

E S S A I S

Sur le volume qui résulte de ceux de deux liqueurs mêlées ensemble ; ou sçavoir si deux liqueurs mêlées ensemble ont un volume égal à la somme des volumes qu'elles avoient prises séparément, ou si elles en ont un plus grand ou un plus petit que la somme des deux premiers.

Par M. DE REAUMUR.

UNE mesure de balles de plomb, & une égale mesure de grains de plomb, extrêmement fins, mêlées ensemble, ne rempliront pas à beaucoup près une mesure égale en capacité aux deux que les balles & les grains de plomb remplissoient séparément. Les petits grains occuperont dans le second cas des espaces entre les balles qui étoient vuides dans le premier cas. L'espace occupé par les grains ainsi mêlés sera d'autant moindre que les grains seront plus petits. Les molécules des liqueurs peuvent, sous quelques égards, être regardées comme des grains d'une indéfinie, ou d'une prodigieuse petitesse ; aussi si on verse de l'eau ou quelque autre liqueur dans un vase déjà autant rempli de sable, de cendre, ou de quelqu'autre poudre, qu'il le peut être, on y fera entrer une quantité d'eau considérable par rapport à la capacité de ce vase. Les grains de poudre ont beau être pressés les uns contre les autres, leur figure & leur dureté conservent entr'eux des vuides que l'eau peut occuper.

Nous voyons donc assés ce qui doit arriver, lorsqu'on mêle ensemble des grains solides de différents diametres, & lorsqu'on arrose d'eau des masses de grains solides. Nous voyons de même que si de l'eau est introduite dans du bois, du cuir, du papier, le volume de ces corps peut être augmenté, mais qu'il ne le doit pas être de toute la quantité introduite.

Mais si nous mêlons ensemble différentes liqueurs, quel

fera le volume des liqueurs mêlées ? quel rapport aura-t-il avec ceux qu'elles avoient auparavant, & cela selon que ces liqueurs auront de la disposition ou de l'éloignement à se mêler ensemble ? par exemple, qu'arrivera-t-il si on mêle de l'eau avec de l'esprit de vin, de l'eau avec de l'huile ? c'est ce qu'on n'a pas cherché jusqu'ici à examiner, que je sçache, & qui méritoit pourtant qu'on l'examinât par rapport à l'explication de divers phénomènes de Physique. Peut-être n'a-t-on pas crû qu'il y eût sur cela d'examen à faire, on a regardé les parties des liquides comme aussi contiguës qu'il est possible de l'être, ou si on a imaginé entr'elles des espaces, on ne paroît pas avoir pensé que ces espaces fussent capables de recevoir des parties de quelque autre liquide. Des Physiciens pourtant ont donné des pores à l'eau, ils ont même crû que c'étoit dans ces pores que se logeoient les sels dissous ; qu'il falloit avoir recours à ces pores pour expliquer la suspension des sels dissous, & pour expliquer comment il arrive que l'introduction de ces sels n'augmente pas, autant qu'on s'y attendroit, le volume de l'eau ; mais on n'a pas eu besoin de cette supposition pour expliquer ce qui se passe dans le mélange de deux liquides par rapport au volume, on n'a pas sçû qu'il y eût dans ce cas rien à expliquer. Voyons pourtant s'il ne s'y passe rien qui mérite attention, & pour nous fixer d'abord à un exemple, mêlons de l'eau avec de l'esprit de vin.

L'eau étant versée sur l'esprit de vin, ou l'esprit de vin sur l'eau, les deux liqueurs qui séparées étoient limpides, très-transparentes, en commençant à se mêler composent une liqueur louche, quelquefois trouble même jusqu'à devenir d'un laiteux opaque, & tantôt plus, tantôt moins opaque, selon la qualité de l'eau ; mais au moins arrive-t-il toujours, pendant que l'eau & l'esprit de vin se mêlent, que la liqueur composée est moins transparente que ne l'étoient les deux liqueurs séparées, on distingue de gros filets plus opaques que le reste. Ces filets se divisent en une infinité d'autres, il semble que ce soient des écheveaux qui se dévident. Enfin la liqueur composée redevient totalement transparente, mais tantôt plus tard & tantôt

plûtôt. Il semble qu'il y ait une dissolution à faire, & que tout est trouble jusqu'à ce que la dissolution soit achevée, parce que jusques-là tout est dans une sorte de confusion.

Mais pour venir à la question que nous avons proposée comme digne d'être éclaircie, le volume de la liqueur composée d'esprit de vin & d'eau est-il égal au volume d'eau & au volume d'esprit de vin pris séparément, ou est-il moindre, ou est-il plus grand que ces deux volumes? M. Geoffroy nous a rapporté dans les Mémoires de l'Académie de 1713, page 53, une expérience curieuse; après avoir reconnu, par le Thermometre, que de l'eau & de l'esprit de vin exposés au même air avoient un égal degré de chaleur, il a plongé le Thermometre dans cette eau, sur laquelle il a versé un poids d'esprit de vin rectifié égal au poids de l'eau contenuë dans le vase; le mélange s'est fait, & il s'est fait en même temps une augmentation de chaleur capable de faire impression sur le Thermometre, la liqueur a monté sensiblement. Il semble que cette expérience nous mettroit en état de décider la question; où il y a augmentation de chaleur, il y a augmentation de volume, au moins une augmentation passagère. Le volume des deux liqueurs dans le temps au moins que se fait leur mélange, devrait donc être plus grand que ne l'étoient les deux volumes pris séparément.

Cependant, quoiqu'on ne dût pas s'y attendre, il arrive au contraire que le volume des deux liqueurs mêlées ensemble est plus petit que celui des liqueurs prises séparément, même dans l'instant que le mélange se fait. Il y a long-temps que j'avois tenté de découvrir s'il arrivoit quelque chose de remarquable dans l'augmentation ou la diminution du volume de quelques liqueurs mêlées ensemble, sans avoir rien trouvé sur quoi je pusse compter: la nouvelle construction des Thermometres que j'ai donnée, où tout dépend des mesures très exactes, m'a mis en état, lorsque j'y pensois le moins, de voir ce qui arrive aux volumes de l'esprit de vin & de l'eau mêlés ensemble. Je ne songeois qu'à faire remplir des Thermometres, lorsque M. Pitot, après avoir versé un certain

nombre de mesures d'eau dans une boule de verre adaptée à un tube, versa dessus un nombre de mesures d'esprit de vin rectifié, qui devoient monter jusqu'à une certaine hauteur du tube. On marqua l'endroit du tube où se terminoit l'esprit de vin. Les deux liqueurs pouvoient n'être pas bien mêlées, & effectivement elle ne l'étoient pas, l'esprit de vin plus léger étoit resté au-dessus de l'eau. On secoua bien le Thermometre, afin que le mélange se fit autant qu'il se devoit faire. Le Thermometre ayant été mis ensuite dans une position verticale, M. Pitot me fit remarquer que notre liqueur étoit au-dessous de la ligne marquée, qu'il en falloit ajouter pour la faire élever jusqu'au terme où nous la voulions. Ce fait me parut très-digne d'être remarqué, il sembloit prouver que l'eau & l'esprit de vin mêlés ensemble n'ont plus le même volume qu'ils avoient séparément, car il s'étoit fait un vuide de quelques degrés dans le tube du Thermometre.

Sur le champ je voulus m'assurer si cette diminution étoit bien réelle, si elle ne devoit point être attribuée à quelques circonstances étrangères, si elle ne venoit point de ce qu'une partie de la liqueur avoit mouillé le tube & le bout du doigt qu'on lui avoit donné pour bouchon, pendant qu'on agitoit les deux liqueurs pour les obliger à se mêler. Bien-tôt tous mes soupçons furent levés, & il ne me fut plus permis de douter que la diminution du volume n'eût été réelle.

Mais, pour avoir quelque idée de la quantité de cette diminution, je pris un tube, à un des bouts duquel une boule creuse étoit scellée; je versai dedans cinquante mesures d'eau, & j'y versai ensuite cinquante mesures d'esprit de vin bien rectifié. En versant celles-ci, j'avois attention de les verser doucement, afin que les deux liqueurs se mêlassent le moins qu'il seroit possible: l'esprit de vin arrivoit sur l'eau en suivant les parois du tube, & ceux de la boule qui lui formoient un plan incliné; aussi les liqueurs ne se mêlerent point, au moins sensiblement. Un plan louche ou blanchâtre marquoit le terme commun à l'une & à l'autre. J'entourai d'un fil l'endroit du tube où se trouvoit la surface supérieure de l'esprit de vin;

j'agitai

j'agitai ensuite la boule aussi long-temps qu'il fut nécessaire pour que l'eau & l'esprit de vin parussent bien mêlés. Dès que le mélange fut fait, je vis de la diminution dans le volume de la liqueur composée; sa surface se trouva au-dessous du fil. Avant que de mesurer la quantité de cette diminution, je laissai la liqueur en repos, tant afin qu'elle eût le temps de perdre la chaleur qu'elle avoit prise pendant l'opération, qu'afin que ce qui pouvoit s'être attaché à la partie supérieure des parois eût le temps de descendre. Quand je jugeai qu'il ne restoit plus de liqueur à descendre, je mesurai le vuide qui étoit entre la surface de la liqueur & le fil. Pour remplir ce vuide, il fallut près de deux de ces mêmes mesures, dont le volume de l'eau & celui de l'esprit de vin pris séparément en avoient chacun 50. Le volume des deux liqueurs mêlées étoit donc plus petit d'environ un cinquantième, que le volume des deux liqueurs prises séparément.

Qu'est-ce qui produit cette diminution de volume, plus considérable assurément qu'on ne l'auroit dû attendre? Y a-t-il des vuides dans une des liqueurs ou dans les deux liqueurs séparées, qui se remplissent quand les deux liqueurs se mêlent ensemble? Imaginerons-nous qu'une des liqueurs est par rapport à l'autre en quelque sorte, ce que sont des grains de plomb par rapport à des balles de plomb? Que comme les grains de plomb pourroient remplir les espaces que des balles auroient laissés entr'elles, de même ici une des liqueurs plus tenuë que l'autre remplit les interstices qui sont entre les parties de celle-ci? Alors dans notre expérience les vuides qui ont été remplis seroient $\frac{1}{25}$ du volume de la liqueur dans laquelle ils se trouveroient. Mais, au lieu que les balles de plomb & les grains de plomb ne peuvent être arrangés de manière à occuper le moins de place qu'il est possible que par une force étrangère, les liqueurs ont en elles-mêmes la force propre à produire cet arrangement. Les dissolutions des corps les plus durs, qui sont faites, quelquefois si vite, par différentes liqueurs, nous démontrent la prodigieuse quantité de mouvement qui est dans ces liqueurs, quoique

tout y paroisse en repos à nos yeux. Quand l'eau se mêle avec l'esprit de vin, il se fait une espece de dissolution.

Les dissolutions auxquelles nous sommes le plus accoûtumés sont celles des corps solides par des liquides. Nous voyons que les eaux fortes divisent les métaux les plus durs & les plus pesants en des grains si petits, qu'ils peuvent se tenir suspendus, nager pour ainsi dire dans ces eaux ; nous voyons journellement des dissolutions de sels, de sucre, faites par l'eau, mais nous ne sommes pas accoûtumés à voir des liqueurs dissoutes par d'autres liqueurs. Il doit pourtant y avoir des dissolutions de cette espece ; une liqueur dont les parties sont plus tenuës en pourra dissoudre une dont les parties sont plus grossières, elle pourra diviser les molécules de cette liqueur, & cela est vrai dans le même sens qu'il est vrai que les liqueurs dissolvent les corps solides ; comme l'eau dissout du sucre, de même l'eau dissout un sirop trop épais ; ces deux opérations n'ont peut être rien de différent qu'en ce que l'eau qui agit contre le sucre agit contre des parties plus grosses que celles contre lesquelles agit l'eau qui dissout le sirop ; l'eau dans le second cas pousse la division plus loin. Ce que nous avons dit de l'eau & du sirop, nous le pouvons dire de plusieurs liqueurs, & sur-tout de l'eau & de l'esprit de vin. Quand leur mélange se fait, il arrive tout ce qui arrive pendant les dissolutions les plus connues ; dès que le mélange commence à se faire, les deux liqueurs, auparavant transparentes, en composent une trouble, des bulles d'air montent continuellement, & en grand nombre, à la surface ; le mélange s'échauffe, preuve incontestable qu'il y a fermentation, & par conséquent dissolution.

L'esprit de vin nous est sur-tout connu par son inflammabilité, c'est ce qui nous le caractérise ; nous sçavons qu'il n'est qu'une espece d'huile très-inflammable qui nage dans de l'eau, qui y est dissoute : nous sçavons même que dans l'esprit de vin le plus pur, le mieux rectifié, la quantité de la matière spiritueuse & inflammable est extrêmement petite. Mais, malgré la grande quantité de flegme que contient l'esprit de vin le mieux rectifié, il paroît par les expériences ci-dessus, & il

paraîtra encore davantage par celles que nous avons à rapporter, qu'elle ne suffit pas pour bien dissoudre la partie inflammable de l'esprit de vin. L'idée que nous souhaitons qu'on prenne d'avance, & dans laquelle nous serons confirmés par les expériences suivantes, c'est que tant que la partie inflammable de l'esprit de vin n'est pas mêlée avec une suffisante quantité d'eau, il y reste des vuides capables de recevoir de l'eau. Des liqueurs que nous connoissons, l'esprit de vin est une des plus légères, & sa légèreté n'a plus rien de difficile à expliquer, si nous le regardons comme une liqueur pour ainsi dire spongieuse, & si spongieuse, qu'une quantité d'eau sensible peut être reçûë entre ses parties sans augmenter sensiblement son volume, qu'une quantité d'eau peut en quelque sorte se loger dans l'esprit de vin comme elle se logeroit dans une éponge.

J'ai fait un grand nombre d'expériences pour voir jusqu'où pouvoit aller la diminution de volume qui résulteroit de l'esprit de vin & de l'eau, dont le mélange seroit fait en différentes proportions. Tantôt celles de l'esprit de vin à l'eau étoient les plus grandes, tantôt les plus grandes étoient celles de l'eau à l'esprit de vin, & les unes & les autres ont été variées de plusieurs façons. Par exemple, tantôt j'ai mêlé 100 parties d'esprit de vin avec 25, 50, 75 parties d'eau, &c. tantôt j'ai mêlé 100 parties d'esprit de vin avec 150, avec 200, avec 300, &c. parties d'eau. Les mélanges ont toujours été faits avec les précautions que j'ai expliquées ci-devant, c'est-à-dire, que dans une boule creuse adaptée à un tube de verre, ou seulement dans un tube de verre scellé hermétiquement à un de ses bouts, je versois la quantité d'eau que je voulois employer; que je versois ensuite dans le tube une quantité connue d'esprit de vin, & cela très-doucement, afin qu'elle ne se mêlât point avec l'eau. Je marquois avec un fil le terme de la surface de l'esprit de vin, ou, ce qui est la même chose, jusqu'où alloit le volume des deux liqueurs non mêlées. J'agitois ensuite le tube, je le secouois pour obliger les deux liqueurs à se mêler; pour mesurer le vuide qui s'étoit fait entre le fil & la surface

de la liqueur composée, je le remplissois avec de petites mesures connus, & qui étoient des parties aliquotes des grandes mesures employées. Lorsque j'ai mêlé deux parties d'eau avec une partie d'esprit de vin, j'ai eu le plus grand de tous les vuides qui pouvoient être donnés par le mélange de l'eau avec mon esprit de vin; il a été égal environ à $\frac{1}{20}$ du volume de l'esprit de vin. Pour remplir le vuide qui étoit resté entre la surface de la liqueur composée & le fil, il a fallu verser cinq de ces mesures, dont le volume de l'esprit de vin en contenoit 100. Quand j'ai mêlé trois ou quatre parties d'eau avec l'esprit de vin, je n'ai eu que le même vuide que j'avois eu en mêlant deux parties d'eau avec l'esprit de vin; l'eau employée dans cette proportion suffit pour dissoudre entièrement l'esprit de vin, ou au moins pour remplir tous les vuides dans lesquels il lui est permis de s'introduire; mais il faut employer l'eau dans cette proportion, si on en mêle moins, la diminution du volume total n'est plus une aussi grande partie de celle du volume de l'esprit de vin.

Pour donner quelque idée des différences qui se trouvent lorsqu'on employe l'eau dans une moindre proportion que l'esprit de vin, & pour faire voir qu'il est nécessaire, pour remplir tous les vuides qui sont entre les parties de l'esprit de vin, d'employer un volume d'eau double de celui de cet esprit, il me suffira de donner le résultat d'une petite suite d'expériences.

1.° J'ai mêlé 100 parties d'esprit de vin avec 50 parties d'eau, & le mélange a donné 2 mesures $\frac{1}{2}$ de diminution.

2.° J'ai retiré du tube cet esprit de vin affoibli, & j'ai versé dans le tube 50 mesures d'eau, sur lesquelles j'ai versé doucement l'esprit de vin affoibli par l'expérience précédente. Après avoir marqué sur le tube le terme de la dernière liqueur, j'ai secoué le tube pour obliger les deux liqueurs de se mêler, après quoi j'ai eu une nouvelle diminution de volume qui a été d'une mesure & demie. Ces deux expériences ensemble avoient donc donné une diminution de volume de 4 mesures, & dans la dernière l'esprit de vin se trouvoit mêlé avec l'eau en parties égales.

3.° J'ai tiré du tube cette liqueur faite d'un mélange de

parties égales d'eau & d'esprit de vin, & j'ai versé dans le tube 50 nouvelles mesures d'eau sur lesquelles j'ai versé les 200 mesures de la liqueur composée de 100 parties d'eau & de 100 parties d'esprit de vin; après que le mélange a été fait, j'ai eu environ une mesure de diminution.

4.^o Enfin dans une 4^{me} expérience j'ai mêlé la liqueur de l'expérience précédente avec 50 nouvelles mesures d'eau, je n'ai pas eu un quart de mesure de diminution.

Quand j'ai mêlé par la suite la liqueur ci-dessus, composée d'une partie d'esprit de vin, & de deux parties d'eau avec de nouvelle eau, le mélange n'a produit aucune diminution de volume. Quand j'ai mêlé l'eau dans une proportion extrêmement petite avec l'esprit de vin, par exemple, une, deux ou trois mesures d'eau avec 100 mesures d'esprit de vin, je n'ai pas eu une diminution de volume sensible.

Si quelqu'un vouloit que ce fussent les vuides de l'eau qui sont remplis par l'esprit de vin, lorsque l'eau l'a plus divisé qu'il ne l'étoit, il ne seroit pas aisé de lui démontrer que c'est au contraire dans l'esprit de vin que les vuides doivent être placés. Cette dernière idée est pourtant la plus naturelle, parce que la liqueur la plus rare est celle qui a plus de vuides, & parce que l'eau est le dissolvant qui doit s'introduire entre les parties du corps qu'il dissout.

Mais peut-être doutera-t-on que la diminution de volume dont il s'agit doive être attribuée à ce que des vuides qui étoient en une des liqueurs, ont été remplis par des parties de l'autre liqueur; on aura peut-être plus de disposition à croire que pendant que l'eau & l'esprit de vin se mêlent ensemble, que pendant qu'il se fait une fermentation, il se fait une évaporation à laquelle seule doit être attribuée la diminution du volume des deux liqueurs. Ce doute sera levé par des expériences que nous rapporterons dans la suite, qui apprendront que pendant que le mélange des liqueurs se fait dans un tube dont le bout supérieur est bouché, le volume ne diminue pas moins que lorsque le mélange se fait dans un tube dont le bout supérieur est ouvert.

D'autres expériences nous mettent en état de prouver directement, que les espaces vuides qui étoient entre les parties d'une des liqueurs ont été remplis par l'autre. Prenons un petit vase de verre propre à peser des liqueurs, tel que celui que M. Homberg a décrit dans les Mémoires de l'Académie de 1699. Le poids du vase étant connu, remplissons ce vase d'esprit de vin; pesons ensuite avec des balances d'une finesse convenable le poids de ce volume d'esprit de vin. Après avoir vuidé le pese-liqueur, remplissons-le d'eau, & pesons: nous avons alors le rapport de la pesanteur spécifique de l'eau à la pesanteur spécifique de l'esprit de vin, nous pouvons donc sçavoir quelle devoit être la pesanteur spécifique de l'eau & de l'esprit mêlés en des proportions connues, si pendant que le mélange se fait, les pesanteurs spécifiques de l'une & de l'autre restoient les mêmes; ou, ce qui est la même chose, il est aisé de trouver ce que peseroit le pese-liqueur rempli d'une certaine quantité d'eau, & d'une certaine quantité d'esprit de vin qui furnageroit l'eau. Si on remplit à present le pese-liqueur d'eau & d'esprit de vin mêlés dans une proportion connue, & qu'après avoir pesé cette quantité de liqueur composée, on trouve qu'elle pese plus que ne devoit peser le pese-liqueur plein d'eau & d'esprit de vin qui y auroient été mis en même proportion, mais sans être mêlés ensemble, on a une preuve certaine que la densité, ou, ce qui revient au même, la pesanteur spécifique a augmenté pendant que le mélange s'est fait. On a donc pesé la quantité d'eau qui étoit contenuë dans un pese-liqueur, le poids de ce volume d'eau a été trouvé de 98 grains. Après avoir vuidé l'eau, on a rempli sur le champ le pese-liqueur d'esprit de vin, & le poids de ce volume d'esprit de vin a été trouvé de 82 grains $\frac{1}{2}$. Si on eût rempli les deux tiers du pese-liqueur d'eau, & le tiers restant d'esprit de vin qui eût furnagé l'eau, le poids total des deux liqueurs contenuës eût été de 65 grains $\frac{1}{3}$ d'eau & de 27 grains $\frac{1}{2}$ d'esprit de vin, ou le poids eût été en tout de 92 grains $\frac{1}{6}$. Mais au lieu de remplir le pese-liqueur d'eau & d'esprit de vin qui n'eussent fait que se toucher, on a mêlé deux parties d'eau avec une partie d'esprit

de vin, & quand ce mélange a été fait, on en a rempli le peseliqueur. On a trouvé alors que le volume de la liqueur composée pesoit 94 grains, qu'ainsi la densité, la pesanteur de la liqueur composée étoit plus grande que celle qui sembloit devoir résulter des deux liqueurs composantes; on verra même qu'elle étoit plus grande, à peu-près dans la proportion que le demandoit la diminution de volume qui nous a été donnée par les expériences précédentes. Nous avons dit que cette diminution de volume étoit au plus de $\frac{1}{20}$ du volume de l'esprit de vin, & l'augmentation de la pesanteur spécifique est aussi trouvée ici à quelque chose près de $\frac{1}{20}$ du poids de l'esprit de vin. Le poids de l'esprit de vin employé étoit de 27 grains $\frac{1}{2}$, & nous avons un grain & $\frac{1}{6}$ de grain d'augmentation de poids qui ne diffère de l'augmentation de poids, que la diminution du volume devoit donner, que de $\frac{5}{8}$ de grain, ou de moins de $\frac{1}{2}$, & de plus de $\frac{1}{6}$ de grain: mais cette différence peut venir de tant de circonstances, qu'il n'y a pas de quoi en être surpris. La diminution du volume que nous prenons de $\frac{1}{20}$ peut aussi avoir été moindre, & alors la différence s'évanouiroit.

Les vuides que laissent entre elles les parties de l'esprit de vin, les vuides que l'eau peut remplir n'étant que $\frac{1}{20}$ du volume de l'esprit de vin, il pourroit sembler qu'en mêlant 20 parties d'esprit de vin avec une partie d'eau, on devoit remplir tous les vuides, puisqu'on donne à l'esprit de vin l'eau qui y suffit. Mais ce n'est apparemment qu'autant que l'esprit de vin est dissous & divisé, qu'il est permis à l'eau de s'insinuer dans certains vuides dont l'entrée lui étoit fermée par les parties de l'esprit de vin qui se touchoient; ce n'est que quand l'eau a écarté les parties de l'esprit de vin les unes des autres, autant qu'il est nécessaire pour qu'elles ne s'entre-touchent point, qu'il lui est permis d'aller se loger dans leurs vuides. Il faut employer la quantité d'eau nécessaire pour bien dissoudre l'esprit de vin, si l'on veut que l'eau pénètre autant dans l'esprit de vin qu'il est possible; & pour cela, il faut mêler environ deux parties d'eau avec une partie d'un bon

esprit de vin; si on fait le mélange dans une plus grande proportion, on n'obtient rien de plus.

Il est évident néanmoins que selon que l'esprit est plus ou moins rectifié, il faudra le mêler avec une plus grande ou une moindre quantité d'eau, pour avoir tout le vuide qui peut naître du mélange des deux liqueurs; & de-là il suit que nos expériences qui ne paroissent que curieuses, peuvent avoir de l'utilité, elles nous donnent une méthode singulière d'éprouver les qualités des différents esprits de vin, & de les déterminer. Un esprit de vin, de la qualité de celui que j'ai employé, mêlé avec un volume d'eau double du sien, donnera un vuide qui sera $\frac{1}{20}$ de son volume, ou un vuide de 5 de ces mesures, dont son volume en contenoit 100. Un esprit de vin plus foible ne donnera alors qu'un vuide de 4 de ces mesures, ou de 3 mesures $\frac{1}{2}$, & un esprit de vin plus fort donnera un plus grand vuide. Si on avoit un esprit de vin très-foible, & tel que seroit le nôtre, affoibli par une partie d'eau mêlée avec deux des siennes, l'épreuve seroit connoître son degré de foiblesse: si on le mêle avec un volume d'eau double du sien, il ne donnera qu'un vuide de $2\frac{1}{2}$ de ces mesures dont il en contient 100, pendant que par le même mélange, notre esprit de vin pur eût donné un vuide de 5 mesures. Enfin, on voit en général, que les esprits de vin les plus forts, mêlés en même proportion avec de l'eau, donneront une plus grande diminution de volume que celle qui sera donnée par les esprits de vin plus foibles.

On sçait que l'esprit de vin & l'eau contiennent beaucoup d'air, que l'air contenu dans ces liqueurs n'y est nullément compressible, nous avons même tâché ailleurs d'expliquer la cause de ce dernier phénomène. On sçait encore que l'air sorti d'une liqueur, quand il n'est comprimé que par le poids de l'atmosphère, occupe dans l'atmosphère beaucoup plus d'espace qu'il n'en occupoit dans la liqueur. Ces faits pourroient faire croire qu'on doit attribuer la diminution qui survient aux volumes d'eau & d'esprit de vin qu'on mêle ensemble, à l'air qui s'échappe de ces deux liqueurs; que l'eau,

par

par exemple, va prendre les places qu'occupoit dans l'esprit de vin, l'air qui s'en échappe tant que la fermentation dure, ou jusqu'à ce que le mélange soit bien fait.

Pour sçavoir si cette idée, assés vrai-semblable, étoit vraie; j'ai versé 50 mesures d'eau dans un tube adapté à une boule de verre, & j'ai versé à la manière ordinaire, c'est-à-dire doucement, 50 mesures d'esprit de vin sur l'eau, & j'ai encore marqué avec un fil, l'endroit du tube où étoit la surface supérieure de l'esprit de vin; alors j'ai couvert le bout du tube avec un morceau de parchemin mouillé, & étroitement lié sur le tube. Le parchemin bouchoit le tube de façon que l'air extérieur n'y pouvoit entrer, & que l'air intérieur n'en pouvoit sortir. J'ai encore à faire remarquer une circonstance, & même l'essentielle, le bouchon, le couvercle de parchemin n'étoit pas tendu uniment sur le bout du tuyau, l'usage auquel je le destinois, demandoit qu'il ne le fût pas, il s'élevoit un peu en dehors. Ce couvercle devoit m'apprendre si la quantité d'air qui sortiroit des deux liqueurs, pendant qu'elles se méleroient, seroit une quantité d'air, condensé au point de celui qui n'est chargé que par le poids de l'atmosphère, dont le volume seroit égal à celui dont le volume des deux liqueurs devoit diminuer par le mélange qui alloit se faire, ou si le volume de cet air seroit plus grand ou plus petit. Dans le 1^{er} cas, le bouchon devoit rester dans l'état où je l'avois mis; dans le 2^d, il devoit être plus porté vers le dehors; & dans le 3^{me}, l'air extérieur plus puissant que l'intérieur, devoit repousser le parchemin dans le tube.

Tout étant ainsi préparé, j'ai agité & secoué la boule, pour obliger l'eau & l'esprit de vin à se mêler. Dès que le mélange a commencé à se faire, le bouchon est devenu concave vers l'extérieur, il a été enfoncé dans le tube par la pression de l'air extérieur; preuve incontestable du vuide réel qui se faisoit dans le tube, & que toute la quantité d'air qui sortoit de l'eau & de l'esprit de vin, n'étoit pas égale à une quantité d'air condensé par le poids de l'atmosphère, capable de remplir le vuide qui se faisoit par la diminution du volume

des deux liqueurs. Si nous rapportons la diminution du volume des deux liqueurs à la somme des vuides de l'esprit de vin qui ont été remplis par l'eau, comme tout nous a paru prouver ci-devant que nous le devons faire, il suit qu'il y a dans l'esprit de vin, des vuides qui ne sont pas occupés par un air aussi comprimé que celui de l'atmosphère, & que l'eau peut pénétrer dans ces vuides, quand on la mêle avec l'esprit de vin.

Il est prouvé encore par cette dernière expérience, que la quantité d'air qui s'échappe de l'eau & de l'esprit de vin pendant qu'ils fermentent ensemble, n'est pas aussi grande que la quantité des bulles nous le feroit imaginer. Lorsque ces bulles paroissent dans la liqueur, elles sont rarefiées par la chaleur qui naît de la fermentation, & elles y acquièrent un volume qu'elles ne doivent pas conserver, lorsqu'elles en seront sorties.

J'ai mêlé de l'eau & du vin rouge de Bourgogne en différentes proportions. Le mélange s'est fait sans donner aucune diminution de volume; on pouvoit le prévoir ainsi, dès que l'esprit de vin affoibli par deux parties d'eau peut être mêlé avec de nouvelle eau sans aucune diminution de volume.

J'ai mêlé 50 mesures d'huile de lin avec 50 mesures d'huile de thérebentine, le mélange s'est bien fait, mais il n'a, comme celui du vin avec de l'eau, donné aucune diminution.

Du lait & de l'eau ont été mêlés ensemble sans qu'il soit arrivé une diminution sensible de volume.

J'ai fait dissoudre du sel de soude dans de l'eau jusqu'à ce qu'elle en fût autant chargée qu'il étoit possible, j'en ai versé 50 mesures dans un tube; j'avois marqué sur le même tube la hauteur où devoient monter 50 autres mesures de liqueur; j'ai versé peu-à-peu dans le tube les 50 dernières mesures d'un très-bon vinaigre sur l'eau chargée de sel, mais ce n'a été que peu-à-peu que j'ai versé le vinaigre, de crainte que la fermentation ne fit sortir une partie de la liqueur hors du tube. Quand tout le vinaigre a été introduit, & que la fermentation a été appaisée, il s'est trouvé un vuide, mais très-petit, il n'étoit que d'une demi-mesure. Si le vuide n'a dû être fait que par les acides du vinaigre qui se sont engagés dans les alkalis du sel

de soude, il n'a pas dû être grand, parce que la quantité de ces acides n'occupe pas un volume considérable dans le vinaigre.*

Je n'ai eu aussi qu'une très-petite diminution de volume, lorsque j'ai mêlé avec les précautions nécessaires deux parties de vinaigre distillé avec une partie d'eau autant chargée qu'elle le pouvoit être de sel de tartre.

Il est difficile d'ailleurs de s'assurer avec précision des diminutions de volume qui arrivent aux liqueurs qui fermentent trop vivement & trop subitement ensemble. Une partie de la liqueur peut par les bouillonnements être poussée hors du tube : l'éruption prompte des bulles d'air peut même faire sortir de la liqueur en une espee de pluye.

Pour obvier à ces accidens, après avoir mis dans un tube une quantité mesurée d'eau autant chargée de sel de tartre qu'il étoit possible, j'ai versé doucement dans le même tube un volume double de vinaigre distillé, & sur le champ, avant que la fermentation eût eu le temps de se faire, lorsqu'elle commençoit à peine, j'ai fait sceller à la lampe, le plus promptement qu'il a été possible, le bout du tube. Je n'ai plus eu alors d'évaporation à craindre, mais je n'avois pas pensé que bientôt il ne se feroit plus de fermentation ; que les acides du vinaigre ne pourroient pas s'introduire dans le sel alkali que l'eau tenoit dissous. Je sçavois bien que l'air étoit nécessaire pour les fermentations, mais je n'avois pas pensé, & je ne sçais si d'autres l'eussent pensé, que dans deux liqueurs qui ont autant de facilité à se mêler qu'en ont l'acide du vinaigre & une eau chargée de sel de tartre, la fermentation seroit arrêtée dès que le tube seroit scellé ; cela est pourtant arrivé, & j'ai eu beau agiter le tube, le secouer, le renverser pendant plusieurs jours, tout s'est passé sans fermentation sensible. J'ai enfin déscellé le tube, & la fermentation a été violente sur le champ. Immédiatement après qu'on a scellé le tube, il se fait sans doute de la fermentation, mais elle est bien-tôt arrêtée ; dans le premier instant, de l'air s'échappe, & il s'en échappe bien une autre quantité que lorsqu'on mêle l'esprit de vin avec l'eau. Cet air se trouve comprimé, il comprime la surface de la

liqueur, il ne permet plus à de nouvel air de se dégager ; enfin tout mouvement est arrêté, & par conséquent toute fermentation, parce que l'air des liqueurs ne peut être déplacé. Mais j'aurai peut-être occasion de parler dans d'autres temps de cette dernière expérience, qui m'a conduit à en faire d'autres qui ne sont pas de simple curiosité physique.

Au reste le nombre des expériences qui peuvent être faites en alliant ensemble des liqueurs de différentes qualités est extrêmement considérable, & je n'ai eu garde de me proposer de les épuiser. Je n'ai même eu dessein de donner ici qu'un ébauche qui pût mettre sur la voye de pousser les épreuves plus loin, & qui rendit attentif lorsqu'on combine ensemble différentes liqueurs, au volume qui résulte de leur mélange. Toutes les liqueurs acides, toutes les liqueurs salines, toutes les liqueurs alkalines, toutes les liqueurs huileuses, les liqueurs chargées de métaux, ou d'autres matières qu'elles ont dissoutes, s'offrent pour être combinées chacune avec chacune de celles de leur espèce, & pour être combinées avec celles de différentes espèces. Elles demandent toutes aussi à être combinées avec l'eau commune, ou avec des liqueurs très-aqueuses ; & quand dans quelques-unes des combinaisons il arriveroit que le volume seroit augmenté, qu'il résulteroit du mélange une augmentation de volume plus grande que la diminution que l'esprit de vin mêlé avec l'eau nous a fait observer, je n'en serois pas surpris, mais ce seroit un fait nouveau & remarquable. On trouvera aussi des liqueurs qui donneront des diminutions de volume plus grandes que celle qu'a donnée le mélange d'eau & d'esprit de vin, & cela même en mêlant simplement de l'eau avec quelqu'autre liqueur. Nous en allons donner un exemple fourni par une combinaison assez simple, & qui peut-être n'eût pourtant pas été une de celles que nous eussions essayées, si nous n'eussions été averti qu'elle méritoit de l'être par M. Petit le Médecin. Quand nous avons voulu lever tout soupçon sur la diminution du volume qui paroissoit s'être faite dans le tube après le mélange de l'eau & de l'esprit de vin, quand nous avons voulu prouver qu'elle ne devoit aucunement

être attribuée à l'évaporation ; que les quantités des deux liqueurs qui y avoient été versées, y étoient restées en entier ; nous avons dit que nous avons eu recours au pese-liqueur, qui avoit démontré que la pesanteur spécifique avoit été augmentée pendant que le mélange des deux liqueurs s'étoit fait ; & cela parce que le pese-liqueur rempli d'eau & d'esprit de vin mêlés ensemble avoit plus pesé qu'il n'eût fait, s'il eût été rempli d'eau & d'esprit de vin qui eût surmagé l'eau. M. Petit le Médecin, qui a fait un grand nombre d'expériences sur les dissolutions des sels, nous apprit alors qu'il s'étoit servi de la même voye pour sçavoir ce qui résulteroit du mélange d'un volume égal d'eau & de différents esprits acides ; qu'il avoit mêlé de l'esprit de nitre, de l'esprit de sel, de l'huile de tartre par défaiillance, & de l'huile de vitriol ; qu'il avoit mêlé, dis-je, un volume égal de chacune de ces liqueurs avec un égal volume d'eau ; qu'avant que de mêler chaque liqueur avec l'eau, il avoit pesé la liqueur & l'eau séparément, & avec soin, dans un même pese-liqueur ; & qu'enfin le pese-liqueur rempli de la liqueur composée avoit plus pesé que n'eût fait le pese-liqueur rempli à moitié de l'esprit acide & de l'eau qui l'eût surmagé. Le mélange de l'eau & de l'huile de vitriol est celui qui lui a donné une plus grande augmentation de poids. La pesanteur spécifique de la liqueur composée a été de près de $\frac{1}{4}$ plus grande que celle qui devoit résulter de la somme des pesanteurs des deux volumes égaux des mêmes liqueurs. Nous arrivons souvent aux mêmes vérités par des voyes & par des vûes différentes. Une boule adaptée à un tube de verre étant remplie d'eau, & le tube l'étant en partie, si on jette du sel solide dans ce tube, l'eau s'élève à une certaine hauteur, mais l'eau descend ensuite peu-à-peu à mesure qu'elle dissout le sel. C'est cette expérience qui avoit engagé M. Petit à voir ce qui résulteroit du mélange des esprits acides avec l'eau. Ceux qui ont fait les premiers l'observation de l'eau qui descend dans le tube à mesure qu'elle dissout du sel, en ont conclu que le sel dissous, ou qu'au moins partie du sel dissous se logeoit dans les pores de l'eau.

Je ne vois point du tout que la conséquence qu'on a tirée de l'expérience précédente, fût nécessaire pour rendre raison de ce que l'eau descend à mesure qu'elle dissout le sucre. Il s'en présente une autre cause, à la vérité moins recherchée, mais qui sûrement a quelque part à l'abaissement de l'eau, & à laquelle on doit l'attribuer en entier, jusqu'à ce qu'il soit prouvé qu'elle n'y sçauroit suffire, ce qui ne me paroît pas aisé. Si je jette dans un vase qui contient de l'eau, une petite pierre composée de grains de sable, telles que sont nos pierres de grès, la surface de l'eau s'élèvera aussi-tôt de ce qu'exige qu'elle s'élève le volume d'eau qui a été déplacé par la pierre. Supposons que les grains de cette pierre n'étoient unis que par une colle que l'eau détrempe aisément, peu-à-peu les grains seront détachés les uns des autres, & la pierre sera réduite à un petit tas de grains de sable. Mais à mesure que cette pierre fera pour ainsi dire dissoute, la surface de l'eau s'abaissera, parce qu'il y avoit des vuides entre les grains de sable, & que ces vuides ne subsisteront plus, après que les grains auront été séparés, l'eau alors remplira les vuides.

Ce que nous venons de dire d'une pierre composée de grains de sable, est une image de ce qui se passe pendant que se fait la dissolution d'un morceau de sucre. Le sucre le plus dur est spongieux, même à la vûë simple, & nous ne pouvons nous empêcher d'imaginer des vuides entre les grains qui composent tous les sels concrets, quoique nous ne les y voyons pas. Les gros cristaux de sel, les gros cubes de sel, sont formés d'une infinité de petits cristaux, d'éguilles, de petits cubes, &c. qui laissent certainement des vuides entre eux, & que l'eau remplit quand elle les dissout. On sçait même qu'il y a une quantité d'eau considérable dans certains sels pendant qu'ils nous paroissent sous une forme solide. Il ne nous est pas possible de déterminer jusqu'où va la somme de ces vuides; mais il y a apparence qu'elle doit être assés grande par rapport au volume, pour que la diminution qui arrive à l'eau, pendant qu'elle dissout un sel, puisse être attribuée à ce qu'elle remplit les places vuides qui lui ont été laissées libres.

Ces remarques, au reste, ne sont pas inutiles pour nous aider à voir d'où peut venir la diminution de volume qu'on observe dans deux liqueurs après leur mélange; car si les petits grains de sable de la pierre que nous avons fait dissoudre, se souvenoient dans l'eau, & si eux-mêmes composés d'autres grains, ils pouvoient être dissous par une addition d'une plus grande quantité de liqueur, nous aurions une liqueur, celle dans laquelle nagent les grains de sable dissolubles, qui mêlés avec l'eau, donneroient une liqueur composée dont la pesanteur spécifique seroit plus grande que celle qui auroit paru devoir résulter des deux composantes.

Nous allons faire l'application de cette idée à ce qui se passe lorsqu'on mêle avec de l'eau de l'huile de vitriol, qui est peut-être de toutes les liqueurs, au moins des liqueurs chargées de sels, celle qui donne une plus grande diminution de volume proportionnellement à celui de la liqueur qu'on mêle avec de l'eau. Dix mesures d'huile de vitriol ont été versées dans un tube; sur les dix mesures on a versé dix mesures d'eau. Après le mélange, la diminution a été de $\frac{2}{4}$ d'une mesure. Dix autres mesures d'eau ont été versées sur l'esprit de vitriol affoibli par les dix premières mesures. Par ce nouveau mélange, le volume total a perdu plus d'une demi-mesure. On a encore versé dix mesures d'eau sur l'huile de vitriol mêlée déjà avec 20 mesures d'eau. Le tout a encore été mêlé, & la diminution observée après ce troisième mélange, a été encore d'une demi-mesure. Enfin dix nouvelles mesures d'eau ont été versées sur le dernier mélange, & elles n'ont pas donné $\frac{1}{7}$ de mesure de diminution. La somme totale des diminutions a donc été à peu-près de deux mesures ou de $\frac{1}{7}$ du volume de l'huile de vitriol. Dans une autre expérience on a versé tout d'un coup 40 mesures d'eau sur 10 mesures d'huile de vitriol, & on a eu alors deux mesures de diminution. On n'en a pas eu davantage, lorsqu'on a mêlé 50 mesures d'eau avec les 10 mesures d'huile de vitriol; les 40 mesures d'eau suffisoient pour dissoudre parfaitement les 10 mesures d'huile de vitriol.

Ce que nous avons dit ci-dessus de la manière d'éprouver

la qualité des différents esprits de vins, leur force, s'applique si naturellement à l'essai des esprits acides, qu'il n'est pas nécessaire de s'y arrêter. On voit assés que dans chaque espece de ces acides l'esprit acide le plus fort, le plus concentré, fera celui qui mêlé avec l'eau, donnera une plus grande diminution de volume après le mélange.

Mais la diminution de volume qui continuë à se faire dans le mélange d'esprit de vitriol avec l'eau jusqu'à un certain terme, nous apprend que la dissolution de l'huile de vitriol n'est parfaite que lorsqu'une partie de cet esprit est mêlée au moins avec quatre parties d'eau.

Nous concevons donc que les acides les plus forts, les plus concentrés, ne nagent pas dans la quantité de dissolvant nécessaire pour les tenir parfaitement dissous; qu'ils y sont encore par cristaux, par éguilles, qui sont chacun eux-mêmes des paquets de cristaux & d'éguilles. Une plus grande quantité d'eau étant employée, elle divise ces paquets de cristaux & d'éguilles, & alors elle occupe les vuides qui étoient entr'eux, & où elle n'avoit pû pénétrer auparavant. De-là vient la diminution du volume qui paroît après de nouvelles additions d'eau, ou après des dissolutions plus parfaites.

Une expérience très-connuë, & qui offre d'abord quelque chose de merveilleux, c'est que si on verse sur certains corps solides, sur du plomb, par exemple, une eau forte très-concentrée, un violent esprit de nitre, la liqueur n'agit presque pas sur le métal; si on verse sur le même métal une eau forte affoiblie par de l'eau commune, alors elle agit plus puissamment. L'explication de ces faits naît naturellement des remarques précédentes. La première des eaux fortes ne pouvoit agir que par de trop gros molécules de sel, qui n'étoient pas des coins proportionnés à la grandeur des pores du métal; & la seconde agit contre lui avec des parties plus tenuës, avec des coins plus aigus.

Je sens bien qu'il y a de la difficulté à ne vouloir attribuer précisément la diminution du volume qu'aux vuides qui étoient entre les parties des grains de sel. Notre huile de vitriol
est

est composée de sel & d'eau, & l'eau fait une partie considérable du mixte. Mais les corps les plus pesants laissent tant de vuides entre leurs parties, leur vraye solidité se réduit à si peu de chose, qu'on ne doit nullement être étonné des vuides que laisse un corps dont la division a été poussée prodigieusement loin.

Enfin si on y pense bien, je ne vois pas qu'on puisse soutenir que les sels se sont logés dans les pores de l'eau, & que c'est de-là qu'est venue la diminution du volume. Car suivant cette explication, je demande pourquoi, lorsqu'on verse de nouvelle eau sur le mélange de cinq parties d'eau & d'une partie de vitriol, il ne se fait plus de diminution de volume. On répondra sans doute que c'est que l'eau employée ci-devant a fourni assés de vuides pour loger tout le sel; & qu'il falloit aussi employer cette quantité d'eau pour offrir assés de place où loger les sels. Tous les pores de l'eau sont donc remplis, & tous les sels logés. Cependant si je verse de nouvelle huile de vitriol dans la liqueur composée de cinq parties d'eau & d'une d'huile de vitriol, je vais faire naître une nouvelle diminution de volume; d'où vient cela, si ce n'est qu'en introduisant dans la liqueur de nouvelle huile de vitriol concentrée, j'y ai introduit beaucoup de vuide, parce que j'y ai introduit des sels qui sont actuellement en plus grosses masses que ceux qui sont dans l'eau, & entre les parties desquels il y a de plus grands vuides, comme les vuides qui sont entre les grains d'une pierre sabloneuse sont plus grands que ceux qui sont entre les particules des grains de sable de cette même pierre.

Si les sels n'étoient bien dissous que quand ils sont logés dans les pores de l'eau, il s'ensuivroit qu'un égal volume d'eau pourroit tenir en dissolution un poids, ou au moins un volume égal de tout sel concret, parce qu'elle auroit une égale quantité de pores pour eux tous, & on sçait combien il s'en faut que l'eau tienne en dissolution une quantité égale de tout sel.



Essais sur le volume qui résulte de ceux de deux liqueurs mêlées ensemble ou savoir si deux liqueurs mêlées ensemble ont un volume égal à la somme des volumes qu'elles avaient pris séparément ou si elles en ont un plus grand ou un plus petit que la somme des deux premiers -
M. DE RÉAUMUR

Académie royale des sciences - Année 1733

PHYSIQUE

DE RÉAUMUR, PITOT, PETIT
