CINQUIE'ME ME'MOIRE SUR L'E'LECTRICITE',

Où l'on rend compte des nouvelles découvertes ſur cette matiére, faites depuis peu par M. Gray;

Et où l'on examine quelles ſont les circonſtances qui peuvent apporter quelque changement à l'Electricité pour l'augmentation ou la diminution de ſa force, comme la température de l'air, le vuide, l'air comprimé, &c.

Par M. DU FAY.

PENDANT que je travaillois aux expériences dont j'ai rendu compte à l'Académie dans mes précédents Mémoires, M. Gray a continué ſes recherches à Londres, & il a publié ſes découvertes dans les Tranſactions Philoſophiques, N.os 423 & 426, je vais en donner un extrait en peu de mots; premiérement, parce qu'ayant donné dans mon premier Mémoire, la ſuite hiſtorique de tout ce qui avoit été fait ſur cette matiére juſqu'au moment que j'ai commencé d'y travailler, il eſt néceſſaire de faire voir les progrès qui ont été faits depuis; & en ſecond lieu, parce qu'on trouvera que ces découvertes ſont très-curieuſes, & qu'elles concourent avec les miennes pour donner quelques idées ſur les cauſes de l'Electricité. 21 Juillet 1734.

M. Gray a trouvé dans l'Electricité deux propriétés nouvelles, l'une qu'elle eſt permanente, c'eſt-à-dire, qu'elle peut ſubſiſter dans les corps très-long-temps après qu'elle y a été excitée, & l'autre qu'elle s'y trouve dans certains cas, ſans que les corps ayent été frottés. Voici de quelle maniére il a éprouvé que l'Electricité étoit permanente; il a fait fondre dans une cuillier de fer différentes matiéres réſineuſes ſéparément, comme de la réſine blanche, de la noire, de la poix, *Tranſ. Philoſ. N.° 423.*

de la gomme-lacque, de la cire & du ſoufre. Lorſque ces différentes matiéres avoient pris la forme de la cuillier en s'y refroidiſſant, il chauffoit de nouveau la cuillier un moment, afin d'en faire détacher les matiéres qui ſe trouvoient de cette maniére conſerver la forme d'un ſegment de ſphere.

M. Gray a remarqué que lorſqu'il frottoit ces corps, tandis qu'ils étoient encore chauds, ils ne devenoient point électriques, & ils ne commençoient à avoir une vertu ſenſible que lorſque leur chaleur étoit à peu-près celle d'un œuf qui ſort de deſſous la poule. La vertu électrique augmentoit enſuite à meſure que le corps refroidiſſoit, & paroiſſoit décuple de ce qu'elle avoit été d'abord. M. Gray enveloppoit alors ces différents corps dans du papier, dans de la flanelle, ou dans toute autre matiére ſemblable, & ils y ont conſervé leur électricité pendant pluſieurs mois, & même juſqu'au temps qu'il écrit, qui étoit environ un an & demi après ſes premiéres expériences. Il a fait la même choſe avec un cone de ſoufre, & avec un cylindre de même matiére, ce dernier moulé dans un tube de verre, & le premier dans un verre à boire. D'où il réſulte que l'électricité n'eſt point une qualité qui ſe diſſipe peu de temps après avoir été excitée, comme on l'avoit cru juſqu'à préſent, mais qu'elle eſt permanente, & ſe peut conſerver très-long-temps dans les corps. J'ai vérifié ces expériences, qui m'ont réuſſi de même qu'à M. Gray, & j'ignore, auſſi-bien que lui, quel terme on peut aſſigner à la durée de la vertu électrique.

Expériences Phyſico-mechan. p. 99. & 100.

Il y a encore un fait très-curieux que M. Gray a remarqué, qui eſt qu'il y a des corps qui n'ont pas beſoin d'être frottés pour devenir électriques; M. Hauksbée avoit déja remarqué que la poix étant encore chaude, attiroit les feuilles d'or à la diſtance d'un ou de deux doigts, ſans avoir été frottée, & cela lui a paru très-ſingulier; il en eſt néanmoins demeuré-là, & s'il eût pouſſé ſes obſervations auſſi loin que M. Gray, il auroit reconnu qu'il y a pluſieurs matiéres dans le même cas, & que tous les corps réſineux ſont de ce nombre. Voici de quelle maniére on doit procéder pour s'en appercevoir.

Après avoir fondu dans une cuillier de fer, comme nous venons de le dire, quelque corps réſineux, comme de la poix, de la gomme-laque, de la cire, &c. & l'avoir fait ſortir de la cuillier en la chauffant un moment, ſi on le laiſſe refroidir dans cet état poſé ſur une table ou ſur toute autre matiére, il devient électrique de lui-même & ſans qu'on y touche en aucune façon, & cependant il ne commence à le devenir que lorſqu'il eſt preſque froid. Pour s'appercevoir, dans ces expériences, de la plus petite électricité ſenſible, M. Gray attache un fil très-délié & un peu long au bout d'un bâton, & l'approchant peu-à-peu du corps électrique, on remarque très-facilement la moindre vertu qu'il peut avoir.

Pour faire cette expérience avec un cone de ſoufre, il n'y a qu'à verſer le ſoufre fondu dans un verre à boire bien ſec & un peu chauffé, on peut le laiſſer refroidir dans cet état même pendant pluſieurs jours, ainſi que je l'ai obſervé, on renverſe enſuite le verre, & on l'enleve de deſſus le cone de ſoufre ; ſi l'on en approche alors un fil, il l'attire fortement ; & comme on pourroit ſoupçonner qu'en retirant le verre, on feroit l'effet d'une eſpece de frottement ſur le cone, j'ai pris toutes les précautions néceſſaires pour m'aſſûrer qu'il n'y en avoit point, & le ſoufre a toûjours été électrique, & même l'électricité a été ſenſible à travers le verre, ainſi que l'a remarqué M. Gray, car le fil étoit attiré avant qu'on eût ôté le verre de deſſus le cone de ſoufre, mais cette attraction eſt très-foible, & au bout de quelques jours elle ne m'a plus paru ſenſible, tandis qu'elle étoit encore très-forte dans le cone de ſoufre, lorſque j'en ôtois le verre duquel j'avois ſoin de le recouvrir pour conſerver ſon électricité qu'il a encore depuis plus d'un an, & qu'il conſervera encore très-long-temps ſuivant toutes les apparences, à en juger par le peu de diminution qui y eſt arrivé pendant cet eſpace de temps. M. Gray a auſſi remarqué qu'un gâteau de ſoufre d'environ douze onces, conſervoit très-long-temps une foible électricité ſans être enveloppé ni couvert d'aucune matiére ;

il avertit enſuite qu'il travaille actuellement ſur l'attraction du Verre & de quelques autres corps pour la rendre permanente de même que celle de ces premiers, & il ſoupçonne que la température de l'air y apporte plus de dérangement qu'aux autres.

M. Gray rapporte à la fin de ce Mémoire les expériences ſuivantes qu'il a faites avec la Machine pneumatique. Il a frotté une boule de verre de deux pouces de diametre, & l'ayant renduë électrique, il l'a ſuſpenduë par un fil de cuivre au haut d'un récipient, en ſorte qu'on la pouvoit facilement abbaiſſer ou élever pour l'approcher plus ou moins de feuilles d'or qu'il avoit placées ſur un papier ſoûtenu par une ſoûcoupe poſée ſur la platine de la Machine pneumatique; après avoir pompé l'air, il n'a trouvé dans la vertu électrique de cette boule aucun changement ſenſible, non plus que lorſqu'il y a laiſſé rentrer l'air. Il a fait la même expérience avec du ſoufre, de la gomme-lacque, de la réſine & de la cire blanche, ſans que l'attraction d'aucune de ces matiéres parût moins forte dans le vuide que dans le plein; il a même pris pour faire ces expériences avec préciſion, toutes les meſures que l'on peut attendre de ſon exactitude & de ſon attention. On trouve dans Boyle & dans le Livre de M. Haukſbée pluſieurs expériences dans le même genre, mais nous aurons occaſion d'en parler dans la ſuite de ce Mémoire, lorſque nous examinerons les changements qui arrivent à l'électricité dans le vuide. Nous devons maintenant ſuivre le travail de M. Gray, & dire un mot de ſes derniéres découvertes.

On les trouve dans deux Lettres inſérées dans les Tranſactions philoſophiques, N.° 426. Dans la premiére, il rapporte qu'ayant ſuſpendu un fil dans le récipient de la Machine pneumatique, & ayant enſuite frotté ce récipient pour le rendre électrique, après en avoir pompé l'air, le fil avoit été attiré avec beaucoup de vigueur. Le tube électrique attiroit auſſi ce fil ſuſpendu dans le vuide, & on lui communiquoit divers mouvements ſuivant que l'on en approchoit, ou que l'on en éloignoit avec plus ou moins de vîteſſe le tube,

tube, ou ſimplement la main : le fil étoit pareillement attiré, lorſqu'il y avoit deux récipients l'un ſur l'autre, & même M. Wheler, au rapport de M. Gray, ayant mis l'un dans l'autre cinq récipients, le fil étoit également attiré, quoiqu'ils fuſſent tous vuides d'air. Il eſt à obſerver que pour mieux réuſſir dans ces expériences, il faut que le récipient ſoit joint à la Machine pneumatique avec un ciment de cire & de thérébentine, & non ſimplement poſé ſur un cuir mouillé à la maniére ordinaire, parce qu'en pompant l'air, il s'éleve de ce cuir des vapeurs aqueuſes qui diminuent conſidérablement l'électricité.

M. Gray a auſſi remarqué que les corps opaques n'arrêtoient point la vertu électrique, en ſorte qu'un morceau de liége barbouillé de miel ſuſpendu ſous une cloche de métal poſée ſur une glace, attiroit les feuilles d'or, lorſqu'on approchoit le tube de la cloche. Je rapporte cette expérience de M. Gray, quoique le réſultat n'en ſoit que le même que celui de pluſieurs expériences inſérées dans mon troiſiéme Mémoire, mais je ſuis très-aiſe de la conformité qui ſe trouve entre les ſiennes & les miennes, cela ne peut que confirmer la vérité des unes & des autres; il eſt même arrivé, comme on le va voir, que nous en avons fait chacun de notre côté, qui ſont preſque entiérement ſemblables, & il n'eſt pas impoſſible que cela ne nous arrive encore très-ſouvent, ſi nous continuons l'un & l'autre à ſuivre le même travail, mais cette eſpece de concurrence, dont en mon particulier je ſuis extrêmement flatté, ne peut que tourner au profit des Sciences, & nous faire avancer plus promptement dans la connoiſſance des phénomenes de l'électricité.

M. Gray paſſe enſuite à diverſes expériences ſur la tranſmiſſion de l'électricité au moyen de deux enfants, dont l'un étoit ſuſpendu ſur des cordes de crin, & l'autre avoit ſous chacun de ſes pieds un gâteau de réſine de huit pouces de diametre, & de deux pouces d'épaiſſeur. En approchant le tube de l'un de ces enfants, l'électricité ſe communiquoit à l'autre, ſoit qu'ils ſe tinſſent par la main, ou qu'ils tinſſent

chacun un bout d'une longue perche ou d'une corde ; il les a mis enſuite tous deux ſur des gâteaux de réſine, & les a fait communiquer l'un avec l'autre de diverſes maniéres, ſoit avec le doigt, avec des cordes, ou ſeulement par les plis de leurs habits. Après avoir fait ainſi pluſieurs combinaiſons différentes & très-curieuſes de cette expérience, il fait voir que l'électricité ſe peut communiquer ſans que ce ſoit par un corps continu, & pour cela il ſuſpend horiſontalement ſur deux ſoyes une perche de deux piéces de 34 pieds de long, & à deux pieds de diſtance d'un des bouts de cette premiére il en ſuſpend une ſeconde de 5 pieds de long qui fait un angle droit avec la premiére; lorſqu'on approche le tube du bout de l'une de ces perches, l'électricité ſe communique au bout le plus éloigné de la ſeconde malgré le changement de direction, & l'interruption de deux pieds qui eſt entre l'une & l'autre. On peut voir dans mon troiſiéme Mémoire que j'ai fait la même choſe avec des cordes, & ce qui eſt arrivé lorſque j'ai interpoſé différents corps entre les bouts des deux cordes. M. Gray finit cette Lettre par le détail des expériences qu'il a faites, en éloignant plus ou moins l'une de l'autre les baguettes ou les ficelles, & il a trouvé que l'attraction étoit encore ſenſible après les avoir éloignées à 47 pouces Anglois l'une de l'autre.

Dans la ſeconde Lettre, M. Gray rapporte encore quelques expériences ſinguliéres ſur la communication de la vertu électrique, ſans que ce ſoit par un corps continu. Il fait paſſer une corde vers le centre d'un cerceau de 20 pouces de diametre, ſuſpendu par des ſoyes, ou ſoûtenu ſur un piédeſtal de réſine dans une ſituation verticale, & ayant rendu la corde électrique par l'approche du tube, tout le cerceau l'eſt devenu, quoique ſa circonférence fût éloignée d'environ 10 pouces de la corde qui paſſoit par ſon centre. On voit dans la ſuite de cette Lettre, que la même expérience a réuſſi avec un cerceau de 40 pouces de diametre, ſoûtenu verticalement par un cylindre ou gros tuyau de verre, & que toute ſa circonférence eſt devenuë aſſés ſenſiblement

électrique pour attirer un fil blanc à un demi-pouce de diſtance.

La vertu électrique donnée par le moyen du tube à une corde tenduë, s'eſt pareillement communiquée à une boule de liege ſoûtenuë par un roſeau vertical qui avoit pour pied un entonnoir de verre renverſé, & l'attraction de la boule a été ſenſible, quoiqu'elle fût diſtante de la corde d'environ deux pieds. Enfin M. Gray termine ſa ſeconde Lettre par une expérience un peu différente des précédentes, & qui mérite attention. Il poſa ſon cerceau de 40 pouces de diametre ſur le gros cylindre de verre dans une ſituation verticale, & fit paſſer à l'ordinaire une ficelle par le centre, il approcha le tube du cerceau, alors non-ſeulement toute la circonférence du cerceau devint électrique, mais la ficelle & une boule d'yvoire qui étoit à ſon autre extrémité le devinrent auſſi; il fit enſuite gliſſer la boule dans le centre même du cerceau, mais alors le fil qu'il préſentoit, pour éprouver la force de l'attraction, fut repouſſé par la boule, au lieu d'en être attiré; & lorſqu'il préſentoit ce même fil aux autres parties de la corde, il en étoit attiré à l'ordinaire, comme dans les expériences précédentes.

Ce fait qui paroît très-ſingulier s'explique naturellement par le principe que j'ai établi dans mon quatriéme Mémoire, & l'on peut le regarder comme une nouvelle preuve de mon hypotheſe; car, lorſque la boule eſt placée au centre du cerceau, & qu'elle eſt renduë électrique par la communication du cerceau qui l'eſt devenu lui-même par l'approche du tube, on ne peut approcher le fil de cette boule, qu'en le plongeant dans le tourbillon électrique qui circule ſans ceſſe de la boule au cerceau; ce fil doit donc devenir lui-même électrique, & ſuivant l'hypotheſe que j'ai avancée, il ſera repouſſé par la boule, puiſque j'ai fait voir que deux corps empreints d'une électricité de même nature ſe repouſſent au lieu de s'attirer. Ce fil, au contraire, ſera attiré par la ficelle dans tous les points qui ſeront éloignés du cerceau, parce qu'alors étant hors de l'étenduë du tourbillon

électrique du cerceau, il ne contracte aucune vertu, & par conſéquent il doit être attiré par la ficelle ou par la boule, ſi on l'éloigne du centre du cerceau, & qu'on le promene le long de la corde.

Je me ſuis un peu étendu ſur l'explication de cette expérience, parce que, comme c'eſt à M. Gray que nous la devons, & que même elle lui a paru ſinguliére, j'ai cru qu'il étoit important de faire voir combien elle s'accorde naturellement avec mon hypotheſe qui ne ſe trouve juſqu'à préſent contredite par aucune expérience, & qui, au contraire, quadre avec toutes celles dont l'explication avoit paru juſqu'à préſent la plus difficile.

Après avoir rendu compte des découvertes de M. Gray, qui, juſqu'à ce jour, ſont venuës à ma connoiſſance, je vais continuer le plan que je me ſuis propoſé de ſuivre, & rapporter en peu de mots les obſervations que j'ai faites ſur les divers changements que la température de l'air peut cauſer à l'Electricité. La plûpart des Phyſiciens ont remarqué que l'air humide apportoit beaucoup d'obſtacle aux expériences de l'Electricité, M. Gray l'a pareillement obſervé, & il adjoûte dans une des Lettres dont nous venons de rendre compte, que l'attraction du verre eſt encore plus ſuſceptible de ces changements que celle de l'ambre & des autres corps ſemblables. J'avois deſſein de faire ſur ce ſujet des obſervations exactes, mais cela n'eſt pas poſſible, à cauſe de pluſieurs difficultés qui ſont abſolument inſurmontables; premiérement, on ne ſçauroit s'aſſûrer de frotter pluſieurs fois de ſuite le tube, ou tout autre corps électrique, d'une force à peu-près égale, ainſi cela fait une premiére cauſe d'irrégularité; ſecondement, les corps que l'on préſente pour être attirés, ſont de nature à ne pouvoir pas être toûjours diſpoſés de la même maniére; s'ils ſont ſuſpendus, le moindre mouvement dans l'air les agite; s'ils ſont poſés ſur quelque corps que ce ſoit, ils y adhérent plus ou moins fortement, ſuivant des circonſtances qui nous ſont abſolument imperceptibles. Enfin le lieu où l'on conſerve le tube cauſe encore des variations;

il a été quelque temps à l'air, ſa vertu eſt plus difficile à exciter que s'il a été enveloppé; la matiére dont on ſe ſera ſervi pour l'envelopper, apporte encore du changement, de même que le froid ou le chaud du lieu où on l'a conſervé; toutes ces difficultés m'ont empêché de faire ces obſervations avec autant d'exactitude que je me l'étois propoſé, & je m'en ſuis tenu à celles qui ſont aſſés ſenſibles pour être facilement apperçûës, je doute même qu'il fût d'aucune utilité de les faire avec plus de préciſion, & je ne crois pas que cela nous donnât plus de connoiſſance ſur la nature des écoulements électriques.

Il eſt certain que l'humidité nuit infiniment à l'action des corps électriques, cet obſtacle eſt tel que lorſque le temps eſt humide, on frotte quelquefois le tube pendant 4 ou 5 minutes, ſans lui avoir communiqué aucune vertu, & même celle qu'il acquiert, lorſqu'on s'obſtine à le frotter, eſt toûjours très-peu de choſe en comparaiſon de celle qu'il a dans un beau temps. On doit auſſi obſerver que quoique le temps ſoit, lors de l'expérience, beau, ſec, & tel qu'on le peut deſirer, on a quelquefois de la peine à exciter la vertu du tube, ce qui vient de ce que les jours précédents auront été humides, & que l'humidité s'eſt attachée aux parois intérieures du tube, il faut alors le nettoyer ſoigneuſement, en y introduiſant avec une baguette un peu de coton ſec & un peu chaud; il eſt bon auſſi de l'eſſuyer par dehors avec un linge, ou une étoffe de laine un peu chauffée, cela le met en état de devenir plus promptement électrique.

J'ai auſſi remarqué que le temps chaud n'eſt pas le plus propre à l'Electricité, ſoit que cela vienne des vapeurs inſenſibles qui ſont alors plus abondamment élevées de la terre, ſoit que l'on s'échauffe trop vîte en frottant le tube, & que la tranſpiration du corps rallentiſſe le cours de la matiére électrique, ou en occupe une partie; quoi qu'il en ſoit, il eſt certain que les expériences ne réuſſiſſent jamais ſi bien dans un jour fort chaud, ni dans les heures les plus chaudes d'un jour ordinaire.

On auroit pû croire que le vent eût été un obſtacle aux écoulements électriques, on a vû cependant dans mon troiſiéme Mémoire, que lorſque je fis l'expérience dans laquelle la vertu électrique fut tranſmiſe le long d'une corde, à la diſtance de 1256 pieds, il faiſoit un vent très-violent, ce qui n'empêcha pas néantmoins qu'elle ne réuſsît parfaitement; d'où il réſulte que l'air agité n'entraîne point la matiére électrique, ou du moins s'il y apporte quelque dérangement, il n'eſt pas aſſés conſidérable, pour qu'on s'en apperçoive ſenſiblement.

Enfin pour réunir toutes les circonſtances qui m'ont paru les plus favorables à l'Electricité, il faut choiſir un temps ſec & ſerein, un vent de Nord, & un jour médiocrement chaud, ou même une belle gelée, qui pourroit bien être le temps de tous qui y ſeroit le plus propre, on trouvera que dans ces circonſtances, l'électricité eſt infiniment plus forte que dans les temps couverts, ou humides. Voilà tout ce dont j'ai pû m'aſſûrer par rapport à la température de l'air, & ces obſervations ſont conformes à celles de M. Hauksbée, & de M. Gray. Voyons maintenant quels changements le vuide, ou du moins l'air extrêmement rarefié peut apporter dans les expériences de l'Electricité.

Exper. Phyſico-mechan. p. 39. M. Hauksbée rapporte qu'ayant ajuſté à un tube de verre un robinet, pour le pouvoir appliquer à la Machine pneumatique, & en ayant pompé l'air, le tube, quoique frotté à l'ordinaire, n'avoit preſque aucune vertu ſenſible, il agitoit ſeulement les plus petites feuilles de laiton, lorſqu'on l'en approchoit très-près, mais ayant laiſſé rentrer l'air, le tube devint tout à coup électrique, ſans l'avoir frotté de nouveau, & il attiroit les feuilles à la même diſtance à laquelle il ne leur donnoit aucun mouvement, étant vuide d'air; il n'avoit pas cependant autant de vertu qu'à l'ordinaire, mais ayant été enſuite frotté de nouveau, il recouvra toute ſon électricité.

P. 108. Le même Auteur adjoûte dans un autre endroit, qu'ayant enduit intérieurement un globe de verre de cire d'Eſpagne, & l'ayant fait tourner ſur ſon axe, après en avoir pompé

l'air, ce globe étoit devenu électrique, en poſant la main deſſus pendant ſon mouvement de rotation, mais qu'il ne l'étoit qu'aux endroits qui étoient intérieurement enduits de cire d'Eſpagne, n'ayant aucune vertu dans quelques autres où il n'y avoit point de cire. Il eſt vrai que laiſſant rentrer l'air dans le globe, les endroits enduits de cire devenoient encore plus électriques qu'auparavant, ce qu'il reconnoiſſoit par des fils qu'il laiſſoit pendre librement au deſſus de ce globe.

M. Haukſbée a dit auſſi qu'un tube rempli d'air libre, ou un cylindre de verre ſolide, frotté dans un récipient vuide d'air, n'acquéroit aucune vertu; d'où il conclud que l'air a beaucoup de part aux phénomenes de l'électricité; il penſe, par exemple, que lorſqu'il y a de l'air dans l'intérieur du tube, cet air empêche la matiére électrique d'y entrer ſi librement, & par conſéquent la fait agir au dehors; au contraire, lorſque le tube eſt vuide d'air, cette même matiére s'y porte avec beaucoup de facilité, & par conſéquent n'a plus d'action au dehors. A l'égard de l'air qui environne le tube extérieurement, M. Haukſbée penſe que c'eſt lui qui tranſporte les corps légers vers le tube, & qui eſt cauſe de tous leurs mouvements; d'où il conclud que ſi on vient à ôter cet air extérieur, ou, ce qui eſt la même choſe, ſi l'on frotte le tube dans le vuide, tout l'effet apparent de l'électricité doit être anéanti. Il explique par les mêmes principes, la tendance, ou la direction des fils vers le centre du globe de verre rendu électrique, lorſque l'expérience eſt faite dans l'air libre, & la ceſſation de cette tendance lorſque le globe eſt vuide d'air, ou lorſqu'en étant rempli à l'ordinaire, on ôte l'air extérieur en faiſant l'expérience dans le vuide. *Page 156.*

Ces derniéres expériences de M. Haukſbée ne paroiſſent pas trop s'accorder avec celle de M. Gray que je viens de rapporter, qui conſiſte à rendre une boule de verre électrique par le frottement, & la ſuſpendre enſuite dans le récipient de la Machine pneumatique, & il a remarqué qu'alors l'électricité ne ſouffroit aucune diminution, ſoit que le récipient

fût rempli d'air ordinaire, ſoit qu'il en fût vuide, ou qu'enſuite on le fît rentrer; ces eſpeces de contrariétés m'ont engagé à apporter l'attention la plus ſcrupuleuſe, lorſque j'ai refait ces expériences, & même à les combiner de différentes maniéres, ainſi qu'on le va voir.

J'ai commencé par celles de M. Haukſbée avec le tube de verre, & elles m'ont réuſſi de même qu'à lui, en ſorte qu'il eſt conſtant que lorſque ce tube eſt vuide d'air, il n'acquiert preſque point d'électricité, & qu'il la recouvre dès qu'on y laiſſe rentrer l'air, quand même on ne le frotteroit pas de nouveau; j'ai obſervé de plus que lorſqu'il eſt vuide d'air, il ne produit point, à l'approche des mains, ou du viſage, ces petillements qui arrivent toûjours lorſqu'il eſt rempli d'air à l'ordinaire, mais cette obſervation tient à celles qui concernent la lumiére, & qui doivent faire le ſujet d'un autre Mémoire.

Pour faire avec plus de commodité & d'exactitude les expériences dans le vuide, je me ſuis ſervi d'un petit Barometre que M. de Mairan a eu la bonté de me communiquer, & qui rend toutes les expériences du vuide infiniment plus faciles à faire qu'elles ne le ſont avec un récipient, auquel eſt ajuſté un Barometre ordinaire, ou même avec le tube appliqué à la Machine pneumatique, comme cela ſe pratique en Angleterre, & dans lequel le Mercure s'éleve à proportion que le reſſort de l'air diminuë dans le récipient.

Le Barometre de M. de Mairan eſt ſemblable pour la forme aux Barometres ordinaires, ſi ce n'eſt qu'il n'a en tout que 3 pouces de long ou environ; on le remplit tout entier de Mercure; ainſi que la partie inférieure de la boule, & on l'ajuſte ſur un petit pied, afin qu'il puiſſe demeurer dans une ſituation verticale. Lorſqu'on veut connoître par le moyen de cet inſtrument, la quantité dont l'air eſt dilaté dans le récipient, on le poſe ſous ce récipient ſur la platine de la Machine pneumatique; on conçoit aſſés que les premiers coups de piſton ne font aucun effet ſur ce Barometre, mais lorſque l'air eſt dilaté au point que le Barometre ordinaire

ordinaire ſeroit deſcendu de 24 pouces ou environ, celui-ci commence à agir, & ſi on le fait deſcendre de 2 pouces, on doit juger que le Barometre ordinaire ſeroit deſcendu de 26 pouces, & ainſi du reſte. On ajuſte à ce Barometre une petite regle de cuivre diviſée en pouces & en lignes, & ſi l'on veut que les opérations ſoient faites avec toute la juſteſſe que l'on peut deſirer, il faut avoir égard à la hauteur actuelle du Barometre ordinaire lors de l'expérience, mais communément il n'eſt pas néceſſaire d'apporter une ſi grande préciſion. Pour celles dont il eſt queſtion préſentement, il ne s'agit que de juger de la quantité d'air qui reſte dans le récipient, & il eſt très-aiſé de le faire, au moyen de la petite regle de cuivre qui indique en lignes la différence de hauteur entre le Mercure contenu dans le vuide du tube, & celui qui eſt dans la boule.

On feroit de pareils Barometres un peu plus longs, ſi on avoit beſoin de connoître les degrés d'un vuide moins parfait, mais il arrive rarement qu'on en ait beſoin; il n'y a que ceux qui ſont dans l'habitude de faire de pareilles expériences, qui puiſſent connoître le prix d'une invention auſſi ſimple, mais pour moi j'avouë que je l'ai trouvée d'une commodité infinie, & j'ai cru ne pas devoir negliger l'occaſion de la rendre publique.

Pour m'aſſûrer enſuite ſi les différents corps frottés dans le vuide acquéreroient de l'électricité ou non, j'ai pris un récipient ouvert par le haut; une boîte de bois cylindrique d'environ 4 pouces de haut entroit dans cette ouverture du récipient, & y étoit exactement cimentée; le fond & le couvercle de la boîte étoient percés d'un trou d'une ligne & demie de diametre, & elle étoit entiérement remplie de pluſieurs cuirs appliqués les uns ſur les autres, percés auſſi dans le milieu, & graiſſés de façon que l'air ne pût s'introduire ni entre les cuirs, ni entr'eux & les parois de la boîte; un fil de fer poli traverſoit d'un bout à l'autre la boîte & tous ces cuirs, & l'un de ces bouts qui entroit dans le récipient, étoit taillé en vis pour, au moyen d'un peu de filaſſe

y ajuſter une boule percée d'ambre, de verre, ou tout autre corps ſemblable; le bout ſupérieur de ce fil de fer qui étoit au-deſſus de la boîte, & hors du récipient, étoit garni d'une petite bobine, ou poulie de bois, on faiſoit tourner cette bobine avec un archet, & par ce moyen le fil de fer & la boule qui y étoit attachée, tournoient dans le récipient avec beaucoup de rapidité, ſans que l'air pût en aucune façon y entrer.

Pour que cette boule pût être frottée par ce mouvement, j'avois ajuſté une eſpece de pince platte & recourbée, garnie d'étoffe qui embraſſoit la boule & la ſerroit foiblement, cette pince étoit attachée fixement au tuyau de la platine de la Machine pneumatique, enfin il y avoit des fils ſuſpendus au dedans du récipient, pour pouvoir reconnoître ſi la boule étoit devenuë électrique.

Tout étant ainſi diſpoſé, je commençai par faire l'expérience ſur une boule d'ambre, je l'ajuſtai pour cet effet au bout du fil de fer, & je la fis deſcendre entre les branches de la pince garnie d'étoffe; je pompai l'air alors juſqu'à ce que le Mercure fût deſcendu dans le petit Barometre à 3 lign. près du niveau, je frottai enſuite la boule d'ambre en faiſant tourner la bobine par le moyen de l'archet, après quoi ſoûlevant la bobine, je retirai la boule d'entre les branches de la pince, ce qui la fit rencontrer vis-à-vis des fils que j'avois diſpoſés à cet effet, elle les attira fortement, & tout de même, à ce que j'en puis juger, qu'elle auroit fait dans l'air libre. Il rentra ſi peu d'air dans le récipient pendant le cours de cette expérience, que le Barometre ne monta que d'environ une demi-ligne. J'ai répété pluſieurs fois cette expérience, & elle a toûjours réuſſi de la même maniére, en ſorte qu'il peut demeurer pour conſtant que l'ambre frotté dans le vuide devient électrique de même que dans l'air ordinaire.

J'ai fait la même expérience avec une boule de criſtal de roche, après avoir garni de papier les branches de la pince, parce qu'il m'a paru que le papier faiſoit mieux que l'étoffe pour le verre & les matiéres ſemblables; ayant pompé l'air

au même point que dans l'expérience précédente, j'ai trouvé que la vertu électrique étoit conſidérablement diminuée, & qu'elle étoit rétablie, lorſqu'ayant laiſſé rentrer l'air, je frottois la boule de nouveau; d'où il réſulte que le verre & les corps ſemblables frottés dans le vuide n'acquiérent que très-peu d'électricité, quoiqu'ils la conſervent dans le vuide, s'ils ont été précédemment frottés dans l'air libre, & que les corps, dont l'électricité eſt de la nature de celle que nous avons appellée *réſineuſe*, acquiérent cette vertu étant frottés dans le vuide, de même qu'ils feroient dans l'air libre, ce qui établit encore une nouvelle différence entre ces deux électricités.

Ayant fait ces expériences dans le vuide, j'ai voulu voir ce qui arriveroit en comprimant l'air dans le tube; & pour connoître exactement la quantité dont l'air ſeroit comprimé, j'ai cherché une machine qui me pût donner les degrés de condenſation, comme celle que je viens de décrire me donnoit ceux de dilatation.

La voye la plus ſimple n'eſt pas pour l'ordinaire celle qui ſe préſente la premiére; il me vint d'abord des idées aſſés compliquées, & d'une execution difficile, enfin je m'arrêtai à un moyen très-facile, & plus ſimple encore, s'il eſt poſſible, que le Barometre dont je viens de parler; c'eſt un Tube de 5 ou 6 pouces de long, de demi-ligne ou environ de diametre intérieur, ouvert par un de ſes bouts, & fermé par l'autre. Ce Tube eſt porté par une petite monture de cuivre diviſée en pouces & en lignes, & dans laquelle il peut gliſſer avec un peu de force, enſorte que l'on place l'une de ſes extrémités ſur la diviſion que l'on veut, & qu'il y demeure. La monture de cuivre qui enveloppe le tube, eſt fenduë ſuivant ſa longueur, en ſorte qu'on voit le tube d'un bout à l'autre par cette fente.

J'ai vû depuis dans le Livre de M. Halès ſur l'Analyſe de l'Air, une méthode qu'il employe pour connoître la profondeur de la Mer, qui a quelque rapport à cette machine, & qui auroit pû m'en faire naître l'idée, ſi je l'avois

connuë plûtôt, mais qui eſt encore moins ſimple que celle que je propoſe ici. Ayant diſpoſé le tout de la maniére que je viens de le décrire, on fait entrer dans le tube une goutte de mercure, & avec un fil de fer on la place vis-à-vis une des diviſions de la monture; comme on peut mouvoir le tube dans la monture, & la goutte de mercure dans le tube, on arrange l'un & l'autre en ſorte que l'air compris entre le bout fermé du tube & la ſurface inférieure de la goutte de mercure réponde à un certain nombre de lignes ſur la monture; le tout étant diſpoſé de la ſorte, on l'ajuſte ſur le canal du robinet, & on l'introduit dans le tube.

On conçoit facilement que lorſque l'air viendra à être comprimé dans le tube, il peſera ſur la goutte de mercure, & la fera baiſſer dans le petit tuyau de verre juſqu'à ce que l'air contenu ſous la goutte ſoit dans un degré de condenſation égal à celui du tube; or comme ce degré de condenſation eſt très-aiſé à connoître par la quantité de lignes dont le mercure deſcend, on connoît pareillement la condenſation de l'air du grand tube.

On me peut faire une objection qui eſt bien fondée, mais qui eſt de très-peu de conſéquence, cependant je n'ai pas cru devoir négliger d'y répondre. On peut dire que le poids de la goutte de mercure comprime un tant ſoit peu l'air du petit tuyau, & qu'ainſi cet air n'eſt pas préciſément dans le même degré de dilatation que l'air extérieur; on adjoûtera que lorſque l'air eſt comprimé à un certain point, cette même peſanteur ne fait preſque plus aucun effet ſur la petite colomne inférieure, en ſorte que cela ne peut pas indiquer bien préciſément le degré de condenſation, mais je réponds à cela que l'erreur eſt trop légere pour mériter qu'on y faſſe attention; de plus, pour peu que l'on voulût s'y arrêter, il ſeroit facile de la corriger par le calcul; enfin, ſi l'on veut entiérement l'éviter, il n'y a qu'à poſer le petit tube dans une ſituation horiſontale.

Avec ce petit inſtrument, que j'appellerai *Elaterometre*, j'ai fait les expériences ſuivantes. Par un beau temps, le tube

étant fort électrique, en ſorte qu'à la diſtance de 33 pouces il attiroit un aſſés gros fil ſuſpendu librement, j'introduiſis avec la pompe de l'air dans le tube, en ſorte que l'eſpace entre le fond du petit tube & la ſurface inférieure de la goutte de mercure, qui étoit de 54 lignes dans ſon état ordinaire, fut réduit à 18 lignes, l'air étoit donc alors trois fois plus comprimé que dans ſon état ordinaire; je fermai enſuite le robinet, & ayant frotté le tube, il n'attiroit qu'à peine le fil à la diſtance de 3 pouces, mais je n'en fus pas ſurpris, parce que cela me paroiſſoit très-ſenſiblement venir d'une vapeur graſſe que l'air avoit entraînée avec lui en paſſant par la pompe, & qui s'étoit attachée aux parois intérieures du tube; l'ayant frotté pendant quelque temps, il a recouvré aſſés d'électricité pour attirer le fil à la diſtance de 20 pouces, ce qui n'eſt néantmoins arrivé qu'après que la vapeur, dont je viens de parler, a été diſſipée, & a monté vers le haut du tube. J'ai enſuite ouvert le robinet pour laiſſer ſortir l'air, & le tube, après l'avoir frotté, eſt devenu auſſi électrique qu'il l'étoit auparavant.

Ayant réitéré l'expérience, & comprimé l'air au même point, il eſt arrivé préciſément la même choſe que la premiére fois. Quelques heures après je l'ai répétée une troiſiéme fois, & le ſuccès a été à peu-près le même.

La quatriéme fois je comprimai l'air un peu davantage, en ſorte que la goutte de mercure baiſſa de 39 lignes, c'eſt dire que l'air qui dans ſon état de liberté occupoit 54 lignes, & dans les expériences précédentes n'en occupoit plus que 18, étoit dans celle-ci réduit à 15, ce qui eſt à peu-près tout ce que je puis faire avec ma pompe, car les derniers coups de piſton ne font plus d'effet ſenſible, d'ailleurs je craindrois qu'une plus forte compreſſion ne briſât le tube. Je frottai le tube dans cet état, & il n'attira que très-foiblement le fil à la diſtance de 3 pouces. J'ouvris alors le robinet, & je laiſſai ſortir l'air avant que le nuage intérieur fût diſparu, & que la vertu fût recouvrée, comme il étoit arrivé dans les premiéres expériences; je voulois voir s'il

n'attiroit pas par ce moyen le fil de plus loin ſans l'avoir refrotté de nouveau, mais cela n'arriva point, & ſa vertu reſta auſſi peu conſidérable ; il eſt vrai que venant enſuite à le frotter pendant quelques inſtants, il acquit autant d'électricité qu'il en avoit jamais eu.

Il ſemble qu'il réſulte de-là que l'air introduit dans le tube par le moyen d'une pompe, y porte avec lui une vapeur graſſe qui nuit à l'électricité, & on ne peut pas empêcher que cela n'arrive, car ſi l'intérieur de la pompe & le piſton n'étoient enduits de graiſſe, l'air ne pourroit y être contenu lorſqu'on vient à le comprimer, & cet air appuyant fortement contre les parois onctueuſes, il ſe charge néceſſairement de quelques parties graſſes qu'il porte avec lui dans l'intérieur du tube ; ſi l'on mouilloit la pompe au lieu de la graiſſer, l'air porteroit pareillement dans le tube une vapeur aqueuſe qui nuiroit pour le moins autant que celle-ci à l'électricité.

Ces raiſons m'ont obligé d'avoir recours à d'autres moyens pour comprimer l'air dans le tube, ſans y introduire d'humidité, ni de vapeurs graſſes. Je me ſuis d'abord ſervi de l'expédient le plus ſimple de tous, qui eſt de chauffer le tube après lui avoir ôté la communication avec l'air extérieur en fermant le robinet. Il eſt vrai que de cette maniére je n'augmentois pas la quantité d'air dans le tube, mais je rendois ſa compreſſion plus conſidérable, en augmentant ſon élaſticité ; j'ai donc chauffé le tube le plus qu'il m'a été poſſible, ou plûtôt autant que j'en ai pû ſupporter la chaleur au travers du papier dont je me ſervois pour le frotter, mais la compreſſion de l'air a beaucoup moins augmenté que je ne l'aurois cru, car la goutte de mercure n'a deſcendu que de 6 lignes, ce qui ne dénote que l'augmentation d'un neuviéme dans le reſſort de l'air ; dans cet état, le tube frotté attiroit le fil à la diſtance de 36 pouces, ce qui eſt de 3 pouces plus loin que dans les expériences précédentes, mais il eſt à croire qu'une auſſi petite augmentation de la compreſſion ou du reſſort de l'air, n'étoit pas la cauſe de ce que le tube attiroit

le fil plus loin ; il eſt plus naturel d'attribuer ce fait à la chaleur du tube, parce que j'ai remarqué que dans tous les cas la chaleur augmentoit l'action des corps électriques ; la crainte que j'ai euë de caſſer le tube en l'expoſant à une plus forte chaleur, jointe à la difficulté de le frotter quand il eſt fort chaud, a fait que je n'ai pas tenté d'augmenter davantage par cette voye, le reſſort de l'air intérieur, & j'ai imaginé de me ſervir de la maniére ſuivante.

J'ai fait faire un globe de cuivre creux d'environ 10 pouces de diametre, à ce globe étoit ſoudé un tuyau de 3 pieds de long, recourbé par ſon extrémité, le tout étoit très-exactement ſoudé de ſoudure forte, & je me ſervis de ce globe de cuivre, comme d'un éolipile, pour introduire de l'air & le comprimer dans le tube. Pour cet effet, le bout recourbé du tuyau de cuivre portoit une vis qui s'ajuſtoit au robinet du tube de verre, & cette extrémité du tuyau étoit recourbée, afin qu'on eût la commodité de chauffer la boule de cuivre, & que ſon tuyau étant horiſontal, le tube de verre pût être dans une ſituation verticale, & qu'ainſi on pût diſtinguer facilement les degrés de condenſation, par le moyen du petit Elatérometre dont nous venons de parler.

Je pris d'abord toutes les précautions néceſſaires, pour que l'air qui paſſeroit de la boule dans le tube ne fût chargé d'aucune humidité, & pour cela je la fis bien chauffer d'abord ſans y ajuſter le tube de verre, & en ayant fait ſortir le plus d'air qu'il me fut poſſible par ce moyen, je la retirai du feu pour la faire refroidir, mais afin qu'il n'y rentrât qu'un air très-ſec, je mis le bout recourbé du tuyau de cuivre très-proche du feu juſqu'à ce que la boule fut entiérement refroidie, & que par conſéquent elle fut remplie de tout l'air qu'elle pouvoit contenir dans ſon état naturel, je bouchai enſuite exactement le tuyau juſqu'au moment que je fis l'expérience.

Ayant alors débouché ce tuyau, j'y ajuſtai le tube garni de ſon robinet & de l'Elatérometre, & ayant mis la boule ſur le feu, je condenſai l'air dans le tube juſqu'à ce que le

mercure fut deſcendu de 27 lignes, c'eſt-à-dire, préciſément du double de ce qu'il étoit dans l'état naturel, je fermai alors le robinet, & je détachai le tube du tuyau de la boule, je le frottai à l'ordinaire, & même beaucoup plus long-temps que je n'avois coûtume de faire, il n'acquit cependant qu'une très-médiocre électricité, je continuai à le frotter, mais ſa vertu demeura toûjours très-foible; j'ouvris alors le robinet pour laiſſer ſortir l'air qui y étoit retenu, l'ayant enſuite frotté pendant quelques inſtants, il recouvra ſon électricité ordinaire, je refis trois fois de ſuite la même expérience, & elle réuſſit toûjours de la même maniére.

Je voulus voir ce qui arriveroit en la faiſant dans l'obſcurité; lorſque l'air fut condenſé du double de l'état naturel, j'eus beau frotter le tube, je ne pus pas appercevoir la moindre lumiére, & il ne parut aucune étincelle lorſque j'approchois du tube les doigts ou le viſage, mais à peine eus-je fait ſortir l'air condenſé, que le tube devint lumineux au moindre frottement, & que tous les autres phénomenes qui accompagnent l'électricité reparurent comme à l'ordinaire.

Il demeure donc pour conſtant, que l'air comprimé dans le tube, nuit conſidérablement à ſon électricité; j'avouë que je m'attendois à un effet tout contraire, & que je penſois avec M. Haukſbée, que ſi le tube perdoit ſon électricité lorſqu'il eſt vuide d'air, c'eſt que la matiére électrique trouvant plus de facilité à ſe mouvoir par l'abſence de l'air, ſe portoit en abondance dans l'intérieur du tube, & par conſéquent agiſſoit plus foiblement au dehors; j'inferois de-là qu'en augmentant dans l'intérieur du tube la quantité de l'air, on multiplioit les obſtacles qui s'oppoſoient aux écoulements électriques, & que par conſéquent leur action devoit ſe porter au dehors, & faire un effet plus conſidérable que lorſque le tube ne contenoit que de l'air dans ſon état naturel. Lorſque je trouvois que l'expérience étoit contraire à ma conjecture, je l'attribuois à la qualité de l'air humide ou gras que j'avois introduit dans le tube, mais je ne puis rien ſoupçonner de ſemblable dans cette derniére expérience, j'ai

pris

pris toutes les précautions poſſibles pour que l'air que j'y introduiſois fût dénué de graiſſe & d'humidité, & cependant l'électricité a été très-ſenſiblement arrêtée. Peut-être dira-t-on que l'air qui ſort de la boule de cuivre échauffée, porte avec lui quelques parties ſulphureuſes qui nuiſent à l'électricité; mais comme ce n'eſt-là qu'une conjecture faite au hazard, & que je n'imagine aucune maniére d'introduire de l'air dans le tube qui ne ſoit ſujette à plus d'inconvénients que cette derniére, je me contenterai de dire que l'air comprimé dans le tube nuit à l'électricité, puiſque toutes les expériences concourent à me le prouver. Il eſt vrai qu'il paroît fort ſingulier que l'air comprimé & l'air dilaté produiſent un effet ſemblable par rapport à l'électricité, & que cet effet ſoit préciſément le contraire de ce qui arrive dans l'air libre; mais l'explication de ce fait tient peut-être à quelque principe qui ne nous eſt pas encore connu, & loin d'être découragés par ces eſpeces de contrariétés apparentes, cela nous doit animer de plus en plus dans nos recherches, nous prouver la néceſſité de l'examen ſcrupuleux des faits, & nous faire tenir en garde contre les conſéquences que nous ſommes ſouvent tentés de tirer d'une expérience à une autre par le rapport & l'analogie que nous croyons trouver entr'elles, & qui pourroient nous induire en erreur, parce que ce rapport ne nous eſt preſque jamais connu dans toutes ſes parties.

Cinquième mémoire sur l' électricité où l'on rend compte des nouvelles découvertes sur cette matière faites depuis peu par M. Gray et où l'on examine quelles sont les circonstances qui peuvent apporter quelque changement à l' électricité pour l'augmentation ou la diminution de sa force, comme la température de l' air, le vide, l'air comprimé - M. DU FAY
Académie royale des sciences - Année 1734

PHYSIQUE