement. Ce n'est pas que ce grand nombre doive faire tant de peur, ni qu'il demande tant de temps qu'on croiroit d'abord, M. de Reaumur le fait voir, mais un moindre nombre suffira, & le peu d'air qui restera dans l'esprit de vin ne sera pas capable de troubler jamais sa marche sensiblement. Les objections qu'on a faites de ce chef contre la nouvelle invention, l'Auteur les croit pleinement résolues par cette construction seule bien conçue, ou bien exécutée.

On a fait une autre difficulté, qui pouvoit faire impression tant par le lieu d'où elle venoit que par le calcul géométrique dont elle étoit appuyée. Le nouveau Thermometre doit être plus grand & plus gros que les anciens, & contenir plus de liqueur. Le fond de la boule est toujours d'autant plus chargé, non-seulement qu'une plus grande quantité de liqueur pèse dessus, mais que la colonne de cette liqueur est plus haute, parce que, selon les principes de l'Hydrostatique, quoique le diamètre du tube soit beaucoup plus petit que celui de la boule, le fond de la boule est aussi chargé que s'il l'étoit par une colonne de liqueur dont le diamètre seroit dans toute sa longueur égal à celui de la boule. Lorsque dans le nouveau Thermometre la liqueur est à sa plus grande élévation, cette charge peut faire un effort de 130 livres, & il est à craindre que la boule qui n'est pas d'un verre plus fort que dans les Thermometres communs, ne casse. M. de Reaumur s'est rassuré contre cette crainte par des expériences, soit en faisant élever la liqueur par l'eau bouillante plus

haut qu'elle ne fera jamais dans les grandes chaleurs d'aucun climat, soit en employant des boules fort éloignées de la figure sphérique, & par conséquent beaucoup moins capables de résister.

On pourroit dire qu'une plus grande charge, sans casser la boule, la dilateroit, ce qui feroit baisser la liqueur dans le tuyau, & par conséquent donneroit une marque trompeuse. Mais M. de Reaumur a encore trouvé que cet inconvénient étoit nul. Quand le Thermometre est dans sa position ordinaire, qui est la verticale, la boule est la plus chargée qu'elle puisse être, & par conséquent dilatée si elle peut l'être par cette cause. En inclinant le tuyau jusqu'à le rendre presque horizontal, on soulage la boule de presque tout le poids qu'elle portoit, elle se resserrera donc, & le Thermometre étant promptement redressé, la liqueur y sera plus haute qu'elle n'étoit auparavant. C'est cependant ce qui n'arrive point, preuve certaine que de ce chef, la boule ni ne se dilate, ni ne se resserre.

SUR QUELQUES EXPÉRIENCES

DE L'AIMAN.

C'EST ici une matière dont on ne verra de long-temps le bout, si on le voit jamais, & si on le voit d'aucune autre. M. du Fay continue les recherches sur l'aiman, dont nous avons parlé en 1728 * & en 1730 *, & par de nouvelles expériences, dont nous omettrons le détail, aussi bien que la description des Machines qu'il a été obligé d'inventer, il étend présentement, ou éclaircit, ou modifie ce qu'il avoit avancé.

V. les M.
p. 417.

* p. 1. &
suiv.

* p. 1. &
suiv.

Il s'agit de deux questions.

1°. Dans un même aiman un pôle a-t-il constamment plus de vertu attractive que l'autre ?

2°. Une plus grande vertu attractive n'emporte-t-elle pas la vertu de soutenir un plus grand poids ?

Sur le nouveau thermomètre - Physique générale - Histoire de l'Académie royale des sciences
- Année 1731

DE RÉAUMUR
