

S E C O N D M E M O I R E
S U R L A
C O N S T R U C T I O N D E S T H E R M O M E T R E S ,
D O N T L E S D E G R É S S O N T C O M P A R A B L E S ;
*Avec des Expériences & des Remarques sur quelques
propriétés de l'air.*

Par M. DE REAUMUR.

6 Juin
1731.

TANT que les degrés des Thermometres ont été pris presqu'arbitrairement, tant que différents Thermometres ont exprimé les mêmes changements de froid & de chaud par des nombres de degrés inégaux, il étoit assez inutile de chercher à y corriger quelques imperfections, qui, quoique considérables, étoient légères en comparaison de celles qui naissoient essentiellement de leur construction. Mais à présent que nous avons des principes sur lesquels on peut faire des Thermometres dont les marches soient les mêmes, lorsqu'ils seront exposés à un air également chaud ou froid, qui exprimeront les différents degrés de chaud & de froid de l'air de différentes Saisons & de différents Pays, en degrés qui seront comparables, nous aurions tort de ne pas songer à leur procurer toutes les perfections dont ils sont susceptibles, de ne pas chercher à remédier à tout ce qui pourroit troubler la régularité de leur marche, s'il reste encore quelque chose qui la puisse troubler.

* Mem. de
l'Ac. 1730.
p. 452.

Dans le Mémoire, dont celui-ci est une suite*, nous avons établi les principes sur lesquels ces Thermometres doivent être construits, pour que leurs marches soient exactement comparables, & nous y avons décrit les procédés qui conduisent à les construire sur ces mêmes principes. Il n'y a eu qu'un article sur lequel nous ne nous sommes pas

expliqués, & sur lequel nous avons averti qu'il nous restoit à nous expliquer plus au long ; c'est sur les précautions avec lesquelles il convient de les sceller. Cet article ne pouvoit être traité dans toute l'étendue nécessaire, à la fin d'un Mémoire déjà très-long ; il fournira lui seul la matière de deux autres Mémoires, parce qu'il nous a engagés à faire diverses expériences qui ne sont pas seulement propres à rendre les Thermometres plus parfaits, elles nous apprendront des faits qui m'ont paru curieux par eux-mêmes, & qui pourront donner des éclaircissements sur les causes trop peu connues de quelques autres faits regardés comme singuliers par les Physiciens.

Les Thermometres auxquels nous allons nous fixer actuellement, sont donc ceux que nous avons appris à construire dans le Mémoire déjà cité. Il seroit inutile d'avoir présentes toutes les petites pratiques au moyen desquelles on y parvient, mais il est essentiel de se rappeler les principes sur lesquels leur construction est fondée, ce qui les caractérise. Leur figure est précisément la même que celle des Thermometres à esprit de vin, qui sont les plus communs ; ils sont composés d'une boule, ou d'une boîte de verre, à laquelle est scellé un tuyau aussi de verre, & tout droit ; mais au lieu que ceux qu'on a faits ci-devant, étoient remplis d'un esprit de vin pris, pour ainsi dire, au hasard, les uns d'un esprit de vin rectifié, les autres d'un esprit de vin foible, d'une espèce d'eau-de-vie, & tous d'un esprit de vin, dont la qualité est ignorée par ceux qui observent ces Thermometres, les nouveaux Thermometres sont remplis d'un même esprit de vin, ou au moins ils doivent apprendre la qualité de l'esprit de vin dont ils sont remplis, qui est déterminée par le plus ou moins de dilatabilité dont il est susceptible. Celui qu'on a pris par préférence est tel, que son volume étant réduit à 1000 parties par le froid de l'eau qui commence à se geler, est augmenté de 80 parties par le plus grand degré de chaleur que l'eau bouillante puisse lui communiquer, sans le faire bouillir. Le froid de l'eau qui commence à se geler,

Le froid de la glace qui commence à se former, tel que celui de la glace qu'on produit par art en Eté, & que nous avons nommé *congélation artificielle de l'eau*, est le terme d'où l'on commence à compter les degrés de ce Thermometre. Ils y sont divisés en deux suites, ceux de l'une s'élevent au-dessus, & ceux de l'autre descendent au-dessous du terme de la congélation. Les degrés montants marquent combien l'esprit de vin s'est dilaté, & sont appellés degrés de dilatation. Les degrés descendants marquent combien l'esprit de vin s'est condensé plus qu'il ne l'est par la congélation de l'eau, & ils sont appellés *degrés de condensation*.

Mais ce qui fait le vrai caractère de ces sortes de Thermometres, c'est que leurs degrés ne sont pas des portions de la longueur du tuyau arbitrairement prises; les capacités de tous les degrés sont égales, elles contiennent chacune un volume égal de liqueur, & le volume contenu dans chaque degré est connu, il est une millième partie du volume de l'esprit de vin qui a pris le degré de froid de l'eau qui commence à se géler. Ainsi lorsque l'esprit de vin s'est élevé de 20 degrés au-dessus du terme de la congélation de l'eau, le volume de l'esprit de vin, qui étoit 1000 à ce terme, est devenu 1020, il s'est dilaté de 20 parties. Si l'esprit de vin se trouve 10 degrés au-dessous du terme de la congélation, on sçait que son volume qui, à ce terme étoit 1000, n'est plus que 990, ou qu'il s'est condensé de 10 parties.

Nous supposons connues les pratiques qui conduisent à faire des Thermometres qui ayent les qualités que nous venons d'exiger, ou qu'on en a de tels, & qu'il ne reste plus qu'à sceller l'extrémité supérieure de leur tuyau; car je ne mets point en question actuellement, s'il convient de la sceller, ou non. Les premiers Thermometres, comme toutes les nouvelles productions de l'art, étoient encore très-imparfaits, on laissoit le bout de leurs tubes ouvert; on songea à les sceller, dès qu'on chercha à les rendre durables, & plus aisés à transporter: on a toujours sçu apparemment que de l'esprit de vin ne conserveroit pas long-temps sa force dans un vase ouvert.

Mais la question que j'ai proposée dans le premier Mémoire, & que j'ai remise à discuter dans celui-ci, est de savoir s'il convient de laisser dans la partie supérieure du tube, un air à peu près aussi condensé que l'air que nous respirons, ou s'il est mieux d'y laisser un air extrêmement raréfié. Si le Thermometre est construit en Hiver, & qu'on renferme dans son tube un air à peu près aussi condensé que l'est celui qui nous environne, alors le risque que courra l'instrument dans les Saisons plus chaudes, est aisé à prévoir; la liqueur comprimera de plus en plus, en s'élevant, un air qui fait lui-même effort pour occuper plus d'espace qu'il n'en occupoit, lorsqu'il a été renfermé; la boule mince du Thermometre ne résistera pas à cet effort; elle pourra être cassée par un air renfermé dans un temps assez doux, lorsque la liqueur sera raréfiée par la chaleur de certains jours d'Été.

Cet accident n'est point à craindre si l'air contenu dans le tube est extrêmement rare, si la place qu'on lui a laissée est beaucoup plus grande que celle qu'il occupoit, lorsqu'il en étoit dehors. Il est très-aisé de renfermer dans le tube d'un Thermometre une aussi petite quantité d'air qu'on voudra, sur-tout si on a pris soin de faire renfler le bout supérieur du tube en une boule, & qu'il se termine ensuite par un tuyau capillaire, long de quelques pouces. Mais il reste à examiner si le Thermometre, à qui on a laissé si peu d'air, n'est pas sujet à bien des changements; peut-être même n'est-il pas bien sûr que le Thermometre à qui on en a laissé très-peu, ne soit pas en risque d'être cassé, dans la suite des temps, par l'air qui s'y trouvera trop à l'étroit.

Une seule expérience, mais que j'ai répétée bien des fois, nous apprendra tout ce qui peut être à craindre de l'air trop raréfié qu'on laisse dans les Thermometres, & nous mettra sur la voye de parvenir à en construire dont les marches ne seront sujettes qu'aux variations qu'elles doivent marquer, pour en avoir qui ne soient ni sujets à se casser, ni à être altérés, soit par le chaud, soit par le froid.

J'ai paru incliner ailleurs pour laisser l'air des Thermo-

metres dans un état moyen entre celui de l'air qui nous environne, & celui d'un air très-raréfié, c'est-à-dire, à ne renfermer dans les Thermometres qu'un air raréfié environ une ou deux fois plus que l'air ordinaire. Pour en renfermer de tel dans le tube, je commençois par mettre la boule dans de l'eau, chaude à un point tel que sa chaleur suffisoit pour faire élever la liqueur presque jusqu'au haut du tube. Dès qu'elle y étoit arrivée, je retirois la boule de l'eau, je différois de sceller jusqu'à ce que la liqueur laissât un espace vuide à peu près capable de contenir la quantité d'air que j'y voulois renfermer.

Après avoir scellé de la sorte plusieurs Thermometres, & après avoir donné le temps à la liqueur de descendre au point où la température de l'air vouloit qu'elle fût, quand je suis venu à les comparer avec d'autres, dont les bouts des tubes étoient restés ouverts, j'ai observé des différences auxquelles je ne m'attendois pas. La liqueur des Thermometres nouvellement scellés, étoit quelquefois quatre à cinq degrés plus haut que celle des autres, & pour l'ordinaire au moins de deux degrés. Il est vrai que chaque jour elle se rapprochoit du vrai terme : celle de tel Thermometre qui après le premier jour étoit trop élevée de quatre ou cinq degrés, après le second jour n'étoit trop élevée que de trois à quatre degrés, & le troisiéme jour elle n'étoit trop élevée que deux ou trois degrés. Ainsi de jour en jour l'excès de l'élévation diminueoit, mais il ne diminueoit pas aussi considérablement, à beaucoup près, qu'il avoit diminué dans les premiers jours. Il y a eu tel Thermometre dont la liqueur s'est tenue encore trop élevée d'un degré au bout de trois à quatre semaines.

La cause de cette élévation excédente s'offroit en partie à qui observoit journellement les Thermometres nouvellement scellés; lorsqu'après les avoir laissés suspendus pendant environ 24 heures, on venoit à les toucher, & sur-tout à les incliner en divers sens, on déterminoit une grosse bulle d'air à monter de la boule dans le tube; elle y occupoit tantôt plus, tantôt moins d'étendue; quelquefois son volume

n'étoit que d'une portion de degré, & quelquefois il étoit d'un degré entier, ou même de plusieurs degrés; d'ailleurs celui d'une même bulle n'étoit ni fixe, ni ne devoit l'être, il croissoit à mesure que la bulle s'élevoit davantage.

Enfin lorsque la grosse bulle d'air se dégageoit de l'esprit de vin du Thermometre, l'esprit de vin descendoit dans le tube, mais il s'y trouvoit encore plus haut qu'il ne l'étoit dans des Thermometres bien réglés. J'avois néanmoins beau tenter de faire monter de nouvelles bulles, c'étoit inutilement, au moins pour ce temps-là. Il n'y avoit pourtant nul doute que ce qui restoit d'excès d'élévation à la liqueur ne fût dû à de l'air; mais cet air qui tenoit la liqueur plus élevée, qui lui donnoit une augmentation de volume apparente, lui en donnoit-elle une réelle; je veux dire, cette augmentation de volume étoit-elle due à de nouvel air qui se fût joint, qui se fût uni à l'esprit de vin du Thermometre? Nous sçavons combien l'esprit de vin, l'eau & plusieurs autres liqueurs sont chargées d'air, qu'elles en sont plus chargées en certaines circonstances que dans d'autres. Nous sçavons, par exemple, que si l'on fait bouillir de l'eau, on chasse une partie de l'air qui y étoit contenu. Il en arrive de même à l'esprit de vin qu'on fait bouillir, & cela ne dispose pas à penser que l'augmentation du volume de l'esprit de vin de notre Thermometre fût produite par de nouvel air dont il se fût saisi, car la seule différence qu'il y eût entre la maniere dont nous avons traité cet esprit de vin, & celle dont nous avons traité l'esprit de vin qui avoit moins de volume dans des Thermometres bien réglés, étoit qu'on lui avoit fait prendre un assez grand degré de chaleur avant de sceller le Thermometre, & qu'on n'avoit pas fait prendre ce degré de chaleur à celui des autres. Il est donc bien plus probable qu'on l'avoit privé d'une partie de son air, qu'il n'est probable que de nouvel air y eût été introduit.

Il est vrai aussi que cet esprit de vin avoit perdu de son air, mais la façon dont s'étoit placé une partie de celui qui lui est resté, est la cause de l'effet que nous examinons. Une

* Mem. de
l'Ac. 1730.
p. 452.

expérience rapportée à la fin du premier Mémoire * est très-propre à nous en donner l'idée que nous en devons prendre, & d'autres expériences la démontreront vraie, autant qu'une explication physique peut être démontrée.

L'expérience que je veux rappeler ici, est celle où au lieu de suspendre le Thermometre, tiré de l'eau chaude, dans la position verticale, où on le place ordinairement, je l'ai couché presque horizontalement, c'est-à-dire, de façon que la partie supérieure de la boule étoit plus élevée, ou aussi élevée que le bout du tube. Quand le volume de l'esprit de vin, qui se refroidissoit, est venu à diminuer, le vuide qui se fait dans le tube, lorsqu'il est dans une position plus élevée que la boule, se faisoit dans le haut de la boule même. J'observois ce vuide à mesure qu'il se formoit, & qu'il s'étendoit; je voyois de toutes parts des bulles se rendre à la surface de la liqueur, & sur-tout à ses bords, où elles se crévoient sans doute, & se joignoient à ce qui remplissoit le vuide, ou l'espace abandonné par l'esprit de vin. Nous n'examinons point encore l'état de l'air qui remplissoit ce vuide; tout ce que nous voulons faire remarquer dans cette expérience, c'est que lorsque de l'esprit de vin, qui n'est pas comprimé par un poids égal à celui de l'atmosphère, se refroidit, qu'il s'en dégage des bulles d'air; que ces bulles qui sont d'une extrême petitesse, quand elles arrivent au bord de l'espace vuide, sont peut-être composées chacune de milliers de petites bulles. Quand une bulle part, soit du fond, soit du milieu de la liqueur, toutes celles qu'elle trouve dans son chemin s'y réunissent, de sorte que telle bulle qui arrive à la surface, si petite que tout ce que les yeux peuvent faire est de l'apercevoir, n'est cependant que l'amas d'un très-grand nombre d'autres bulles, & d'un nombre beaucoup plus grand qu'on ne se l'imagine. Si nous faisons faire tant d'attention à l'extrême petitesse des bulles d'air, pour ainsi dire élémentaires, qui se dégagent de l'esprit de vin, c'est que nous voulons disposer à penser qu'entre ces bulles, qui se sont désunies de l'esprit de vin, qui ne sont plus corps
avec

avec lui , qu'il peut y en avoir des milliers qui se trouvent hors d'état de s'élever à sa surface ; l'effort qu'elles font pour monter , n'est pas capable de vaincre la résistance qui naît , tant de leur adhérence aux parties de l'esprit de vin qui les environne , ou de leur frottement contre ces parties , que de celle qui vient de la difficulté de séparer les parties du liquide qu'elles trouvent en leur chemin. En un mot , leur petitesse est cause qu'elles sont retenues dans l'esprit de vin , comme des bulles d'air très-grosses sont retenues dans une liqueur grasse.

Imaginons donc que dans notre esprit de vin , il est resté des milliers de ces petites bulles parsemées , & nous devons dès lors concevoir que son volume est augmenté. Cet air ainsi logé dans l'esprit de vin , y occupe bien autrement de place qu'il n'en occupoit uni à ce liquide , lorsqu'il faisoit corps avec lui. Il est hors de doute que l'esprit de vin aura alors un plus grand volume apparent. Tout ce qui peut donc sembler douteux , c'est s'il est bien vrai que notre esprit de vin soit alors réellement rempli de bulles d'air qui ne font plus corps avec lui. Nous avons fait imaginer que cela pouvoit être , mais il faut prouver que cela est.

L'incompressibilité de l'esprit de vin , de l'eau , & généralement celle des liqueurs est connue des Physiciens ; ils l'admirent , & n'admirent peut-être pas moins la prodigieuse compressibilité de l'air. Mais ils savent qu'à ces liqueurs , qui ne cedent à aucune compression , est cependant incorporée une grande quantité d'air ; que tant que l'air leur est uni , cet air ne peut pas plus être comprimé que la liqueur avec laquelle il fait corps ; il a perdu la propriété de se laisser comprimer en s'y unissant. Si une liqueur est compressible en quelque cas , ce ne pourra donc être que parce qu'elle renferme quelque matiere compressible ; en un mot, si l'esprit de vin de nos Thermometres est compressible en quelque cas , ce ne peut être que parce qu'il y aura de l'air logé dans cet esprit de vin , qui aura conservé la propriété de se laisser comprimer , & qui par conséquent ne fait point

258 MEMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
corps avec l'esprit de vin. Que cela soit ainsi dans notre
cas, en voilà plusieurs preuves.

Qu'on observe le degré où est l'esprit de vin dans le
Thermometre où il est trop élevé, & le degré où il est
dans un Thermometre bien réglé. Que la différence entre
les hauteurs soit de trois degrés, par exemple; qu'on déscelle
le Thermometre dont la liqueur est montée trop haut, on
la verra descendre dans l'instant même qu'il aura été déscellé;
& elle descendra plus ou moins, selon que l'air qui occupoit
la partie supérieure du tuyau étoit plus ou moins rarefié,
c'est-à-dire, selon qu'il étoit plus éloigné d'égaliser par la force
de son ressort celle du poids de l'Atmosphère; tantôt il
descendra d'un, tantôt de deux, ou de deux degrés & demi;
selon que l'augmentation de la charge est plus ou moins
grande sur la liqueur du Thermometre, cette liqueur descend
plus ou moins. Mais ce n'est pas l'esprit de vin qui se laisse
ainsi comprimer, il est capable de soutenir les plus grands
poids sans perdre de son volume; c'est donc l'air, qui y est
contenu, qui a cédé à la nouvelle force, c'est cet air qui
s'est laissé comprimer.

Sans désceller nos Thermometres, on peut même avoir
preuve que le trop d'élevation de leur liqueur est dûe à l'air
qu'elle renferme, & qui n'y est pas uni. La preuve, dont
nous voulons parler, sera d'autant plus sensible qu'il y aura
moins d'air dans la partie supérieure du tuyau, & que le
nombre des degrés excédents sera plus grand. Qu'il soit,
par exemple, de quatre à cinq degrés, & qu'on remarque
exactement celui où est la liqueur, pendant que le Thermo-
metre est dans une position verticale: qu'on l'incline ensuite
jusqu'à mettre le tube dans une position très-inclinée; à me-
sure qu'on l'inclinera, on verra le volume de la liqueur
augmenter, elle parviendra à occuper un ou deux degrés
de plus qu'elle n'occupoit, lorsque le Thermometre étoit
droit. A mesure qu'on incline le Thermometre, on diminue
la hauteur de la colonne d'esprit de vin qui chargeoit celui
de la boule, ou, ce qui revient au même, la charge qui

pressoit l'air renfermé dans cet esprit de vin ; son ressort , alors , est en état de se développer davantage ; le volume de l'air augmente réellement , & celui de l'esprit de vin paroît augmenter.

Le seul doute qu'on pourroit avoir , c'est si l'air qui se laisse alors comprimer , est réellement parsemé dans l'esprit de vin en une infinité de petites bulles , ou si toutes ces bulles ne sont point simplement distribuées sur la surface intérieure de la boule , où elles sont adhérentes au verre. Cette dernière hypothèse m'avoit paru suffire ; mais en la supposant vraie , il me sembloit que lorsque je ferois parcourir successivement toute la surface de la boule de verre à une grosse bulle d'air , d'un pouce de diamètre ou plus , que l'air qui se feroit attaché aux parois de la boule se réuniroit à celui de la grosse bulle , que lorsque j'aurois fait monter cette bulle , ainsi grossie , au haut du tube , que la liqueur se devoit trouver au véritable point. Il est bien arrivé quelquefois , qu'après qu'une bulle a été ainsi proménée dans la boule , que la liqueur s'est trouvée un peu plus bas qu'elle n'étoit auparavant , mais jamais il n'est arrivé qu'elle soit descendue autant que je croyois qu'elle devoit descendre pour vérifier cette explication. Après tout , dès que des bulles d'air seront supposées excessivement petites , je ne vois pas qu'on se doive faire quelque peine de concevoir qu'elles puissent conserver long - temps leur place dans une liqueur qui n'est pas agitée. J'ai vû d'ailleurs que si on agite le Thermometre , que si on le renverse de haut en bas plusieurs fois dans un jour , qu'il est bien plutôt remis à son véritable point qu'il ne s'y remet lorsqu'on le laisse tranquille ; les mouvements qu'on donne à la liqueur sont cause que de petites bulles viennent à se rencontrer , que réunies plusieurs ensemble , elles en sont plus en état de se dégager.

Dès que l'esprit de vin est quelquefois dilaté par un air compressible , il en résulte qu'un Thermometre construit avec beaucoup de soin , où tout a été exactement mesuré , se trouve dans la suite dérangé , lorsqu'on a fait chauffer sa liqueur

avant de le sceller ; il doit donc paroître à craindre qu'un Thermometre qui étoit très-juste , ne se déregle après qu'il aura souffert les chaleurs de certains jours d'été.

M. Volff a fait mention d'un dérangement tout opposé à celui dont nous venons de parler , qui a dû être remarqué par ceux qui ont fait des observations pendant le froid sur les Thermometres ordinaires , & dont j'ai parlé dans mon premier Mémoire. Un Thermometre exposé à l'air extérieur, sur une fenêtre , qui a marqué un certain degré de froid , lorsque l'eau géloit dans les environs , & qui est descendu ensuite de plusieurs degrés , parce que le froid est augmenté , quand le froid vient à diminuer , ce Thermometre ne semble pas remonter autant qu'on le devoit attendre. La glace & la neige des environs se fondent, & sa liqueur se trouve plus bas que lorsque la glace se formoit. Je m'étois proposé de suivre , pendant le dernier hyver , ce Phénomene plus attentivement que je ne l'avois fait ci-devant , pour être plus en état d'en trouver la véritable cause, mais mes Thermometres ne me l'ont point fait voir ; peut-être qu'il n'y a que la marche de ceux dont les tuyaux sont capillaires , qui se dérangent en pareil cas. Il n'est pourtant pas sûr que les Thermometres nous trompent toujours , lorsqu'ils nous marquent dans certains jours où la glace se fond , un degré de froid plus grand que celui qu'ils marquoient dans d'autres jours où l'eau se géloit à la campagne. Nous verrons dans le Mémoire qui suivra celui-ci , que certaines circonstances peuvent faire que la glace se fonde , quoique l'air ait plus de froid qu'il n'en faut pour geler l'eau. M. Volff a attribué avec beaucoup de vraisemblance , le trop grand abaissement de la liqueur , dans le cas dont nous venons de parler , à l'air qui s'est dégagé de l'esprit pendant le grand froid ; il croit que le volume de l'esprit de vin se trouve diminué par la quantité d'air qui s'en est dégagée , de tout ce dont il paroît trop bas. Je l'eusse pensé comme lui , si les expériences que nous rapporterons bientôt , ne m'eussent appris que cette cause n'est pas capable de produire un effet si sensible. Je croirois donc

plus volontiers qu'il est dû à de l'air qui , sans être entièrement mêlé avec l'esprit de vin , s'y trouvoit engagé , à de l'air qui a commencé à se détacher de l'esprit de vin vers le temps où cette liqueur a pris le degré de froid de la congélation. Ce même air , après avoir tenu l'esprit de vin trop haut , le laisse retomber , lorsqu'il s'en échappe par la suite. Au reste , le principe sur lequel M. Volff a raisonné , sçavoir , que le grand froid chasse beaucoup d'air des liquides , est très-sûr. Le Professeur Italien , qui le lui a contesté pour tous les cas , autres que celui où les liquides se gèlent , n'a pas fait attention aux expériences qui l'établissent solidement , pour tous les cas où les liquides se refroidissent considérablement.

Un observateur attentif ne laisseroit pas de faire des observations exactes avec nos Thermometres , lors même que la régularité de leur marche auroit été troublée par l'accident dont nous venons de parler ; pour peu qu'il soupçonât qu'il y a du désordre , il s'en assureroit , en vérifiant son Instrument , de la maniere dont nous avons recommandé de le vérifier dans le premier Mémoire , c'est-à-dire , en l'exposant à la congélation artificielle de l'eau. Si la liqueur ne descendoit pas jusqu'au terme où ce degré de froid la doit faire descendre , s'il s'en falloit un ou deux degrés , il verroit qu'il y auroit un ou deux degrés à déduire , jusqu'à ce qu'une vérification réitérée lui eût appris que le Thermometre se seroit rétabli. Mais à vrai dire , il vaut mieux avoir un Thermometre qui ne soit pas sujet à un tel dérangement. D'ailleurs dans le temps du dérangement , il y auroit peut-être une autre correction à faire que celle dont nous venons de parler , c'est un volume d'air qui donne les degrés excédents , le Thermometre est donc alors & à esprit de vin & à air.

Le Thermometre ainsi dérangé , peut se rétablir de deux manieres ; dont la premiere est, lorsque l'air rentre dans l'esprit de vin d'où il a été chassé. Les curieuses expériences de M. Mariote nous ont appris que l'esprit de vin & l'eau reboivent l'air qu'on en a fait sortir. Mais toutes les expériences de la

Machine pneumatique nous montrent que les liqueurs conservent d'autant moins d'air, que le poids dont elles sont chargées est moins grand, & nous montrent en même temps, une seconde maniere dont la marche du Thermometre peut être rétablie. Comme l'air, que nous laissons dans la partie supérieure du tube est rareté, il n'est pas en état de contenir dans l'esprit de vin tout l'air qui y est engagé, & à plus forte raison d'y faire rentrer tout celui qui s'en dégage; la marche de notre Thermometre se rétablira donc le plus souvent, parce que l'air qui s'est échappé de la liqueur, trouvera moyen de s'élever au-dessus de sa surface. On a ignoré jusqu'ici combien il s'en peut dégager de la sorte, & si avec le temps cette partie du tuyau que nous avons eu dessein de ne remplir que d'un air rare, ne le fera pas d'un air de densité approchante de celle de l'air de l'Atmosphère, & par conséquent d'un air qui, dans les grandes chaleurs, pourra faire casser les boules.

Il seroit donc important pour la sûreté des Thermometres, & pour nous ôter toute inquiétude sur la régularité de leurs marches, de les mettre à l'abri des variations qui peuvent y être introduites par l'air qui s'en dégage. Il s'en présenteoit un moyen auquel il étoit bien naturel d'avoir recours, c'est d'épuiser l'esprit de vin de cet air qui produit tous les dérangements. Restoit à sçavoir si l'opération étoit praticable, & si elle n'exposeroit pas à de nouveaux inconvénients. C'est précisément de quoi nous allons rendre compte, & ce qui fait le principal objet de ce Mémoire.

Nous connoissons trois différents moyens de dégager l'air des liqueurs où il est incorporé, & nous avons déjà dit quelque chose de tous les trois, qui sont; 1°. de diminuer la pression de l'air extérieur; 2°. de chauffer la liqueur. 3°. de la refroidir. Les bulles qui se voyent dans la glace, ont appris l'efficacité de ce troisième moyen; elle a été confirmée par des observations que des Physiciens attentifs ont faites sur les Thermometres pendant de très-grands froids; ils ont apperçu alors de très-petites bulles, qui montoient de la boule dans le tube, & qui, arrivées à la surface de la

liqueur, se brisoient avec éruption, & produisoient des espèces de petits jets de liqueur, de ces pétilements qu'on voit sur la surface de certains vins légers. Ces trois moyens sont aussi les seuls, que nous connoissons, de dégager l'air des liqueurs; & tous trois peuvent, en différents temps, faire échapper celui qui est contenu dans l'esprit de vin des Thermometres; & tous trois, par conséquent, peuvent ôter à leur marche, la régularité qu'on avoit pris tant de soin à donner.

Si nous pouvons parvenir à empêcher l'effet de ces trois causes, il semble que nous n'aurons plus à craindre que leur marche se démente. Tirons de l'esprit de vin, tout l'air qui pourroit s'en échapper dans le Thermometre, soit par la diminution de la pression, soit par la chaleur, soit par le froid, & nous n'aurons plus à craindre que l'air s'en dégage.

La liqueur de nos Thermometres est destinée principalement à nous marquer les degrés de froid & de chaud d'un air qui puisse être respiré; un tel degré de chaleur est toujours fort éloigné de celui qui fait bouillir l'eau. S'il eût été question d'épuiser l'esprit de vin d'air, par le degré de chaleur que donne l'eau bouillante, peut-être n'eussé-je pas espéré d'y parvenir. On sçait qu'on a beau faire bouillir l'eau, qu'il lui reste toujours beaucoup d'air; qu'on lui en tire par le moyen de la Machine pneumatique, quelle qu'ait été la durée du temps pendant lequel on l'a fait bouillir. Mais il ne me paroïssoit pas de même impossible d'épuiser l'esprit de vin de nos Thermometres, de tout l'air qui en peut être tiré, par la plus grande chaleur des climats habités; & en même temps d'en faire sortir tout celui qui en peut sortir, lorsque la pression de l'air qui agit dessus, est très-inférieure à celle de l'Atmosphère, & telle que la peut produire celle d'un air dilaté, au point où il convient de le laisser dans le Thermometre, afin qu'il n'ait pas la force de faire casser la boule pendant les grandes chaleurs. Quoiqu'on ne sçache pas jusqu'où la liqueur du Thermometre s'éleveroit dans les pays les plus chauds, on sçait des termes jusqu'auxquels elle ne s'élevera pas. Cela supposé, il ne s'est agi que de tâcher

de tirer de l'esprit de vin , tout l'air qui peut être tiré par une chaleur beaucoup plus grande que celle des plus chauds climats ; il n'en est point qui puisse faire monter la liqueur de nos Thermometres , à 50 ou 60 degrés ; il n'en est pas même , peut-être , qui la puisse faire aller jusqu'à 40. L'eau dont la chaleur fait monter le Thermometre à près de ce terme , fond le suif.

J'ai ôté de dessus sa planche un Thermometre qui avoit au moins 60 degrés au-dessus du terme de la congélation de l'eau ; je l'ai mis dans l'eau chaude , qui , sur le champ , a fait élever la liqueur dans le tube , & je l'y ai laissé monter jusqu'à ce qu'elle ait été rendue auprès du bout du tube. Alors j'ai retiré le Thermometre , & j'ai scellé le bout du tube avec de la cire , alliée à de la térébenthine ; à peine restoit-il un demi-degré , ou un quart de degré entre la surface supérieure de la liqueur , & le bout du tube dans l'instant que j'appliquois la cire , & étoit occupé par de l'air très-dilaté par la chaleur : la cire molle , pressée par le doigt , entroit assez avant , pour remplir partie de cet espace ; de sorte que celui qui étoit laissé à l'air , étoit extrêmement petit. Ce Thermometre ayant été ainsi scellé , je l'ai couché presque horizontalement , de façon que le bout supérieur du tube n'étoit guères plus élevé que la partie supérieure de la boule. Dans cette partie de la boule , il s'est bientôt fait une bulle ; elle a crû , à mesure que la liqueur s'est refroidie. Pour lui donner le temps de se refroidir , j'ai laissé le Thermometre en cet état pendant 10 ou 12 heures , & plus souvent pendant 24 heures. La bulle s'est étendue , elle est devenue un segment de Sphere , qui avoit pour base un cercle de plus de 14 à 15 lignes de diametre. Mais il ne s'agit pas actuellement de déterminer plus précisément la grandeur de cette bulle , ni l'état de l'air qui la formoit. Quand j'ai cru qu'elle avoit acquis à peu près la grosseur qu'elle pouvoit prendre , j'ai redressé le Thermometre , & ainsi j'ai conduit la bulle dans la partie supérieure du tube , & j'ai regardé l'esprit de vin , comme privé de la quantité d'air qui la formoit.

Alors

Alors j'ai déscellé le tube sur le champ, & sur le champ je l'ai remis dans l'eau chaude, qui, comme la première fois, a fait monter l'esprit de vin jusqu'au haut du tube. Aussitôt j'ai retiré le tube de l'eau, je l'ai scellé avec de la cire; en un mot, j'ai répété précisément tout ce que j'avois fait dans la première expérience, le but de celle-ci étoit aussi le même. J'ai donc couché le Thermometre, afin que l'air contenu dans l'esprit de vin pût encore s'en dégager, & venir occuper la partie supérieure de la boule. Il s'y en est rendu comme dans la première expérience, il s'y est formé une bulle sensiblement aussi grosse, & à peu près dans le même temps. Je l'ai fait sortir comme la première; j'ai remis la boule du Thermometre une troisième fois dans l'eau chaude, & j'ai répété précisément la manœuvre des deux premières expériences.

Je ne me suis pas tenu à faire de telles épreuves sur un seul Thermometre, je les ai faites sur plusieurs en même temps; il y en a eu qui ont commencé à donner des bulles moins grosses dès la seconde expérience; d'autres en ont donné d'une grosseur à peu près égale, jusqu'après la quatrième ou la cinquième. Ceux dont la grosseur des bulles a diminué sensiblement, ont augmenté l'espérance que j'avois de purger l'esprit de vin de tout l'air qui pouvoit en être pompé, par le moyen dont je me servois; mon espérance n'a pas été trompée. Il y a eu tel Thermometre dans la boule duquel il ne s'est pas fait la plus petite bulle, après qu'il a eu passé par cinq ou six de nos épreuves. Il y en a eu même qui n'en ont plus donné à la quatrième épreuve. Mais il y en a eu d'autres qui en ont soutenu jusqu'à dix-huit ou vingt, avant de laisser sortir tout celui qui en pouvoit être tiré par le degré de chaleur qui avoit agi sur eux. Diverses circonstances, aisées à démêler, sont cause que des opérations semblables en apparence, n'ont pas un effet précisément égal. Mais ce qui nous importe actuellement de sçavoir, & ce qui étoit l'objet de toutes les épreuves précédentes, c'est qu'un certain degré de chaleur, pris au-dessous

de celui de l'eau bouillante , peut faire sortir de l'esprit de vin, seulement une certaine quantité d'air ; que quand il en a fait sortir cette quantité d'air , qu'il n'en peut plus tirer ; & qu'un degré de chaleur , pris entre celui-ci , & celui qu'avoit l'esprit de vin refroidi , lorsqu'on a fait sortir la bulle qu'il avoit donnée , n'est nullement capable de faire dégager de l'air de ce même esprit de vin. De-là il suit que si le degré de chaleur qui l'a épuisé d'air est plus grand qu'aucun de ceux par où passe l'air des Pays les plus chauds & habités , qu'il n'y a plus à craindre que la chaleur de l'air puisse produire des dérangemens dans un Thermometre qui contient de l'esprit de vin purgé d'air jusqu'au point que nous venons de l'en purger.

Quand des expériences , répétées deux ou trois fois sur le même Thermometre , m'ont eu appris que le degré de chaleur , capable de faire monter la liqueur jusqu'au haut du tube , n'étoit pas capable d'en faire dégager aucune bulle d'air , je l'ai fait sceller à la lampe , après avoir laissé descendre sa liqueur un peu plus bas que lorsque je le scellois à la cire. Je l'ai remis sur sa planche , & je l'y ai laissé tranquille. Quand il y a eu pris le degré de température de l'air qui l'environnoit , alors sa liqueur , loin de se trouver plus haut que celle des Thermometres bien réglés , comme il arrive à ceux qu'on scelle , sans avoir épuisé l'air de l'esprit de vin , sa liqueur , dis-je , a été plus bas ; c'est à quoi on devoit s'attendre. Mais on ne se seroit peut-être pas attendu que malgré tout l'air que j'en avois fait sortir , que la liqueur n'eût dû se trouver qu'environ un quart de degré au-dessous du terme où elle se fût trouvée , si on lui eût laissé tout son air.

Ce qui me paroïssoit ici le plus curieux , & le plus intéressant , c'étoit de sçavoir quel étoit le rapport de la dilatabilité de cet esprit de vin dépouillé d'air , avec la dilatabilité de pareil esprit de vin , qui avoit tout l'air dont il pouvoit être chargé , & c'étoit la connoissance essentielle à la construction des Thermometres ; un des principes qui nous mettent en état de comparer leurs marches , la suppose.

D'ailleurs il est intéressant de sçavoir, de combien l'air, si dilatable par la chaleur, contribue à la dilatabilité de l'esprit de vin avec lequel il est incorporé. Nos Thermometres nous offrent un moyen bien aisé de le reconnoître. Il n'y a qu'à comparer les marches de deux Thermometres, dont l'un contienne un esprit de vin chargé de tout l'air qu'il a naturellement, & dont l'autre contienne du même esprit de vin qui a été extrêmement épuisé d'air; de comparer, dis-je, leurs marches dans une longue suite de degrés, tant au-dessus qu'au-dessous de la congélation de l'eau. J'ai fait cette comparaison un grand nombre de fois, le résultat en paroitra apparemment singulier à ceux même qui n'ont pas assuré auli posivement que M. Taglini, que l'air ne peut s'échapper de l'esprit de vin, sans que la vertu contractive & expansive de l'esprit de vin soit diminuée. Les deux Thermometres se sont également suivis dans tous les changements de température d'air; ils ont marqué avec autant de précision le même degré, qu'eussent pu faire deux Thermometres construits avec soin, & tous deux remplis du même esprit de vin, qui y auroit été mis avec tout son air.

Quelque dilatable que soit l'air par la chaleur, tant qu'il est uni, tant qu'il est incorporé à l'esprit de vin, il n'a donc plus la dilatabilité qui lui est naturelle. S'il en a, il en a si peu, qu'elle n'ajoute rien de sensible à celle du volume d'esprit de vin, où il est. Nous devons le prévoir, ou du moins le soupçonner; car dans le fond la compressibilité & la dilatabilité de l'air sont deux propriétés qui peuvent dépendre du même principe. Pourquoi, lorsque la compressibilité lui est ôtée, la dilatabilité lui resteroit-elle? Les expériences du premier Mémoire qui nous ont conduits à conclure que la partie spiritueuse de l'esprit de vin est prodigieusement dilatable, pouvoient au moins nous faire douter si l'air incorporé avec ce liquide contribue à sa dilatabilité. Mais les expériences rapportées dans le même Mémoire sur le peu de dilatation que donnent à l'eau certains degrés de chaleur, qui font élever l'esprit de vin du Thermometre beaucoup au

dessus du terme de la congélation, ne devoient pas nous laisser à des doutes. Nous sçavons que l'eau contient beaucoup d'air, que l'air est extrêmement dilatable, & les expériences nous montrent que l'eau étoit très-peu dilatée par un degré de chaleur capable de dilater l'air considérablement. Nous en devons donc conclure que l'air contenu dans l'eau n'est point ou est peu dilatable, au moins par certains degrés de chaleur. Mais il ne nous est que trop ordinaire de ne voir ni toutes les conséquences, ni l'étendue de conséquences qui peuvent être tirées de ce qui nous est connu.

Tant que l'air est incorporé avec les liquides, tant qu'il leur est uni, il est donc privé des deux propriétés qui nous le caractérisent d'une manière si admirable, de celle de se laisser comprimer par les poids, & de celle de se laisser si aisément & si considérablement raréfier par la chaleur; il ne les reprend l'une & l'autre que lorsqu'il se desunit du liquide à qui il étoit joint.

Il étoit pourtant si naturel de penser que l'air contribuoit à la dilatabilité des liquides, qu'il n'est pas étonnant qu'on n'ait pas cherché à faire des expériences propres à découvrir ce qui en étoit. Il y a plus, on a crû avoir des expériences qui prouvoient au contraire que l'air qui y est mêlé, les rend dilatables. M. Taglini, dans ses Theses sur les Thermometres, que nous avons déjà citées, dit qu'il pourroit sembler qu'on construïroit un Thermometre plus parfait si on le remplissoit d'un esprit de vin purgé d'air dans la Machine pneumatique, parce que cet esprit de vin devenu plus dense, en recevroit plus aisément les impressions de la chaleur. Mais il ajoute aussi-tôt que l'expérience démontre le contraire, que l'esprit de vin purgé d'air s'éleve & s'abaisse beaucoup plus lentement dans le Thermometre par la chaleur & par le froid, & qu'il ne donne pas en degrés convenables le froid & le chaud de l'air extérieur. Il en conclut enfin, dans sa quatorzième position, que l'air mêlé intimement avec l'esprit de vin, contribue beaucoup à ses vertus expansives & contractives, qui peuvent être mises en jeu par le chaud & par le froid.

Sans en avoir fait l'expérience, j'admettrai volontiers que l'esprit de vin purgé d'air par le moyen de la Machine pneumatique, n'a plus sa première dilatabilité ; mais depuis les expériences que nous venons de rapporter, on ne peut penser que ce soit parce qu'il a été privé d'air ; c'est parce qu'il l'a été de sa partie spiritueuse. L'air qui se dégage de l'esprit de vin, qui s'éleve avec irruption dans le balon, emporte avec soi quantité de parties des plus volatiles, qui ne rentrent plus dans l'esprit de vin ; on les met hors du balon, lorsqu'on fait sortir à coups de piston l'air avec lequel elles sont mêlées. L'esprit de vin devient donc un esprit de vin foible, une espece d'eau-de-vie, qui est bien éloignée d'avoir le degré de dilatabilité de l'esprit de vin rectifié.

Il n'en arrive pas de même lorsque nous purgeons plus doucement d'air notre esprit de vin par le moyen du Thermometre. Les bulles d'air se dégagent peu-à-peu sans bouillonnements sensibles ; si quelques parties spiritueuses de l'esprit de vin sont enlevées, elles ont le temps d'y retomber, de s'y venir rejoindre. Enfin pour faire sortir l'air qui s'est assemblé dans la boule, on redresse le Thermometre ; cet air est obligé de toucher successivement à tout l'esprit de vin qui remplit le tube, qui reprendroit alors la plupart des parties spiritueuses que cet air auroit retenues, s'il en avoit retenues, elles ont apparemment plus de disposition à s'attacher à l'esprit de vin qu'à l'air. Enfin puisque l'esprit de vin, que nous avons privé d'une grande partie de son air, se dilate & se condense autant & aussi promptement que celui qui est autant chargé d'air qu'il est possible, il est certain qu'en faisant sortir l'air du premier, nous ne lui ôtons point de sa partie spiritueuse, car si nous lui en ôtions une quantité sensible, il faudroit conclure que l'air qui étoit contenu dans l'esprit de vin diminueoit la dilatabilité de ce liquide.

De tout cela il résulte, par rapport à la construction de nos Thermometres, que dès que nous aurons suffisamment

épuisé d'air l'esprit de vin qui y est renfermé, que plus l'air qui occupera la partie supérieure du tube sera rare, ou, ce qui est la même chose, moins on laissera d'air dans le tube avant de le sceller, & moins il y aura à craindre que le Thermometre se dérange dans la suite. On peut même se promettre qu'un tel Thermometre conservera pendant une longue suite d'années, & peut-être pendant des siècles, la régularité de sa marche. L'air qu'on a laissé dans le tube, quoique très raréfié, le sera moins que l'étoit ce qui y restoit dans les opérations où on purgeoit l'esprit de vin d'une partie du sien; il n'y aura donc pas à craindre par la suite que de nouvel air se dégagât de ce même esprit de vin.

J'ai dit ailleurs, que nous ignorions si, à la longue, l'esprit de vin, quoique renfermé dans des vases scellés hermétiquement, ne s'altère point: dans ceux qui sont tels que nos Thermometres, la partie spiritueuse peut monter en vapeur dans la portion du tube qui est occupée par l'air; mais il est évident que plus l'air qui y sera contenu sera raréfié, ou, ce qui est la même chose, plus il sera léger, & moins la partie spiritueuse aura de facilité à monter & à se soutenir dans le haut du tube, hors de l'esprit de vin. Mais il pourroit se faire qu'à la longue, l'esprit de vin, comme toutes les liqueurs qu'on laisse long-tems tranquilles dans des vases, se décomposât un peu, que la partie huileuse se dégagât de la partie aqueuse. Peut-être que ces deux parties séparées ne donneroient pas la même dilatabilité qu'elles ont quand elles sont réunies. Nos expériences sur la dilatabilité des mélanges de l'eau & de l'esprit de vin* sont cependant propres à nous rassûrer contre l'inquiétude que nous pourrions avoir pour le cas d'une sorte de décomposition. La grosseur des tubes de nos Thermometres nous met en état d'empêcher que l'esprit de vin ne se décompose aussi aisément qu'il se décomposeroit dans des Thermometres à tubes capillaires, & nous mettent encore en état de faire reprendre à l'esprit de vin, la partie spiritueuse qui s'en seroit échappée, pour monter vers le haut

* V. Mem.
de l'Acad.
1730.

du tube. On n'a qu'à renverser & redresser plusieurs fois de suite ces Thermometres, c'est-à-dire, qu'à obliger la liqueur à remplir tout le tube; alors elle reprendra les parties spiritueuses qui y pourroient être flottantes, & l'agitation donnée à toute la masse de la liqueur entretiendra entre les parties de l'esprit de vin, une union qui auroit pû se détruire pendant un long repos. Mais à vrai dire, c'est pousser les craintes & les précautions bien loin.

Les Thermometres, dont l'esprit de vin a été purgé d'air, & dont le haut du tube n'est occupé que par un air très-rare, m'ont paru avoir un avantage sur les autres, que je n'ose pourtant encore donner comme bien certain. Il m'a semblé, dans les comparaisons que j'en ai faites avec les autres, qu'ils étoient plus sensibles, qu'ils montoient ou qu'ils descendoient plus vite au terme où ils devoient monter ou descendre. L'air contenu dans la partie supérieure du tube étant compressible, & l'esprit de vin ne l'étant pas, il est certain que l'action de cet air sur l'esprit de vin ne sçauroit empêcher l'esprit de vin de s'élever, lorsqu'une augmentation de chaleur tend à les dilater l'un & l'autre. Mais plus la résistance de l'air est grande, & elle est d'autant plus grande que l'air qui est échauffé, étoit ci-devant plus condensé, & plus lentement l'esprit de vin doit s'élever. Ce n'est pas qu'il ne s'éleve dès qu'il s'échauffe, ou qu'il se dilate, ce qui est la même chose; mais la chaleur est plus long-temps à pénétrer l'esprit de vin quand il est plus comprimé. Les parties de feu qui doivent s'y introduire, ont une plus grande résistance à vaincre, & la vainquent plus lentement. En un mot, comme il faut plus de temps pour échauffer les corps les plus solides, il en faut plus aussi pour échauffer les corps les plus pressés. Il faut plus d'action du feu pour agir sur un plus grand nombre de parties, & il faut aussi plus d'action pour agir sur un même nombre de parties qui résistent davantage.

Ce qu'on pourroit craindre avec plus de fondement, c'est que l'esprit de vin privé d'air ne se faisisse d'une partie de celui qui a été laissé dans le tube. Mais ce qu'il en repren-

dra ne sçauroit aller loin, en comparaison de ce qui lui en a été ôté, sur-tout si la quantité qui est restée dans le tube est petite. Quand dans la suite, ce peu d'air rentré dans l'esprit de vin viendroit à se dégager, il n'y a nulle apparence qu'il produisît des irrégularités sensibles dans la marche du Thermometre. On en jugera ainsi quand on sçaura quelle est la quantité d'air dont l'Esprit de vin a été privé avant qu'on scellât le Thermometre.

Il nous reste donc à faire connoître quel volume d'air, réduit à la densité de celui qui nous environne, a été tiré de l'esprit de vin, & de combien il augmentoit le volume de l'esprit de vin, quand il lui étoit uni. Il seroit utile à la Physique que nous puissions avoir des idées moins vagues que celles que nous avons, de la quantité d'air contenue dans l'esprit de vin, dans l'eau, & dans d'autres liquides. On sçait que ces liquides ont de l'air, on leur en croit beaucoup, & peut-être même plus qu'ils n'en ont réellement; mais on n'a point employé d'Instruments propres à mesurer la quantité qu'on en fait sortir; on n'en sçauroit peut-être employer de plus propres à cet usage que nos Thermometres. Ils sont aussi propres à mesurer la quantité d'air contenue dans tous les liquides en général, & même dans quelques solides, qu'à mesurer le chaud & le froid. Nous indiquerons seulement ici ce que nous avons fait pour mesurer l'air nuisible à la régularité de nos Thermometres. Mais on jugera peut-être qu'il conviendroit de pousser plus loin les expériences qui se feront dans une autre vûe. M. Mariote a eu recours à un moyen simple & ingénieux, comme l'étoient ordinairement ceux dont il se seroit, pour donner quelque idée de la quantité d'air contenue dans une goutte d'eau. Il s'est servi d'un petit dé de verre, rempli d'huile jusqu'à une certaine hauteur, qu'il posoit sur une goutte d'eau. Par le moyen d'une bougie, il chauffoit cette goutte d'eau; l'air, que la chaleur forçoit d'en sortir, montoit dans le dé; il s'y assembloit, & mettoit l'Observateur en état de porter une sorte de jugement sur la quantité d'air qui pouvoit être tirée
de

de la goutte d'eau. J'ai lieu de croire que diverses circonstances ont contribué à faire juger dans cette expérience que l'eau contient plus d'air qu'elle n'en contient réellement; ce qui est de sûr, c'est que cette façon de mesurer, ou plutôt d'estimer l'air, est très-grossière, & que nos Thermometres nous donnent des mesures très-précises. Pour apprendre comment on peut s'en servir à cet usage, nous n'avons qu'à faire attention à quelques circonstances que nous avons observées ci-devant, à dessein.

Considérons un de nos Thermometres, qui a resté couché pendant plusieurs heures, depuis qu'il a été tiré de l'eau chaude, & qu'il a été scellé avec la cire, en y apportant toutes les précautions dont nous avons parlé; qu'au haut de la boule il y ait une grosse bulle: la grosseur de cette bulle ne sauroit nous donner une idée juste de la quantité d'air qui la compose; plus ou moins d'air formera une pareille bulle, selon qu'il sera plus ou moins dilaté; & cet air est plus ou moins dilaté, selon que le bout du tube, qui n'est jamais dans une position précisément horisontale, est plus ou moins élevé, selon que la liqueur occupe plus ou moins d'étendue dans ce tube, & enfin selon que la quantité d'air qui a été laissée dans le bout supérieur du tube est plus ou moins grande, parce que son ressort en est plus ou moins en état de contrebalancer celui de l'air de la bulle. Pour mesurer exactement l'air de la bulle, il faut réduire son volume à celui d'un air aussi condensé que l'est celui de l'Atmosphère. Le moyen en est bien simple, & donne toute la précision qu'on peut demander en des expériences de cette espèce, où un à peu-près assez grossier suffiroit, & ici on a mieux. J'observe le degré du tuyau où est la liqueur; qu'elle soit, par exemple, au cinquantième degré. Je descelle ensuite le Thermometre, afin que la liqueur, & par conséquent la bulle d'air de la boule soient exposées à la pression de l'air extérieur. Afin que ce dernier air n'entre pas trop brusquement dans le Thermometre, je le descelle peu-à-peu, & le meilleur moyen pour cela est de percer la cire avec une pointe

de fer assez fine , une aiguille à tricoter y est propre. Dès que la cire est entièrement percée , le nouvel air , qui entre dans le tube , force la liqueur à descendre ; sur le champ le volume de la bulle diminue considérablement. La liqueur , dans ce premier instant , descend même plus bas qu'elle ne doit descendre ; le premier choc a fait trop céder le ressort de l'air de la bulle , ce ressort reprend un peu le dessus , il fait remonter la liqueur dans le tube , & même trop haut. Enfin il se fait des vibrations qui cessent bientôt , & après lesquelles la liqueur s'arrête sur le degré où elle doit rester. C'est pour empêcher qu'il ne se fasse de trop grandes vibrations , & que la boule de verre ne souffre du premier choc , que je descelle peu-à-peu le Thermometre. Tout étant tranquille , j'observe jusqu'où la liqueur est descendue , qu'elle soit à 30 degrés , ou qu'elle soit descendue de 20. Je redresse ensuite mon Thermometre , bientôt la bulle d'air s'introduit dans le tube , elle monte jusqu'à ce qu'elle soit parvenue au-dessus de la liqueur. Quand tout l'air est sorti , & que la liqueur est descendue , je remets le Thermometre en situation horifontale , & je remarque le degré où elle se trouve ; que ce soit à 10 degrés , la bulle contenoit donc un volume de 20 degrés d'air , puisque la liqueur étoit à 30 degrés , lorsque la bulle étoit dans la boule ; & c'étoient 20 degrés d'air condensé par le poids de l'Atmosphere , & par une colonne d'esprit de vin , peu haute , plus ou moins pourtant , selon que le bout du Thermometre avoit été tenu plus ou moins haut. On aura égard , quand on voudra , à cette augmentation de charge , mais négligeons-la actuellement ; ne regardons ces degrés d'air que comme des degrés d'air condensé au même point que celui de l'Atmosphere. Prenons la somme des degrés d'air condensé que nous donnent nos différentes épreuves sur l'esprit de vin du même Thermometre , & nous aurons la quantité de l'air qui a été tirée de cette quantité d'esprit de vin. Or comme la quantité d'esprit de vin nous est connue en mêmes mesures que la quantité d'air , on aura sur le champ les rapports de l'une à l'autre.

Le détail de quelques expériences est ici nécessaire, elles donneront des exemples de différents résultats.

Dans les expériences que nous allons rapporter, nous donnons le volume de l'air condensé au point de celui de l'Atmosphère, sans avoir égard à la charge de l'esprit de vin qui est dans un tuyau très-incliné, sans être absolument horizontal; & nous donnons le volume qu'occupoit cet esprit de vin avant d'être condensé, & cela en ôtant du nombre de degrés où étoit la liqueur avant qu'on déscellât le Thermometre, le nombre des degrés où la liqueur se trouve après que la bulle d'air est sortie. Le degré de raréfaction de l'air de la bulle sert à apprendre qu'on avoit laissé plus ou moins d'air dans le tube, lorsqu'on l'avoit scellé.

Dans la première expérience, l'esprit de vin du Thermometre a donné $10^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé, qui avant d'être condensé, en occupoit 30.

Dans la seconde expérience, l'esprit de vin a donné encore $10^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit $34^{\text{d}} \frac{1}{2}$.

Dans la troisième expérience, l'esprit de vin n'a donné que 5^{d} d'air condensé, qui avant d'être condensé, occupoit 34^{d} .

Dans la quatrième expérience, l'esprit de vin a encore fourni 5^{d} d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit dans le Thermometre $35^{\text{d}} \frac{1}{2}$.

Dans la cinquième expérience, on a fait sortir la bulle d'air avant que la liqueur eût eû assez de temps pour se refroidir, ou, ce qui revient au même, avant que l'air qui s'en pouvoit dégager, en fût sorti, la bulle n'a été que de $1^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé, qui, raréfié, occupoit $21^{\text{d}} \frac{1}{2}$.

Dans la sixième expérience, l'esprit de vin a donné 5^{d} d'air condensé, qui auparavant occupoit $27^{\text{d}} \frac{1}{2}$.

Dans la septième expérience, l'esprit de vin a donné $2^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé, qui auparavant occupoit $27^{\text{d}} \frac{1}{2}$.

Dans la huitième, il a donné 2^{d} d'air condensé, qui auparavant de l'être, occupoit 26^{d} .

Dans la neuvième, il a donné $1^{\text{d}} \frac{1}{4}$ d'air condensé, qui, raréfié, occupoit $20^{\text{d}} \frac{3}{4}$.

Dans la dixième, il a donné $1^{\text{d}} \frac{1}{8}$ d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit $18^{\text{d}} \frac{2}{3}$.

Dans la onzième, il a donné 1^{d} d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit 25^{d} .

Dans la douzième, il a donné moins d'un demi-degré d'air condensé, qui, raréfié, occupoit 10^{d} moins quelque chose.

Dans la treizième, il a donné un demi-degré d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit 22^{d} .

Dans la quatorzième, il a donné $\frac{1}{8}$ de degré d'air condensé, qui, raréfié, occupoit $6^{\text{d}} \frac{1}{8}$.

Dans la quinzième, il a donné $\frac{1}{3}$ de degré d'air condensé, qui, raréfié, occupoit 15^{d} .

Dans la seizième, il a donné $\frac{1}{4}$ de degré d'air condensé, qui, raréfié, occupoit 15^{d} .

Dans la dix-septième, il a encore donné près de $\frac{1}{4}$ de degré d'air condensé, qui, dilaté, occupoit $10^{\text{d}} \frac{1}{2}$.

Après ces dix-sept expériences, l'esprit de vin a été entièrement épuisé de l'air, qui pouvoit en être tiré par la chaleur capable de le faire monter jusqu'au haut du tube. Le Thermometre a été remis trois fois dans l'eau chaude, & après chaque fois qu'il y a été mis, il est resté couché un jour entier, sans qu'il ait paru la moindre petite bulle. Quand il a été scellé, la liqueur s'est trouvée plus bas d'environ un bon quart de degré que celle des Thermometres non scellés, ou que celle des autres sur lesquels il avoit été réglé avant qu'on en dégagât l'air. Si on joint ensemble ce que les dix-sept expériences ci-dessus ont donné, on trouvera que la quantité de l'air, un peu plus condensé que celui de l'Atmosphère, qui a été tirée de l'esprit de vin, étoit de $47^{\text{d}} \frac{1}{3}$.

J'ai fait les mêmes expériences sur un autre Thermometre rempli du même esprit de vin affoibli, son tuyau étoit plus court que celui du précédent, il avoit moins de degrés au-dessus de la congélation. Dans la première expérience, il a

donné $4^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit $10^{\text{d}} \frac{1}{2}$.

Dans la seconde expérience, il a donné $16^{\text{d}} \frac{3}{4}$ d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit dans le tube $41^{\text{d}} \frac{1}{2}$.

Dans la troisième expérience, il a donné $10^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit 48^{d} .

L'air qui a été tiré dans ces trois expériences, a été tout celui qui a pû être tiré par la chaleur capable de faire monter l'esprit de vin jusqu'au haut du tube. Sa quantité n'a été que de $31^{\text{d}} \frac{3}{4}$ d'air condensé; inutilement le Thermometre a-t-il été remis dans l'eau chaude, & couché après en avoir été tiré.

L'esprit de vin des deux expériences précédentes étoit de celui dont nous avons jusqu'ici rempli nos Thermometres, c'est-à-dire, de celui dont l'étendue de la dilatabilité entre le froid de la congélation de l'eau, & la plus grande chaleur que l'eau bouillante puisse lui faire prendre, sans le faire bouillir, est comprise entre les nombres de 1000 & de 1080. Cet esprit de vin étoit fait d'un autre esprit de vin qu'on avoit affoibli, dont le volume réduit à 1000 par la congélation, étoit porté à 1090 par la chaleur de l'eau bouillante. J'ai voulu éprouver ce que cet esprit de vin donneroit d'air; j'en ai rempli la boule, & partie du tube d'un Thermometre, gradué selon la méthode que nous avons expliquée. Dans le temps de la congélation de l'eau, ce Thermometre étoit au même point, c'est-à-dire, à 0 degrés, que les Thermometres à esprit de vin affoibli. Mais dans tout autre temps, il marquoit & devoit marquer des degrés différents de ceux que marquoit l'esprit de vin affoibli des autres Thermometres. J'ai fait les mêmes manœuvres pour tirer l'air de l'esprit de vin de ce Thermometre, que j'avois employées pour tirer l'air de l'esprit de vin des autres.

Dans la première expérience, il m'a donné $16^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit 28^{d} .

Dans la seconde expérience, il a donné $23^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé, qui avant de l'être, occupoit $50^{\text{d}} \frac{1}{4}$.

Dans la troisième, il a donné $14^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé, qui, rarifié, occupoit $48^{\text{d}} \frac{1}{2}$.

Dans ces trois expériences, il a donc fourni $54^{\text{d}} \frac{1}{2}$ d'air condensé. C'est aussi tout celui qui en a pû être tiré, car c'est inutilement qu'il a été remis ensuite dans l'eau chaude.

Au reste, si on compare entr'eux les résultats des différentes expériences faites sur le même Thermometre, ou les résultats de ce qu'ont donné les expériences faites sur différents Thermometres, on trouvera des variétés dont les causes ne sont pas difficiles à appercevoir. Une seconde expérience faite sur le même Thermometre tirera plus d'air de l'esprit de vin que n'en a tiré la première, si la quantité d'air qu'on a laissée la 2^{de}. fois dans le haut du tube est moindre que celle qu'on y avoit laissée la première fois. L'air laissé dans le tube se dilate, comme il est très-connu; plus il se dilate, & plus la force de son ressort s'affoiblit; d'où il suit que moins on a renfermé d'air dans le tube, & moins cet air est en état de presser l'esprit de vin, ou, ce qui est la même chose, d'empêcher l'air, qui lui est uni, de s'en dégager.

Une autre circonstance encore à remarquer, c'est que si on donne le temps à l'esprit de vin de se refroidir davantage dans cette expérience que dans l'autre, qu'il s'en échappe plus d'air dans cette expérience. De-là il arrive que si une expérience est faite dans un temps plus froid que celui où l'autre a été faite, celle qui a été faite dans un temps plus froid, tirera une plus grande quantité d'air, quoiqu'on ait laissé, dans l'une & dans l'autre, le même intervalle, entre le temps où l'on a scellé les Thermometres, & celui où on les a déscellés. Un degré de froid considérable accélère extrêmement l'opération, car il est à remarquer que l'air ne se dégage de la liqueur que lorsqu'elle se refroidit; l'air du haut du tube qui la suit, perd de la force avec laquelle il l'a comprimé, parce qu'alors il se dilate de plus en plus. Il en perd encore par une autre considération, c'est qu'il se refroidit lui-même, & plus vite que la liqueur: or on sçait combien la chaleur est capable d'augmenter la force du ressort de l'air. Aussi un fait qui mérite fort d'être remarqué, c'est que si on observe le Thermometre après l'avoir tiré de l'eau

chaude, l'avoir couché, on voit quelquefois la liqueur s'approcher peu-à-peu du terme de la congélation, sans qu'il paroisse de bulle, ou au moins de bulle considérable dans la boule : mais est-elle arrivée à un certain terme, par exemple, à 16 degrés, ou plus bas, comme je l'ai vû y descendre en quelques circonstances ; quoique la chaleur de l'air extérieur n'augmente pas, la liqueur commence ensuite à s'élever, & insensiblement elle remonte jusqu'à 30 ou 40 degrés ; c'est qu'alors l'air se dégage de l'esprit de vin, & qu'à mesure qu'il s'en échappe, il se dilate, & force la liqueur du tube à lui laisser de la place, à avancer vers la partie supérieure du tube, & à condenser l'air qui y est, & qui s'étant refroidi est plus aisé à condenser.

De Thermometre à Thermometre, il y aura aussi des variétés qui auront les mêmes sources que celles que nous venons de rapporter. Mais il y en a une autre qui n'en donne pas seulement dans les résultats de chaque épreuve, mais qui en donne de plus dans la somme des résultats, c'est si les tubes n'ont pas un égal nombre de degrés au-dessus du terme de la congélation de l'eau. Car le degré de chaleur qui fait monter l'esprit de vin au haut du tube qui a moins de degrés est plus foible que celui qui le fait monter au haut du tube qui a plus de degrés. De-là il arrive que lorsque les deux liqueurs viennent à se condenser, l'espace vuide que laisse celle qui a le moins de degrés, est aussi le moindre. De sorte que si on a laissé dans le haut des deux tubes une égale quantité d'air, l'air de l'un a plus de force pour agir contre la liqueur que l'air de l'autre, parce qu'il n'a pas autant d'espace pour se raréfier.

Des expériences répétées avec le même Thermometre vuide, & rempli ensuite de la même liqueur, ou d'une liqueur pareille, pourroient aussi donner des variétés ; le même esprit de vin, la même eau, peuvent ne pas contenir toujours la même quantité d'air, & réellement ils en contiennent moins en certains temps que dans d'autres. D'ailleurs il peut rester de l'air adhérent aux parois des tubes, que l'esprit de vin

introduit n'a pas chassé, il y en peut rester tantôt plus, tantôt moins; ce qui donnera encore des différences entre les résultats des épreuves. Dans la première que nous avons rapportée, où la liqueur n'a été épuisée d'air qu'après dix-sept opérations, il y avoit du sable dans la boule du Thermometre; l'air qui y étoit resté attaché a bien pû fournir une partie de celui qui a mis une si grande différence entre le résultat de cette épreuve, & le résultat de la seconde, l'une a fourni $47\frac{1}{2}$ degrés d'air condensé, & l'autre $31\frac{3}{4}$ degrés seulement. La différence du nombre des degrés des tuyaux de ces deux Thermometres a pourtant entré pour beaucoup dans la cause de cette différence. Mais dès qu'il y a du sable, du plomb dans la boule, &c. les opérations ont besoin d'être répétées plus de fois, une partie des bulles d'air qui se dégagent de l'esprit de vin se trouvent arrêtées entre les grains de ces manières, elles ne peuvent monter au haut de la boule.

Les expériences que nous venons de rapporter suffisent; par rapport au premier objet que nous nous étions proposé, pour faire voir que lorsque nous avons privé d'air l'esprit de vin d'un Thermometre, autant que ce genre d'épreuve l'a permis, que nous avons assuré la régularité de sa marche, qu'il n'y a plus à craindre qu'elle soit troublée par l'air que cet esprit de vin pourra reprendre par la fuite. On lui a ôté 30 à 40 degrés d'air, & lorsqu'on scelle le tube, on n'y renferme que deux ou trois degrés d'air, & beaucoup moins, si l'on veut. L'esprit de vin ne sçauroit se saisir de tout cet air, & quand il s'en saisiroit, il en seroit très-peu chargé.

Mais ces expériences mériteroient d'être poussées plus loin pour nous faire connoître plus précisément la quantité d'air qui est contenue dans différentes liqueurs, & sur-tout dans l'eau; la quantité qui en peut être tirée par de plus grands degrés de chaleur que ceux que nous avons employés pour l'esprit de vin. L'expérience qu'a faite M. Mariote avec son petit dé de verre rempli d'huile, lui a paru prouver qu'une

qu'une goutte d'eau contenoit un volume d'air, tel que celui qui est simplement pressé par le poids de l'Atmosphère, huit à dix fois plus grand que le sien.

Il y a beaucoup d'apparence que la bulle qu'ila eue, a été grossie par de l'air étranger à l'eau ; mais nous ne nous arrêterons pas actuellement à déterminer ce qu'on doit penser sur la quantité d'air qui est dans l'eau, nous serions obligés d'entrer dans un détail d'expériences & de discussions qui nous ont menés plus loin que nous ne l'avions prévu, lorsque nous nous y sommes engagés ; nous pourrions en rendre compte dans un autre temps.

Quelle que soit la quantité réelle d'air, qui est contenue dans l'eau & dans les autres liquides, la maniere dont elle y est contenue, est très-digne de l'attention des Physiciens. Nous avons vû que la quantité d'air qui, au milieu de notre Atmosphère, & condensée par son poids, occupoit 54 degrés, n'augmente le volume de l'esprit de vin auquel elle est unie, que d'environ un quart de degré, qu'elle n'y occupe qu'une place qui est près de 216 fois plus petite que celle qu'elle occupe dans l'Atmosphère. L'expérience qui a fait penser à M. Mariote que l'air étoit huit ou dix fois plus comprimé dans l'eau qu'il ne l'est lorsqu'il en est sorti, qu'il y occupe huit à dix fois moins de place, semble donc ne lui avoir pas encore fait imaginer à beaucoup près l'air assez à l'étroit dans l'eau. Enfin l'air, pendant qu'il est dans l'eau, a perdu sa compressibilité, & nous avons vû de plus qu'il a perdu sensiblement sa dilatabilité.

Peut-être pourtant a-t-on trop admiré la maniere dont l'air est contenu dans l'eau & dans les autres liquides ; on a envisagé ce phénomène sous certains côtés qui y jettent un merveilleux, qui eût disparu, si on l'eût considéré autrement. Une idée assez ordinaire est de regarder l'air comme du coton, comme de la laine, comme de l'éponge, & beaucoup plus spongieux encore que ne sont tous les autres corps ou assemblages de corps auxquels on peut le comparer. Cette idée est très-propre pour expliquer pourquoi il se laisse comprimer.

considérablement par les poids, pourquoi aussi il peut être extrêmement raréfié, & paroître sous un volume qui surpasse considérablement celui sous lequel nous l'avions vû auparavant.

M. Mariote a aussi adopté cette idée ; mais pour expliquer comment, malgré sa force de ressort, l'air peut être contenu dans l'eau, comment il peut y être si condensé, il a eu recours à une autre supposition. Il a pensé que l'eau dissout l'air, comme elle dissout certains sels ; il a imaginé de très-jolies expériences, & très-propres à appuyer cette idée. Il a fait bouillir de l'eau, & l'a ainsi privée de son air. En cet état, il l'a renfermée dans une bouteille avec une bulle d'air ; il est arrivé à cette bulle, ce qui seroit arrivé à un morceau de sucre ou de sel ; la bulle a, peu à peu, diminué de volume ; enfin elle a disparu totalement ; d'où M. Mariote a conclu qu'elle a été dissoute par l'eau, & que comme l'eau peut dissoudre du sel, & qu'elle n'en peut dissoudre qu'une certaine quantité, de même elle dissout l'air, & qu'elle n'en dissout qu'une certaine quantité ; car on lui offre inutilement une nouvelle bulle d'air, lorsque la première a été assez grosse, ou lorsque l'eau en a pris successivement un certain nombre de petites.

Cette idée, qui m'avoit extrêmement plû, m'a semblé, dans la suite, laisser bien des difficultés à résoudre. J'ai eu peine à admettre, avec M. Mariote, que ce ne fût plus, comme il le supposoit, de l'air, mais simplement de la matière aérienne qui fût contenue dans l'eau. Il a jugé nécessaire de le décomposer, pour lui ôter ses propriétés. L'eau commune qui tient du sel dissout, l'eau forte, ou l'eau régale, qui tiennent des métaux dissouts, tiennent dissouts du sel, de l'or, de l'argent, du cuivre, & non simplement de la matière de sel, d'or, d'argent, &c. Le sel n'est nullement décomposé dans l'eau, il y est seulement divisé. Mais ce qui m'a le plus embarrassé, dans l'idée de M. Mariote, c'est de concevoir comment cet air dissout, ou plutôt décomposé, peut reparoître si subitement sous sa première forme. Un

coup de piston , un peu de chaleur de plus , fait sur le champ fortir l'air ; cette matiere aërienne , cet air dissout & décomposé est dans un instant en état de s'échapper de l'eau avec ses propriétés connues. Je sçai que l'air qui se dégage de l'eau peut être comparé au métal , au sel qui se précipitent , & que les précipitations se font promptement : mais si le métal & le sel avoient été décomposés , ils ne reparoîtroient pas , après la précipitation subite , sous leur première forme ; celles même des métaux précipités différent de celles qu'ils avoient avant leur dissolution. Aussi pensai-je que M. Mariote a poussé sa supposition plus loin qu'il n'en avoit besoin ; il me paroît qu'au lieu de supposer que l'eau peut dissoudre l'air , dissolution d'ailleurs assez difficile à concevoir , si on se contente de supposer qu'elle peut le pénétrer , le mouiller , on a tout ce qu'il faut pour rendre raison des phénomènes qu'on a à expliquer ici.

Continuons de regarder l'air comme ressemblant par sa structure aux corps spongieux , & qu'il soit de ceux que l'eau peut pénétrer , qui en peuvent être imbibés , & nous cesserons d'être surpris de ce que l'air , qui est contenu dans l'eau , n'y est plus compressible , & de ce qu'il y occupe peu de place. Si j'enveloppe une éponge de quelque membrane que l'eau ne puisse pénétrer , & que je tiens cette éponge suspendue dans l'eau , par le moyen de quelque fil arrêté au fond du vase , l'éponge sera alors aussi compressible qu'elle l'étoit au milieu de l'air. Si avec un piston , ou autrement , je presse l'eau , l'eau descendra , l'éponge sera forcée d'occuper beaucoup moins de volume , ses parties seront contraintes d'aller se loger dans les vuides qu'elles tendent à se conserver entr'elles , l'eau occupera la place que les parties de l'éponge auront abandonnée. Cessons de presser l'eau , l'éponge se rétablira dans son premier état , elle portera l'eau plus haut. Si ensuite nous ôtons à notre éponge , l'enveloppe dont nous l'avions recouverte , il sera permis à l'eau de s'insinuer dans son intérieur ; donnons-lui le tems d'aller remplir tous les vuides qui sont entre les filets spongieux ; après quoi , si nous avons

encore recours au piston pour presser l'eau , nous trouverons qu'elle ne cédera point , comme elle a fait la première fois , ou qu'elle cédera très-peu. L'éponge alors est devenue incompressible , ou presque incompressible ; ses parties pressées ne trouvent plus de places vuides où elles puissent se loger , l'eau les a remplies ; celle qui s'y est logée arrête l'effort de celle qui tend à l'en chasser. Si l'air peut donc , comme l'éponge , être pénétré par l'eau , si elle peut aller remplir les vuides qui sont entre ses parties , le voilà qui cesse d'être compressible.

La force prodigieuse , que quelques Physiciens ont jugé nécessaire , pour tenir l'air comprimé dans l'eau , devient donc inutile au moyen de cette hypothèse ; l'air qui est dans l'eau peut n'y être pas plus comprimé que l'est celui qui nous environne , que par le poids de l'Atmosphère , ou s'il l'est de quelque chose de plus , ce n'est que par le poids de l'eau.

On a cru que l'air est extrêmement comprimé dans l'eau , parce qu'on l'y a placé tout autrement qu'il ne devoit être placé : car pour revenir encore à la comparaison de notre éponge , qu'on ait deux vases égaux , dont l'un soit rempli de fragments d'éponge , & dont l'autre soit rempli d'eau à $\frac{1}{10}$ près. Si on propose à quelqu'un de faire entrer les fragments d'éponge dans le vase d'eau , & de faire en sorte que le vase ne soit que plein , lorsqu'outre l'eau , il contiendra l'éponge ; & qu'on demande à celui à qui on fait cette proposition , de combien il a besoin de comprimer l'éponge ; il pourra répondre qu'il a besoin de la réduire à occuper un volume qui soit dix fois plus petit que celui sous lequel elle paroît ; que l'ayant rendue dix fois plus dense , elle n'occupera que cette dixième partie du vase qui reste à remplir. C'est ainsi au moins qu'ont répondu la plupart des Physiciens , par rapport à l'air qui est contenu dans l'eau. Mais on pourroit répondre , & on auroit très-bien répondu , que sans comprimer l'éponge , que sans la rendre plus dense , on pouvoit la faire entrer dans le vase à qui il manquoit un dixième d'eau ; qu'il n'y avoit qu'à l'introduire dans le vase

peu à peu, qu'à n'y faire entrer que ce qui seroit bien imbibé, & que quand elle y seroit entrée toute entiere, le vase contenant l'eau & l'éponge ne seroit que plein, & cela parce qu'il y a entre les parties de l'éponge des vuides que l'eau peut remplir, & que la somme de ces vuides est égale à $\frac{2}{100}$ du volume total de l'éponge. Qu'entre les parties de l'air il y ait des vuides, comme entre celles de l'éponge, & des vuides où l'eau puisse s'insinuer, il est clair alors que cet air, sans être condensé, peut tenir très-peu de place dans l'eau, une place bien différente de celle qu'il occupe hors de l'eau. Il en est de l'air précisément comme de notre éponge, à cela près qu'étant de toutes les matieres que nous connoissons la plus rare, son poids étant à celui de l'eau comme 800 à 1, ou peut-être dans un moindre rapport, il pourroit y avoir dans l'eau un volume d'air presque égal à celui de l'eau, sans que le volume de l'eau où il est contenu, en fût sensiblement augmenté. Car si l'eau remplissoit tous les vuides que les parties d'air laissent entr'elles, un volume d'eau de 800 & un volume d'air de 800 ne feroient ensemble qu'un volume de 801. Mais ce seroit pousser peut-être trop loin la petitesse des parties de l'eau que de leur en donner une telle, qu'elles fussent capables de s'introduire dans les plus petits vuides de l'air : nous n'avons point d'expériences qui exigent que nous la portions si loin. Nous avons vû que 54 degrés d'air occupent dans l'esprit de vin un volume de $\frac{1}{4}$ de degré, & un peu davantage ; à cause de cet excédent sur le $\frac{1}{4}$ de degré, supposons que 50 degrés d'air occupent précisément $\frac{1}{4}$ de degré, alors un volume de 800 parties d'esprit de vin mêlé avec 800 parties d'air deviendroit environ un volume de 804 parties.

On ne doit avoir nulle peine à accorder à l'eau des parties aussi déliées que nous les lui voulons, elle est peut-être de tous les liquidés sensibles celui qui en a de plus tenues ; une grande partie des autres liquidés lui doivent leur liquidité ; nous n'en connoissons point où elle n'entre pour beaucoup. Nous devons aussi être disposés à admettre entre les

parties de l'air des vuides capables de recevoir l'eau ; la grandeur des espaces , que les parties d'air laissent entr'elles , est bien considérable , quand il est trois à quatre mille fois plus raréfié que celui de notre Atmosphere , comme il l'est quelquefois. Ces espaces vuides ne laissent pas même d'être grands dans l'air aussi condensé que celui de notre Atmosphere , puisque de tel air est capable de se laisser beaucoup condenser , qu'il est près de 800 fois plus rare que l'eau. Enfin l'hypothèse de M. Mariote , qui veut que l'eau dissolve l'air , demande encore que les parties de l'eau soient plus petites que nous n'en avons besoin pour la nôtre.

Au reste , quand nous avons comparé l'air à une éponge ; nous n'avons voulu donner idée que des vuides qui sont entre ses parties , & nullement de la figure de ces mêmes parties. Heureusement nous n'avons aucun besoin de pousser nos conjectures jusques-là. Nous n'avons nullement besoin de décider si l'air est un liquide , tel que l'eau , ou s'il est un simple fluide ; si un volume d'air n'est qu'un amas d'une infinité de petits grains comme l'est un tas de sable. Rien ne nous force à déterminer les figures des grains d'air , s'il est permis de parler de la sorte , à celle de boules creuses , d'especes de petits balons , comme le veulent quelques Physiciens , ou à la déterminer à celle d'especes de cerceaux , ajustés comme ceux des Spheres , ainsi que le veut M. Hartsoeker. Il veut aussi * , comme nous , que l'eau puisse s'introduire dans l'air , que les cerceaux , en spheres , d'air soient beaucoup plus grands que les boules creuses & percées , sous la forme desquelles il se représente les parcelles de l'eau ; mais il ne nous a pas paru avoir cherché à développer cette idée , & à en faire usage pour rendre raison des faits que nous avons tâché d'expliquer ici.

* Cours de
Physique, p.
49. & 50.

Il ne nous importe donc quelle soit la figure des grains d'air , pourvû que leur structure soit telle , qu'elle permette à l'eau de les pénétrer ; que chaque grain d'air soit par rapport à l'eau un petit grain d'éponge , cela suffit. De cette supposition simple , se déduisent les faits que nous avons à expliquer

Nous avons déjà vû qu'alors l'air contenu dans l'eau n'y doit être nullement compressible. Il est également aisé de voir pourquoi il n'a plus son degré de dilatabilité ordinaire. L'eau occupe des places qui ont coutume d'être remplies par la matiere propre à le dilater, & dans lesquelles cette matiere peut s'introduire en plus grande quantité en certaines circonstances que dans d'autres : alors c'est dans l'eau seulement que cette matiere peut s'introduire ; là elle ne peut dilater l'air qu'autant qu'elle dilate l'eau, qu'au moyen de la dilatation qu'elle donne à l'eau, de sorte que si l'eau remplissoit tous les vuides que les parties des grains d'air laissent entre elles, l'air ne seroit dilatable que proportionnellement à la quantité réelle de sa matiere propre, moins que ne le sont bien des corps solides, & que ne l'est l'eau.

Mais il y a, sans doute, entre les parties de l'air des vuides qui sont trop petits pour recevoir l'eau, & qui peuvent recevoir la matiere subtile, la matiere du feu ; & ce sont précisément ces petits espaces vuides qui sont que l'air peut se dégager de l'eau dans les trois circonstances où il s'en dégage. 1°. Lorsque l'eau n'est plus comprimée par un poids aussi grand que celui qui la presse ordinairement. 2°. Lorsque l'eau reçoit une augmentation de chaleur considérable. 3°. Ou enfin lorsque l'eau se refroidit beaucoup. Quoique l'air contenu dans l'eau ne soit pas sensiblement compressible, celle de ses parties, entre lesquelles l'eau n'a pû pénétrer, sont réellement comprimées ; elles tendent continuellement à se dilater, & se dilatent dès que la force qui les comprimoit devient moins grande, comme il arrive lorsqu'on pompe l'air du balon de la Machine pneumatique, & comme il arrive dans toutes les expériences où nous purgeons l'eau, ou l'esprit de vin, d'air par le moyen de nos Thermometres. Imaginons que les parties d'air qui se dilatent, sont vers le centre d'un grain ; non-seulement, en se dilatant, elles augmenteront le petit vuide qui y étoit, elles en produiront bientôt entre d'autres parties ; l'effort de leur ressort chassera l'eau d'entre les parties voisines, qui à leur tour, agiront de tout leur ressort. Ainsi

de proche en proche , l'eau fera bientôt chassée du grain d'air qu'elle mouilloit ; ce grain , devenu plus léger par son augmentation de volume , changera de place , il se joindra à d'autres qu'il trouvera en son chemin ; ainsi se formera une bulle capable de s'élever jusqu'à la surface de l'eau , & de s'échapper. Les grains d'air , dans lesquels l'eau a moins pénétré , sont ceux qui se dégagent dès que les premiers coups de piston ont été donnés ; les grains plus imbibés d'eau ne sont en état de reprendre assez de ressort pour la chasser , que quand le nombre des coups de piston a été très-multiplié.

Dans le second cas , dans celui où l'air se dégage de l'eau qu'on a mise sur le feu , ou qu'on a chauffée de quelqu'autre maniere , la cause qui fait élever des bulles d'air est équivalente. Une augmentation de chaleur augmente le ressort de l'air. Celles de ses parties entre lesquelles il n'y a point d'eau reçoivent de la matiere du feu ; elles agissent alors , comme dans le cas précédent ; avec succès , tant pour s'étendre , que pour forcer l'eau à sortir d'entre les parties voisines , entre lesquelles se loge la matiere propre à mettre leur ressort en jeu.

Enfin dans le troisième cas , dans celui d'un refroidissement considérable de l'eau , l'eau se condense ; elle ne remplit plus exactement les places où elle s'étoit logée , elle y laisse des vuides où la matiere subtile , la matiere propre à augmenter le ressort , s'introduit. Quelques circonstances particulieres aident encore à augmenter alors la force de ce ressort ; mais il suffit d'avoir entrevû comment , dans ces trois cas , l'air peut se dégager de l'eau.

Il ne sera pas plus difficile de comprendre comment l'eau peut se charger , dans la suite , de l'air qui en a été chassé par une des trois causes précédentes , quand il n'y aura plus aucune de ces mêmes causes qui y mette opposition. Elle mouillera peu à peu l'air qui touche sa surface , elle le pénétrera , elle montera dedans chaque grain , comme elle monteroit dans un morceau de drap qui la toucheroit. Le grain d'air se charge ainsi d'eau peu à peu , il s'appesantit , il s'en applique
davantage

davantage contre la surface de l'eau, & enfin devient en état de descendre au-dessous de cette surface, & d'y rester quand il est autant imbibé d'eau qu'il le peut être.

L'expérience du petit dé de verre de M. Mariote, & d'autres expériences plus exactes prouvent que l'eau, & il en est de même de plusieurs autres liqueurs, contient une quantité d'air, dont le volume surpasseroit le sien plusieurs fois, s'il étoit libre au milieu de l'Atmosphère. Il nous reste encore à expliquer comment tant d'air peut être contenu dans l'eau, sans qu'une force considérable soit employée à le comprimer. Pour mieux exposer la difficulté, & pour en donner le dénouement, ayons encore une fois recours à nos fragments d'éponge : prenons un vase qui en est rempli ; versons peu à peu de l'eau dans ce vase qui aille remplir tous les vuides qui sont entre les parties des fragments d'éponge. On voit assez, & nous l'avons assez vû, que la quantité d'eau qui y entrera, différera peu de celle qui eût été nécessaire pour remplir le vase, s'il eût été vuide, ou, ce qui est la même chose, que le volume d'eau sera à peu-près égal à celui des grains spongieux. Mais nous trouvons au milieu de notre eau ordinaire une quantité d'air dont le volume surpasse plusieurs fois celui de l'eau même. Le cas que nous avons à examiner est donc celui où il y auroit dans notre vase, outre l'eau qu'il contient, assez de grains spongieux pour le remplir plusieurs fois. Pour se faire quelque idée de la façon dont une si grande quantité de grains a pû y trouver place, ne nous contentons pas de regarder les grains, dont nous avons rempli notre vase, comme spongieux. Imaginons-les de nature approchante de celle de divers corps qui perdent leur ressort, dès que l'eau les pénètre, dès qu'elle les mouille, comme sont le cuir, les membranes de plusieurs vessies, le carton ou le papier. De petites boules creuses, de petits cylindres, creux & mille autres corps de figures irrégulières, formés de quelques-unes de ces matières, occuperoient, secs, dans un vase, un espace considérablement plus grand que celui qu'ils y occuperoient mouillés ; le vase qui seroit rempli de fragments chiffonnés

de papier sec, recevrait le double ou le triple de pareils fragments bien imbibés d'eau. Imaginons donc que l'air, comme ces différentes matieres, se laisse affaïsser, lorsque l'eau s'est insinuée entre ses parties, lorsqu'elle y occupe la place du fluide qui produit son ressort; & il ne sera pas difficile de concevoir comment il peut y avoir dans l'eau une quantité d'air, dont le volume surpasseroit plusieurs fois le sien, si cet air étoit sec, & avec tout son ressort au milieu de l'Atmosphère, & comment cet air est contenu dans l'eau, sans qu'il soit besoin d'une force excessive pour l'y condenser. Le papier, le carton auquel nous l'avons comparé, qui sec soutiendrait par son ressort quelque corps pesant, étant mouillé ne peut pas même soutenir son propre poids. Si ce n'est pas expliquer entièrement la cause première de l'effet que nous venons d'examiner, c'est faire voir au moins qu'il peut en avoir une semblable, ou analogue à celle de plusieurs autres effets qui nous sont familiers, & dont la production ne nous paroît pas difficile à concevoir.

Mais, pour revenir à la construction de nos Thermometres, il semble que nous avons assez assuré la régularité de leur marche contre les dérangements qui pourroient y être produits par des chaleurs excessives. La pratique de l'expédient que nous avons donné, est d'ailleurs plus simple qu'elle ne pourroit paroître; il est vrai qu'on sera souvent obligé de mettre un Thermometre quinze & vingt fois dans l'eau chaude, lorsqu'on voudra épuiser exactement la liqueur de tout l'air qui en peut être tiré par le degré de chaleur capable de la faire monter jusqu'au haut du tube, mais ces quinze ou vingt opérations emporteront peu de temps à des ouvriers qui construiront un grand nombre de Thermometres à la fois; on en peut mettre plusieurs dans un même chaudron, plein d'eau chaude, & les mît-on un à un, cela va assez vite. Mais je ne pense pas qu'il soit bien nécessaire de purger l'esprit de vin de tout l'air en question; quand on lui en laissera un ou deux degrés, ce peu d'air qui lui sera laissé, ne sera pas capable d'altérer sensiblement la marche du Thermometre,

& on s'épargnera la répétition du plus grand nombre des opérations. Dans les trois premières, on tirera quelquefois 30 ou 40 degrés d'air; il en faudroit ensuite employer plus de douze à quinze pour tirer le dernier, ou les deux derniers degrés.

Il ne resteroit plus qu'à faire voir comment on peut mettre la marche de nos Thermometres hors d'état d'être troublée par les plus grands froids : quoique le moyen en soit simple, & ic même dans le fond que celui auquel nous avons eu recours contre l'effet de la chaleur, pour nous assurer de son efficacité, il a fallu faire des expériences sur diverses sortes de refroidissemens artificiels, qui nous ont fourni des faits qui mériteroient d'être détaillés, & qui ne le pourront être que dans un Mémoire, pour lequel même ils fourniront une ample matière.

Avant de finir celui-ci, il nous reste encore à examiner s'il n'y a pas une cause d'irrégularité dans la marche des Thermometres à esprit de vin, qui mérite plus qu'aucune autre qu'on cherche à prévenir ses effets. On me fit faire attention à celle dont je veux parler, dans nos Assemblées de l'Académie; on m'y fit remarquer qu'elle pourroit beaucoup plus influencer sur les Thermometres de nouvelle construction que sur les autres; ils ont communément de plus longs tubes, parce que le jeu de la liqueur y a une plus grande étendue, ou, ce qui est la même chose, parce que leurs degrés sont plus grands que ceux des autres Thermometres. Or dans tout Thermometre la colonne de liqueur qui charge la boule dans des jours extrêmement chauds, est plus haute, sensiblement, que celle qui la charge dans des jours très-froids. La différence entre les hauteurs des colonnes est d'autant plus considérable dans un Thermometre, que chacun de ses degrés proportionnels à ceux d'un autre sont plus grands. La boule de nos Thermometres se trouve donc beaucoup plus chargée dans les grandes chaleurs de l'Été que dans les froids de l'Hyver; car les premiers principes de l'Hydrostatique apprennent que quelque petit que soit le

diametre des colonnes dans le tube, leur effort est égal à celui de colonnes de pareille hauteur, & dont le diametre feroit le même que celui de la boule. Tout roide qu'est le verre, il n'est pas inflexible. L'augmentation de pression sur la boule, sur-tout si elle n'est pas exactement ronde, & que ses parois soient minces, y doit produire quelque effet, elle doit augmenter sa capacité. De-là il suit qu'une portion de liqueur qui, dans les temps chauds, devoit occuper une partie du tube, y marquer des degrés, restera dans la boule pour remplir ce dont sa capacité a été augmentée. La liqueur fera donc trop bas dans le tube pour y marquer le vrai degré de chaleur. Moins la figure de la boule approchera de la sphéricité exacte, & plus l'augmentation de la charge agira contre elle avec succès pour augmenter sa capacité. J'ai pourtant proposé dans le premier Mémoire, de donner à la partie que nous nommons la boule, une figure lenticulaire, ou celle de boule aplatie, & je la lui eusse fait donner, si j'eusse trouvé des ouvriers plus disposés à en prendre la peine. Jamais les boules ne sont assez parfaitement rondes, & je proposois de les faire encore d'une figure qui feroit moins capable de résister aux augmentations de pression.

Tous les principes sur lesquels est fondée cette difficulté sont certains; mais il s'agissoit de sçavoir jusqu'ou alloit dans la pratique l'augmentation du volume de la boule produite par l'augmentation de la hauteur de la colonne, si elle causoit une irrégularité qui méritât qu'on cherchât à y apporter remede.

Il y a à choisir entre les moyens qui s'offrent pour s'assurer si une augmentation de pression, équivalente à celle de la hauteur de nos colonnes de liqueur, peut produire sur nos boules de Thermometres une augmentation de capacité qui mérite qu'on en tienne compte. Un de ces moyens est de remplir d'eau la boule & le tube d'un Thermometre, de boucher avec le doigt le bout de ce tube plein, de renverser ensuite le Thermometre le haut en bas, & de mettre dans un vase plein d'eau le bout du tube; qu'on ôte alors le doigt

qui lui servoit de bouchon. Dans cet état non-seulement la boule cesse d'être chargée du poids de la colonne d'eau qui remplissoit le tube, de ce poids qui, lorsqu'elle étoit dans une autre position, tendoit à aggrandir sa capacité, mais cette même colonne d'eau contrebalance une partie de la colonne de l'Atmosphère, & par conséquent la partie convexe de la boule se trouve plus chargée que ci-devant; ainsi non-seulement le ressort des parties de la boule tend à les ramener vers le centre, l'augmentation de charge les y porte aussi. La boule doit donc diminuer de capacité, ou, ce qui est la même chose, chasser une portion de son eau dans le tube, & une partie de celle du tube doit couler dans le vase. Qu'on bouche alors une seconde fois le tube avec le doigt, qu'on le retire de l'eau, & qu'on le redresse, le tenant toujours bouché; il doit se faire un vuide entre le doigt & la surface de la liqueur du tube qui sera égal à ce dont la capacité de la boule est plus grande alors qu'elle ne l'étoit dans la position contraire. Il reste aussi alors réellement un vuide entre le doigt & la surface de l'eau, mais tel qu'il ne mérite pas qu'on y fasse attention par rapport à la gradation des Thermometres. Les boules les plus irrégulieres, & les tuyaux les plus longs, ne me l'ont jamais donné de $\frac{1}{4}$ de degré, & peut-être au plus de $\frac{1}{5}$ de degré. J'ai essayé aussi une boîte plate, dont la forme & dont la grandeur approchoient assez de celles d'une boîte à Thé d'une demi-livre. Le vuide qu'elle m'a donné n'a pas été d'un demi degré. Cependant la différence entre les hauteurs des colonnes, dans le cas de cette épreuve, étoit peut-être double de ce qu'elle est dans le jeu du Thermometre; les irrégularités, que les différentes hauteurs des colonnes produiroient dans les boîtes de la figure la moins avantageuse, n'iroient donc, depuis le plus grand froid jusqu'au plus grand chaud, qu'à $\frac{1}{4}$ de degré, & à $\frac{1}{5}$ au plus dans les boîtes sphériques, & cette petite inégalité seroit distribuée proportionnellement à tous les degrés intermédiaires.

Un moyen plus simple encore, & équivalent, de recon-

noître ce que la différence des charges peut produire sur la capacité des boules, est de faire fuser par quelqu'un le bout d'un Thermometre déscellé, le plus fortement qu'il lui sera possible, & d'observer, pendant qu'il fuce, de combien la liqueur se tient plus haut qu'auparavant dans le tube, & de combien elle descend lorsqu'il cesse de fuser.

Mais le plus simple de tous les moyens de faire cette épreuve, & le plus propre à rassurer sur l'inquiétude qu'on pourroit avoir, par rapport au Thermometre dont on se sert journellement, c'est de voir sur le Thermometre même, si l'inégalité des hauteurs des colonnes de liqueur, est capable de produire des différences dans le nombre des degrés. Nous en donnerons la maniere, & un exemple en même temps. Que la liqueur soit élevée à 30 degrés au-dessus de la congélation, qu'est-ce que je veux sçavoir ? c'est si la liqueur ne devoit point être à 31 ou 32 degrés, si l'excès de cette colonne au-dessus de celle de la congélation, ou au-dessus de celle d'un plus grand froid, n'augmente point la capacité de la boule d'un ou de deux degrés. Pour le découvrir, je n'ai autre chose à faire que d'avoir recours à un expédient simple qui a déjà été employé dans ce Mémoire, que d'incliner mon Thermometre jusqu'à ce que le 30^{me}. degré ne soit pas plus élevé au-dessus de la boule, qu'y est élevé le degré de la congélation, lorsque le Thermometre est dans une position verticale. En un mot, je puis rendre la colonne qui charge la boule aussi petite que je voudrai, en inclinant le Thermometre. Si à mesure que je l'incline, la liqueur avance du 30^{me}. degré vers des degrés supérieurs, c'est une preuve que la capacité de ma boule se rétrécit. Mais si la liqueur reste sensiblement au même degré, quelqu'inclinaison que je donne au Thermometre, j'ai preuve que la capacité de ma boule ne varie pas assez sensiblement pour ôter des degrés, ou des portions de degrés. Je n'ai trouvé aucun Thermometre de nouvelle construction, qui quelqu'incliné qu'il fût, donnât une augmentation sensible de portion de degré. Il faut pourtant avouer qu'on ne juge pas

avec autant de précision de l'étendue qu'occupe la liqueur dans le tube incliné, qu'on juge de celle qu'elle occupe dans le tube droit. Dans le tube incliné, la liqueur ne remplit pas toute la capacité du dernier degré sur lequel elle s'étend, elle se termine par une espèce d'onglet. Mais le coup d'œil apprend suffisamment que ce qu'il y a de trop en avant, est compensé par ce qui manque en arrière. C'est de quoi on est encore mieux en état de juger, si avant de faire cette petite épreuve, pendant que le Thermometre est droit, on entoure d'un brin de fil le tube vis-à-vis les bords de la liqueur. Quand on incline ensuite le Thermometre, on voit que si la liqueur avance par de-là le fil, le long de la surface inférieure, elle laisse en haut du côté opposé une place vuide.

Si l'y avoit donc un Thermometre à la marche duquel il y eût quelque correction à faire, par rapport à l'inégalité des colonnes, on sçauroit ainsi sur le champ, la correction qu'il y auroit à faire. Aussi avons-nous parlé au long, au commencement de ce Mémoire, d'un cas où la liqueur marque plus de degrés sur le tube incliné, que sur le tube vertical; & nous avons prouvé que c'étoit, lorsqu'il est resté dans la capacité de la boule, une certaine quantité d'air qui n'est pas unie à l'esprit de vin.

Nous répéterons, en finissant, ce que nous avons déjà dit ailleurs. Nous n'avons garde de croire que les Thermometres, dont nous avons proposé la construction, seront à l'abri de toutes irrégularités; mais celles où ils resteront exposés, ne les empêcheront pas d'avoir toute l'exactitude qu'on en peut demander, & même toute celle qu'on a besoin qu'ils ayent. Une cause d'irrégularités, dont nous n'avons pas encore parlé, & à laquelle on négligera apparemment d'apporter remède, c'est que les degrés qui servent à mesurer ceux du tube n'ont pas une grandeur fixe. Ils sont tantôt plus grands, & tantôt plus petits. Ils sont marqués sur une feuille de papier, collée sur une planche de bois. Or le bois & le papier son allongés par l'humidité, & raccourcis par

296 MEMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
la sécheresse, & de quantités mesurables sur des longueurs
telles que celles des Thermometres. Je doute pourtant que
pour avoir des Thermometres plus précis, on substitue des
planches de métal ou de glace à celles de bois; elles seroient
elles-même exposées à s'allonger par le chaud, & à se rac-
courcir par le froid. Il y auroit du ridicule à vouloir pousser
la précision des Ouvrages physiques jusqu'à un certain point,
auquel il est également impossible & inutile de la porter.



BALISTIQUE

Second mémoire sur la construction des thermomètres dont les degrés sont comparables avec des expériences et des remarques sur quelques propriétés de l' air - M. DE RÉAUMUR
Académie royale des sciences - Année 1731

PHYSIQUE
DE RÉAUMUR, MARIOTTE
