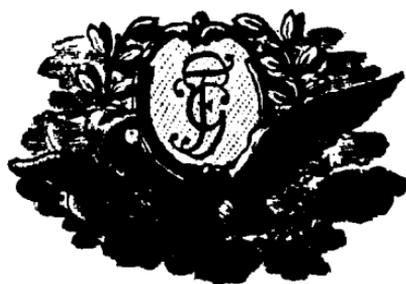


T A B L E A U
HISTORIQUE
DES PROPRIÉTÉS
ET DES PHÉNOMÈNES
DE L'AIR,

CONSIDÉRÉ DANS SES DIFFÉRENS ÉTATS

ET SOUS SES DIVERS RAPPORTS;

PAR M. ROULAND, Professeur de
Physique Expérimentale, & Démonstrateur
en l'Université de Paris.



A P A R I S,

Chez GUEFFIER, Imprimeur-Libraire ;
au bas de la rue de la Harpe.

M. DCC. LXXXIV.

Avec Approbation, & Privilège du Roi.

Rare Book
QD
161
.R68
1784

National Oceanic and Atmospheric Administration

Rare Books from 1600-1800

ERRATA NOTICE

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages

Faded or light ink

Binding intrudes into the text

This has been a co-operative project between the NOAA Central Library, the Climate Database Modernization Program, National Climate Data Center (NCDC) and the NOAA 200th Celebration. To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or at Library.Reference@noaa.gov

HOV Services
Imaging Contractor
12200 Kiln Court
Beltsville, MD 20704-1387
April 8, 2009

LIBRARY
WEATHER BUREAU
No. 12918.
Class _____

Ch. 3/90

Td

Ch

12918
250.3/90

T A B L E A U
HISTORIQUE
DES PROPRIÉTÉS
ET DES PHÉNOMÈNES
DE L'AIR.

OB
R254



A MONSIEUR
SIGAUD DE LA FOND,

PROFESSEUR de Physique Expérimentale,
Membre de la Société Royale des Sciences
de Montpellier; des Académies d'Angers,
de Bavière, de Valladolid, de Florence,
de Saint-Petersbourg, &c. &c.

MONSIEUR,

*C'EST à vous que je dois le goût de
la Physique : en vous offrant la dédicace
de cet Ouvrage, fruit de mes premières
veilles, je remplis un devoir cher à mon
cœur. Uni à vous par les liens étroits
du sang, formé par vos leçons, soutenu
par vos conseils, que ne vous dois-je pas*

à tant de titres ? Heureux ! si ce nouveau gage de mon respect & de ma reconnaissance ajoute à l'expression des sentimens que je vous ai voué.

J'ai l'honneur d'être ,

Moniteur ,

Votre très-humble & très-
obéissant Serviteur ,
ROULAND.

vous Imprimeurs - Libraires & autres personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangère dans aucun lieu de notre obéissance; comme aussi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Ouvrage sous quelque prétexte que ce puisse être, sans la permission expresse & par écrit dudit Exposé, ou de celui qui le représentera, à peine de saisie & de confiscation des exemplaires contrefaits, de six mille livres d'amende, qui ne pourra être modérée, pour la première fois, de pareille amende & de déchéance d'état en cas de récidive, & de tous dépens, dommages & intérêts, conformément à l'Arrêt du Conseil du 30 Août 1777, concernant les contrefaçons. A la charge que ces Présentes seront enregistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impression dudit Ouvrage sera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en beaux papiers & beaux caractères, conformément aux Réglemens de la Librairie, à peine de déchéance du présent Privilège; qu'avant de l'exposer en vente, le Manuscrit qui aura servi de copie à l'impression dudit Ouvrage, sera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, es mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France, le sieur HUE DE MIROMESNIL, Commandeur de nos Ordres; qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothèque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le sieur DE MEAUPEOU, & un dans celle dudit sieur HUE DE MIROMESNIL: le tout à peine de nullité des Présentes. Du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Exposé & ses héritiers, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. VOULONS que la copie des Présentes, qui sera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, soit tenue pour dûment signifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conseillers-Secrétaires soit ajoutée comme à l'original. COMMANDONS au premier notre Huissier, ou Sergent sur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles, tous Actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de Haro, Chares Normande, & Lettres à ce contraires. CAR TEL EST NOTRE PLAISIR. DONNÉ à Paris, le neuvième jour du mois de Juin, l'an de grace mil sept cent quatre-vingt-quatre, & de notre Règne le onzième.

Par le Roi en son Conseil, I F. BEGUE.

Registré sur le Registre XXII de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N^o. 3174, fol. 114, conformément aux dispositions énoncées dans le présent Privilège, & à la charge de remettre à ladite Chambre les huit exemplaires prescrits par l'article 108 du Règlement de 1723.

A Paris, ce 15 Juin 1784.

BERTON, Adjoint.

INTRODUCTION.

L'AIR est un des grands agens de la Nature ; il concourt à la production de ses divers phénomènes ; c'est le milieu dans lequel nous vivons ; il enveloppe tous les corps ; il les pénètre de toute part , & est un de leurs principes constitutifs. Ainsi l'air fait partie de tous les êtres matériels ; il est autour d'eux ; il agit sur eux & dans leur intérieur , & cette double action est indispensablement nécessaire ; elle entretient la vie de l'homme & des animaux ; elle est un des principaux agens de la végétation dans les plantes ; & si les minéraux ne paroissent point tirer le même avantage & avoir un besoin aussi indispensable de ce fluide , prenons-nous-en à notre ignorance sur leur production , c'est encore le secret de la Nature. Tous les corps doivent non-seulement à l'air leur existence , il participe encore à leurs actions réciproques les uns sur les autres. Le feu , cet agent universel , qui vient souvent à notre secours , lorsqu'il s'agit de

x INTRODUCTION.

décomposer les corps pour les faire servir à nos différens besoins , cet être incoërcible , dont l'activité ne reconnoît point de bornes , ne peut se passer du concours de l'air ; il faut la présence de ce fluide pour développer , conserver , augmenter & diriger le feu. Les sons , ce doux plaisir de l'ame , n'affecteroient point l'oreille , si l'air n'en étoit le véhicule & ne les faisoit passer , du corps qui les produit , à l'organe qui en reçoit l'impression. Il en est de même des odeurs ; c'est par le ministère de ce fluide que les corpuscules odorants doivent être portés sur la membrane pituitaire , pour affecter les nerfs destinés à produire en nous cette sensation souvent agréable. Combien d'autres avantages ne retirons - nous pas encore de la présence de l'air ? C'est lui qui fait couler le lait dans la bouche des enfans qui tettent , & qui élève l'eau dans les pompes & plusieurs autres machines hydrauliques auxquelles on l'applique ; c'est par le secours de l'air agité , ou les vents qui font la même chose , que les Nations les plus éloignées com-

INTRODUCTION. *xj*

mercent ensemble ; c'est par son moyen encore que l'on extrait les farines & les huiles de certaines semences , que l'on foule les étoffes , que l'on scie les planches & les marbres , que l'on broie les couleurs & autres matieres. Combien d'hommes ou de chevaux ne faudroit-il pas employer pour tous ces Ouvrages , qui s'opèrent à très-peu de frais par le moyen des moulins à vent ?

Qu'est-ce donc que l'air ? quelles en sont les propriétés , les différentes affections ? Comment agit-il sur les corps de différentes especes ? Comment concourt-il à la production de tant de phénomènes variés que nous observons tous les jours ? C'est l'objet de cet Ouvrage. Mais de quelle maniere le distribuerons-nous pour y mettre tout l'ordre qui convient , & pour faire qu'une connoissance acquise nous conduise à une autre ? Considérons-nous d'abord l'air comme principe constituant des corps composés ? Le retirerons-nous de ces corps pour en étudier ensuite la nature & les propriétés ? Mais qui nous assurera que nous l'obtenons alors dans son état de pureté , dégagé de tout prin-

xij INTRODUCTION.

cipe hétérogène , parfaitement isolé ? Le considérerons-nous dans son état libre , hors des corps & faisant partie de la masse atmosphérique dans laquelle nous vivons ? Mais personne n'ignore qu'il est , dans ce cas , le véhicule de différentes vapeurs & exhalaisons qui s'élèvent continuellement de la terre , des mers , des fleuves & des marais , des animaux putréfiés , des végétaux corrompus , brûlés ou fermentés , des corps des animaux & des hommes , soit sains , soit malades , matières hétérogènes qui altèrent sa constitution & qui masquent plusieurs de ses propriétés. L'arracherons-nous , pour ainsi dire , d'entre les parties intégrantes des corps où il est communément en assez grande quantité ? Mais là , il n'est point différent du fluide atmosphérique ; c'est une portion de cette masse réduite à différens degrés d'atténuation , & participant à toutes les affections qu'on découvre dans celle-ci ; voilà le germe des difficultés qui se font toujours présentées à ceux qui ont voulu étudier & saisir la nature de l'air. Voilà sans doute ce qui arrêteroit les recherches de

INTRODUCTION. *xiiij*

ceux qui viendront après nous, si, pour connoître convenablement ce fluide, il falloit nécessairement commencer par en découvrir la nature.

Mais s'il est satisfaisant, pour le Physicien comme pour le Chimiste, de saisir la nature d'un être dont il veut exposer les propriétés, les avantages qu'on en peut tirer & les applications qu'on en peut faire; cette connoissance ne nous est point indispensablement nécessaire par rapport à celui dont il est ici question. Cela posé, voici l'ordre dans lequel nous croyons devoir présenter les connoissances que nous avons acquises sur l'air & ses différens effets. Comme la masse de ce fluide dans laquelle nous vivons, doit par cette raison fixer davantage notre attention, nous considérerons 1^o. ses propriétés physiques; & pour les établir plus aisément, nous ferons abstraction des modifications qu'elles éprouvent de la part des différentes substances qui circulent continuellement dans la masse de l'air.

2^o. Les effets que l'air produit dans l'économie animale & végétale, par l'exercice de ses propriétés permanentes & variables.

xiv INTRODUCTION.

3°. La propriété qu'on reconnoît à l'air de propager ou de transmettre les sons , & ce qui a rapport à ces derniers.

4°. La propriété qu'il a , exclusivement à tout autre fluide , de concourir avec le feu au phénomène de la combustion des corps.

5°. Enfin les avantages & les effets agréables que l'air présente dans plusieurs machines où son action est employée.

Après avoir ainsi développé les propriétés de l'air & ses effets les plus remarquables , nous passerons à un autre genre de connoissances étroitement liées à l'objet de notre travail ; nous fixerons l'attention de nos Lecteurs sur plusieurs fluides qui ont les attributs physiques de l'air , mais dans lesquels on découvre plusieurs autres propriétés qui servent à les distinguer non-seulement de l'air , mais encore les uns des autres. En parcourant les qualités distinctives de ces fluides , nous trouverons tout-à-la-fois des remèdes à nos maux , les moyens de connoître les degrés différens de salubrité de l'air que nous respirons , & enfin de quoi satisfaire notre curiosité , tant

INTRODUCTION. xv

sur les machines ou ballons aérostatiques nouvellement imaginés, que sur la manière dont l'air influe dans la respiration des animaux, dans la végétation des plantes, dans la combustion & la calcination, ainsi que sur les changemens que lui font subir ces trois grandes opérations de la Nature.

Nous reviendrons ensuite à l'air proprement dit : nous le considérerons alors chargé des exhalaisons qui s'élevent continuellement du plus grand nombre des corps qui appartiennent à notre globe, & de plus éprouvant dans cet état ces secouffes, ces agitations plus ou moins violentes que l'on désigne, sous le nom de vent. Nous trouverons, dans ces mouvemens de l'atmosphère & dans les substances étrangères qui y circulent journellement, la cause des vicissitudes continuelles qui s'y font observer, tels que les changemens qui surviennent dans la densité & dans le ressort de l'air, & les qualités accidentelles de ce fluide, comme la chaleur & le froid, la sécheresse & l'humidité.

Nous présenterons, dans l'*anémomètre*, un

xvj *INTRODUCTION.*

moyen de connoître les variations & la vitesse du vent. Nous offrirons , dans le *baromètre* , le vrai moyen d'estimer la densité & le ressort de l'air , & de tenir compte des altérations qu'ils éprouvent. Nous trouverons , dans le *thermomètre* , la mesure des degrés de chaleur & de froid qui regnent dans l'atmosphère. Enfin nous indiquerons l'*hygromètre* comme un moyen que les Physiciens ont imaginé pour découvrir les degrés de sécheresse & d'humidité de l'air.

T A B L E A U



T A B L E A U

H I S T O R I Q U E

DES PROPRIÉTÉS ET DES PHÉNOMÈNES

DE L'AIR,

CONSIDÉRÉ DANS SES DIFFÉRENS ÉTATS,
ET SOUS SES DIVERS RAPPORTS.

P R E M I E R E P A R T I E.

D E S P R O P R I É T É S D E L' A I R.

L'AIR, regardé comme un élément indestructible, inaltérable, est un fluide invisible, inodore, insipide, ou du moins dont nous ne sentons point la faveur, par l'habitude où nous sommes de l'éprouver sans cesse depuis notre naissance; l'air est encore pourvu de pesanteur & de ressort, & susceptible de raréfaction ou de dilatation, de condensation & de compression. L'air n'affecte donc aucun de nos sens, si ce n'est le toucher. Il n'est pas impossible que, lorsque la lumière parvient à nos yeux

en traversant une très-grande épaisseur d'air , comme l'est celle de l'atmosphère terrestre , ce fluide ne devienne sensible à nos yeux jusqu'à un certain point ; ce qu'il y a de constant c'est que , pendant un tems serein , le ciel est toujours bleu , & cette couleur se fonce de plus en plus , à proportion qu'elle est plus près du zénith. Comme le ciel n'est point un corps particulier , ni concave , ni en forme de voûte , ni rond , ainsi que l'avoient pensé les anciens Philosophes , & ainsi que le peuple le pense encore aujourd'hui , il est évident qu'on ne doit point lui attribuer cette couleur , mais à l'air. Il seroit intéressant de savoir si cette couleur est propre & particulière à l'Air , ou si elle est simplement accidentelle ; car les sentimens sont partagés à cet égard.

Honoré Fabri pense que la couleur bleue dépend de la réflexion de la lumière , par des atômes & des corpuscules voltigeans dans l'air ; d'où il résulte une modification de lumière productrice de la couleur bleue. Cet Auteur combat le sentiment de *Fromond* , qui pensoit que cette couleur étoit un mélange d'une lumière foible & sombre avec un corps opaque , dont l'arrangement , & la disposition de ses parties étoient imparfaits. Il paroît que l'opinion de *Fromond* est encore celle d'un grand

nombre de Physiciens modernes, qui pensent que la couleur bleue de l'air dépend du mélange de la lumière, réfléchie par les particules élémentaires de l'air, avec la couleur noire, provenant de l'espace vuide qu'on appelle le ciel, au lieu que *Fabri* n'attribue cette couleur qu'à la modification de la lumière, réfléchie par l'Air. *J. C. Funccius* a publié un petit Ouvrage, dans lequel il parle de la couleur du ciel & tâche de l'expliquer; il l'attribue à la combinaison de beaucoup d'ombre, avec un petit nombre de rayons, c'est-à-dire que la plus haute région de l'air étant noirâtre, & paroissant à travers un air transparent, acquiert une couleur bleue; c'est à peu près ainsi, que MM. *Wolf*, *Muschenbroek*, & plusieurs Physiciens modernes, expliquent cette couleur. *M. Mariotte* pense que l'air a une couleur qui lui est propre & particuliere; que cette couleur est bleue, mais qu'elle est fort légère: c'est de-là, dit-il, que prend son existence, la couleur bleue des objets éloignés. *M. Kraft*, qui fait l'énumération des qualités & des propriétés de l'air, n'ose point conclure sur sa couleur. *Aer*, dit-il, *colore caeruleo tinctus esse aut videtur aut reverâ est*. *M. Eberhard*, Professeur royal de Prusse, a donné, il y a quelques années, une Dissertation sur la cou-

leur de l'Air , de laquelle on peut tirer deux inductions ; 1^o. qu'au milieu de toutes les opinions , deux seulement peuvent être raisonnablement admises en Physique , pour rendre raison de la couleur bleue de l'air ; 2^o. que celle dans laquelle on fait dépendre cet effet du mélange de l'ombre & de la lumière , est manifestement fautive , malgré la multitude d'expériences rapportées en sa faveur. La clarté avec laquelle cette opinion est exposée dans ce Mémoire , toute la force que ce savant Professeur à su lui conserver avant de la réfuter , ne permettent plus de revenir sur ce point ; c'est un pas de plus vers la vérité , & un embarras de moins dans la Physique. Le sentiment de M. *Eberhard* est que l'air a une légère couleur bleue , il donne à l'air cette propriété , parce qu'il est un intermede subtil & transparent , servant de moyen de réfraction aux rayons de lumière , & devant avoir une couleur , dès qu'il aura la faculté de causer une forte réfraction ; mais , comme l'avoue cet Auteur lui-même , il faudroit encore beaucoup d'expériences pour donner à son assertion le dernier degré de probabilité physique ; quoi qu'il en soit , l'opinion de M. *Eberhard* est plus conforme que toute autre aux loix générales de la nature , & elle a de plus l'avantage de

ne se trouver démentie par aucune expérience formelle & connue jusqu'à ce jour ; ce n'est qu'au tems , à l'observation & à l'expérience , à prononcer à cet égard.

Parmi les propriétés de l'air énoncées ci-dessus , il y en a trois qui méritent toute notre attention : savoir sa fluidité ; sa pesanteur , & son ressort ; nous allons les reconnoître successivement.

C H A P I T R E I.

De la Fluidité de l'Air.

LA fluidité est l'état d'un corps dont les parties intégrantes sont assez désunies & assez incohérentes pour qu'il n'oppose point de résistance bien sensible à sa division dans tous les sens , en sorte néanmoins qu'il reste à ces mêmes parties , assez d'attraction entr'elles pour qu'elles demeurent voisines au point que cette attraction mutuelle soit sensible. Or , tel est l'état de l'air ; la facilité qu'ont tous les corps à le traverser ; le peu de résistance qu'il oppose à leur mouvement ; l'impétuosité avec laquelle il se porte vers les lieux où il peut trouver accès ; tous ces effets ne permettent point de douter que les parties de l'air ne cèdent aisément à tout ce qui tend à les divi-

fer , & qu'elles ne soient elles-mêmes très-susceptibles de mouvement. D'un autre côté , plusieurs observations , qui ont été faites par divers Savans , prouvent que les parties intégrantes de l'Air ont une forte de liaison ou d'adhérence les unes avec les autres , & de plus s'attachent aux corps qu'elles touchent & les mouillent en quelque manière ; quelques-unes de ces observations suffiront pour nous convaincre de cette vérité. Le P. *Mersène* , qui vivoit dans le siècle dernier , a le premier remarqué qu'une aiguille d'acier ou de cuivre se soutient sur l'eau ; elle n'y pose , dit M. *Petit* (1) , que par le milieu de sa partie inférieure , & du reste elle y est comme portée dans une petite gondole d'air. Huit fois plus pesante que l'eau , s'y soutiendrait-elle sans l'adhérence des particules d'air qui l'y font nager ? Elle y demeure suspendue comme sur une foule de petits ballons qui l'environnent de tous côtés ; qu'on mouille l'aiguille , on enlèvera l'air qui y étoit attaché , l'aiguille tombera au fond du vase.

De petites feuilles de différens métaux , très-minces & d'une assez grande superficie , se soutiennent sur l'eau & remontent lorsqu'on

(1) Discours sur l'Histoire de l'Académie royale des Sciences de Paris.

les y a plongées ; ce double phénomène est , suivant le célèbre Médecin nommé ci-dessus , l'effet de l'air qui s'attache , tant au contour qu'à la surface des feuilles. Si la cohésion seule des molécules aqueuses entr'elles les soutenoit , lorsque les feuilles sont plongées , elles ne remonteroient pas ; leur poids est resté le même : ce poids n'ayant pu forcer , lui seul , la résistance de l'eau pour se précipiter , ne le pourroit pas davantage pour s'élever ; d'ailleurs M. *Petit* a chiffonné ces feuilles entre ses doigts pour diminuer leur surface ; elles sont tombées sans remonter ; leur poids n'avoit pas augmenté ; mais la surface diminuée ne portoit plus un volume d'air capable de les élever. Ce qui pourroit contribuer de nouveau à leur élévation , dans le premier cas , c'est que les feuilles , outre l'air qu'elles portent avec elles , en trouvent encore dans l'eau. Ce nouvel air qu'elles rencontrent en chemin , augmente le volume de celui qu'elles ont déjà , en s'y réunissant : aussi remarque-t-on que plus la feuille plongée s'approche de la surface , plus elle s'élève rapidement ; c'est une confirmation de l'adhésion des particules d'air entr'elles. La fluidité est non-seulement une qualité de l'air , comme nous venons de le prouver , elle paroît encore lui appartenir essentiellement. L'air est

toujours fluide ; & jusqu'à présent nous ne connoissons aucun moyen de le rendre solide , en détruisant sa fluidité en tout ou en partie.

L'étincellement que Boerhaave observa dans l'air illuminé des rayons du soleil , & qu'il crut d'abord produit par une congélation de ce fluide , ne procédoit , suivant la découverte qu'il fit ensuite , que de particules aqueuses flottantes dans l'atmosphère , lesquelles avoient été saisies par le froid & converties en petits glaçons (1). L'air conserve sa fluidité dans un froid artificiel de 44 degrés plus grand qu'aucun froid naturel ; enfin la plus forte compression qu'on puisse exercer contre l'air , n'altère pas sensiblement sa fluidité , quelque tems qu'on le retienne dans cet état de violence.

Quoiqu'on n'aye jamais observé dans la nature ni dans les refroidissemens artificiels , un degré de froid assez fort pour priver l'air de sa fluidité , nous croyons cependant , avec Boerhaave & le plus grand nombre des Physiciens , que l'air n'est pas essentiellement fluide par lui-même , mais qu'il emprunte cette manière d'être du feu qui le pénètre , qu'il retient toujours , & dont il est absolument inséparable , & qu'une chaleur bien médiocre suffit pour

(1) Boerhaave, *Elémens de Chymie*,

entretenir la fluidité de l'air : ainsi cet élément n'a, suivant nous, qu'une fluidité médiate ou secondaire, ses parties intégrantes sont diminuées de contact, défunies ou même tenues dans un certain degré d'éloignement les unes des autres, par l'interposition de la matière du feu ou plutôt de la lumière ; tandis que celle-ci semble être fluide par sa nature, c'est-à-dire que nous concevons la figure de ses parties intégrantes, telle que ces mêmes parties ne peuvent toucher entr'elles que par un point ou un côté infiniment petit ; & par conséquent n'avoir entr'elles que peu ou point d'adhérence.

L'air, quoique plus fluide que les liquides, ne passe pas ou du moins passe très-difficilement au travers de certains corps, tels que le papier, le parchemin, le carton, &c. ou de tout autre corps de même espèce ; tandis que l'huile, l'esprit de vin, l'eau, les sels en dissolution dans l'eau, &c. y passent avec assez de facilité ; c'est une observation connue des Physiciens, quelques-uns en ont même conclu que les parties intégrantes de l'air étoient plus grossières que celles des autres fluides. Je pense, avec plusieurs autres, qu'on doit attribuer cet effet purement & simplement au jeu des tuyaux capillaires. L'air ne mouille pas ces différens corps à la manière des liquides ; s'il y a attrac-

tion entr'eux & les molécules d'air, elle ne peut être que très-foible; l'air ne peut se filtrer au travers de leurs pores, à moins qu'il n'y soit contraint par une force étrangère; il en est de même de l'eau qu'on voudroit faire passer au travers d'un papier huilé, comme elle ne peut plus mouiller les parties propres du papier, sa filtration n'a plus lieu.

C H A P I T R E I I.

De la Pesanteur de l'Air.

L'AIR est pesant, c'est-à-dire que ce fluide a, comme les autres corps sublunaires, une tendance vers le centre de la terre. *Aristote* (1) paroît n'avoir pas ignoré cette qualité de l'air; il parle d'une vessie remplie d'air, qui pesoit davantage qu'une vessie vuide d'air. *Plutarque* & *Stobée* le citent, comme ayant enseigné que l'air tenoit un milieu entre la terre & le feu, quant à sa pesanteur; & ce même Philosophe, traitant de la respiration, rapporte l'opinion d'*Empedocles*, qui en attribuoit la cause au poids de l'air, qui, par sa pression, s'insinuoit avec force dans les poumons. *Plutarque* parle aussi dans les mêmes termes du

(1) De Cœlo. lib. IV. chap. 1. pag. 490. §

sentiment d'*Asclépiades* touchant la respiration ; il lui fait dire , entr'autres choses , que l'air extérieur est porté avec force dans la poitrine par sa pesanteur.

Quoique les Anciens connussent la pesanteur de l'Air , ils rapportoient cependant la plupart de ses effets à une cause imaginaire , à un être de raison , qu'ils appeloient *l'horreur de la nature pour le vide*. Demandoit-on , par exemple , aux Disciples d'Aristote , par quelle raison l'eau monte dans une pompe aspirante dont on tire le piston , tandis que le tuyau d'aspiration est plongé dans l'eau ? *La nature a horreur du vuide* , disoient-ils , & elle oblige l'eau à remplir celui qu'on a fait dans la pompe en élevant le piston. « C'étoit , dit M. *Saverien* (1), » expliquer une chose par une chose inexplicable ; car , on auroit bien embarrassé les Aristotéliens , si on leur avoit d'abord demandé » ce que c'est que la Nature ; en second lieu » comment elle avoit horreur du vide ; & enfin » pourquoi elle l'avoit ? Ces questions étoient » fort raisonnables ; cependant , sans songer » à y répondre , on se contenta de cette raison ; les Physiciens même s'en contenterent » pendant long-tems ; & ce ne fut que par

(1) Histoire des Progrès de l'Esprit humain dans les sciences naturelles ; de l'Air , pag. 108.

» hafard qu'ils en reconnurent l'infuffifance ».

Un Jardinier de Florence ayant voulu faire ufage d'une pompe aspirante , plus longue que celles qu'on emploie ordinairement , ne put jamais parvenir à faire monter l'eau au-deffus de 32 pieds. Trompé dans fon attente & ne fachant à quoi s'en prendre , il fut trouver *Galilée* , efpérant que ce Mathématicien le mettroit fur la voie de réuffir dans fon entreprife ; ce Philofophe n'apprit pas fans étonnement que l'eau refufoit de s'élever au-delà de 32 pieds dans les pompes ; il difsimula cependant fa furprife , & fe contenta de dire au Jardinier que la raifon de cela étoit que *la nature n'avoit horreur du vide que jufqu'à un certain point*.

Tout autre que *Galilée* auroit pu fe perfuader que l'horreur du vuide avoit fes limites au-delà defquelles la nature étoit indifférente ; mais ce Philofophe étoit trop grand Phyficien pour ne pas reconnoître , dans le jeu des pompes , l'effet d'une caufe mécanique & limitée dans fon action : on prétend même qu'il conjectura que l'air étoit cette caufe ; mais il mourut fans avoir pu s'en affurer.

Son difciple *Toricelli* , pour vérifier cette conjecture , imagina une expérience auffi fimple que concluante ; & voici comment il

raisonna. En supposant, dit-il, que l'ascension de l'eau dans une pompe aspirante soit l'effet d'une cause mécanique, bornée dans son action, il est constant que cette cause ayant à agir contre un fluide d'une pesanteur spécifique plus grande que celle de l'eau, ne l'élèvera ou ne le soutiendra qu'à une hauteur réciproque à sa densité. De-là, si cette force ne peut élever & soutenir l'eau qu'à la hauteur de 32 pieds ou environ, elle n'élèvera & soutiendra le mercure qu'à la hauteur de 27 à 28 pouces, puisque ce fluide étant environ quatorze fois plus pesant que l'eau, n'aura besoin, pour faire équilibre à cette force, que de parvenir à une hauteur environ quatorze fois moindre. L'expérience qui suivit de près ce raisonnement eut tout le succès que *Toricelli* s'en étoit promis.

Pour la faire, il prit un tube de verre de quatre pieds de hauteur, fermé hermétiquement à une de ses extrémités : il le remplit entièrement de mercure, boucha ensuite avec le doigt l'orifice de ce tube, & plongea ce dernier dans une cuvette qui contenoit du mercure & de l'eau ; il retira son doigt, alors le mercure contenu dans le tube tomba en partie dans la cuvette & demeura suspendu à 27 ou 28 pouces dans l'intérieur du tube.

Nous observerons , en faveur de ceux qui voudroient répéter cette expérience , 1^{o.} qu'elle réussit également bien lorsque la cuvette ne contient que du mercure , mais en quantité suffisante pour noyer l'extrémité ouverte du tube ; 2^{o.} que , lorsqu'on verse du mercure dans le tube , l'air s'engage entre les globules du mercure & interrompt leur continuité : cet air , moins pesant que le mercure se porteroit en grande partie vers la voûte du tube & feroit baisser la colonne de mercure d'une quantité plus ou moins sensible ; mais on a soin de l'expulser du tube , non pas en employant l'action du feu , comme on le pratique dans la construction des Barometres , mais simplement en faisant aller & venir dans le tube une grosse bulle d'air qu'on y a renfermée avec le mercure ; cette bulle d'air se joint par affinité d'aggrégation aux bulles d'air plus petites qu'elle rencontre dans la longueur de la colonne de mercure , & elle les entraîne avec elle. A la vérité , par ce moyen on n'expulse du tube que les bulles d'air les plus grossières ; mais celles qui restent ne nuisent pas sensiblement au succès de l'expérience.

Le P. *Mersene* , Minime de Paris , chez lequel les Savans de cette Capitale s'assembloient alors , apprit le premier l'expérience de *Tori-*

celli : on la lui manda d'Italie en 1644 ; il en fit part à M. *Petit*, Intendant des Fortifications, qui la communiqua au célèbre *Paschal* : ce grand homme cultivoit alors les Sciences avec le succès que tout le monde connoît, & ce sujet étoit trop piquant pour ne pas fixer son attention. Aussi fit-il plusieurs expériences relatives à cet objet qui décelent le génie de leur Auteur ; ces expériences sont consignées dans un Ouvrage qu'il publia en 1647. *Galilée*, *Toricelli*, avoient pensé que l'ascension de l'eau ou sa suspension dans les pompes aspirantes étoit un effet de la pesanteur de l'air ; mais ce n'étoit qu'une conjecture : *Paschal* voulut la vérifier, & il imagina pour cela plusieurs expériences (1), entre lesquelles nous distinguerons celle qui fut faite au Puy-de-Dôme en Auvergne, le 19 Novembre 1648 ; elle vient à l'appui du raisonnement que *Paschal* fit avant de l'entreprendre.

Si la pression de l'air est la cause de l'ascension de l'eau dans les pompes aspirantes, c'est d'elle que dépend aussi la suspension du mercure dans le tube de *Toricelli*. En ne considérant ici que ce tube, le mercure y est soutenu par la pression d'une colonne d'air de même base que la colonne de mercure, &

(1) *Paschal*, Traité de l'équilibre des liqueurs.

dont la longueur équivaut à la hauteur de l'atmosphère , prise depuis la surface du mercure contenu dans la cuvette ; or , la base de cette colonne d'air demeurant la même , la pression doit augmenter ou diminuer , selon qu'elle est plus longue ou plus courte. En conséquence , si on répète l'expérience de *Toricelli* au pied & sur le sommet d'une montagne , la colonne d'air étant plus longue dans le premier cas que dans le second , la colonne de mercure suspendue dans le tube , sera plus longue au pied de la montagne qu'à son sommet.

Ce fut après avoir ainsi raisonné que *Paschal* engagea un de ses amis , nommé *Perrier* , à faire l'expérience de *Toricelli* au bas & sur le sommet de la montagne du Puy-de-Dôme en Auvergne , & de tenir compte des variations qu'il remarqueroit dans la longueur de la colonne de mercure.

M. *Perrier* fit d'abord cette expérience dans le Jardin des Minimes (c'est à-peu-près l'endroit le plus bas de la Ville de Clermont) , & la colonne de mercure s'y trouva suspendue à 26 pouces 3 lignes & demie ; il la répéta ensuite au haut du Puy-de-Dôme , à 500 toises environ , au-dessus du Jardin des Minimes , & la colonne de mercure ne s'y trouva suspendue qu'à la hauteur de 22 pouces
2 lignes

à lignes. M. *Perrier* ne s'en tint pas à ces seules observations, il fit des stations à différentes hauteurs sur la croupe de la montagne, & par-tout il remarqua des variations dans la longueur de la colonne de mercure; il rendit compte de ses observations à son illustre ami. Peu de tems après, celui-ci répéta la même expérience à Paris, au bas & au haut de plusieurs tours fort élevées, telles que celles de S. Jacques la Boucherie, de notre Dame, & le succès fut le même.

Il fut prouvé incontestablement, par cette expérience de *Paschal*, & en général par toutes celles qui sont rapportées dans son *Traité de l'Équilibre des liqueurs*, que la pesanteur de l'air est la cause de l'élévation de l'eau dans les pompes aspirantes, & de la suspension du mercure dans le tube de *Toricelli*. Tous les Savans cependant ne se rendirent pas à l'évidence; quelques-uns, prévenus en faveur de l'horreur du vide, proposèrent leurs objections: *Wallis* entr'autres objecta que si on suspendoit, à l'un des bras d'une balance, l'appareil de *Toricelli*, après l'avoir rempli de mercure, on seroit obligé d'employer la même quantité de poids pour le tenir en équilibre, soit que l'extrémité ouverte du tube plongeât dans la cuvette à la manière ordinaire, ou

que cette même extrémité fût tournée vers le bras de la balance , l'extrémité scellée étant alors plongée dans la cuvette. Par conséquent, disoit *Wallis*, la colonne de mercure suspendue dans le premier cas , n'est point soutenue par la pression de l'air , puisque si elle l'étoit , on n'auroit à équilibrer que le poids du tube , au lieu qu'il faut équilibrer en même tems le poids de la colonne de mercure.

Cette objection n'en imposa point aux Philosophes qui avoient embrassé la nouvelle doctrine ; l'un d'eux y répondit par une expérience qui prouve évidemment que ce n'est point le poids de la colonne de mercure que l'on soutient ou contrebalance dans la première expérience de *Wallis* , mais le poids de la colonne d'air qui s'appuie sur la voûte du tube.

Pour faire cette expérience prenez un tube de verre d'environ 3 pieds de longueur , ouvert à ses deux extrémités , mais dont la supérieure soit évasée de manière à présenter un petit entonnoir étranglé vers sa base ; fermez cette ouverture avec un morceau de vessie mouillée , que vous lierez tout-au-tour après l'avoir bien tendue , & répétez l'expérience de *Toricelli*.

La colonne de mercure s'étant fixée dans le tube à la hauteur qu'elle doit avoir , la vessie

formera alors une espece de calotte dont la convexité répondra au-dedans du tube. Or, la vessie ne prend cette forme que par ce que elle est pressée par la colonne d'air qui repose dessus, & dont l'action ne peut être contrebalancée, le tube étant vide dans sa partie supérieure. C'est donc le poids de cette colonne d'air, & non celui de la colonne de mercure, que l'on est obligé d'équilibrer dans la première expérience de *Wallis*.

Ce qui prouve encore que la vessie est pressée par la colonne d'air correspondante, c'est la chute précipitée de la colonne de mercure qui aura lieu si on perce la vessie avec une aiguille ou tout autre corps pointu; l'ouverture pratiquée dans la vessie donnera entrée à la colonne d'air supérieure; celle-ci déploiera alors sa pression contre la colonne de mercure, & rendra nulle pour ainsi dire celle de la colonne d'air inférieure; en effet, ces deux colonnes d'air agiront en sens contraire, & de plus avec des forces sensiblement égales, puisque l'excès de longueur de l'une sur l'autre, n'équivaudra qu'à la hauteur du tube, & que cette hauteur, comparée à toute celle de l'atmosphère, peut être réputée nulle relativement à la différence qu'elle peut apporter dans le poids de la colonne d'air. La colonne de mercure,

se trouvant ainsi entre deux forces égales & opposées, n'obéira ni à l'une ni à l'autre; mais à la force de gravitation; en un mot, elle se précipitera dans la cuvette.

Les zélés défenseurs de l'horreur du vide, reconnurent enfin les effets de la pesanteur de l'Air dans le tube de *Toricelli*, dans les pompes, & en général dans la production de tous les phénomènes attribués jusques-là à cette horreur de la nature pour le vide.

Otto-Guerik, Consul de Magdebourg, ayant étudié les effets des pompes, imagina la *Machine pneumatique*, & fit, avec cette espèce de pompe, plusieurs expériences qui assurèrent à l'Air la propriété qu'on venoit de lui reconnoître. Ce fut en 1654 qu'*Otto-Guerik* fit les premiers essais de cette nouvelle machine, qui étoit d'ailleurs fort imparfaite: on peut en juger par la description que son Auteur en donna peu de tems après, dans un de ses Ouvrages, intitulé: *Experientia nova Magdeburgica, de spatio vacuo*; & mieux encore par une description plus détaillée de cette machine (1) que le pere *Schot* jugea à propos de donner ensuite.

Dans le même tems que ces deux Physiciens

(1) *Ars. mech. hydraulico-pneumatica.*

travailloient à l'envi à perfectionner la machine pneumatique, le célèbre *Boyle*, en Angleterre, aidé des secours de *Robert Hook* & de *Papin*, en construisoit une qu'il avoit imaginée, & qui étoit bien plus parfaite que celle d'*Otto-Guerik*: aussi c'est de cette machine que les Physiciens firent usage, & ils la nommerent *Machine* ou *Pompe de Boyle*. Il faut cependant convenir que cette machine n'étoit pas non plus sans défauts, & qu'elle doit le degré de perfection qu'on lui reconnoît aujourd'hui aux corrections & aux modifications différentes qu'elle a souffert, en passant successivement par les mains de *Volder*, d'*Hauxbée*, de *s'Gravesande*, des *Muschenbroek*, de *Homberg* & de plusieurs autres Physiciens célèbres.

La machine pneumatique dont on se sert le plus communément, est composée de cinq pièces principales; d'une pompe avec son piston, d'une platine, d'un tuyau qui communique depuis la pompe jusqu'à la platine, d'un robinet qui traverse ce canal de communication, & d'un vase de cristal qu'on met sur la platine.

Le corps de la pompe est un cylindre de cuivre calibré intérieurement, c'est-à-dire de même diamètre dans toute sa longueur, & le piston qu'on y fait jouer est composé de plu-

ieurs tranches de liége enfilées sur le même arbre , & appliquées les unes sur les autres avec autant de cuirs gras interposés & repliés sur chaque liége ; on fait mouvoir ce piston à l'aide d'une tige de fer , terminée par une espece d'étrier , dans lequel on met le pied pour le faire descendre ; on le remonte avec le pied & avec la main qu'on applique à une branche de fer montante , qui est soudée sur la tête de l'étrier.

La platine & le tuyau de communication qui sont aussi de cuivre , & dont le corps de pompe est surmonté, sont soudés très-exactement ensemble , & le tuyau l'est lui-même avec le corps de pompe. Une partie de ce tuyau surmonte la platine & excède son plan de quelques lignes ; cette partie est taraudée , pour qu'on puisse visser dessus quantité de pièces dont nous parlerons ailleurs. La platine est bien dressée ; malgré cela on a soin de la couvrir d'un morceau de peau imbibée d'eau ou d'huile , afin que les bords du vaisseau , dans lequel on veut faire le vide , s'appliquent plus exactement à la platine.

Enfin le robinet de cette machine est pratiqué à la base même du canal communiquant , & par conséquent très-près du corps de la pompe ; il a communément 3 pouces de

longueur ; sa clef , qui est de cuivre , est retenue en place par un écrou ; elle est percée perpendiculairement à son axe & de part en part , pour établir une communication entre le corps de la pompe & le vaisseau que l'on a placé sur la platine. Cette clef présente encore un canal oblique qui regne dans son épaisseur , depuis son milieu jusqu'à une de ses extrémités , & qui sert à faire communiquer avec l'air extérieur , soit la capacité de la pompe , soit celle du vaisseau placé sur la platine. Mon oncle , *M. de la Fond* , a décrit & fait graver une machine pneumatique de cette espece dans le premier volume de sa *Description & Usage d'un Cabinet de Physique*.

La premiere expérience qui se présente naturellement à faire , avec le secours de cette machine , prouve incontestablement que l'Air est pesant.

Si on pose une cloche de verre , autrement dit un récipient , sur la platine de la machine pneumatique , il n'adhérera pas sensiblement avec cette platine , par la raison qu'il renferme une masse d'air de même densité que l'air extérieur , & dont le ressort par conséquent contrebalance l'action de l'air qui environne le récipient , comme nous le remarquerons plus particulièrement ailleurs.

Mais le piston étant au haut de la pompe, & la clef du robinet tournée de manière que le trou perpendiculaire à son axe réponde d'un côté au récipient, & de l'autre côté au corps de pompe, si on fait descendre le piston, l'air, renfermé dans le récipient, se précipite en partie dans le corps de pompe, qui lui présente alors un espace vide; si on interrompt ensuite la communication du corps de pompe avec le récipient, en ouvrant dans le même tems une autre communication entre le corps de pompe & l'air environnant (la clef du robinet présente ce double avantage lorsqu'on lui a fait faire un quart de révolution), & qu'après cela on fasse remonter le piston, on parvient, par ce moyen, à expulser toute la quantité d'air qui avoit passé dans la pompe. L'air du récipient ayant perdu de sa densité en se développant, il n'a plus assez de ressort pour contrebalancer l'action de l'air extérieur, & l'excès de pression de celui-ci sur le récipient se manifesta par l'adhérence que ce dernier contracte avec la platine de la machine.

Cette adhérence étant une suite de la prépondérance de l'air extérieur, elle doit augmenter & elle augmente en effet à proportion qu'on retire l'air du récipient; d'où il suit que, pour amener cette adhérence à son plus

haut point, il faudroit faire un vide parfait dans le récipient ; mais cela n'est pas possible, par la raison que l'air est un fluide expansible, qui s'étend ou se raréfie en proportion des capacités qu'on lui présente, & dont l'expulsion par conséquent ne peut se faire qu'en progression géométrique ; c'est-à-dire que si les deux capacités dont il est ici question, celle de la pompe & celle du récipient, sont par exemple égales entr'elles, la masse d'air comprise sous le récipient, se distribuera également entre ces deux capacités : de sorte que ce qui restera d'air dans le récipient, après le premier coup de piston, ne sera plus que la moitié de la première masse d'air ; mais cette moitié qui occupera, comme le tout, la capacité entière du récipient, & cela par une suite nécessaire de son expansibilité, n'aura point perdu cette propriété en se raréfiant, elle la mettra de nouveau en jeu, si on fait descendre une seconde fois le piston ; par conséquent, le même rapport subsistant, on ne retirera, au deuxième coup de piston, que la moitié de cette dernière masse d'air, ce qui ne fait que le quart de la première. Il ne restera donc plus sous le récipient qu'un quart de la masse d'air qu'il renfermoit avant la première éva-

cuation , par la même raison un troisieme coup de piston enlèvera seulement la moitié du quart ou un huitieme de la masse totale , qu'un quatrieme coup de piston réduira à un seizieme , & ainsi de suite ; de forte qu'on ne pourra parvenir à expulser parfaitement l'air du récipient.

Cette expulsion ou raréfaction de l'air ne se faisant que selon la progression géométrique , $\frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{8} : \frac{1}{16} : \frac{1}{32} : \frac{1}{64} : \&c.$ il faudroit un nombre infini de coups de piston pour faire le vide dans le récipient , puisqu'on démontre que la progression que nous venons d'indiquer doit aller jusqu'à l'infini pour que la somme de tous ses termes devienne égale à l'unité.

L'adhérence qu'on remarque entre la platine de la machine pneumatique & une cloche de cristal , de laquelle on a pompé l'air , étant produite par la pression de l'air environnant , ce vase très-fragile ne résisteroit point à cette action de l'air s'il n'étoit arrondi uniformément , si ses parties ne ressembloient à celles dont on fait les voûtes ; on doit en effet les considérer comme autant de petits coins ou de pyramides tronquées qui se soutiennent mutuellement à mesure qu'ils sont pressés par l'action de l'air : l'expérience vient à l'appui de cette observation.

Si on pompe l'air d'un vaisseau qui ait pour fond un morceau de vessie , qu'on aura étendue & liée très-exactement sur ce vase , la pression qu'exercera l'air extérieur sur cette vessie , à proportion de la raréfaction de l'air intérieur , lui fera prendre la forme d'une calotte renversée , dont les dimensions augmenteront de plus en plus ; & enfin la vessie crévera avec éclat , en supposant qu'elle soit très-seche & un peu mince.

Un carreau de verre , mis à la place de la vessie , se briseroit de même , s'il étoit appliqué exactement sur les bords du vaisseau , de maniere que l'air ne pût se faire jour par la jonction.

Il en feroit encore de même d'une bouteille de verre , mince & aplatie , que l'on feroit à la même épreuve ; les côtés plats de cette bouteille seroient poussés l'un vers l'autre par l'action de l'air extérieur ; elle se briseroit avec éclat , & se réduiroit en poussiere.

Nous observerons ici , en faveur de ceux qui voudroient répéter ces deux dernières expériences , que , quoiqu'il soit possible de se garantir des éclats du verre en recouvrant l'un & l'autre appareil d'une serviette , on peut cependant se dispenser de les faire ; le succès en étant

assuré, & par celle de la vessie & par ce qui arrive assez souvent aux petites bouteilles de verre minces & applaties, lorsqu'à demi-pleines de liqueur, on les porte à la bouche pour boire à même : la succion raréfiant l'air intérieur, l'air extérieur devient prépondérant & réduit la bouteille en éclats.

Le bruit qui accompagne ces fortes d'expériences, & sur-tout celle de la vessie, vient de la promptitude avec laquelle l'air se porte dans un vaisseau vide dont il frappe les parois.

Un phénomène se présente ici à expliquer : c'est celui des *larmes Bataviques*, appelées ainsi, parce que c'est un Ouvrier Hollandois, en latin *Batavus*, qui en a fait la découverte. Cet Ouvrier, ayant laissé tomber un peu de verre fondu dans l'eau froide, il se forma une larme de verre ; en examinant cette larme, il vit avec surprise qu'elle résistoit aux coups redoublés d'un marteau, donnés sur sa partie la plus grossière ; cependant cette lame se brisa avec bruit & se réduisit en poussière lorsqu'il en rompit le petit bout ; ce qui le surprit bien davantage. Enchanté de cette merveille, il fit plusieurs larmes semblables qu'il montra à quelques Physiciens ; mais sans leur dire de quelle

maniere il les avoit formées. *Rohault* fut le premier en France qui découvrit le secret, & qui voulut expliquer le phénomène.

Selon ce Physicien, la larme de verre en fusion est saisie extérieurement par la fraîcheur de l'eau dans laquelle elle tombe, & ce saisissement resserre tellement les pores de la surface de la larme, que sa partie intérieure est encore toute rouge quand l'extérieure est refroidie; les parties du dedans venant ensuite à se refroidir ou à se condenser, elles perdent de leur volume & abandonnent par conséquent une partie de l'espace qu'elles occupent; il se fait donc un vide au milieu de la larme, qu'on apperçoit par la matiere subtile qui le remplit. De là, quand on casse la pointe de la larme, la matiere subtile, qui est resserrée dans cet espace, cherche à s'échapper par les pores de la masse vitreuse, qui se terminent en pointe à la surface; mais elle est repoussée par la matiere subtile environnante; il se forme un choc, & ces matieres étant en action, se font passage à travers les pores de la larme qu'elles réduisent en poussiere.

Peu satisfait de cette explication, le célèbre *Mariotte* (1) prétend que la larme se brise

(1) Second Essai de la nature de l'Air.

quand on en casse le bout , parce que l'air s'insinue avec violence pour remplir les petits vides que les parties du dedans ont laissé au milieu d'elles lors de leur condensation & de leur approximation vers les parties refroidies brusquement par le contact de l'eau froide.

Cela paroît plus vraisemblable & s'accorde en quelque sorte avec ce que nous avons observé de l'air qui entre en possession d'un espace vide. Cependant on peut encore dire , avec M. l'Abbé *Nollet* , & même avec le plus grand nombre des Physiciens , que , comme le verre ayant été en quelque maniere trempé , est devenu plus cassant , la moindre rupture fait développer la vertu élastique de ses parties , & leur ressort , en se déployant , réduit la larme en poussiere , & acheve en cela ce que l'air a commencé , en pénétrant dans les vides que ces mêmes parties présentoient entre elles avant la rupture de la pointe.

Cette explication est d'autant plus satisfaisante que , si l'on fait chauffer une larme Bavarique sur des charbons ardens jusqu'à l'incandescence , elle ne se brisera plus dans les mêmes circonstances ; sans doute parce que ses parties s'arrangent & se joignent plus solidement après cet espece de recuit.

La connoissance du phénomène des larmes

Bataviques nous conduit naturellement à observer que , de quelque maniere qu'on veuille travailler le verre , soit en le soufflant pour en faire des ustensiles , soit en le coulant pour en faire des glaces , il est essentiel de ne pas le laisser refroidir subitement , parce que le passage trop rapide d'une grande chaleur à une température si différente , lui ôteroit toute sa solidité. Aussi on le porte dans des fours trop peu échauffés pour le ramollir , & on lui laisse perdre insensiblement sa chaleur , sans être exposé au contact de l'air froid : c'est ce qu'on appelle recuire le verre.

En reprenant la suite des effets que l'air produit à raison de sa tendance au centre de la terre , nous observerons d'abord qu'*Otto-Guerik* (1) nous en offre une nouvelle preuve dans une expérience qu'il fit avec deux hémisphères creux de métal , dont le diametre étoit de trois-quarts d'aune de Magdebourg. Après avoir placé un cuir gras entre leurs bords pour empêcher que l'air extérieur n'entrât dans leur capacité , il en pompa l'air , à l'aide de sa machine pneumatique , & ils adhèrent si fortement l'un à l'autre , que seize chevaux ne purent ensuite les séparer.

(1) Exper. nov. Mag. de Spa. vacuo. lib. III. cap. 23.

M. *Hauxbée*, ayant répété cette expérience avec des hémisphères de 3 pouces & demi de diamètre, n'a pu les séparer qu'à l'aide d'un poids de 140 livres (1). Nos hémisphères sont encore plus petits, ils n'ont que 2 pouces & demi de diamètre; & cependant deux personnes qui tirent en sens contraire ces hémisphères, lorsqu'ils sont joints par la pression de l'air, ne parviennent point à les séparer.

Nous croyons devoir observer ici que la pression de l'air n'est pas la seule & unique cause de l'adhérence de ces hémisphères, que la force attractive, qui maîtrise toutes les parties de la matière, se joint ici à la pression de l'air & contribue à l'adhérence que ces hémisphères contractent ensemble; mais que cependant le poids de l'air joue le plus grand rôle dans ce phénomène, ainsi que l'expérience l'a appris (2).

Parmi les expériences que fit encore *Otto-Guerik*, pour prouver que l'air a une pesanteur absolue, en voici une bien décisive. Ce Savant prit un ballon de verre, il le suspendit au bras d'une balance très-mobile, & le mit

(1) *Exp. Phys. Méc.* tom. I. pag. 58.

(2) *Muschenbroek*, Cours de Physique-Mathématiques. tome III. trad. de M. de la Fond.

en équilibre avec un contrepoids ; il adapta ensuite ce ballon à sa machine pneumatique & il le vuida d'air aussi exactement qu'il lui fût possible ; cela fait , il le pesa de nouveau , & il remarqua qu'il avoit perdu de son poids , & qu'il falloit en conséquence le charger d'un nouveau poids pour qu'il devint aussi pesant que le contrepoids avec lequel il étoit d'abord en équilibre.

Toutes les expériences que nous venons de rapporter & d'indiquer , prouvent incontestablement que l'air presse de haut en bas ; mais il en est de la pesanteur absolue ou de la pression de l'air , comme de celle de tous les autres fluides ; elle se développe en toutes sortes de directions avec la même force : c'est ce qu'on pourra conclure des expériences suivantes.

Répétez l'expérience de *Toricelli* avec un tube ouvert à une de ses extrémités , & en même tems vers le milieu de sa hauteur ; toute fois après avoir appliqué & lié sur cette ouverture latérale un morceau de vessie mouillée ; la colonne de mercure ayant pris dans le tube la hauteur qui lui convient , percez alors la vessie avec une aiguille , l'air pénétrera dans le tube & exercera tout à la fois trois pressions différentes sur la colonne de mercure ; une pression latérale , dont l'effet era

la division de la colonne de mercure en deux parties ; une pression de haut en bas , en vertu de laquelle l'air précipitera dans la cuvette la portion de la colonne de mercure comprise depuis l'ouverture latérale jusqu'à l'extrémité inférieure du tube ; enfin l'air exercera une pression de bas en haut , car la portion restante de la même colonne s'éleva dans le tube & ira frapper vigoureusement la voûte de ce même tube.

Etablissez , sur la platine de la machine pneumatique , un moulinet fort mobile , & couvrez-le d'un récipient percé d'un petit trou sur le côté , de façon que cet orifice réponde au plan des aîles du moulinet ; bouchez ce même orifice avec le doigt , si vous n'aimez mieux y appliquer un autre corps étranger , comme un peu de cire verte ; pompez ensuite l'Air du récipient , puis débouchez l'ouverture latérale ; l'Air s'introduira à l'instant dans le récipient , il frappera brusquement les aîles du moulinet , & il le mettra en mouvement ; il sera prouvé par-là que l'air presse latéralement.

On aura également une preuve isolée de la pression que ce fluide exerce de bas en haut , si on répète l'expérience qui suit.

Remplissez d'eau un verre à boire , au défaut d'un vaisseau long & étroit ; fermez-en l'ou-

verture avec un morceau de papier que vous appliquerez sur les bords ; appuyez la paume de la main sur ce papier , & , prenant le vaisseau de l'autre main , renversez-le de façon que son ouverture se trouve en dessous , & retirez ensuite la main ; l'eau demeurera alors suspendue dans le vase , & gardera cette situation jusqu'à ce qu'on enleve le papier de dessus l'ouverture.

La cause de la suspension de l'eau , dans cette expérience , est assurément la pression de l'air de bas en haut ; pour s'en convaincre , il suffit d'observer que la masse d'eau , ainsi suspendue , affecte une surface sensiblement concave à l'ouverture du vase , aulieu que , si l'adhérence du papier avec les bords du vase étoit la cause de la suspension de l'eau , comme quelques Physiciens l'ont pensé , elle auroit nécessairement une surface convexe ; la raison en est que la texture du papier étant relâchée par l'eau , il céderoit alors en partie au poids des colonnes d'eau ; mais si le papier n'est point la cause de la suspension de l'eau , il empêche que les colonnes de cette liqueur n'oscillent & ne fassent place à l'air lorsqu'on renverse le vaisseau , & il sert de plus d'appui aux colonnes d'air correspondantes lorsque le vaisseau est renversé.

Telles sont les expériences auxquelles nous avons jugé à propos de recourir pour convaincre nos Lecteurs d'une vérité dont la connoissance nous a mis à portée de rendre raison de plusieurs phénomènes que nos anciens attribuoient à l'horreur du vide.

Après avoir considéré la pesanteur absolue de l'air, il convient de parler de sa pesanteur spécifique ou de son poids, comparé avec celui d'un autre corps dont la gravité est connue, l'un & l'autre étant pris sous le même volume.

Galilée est le premier qui ait voulu déterminer l'exacte gravité spécifique de l'air : pour y parvenir, il la compara à celle de l'eau, & il trouva qu'elle étoit à cette dernière comme l'unité est à 400. Cependant le *Pere Mersene* établit ensuite le rapport de l'air à l'eau ; comme 1 à 1346. *Riccioli*, *Boyle* & *Baglivi* (1), qui cherchèrent également à connoître la pesanteur spécifique de l'air, trouverent qu'elle étoit à celle de l'eau dans le rapport de 1 à 1000. La Société royale de Londres, ayant entrepris les mêmes recherches en différentes circonstances de tems, établit le rapport de l'air à l'eau comme 1 à 840 ; une autre fois, comme 1 à 852 ; & une troisième fois, comme

(1) De statu Aeris. pag. 448.

1 à 860 (1) *Hauxbée* (2) évalue ce rapport à celui de 1 à 885. Il est de 1 à 806, suivant le Docteur *Jurin*. *Halley* prétend que la pesanteur de l'air est à celle de l'eau, comme 1 à 860; *Homborg*, comme 1 à 1087; & enfin *Muschenbroek* (3) dit qu'il y a deux termes dans ce rapport, dont le premier est de 1 à 606, & le second de 1 à 1000; il pense que le premier a lieu lorsque la densité de l'air est autant grande qu'elle puisse être, & le second lorsque l'air est réduit à sa moindre densité; de sorte qu'en comparant le poids de l'Air à celui de l'eau, le premier ayant une densité moyenne, le rapport de leur pesanteur spécifique doit être celui de 1 à 800.

On ne fera point surpris de trouver si peu d'accord entre les Physiciens qui ont cherché à connoître l'exakte pesanteur spécifique de l'air, si on observe que deux portions égales d'air, prises en même tems & à différentes hauteurs, ne sont jamais également pesantes, celle qui a été prise dans l'endroit le plus bas pesant davantage que l'autre; que cela a lieu depuis la surface de la terre jusqu'au sommet

(1) *Transact. Philos.* n°. 181.

(2) *Expér. Phys. Méch.* tom. I. pag. 49.

(3) *Cours de Physique Mathémat.* tom. III.

des plus hautes montagnes ; & enfin que l'air du même endroit varie continuellement de pesanteur ; ce qui dépend de plusieurs causes , que nous indiquerons ailleurs. Les expériences que l'Académie de Dijon a fait faire pour découvrir les causes des variations de pesanteur à des hauteurs inégales , ont prouvé que l'air pris à la surface de la terre , pouvoit peser quelquefois jusqu'à un septieme de plus que l'air pris à 20 toises (1).

Quoique des faits sans nombre nous forcent à reconnoître la pesanteur de l'air ; quoique nous n'ayons même aucun exemple à citer qui nous autorise à excepter l'Air de la loi de gravité à laquelle tous les corps sont assujettis ; cependant l'illustre *Boerhaave* (2) s'est permis cette conjecture ; que si on séparoit d'une portion donnée d'air de l'atmosphère , tout ce qui s'y trouve d'étranger , le poids de l'Air restant seroit très-petit , pour ne pas dire nul ; mais l'expérience n'a point encore déposé en faveur de cette conjecture ; malgré cela nous sommes portés à croire que le poids que nous découvrons dans l'Air appartient en partie à l'eau & aux autres substances étrangères qui sont répandues dans cette masse fluide.

(1) Journal de Physique. tom. V. pag. 314.

(2) *Boerhaave* , Cours de Chimie. t. IV. p. 151 & suiv.

C H A P I T R E I I I.

Du Ressort de l'Air.

LE ressort ou l'élasticité de l'air n'est autre chose que la force avec laquelle il tend à se remettre dans son état naturel , lorsqu'il est violemment raréfié ou dilaté , comprimé ou condensé , & l'effort qu'il fait pour cela sur les corps qui s'opposent à son rétablissement.

Les Anciens ont connu cette propriété de l'air , ainsi que la plupart de ses effets. Il nous reste un *Traité d'Hiéron* d'Alexandrie , intitulé *Spirititalia* , dans lequel il applique sans cesse l'élasticité de l'air , à produire les effets les plus propres à nous convaincre qu'il la connoissoit parfaitement ; & ce qui paroîtra encore plus surprenant , c'est que *Ctesibius* avoit , sur ce principe de l'élasticité de l'air , imaginé le *fusil à vent* , que nous regardons comme une invention moderne. *Philon* , de Byzance , nous donne la description la plus exacte & la plus détaillée de cette curieuse machine , qui étoit fondée sur la propriété que l'air a de se condenser , & dont la construction étoit telle , que la force de ce fluide étoit ménagée & ap-

pliquée de maniere à pouvoir lancer des pierres à une grande distance. Il paroît aussi que *Senneque* n'ignoroit pas l'existence du ressort de l'air ; car il décrit (1) les efforts que l'Air fait constamment pour s'étendre lorsqu'il est resserré , & il dit qu'il a la propriété de se condenser , & de se faire jour à travers les obstacles qui s'opposent à son passage ; quoi qu'il en soit , nous examinerons le ressort de l'air avec toute l'attention que mérite cette propriété , par rapport aux avantages qu'elle nous procure & aux applications qu'on en peut faire.

Les Physiciens raisonnent diversement sur la cause du ressort de l'air. *Richard* & quelques autres font dépendre cette propriété de la forme spirale des molécules de l'air , forme qui n'existe peut-être que dans leur imagination. Les particules de l'air , suivant *Paschal* , tiennent de la nature de la laine. *Euler* , *Bernouilli* & bien d'autres encore , attribuent , avec *Descartes* , la propriété dont il s'agit , à la force centrifuge de la matiere subtile renfermée , suivant eux , dans les bulles d'Air , & dont le mouvement rotatoire imprime continuellement à cette substance une disposition à l'expansion. *Newton* rejette toutes ces hypo-

(1) Sen. Quæst. nat. lib. V. cap. 6. lib. VI. cap. 16.

thèses ; il démontre (1) que les particules de l'air sont de nature à se repousser , à s'éloigner les unes des autres par des forces réciproquement proportionnelles à leur distance ; d'où il conclut que ces particules doivent former un fluide élastique , dont la densité fera toujours comme la force qui le comprime. Or , cette propriété convient à l'Air , & si elle ne s'y trouve pas avec une exactitude mathématique , il la possède à peu-près , ainsi que l'ont reconnu *Boyle* , & *Townly* , son Disciple , & comme il a été depuis constaté par un grand nombre d'expériences & d'observations. Nous pouvons donc raisonnablement admettre une force répulsive entre les parties intégrantes de l'air , & voir dans cette répulsion la cause de son ressort.

On nous demandera sans doute pourquoi les molécules de l'Air se repoussent ainsi mutuellement , & nous dirons que les sentimens sont partagés sur la cause de cette répulsion , & que l'opinion la plus généralement reçue est que cette force répulsive est produite par le feu ; ou encore par l'électricité qui ne peut être qu'une modification du feu.

Nous rangeons le ressort parmi les propriétés

(1) Prin. Math. liv. VI.

essentielles de l'Air , parce qu'il n'y a jusqu'à présent aucun fait connu qui prouve qu'une masse d'air quelconque puisse perdre en tout ou en partie le ressort dont elle jouit.

Boyle & Mariotte ont gardé pendant long-tems de l'air comprimé dans un fusil à vent , & lorsqu'ils lui ont donné issue , ils n'ont pas trouvé que la compression & le repos lui eussent fait perdre de son ressort. Le Docteur *Desaguilliers* s'est également assuré de l'inaltérabilité du ressort d'une masse d'air qu'il avoit comprimée de la même manière , & qui étoit restée pendant six mois dans le même degré de tension (1). *Roberval* , en se servant du même moyen , a comprimé violemment une quantité donnée d'air , qu'il a tenue renfermée pendant quinze ans , & après ce tems l'Air comprimé a montré autant de force qu'il a coutume d'en avoir en pareil cas (2) : enfin *Muschenbroek* , qui a aussi éprouvé le ressort de l'air , a également conclu de ses expériences qu'une masse d'air retenue pendant long-tems dans un degré de compression , conserve constamment son même ressort.

Nous observerons ici , avec *M. de la Fond* (3) ,

(1) Phœnom. pneum. prop. 31. pag. 147.

(2) Duhamel ; Hist. Acad. Reg. lib. IV.

(3) Elémens de Physique théor. & expér. t. III. p. 109

que l'expérience du fusil à vent n'est point assez précise pour qu'on puisse en conclure l'inaltérabilité du ressort de l'air, & cela par deux raisons ; la première est que l'on ne peut mesurer exactement le degré de ressort d'une masse d'air qui s'échappe après un long espace de tems, & le comparer à celui avec lequel il se feroit détendu un instant après avoir été renfermé dans ces sortes d'instrumens.

La seconde raison, pour laquelle on ne peut conclure de cette expérience, est également facile à saisir. On ne fait jamais quel degré de ressort on communique à l'air que l'on introduit dans ces instrumens ; on ne peut en juger que par le nombre de coups de piston que l'on donne pour les charger, car c'est d'une pompe que l'on se sert ; mais chaque coup de piston ne porte pas toujours la même quantité d'air dans la culasse du fusil ; cette quantité doit varier, suivant que le piston remplira plus ou moins la pompe dans tous les points de sa longueur ; & comme cette pompe, ainsi que le piston, s'échauffent inégalement par le frottement ; il arrive souvent qu'une partie de la colonne d'air, contre laquelle on agit, s'échappe en glissant entre le piston & les parois de la pompe. Par conséquent, quoique l'on sache dans quel rapport est la capacité de la pompe dont on se sert,

avec celle de la crosse du fusil ; & que l'on tienne compte des coups de piston qu'on donne pour la charger , on n'est cependant point assuré du degré de ressort que l'on communique à l'Air par ce procédé , aussi ce ne fut point par un semblable moyen que *Muschenbroek* éprouva le ressort de l'air ; celui qu'il employa est autant exact qu'on puisse le désirer^a (1).

Ce Physicien prit un tube de verre de 3 à 4 lignes de diamètre , recourbé en forme de siphon , dont la plus longue avoit plus de 7 pieds de longueur , & la plus courte un pied seulement ; celle-là étoit fermée hermétiquement.

Il fit couler du mercure dans la partie courbe du tube , & il en fit couler assez pour que cet espace en fut rempli ; il renferma , par ce moyen , dans la branche la plus courte , la colonne d'air qui en remplissoit la capacité. Afin de comprimer cette petite colonne d'air , il continua à verser du mercure dans la jambe plus longue du siphon , & il la remplit de ce fluide jusqu'à la hauteur de 6 pieds ; il la ferma ensuite hermétiquement , puis ayant placé & fixé le tube sur une lame de fer , il marqua sur cette regle un point qui indiquoit la hauteur à

(1) *Muschenbroek* , Cours de Physique-Mathématique. tom. III. pag. 176 , & suiv.

laquelle le mercure s'étoit élevé dans la jambe la plus courte , & ce fut ainsi qu'il déterminâ la grandeur de l'espace que l'air comprimé occupoit alors dans cette branche. Enfin il plaça un thermometre de *Farenheit* à côté de l'appareil , & il observa que la température de l'air restant la même , la colonne d'air renfermée dans la branche la plus courte occupoit le même espace , & qu'elle en occupoit un plus grand ou un plus petit , selon que la température varioit , c'est-à-dire à proportion que la chaleur augmentoit ou diminuoit dans l'atmosphère. *Muschenbroek* ayant retrouvé , après cinq ans d'observations , la même température qui régnoit au moment où il avoit marqué le point d'élévation du mercure dans la branche la plus courte , il vit que l'Air qu'elle contenoit occupoit encore le même espace ; d'où il conclut que le ressort de ce fluide n'avoit pas souffert d'altération sensible pendant tout le tems qu'il l'avoit retenu dans un grand degré de compression.

Quoique l'Air comprimé conserve constamment la faculté de s'étendre & d'occuper un plus grand espace , aussi-tôt que l'on fait cesser les causes qui resserrent son volume , cependant on n'en peut pas conclure que le ressort de l'Air soit inaltérable ; tout ce qu'on peut assurer

c'est qu'en supposant que cette propriété ne lui convienne pas essentiellement , on ignore encore par quel voie on parviendroit à l'en dépouiller.

Il y a plusieurs moyens de mettre en jeu ou de manifester le ressort de l'Air. Ces moyens, applicables aux différentes circonstances , sont fondés sur la possibilité qu'il y a de faire occuper à l'air un espace ou plus grand ou plus petit que celui qui lui convient naturellement ; on peut en effet augmenter ou diminuer à volonté le volume d'une masse donnée d'air , ou en d'autres termes , dilater ou raréfier , condenser ou comprimer ce fluide.

On raréfie l'Air , soit en diminuant la pression qu'il exerce naturellement sur lui-même , par une suite de sa tendance au centre de la terre , ou en ajoutant plus ou moins aux degrés de chaleur dont il est naturellement pénétré.

On condense l'air , ou en le privant d'une partie de sa chaleur , ou en déployant contre lui l'action d'une force extérieure qui , en ajoutant à la pression que ce fluide exerce sur lui-même , l'oblige à se retrancher dans un espace plus petit que celui qu'il occupe dans son état naturel.

Nous considérons l'air dans chacune de ces

circonstances , afin de mettre nos Lecteurs à portée de reconnoître , & l'existence du ressort dans l'air , & les effets différens qu'il peut produire par l'exercice de cette propriété.

L'air abandonné à lui-même & dégagé de toute pression extérieure, détend & développe son ressort ; il entre alors ou fait effort pour entrer en possession d'un espace incomparablement plus grand que celui qu'il occupe naturellement. Pour le démontrer , les Physiciens ont imaginé un grand nombre d'expériences. (Voyez la *Description & l'Usage d'un Cabinet de Physique* , par M. Sigaud de la Fond.) Mais la plus satisfaisante est celle qui suit.

Prenez une vessie flasque dans laquelle il y ait un peu d'air enfermé , le col de cette vessie étant lié très - exactement ; renfermez-la sous le récipient de la machine pneumatique , & pompez l'air de ce récipient. A mesure que vous le pomperez , vous affoiblirez son ressort & par conséquent sa pression à la surface de la vessie. L'air compris dans cette dernière , cessant d'être si fortement pressé par l'air environnant , se dilatera à proportion , & tuméfiera la vessie qui se gonflera d'autant plus que vous aurez retiré une plus grande quantité d'air de dessous le récipient. Si vous y faites ensuite entrer de nouvel air , ce fluide comprimera de

nouveau la surface de la vessie , ainsi que l'air qu'elle contient ; la vessie se défenflera , deviendra flasque , & l'air se réduira à son premier volume. La vessie ne laisseroit pas de s'enfler , quand même il y auroit au-dessus un poids de dix à douze livres , parce que le ressort de l'air compris dans cette vessie , seroit suffisant pour vaincre la résistance de ce poids , à mesure qu'on affoiblirait l'action de l'air extérieur en le pompant.

Par cette expérience , il est prouvé que l'air s'étend & développe son ressort quand on le décharge d'une partie du poids qu'il exerce naturellement sur lui-même ; mais jusqu'à quel point l'expansion de l'air peut-elle être portée dans cette circonstance ? On ne peut résoudre que très-difficilement cette question , par la raison que l'atmosphère est composé de plusieurs fluides très-différens les uns des autres , & dont l'élasticité diffère aussi considérablement. Cependant , d'après les expériences faites sur une masse d'air considérable , prise au hasard dans l'atmosphère , & renfermée sous le récipient de la machine pneumatique ; on peut conclure que cet air , tel qu'il existoit à la surface de la terre , a pu être raréfié au point d'occuper un espace 4000 fois plus grand que celui qui le renfermoit auparavant.

L'air,

L'air , en qualité de fluide élastique , est dilaté par la chaleur & condensé par le froid ; une vessie remplie d'air & bien tendue en été , devient flasque & ridée en hiver , perd ses rides & reprend encore sa tension en été , selon que l'air qu'elle renferme se dilate ou se condense.

Si la seule chaleur de l'atmosphère suffit pour développer le ressort de l'air , que ne doit-on pas attendre d'une chaleur plus considérable ? On peut prévoir ce qui arrivera à une vessie pleine d'air , & liée très-exactement à son col , si on la présente au feu de charbons ardens. On conçoit que le ressort de l'air augmentant ici à proportion des degrés de chaleur qui lui seront communiqués , le fluide se dilatera au point de rompre la vessie avec éclat.

On fait que les châtaignes ou les marrons crevent sous la cendre chaude , quand on n'a point pris la précaution de les entamer. Or , cette rupture éclatante est produite par l'air qui est renfermé sous l'écorce & qui se dilate.

Les Chimistes doivent bien faire attention à l'expansibilité de l'air développée par la chaleur ; car , comme la plupart de leurs opérations se font sur le feu , dans des vaisseaux fermés , quel effet terrible le ressort de l'air ne peut-il pas souvent produire ?

La chaleur augmente le volume de l'air lorsqu'il est libre de s'étendre , & le ressort de ce même fluide , si son volume est fixé par des obstacles , voilà ce que l'expérience nous apprend ; mais quels sont les extrêmes de la raréfaction & de l'augmentation du ressort de l'air ? Jusqu'à présent , il n'a pas été possible de les découvrir ; mais les expériences qu'on a faites dans l'espoir d'y parvenir , ont appris ,

1^o. que le volume de l'air augmente d'environ $\frac{1}{7}$, en passant du froid qui commence à produire la glace , aux chaleurs de l'été dans nos climats ; il y a d'autres pays où cette différence se trouve plus grande ; il y en a aussi où elle est moins sensible.

2^o. Que le volume de l'air , condensé par le froid de la glace , est au volume de l'air dilaté par la chaleur de l'eau bouillante , dans le rapport de 2 à 3.

3^o. Que le volume de l'air pris au terme de la glace , & comparé à celui qu'il acquiert lorsqu'il est renfermé dans un tube de verre échauffé au point de se fondre , sont entr'eux dans le rapport de 1 à 3.

Robins , ayant comparé l'espace que l'air occupoit dans un canon de fer froid avec celui dont il s'emparoit lorsqu'il échauffoit le canon jusqu'à l'incandescence , il trouva que ces

espaces étoient entr'eux, comme 1 à 4 (1).

Boerhaave (2) observe que la raréfaction de l'air est prodigieuse lorsqu'elle est causée par la chaleur qui met le fer en fusion ; mais il ne détermine point cette raréfaction.

L'air qui se dilate d'un tiers à la chaleur de l'eau bouillante, accroit en ressort de la même quantité, lorsqu'étant exposé au même degré de chaleur, il n'a pas la liberté de s'étendre.

Il y a lieu de croire que l'augmentation de ressort que l'air renfermé reçoit d'une chaleur plus grande que celle qui fait bouillir l'eau, est également proportionnelle à la raréfaction qu'il éprouveroit dans la même circonstance, s'il n'étoit retenu par des obstacles.

Il est prouvé que plus l'air a de densité & plus sa force élastique est augmentée par le même degré de chaleur. De-là, s'il est doublement dense, le même degré de chaleur lui communique une force double ; par exemple, si l'air ordinaire soutient le mercure à 27 pouces dans le barometre, la chaleur de l'eau bouillante augmentera sa force d'un tiers & le lui fera soutenir à 36 pouces ; mais si la densité de l'air est double, la même chaleur augmentera

(1) *Benj. Robins*, New princ. of Gunnery. pag. 12.

(2) *Elémens de Chimie*, tome IV.

son ressort des deux tiers, & il élèvera alors le mercure à 72 pouces, 54 par sa double ténacité, & 18 à raison de l'augmentation de sa force par la chaleur.

Il faut cependant convenir que ces expériences, qui ont été faites pour la première fois par M. Amontons (1), ne peuvent point donner constamment les mêmes résultats en tout tems & en tous lieux, & qu'ils doivent varier continuellement suivant que l'air a plus ou moins de densité, de chaleur ou d'humidité; ce qui a été confirmé depuis par plusieurs Physiciens (2) qui ont observé, 1^o. que plus l'air est comprimé par son propre poids, plus son élasticité est augmentée par le même degré de chaleur.

2^o. Que plus il est raréfié par la chaleur régnante dans l'atmosphère, & moins son ressort est augmenté par le même degré de chaleur.

3^o. Enfin que plus il est humide, plus le même degré de chaleur augmente sa force élastique.

De tous les moyens qu'on peut employer

(1) Histoire de l'Académie royale des Sciences, année 1702.

(2) *Muschenbroek*, Cours de Physique - mathématique. tome III.

pour développer & manifester le ressort de l'air, le plus puissant & le plus satisfaisant, est la compression ou condensation de ce fluide, exercée par une force étrangère & portée bien plus loin qu'elle ne peut l'être par le poids seul de l'atmosphère, ou l'absence d'une partie de sa chaleur.

Lorsque les parties de l'air sont dans un grand degré d'approximation, & qu'il trouve jour à s'échapper de l'espace dans lequel une force extérieure l'a obligé à se retrancher ; il détend son ressort avec une force si considérable & une vivacité si grande, qu'il y auroit du danger de le contraindre dans certaines occasions ; c'est ce qu'on pourra conclure des effets que produit l'air comprimé dans le *fusil à vent* & dans une espèce de fontaine jaillissante, appelée par cette raison, *Fontaine de condensation* ou de *compression*.

Le *fusil*, autrement appelé *canne à vent* ou *fusil d'air*, étoit sans doute fort imparfait dans son origine ; car, depuis qu'*Otto-Guerik* l'a fait connoître aux Modernes, un grand nombre d'Artistes ont travaillé à le perfectionner (1), & c'est ce qui justifie les variations différentes qu'il éprouve encore aujourd'hui dans sa conf-

(1) *Muschenbroek*, Cours de Physique - mathématique. tome III.

truction. Quoi qu'il en soit , la croûte de ce fusil est fort creuse & résistante ; elle est de fer battu & bien brâsé. On y introduit & on y condense de l'air par le moyen d'une petite pompe foulante ; & , lorsqu'il y est suffisamment condensé , on le charge à balle comme un fusil ordinaire ; cela fait , on lâche une détente ; l'air s'échappe brusquement & pousse la balle avec une telle véhémence , qu'elle va percer une planche qu'on lui oppose , à la distance de plus de soixante pas. On peut tirer plusieurs coups de suite avec ce fusil , parce qu'il ne s'échappe à chaque fois qu'une portion de la masse d'air condensée dans la croûte ; mais les coups vont en diminuant de force , à proportion que l'air se trouve moins resserré dans cette capacité. On trouvera la description de cet instrument dans le second volume de la *Description & Usage d'un Cabinet de Physique* , par M. de la Fond.

Le fusil à vent est une machine plus curieuse qu'utile ; car , quelque perfection qu'on donne à cet instrument , il n'a jamais la force du fusil à poudre. Cependant *Muschenbroek* (1) rapporte qu'on présenta une machine de cette espèce à *Frédéric-Auguste* , Roi de Pologne , qui pouvoit avec force des boulets de 4 livres , & qu'ils

(1) Cours de Physique-mathémat. tom. III. p. 145.

perçoient à la distance de 400 pas , des planches de deux pouces.

Le fusil à vent offre un avantage qui pourroit le rendre dangereux dans la société , celui de porter facilement & sans bruit un ou plusieurs coups meurtriers ; aussi l'usage en est prohibé.

La *fontaine de condensation* est un vaisseau de cuivre plus large par le haut que par le bas , & qui a la forme d'une console. On le remplit d'eau jusqu'au deux tiers environ de sa capacité ; on applique ensuite , à vis , à ce vaisseau , un canal garni d'un robinet dans le haut , qui descend jusqu'au fond , à une ligne près ; cela fait , on monte à vis sur le robinet une pompe foulante , par le moyen de laquelle on introduit ensuite de l'air dans le vaisseau , en quantité suffisante pour que celui qu'on y a renfermé s'y trouve fortement condensé ; il ne s'agit plus alors que d'enlever la pompe , de visser à sa place un ajutage , & d'ouvrir le robinet qu'on a tenu fermé pendant cette substitution de pieces , pour que l'eau s'éleve en jet à une hauteur d'autant plus grande que l'air a été plus comprimé ; car c'est du ressort de ce fluide , réduit à un moindre volume , que l'eau reçoit ici son mouvement ; ce qui est facile à concevoir.

L'air compris dans le vaisseau , a une élas-

tivité proportionnelle au degré de condensation qu'on lui a fait éprouver , & par conséquent l'effort qu'il fait pour s'étendre surpasse de beaucoup la pression que l'air extérieur exerce à l'orifice du canal. De-là, l'eau doit céder à l'action de l'air intérieur & s'élever dans l'atmosphère à une hauteur qui sera elle-même , à peu de choses près , proportionnelle à l'excès de densité de l'air intérieur sur l'air extérieur ; & à mesure que le ressort de l'air comprimé se trouve détendu , par une suite nécessaire de l'évacuation de l'eau , le jet doit décroître en hauteur , & c'est ce qu'on observe.

Par les deux expériences que nous venons de rapporter , nous voyons que , pour augmenter le ressort de l'air , il suffit de le réduire à un moindre volume , sans diminuer la quantité de sa matière ; mais , par les effets que produit ici l'air comprimé , nous ne pouvons qu'entrevoir la force qu'il auroit s'il étoit autant condensé qu'il peut l'être , par les forces qui sont à notre disposition. Voyons jusqu'où cette condensation peut être portée , & selon quelles loix elle s'opère : cette connoissance nous fera juger plus exactement du degré de ressort que l'air peut acquérir par la plus forte compression.

Quelques Physiciens prétendent que l'air peut être condensé à l'infini ; mais que devien-

droit, dans ce cas, sa matiere propre ? Il nous paroît qu'il vaudroit autant dire que l'air est un corps sans parties solides ; car, s'il en a, dès qu'elles seront réduites à un contact immédiat, elles doivent devenir incompressibles.

Plusieurs Savans, & c'est le plus grand nombre, ont assigné des bornes à la condensation de l'air. *Boyle* ne l'a comprimé qu'au point de le rendre 13 fois plus dense. *M. Haller* dit l'avoir réduit à un volume 60 fois plus petit. *Hales* l'a rendu 38 fois plus dense, à l'aide d'une presse. *Halley* prétend qu'aucune force humaine ne peut réduire l'air à un volume 800 fois moindre que son volume naturel sous la pression de l'atmosphère. *Hales*, d'un autre côté, prétend l'avoir réduit à un volume 1551 fois plus petit, en faisant geler de l'eau dans une grenade ou un boulet de fer (1). *M. Amon-ton* & d'autres combattent aussi *Halley*, & disent que plus on chargera l'air contenu dans un vase, d'où il ne puisse s'échapper, & plus on le condensera. Enfin *Boerhaave* (2) observe que, si l'air étoit réduit & condensé au point de n'occuper que la soixante-quatrième partie de l'espace qu'il occupe dans son état naturel, la

(1) *Hœmaſtat.* Append. pag. 348 & ſuiv.

(2) *Elémens de Chimie*, tom. IV.

gravité spécifique de ce fluide seroit à celle de l'eau à peu-près comme 1 à 13. Si on peut juger de la compressibilité de l'air par les différentes hauteurs du mercure dans les baromètres, depuis la base jusqu'au sommet des montagnes, l'air, à 18 lieues au-dessous de la surface de la terre, seroit 11200 fois plus dense qu'à la surface du globe. Sa densité égaleroit alors celle du mercure.

Il y a, comme l'on voit, des différences énormes dans les résultats des expériences qu'on a faites pour trouver les bornes de la condensation de l'air. Qu'en conclure ? Qu'il faut les multiplier, parce que nous sommes encore éloignés de la certitude qu'on desireroit sur cet objet.

Voyons si l'on peut prononcer plus sûrement sur les loix que l'air fait dans ses condensations.

MM. *Mariotte* (1) & *Boyle*, si connus par leurs savantes recherches & leurs observations, établissent pour règle générale que l'air se comprime en raison directe des poids dont il est chargé; mais cette règle ne sauroit être adoptée comme rigoureuse dans toute la hauteur de l'atmosphère, puisqu'elle la supposeroit infinie; &

(1) Essai de la nature de l'Air, tom. II.

il faut nécessairement admettre que les densités décroissent un peu plus rapidement que cette loi ne l'indique. Cependant la chaleur de l'air diminuant aussi à mesure qu'on envisage de plus grandes élévations , & le refroidissement tendant à en augmenter la densité , cette cause doit contribuer à rendre moins prompte la diminution de celle-ci , du moins dans toute l'étendue qui se trouve entre la surface de la terre & le point du plus grand refroidissement. C'est en effet ce que confirment les observations du barometre , faites à toutes sortes de hauteurs , & jusques dans les montagnes les plus élevées du globe ; mais , d'un autre côté , on y a reconnu quelquefois des irrégularités provenant sans doute de l'influence qu'a le sol même de ces montagnes sur la température de l'air qui les avoisine , ainsi que des changemens qu'éprouve la nature chimique de ce fluide dans son mélange ou sa combinaison avec diverses exhalaisons locales. Enfin l'air des montagnes est souvent soumis à des mouvemens dans le sens vertical , qui ont sur sa densité une action mécanique , sans qu'il soit possible d'en mesurer la cause ; de sorte qu'il n'y a pas toujours lieu de vérifier sur l'air libre la regle donnée par MM. *Boyle* & *Mariotte*.

L'application de cette regle à la condensa-

tion de l'air contenu dans un vase , dont il ne peut s'échapper , présente des difficultés insurmontables. L'air se laisse comprimer d'abord assez facilement ; mais lorsqu'il est parvenu à un certain état de compression , il résiste davantage , les plus grands poids ne produisant qu'une impression à peine sensible. Cette règle , à la vérité , s'applique assez heureusement aux condensations moyennes , mais il ne faut pas l'étendre au-delà ; & , quoiqu'il soit vrai que le volume d'une même masse d'air est toujours plus petit quand elle est comprimée par de plus grands poids ; il n'est pas également vrai , comme le prétendent *Boyle & Mariotte* , que son volume soit toujours en raison inverse des poids qui la compriment.

Quoi qu'il en soit , voici de quelle manière nous répétons l'expérience d'après laquelle ils ont établi cette règle.

Nous prenons un tube courbé en forme de siphon , dont la plus courte branche , parfaitement cylindrique dans toute sa longueur , est fermée hermétiquement à son extrémité ; les deux branches de cet instrument sont parallèles entr'elles ; l'une a environ 30 pouces de longueur , & l'autre 6 pouces : il est attaché sur une planche qui est divisée en pouces du côté qui répond à la longue branche , tandis que

du côté opposé elle est divisée , depuis la naissance de la courbure du syphon jusqu'au haut de sa branche plus courte , en trois parties , ce qui^e donne les divisions $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$.

Dans ce syphon , qui est naturellement plein d'air , nous versons du mercure en quantité suffisante pour en remplir la courbure ; par ce moyen , nous renfermons dans la branche plus courte un cylindre d'air , dont le ressort , précédemment rendu par le poids de l'atmosphère , fait équilibre à la colonne d'air comprise depuis la surface du mercure dans la branche plus longue , jusqu'aux confins de l'atmosphère.

Ce cylindre d'air , qui a 6 pouces de longueur , demeure dans cet état tant que le mercure est en équilibre avec lui-même ; mais si on continue à verser du mercure dans la branche plus longue , l'air , qui est renfermé dans la plus courte & qui ne peut s'en échapper , se retranche dans un espace plus petit , parce qu'il est alors pressé , non-seulement par le poids de l'atmosphère , mais aussi par celui du mercure ajouté dans la branche plus longue ; cette petite colonne d'air est réduite aux $\frac{2}{3}$ de sa longueur , & le mercure s'éleve dans la petite branche jusqu'à la première division $\frac{1}{3}$, si on verse dans la branche plus longue une quan-

tité de mercure suffisante pour y former une colonne de 14 pouces de hauteur. Enfin , si , à ces 14 pouces de mercure , on en ajoute 14 autres , la petite colonne d'air , plus pressée , se réduit alors à la moitié de sa longueur , & le mercure s'éleve jusqu'à la division $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire à la moitié de la longueur de la branche la plus courte.

Nous savons , à n'en point douter , qu'une colonne de mercure d'environ 28 pouces de hauteur , pese autant qu'une colonne d'air de même base & de la hauteur de l'atmosphère. 14 pouces de mercure ajoutés , dans notre expérience , au poids de l'air extérieur , augmentent donc d'un tiers la pression qu'il exerce contre celui qui est compris dans la petite branche du siphon ; il doit donc se condenser d'un tiers , selon la règle établie par *Boyle & Mariotte* : or , c'est ce qui arrive ; l'ascension du mercure dans le tube , jusqu'au tiers de sa longueur , en est la preuve.

Par la même raison , lorsque la colonne de mercure comprise dans la branche plus longue du siphon est de 28 pouces de hauteur , l'air contenu dans la branche plus courté est chargé d'un poids double de celui de l'atmosphère ; il est donc , suivant la règle , deux fois plus comprimé que dans le premier cas , &

voilà pourquoi il n'occupe plus alors que la moitié de la capacité du tube.

Il faut convenir que cette expérience nous en imposeroit comme à ses Auteurs, si nous ne savions que l'air ne se comprime pas toujours proportionnellement aux puissances dont il éprouve l'action ; que pour le réduire, par exemple, au quart de son volume, il faut le charger de poids plus grands que ceux qui sont indiqués par la règle, ainsi que M. d'Alembert l'a observé (1).

Quoiqu'on ne puisse pas dire que l'air se comprime constamment en raison directe des poids qu'on lui fait supporter, on ne peut néanmoins refuser à la vérité, qu'une masse d'air, quelque petite qu'on la suppose, agit autant par son ressort que toute l'atmosphère. Boyle l'a démontré le premier, par une expérience que l'on peut répéter en prenant un barometre, dont la cuvette est renfermée dans un entonnoir, où l'air n'a d'accès que par le bas, & en fermant cette communication de l'air intérieur avec l'extérieur. On la fermera exactement, si on applique les bords dressés de l'entonnoir sur le cuir qui recouvre la platine de la machine pneumatique ; il n'y

(1) Dictionnaire Encyclopédique, art. *Air*.

aura alors que la masse d'air comprise dans l'entonnoir qui agira contre la colonne de mercure , & cependant celle-ci demeurera à la hauteur où on l'aura observée avant l'expérience , c'est-à-dire dans le tems qu'une colonne d'air de toute la hauteur de l'atmosphère agissoit contre cette colonne de mercure.

Il est donc incontestable que l'élasticité de l'air est égale en force à sa gravité , ou que la plus petite portion de la masse d'air atmosphérique est en équilibre par son ressort avec tout le reste de cette atmosphère. Or , si l'Auteur de la Nature n'avoit pas imposé cette loi à l'air , aucune maison , aucun édifice , de quelque solidité qu'il puisse être , ne pourroit rester sur pied , puisqu'il n'y a point de comparaison à faire entre l'air contenu dans le plus vaste palais , & l'océan immense d'air qui l'environne & qui presse par dehors.



C H A P I T R E I V.

De l'Air, considéré comme un fluide dont l'action est nécessaire à la vie des animaux & à la végétation des Plantes.

LA fluidité, la pesanteur & le ressort, sont trois qualités qui conviennent à l'air, & que l'on retrouve toujours dans celui qui nous environne; l'observation & l'expérience nous ont servi à établir cette vérité; & par cela même elle nous paroît être incontestable.

L'air, par ces trois propriétés & plus encore par sa nature, entretient la vie de l'homme & des animaux, ainsi que la végétation des plantes.

L'air est si nécessaire à la vie des animaux de quelque espèce qu'ils soient que, privés de ce fluide, ils la perdent plutôt ou plus tard, selon leur différente structure (1).

Quelques poissons, comme la carpe, la tanche, l'anguille, vivent plus long-tems dans l'air que dans l'eau privée de ce fluide; quelques-uns de l'espèce *testacée* & *crustacée*, se soutiennent très long-tems sous un récipient où l'air

(1) Desham, Theol. Phys. chap. 1. pag. 10.

a été extrêmement raréfié ; les huîtres y ont vécu 24 heures ; une écrevisse peut y mourir dans une heure. Les animaux aquatiques vivent plus long-tems sans air que les amphibies ; ceux-ci plus que les terrestres ; & de ces derniers quelques-uns plus , quelques-uns moins longuement. Un canard , par exemple , tient plus long-tems sous un récipient vuide qu'une poule ; une vipere peut y vivre 2 heures & demie , & une grenouille autant ; un serpent 10 heures : quelques-uns de ces animaux , paroissant comme morts , sont rappelés à la vie , lorsqu'on laisse rentrer l'air sous le récipient ; mais cela n'a lieu qu'autant que la raréfaction de l'air n'a pas été portée trop loin.

Les jeunes animaux vivent plus long-tems sous le récipient de la machine pneumatique que les vieux. Un jeune chat y succombe moins promptement qu'un adulte.

L'habitude met les animaux en état de soutenir les épreuves du vide de mieux en mieux. Un canard , accoutumé à un récipient épuisé d'air , peut y tenir plus long-tems qu'un autre qui y est renfermé pour la première fois.

Si l'on pouvoit retirer l'air du récipient tout à la fois , les animaux terrestres y expireroient aussi-tôt que sous l'eau , où ils meurent par la privation de l'air , & où quelques-uns périssent

dans très-peu de tems. Les petits oiseaux y perdent la vie dans une demi-minute, un canard dans six minutes.

Cependant le fœtus vit sans air dans le sein de sa mere, & lorsqu'il en est nouvellement sorti, s'il n'a pas encore respiré. Les chats, huit jours après leur naissance, ne succombent point à l'épreuve du vide : nous verrons bientôt quelle en est la raison.

La vie animale tient principalement au mouvement du cœur & à la circulation du sang ; ce double principe doit sur-tout son jeu & son action à la pression & au ressort de l'air.

Tous les animaux ont quelqu'organe, par le moyen duquel ils tirent & chassent alternativement une partie du fluide dans lequel ils vivent, comme les terrestres l'air, & les aquatiques l'eau ; dans ceux-là, cet organe est appelé *poumon* ; dans ceux-ci, *ouïes*. Les poissons qui ne sauroient toujours vivre sous l'eau, comme les baleines, ont des poumons & non des ouïes ; il en est de même des autres animaux qui vivent tantôt dans l'eau & tantôt dans l'air : ce mouvement alternatif du poumon ou des ouïes s'appelle *respiration*. Ainsi l'insecte, le poisson respirent de même que les habitans de la terre & de l'air ; la variété n'est que dans la forme & la position des organes qui

sont employés à cette fonction. De même qu'une portion de la masse d'air qui nous environne se jette dans nos poumons & en sort alternativement, de même le poisson aspire continuellement l'eau par la bouche, & la rejette par l'ouverture des ouïes, après que ces derniers, d'une structure merveilleuse, ont extrait de l'eau l'air nécessaire pour la vie du poisson; car il est d'expérience certaine que l'eau contient de l'air, & que les poissons meurent dans celle qui en est privée aussi promptement que dans le vide. On voit souvent ces animaux aquatiques s'élançer hors de l'eau pour y respirer plus librement. Dans un vivier glacé, on a soin de faire des trous à la glace, pour empêcher le poisson d'y périr faute d'air.

S'il est vrai qu'on ait trouvé, dans l'intérieur de certains arbres ou de certains rochers, quelques animaux, tels que des serpens & des crapauds, qui y vivoient sans qu'ils parussent avoir aucune communication avec l'air extérieur, il est vraisemblable que ces animaux avoient un renouvellement d'air, par quelque route qui a échappé à l'œil des observateurs, ou que les substances solides ou liquides qui leur servoient de nourriture, dans ces ténébreuses prisons, leur fournissoient persévéramment une nouvelle masse d'air, qui se renouveloit

fans cesse chez eux par la nutrition , comme il arrive à certains poissons toujours fixés au fond de l'eau ; & à qui l'eau seule fournit sans cesse une nouvelle quantité d'air suffisante à leur organisation , à leur constitution , à leur nature.

Le poulmon , quelle que soit sa structure , est le principal instrument de la sanguification ; ce viscere , à la maniere d'une presse , agit & mêle le sang avec le chyle (produit des digestions) , par ses mouvemens réciproques d'expansion & de contraction , qui ne sauroient s'exécuter sans la réception & l'expulsion alternative de l'air. Le fœtus , dans qui le sang de la mere , déjà travaillé , circule , n'a pas besoin d'un pareil organe ; mais , dès qu'il faut à l'animal une sanguification propre , l'usage du poulmon lui devient nécessaire : de-là , aussitôt que l'enfant , dégagé de ses enveloppes , se trouve exposé à l'air , & qu'il éprouve les impressions de ce fluide actif , le moindre mouvement des muscles de la poitrine & du diaphragme doit changer nécessairement les dimensions de la premiere ; celle-ci élargie , l'air entre librement par la *trachée-artère* dans le poulmon ; il dilate ses vésicules & les gonfle ; il s'y échauffe & s'y raréfie jusqu'à un certain point. Ainsi , les vaisseaux pulmonaires sont développés ; un nouveau passage est ouvert au

fang du ventricule droit du cœur par l'artere pulmonaire, ainsi que du poumon au ventricule gauche; le trou ovale, par où le fang passoit d'un ventricule à l'autre, est fermé par sa valvule, & oblitéré par degrés; le fang, rapporté de toutes les parties du corps au ventricule droit, continue, par ce mécanisme, de circuler par le poumon autant que la respiration ou le mouvement alternatif de ce viscere se soutient; mais, venant à cesser, il faut que la circulation pulmonaire, qui a commencé avec ce mouvement, finisse aussi avec lui, & que l'animal périsse, parce que le fang ne trouve plus de passage par le trou ovale. De-là aussi la mort des animaux dans tous les cas où leur respiration ne peut être entretenue faute d'air. « Cependant on peut croire, avec » quelque fondement, dit M. de *Buffon* (1), » que le trou ovale ne se ferme pas tout-à- » coup au moment de la naissance, & que par » conséquent une partie du fang doit conti- » nuer à passer par cette ouverture; tout le fang » ne doit donc pas entrer d'abord dans les pou- » mons », & peut-être seroit-il possible d'empêcher que ce trou ovale ne se fermât, en plongeant l'enfant nouveau-né dans de l'eau

(1) *Buffon*, Hist. nat. de l'Homme. tom. IV. pag. 174.

tiède , en le mettant ensuite à l'air , & en réitérant cela plusieurs fois ; on parviendroit peut-être , par ce moyen , à faire d'excellens plongeurs , qui vivroient également dans l'air & dans l'eau. C'est une expérience que l'illustre M. de *Buffon* avoit commencée sur des chiens : la chienne mit bas ses petits dans l'eau tiède , où ils resterent une demi-heure ; on les laissa ensuite respirer l'air le même tems ; on les replongea dans du lait ; on les remit à l'air , & ils vécutent très-bien.

Si les jeunes animaux supportent sans périr la privation de l'air , ou si quelques-uns d'eux vivent plus long-tems dans le vuide que les adultes , c'est sans doute parce que la circulation par le poumon étant interrompue , elle s'établit d'un ventricule du cœur à l'autre par le trou ovale ; celui-ci n'étant point encore entièrement oblitéré , ou l'effort du sang ayant suffi pour rompre la valvule qui bouche communément dans l'adulte cette communication des deux ventricules.

Quoique la respiration soit d'une nécessité absolue pour l'entretien de la vie , ainsi que nous croyons l'avoir prouvé , on peut néanmoins la suspendre pendant quelques instans sans aucun inconvénient , & il n'y a personne qui n'en ait fait quelquefois l'épreuve ; mais cette fonction ne

peut être suspendue pendant un tems d'une certaine durée , sans qu'il en survienne de fâcheux accidens , qui pourroient même être suivis de la mort. *Galien* nous apprend , à ce sujet (1) , qu'un esclave ayant dessein de se donner la mort, se jeta par terre & y retint sa respiration pendant quelque tems ; qu'il fit ensuite quelques mouvemens & qu'il mourut après. Plusieurs Voyageurs rapportent que quantité de Negres se donnent la mort , en appliquant leur langue contre le palais , & en se fermant les routes de la respiration. Malgré le grand nombre d'autorités respectables sur lesquelles ces faits sont appuyés, nous observerons cependant , avec M. *Dodard* (2) , qu'il n'est pas aisé de concevoir comment un homme peut s'étouffer de la sorte par un mouvement volontaire , soit de la langue , de la glotte , ou de telle autre partie adjacente. Aucun mouvement volontaire , quelqu'opiniâtre qu'on le suppose , ne peut être poussé que jusqu'à perte de connoissance ; & dès qu'on en est venu là , le mouvement machinal de la respiration recommence sans attendre l'ordre de la volonté ; mais toujours est-il constant que cette fonction ne peut être

(1) *Galenus* , lib. II. cap. 6. de motu muscul.

(2) *Dodard* , Mém. de l'Acad. royale des Sciences.

suspendue pendant un tems un peu long , sans qu'il s'ensuive un dérangement marqué dans l'économie animale. On trouve cependant , dans des Auteurs dignes de foi , des exemples de plusieurs personnes qui pouvoient vivre sous l'eau pendant un tems considérable sans respirer , sans doute parce que le trou ovale ou la communication entre les deux ventricules du cœur s'étoit conservé chez elles , par une exception singulière & très-rare (1).

Hérodote nous parle d'un nommé *Scyllias* qui faisoit aisément deux lieues sous mer (2). *Didion* , surnommé le *Rouffseau* , jouissoit du même avantage ; il poursuivoit le poisson entre

(1) *Dupiney Riolan* (Riolan Antopograph.) & *Bartholin* , en citent différens exemples. *Dionis* attribue à cette configuration l'impossibilité où l'on se trouve quelquefois d'étrangler certains malfaiteurs. Le sang , dit-il , passe alors d'un ventricule à l'autre ; & sa circulation n'étant point interrompue , quelque serrée que soit la gorge , l'homme vit malgré les efforts que l'on fait pour le faire mourir. *Diemberbroek* est encore de cet avis , quoiqu'il assure qu'entre dix mille cœurs d'adultes , on n'en trouve peut-être pas un seul qui jouisse de cette conformation ; mais il suffit qu'on l'ait observée quelquefois , pour qu'on puisse la regarder comme certaine , & attribuer à cette cause l'avantage qu'ont quelques personnes de demeurer long-tems sous l'eau sans se noyer.

(2) *Pierquin* , Dissert. 29. pag. 435.

deux eaux ; il se noya cependant dans la Meuse (1), *Pontanus*, *Alexander ab Alexandro* & le pere *Kirker* (2), font mention d'un autre homme, qu'on appelloit le *Poisson Colas*, qui demouroit quelquefois quatre ou cinq jours sous l'eau, où il vivoit de poissons crus ; il eut l'audace d'aller, dans le gouffre de *Charybde*, chercher une coupe d'or, que *Frédéric*, Roi de Sicile, y avoit jetée exprès ; il y demeura près de trois quarts d'heure, & reparut avec la coupe à la main. Entr'autres choses qu'il rapporta, concernant la description de ce gouffre, il assura y avoir vu une grosse source d'eau qui sortoit du fond de la mer ; il y plongea une seconde fois pour gagner une bourse pleine d'or que le Roi y jeta ; mais il y fut englouti & il y périt. *François de la Vega*, âgé de quinze ans, disparut en 1674, en se baignant avec quelques-uns de ses camarades, on ne le revit qu'en 1679 ; il vécut pendant tout ce tems sous l'eau (3).

Comme ces faits peuvent s'expliquer naturellement de la maniere que nous l'avons dit, ils ne nous empêchent point d'établir pour règle générale, que l'air entretient la vie

(1) *Pierquin*, Dissert. 29. pag. 437.

(2) *Kirker*, Mund. subterr.

(3) *Dulac*, Mélanges d'Hist. nat. tom. V. pag. 1.

des animaux par le moyen de la respiration ; soit qu'il raréfie ou condense , échauffe ou rafraîchisse le sang, dont il facilite la libre circulation par le poumon ; soit que cet air mêle encore & configure les principes constituans du sang , enleve ses émanations phlogistiques & même produise sa couleur par cette agitation, cette attrition continuée , ou par les combinaisons ou par le mouvement intestin qui en résultent ; soit enfin que le même fluide fournisse au sang un principe igné , subtil , éthéré , qui l'échauffe & qui le vivifie en quelque sorte ; car , tels sont la plupart des usages différens que les Physiologistes anciens & modernes ont cru pouvoir assigner à l'air qui circule continuellement dans nos poumons.

Quelle que soit la raison pour laquelle l'air contribue à conserver la vie , nous indiquerons ici une expérience qui prouve évidemment que nous ne rendons point à chaque expiration autant d'air que nous en avons pris dans l'inspiration précédente.

Renfermez un animal quelconque , un oiseau , par exemple , sous un vase de cristal , placé sur une platine de cuivre bien dressée & couverte d'un cuir mouillé , afin qu'en appliquant fortement ce vase à la platine , vous interceptiez toute communication entre l'air qu'il con-

tient & l'air extérieur ; ce vase étant ouvert d'un petit trou par le haut , adaptez & mastiquez exactement à cette ouverture , un siphon dont la jambe plus longue descende le long des parois extérieures du vaisseau & soit recourbée de bas en haut , de maniere à présenter un tube communiquant ; les choses étant ainsi disposées , l'animal , renfermé sous le vaisseau , y respirera librement , puisque l'air pourra encore circuler par le siphon , & se porter dans le récipient ; fermez alors le passage à l'air extérieur , en versant une liqueur colorée dans le tube communiquant , & marquez avec un fil , la hauteur à laquelle cette liqueur s'élèvera dans la jambe plus longue du siphon. Cela fait , voici ce que vous observerez.

A chaque inspiration que fera l'animal , ou chaque fois qu'il tirera au-dedans de lui-même une portion de la masse d'air comprise dans le vaisseau , la liqueur montera d'une quantité sensible au-dessus du fil , au lieu que pendant l'expiration de l'animal ou l'expulsion de l'air inspiré , cette liqueur reviendra sur elle-même ; mais elle ne descendra pas exactement jusqu'à l'index , & elle se tiendra à quelques degrés au-dessus , après un certain nombre d'inspirations & d'expirations.

L'animal aura donc consommé une portion

de la masse d'air comprise dans le vaisseau, puisque celle-ci ne sera plus en état de faire équilibre à l'air extérieur, & de contenir la liqueur à niveau dans les deux tubes communiquans, malgré le degré de ressort que la chaleur de l'animal aura fait prendre à l'air intérieur.

On dira peut-être, avec quelques Physiciens, que cette expérience prouve moins une déperdition de la propre substance de l'air inspiré, qu'une nouvelle acquisition faite par ce fluide; que celui-ci s'empare du phlogistique du sang & perd de son ressort dans l'acte de sa combinaison avec ce principe phlogistique; enfin, que la diminution du volume de l'air respiré est une conséquence naturelle de l'affoiblissement qu'il a éprouvé dans son ressort; mais nous verrons ailleurs que l'air, dans la respiration, est affecté de la même manière que dans la combustion & la calcination, où il perd évidemment quelque chose de sa propre substance, & que l'on peut avancer, sans craindre d'être démenti, que l'air, dans la respiration, n'enlève au sang son phlogistique surabondant que parce qu'il en prend la place ou se combine lui-même en partie avec le sang; en attendant, nous administrerons d'autres preuves de l'absorption de l'air qui circule dans nos poumons.

On remarque constamment que les exhalaisons de la térébenthine , respirées naturellement , comme tout autre substance odoriférante , donnent à l'urine l'odeur de la violette. Or , quelle induction peut-on tirer de cette observation ? La voici :

L'urine est une humeur qui se sépare du sang dans des corps glanduleux auxquels on a donné le nom de *reins*. Pour que cette humeur acquiert l'odeur de la violette , dans le cas dont il s'agit , il faut nécessairement que ses principes constituans se combinent avec le principe odorant de la térébenthine. Or , cette combinaison ne peut se faire que dans le sang dont l'urine est séparée ; les exhalaisons de la térébenthine passent donc dans le sang , ainsi que l'air qui leur sert de véhicule.

La vérité que nous voulons établir est encore attestée par l'observation suivante :

Beaucoup de personnes savent , par une expérience malheureuse , & les Médecins reconnoissent que la plupart des maladies contagieuses se communiquent par la respiration de l'air qui est sorti de la poitrine des individus déjà atteints de ces sortes de maladies. Or , il est constant que cet air n'est dangereux , pour ceux qui le respirent , que parce qu'il porte dans leur sang la matière morbifique dont il

est le véhicule ; d'où il suit manifestement que nous absorbons une partie de l'air que nous inspirons.

L'air n'est pas moins nécessaire à la végétation qu'à l'entretien de la vie animale ; les végétaux ont eux-mêmes besoin de la présence de ce fluide pour naître , subsister , croître & produire : en effet , aucune graine confiée au sein de la terre , mais dans le vide , ne germe aussi bien qu'en plein air , quoiqu'on ait préparée cette terre comme il convient , & qu'on l'ait humectée & échauffée (1) ; il y a plus , toutes les plantes , les mousses , les lentilles d'eau , meurent bientôt dans le vide ou dans tout autre endroit où l'air ne se renouvelle pas , & où il reste long-tems tranquille (2).

On a découvert , dans les végétaux , des tuyaux aspiratoires , des especes de trachées par lesquelles ils pompent tout l'air qui leur convient ; on le voit passer en bulles très-sensibles dans la sève de la vigne ; il est non-seulement pompé par les racines , mais il entre encore librement par l'écorce , la tige & les feuilles , ainsi que M. Hales l'a démontré dans sa statique. Or , l'air qui passe ainsi dans les

(1) Comm. Bonon. tom. III. pag. 43 & 151.

(2) Boerhaave , Chem. vol. I. p. 428.

plantes, se dilate par la chaleur & produit le même effet sur les vaisseaux qui le contiennent : la dilatation de ces vaisseaux est suivie de la compression de ceux qui portent la nourriture de la plante, & qui sont munis de valvules, comme les vaisseaux des animaux. Ainsi le suc nourricier est comme exprimé & distribué à toutes les parties de la plante : lorsque l'air vient à se condenser par le froid, la force compressive que les vaisseaux aériens exercoient sur ceux qui portent la sève, cesse nécessairement, & ceux-là reçoivent alors librement le suc nourricier qui leur vient de la racine, de la tige & des feuilles ; de-là si l'air, dans les vaisseaux qu'il parcourt, est alternativement dilaté & condensé, la sève & les autres liqueurs comprises dans les autres vaisseaux, auront un mouvement de circulation, & les plantes prendront de la nourriture & végéteront ; mais lorsqu'on renferme une plante dans le vide, l'air est déjà expulsé des vaisseaux aériens ; la dilatation & la compression alternative de ces vaisseaux n'ont plus lieu, & le mouvement des liquides dans les autres vaisseaux est détruit. Le suc nourricier de la plante cesse donc de se séparer dans les parties solides qu'il devoit entretenir & faire végéter ; ces parties cessent également d'être liées les unes

aux autres , leur texture devient lâche & la plante périt.

Indépendamment de l'absolue nécessité de l'air pour tout ce qui vit & végète , nous devons encore considérer quelques-uns des effets qu'il produit , tant dans l'économie animale que végétale , & qui dépendent de sa fluidité , de sa pesanteur & de son ressort.

Nous avons vu précédemment que la fluidité de l'air ne pouvoit être altérée par aucun moyen connu , d'où nous devons conclure qu'il est constamment & également fluide dans toute sa masse : cela posé , nous remarquerons que l'air , obéissant d'ailleurs à la loi de gravitation , exerce sur nos corps une pression égale de tous côtés ; & que , sans cette sage prévoyance de la part de la Nature , nos parties eussent pris un accroissement disproportionné , & notre corps n'eut été qu'une masse informe dont l'œil eut été choqué. L'air résiste aussi uniformément & dans tous les sens , à l'extension des fibres végétales par la même raison qu'il retient celles des animaux dans certaines bornes d'accroissement. En un mot , la pression uniforme de ce fluide empêche que les canaux artériels des animaux & des plantes ne cedent plus qu'il ne convient à l'action des fluides qui circulent dans les uns

& dans les autres; elle s'oppose également à la trop grande transpiration.

Il paroît, par ce que nous venons de dire , que la pression de l'air est le seul obstacle qui puisse être opposé convenablement à l'accroissement des animaux & des végétaux ; de-là , si on veut qu'un corps vivant acquiert les justes proportions que la nature a dessein de lui accorder , on doit nécessairement le tenir à couvert de la pression des corps durs & solides. L'homme , par exemple , en se tenant debout une bonne partie du tems , favorise par-là la formation de sa taille ; s'il étoit toujours couché , son corps ne prendroit point la forme qui lui convient. Nous observerons encore que depuis qu'on a affranchi les enfans de l'ancienne barbarie qui les resserroit étroitement dans des maillots bien sangles , & ensuite dans des corps durs de baleine , où ils étoient à la torture ; ces enfans s'élevent plus sains , grandissent en moins de tems , & il en meurt moins.

De même , si un arbre est adossé contre une muraille , une colline ou une élévation quelconque , qui empêche l'air de jouir de toute sa circulation & du même équilibre que de l'autre côté ; dans ce cas , les branches étant inégalement comprimées , elles ne s'étendent point uniformément , les plus libres croissent

& se développent aux dépens des autres , & l'arbre ne peut acquérir les justes proportions qu'il doit avoir.

Il est facile de déterminer la force avec laquelle l'air comprime le corps humain , par un effet de sa gravité ou de sa tendance au centre de la terre : en voici les principes & la méthode. 1°. La surface du corps , dans un homme de moyenne taille , a été évaluée à près de 15 pieds quarrés. 2°. Un pied cube d'eau pese 70 livres. 3°. Un cylindre d'eau de 32 pieds de hauteur est en équilibre avec une colonne d'air de même base & de toute la hauteur de l'atmosphère , ainsi que nous l'avons démontré ; l'air comprime donc autant le corps humain qu'une colonne d'eau qui auroit pour base une surface égale à la sienne & 32 pieds de hauteur. 4°. Multipliez 70 par 32 , vous aurez pour produit 2240 ; multipliez 2240 par 15 , vous aurez pour produit 33600 livres , expression de la force avec laquelle l'air comprime le corps humain. A la vérité , on a observé que cette expression varie dans certains tems & d'un autre côté est moins considérable de 3200 livres. Le mercure , dans les baromètres , annonce ces variations , comme nous le verrons dans la suite.

Placés dans l'air , comme le poisson dans l'eau,

nous ne devons pas plus être accablés ou fatigués par le poids de ce fluide , que le poisson par le poids de son élément. L'action de la colonne supérieure est détruite par la réaction égale & opposée de la colonne inférieure. Autant que la colonne d'air , appuyée sur notre tête & sur nos épaules , nous presse de bas en haut vers le centre de la terre , autant la colonne du même fluide , qui réagit de haut en bas contre nos jambes & nos pieds , tend à nous porter vers le zénith. Ces deux forces égales & opposées se détruisent , & ainsi nous restons livrés à notre propre poids , que l'action musculaire nous met en état de soutenir avec facilité.

Il y a plus , plongés dans l'air , nous perdons une quantité de notre poids , égale au poids de l'air dont notre corps occupe la place , ainsi qu'il est démontré en hydrostatique ; de sorte que si notre corps renferme trois pieds cubes de matière , il déplace trois pieds cubes d'air , & perd autant de son poids que pesent trois pieds d'air , c'est-à-dire un peu plus de quatorze onces ; car un pied cube d'air pèse assez exactement une once & deux cinquièmes d'une once , en supposant que la pesanteur spécifique de ce fluide soit à celle de l'eau comme 1 à 800.

L'air ne doit point nous empêcher de marcher & de nous mouvoir en tout sens ; car , comme la pression de ce fluide s'exerce également en tout sens , autant que les colonnes d'air qui nous pressent en avant s'opposent à notre marche , autant les colonnes du même fluide , qui nous pressent en arriere , la facilitent , & ainsi des autres mouvemens.

L'homme cependant ne résisteroit point à la pression énorme que l'air exerce sur lui ; ce fluide nous comprimeroit d'une maniere nuisible sans l'air intérieur qui se renouvelle sans cesse dans nos poumons , qui passe avec les alimens dans notre estomac & dans nos intestins , qui circule dans notre sang & dans nos humeurs , & qui fait équilibre par sa réaction avec la pression de l'air extérieur.

Cette double pression opposée , loin d'être nuisible à l'Harmonie de la machine animale , contribue au contraire à l'entretenir , à la perfectionner ; elle donne plus de consistance aux différentes parties , en les appliquant plus intimement les unes aux autres ; elle resserre & restreint les canaux du sang & des humeurs , où les liquides se meuvent avec une vitesse qui est d'autant plus grande , que leurs passages sont plus étroits. Les choses se passent à peu près de la même maniere dans les végétaux.

Il n'est personne qui n'ait été affecté des changemens de l'atmosphère : on fait que lorsqu'il regne des tems pluvieux & que l'air est chargé de vapeurs , on se trouve dans une espèce de mal-aise & d'inquiétude qui nous rend lourds , pesans , & presque inhabiles à remplir les fonctions de notre état ; cela vient de ce que l'air , étant plus léger , agit moins vivement sur la fibre , qui , n'étant plus contenue par la pression de l'atmosphère , ne peut à son tour résister à l'action des fluides intérieurs qui sans cesse agissent sur elles.

Mais quand l'atmosphère , conservant toujours la même masse , devient seraine , & que l'équilibre entre l'air intérieur & l'air extérieur se rétablit , nos corps reprennent leur état naturel ; nous montrons plus de gaieté , plus de vivacité , plus d'activité ; les fonctions s'exécutent librement ; tout rentre dans l'ordre de la nature.

Voici une expérience qui est encore une preuve de la vérité que nous voulons établir.

On pose , sur la platine de la machine pneumatique , un petit cylindre de cristal ouvert à ses extrémités ; une personne bouche une de ses ouvertures avec la paume de la main , & une autre fait agir le piston de la pompe ; qu'arrive-t-il pendant qu'on raréfie l'air compris dans le cylindre ? La main contracte une

adhérence très-forte avec les bords du vase , & se gonfle considérablement dans l'endroit qui répond à l'ouverture de ce même vase.

L'adhérence de la main avec le récipient , est l'effet de la pression que l'air du dehors déploie contre le dos de la main ; & cette pression augmentant à proportion de la raréfaction de l'air intérieur , l'adhérence devient d'autant plus forte.

La tumeur circulaire que présente la portion de la main qui ferme l'ouverture du récipient , est produite par l'expansion des molécules d'air contenues entre les parties intégrantes des liqueurs qui circulent dans les vaisseaux de cette partie de la main. Cet air s'étend , se développe & tuméscit ainsi les parties contenantes , parce que l'air du récipient , ayant perdu de son ressort , ne presse plus autant ces parties. Ajoutons à cela que l'air extérieur , pressant toutes les autres parties du corps avec plus de force que l'air raréfié du récipient , détermine les fluides à se porter en plus grande abondance vers la partie de la main qui couvre ce récipient.

Il n'y a personne qui ne connoisse l'usage de la *ventouse* , & qui ne sache que c'est un vaisseau de verre , dans lequel on fait brûler des étoupes , afin de raréfier l'air qu'il con-

rient , & qu'on applique ensuite sur une partie déterminée du corps , après avoir toutefois jeté les cendres produites par la combustion des étoupes. On fait encore que la peau se distend , se soulève & se déchire enfin sous la ventouse. Or , ce phénomène se trouve naturellement expliqué par ce que nous venons de dire , puisque les circonstances qui l'accompagnent sont à peu-près les mêmes que dans notre expérience.

L'affluence du lait dans la bouche de l'enfant qui tète , doit être également attribuée à l'action de l'air. L'enfant , par un instinct naturel , serre le mamelon tout autour exactement avec ses lèvres ; il avale l'air qui est dans sa bouche ; il y produit un vide , où l'air extérieur ne peut pénétrer ni par la bouche ni par les narines , qui se trouvent alors bouchées naturellement par derrière dans le gosier. L'air presse donc beaucoup plus sur la surface entière des mamelles , que sur les ouvertures du mamelon ; le lait cède à sa pesanteur , se porte vers le mamelon , & de-là dans la bouche de l'enfant.

Quoique la mort des animaux suive de près la privation de l'air , ainsi que nous l'avons observé , ce n'est cependant point le défaut de ce fluide pour la respiration , mais l'expansion

subite de l'air compris dans les vaisseaux & les autres parties de leurs corps, qui occasionne les accidens, & le défaut de circulation que ces mêmes animaux éprouvent sous le récipient de la machine pneumatique. Pour nous en convaincre, examinons de quelle manière les choses se passent.

Dès que l'air du récipient, sous lequel on a renfermé un animal, est raréfié par la suction de la pompe, il n'y a plus équilibre entre cet air, qui est extérieur par rapport à l'animal, & celui qui est renfermé dans les différentes parties de son corps; le premier pressant moins qu'auparavant, le dernier se dilate à raison de son ressort, & sa dilatation, qui est très-brusque, cause à l'animal un mal-aise qui est indiqué par les inquiétudes qu'il fait déjà paroître. Ce mal-aise & ces inquiétudes augmentent à proportion que l'air du récipient perd de son ressort & que l'air intérieur développe le sien; l'animal ne respire plus que difficilement, & par conséquent la circulation par le poumon est presque interrompue; l'air intérieur se dilatant de plus en plus, agit en tout sens contre tout ce qui s'oppose à sa force expansive. De-là, l'animal s'enfle, sue par tout le corps, & rend quelquefois les excréments par haut & par bas. Enfin il tombe en

convulsions & périt, avant que la raréfaction de l'air soit amenée aux deux tiers de sa densité naturelle, s'il est du nombre des animaux qui consomment beaucoup de ce fluide dans leur respiration (1); il ne meurt donc point faute d'avoir de l'air à respirer; il ne meurt point non plus à cause de l'état de raréfaction dans lequel se trouve l'air; car nous verrons tout-à-l'heure que les hommes & les animaux peuvent vivre dans un air beaucoup plus rare.

La promptitude avec laquelle l'air est raréfié sous le récipient de la machine pneumatique, est la cause éloignée de la mort de l'animal qu'on y a renfermé; & la cause prochaine de cette mort, c'est le défaut de circulation occasionné ici par l'air des vaisseaux, ce qui est facile à concevoir.

Cet air intérieur se dilate à proportion qu'on raréfie l'air du récipient, ainsi que nous l'avons observé; de-là, lorsque ce dernier éprouve une prompte raréfaction, ce qui arrive lorsque les coups de piston de la machine pneumatique se succèdent rapidement, l'air intérieur se dilatant brusquement, interrompt la con-

(1) *M. de la Fond. Elémens de Physique théor. & expér.*
t. III. p. 473.

tinuité des molécules de liqueur qui s'opposent à son expansion ; il se joint à lui-même & se transforme en globules plus volumineux que ceux qu'il formoit auparavant : ainsi cet air, en exerçant sa force expansive, interrompt le cours du sang, d'abord dans les petits vaisseaux, & ensuite dans ceux qui sont plus gros ; & c'est en cela qu'il devient la cause prochaine de la mort de l'animal : l'expérience vient ici au secours du raisonnement.

Prenez un tube de verre qui soit capillaire, c'est - à - dire très-étroit ; tournez - le sur lui-même au feu de lampe pour lui donner une certaine étendue, & peu de longueur en même tems ; remplissez ce tube d'une liqueur colorée ; placez-le ensuite sous le récipient de la machine pneumatique, & pompez l'air de ce dernier. Bientôt le même fluide, naturellement interposé entre les molécules de la liqueur, se présentera sous la forme de petits globules ; vous verrez ceux-là se réunir & en former de plus gros, qui feront autant de solutions de continuité, & qui rempliront & engorgeront le canal du tube ; d'où l'on pourra conclure, que les choses se passent de la même manière dans les tuyaux capillaires du corps animal, puisqu'il est d'ailleurs prouvé que les liqueurs qui y circulent contiennent de l'air.

Si on rend l'air sous le récipient , les globules de ce fluide disséminés dans toute l'étendue du tube , ne permettront point à la liqueur de reprendre son premier état ; elle présentera toujours des solutions de continuité , qui feront , à la vérité , en plus petit nombre ; d'où l'on pourra également conclure que , quoiqu'on soit dans l'usage d'employer le même moyen pour rappeler à la vie les animaux qu'on a soumis à l'épreuve du vide , ils ne peuvent cependant manquer d'en être violemment incommodés , sur-tout si cette épreuve a été portée un peu loin ; aussi la plupart meurent sous peu de jours , la circulation chez eux n'ayant pu se rétablir parfaitement.

Les Voyageurs qui traversent les montagnes les plus élevées , sont à peu-près dans le même cas que les animaux que l'on fait passer subitement dans un air plus rare que celui qu'ils respirent habituellement ; & , si les premiers , dans leurs courses précipitées , ne trouvent pas toujours la mort , ils ne peuvent toutes fois se garantir de plusieurs accidens fâcheux. L'air qu'ils respirent , en gravissant ces montagnes , étant de plus en plus rare , sa force compressive sur leurs fibres , diminue proportionnellement ; de-là , plus ils s'approchent de leurs sommets , plus ils se sentent foibles ; leur respira-

tion devient pénible & souvent il leur survient des hémorragies , en voici plusieurs exemples.

Joseph d'Acoſta, dans son Histoire des Indes, nous apprend que la plupart des Voyageurs qui approchent du sommet des montagnes du Pérou, sont saisis d'un étouffement mortel, qu'ils vomissent jusqu'au ſang, & qu'ils ne trouvent de ſoulagement que quand ils ſont arrivés à un endroit plus bas, où l'air eſt moins ſubtil, la température plus douce & plus analogue à celle où l'on vit ordinairement.

M. d'*Ulloa*, Officier des vaiſſeaux du Roi d'Eſpagne, qui parcourut l'Amérique méridionale, avec MM. *Bouguer* & de la *Condamine*, qui faiſoient alors des obſervations dans cette partie du globe, à deſſein de déterminer ſa figure, parlant du *Pichinca*, montagne du Pérou, dont la hauteur eſt d'environ 2420 toiſes, dit que les mules peuvent à peine monter juſqu'au pied de cette formidable roche; mais de-là juſqu'au ſommet, les hommes ſont forcés d'aller à pied, en montant ou plutôt en graviffant pendant quatre heures entières.

« Une agitation ſi violente, jointe à la trop
 » grande ſubtilité de l'air, nous ôtoit, con-
 » tinue-t-il, les forces & la reſpiration; j'avois
 » déjà franchi plus de la moitié du chemin,
 » lorsqu'accablé de fatigue & perdant la reſ-

» piration, je tombai sans connoissance ; cet
 » accident m'obligea , lorsque je me trouvai un
 » peu mieux , de descendre au pied de la
 » roche , où nous avons laissé nos instrumens
 » & nos domestiques , & de remonter le jour
 » suivant ; à quoi je n'aurois pas mieux réussi ,
 » sans le secours de quelques Indiens qui me
 » soutenoient dans les endroits les plus diffi-
 » ciles (1) ».

M. de *Tournefort* éprouva également une difficulté de respirer , en montant sur l'*Ararat*, qui passe pour la montagne la plus élevée de l'Arménie , ainsi qu'il le dit lui-même dans son *Voyage du Levant*. Tous ceux qui ont parcouru les montagnes de l'Asie & de l'Afrique , disent qu'ils y ont éprouvé le même inconvénient (2).

On lit , dans la *Collection Académique* , qu'un homme , qui avoit passé plusieurs années dans l'île de *Ténériffe* , s'étoit mis en chemin plusieurs fois pour monter sur le pic de ce nom , que quelques personnes qui l'accompagnoient avoient été jusqu'à la pointe , mais que d'autres , avec lui , étoient toujours restées en arriere , sans pouvoir arriver jusqu'au sommet ; tant elles étoient incommodées.

(1) Histoire générale des Voyages. in-4. tom. XIII.

(2) *Tranfact. Philosophiques*.

Quelques Gentilshommes étant allés sur le *Pic de midi*, l'un des plus hauts sommets des Pyrénées, ils y firent dresser une tente & s'y reposèrent assez long-tems pour ne plus se ressentir de la fatigue qu'ils avoient eue à monter; cependant la difficulté de respirer ne cessa que lorsqu'ils furent descendus fort au-dessous du sommet.

Plusieurs personnes n'ont pu parvenir jusqu'au sommet du *Vésuve*, parce que la respiration leur manquoit. D'autres enfin ont aussi éprouvé cette difficulté de respirer sur les sommets des montagnes des Cévennes.

Par ces observations rapprochées, il est prouvé que, dans tous les climats du monde, la grande raréfaction de l'air, à une certaine hauteur, est accompagnée d'une respiration pénible. A la vérité, le froid qui regne sur les montagnes, & les vapeurs sulfureuses qui s'échappent de quelques-unes, peuvent contribuer aux accidens qu'éprouvent ceux qui veulent gravir jusqu'à leurs sommets. Disons plus : la fatigue qu'ils prennent en montant doit aussi y concourir, puisque dans le cas même où on ne passe point d'un air dense dans un air rare, on ne laisse pas cependant que d'éprouver quelques-uns de ces accidens; c'est ce qui nous arrive après une course précipitée, ou

quelques efforts successifs & prompts : si les forces nous abandonnent alors , & si nous respirons avec peine , c'est que nous avons fourni à l'air qui est en nous , une occasion de développer son ressort, non pas, il est vrai, avec autant d'avantage que si nous nous fussions transportés précipitamment d'un lieu bas dans un autre très-élevé.

Lorsque les Voyageurs , sur les montagnes , ménagent leurs forces & vont doucement , l'air de leur corps se dilate lentement , & se met par degrés en équilibre avec l'air extérieur ; l'incommodité qu'ils ressentent alors est très-légère , & elle ne les empêchent point d'arriver à une très-grande hauteur. C'est ainsi , par exemple , que MM. *Bouguer & de la Condamine* sont parvenus sur le sommet du mont *Pichinca* , où le mercure du barometre n'avoit que 15 pouces 9 lignes d'élévation ; en sorte que l'air étoit environ deux fois moins dense que celui qu'on respire en Hollande : par conséquent nos deux Observateurs apprenoient , par leur propre expérience , que l'on peut supporter une très-grande raréfaction de l'air , en s'y accoutumant par degrés.

Les Espagnols qui firent la conquête du Pérou , furent attaqués de maux de cœur & de vomissemens lorsqu'ils passèrent de la plaine sur

sur les montagnes ; mais insensiblement ils s'habituerent à l'air de ces montagnes.

Les sommets des plus hautes montagnes des Alpes ne sont pas non plus inaccessibles aux Voyageurs ; le terrain s'éleve insensiblement de la mer à ces hauteurs , que l'on croit être égales à celles du Pérou ; de-là on s'accoutume par degrés à la qualité de l'air que l'on y respire.

Quoique le sommet de *Radi-Cofani* en Toscane , soit beaucoup plus haut que le mont *Vésuve* , néanmoins on n'y éprouve aucune anxiété de la part de l'air , on sent seulement qu'il est plus raréfié que dans la plaine ; la raison en est qu'on y parvient par une pente de six milles d'étendue , & par conséquent très-douce. Les hommes , les animaux & les oiseaux de toute espee , vivent sur cette montagne , qui est l'une des plus hautes de l'Europe. En général , on vit & on respire librement sur toutes les montagnes , aux sommets desquelles on peut parvenir insensiblement & par des pentes douces.

« Les hommes & les animaux ne sont pas
 » les seuls êtres vivans sensibles à la diminution
 » de la pesanteur de l'air. Ne cherchons point
 » d'autres causes pourquoi , à une certaine
 » hauteur , on cesse de rencontrer les grands

» arbres, & que le regne végétal diminue, pour
» ainsi dire, en raison directe de l'élevation du
» sol. Depuis long-tems on a divisé l'air ou
» l'atmosphère terrestre en trois grandes zo-
» nes; la plus inférieure & en même tems
» la plus dense, soit par sa pesanteur, soit
» par l'abondance des vapeurs & des exhalai-
» sons dont elle est chargée, renferme dans
» son sein & nourrit la plus grande quantité
» des végétaux; c'est en général la patrie
» propre aux plantes foibles, succulentes &
» tendres. La vivacité de la sève la feroit fa-
» cilement extravaser hors des vaisseaux & des
» pores de la plante, si elle n'y étoit retenue
» par la très-grande pression de la colonne
» d'air qui l'environne, & qui obstrue par sa
» densité tous les orifices. Dans la zone
» moyenne, l'air un peu plus homogène,
» plus élevé & plus léger, n'a pas assez de force
» pour contrebalancer la force de la sève dans
» ce genre de plantes; aussi elles ne peuvent
» végéter dans cette région. La nature, toujours
» sage & prévoyante, y a pourvu en n'y faisant
» croître que des plantes à tiges ligneuses,
» plus ferrées & plus fortes. Dans cette classe,
» la rigidité des fibres végétales & de l'écorce,
» supplée à la foible réaction de l'air & à son
» défaut de pression. Enfin la région supé-

» ricure , où l'air n'est plus qu'un fluide très-
» pur , dégagé de toutes parties hétérogènes ,
» un être très subtil & très-rare , & d'autant
» plus rare qu'il s'éloigne de plus en plus de
» la terre ; dans cette région , la pression de
» l'air est presque nulle ; rien n'y végète ; tout y
» périt ; point de chaleur & par conséquent
» point de vie. Quelque salubre que paroisse
» l'air qu'on y respire , il ne porte pas avec
» lui les parties nutritives propres à l'entretien
» vital , soit pour les plantes , soit pour les ani-
» maux. Les liqueurs n'y ont point de faveur ;
» rien ne force leurs molécules de pénétrer &
» d'affecter les papilles nerveuses de l'organe
» du goût. Les plantes que l'on transplanteroit
» dans cette région , perdrieroient leur force
» de succion. Le poids de l'air ne seroit pas
» assez considérable pour pousser les sucs nour-
» riciers dans les racines ; toujours rampantes
» , leurs tiges ne trouveroient pas un sou-
» tien dans l'air même. Les sucs & la sève ne
» pourroient y fermenter : rien ne les obligeroit
» à réagir l'un contre l'autre. Enfin , ce
» qui paroît être la qualité la plus précieuse
» dans l'air , sa légèreté & sa pureté , y de-
» vient nécessairement la cause d'une langueur
» pareille à la mort (1) ».

(1) Cours complet d'Agriculture. t. I. art. Air. p. 311.

L'air cependant pris à la hauteur de 1600 toises au-dessus du niveau de la mer , est encore très-propre à l'entretien de la vie animale, ainsi qu'à la végétation des plantes ; car les Villes de Quito , Cuença , &c. en Amérique , sont situées à cette hauteur au-dessus de la surface de la mer. Le sol de ces Villes est très-fécond ; on y voit croître avec plaisir des arbres & plusieurs plantes différentes. A la vérité , plus les montagnes sont élevées , moins les arbres s'y élèvent ; leur hauteur n'excede même pas celle des arbrisseaux (1) , ainsi que *Peyssonnel* l'a observé à la Guadeloupe ; mais on ne voit point croître d'arbres au-delà de 2000 toises de hauteur ; la terre n'y porte qu'un gazon fort clair , dont la hauteur égale au plus celle de la mousse. Enfin , on ne voit plus aucune plante , aucune végétation au-dessus de 2000 ou 2300 toises d'élévation , quoique les neiges & les pluies tombent & se répandent sur ce terrain (2). Non-seulement à une hauteur aussi considérable , l'air est trop léger & trop rare pour pouvoir pénétrer & circuler dans les vaisseaux aériens des plantes , & pour exciter les sucs nourriciers à se mouvoir dans

(1) *Transact. Philosoph.* vol. XL. pag. 564.

(2) *La Condamine*, *Introduct. Hist.* pag. 48.

les vaisseaux qui leur sont destinés ; mais le froid qui regne habituellement sur les endroits qui sont très-élevés, est lui-même fort contraire à la végétation. Les arbres ne croissent point vers les pôles où les nuits sont si longues, où elles durent six mois ; & si on y en remarque quelques-uns, ce sont des avortons, des petits arbrisseaux : à peine trouve-t-on de l'herbe dans ces contrées.

La condensation subite de l'air n'est pas moins funeste à l'homme & aux animaux que la prompte raréfaction de ce fluide ; cependant ils s'habituent par degrés à respirer un air très-condensé, de même qu'ils s'accoutument à vivre dans un air très-raréfié. Les animaux vivent gracieusement & sans incommodité sous un récipient dans lequel on a condensé l'air par degrés, sur-tout si on a soin de renouveler souvent cet air ; en en retirant une partie pour en introduire de nouveau.

Les Mineurs qui travaillent à Cracovie, au fond des mines de sel les plus profondes, y éprouvent une pression très-considérable de la part de l'air ; on en voit, à la vérité, plusieurs qui ne peuvent la supporter sans être exposés à certaines maladies qui affectent même l'esprit. C'est à cette cause que *Scheuchser* attribue la *nostalgie*, cette maladie endémique,

dont les habitans des Alpes nous offrent un exemple : habitués à respirer un air rare , léger , & celui qui passe dans leur sang , par le moyen des alimens qu'ils prennent , étant de même nature , les vaisseaux & les fibres de leur corps sont eux-mêmes accoutumés à ne supporter que le poids de cet air rare & subtil. De-là , s'ils voyagent dans des endroits où le poids de l'atmosphère est plus grand , comme ils y sont exposés à une pression plus sensible , & que l'air intérieur , compris dans les différentes humeurs de leur corps , ne peut résister à cette pression , la circulation du sang se trouve dans ce cas exposée à de trop grandes variations ; ce qui occasionne ces inquiétudes , cette tristesse qu'ils éprouvent alors ; ils deviennent hypocondriaques , & leur plus grand desir est celui de retourner dans leur patrie. Les Anciens avoient déjà observé de semblables phénomènes , ainsi qu'on peut s'en assurer par un passage de *Lucrece* (1). *Basterus* nous a laissé de très-beaux Commentaires sur ces symptômes (2).

Les Plongeurs vivent sous une ample cloche

(1) *Lucret.* lib. VI. vers. 1101.

(2) *Verhandelingen* , der Maatschappy te Haarlem. 3 Deel.

descendue dans la mer , lors même que cette cloche est à 300 pieds de profondeur, quoique l'air y soit alors neuf fois plus comprimé par la pression de l'eau que par son propre poids à la surface de la terre. Il y a plus , ceux qui sont sous cette machine n'éprouvent aucune sensation incommode ; ils ne sont point affectés désagréablement par l'air dense qu'ils y respirent , si on a soin d'y introduire de nouvel air , qu'on tient en réserve dans des tonneaux qui communiquent avec cette cloche , & qu'on y fait passer en retirant , à l'aide d'une pompe aspirante , une portion de celui qui a séjourné dans la cloche ; il faut encore avoir attention de ne pas descendre cette machine avec précipitation , autrement le Plongeur seroit exposé à une pression trop brusque qui lui causeroit une hémorragie. Pendant qu'on descend cette cloche dans la mer , la grande compression qui se fait sur la poitrine & les poumons , gêne la respiration & la rend difficile ; mais l'air condensé passant bientôt dans les routes de la circulation , l'équilibre s'établit entre l'air intérieur & l'air extérieur , & l'homme respire avec facilité. Toutes ces précautions sont indispensablement nécessaires , mais sur-tout le renouvellement de l'air ; car la stagnation de ce fluide est aussi fatale que son entière priva-

tion. Un gallon anglois d'air (c'est-à-dire une mesure de 4 pintes de Paris) ne pourroit pas suffire pour la respiration d'un homme durant une minute. Suivant les expériences de *M. Hales*, 74 pouces cubiques d'air ne suffiroient pas, & au bout d'une minute l'homme courroit risque d'être suffoqué.

Plus l'air est rare & plutôt il devient incapable de servir à la respiration (1). Une linotte peut vivre 3 heures dans un demi-gallon d'air; mais elle ne vit que cinq quarts-d'heure dans celui qui est moitié moins dense.

Deux animaux renfermés sous un même vase, y périssent plus promptement que s'il n'y en avoit qu'un; trois y meurent encore plus promptement; &, dans ces sortes d'expériences, on voit descendre de plusieurs lignes le mercure d'un barometre renfermé dans le vase (2). Pourquoi l'air, dans ces circonstances, perd-t-il si promptement ses qualités vivifiantes?

Indépendamment de l'altération que l'air éprouve dans l'acte même de la respiration, pour des raisons que nous exposerons dans la suite, ce fluide est encore altéré par les exhalaisons que la

(1) *Derham*, Theolog. Phys. ch. 1. remarq. 3.

(2) *Comm. Bonon.* vol. II. pag. 340.

transpiration insensible entraîne avec elle , donc la chaleur & les autres qualités sont nuisibles à la vie & dangereuses pour la respiration ; ce qui n'a point lieu en plein air , ces exhalaisons étant alors dissipées ou emportées par les vents qui nous rafraîchissent continuellement.

De ce qu'un gallon d'air est corrompu en une minute par la respiration d'un homme , il s'ensuit qu'un tonneau d'air de 63 gallons ou 252 pintes de Paris ne suffiroit pas à un homme pendant une heure ; & s'il étoit renfermé dans le tonneau , cet air seroit encore gâté , par les exhalaisons de tout son corps , dans un tiers du tems ou environ 20 minutes : de-là , 500 personnes enfermées dans une chambre , de la capacité de 500 tonneaux de 63 gallons chacun , qui n'auroit aucune communication avec l'air extérieur , mourroient ou tomberoient dans les convulsions , & autres fatals symptômes en 20 minutes , ou en deux heures , dans une salle de 3000 tonneaux de capacité (1). Voilà un calcul effrayant pour tous ceux qui ont l'imprudence de respirer un air qui ne circule point librement ; d'un autre côté , l'affreuse expérience du cachot noir , leur apprendra que les effets de l'air non renouvelé ne sont point ici exagérés.

(1) *Arbuthnot*, Effets de l'Air sur le corps humain , &c.

Pendant la guerre que les Anglois soutinrent contre les Indiens à *Coli-Cotta* , autrement dit *Calcutte* dans le Bengale , M. *Holwel* , & 145 hommes avec lui , tous jouissant d'une parfaite santé , furent renfermés par ordre du Vice-Roi , dans une même prison à 7 heures du soir. La place avoit 18 pieds de longueur , sur 18 de largeur , par conséquent 324 pieds quarrés ; de sorte que chaque homme avoit 26 pouces & demi de longueur , sur 12 pouces de largeur , étoit suffisant à peine pour les contenir sans être beaucoup pressés les uns sur les autres. Le tems étoit excessivement chaud ; & comme la prison n'avoit qu'une petite fenêtre grillée à l'ouest , l'air intérieur ne pouvoit ni circuler , ni être renouvelé. En moins d'une heure , plusieurs de ces prisonniers éprouverent une grande difficulté à respirer ; quelques-uns tombèrent dans le délire ; la prison retentit d'exclamations insensées , de gémissemens & de cris de désespoir. Celui qui se faisoit entendre le plus étoit , *de l'eau ! de l'eau !* elle leur fut donnée par les Sentinelles , mais sans pouvoir étancher leur soif. Avant onze heures plusieurs se trouverent suffoqués & moururent dans de violens délires. A minuit , tous ceux qui vivoient encore , excepté quelques-uns qui se trouvoient à la fenêtre , étoient insensés & fu-

rieux au dernier degré ; ils ne trouvoient plus de soulagement dans l'eau , & on ne pouvoit pas leur donner de l'air ; peu de tems après , ceux qui étoient à la fenêtre , tomberent dans une telle apathie , que l'on ne fait pas ce qui s'est passé jusqu'au moment qu'ils sortirent de prison , le lendemain à six heures du matin. Tel fut l'effet de l'effluve animal , dans un lieu fermé & sans circulation d'air , qu'en onze heures de tems , il ne sortit de cent quarante-six hommes , que vingt trois vivans ; & ceux-là encore avec une forte fièvre putride , dont ils guérirent néanmoins peu-à-peu , en respirant un air libre & frais , &c. (1).

Par ce terrible exemple de l'infection de l'air , on peut juger que , dans tous les lieux où il y a beaucoup de monde assemblé , l'air devient nuisible & mal-faisant , en raison de sa moindre circulation ou du peu de communication qu'il a avec l'air du dehors ; c'est ce qui arrive , par exemple , à un spectacle qui attire la foule , & où toutes les places sont remplies de spectateurs. L'air en peu de tems se charge d'une quantité prodigieuse d'exhalaisons animales , très-dangereuses par leur prompt corruption. Au bout d'une heure , on ne respire plus , pour ainsi dire , que ces exha-

(1) *Journal de Physique* , Août , 1781.

laisons humaines ; on admet dans ses poumons un air infecté sorti de mille poitrines , la plupart corrompues & infectes , & gâté d'ailleurs par les émanations de la transpiration insensible ; de-là les maux de tête & de cœur, les dégoûts, &c. que souvent on en rapporte. Cette réflexion , jointe à un peu d'amour pour soi-même , devroit faire fuir de pareilles assemblées , lorsqu'elles se tiennent dans des lieux qui ne sont pas bien aérés.

Nous savons , par une fatale expérience , que les substances , tant animales que végétales , lorsqu'elles sont dans un état de putréfaction , sont les sources funestes des maladies les plus terribles & les plus redoutables. M. *Jean Pringle* nous a fourni l'exemple de la fièvre des prisons ou des hôpitaux , causée par l'infection d'un membre gangrené. Venise éprouva une fièvre terrible , occasionnée par une quantité de poissons pourris ; & la Ville de Delft en Hollande , en fut affligée par des choux & d'autres végétaux putréfiés. On pourroit citer plusieurs exemples de pays presque totalement dépeuplés par de semblables causes.

Le grand amas d'hommes dans les camps , les hôpitaux , les prisons , &c. engendre souvent des fièvres malignes & pestilentielles ; il y a plus , des maladies qui , dans les traitemens particuliers , sont ordinairement d'une guérison facile , sont

dans les hôpitaux , très-longues. Des personnes bien portantes qui y viennent pour se faire guérir d'une blessure récente ou de quelque autre accident , y deviennent en peu de tems pâles , perdent l'appétit , & sont en général foibles & décharnées ; mais en sont-elles sorties , elles reprennent bientôt leur première vigueur : on n'opere que rarement , dans quelques hôpitaux , la guérison des plaies de tête & des fractures compliquées , qui ne manque pour ainsi dire jamais de réussir dans le traitement particulier. On doit encore reconnoître ici les effets d'un air qui n'est point renouvelé aussi promptement qu'il se charge d'exhalaisons meurtrières , provenant de la respiration & de la transpiration d'un plus ou moins grand nombre d'individus , soit sains , soit malades.

L'instinct seul suffit quelquefois pour nous faire éviter le danger , c'est lorsqu'une odeur cadavéreuse vient frapper notre odorat ; mais l'on ne doit pas pour cela juger de la salubrité de l'air des prisons , des hôpitaux & d'autres lieux , où un grand nombre de personnes se trouvent rassemblées , par l'absence seule des odeurs désagréables. Le principe morbifique peut y rester caché à nos sens bornés ; l'expérience prouve en effet que la matière animale & végétale , lors même qu'elle est fraî-

che & éloignée de toute putréfaction, exhale néanmoins quelque chose d'une nature fort nuisible à l'économie animale.

Enfin, la pâleur, la foiblesse, la mauvaise santé, les maladies nerveuses, &c. sont ordinairement le partage des personnes qui sont presque toujours concentrées dans l'intérieur de leurs appartemens, évitant le grand air avec autant de soin qu'elles devroient en avoir pour le respirer de tems à autre; ne pourroit-on pas attribuer le mauvais état de leur santé, & sur-tout leurs affections nerveuses, à l'action de l'air renfermé que ces personnes respirent? Non-seulement cet air stagnant est moins propre à entretenir le jeu de la respiration, mais il est rare qu'il soit assez chargé de cette humidité qui est nécessaire pour entretenir la fluidité des humeurs, la souplesse des muscles, la fraîcheur des poumons; humidité qui s'insinue dans nos corps en plus ou moins grande quantité, selon le besoin, ainsi que dans les végétaux.

L'altération que l'air éprouve dans les poumons de l'homme & des animaux, & qui est telle qu'une quantité donnée de ce fluide ne peut entretenir leur respiration que pour un tems déterminé, après lequel il leur devient funeste; la qualité nuisible de l'air respiré étant

bien avérée , il est facile d'expliquer pourquoi le souffle des baleines , ainsi que celui d'un serpent énorme qui habite les bords de la rivière des Amazones , sont mortels pour les autres animaux qui en sont atteints. L'on conçoit que l'air respiré par ces très-grands animaux , doit être en quantité suffisante pour en envelopper de plus petits , les priver d'un air plus pur & produire son effet funeste. Si l'on objectoit , d'après les expériences faites sur l'homme , que l'air qui a servi à une seule inspiration n'est point assez vicié pour détruire la vie , ne pourroit-on pas répondre que l'air , dans ces animaux gigantesques , étant exposé à une beaucoup plus grande surface du poumon , & peut être pendant un tems plus long que dans l'homme , doit probablement souffrir un degré d'altération plus considérable , & être plus complètement phlogistique. Quoi qu'il en soit , le fait est attesté par *Don Ulloa* & quelques autres Voyageurs.



C H A P I T R E V.

De l'Air , relativement à la production & à la transmission des sons.

LE silence le plus profond régneroit autour de nous & dans la nature s'il n'y avoit aucun fluide entre l'organe de l'ouïe & les corps qui produisent cette variété de sons que nous connoissons ; car toute espece de son est une modification particulière du corps sonore , dont la propriété principale est l'élasticité ; c'est un frémissement des parties insensibles de ce corps , mises en mouvement par le choc ou la percussion , & entretenues dans ce mouvement d'oscillation par leur force élastique ; il faut nécessairement qu'un semblable mouvement soit communiqué à certaines parties de l'oreille , autrement l'ame ne seroit point avertie de ce qui se passe dans le corps sonore. Or , le mouvement ne peu ici se communiquer que par l'intermede d'un autre corps , par conséquent la transmission des sons est dûe à un fluide interposé entre le corps qui les rend & l'oreille qui en est affectée.

Il est également incontestable que le fluide
qui

qui transmet les sons , est l'air qui nous environne ; car si on renferme sous le récipient d'une machine pneumatique une petite sonnerie , telle qu'une montre à réveil , on observera 1^o. que le son se fait entendre , tant que l'air n'est point pompé ; 2^o. que le son perd de sa force , ou s'affoiblit sensiblement , à proportion que l'on pompe l'air , ou qu'on le raréfie sous le récipient. 3^o. Enfin , si le réveil est isolé , de manière à ne pouvoir pas communiquer ses vibrations à la machine pneumatique , l'air étant très-raréfié , le son ne fait presque plus impression ; d'où l'on peut inférer qu'il cesseroit totalement , s'il étoit possible de faire un vide parfait sous le récipient : l'air est donc nécessaire pour la transmission des sons.

Il est probable que l'air participe au frémissement des parties insensibles des corps sonores & transmet ainsi les sons excités dans ces derniers , à des distances plus ou moins grandes. Un coup de fouet qu'un Postillon fait retentir ; une planchette qu'un enfant fait tourner rapidement au bout d'une ficelle ; une baguette que l'on agite avec une grande vitesse , produisent des sons qui supposent un ébranlement , un frémissement dans les particules de l'air ; d'où proviennent les sons des instrumens à vent , si ce n'est en grande partie de l'ébran-

lement communiqué à la masse d'air contenue dans ces instrumens par une certaine quantité du même fluide sortant de la bouche du joueur. Les vibrations de la matière qui compose ces instrumens, entrent pour peu de chose dans la formation des sons qu'on en tire ; autrement ils cesseroient de résonner lorsqu'on les touche , parce qu'on interrompt alors leurs vibrations : or , cela n'arrive pas. On a vu des personnes assez bien exercées pour jouer différens airs , en faisant claquer un fouet avec art & précipitamment (1).

Les sons que nous articulons nous-mêmes ou que nous proférons dans le discours & dans le chant , proviennent également d'un tremblement ou frémissement occasionné dans les molécules de l'air , ce qui est facile à concevoir. La respiration ou le jeu des poumons , ainsi que nous l'avons établi , consiste dans l'admission & l'expulsion alternative de l'air au-dedans & au-dehors de cet organe.

La *glotte* , qui est une fente ovale par où l'air entre dans la trachée-artère pour se rendre dans le poumon , présente deux levres , dont les bords sont fermés par des cordons ligamenteux , attachés de part & d'autre à des

(1) Républ. des Lettr. tom. I. pag. 357.

cartilages , qui servent à les tendre plus ou moins. Selon M. Ferrein (1), ces cordes vibrent & produisent des sons plus ou moins aigus , lorsque l'air qui vient du poumon , en est chassé par un effort plus violent que celui d'où procède l'expiration ordinaire. Cet air frotte alors contre les *cordes vocales* & les fait frémir & résonner à la manière de celles sur lesquelles on traîne un archet ; & comme le même fluide a tout ce qui convient pour vibrer lui-même & donner des sons , il prend le ton de chacun des filets tendineux qu'il vient de frapper , & c'est ainsi qu'il en devient le propagateur , en retentissant dans les cavités de la bouche & du nez ; une tension plus ou moins forte dans ces cordes vocales , un effort plus ou moins violent pour faire sortir l'air des poumons , différens obstacles qui se rencontrent dans le gosier , occasionnent la prononciation.

Cependant l'on peut dire , avec vérité , que la voix ne devient articulée que par les modifications qu'elle reçoit dans la bouche , par les dents , la langue , les lèvres , les joues , le palais. Le nez contribue aussi à la beauté de la voix : voilà pourquoi on n'aime point à entendre quelqu'un qui parle ou qui chante

(1) Mégn. de l'Acad. des Scienc. 1741. pag. 409.

étant enchifrené , ou ayant , par quelque cause que ce soit , les narines bouchées , parce qu'alors l'air sonore qui forme la voix ne peut y passer. L'on dit communément qu'il *parle du nez* ; c'est tout le contraire : le dérangement de sa voix vient de ce qu'il n'en parle pas.

Le bégayement de quelques personnes , la difficulté ou même l'impossibilité qu'elles éprouvent dans la prononciation de certains mots , vient de ce que n'ayant pas le mouvement de la langue bien libre , elles ne peuvent pas ou ne peuvent que difficilement la remuer à leur gré , & lui donner les inflexions nécessaires à la modification de la voix.

Si la voix de l'homme devient plus grave & plus forte , lorsqu'il est parvenu à l'âge de puberté , c'est qu'à cette époque de la vie , la voix retentit dans de plus grandes cavités ; les poumons , la poitrine , les muscles , ont acquis d'autres dimensions , & en même tems plus de force & de ressort.

Il y a des personnes qui , par habitude ou par une certaine disposition d'organes , font entendre une voix sourde & étouffée qui semble partir de leur ventre ; on les appelle , pour cette raison , *Ventriloques* ; mais improprement , car elles ne parlent pas du ventre.

Les Anciens ont connu l'art des *Ventrilo-*

ques ; il paroît même que , dans des temps reculés , cet art avoit été porté fort loin , & qu'il étoit devenu assez commun pour qu'on s'en servît dans cette espece de divination particuliere qui étoit en usage parmi les Payens , & qu'ils appelloient *Gastromantie* ; car l'on fait qu'il y a eu beaucoup de supercherie dans la divination des idolâtres.

L'Engastrimisme , c'est ainsi qu'on appelle cette faculté de paroître parler du ventre , s'est conservée dans les tems postérieurs ; & l'on a étendu cette dénomination au secret qu'ont quelques personnes de modifier tellement leur voix , qu'elle paroît venir de loin , comme de cent ou deux cents toises , sortir même de la terre ou partir d'en haut. Nous pourrions rapporter , d'après différens Auteurs , beaucoup d'exemples de ce genre merveilleux ; cependant nous ne parlerons que de l'*Engastrimisme* de M. *Saint-Gille* , Marchand Epicier à S. Germain , à quatre lieues de Paris , parce qu'il a été trop bien examiné & reconnu par M. l'Abbé de la Chapelle en 1770 , & ensuite la même année par des Commissaires de l'Académie royale des Sciences , chargés d'en constater la certitude , pour qu'on puisse le révoquer en doute. Voici deux des scènes auxquelles il a donné lieu , & dont nous empruntons

le récit mot pour mot d'un Ouvrage intitulé, *le Ventriloque ou l'Engastrimythe*, par M. de la Chapelle.

« M. *Saint-Gille* me fit entrer, dit cet
 » Auteur, dans une petite chambre au rez-
 » de-chauffée (ce que l'on appelle, en termes
 » de Marchand, une *arrière-boutique*), &
 » chacun de nous occupa un coin d'une pe-
 » tite cheminée qui nous chauffoit, une table
 » à côté de nous ; nous étions seuls. Mes yeux
 » ne quittoient pas son visage, que je vis pres-
 » que toujours en face.

» Il y avoit près d'une demi-heure qu'il
 » me racontoit des scènes très-comiques, cau-
 » sées par son talent de Ventriloque, lorsque,
 » dans un moment de silence de sa part & de
 » distraction de la mienne, je m'entendis appe-
 » ler, très-distinctement, M. l'*Abbé de la Chapelle*;
 » mais de si loin, & avec un son de voix si étrange,
 » que toutes mes entrailles en furent émues.

» Comme j'étois prévenu, je crois, lui
 » dis-je, que vous venez de me parler en Ven-
 » triloque ? Il ne me répondit que par un
 » sourire ; mais dans le tems que je lui
 » montrois la direction de la voix qui m'avoit
 » paru venir du toit d'une maison opposée,
 » à travers le plancher supérieur de celle où
 » nous étions, je m'entendis dire bien distinc-

» tement , avec le même caractère & le même
» timbre qui venoit de me surprendre , *ce n'est*
pas de ce côté-là ; & alors la voix me parut
» venir d'un coin de la chambre , où nous
» faisons à la fois l'expérience & l'observation ,
» comme si elle fût sortie du sein de la terre
» même.

» Je ne pouvois revenir de mon étonnement.
» La voix me parut absolument anéantie dans
» la bouche du Ventriloque ; rien ne paroïssoit
» changer sur son visage , qu'il eut pourtant
» soin , dans cette première séance , de ne
» me présenter que de profil , toutes les fois
» qu'il se mettoit à parler en Ventriloque.

» Cette voix voltigeoit à son gré ; elle venoit
» d'où il vouloit : de même que l'on entend les
» *esprits familiers* , qui se jouent de ceux qui
» y croient.

» L'illusion étoit absolument complète. Tout
» préparé , tout en garde que j'étois contre ,
» mes seuls sens ne pouvoient me désabuser ».

» *M. Saint-Gille* , se promenoit un jour
» avec un vieux Militaire , qui marchoit tou-
» jours tête levée , & avec de grands écarts
» de poitrine ; il ne parloit , & il ne falloit
» jamais parler avec lui que de batailles , de
» marches , de garnisons , de combats singu-
» liers , &c.

» Pour réprimer un peu cette fureur assom-
 » mante de parler toujours de son métier , M.
 » *Saint-Gille* s'avisa de lui servir un plat du sien :
 » rien n'amuse & ne corrige mieux qu'un ridi-
 » cule en action.

» Arrivés à un endroit de la forêt assez dé-
 » couvert , le Militaire crut entendre qu'on
 » lui crioit du haut d'un arbre : *on ne fait pas*
 » *toujours se servir de l'épée que l'on porte.*
 » Qui est cet impertinent ? Apparemment , dit
 » M. *Saint-Gille* , quelque Pâtre qui déniche
 » des oiseaux , passons notre chemin. C'est un
 » drôle , reprit le Militaire , en branlant la tête
 » avec un visage dur & refrogné. *Approche* , re-
 » partit la voix , qui descendoit le long de l'ar-
 » bre , *tu as peur ?* Oh ! pour cela non , dit le
 » Militaire , en enfonçant son chapeau sur sa tête ;
 » & se disposant à l'attaque. Qu'allez-vous faire ,
 » dit M. *Saint-Gille* , en le retenant , *on se mo-*
 » *quera de vous ? La bonne contenance n'est pas*
 » *toujours signe de courage* , continua la voix ,
 » toujours en descendant. Ce n'est pas-là un
 » Pâtre , M. *Saint-Gille* , je le ferai bientôt
 » repentir de ses impertinences. *Témoin Hector*
 » *fuyant devant Achille* , cria la voix du bas
 » de l'arbre. Alors le Militaire , tirant son
 » épée , vint l'enfoncer à bras raccourci dans
 » un buisson qui étoit au pied ; il en sortit

» un lapin qui se mit à courir à toutes jam-
 » bes. Voilà Hector, lui cria M. *Saint-*
 » *Gille* avec sa voix ordinaire, & vous êtes
 » Achille » !

» Cette plaisanterie défarma & confondit le
 » Militaire; il demanda à M. *Saint-Gille* ce
 » que tout cela signifioit » ?

» Celui-ci le lui expliqua en ajoutant : il
 » faut avouer que j'ai deux voix, qui font de
 » moi comme deux personnes; une à l'ordi-
 » naire, avec laquelle je vous parle actuellement,
 » & une autre qui m'éloigne de moi-même à
 » une assez grande distance ».

Ceux que de semblables scènes amuseroient, trouveront de quoi se satisfaire dans l'ouvrage de M. de la Chapelle. Voyons quelle peut être la cause de ces sortes de phénomènes.

MM. le Roi & de Fouchi, nommés par l'Académie des Sciences pour examiner M. *Saint-Gille*, ayant mis la main sur son ventre, reconnurent que cet organe n'avoit aucun mouvement particulier qui pût concourir à la formation de la voix en *Ventriloque* (1). M. l'Abbé de la Chapelle s'est exercé à articuler des sons pendant l'inspiration de l'air dans la trachée-artère;

(1) Le *Ventriloque*, Extr. des Reg. de l'Acad. roy. des Scienc. de Paris. 16 Janv. 1771. pag. 406 & suiv.

& il paroît , d'après sa propre expérience , qu'on peut parler bas en aspirant (1) : ce qui peut être aura pu suffire à quelques *Ventriloques* ; mais l'*Engastrimyfme* reconnu de nos jours ne consiste nullement dans cette maniere de parler , comme le déclarent eux-mêmes , M. *Saint-Gille* & M. le Baron de *Mengen* , autre prétendu *Ventriloque* , dans une lettre datée de Vienne en Autriche , du 20 Mars 1770 , & dont la copie se trouve dans l'Ouvrage que nous venons de citer ; d'ailleurs on pourroit douter qu'il fut possible de parler haut en aspirant , encore moins de donner un timbre insolite à sa voix , & de la modifier , de telle maniere qu'elle paroisse venir de différentes distances. Aussi M. de la *Chapelle* avoue , relativement aux plus célèbres *Ventriloques* , que parler en aspirant n'est point une maniere qui soit propre aux *Engastrimythes* , & d'où l'on puisse déduire les caracteres qui les distinguent des hommes ordinaires.

Quelles peuvent donc être les causes de l'*Engastrimyfme* ? Le célèbre Auteur du *Ventriloque* les a fort bien exposées au jugement de l'Académie des Sciences : voici ce qu'il dit à ce sujet.

(1) Le *Ventriloque*. pag. 376.

« Si l'on recherche la chose , comme je l'ai
 » fait , on se convaincra par l'inspection même ,
 » que cela est dû à un jeu particulier des mus-
 » cles du pharynx ou du gosier , jeu que tout
 » homme organisé à l'ordinaire , pourra ac-
 » quérir par un exercice constant & soutenu ,
 » joint à une volonté opiniâtre & bien déter-
 » minée d'y plier les organes.

» Cela n'a pas coûté plus de huit jours à
 » M. *Saint-Gille* , qui l'apprit à la *Martinique* ,
 » à force de vouloir imiter un *Ventriloque* ,
 » avec lequel il s'étoit lié d'amitié dans ce
 » pays-là. *Le Ventriloque* , pag. 390 & suiv.

» M. le Baron de *Mengen* , par exemple ,
 » avoue & déclare , avec la plus grande fran-
 » chise , que tout son art est dû à la passion
 » qu'il avoit dès son enfance , de contrefaire
 » ou d'imiter les sons , la voix , les cris , les
 » chants de tous les animaux domestiques ; &
 » que ses organes , assouplis par un exercice
 » constant , long & soutenu , étoient enfin
 » parvenus à produire une illusion complète.
 » *Ibid* , pag. 363.

» Un resserrement ou une constriction mé-
 » nagée dans les muscles de l'arrière-bouche
 » ou du pharynx , qui étranglent , atténuent
 » ou affoiblissent la voix ; le son modifié par-là ,
 » comme s'il venoit de loin , soutenu par nos

» jugemens d'habitude , avant que l'expérience
 » ait appris à les corriger ; c'est en peu de
 » mots , selon mon opinion , toute la cause
 » & tout l'effet des *Ventriloques*. Page 402
 » & suiv.

» Cette maniere d'articuler les sons , a beau-
 » coup de rapport avec ce que les gens du
 » monde appellent *la voix de bal* , où , par un
 » certain resserrement de la gorge , on contre-
 » fait sa voix , en la rendant beaucoup plus
 » claire ; car cette maniere de parler est fort
 » fatigante , & ne peut être pratiquée pen-
 » dant long-tems , pour peu qu'on soit en-
 » rhumé , & finit par donner un espece d'en-
 » rouement.

» Une chose à laquelle il faut faire attention ,
 » & qui tend sans doute à augmenter l'illu-
 » sion , c'est que , dans la maniere de parler
 » en *Ventriloque* , l'air étant particulièrement
 » frappé dans l'intérieur de la gorge , lors de
 » l'expiration , & non pas au dehors , comme
 » dans la maniere de parler ordinaire , cela
 » contribue encore à donner à la voix un ca-
 » ractere qui sert à la faire paroître venir de
 » loin.

» Enfin ce qui me semble confirmer que ,
 » chez les Anciens , comme parmi nous , tout
 » l'art des *Ventriloques* consiste dans cette conf-

» triction de la gorge , volontaire & acquise
 » par l'habitude , c'est qu'Hippocrate, en parlant
 » d'une espece particuliere de mal de gorge ,
 » dit qu'elle faisoit parler ceux qui en étoient
 » atteints , comme s'ils étoient *Engastrimythes*.
 » Or , puisqu'une certaine maladie de la gorge
 » peut donner la voix de *Ventriloque* , rien ne
 » paroît plus naturel que de supposer que l'art
 » peut produire , par l'usage même , le même
 » effet que la maladie ; & , par conséquent ,
 » comme nous l'avons dit , que les *Ventriloques*
 » des Anciens ne devoient , & que ceux de
 » nos jours ne doivent leur talent qu'à une
 » maniere particuliere de resserrer la gorge.
 » Puisque les sons des *Ventriloques* s'articu-
 » lent particulièrement dans l'arrière-bouche ,
 » pourquoi , dit M. l'Abbé de la Chapelle , n'y
 » rapporte-t-on pas la voix , comme on le fait
 » ordinairement à la bouche antérieure ?
 » Cela vient , ajoute-t-il , de nos jugemens d'ha-
 » bitude. Il n'y a que l'expérience qui nous
 » apprenne à juger par les yeux , de la distance
 » des objets ; nous apprenons de même à en
 » juger par les sons. Toutes les fois que l'air
 » sera modifié de près , comme il l'est , pour
 » produire les sons que l'expérience nous a
 » appris venir de loin , nous en rapporterons
 » le bruit à la même distance & dans la même

» direction , quand ils ne partiroient qu'à
 » deux pouces de nos oreilles : c'est-là un prin-
 » cipe d'expérience & d'observation.

» Or , c'est précisément ce que produit l'es-
 » pece de *Ventri-loques* dont nous recherchons
 » la cause.... Leur voix , quoique bien pronon-
 » cée & très-intelligible , se rapproche beau-
 » coup de la voix basse ; elle est grêle , peu
 » nourrie , prolongée & comme expirante ;
 » voilà bien les caractères d'une voix foible qui
 » vient de loin : on doit donc lui attribuer cette
 » qualité , jusqu'à ce que l'expérience ait appris
 » à corriger ce jugement.

» C'est effectivement ce qui m'est arrivé. A
 » la troisième expérience , l'illusion a disparu...
 » Je rapportois directement , à la bouche de
 » M. *Scint-Gille* , des paroles que d'autres
 » s'imaginoient venir du haut d'un arbre , du
 » milieu d'un champ , du sein de la terre ou
 » de l'air , à trente ou quarante toises de dis-
 » tance.

» Ce dernier effet , c'est-à-dire celui de faire
 » venir la voix d'où il veut , est le plus sur-
 » prenant , & peut-être le plus aisé de tous à
 » expliquer ; on fait que la voix exerce la plus
 » grande force , suivant la direction de l'axe
 » des lignes vocales. Or , supposons que la
 » plus grande amplitude ou la plus grande

» portée d'une pareille voix , soit jugée de qua-
» rante toises : le *Ventriloque* , en parlant ,
» escamote un peu sa physionomie ; il a soin ,
» sans affectation , de tourner son visage &
» de diriger la voix du côté d'où il veut qu'elle
» paroisse venir. Si c'est du côté de la terre ,
» elle paroîtra donc venir de son fond , à
» quarante toises de sa surface. S'il la dirige
» vers le ciel , ce sera à quarante toises de haut ,
» d'où l'on s'imaginera qu'elle vient , & ainsi à
» volonté , en suivant toujours les directions
» quelconques.

» Il n'est pas besoin d'ajouter que le pres-
» tige augmentera d'intensité & de merveil-
» leux au milieu d'une forêt de haute-futaie ,
» parmi les rochers , dans les montagnes &
» les vallons. *Page 392 & suiv.* »

On peut reconnoître tout le fond d'un pa-
reil prestige , dans la manière dont on imite
les lointains dans les symphonies , à l'Opéra
& ailleurs , par le moyen des cors de chasse ,
du claveffin & des orgues , dont on affoiblit
les sons par degrés , en dérochant la vue des
instrumens aux yeux des spectateurs.

Après avoir fait connoître en quoi consiste
la voix humaine & les diverses modifications
dont elle est susceptible , il est à propos de dire
un mot du rire , de la toux & de l'éternue-

ment ; car ils dépendent aussi en grande partie du frémissement des particules de l'air.

Le rire vient de l'air que l'on a respiré , & qui s'échappe alors de la glotte à plusieurs reprises , qui se succèdent presque continuellement.

La toux nous est salutaire ; elle nous fait rendre , avec l'air que nous avons respiré , tout ce qui irrite le gosier , la trachée-artère & les poumons. Nous chassons alors l'air avec la plus grande force , en affermissant notre corps , faisant replier notre menton au-dedans , & tirant la langue au-dehors , afin que l'air trouve une voie directe par laquelle il puisse sortir plus promptement.

L'éternuement chasse un corps étranger qui chatouille les narines ; il vient de l'air que l'on respire en plus grande quantité , & que l'on rend en même tems avec plus de force par les narines. On réunit alors en quelque sorte toutes les facultés du corps qui contribuent à la respiration & à l'expiration ; un effort aussi violent , l'expulsion aussi forte de l'air qui monte jusqu'au crâne , romproit les vaisseaux délicats qui se trouvent dans la tête , si la nature , toujours prévoyante , n'avoit auparavant fixé en quelque sorte notre cervelle , notre tête & toutes les parties de notre corps. Vous vous mouchez

mouchez en chassant l'air avec effort par les narines.

Les Naturalistes nous apprennent que le bourdonnement des mouches , le cri des cigales , celui des grillons & des fauterelles , dépendent dans les uns d'un certain battement des ailes , & dans les autres d'une autre espece de membrane mince qu'ils ont quelquefois dans le ventre , comme la cigale , & d'autres fois sur le dos , comme certaines fauterelles. Ces membranes , en cédant à la contraction alternative des muscles ou tendons auxquels elles sont attachées , agitent violemment l'air qu'elles frappent dans leur mouvement d'expansion ; & ce mouvement , communiqué à une partie des molécules d'air , se communique successivement aux molécules voisines ; & à mesure que la force impulsive cesse d'agir , les molécules comprimées reviennent par leur ressort sur elles-mêmes : de-là sans doute , le frémissement des molécules d'air , la formation du son , sa transmission & sa propagation par le moyen du même fluide. C'est ainsi que tout corps sonore mis en jeu , agit l'air ambiant par des secousses semblables & correspondantes à ses propres vibrations , & que celles-ci sont transmises & propagées de proche en proche , jusqu'à l'oreille qui en est ébranlée.

Cette agitation de l'air se décele manifestement lorsqu'on excite un son bruyant près d'une piece d'eau tranquille ; on voit la surface du liquide frémir ou se crisper par les secousses qu'elle reçoit de l'air agité qui le touche. *Grimaldi* (1) nous apprend qu'on a su profiter de l'ébranlement communiqué à une masse d'air, & même à une très-grande distance, pour se mettre en garde contre la surprise de l'ennemi. On met alors un dé à jouer sur la peau d'un tambour ; lorsque l'ennemi approche, l'ébranlement qu'il cause à la masse d'air qui l'environne se communique de proche en proche jusqu'au tambour ; il fait frémir les fibres de la peau, & on voit le dé se tremousser sur cette dernière.

Comme l'air est du nombre des corps qui exercent leur pression en tout sens, il est vraisemblable que les sons se répandent & se propagent dans ce fluide comme dans une certaine sphere, dont le corps sonore est le centre, c'est-à-dire que chaque point physique de l'air mis en mouvement s'étend de tous côtés & forme en quelque maniere des rayons sonores qui ne sont point confondus. Dans cette hypothèse, on conçoit que les sons s'affoiblissent

(1) *Phys. Math. de Lumine.*

font ou perdent de leur intensité , à mesure qu'ils s'éloignent du corps qui les rend : le mouvement de frémissement occasionné dans celui-ci , doit produire un effet d'autant moindre dans l'air qu'il agite , qu'il se communique à une plus grande masse de ce fluide. La raison pour laquelle les sons se font mieux entendre dans un lieu fermé qu'en plein air , est également facile à saisir : c'est que le corps qui résonne communique plus en plein ses vibrations à un air captivé & arrêté , qui ne peut échapper à ses impulsions répétées , qu'à un air libre qui cede trop facilement & qui se soustrait en partie à la force comprimante.

L'existence simultanée de différens sons dans une même masse d'air , est un fait sur lequel l'expérience journaliere ne sauroit laisser aucun doute. Dans les lieux habités , nous en entendons plusieurs en même tems , & nous les distinguons très-bien , quoique propagés & transmis par la même masse d'air. Dans une Salle même qui a peu d'étendue , & où l'on donne un concert on entend à la fois , nettement & distinctement , le son des voix & celui des instrumens qui forment une symphonie. Comment peut-il se faire que cette multiplicité & cette variété de sons soient transmis sans confusion à chacun des Auditeurs ? comment la

même masse d'air renfermée dans la Salle peut-elle recevoir & transmettre toutes les différentes vibrations qui sont nécessaires pour produire des sons & des accords si variés ?

Plusieurs Physiciens ont voulu expliquer ce phénomène ; mais M. *de Mairan* est le seul qui l'ait fait d'une manière satisfaisante. Suivant ce célèbre Académicien , il faut admettre dans l'air différentes parties sonores propres à chacun des sons qu'il reçoit , à raison des vitesses particulières & toujours les mêmes de leurs vibrations , c'est-à dire qu'on doit reconnoître dans l'air des molécules différentes , soit par la grosseur & la grandeur , soit par le ressort & la tension , variés en un mot à l'infini ; ce qui s'accorde d'ailleurs avec quantité d'observations relatives à la constitution de l'air.

Cela posé , un corps sonore trouve nécessairement , dans la masse d'air qui l'environne , des molécules de ce fluide qui lui sont analogues , & qui peuvent , par cette raison , recevoir , conserver & propager ses vibrations. Ces molécules d'air , analogues aux parties ébranlées dans le corps sonore , vont & viennent comme ces dernières ; de sorte qu'à chaque instant elles reçoivent une nouvelle secousse qui accélère leur mouvement de plus en plus , jusqu'au point de le rendre sensible à l'oreille.

Par conséquent deux cordes, dont les vibrations different en nombre dans le même tems, ou donnent naissance à deux sons différens, se font bien entendre dans la même masse d'air, mais par différentes parties de cette masse fluide ; & , ce que nous disons de deux cordes, peut s'étendre à un nombre aussi grand que l'on voudra. Dans un concert de voix & d'instrumens, il n'y a point ou presque point de frémissement, excité dans les fibres sonores, qui ne puisse se propager, par le moyen de quelques molécules analogues, jusqu'aux oreilles des Auditeurs. Quand à l'impression des sons sur ce double organe, quoiqu'il ne soit pas de notre objet d'en parler, cependant nous nous y arrêterons un instant.

L'organe de l'ouïe est composé particulièrement d'une infinité de petites fibres d'inégale longueur, d'inégale tension ; & par conséquent les unes sont propres à recevoir & à transmettre à l'ame un certain son, & les autres un autre son ; ce qui s'accorde avec ce que nous avons dit de l'existence simultanée des différens sons dans l'air. De même donc qu'une corde sonore, restant la même dans toutes ses circonstances, donneroit constamment le même son, de même un filet, d'air & une fibre de l'oreille

semblent être destinés pour un son déterminé, & toujours le même.

Ainsi, quand deux sons excitent des frémissemens, soit dans l'air, soit dans l'organe de l'ouïe, chacun d'eux agit sur la fibre analogue à la fréquence de ses vibrations, & qu'on pourroit appeler fibre du même son; chacun par conséquent se transmet d'une manière distincte. Il arrive ainsi à ces fibres analogues, ce que l'on voit arriver aux cordes d'un clavecin ou même de tout autre corps sonore dont on prend le ton; en touchant une corde, l'on fait résonner celle qui se trouve à l'unisson, non-seulement sur le même instrument, mais encore sur un autre placé à côté.

Si l'on prend un nombre quelconque de verres à boire qui soient de même grandeur, de même figure & à l'unisson, & que, les ayant remplis de liqueurs semblables ou différentes, on les mette proche les uns des autres, si l'on vient à glisser fortement le bout du doigt sur le bord d'un de ces verres pour lui faire rendre un son, on verra trémousser, non-seulement la liqueur qui y est contenue, mais encore celle des autres verres.

Lorsqu'on parle à voix haute dans un magasin de verreries, dans une boutique de chau-

dronnier , dans quelque endroit où il y a beaucoup de vaisselle creuse , l'on entend toujours résonner quelque piece tandis que les autres demeurent en silence : que l'on prenne un ton différent , c'est quelque autre piece qui répond.

Ce que l'on a dit de plus vraisemblable pour expliquer cette espece de choix que certains sons affectent , pour les cordes & les fibres qui leur sont analogues , c'est que le même mouvement vibratoire peut se continuer plus facilement dans celles dont les vibrations ont les mêmes rentrées ; car , pour celles qui sont de nature à faire , par exemple , une vibration & demie contre une , elles ne reviennent point à tems pour recevoir avec les autres une seconde impulsion ; c'est pourquoi leur mouvement doit se ralentir ou cesser.

Ainsi , une corde ébranlée ou tout autre corps sonore mis en jeu , fait frémir principalement les molécules d'air & les fibres de l'oreille qui sont à l'unisson avec lui , ou qui sont , dans le même espace de tems , le même nombre de vibrations ; ensuite le même corps sonore met en mouvement & les molécules & les fibres qui sont *harmoniques* ou *consonnantes* , c'est-à-dire celles dont les vibrations recommencent avec les siennes après un certain nombre ; par conséquent une des fibres de l'oreille ne sauroit

frémir , que toutes les harmoniques ne frémissent aussi dans le degré de force qui leur convient. Le sentiment que nous en recevons s'est répété plusieurs millions de fois depuis notre enfance ; & de-là s'est formé en nous une habitude , qui n'est autre chose que le sentiment naturel de l'harmonie.

Les sons , étant propagés & transmis par l'air dans lequel nous sommes plongés , augmentent & diminuent d'intensité , suivant que ce fluide devient plus dense , ou plus rare , ou plus ou moins élastique ; c'est ce qu'on peut observer dans l'expérience que nous avons apportée en preuve de la nécessité de l'air pour la transmission des sons. Celui de la montre à réveil , renfermée sous le récipient , s'affoiblit à proportion que l'on en pompe l'air , & conséquemment à proportion que ce fluide perd de sa densité & de son ressort. Le son se fortifie au contraire à mesure qu'on rend l'air évacué , & par conséquent à proportion que la densité & le ressort de l'air augmentent.

On a reconnu , par des expériences répétées un grand nombre de fois , que les sons dans un air condensé , augmentent avec la densité & le ressort de l'air , c'est-à-dire qu'ils deviennent sensiblement plus forts & se font entendre de plus loin que si l'air étoit dans son état

naturel. *Hauxbée* (1) ayant renfermé une sonnerie & condensé l'air dans un vaisseau par le moyen d'une pompe foulante, a trouvé que le son produit dans ce vaisseau se propage à une distance, qui augmente dans la même raison que la condensation de l'air, c'est-à-dire qu'ayant doublé le densité & le ressort de l'air tout ensemble, le son s'étend deux fois plus loin qu'auparavant; & qu'après avoir triplé la densité & le ressort de l'air, le son se fait entendre de trois fois plus loin, &c. On seroit dans l'erreur, si on inféroit de-là que le son augmente dans le rapport de la simple densité de l'air; car, lorsque le son produit dans un air condensé se fait entendre à une double distance, il faut, qu'à la moitié de cette distance, le même son soit quatre fois plus fort; ce qui est facile à concevoir.

Nous avons avancé précédemment que le son dans l'air se propage par des rayons de ce fluide, qui, partant du corps sonore, vont en s'écartant les uns des autres, comme ceux d'une sphère: de-là, l'oreille attentive à ce qui se passe alors, devient la base d'un cône d'air mis en vibration par le corps sonore qui est au sommet. Or, les bases des cônes croissent

(1) *Phys. Méc. Expér.*

comme les quarrés des longueurs de ces cônes ; ainsi un cône d'air deux fois plus long qu'un autre a une base quatre fois plus étendue ; & par conséquent l'oreille reçoit quatre fois plus de rayons sonores à la base du plus petit cône qu'elle n'en reçoit à la base du plus grand cône , ou à une distance double du corps sonore.

Par la même raison , elle en recevrait 9 fois moins à une distance 3 fois plus grande , 16 fois moins à une distance 4 fois plus grande , & ainsi de suite ; & comme 16 est le quarré de 4 , 9 le quarré de 3 , 4 le quarré de 2 , on peut dire en général que la force du son diminue , comme le quarré de la distance augmente.

Suivant le principe que nous venons de développer , il faut que le son s'augmente , ou comme le quarré de la densité , ou comme le quarré de l'élasticité de l'air , ou bien comme le produit de l'une multipliée par l'autre. M. *Zanotti* (1) , curieux de savoir laquelle de ces trois loix étoit celle de la Nature , l'a recherchée par plusieurs expériences ingénieuses , & entre autres par celles qui suivent.

D'abord ce Physicien ayant enfermé un corps

(1) *Comm. de l'Inst. de Boulog.* t. I. pag. 173.

fonore dans un vaisseau , condensa l'air que ce vaisseau contenoit , & il s'assura ensuite de l'augmentation du son dans cet air condensé. En second lieu , il plongea le vaisseau dans de l'eau chaude , & il reconnut que la chaleur communiquée par ce moyen à la masse d'air comprise dans le vaisseau , en augmentant le ressort de ce fluide , ajoutoit encore à l'intensité ou à la force du son. M. *Zanotti* conclut de ces expériences que le son s'augmente comme le produit de la densité de l'air multipliée par son ressort ; mais pour que cette regle pût être admise , il faudroit prouver que la densité de l'air augmentant , indépendamment de son ressort , l'intensité du son croit proportionnellement ; & l'expérience ne peut satisfaire à cet égard , puisque toutes les fois qu'on augmente la densité de l'air , on augmente en même tems le ressort de ce fluide.

Quoiqu'il en soit , nous rassemblerons ici plusieurs observations qui ont rapport à la production du son dans un air condensé.

Un Plongeur descendu à une grande profondeur sous une cloche , où il pouvoit se réfugier & respirer dans l'eau , ayant voulu emboucher , dans l'air condensé & comprimé qui l'environnoit , un cor-de-chasse dont le son devoit servir de signal à ceux qui étoient à la

surface de l'eau , cet homme fut si épouventé du bruit violent dont retentit l'air de la cloche , qu'il pensa s'évanouir , & laissa tomber l'instrument dans l'eau (1).

Si l'on en croit le *Pere Kirker* , il y a à Fulde un puits d'environ 300 palmes de profondeur , dans lequel , si on jette une pierre , on entend un bruit semblable à un coup de canon. On dit aussi qu'ayant déchargé un pistolet sur les monts Carpathes , on n'entendit d'abord qu'un bruit semblable à celui d'un bâton qu'on brise ; mais qu'ensuite ce son augmenta prodigieusement par les fréquentes réflexions des rochers & des vallées ; on tira le même pistolet en descendant de ces montagnes , & les réflexions produisirent un bruit plus horrible que celui d'un gros canon. « Dans les autres souterrains , l'air est souvent plus » dense qu'à la surface de la terre ; & si le son » s'augmente dans les cavernes , dans la même » proportion qu'il diminue sur certaines montagnes où l'air est fort rare , il peut devenir » horrible ».

C'est sans doute par des raisons à peu-près semblables que les sons font plus d'impression sur l'organe de l'ouïe , toutes les fois que les

(1) *Journal des Savans* , année 1678. pag. 147.

corps qui les produisent communiquent leurs vibrations à un air qui est appuyé. Dans les aqueducs & dans les autres souterrains voûtés, la voix la plus foible se fait entendre intelligiblement d'un bout à l'autre. Quand on a crevé ou lâché simplement l'une des peaux d'un tambour, il ne rend plus autant de son qu'auparavant, parce que l'air contenu dans la caisse n'étant plus appuyé sur une peau bien tendue, il résiste moins & se soustrait en quelque sorte à l'action des coups qu'on lui porte. Les instrumens à cordes, tels que les violons, les basses, les clavecins, &c. doivent contenir une caisse de bois mince & élastique; autrement le frémissement des cordes se communiqueroit à un air vague & sans appui: celui-ci ne résisteroit point assez pour recevoir convenablement les impressions qu'on voudroit lui communiquer, par le moyen de ces cordes sonores.

C'est en partant sans doute de ces observations ou de quelques autres du même genre, qu'on a imaginé le *porte-voix*; on appelle ainsi une espece de trompette dont on se sert pour donner plus d'étendue & de force à la voix humaine: il y a apparence qu'on doit aux Grecs l'invention de cet instrument; car il est fait mention dans l'Histoire, de la fameuse trompette d'*Alexandre*

le Grand, avec laquelle il se faisoit entendre de très-loin , rassemblait son armée dispersée & lui donnoit ses ordres , comme s'il se trouvoit en présence de chaque Soldat , & qu'il parlât à chacun d'eux en particulier ; cependant cet instrument avoit été oublié. *Samuel Morland*, Anglois, le *Pere Kirker*, & *Jean-Baptiste Porta*, Napolitain, croient l'avoir inventé, & ils ont des partisans. Au reste, c'est un tube de métal qui est communément de figure conique & qui se termine, d'une part, par une embouchure, & de l'autre, par une espèce de pavillon très-évasé. Pour construire cet instrument de la manière la plus avantageuse, il faut travailler avec soin son embouchure, faire en sorte qu'elle s'adapte exactement à la bouche & qu'elle reçoive tout l'air qui en sort ; il faut, autant qu'il est possible, ne point composer le corps de la trompette de tuyaux qui s'emboîtent les uns dans les autres ; autrement les inégalités qui en résulteroient seroient préjudiciables à la propagation des sons articulés. Le fer-blanc est la matière avec laquelle on fabrique communément les trompettes parlantes ; suivant quelques Physiciens, elles produiroient mieux leur effet, si on les faisoit avec des planches de cuivre battu ou de tout autre métal propre à acquérir

du ressort sous le marteau. D'autres voudroient qu'on employât les matieres les moins sonores, c'est-à-dire celles dont l'élasticité ne peut être mise en jeu que difficilement.

Ces derniers observent avec raison, que les matieres résonnantes répandent le son à la ronde, & que cela ne peut être qu'au préjudice de la propagation des sons vers un endroit déterminé. « Il me semble, dit M. » *l'Abbé Beguin* (1), que l'on pourroit accorder » les uns & les autres, s'il étoit possible de » faire l'intérieur des porte-voix d'une matiere » élastique, & l'extérieur au contraire. Si cela » n'est point praticable, ajoute-t-il, il fant » les construire comme les premiers le deman- » dent, & revêtir leur surface extérieure de quel- » que matiere molle, qui empêche les vibrations » sonores de se communiquer au-dehors à » un air vague. En revêtissant l'instrument de » quelque peau ou de quelque étoffe de laine, il » paroît que l'on obtiendrait cet effet ; l'usage » de garnir ainsi en dehors les trompettes mu- » sicales, les cors-de-chasse, ne seroit-il pas dû, » au moins en partie, à cette observation ? »

Le son augmente en dedans du porte-voix, non-seulement parce que l'air intérieur est

(1) De la Philosophie. tom. III. pag. 11.

solidement appuyé , mais encore parce que ce fluide imprime aux parties roides & élastiques du métal , qui forme le corps de l'instrument , des vibrations analogues à celles qu'il a reçues lui-même ; ce qui fait que plusieurs rayons sonores sont répercutés ou réfléchis d'un paroi à l'autre , & ne se rassemblent qu'après avoir éprouvé un grand nombre de réflexions qui produisent le même effet , que si plusieurs personnes articuloient le même son presque dans le même tems. Lorsqu'on veut se faire entendre distinctement à une grande distance , par le moyen de cet instrument , non-seulement il faut le diriger vers la personne à qui on s'adresse , mais on doit prononcer lentement toutes les syllabes ; ajoutons qu'il ne faut pas trop crier , afin que l'articulation soit plus distincte : enfin celui qui parle dans cette trompette doit prendre, autant qu'il peut , le ton qu'elle rend quand elle est en jeu.

D'après les observations faites sur les meilleurs dimensions de la trompette parlante , il paroît que plus elle sera longue , plus les rayons sonores éprouveront de réflexions en traversant sa longueur ; & que plus le diamètre de son pavillon sera grand par rapport à son diamètre considéré à son embouchure , plus en même tems l'intensité du son deviendra grande , & par conséquent

conséquent plus grande sera la distance à laquelle il sera propagé. Suivant *Muschenbroek* (1), un homme qui parle dans un porte-voix de 4 pieds de longueur, peut se faire entendre à la distance de 500 pas géométriques ou de 2500 pieds; si le porte-voix à 16 pieds 8 pouces de longueur, on l'entendra à la distance de 1800 pas géométriques, c'est-à-dire à 9000 pieds; & on l'entendra au-delà de 2500 pas géométriques, s'il parle dans un porte-voix de 24 pieds de longueur.

L'intensité du son augmente encore à proportion qu'on donne plus d'étendue au pavillon de cet instrument; c'est la raison pour laquelle une longue trompette, qui a un pavillon très-grand, rend des sons très-bruyans; une autre trompette de même longueur, qui n'auroit point de pavillon, rendroit des sons incomparablement plus foibles. Cependant les dimensions que doit avoir le pavillon du porte-voix, reconnoissent des bornes; il en est à peu-près de même de la longueur qu'on peut donner au corps de cet instrument: il ne faut pas mesurer de l'avantage qui est présenté par cette dimension; autrement la multiplicité de réflexions

(1) *Cours de Physique*: tom. III. pag. 233.

xions, que subiroient les rayons sonores, nuirait à la distinction du son.

Nous ferons ici une observation importante par rapport à la construction du porte-voix, c'est que l'usage de cet instrument n'est pas simplement de faire un plus grand bruit, ni même seulement de produire des sons plus forts, mais de transmettre parfaitement & distinctement les sons articulés de la voix humaine, aussi loin que cela peut se faire, relativement à la longueur de l'instrument & à la grandeur de son pavillon; mais pour qu'il en arrivât ainsi, il faudroit que les rayons sonores, en se réfléchissant, s'écartassent le moins possible du parallélisme ou même qu'ils se réfléchissent parallèlement à l'axe du porte-voix. Or, la figure conique qu'on lui donne communément ne remplit qu'imparfaitement cette condition; il en de même de la forme cylindrique qu'il reçoit quelquefois; cela est démontré géométriquement: il est également prouvé, que de ces deux figures, la moins défavantageuse, toutes choses d'ailleurs égales, c'est la figure conique, parce que les rayons sonores s'y écartent moins du parallélisme. MM. Hase & s'Gravesande pensent que la forme la plus avantageuse qu'on puisse donner à un porte-voix simple, ou dont le corps n'est que

d'une seule figure , est la forme parabolique. Il est en effet démontré que , dans une trompette parlante qui auroit cette figure , les rayons sonores se réfléchiroient à la rencontre des parois du paraboloidé parallèlement à l'axe , pourvu toutefois que le foyer de la parabole se trouvât à l'embouchure de l'instrument (1).

Mais on peut encore perfectionner le portevoy en trouvant le moyen d'y condenser les rayons sonores & de les diriger avec plus de force vers le but proposé. Pour cela , M. Hase veut que l'instrument soit composé de deux parties , l'une elliptique & l'autre parabolique , & qu'elles aient un foyer commun à leur point de réunion , afin que les rayons sonores , qui partent de l'embouchure où se trouve le premier foyer de l'ellipsoïde , étant réfléchis par ses parois , se croisent & se condensent dans le foyer commun, pour être réfléchis ensuite parallèlement à la rencontre des parois du paraboloidé (2). Les sections coniques , & principalement l'ellipse , ont en effet la propriété de propager le son.

Une voûte elliptique rassemble & réfléchit si bien les rayons sonores , qu'une personne ,

(1) *Mazeas* , Elém. de Géom. pag. 442. cinq. édit.

(2) *Idem. ibid.* pag. 254. cinq. édit.

parlant fort bas à un certain endroit de la voûte ; est entendue très-distinctement par celle qui prête l'oreille à un autre endroit très-éloigné ; tandis que d'autres , placées entr'elles , n'entendent rien ; c'est ce que l'on éprouve dans une piece de l'Observatoire de Paris. Le Pere Kirker (1) nous apprend que , si on creuse dans les deux murs opposés d'un fallon , de façon que ces deux cavités aient une figure parabolique , deux personnes qui prêteront l'oreille dans ces cavités , s'entendront , lors même qu'elles parleront très-bas , & qu'outre cela , elles entendront tout ce qu'on dira dans le fallon.

Tout ce que nous venons de dire du portevois , doit s'entendre des *trompettes militaires* , des *cors-de-chasse* , ainsi que des *cornets acoustiques* , employés avec tant d'avantage , par les personnes qui ont l'oreille dure ; l'augmentation du son dans ces sortes d'instrumens , s'explique par les mêmes principes.

Le son se propage successivement dans un tems sensible ; c'est un fait que l'on peut vérifier même à des distances médiocres , & que l'on vérifie tous les jours. Lorsque quelqu'un tire un coup de fusil dans un certain éloigne-

(1) Mag. univers. part. II, pag. 143, 145.

ment, d'où il peut être apperçu, l'on voit le feu qui prend au bassinet bien avant que d'entendre le coup, quoique néanmoins on doit regarder le son comme commençant avec l'inflammation de la poudre. Il faut donc que le son mette cet intervalle de tems à se propager jusqu'aux oreilles du spectateur. Que d'une distance éloignée, on regarde un Ouvrier frapper avec un marteau sur un corps solide, ou, que du bord d'une riviere à l'autre, on examine établir un pilotis, on verra le marteau de l'Ouvrier remonter en l'air, & le mouton qui sert à enfoncer le pilotis se relever de sa chute, avant que d'avoir entendu le bruit.

Il n'en est pas du son comme de la lumière, dont la propagation se fait dans un instant très-court, à des distances fort grandes. Cette différence a fourni le moyen de déterminer la vitesse du son; car, si l'on fait tirer un coup de canon ou une boîte, à une distance connue ou que l'on peut mesurer, en prenant l'éclat de la lumière que l'on apperçoit, comme le signal du son naissant, & en déterminant, par le moyen d'un pendule à secondes, le tems qui s'écoulera jusqu'à ce qu'on entende le coup, on aura par ce moyen, outre l'espace parcouru par le son, le tems qu'il aura mis à le parcourir. Or, il est reçu que l'espace divisé

par le tems , donne la vitesse ; par conséquent on connoitra celle du son.

Les Académiciens de Florence paroissent avoir été les premiers qui se soient servis d'un semblable moyen pour déterminer la vitesse du son ; il résulte de leurs expériences , que le son parcourt 1185 pieds en une seconde (1). Cependant *Gassendi* avoit évalué la vitesse du son à 1473 pieds dans une seconde ; le Perc *Mersenne* avoit à peu-près trouvé la même chose ; enfin *Robert Boyle* , qui avoit également fait attention à l'espace que le son parcourt dans un certain tems , avoit dit qu'il parcourroit 1200 pieds par seconde. MM. *Cassini* , *Huyghens* , *Picard* , *Réaumur* , ayant répété en France les expériences de l'Académie de Florence , autrement dit Del-Cimentò , trouverent que le son ne parcourroit , en une seconde , qu'un espace de 1172 pieds (2). MM. *Flamstéede* & *Halley* firent de semblables expériences en Angleterre , & estimerent la vitesse du son encore moins considérable ; ils jugerent en effet que l'espace qu'il parcourt dans une seconde est seulement de 1142 pieds anglois , ce qui équivaut à 1072 pieds de France , ainsi que M.

(1) Tentam. Flor. pag. 113.

(2) Duhamel , Hist. Acad. Reg. lib. II. §. 3. cap. 2.

Cassini de Thury le reconnut dans le tems. Cet Académicien fit lui-même ces expériences dans un tems calme , & à la distance de 14636 toises & il trouva que le son parcouroit 1038 pieds ou 173 toises par seconde (1); mais les ayant une autre fois répétées à la distance de 22572 toises , il trouva alors que l'espace parcouru par le son , étoit pour une seconde 172 toises 3 pieds (2). *M. de La Condamine* , répétant ces mêmes expériences en Amérique , auprès de la Cayenne , & à la distance de 20230 toises , conclut de ses observations , que le son parcouroit en cet endroit 1098 pieds ou 183 toises dans l'espace d'une seconde ; il trouva aussi qu'il ne parcouroit que 172 toises auprès de la Ville de Quito (3). D'autres Physiciens ont encore trouvé des différences dans ces sortes de résultats. *Newton* a cru que le son parcouroit seulement 968 pieds par seconde , & *Blanconi* (4) nous assure que le son emploie 4 secondes de plus en hiver qu'en été pour parcourir 13 milles d'Italie ; d'où il suivroit que la vitesse du son

(1) Histoire de l'Académie Royale. année 1738.

(2) *Ibid.* année 1739.

(3) Voyage de la Rivière des Amazones. pag. 206. Introd. Hist. pag. 98.

(4) Comm. Bonon. vol. II. pag. 365.

seroit plus petite pendant l'hiver que pendant l'été.

La raison pour laquelle le son ne se répand pas toujours avec une égale vitesse dans différens lieux de la terre, ou dans le même endroit, ou en différens tems, paroît venir de ce que le ressort de l'air varie par sa chaleur, sa densité, sa pureté, l'électricité, le vent : comme toutes ces choses sont susceptibles d'un grand nombre de différences, la vitesse du son doit varier, & peut-être même y a-t-il encore quantité d'autres circonstances qui concourent à varier l'élasticité de l'air, & par conséquent les résultats des expériences qu'on peut faire sur la vitesse du son. Cependant celles que *Derham* a faites à cet égard, dans le même endroit de l'Angleterre, ont toujours eu le même résultat. « Dans toute saison quelconque, dit ce célèbre Physicien, soit que le ciel soit serein, soit qu'il soit nébuleux, soit qu'il neige, soit qu'il y ait du brouillard répandu dans l'atmosphère, soit qu'il tonne ou qu'il éclaire, soit qu'il regne une grande chaleur ou un grand froid dans l'atmosphère, pendant le jour ou pendant la nuit, soit pendant l'été ou pendant l'hiver, soit que la colonne de mercure soit fort élevée ou fort basse dans le baromètre; en un mot,

» quelques variations qui surviennent à l'atmosphère (si on excepte les vents), la vitesse du son n'est jamais plus grande ou plus petite ; mais le son, à la vérité, peut-être plus ou moins distinct ». *Cassini* prétend aussi que la vitesse du son est toujours la même en France, pendant le jour ou pendant la nuit, soit qu'il se propage par un tems serein ou par un tems pluvieux (1).

L'intensité ou la foiblesse du son ne change rien à sa vitesse, quoiqu'un son plus fort s'étende plus loin qu'un son plus foible. Les Académiciens de Florence furent les premiers qui reconnurent cette vérité. *Derham* l'a confirmée en observant que le son, produit par un marteau & par un mousquet, se faisoit entendre dans le même tems à la distance d'un mille. *Cassini* a fait la même chose (2) ; suivant ce célèbre Observateur, le bruit d'une boîte, chargée d'une demi-livre de poudre, se propage aussi promptement que celui d'un canon, dont la charge seroit de six livres. *M. de Mairan* assure cependant qu'un son plus aigu se propage avec un peu plus de vitesse qu'un son plus grave (3).

(1) Histoire de l'Académie des Sciences, année 1738.

(2) *Idem. ibidem.*

(3) *Idem. année 1737.*

Le son se propage avec une vitesse uniforme , c'est-à-dire , que dans des tems égaux & pris de fuite , il parcourt des espaces semblables ; nous devons encore cette observation aux Académiciens de Florence ; ils jugerent qu'il falloit cinq secondes & demie pour que le bruit d'une décharge de canons se fît entendre à la distance de 3000 coudées , & que ce bruit se faisoit entendre , en un tems , sous-double , à la moitié de cette distance. *Derham* (1) & *Cassini* (2) ont également confirmé cette vérité , par de nouvelles expériences.

Si nous en croyons *Derham* , le son se propage avec moins de vitesse du sommet d'une montagne vers son pied , qu'il n'est transmis du pied vers le sommet de la même montagne ; mais les observations de *Cassini* (3) , & celles que les Physiciens Espagnols & François ont faites au Pérou (4) , ne s'accordent point avec ce sentiment ; elles prouvent au contraire que le son se répand en tout sens , avec la même vitesse , autour du point où il est excité.

Suivant *Gassendi* & les Académiciens de Flo-

(1) *Transact. Philosoph.* n^o. 313.

(2) *Hist. de l'Acad. Roy.* ann. 1738 & 1739.

(3) *Idem. ibidem.*

(4) *Dom George Juan* , *Observ. Astronom.* pag. 119.

rence , le vent n'apporte aucun changement à la vitesse du son ; mais les observations de *Derham* & de *Cassini* (1) , font voir que si le vent souffle dans la direction même du son , il en accélère la vitesse d'une quantité égale à la sienne propre ; & qu'il la retarde au contraire d'une quantité semblable , lorsqu'il souffle dans une direction diamétralement opposée à celle du son. Enfin , suivant ces mêmes observations , il faudroit que le vent soufflât dans une direction perpendiculaire à celle du son pour qu'il ne contribuât en rien à accélérer & à retarder la vitesse de ce dernier.

Le son se propage aussi beaucoup plus loin , si le vent est favorable ; car alors on entend le son de certaines cloches assez éloignées , & l'on cesse de les entendre lorsque le vent est contraire. On rapporte qu'un homme digne de foi , étant à Gibraltar , avoit entendu donner le mot du gué au nouveau Gibraltar , qui est éloigné de l'autre de trois lieues & demie : on a aussi écrit qu'on a entendu plusieurs fois , à différens sièges , le bruit d'un coup de canon à plus de soixante lieues.

La connoissance de la vitesse avec laquelle le son se propage à une distance donnée , peut

(1) Histoire de l'Académie Royale , année 1735.

être utile à celui qui assiége une Ville ; car , en considérant le moment où la lumière d'un canon , placé sur le rempart , se fait appercevoir , & l'instant auquel on entend le bruit de la décharge , & mesurant exactement cet intervalle de tems , on peut déterminer avec assez de précision , la distance à laquelle on est des murs , lorsqu'on entre dans la tranchée ou qu'on commence à l'ouvrir. De même sur mer , en saisissant le moment où la lumière d'un canon se fait appercevoir , & mesurant exactement le tems qui separe ce moment de celui où l'on entend le coup de canon , on peut déterminer assez juste la distance qu'il y a entre deux vaisseaux. Le même moyen peut encore servir dans un tems couvert , pour empêcher les Navigateurs d'échouer contre les côtes ; Il faut y faire tirer de tems en tems quelques boîtes ou quelques coups de canon , dont la lumière active & perçante indiquera l'endroit que l'on doit aborder ou éviter ; le bruit qui succédera fera connoître à des Pilotes attentifs , combien ils en sont éloignés. La connoissance de la vitesse du son intéresse également les Géographes ; elle leur est utile pour marquer sur les cartes , les distances des différens lieux séparés les uns des autres par des montagnes inaccessibleles , qui empêchent qu'on puisse les mesu-

rer exactement. Cette connoissance peut même contribuer à notre sécurité relativement au tonnerre , en ce qu'elle nous apprend à juger de la distance de la nuée qui porte la foudre , par l'intervalle de tems entre l'éclair & le roulement , & conséquemment nous fait connoître si nous sommes en sûreté ou non dans l'endroit d'où nous entendons la foudre gronder.

On pourroit aussi , par la vitesse du son , connoître celle du vent , qui l'augmente en certaines circonstances ; car , ôtant de la vitesse ainsi augmentée , la vitesse moyenne du son , qui est de 173 toises par secondes de tems , le reste de la soustraction donnera la vitesse propre de ce vent. Si le vent qui souffle est contraire à la propagation du son , il y a encore un moyen de déterminer sa vitesse , c'est de prendre la différence ordinaire du son , qui est de 173 toises par seconde , à sa vitesse actuelle ; cette différence , en quoi consiste le retardement apporté à sa propagation , fera précisément la vitesse du vent.

Lorsque le son rencontre des surfaces polies & impénétrables , sa direction change , il est renvoyé par ces surfaces , qui deviennent autant de corps sonores qui le réfléchissent & augmentent sa force , en suivant la loi que la Nature impose à tout corps réfléchissant , qui est de

faire son angle de réflexion égal à celui de son incidence.

De cette loi, résulte plusieurs phénomènes. La voix, par exemple, est beaucoup plus sonore dans un appartement non-meublé ou dans un lieu voûté & enfermé de tous côtés, qu'elle ne l'est dans les rues d'une Ville ou en rase-campagne, & en général en plein air, où le son se perd dans un grand espace, au lieu que, dans les autres circonstances, l'oreille reçoit le son direct & le son réfléchi des murs, du plancher, du plafond ou de la voûte; c'est par la même raison qu'un Orateur se fait mieux entendre, lorsque ses Auditeurs sont en petit nombre que lorsqu'ils sont en grand nombre. Dans le premier cas, le mouvement de l'air, excité par sa voix, est réfléchi de toutes parts, quoique d'ailleurs l'endroit soit très-vaste. Dans le second cas, au contraire, la voix de celui qui prononce le discours, se perd dans les habillemens, la frisure, & les autres substances molles que présentent les Auditeurs: il y a plus; la transpiration & les autres exhalaisons qui proviennent de ces personnes & qui se répandent dans l'air environnant, affoiblissent le ressort de ce fluide, & par conséquent le son qui s'y propage. Dans un concert, on

entend distinctement le son des voix & des instrumens , si la salle est boisée & si l'assemblée est peu nombreuse , parce que le son réfléchi se joint encore ici au son direct , & que les vibrations de l'air sont plus répétées ; cela n'arriveroit pas si le lieu de l'assemblée étoit tapissé d'étoffe de laine & fort épaisse , & si les Auditeurs étoient en grand nombre , par la raison que tout corps mou , loin de réfléchir le son , l'amortit au contraire , ainsi que *Muschenbroek* l'a démontré (1). Dans un appartement , dont la fenêtre est ouverte , nous entendons quelquefois mieux ce que l'on dit au dehors que si nous mettions la tête à la fenêtre , parce qu'alors notre oreille ne recevrait que le son direct ; tandis qu'outre celui-ci , elle reçoit , dans le premier cas , le son réfléchi par la surface de l'appartement.

L'eau même , lorsqu'elle est tranquille , peut quelquefois porter , d'un bord à l'autre d'une rivière , la voix de personnes qui parleroient assez bas.

La réflexion du son produit encore un autre phénomène qui n'est pas moins curieux qu'amusant ; c'est l'écho que l'on prend plaisir à faire parler , & dont la voix toujours surprenante

(1) *Muschenbroek*, Cours de Physique. t. III. p. 232.

a été tant célébrée par les Poètes : en effet , l'écho n'est autre chose que la reproduction distincte ou la répétition d'un son & quelquefois de plusieurs sons , dont la réflexion se fait de loin à la rencontre de certains corps.

Pour entendre l'écho , il faut être dans la ligne de réflexion du son & à une certaine distance de l'obstacle qui le réfléchit , si l'on se trouve à une trop grande proximité , on ne peut point distinguer le son réfléchi du son direct , parce qu'ils se confondent ou font en même tems leur impression sur l'oreille ; si l'on est trop éloigné , le son réfléchi est trop foible , ou son impression est peu distincte ; il faut donc être placé à une distance où l'on puisse recevoir l'impression du son direct & du son réfléchi , à peu-près dans toute leur force.

Si l'Observateur est très-proche du corps sonore , & que l'obstacle réfléchissant s'en trouve éloignée d'environ 535 pieds , il y aura environ une seconde d'intervalle entre la perception du son direct & celle du son réfléchi , puisque l'un aura 535 pieds à parcourir pour parvenir à l'obstacle , & l'autre à peu-près le même espace pour arriver à l'oreille de l'Observateur ; par conséquent tous les mots que quelqu'un prononceroit pendant l'intervalle
d'une

d'une seconde , seroient rendus par l'écho , lorsque cette personne cesseroit de parler. Il y a des échos qui ne rendent qu'une syllabe , & qu'on appelle par cette raison *monosyllabes* , tandis qu'on nomme *polyssyllabes* ceux qui répètent plusieurs syllabes , ce qui dépend de la distance de l'obstacle qui réfléchit le son relativement au corps sonore & à l'Observateur.

Plusieurs Physiciens célèbres ont prétendu calculer la distance qui convient à chaque espèce d'écho , en comparant l'espace que le son parcourt en une seconde , & le nombre de sons différens que l'oreille de l'homme peut distinguer dans le même espace de tems ; mais ils ne s'accordent pas entr'eux ; car le Pere *Mersenne* demande 69 pieds de distance entre l'obstacle & le corps sonore , pour que l'écho soit monosyllabe ; tandis que , pour le même écho , *Morton* exige 90 pieds anglois de distance entre l'obstacle & le corps sonore. Suivant ce Physicien , il faut 105 pieds de distance pour un écho de deux syllabes , 160 pieds pour un écho de trois syllabes , 182 pieds pour un de quatre syllabes , & 204 pieds pour un écho de cinq syllabes.

La Nature & la position des lieux , la distance qui se trouve entre les corps réfléchissans , & même l'état actuel de l'air , peuvent donner

différens échos remarquables , quoique très-variés entr'eux.

S'il y avoit des obstacles réfléchissans placés à différentes distances d'une personne qui parleroit , & qu'ils fussent disposés de maniere que les plus éloignés fussent plus hauts que les plus proches , ou qu'il y eut seulement deux obstacles élevés parallèlement l'un à l'autre , & disposés de façon à réfléchir le son vers le même endroit , on entendroit alors différentes répétitions successives du même son articulé ; mais comme la voix paroît ordinairement plus foible & moins claire , lorsqu'elle vient d'un endroit plus éloigné , la répétition qui viendroit de l'obstacle le plus voisin , seroit très-claire ; les autres deviendroient de plus basses en plus basses , en sorte que si on prononçoit l'exclamation , *ah !* les échos répéteroient cette syllabe , dont le son s'affoiblirait de plus en plus ; ce qui représenteroit assez bien les gémissemens d'un moribon.

De même qu'il peut se trouver des échos qui rendent la voix plaintive & à peu-près semblable à celle d'une personne souffrante , il est également possible qu'il y ait des échos qui rendent la voix avec un ris moqueur. Ceux-ci seront formés , comme les précédens , par différens obstacles diversement éloignés ;

&c, s'il est encore vrai qu'il y ait des échos qui rendent la voix tremblante, cet effet peut provenir des feuilles des arbres qui sont dans un continuel mouvement; de même que le son du jeu des orgues, qu'on appelle tremblant, est produit par le moyen d'une soupape appliquée sur un tuyau coupé de biais ou en talus. On en fera certain si, pendant l'hiver, où les arbres sont dénués de feuilles, l'écho cesse d'être tremblant. Si un obstacle a une figure concave, propre à réfléchir un grand nombre de rayons sonores vers le même endroit, à peu-près comme un miroir ardent renvoie les rayons de lumière qui tombent sur sa surface, l'écho qui en résultera criera plus haut qu'on n'aura parlé.

L'écho de la Roche-Pot, sur la route de la Diligence de Paris à Lyon, passe pour répéter distinctement 14 syllabes. Le Pere *Merfenne* (1) parle d'un écho qui étoit proche Ormesson, &c qui répétoit 14 syllabes pendant le jour & 17 pendant la nuit; apparemment parce que l'air, plus tranquille pendant la nuit que pendant le jour, est aussi plus propre à transmettre les vibrations qu'il reçoit. C'est sans doute aussi, pour la même raison, que l'écho de

(1) *Merfenne*, Harm. univers. liv. III. pag. 214.

Wostock (1) répète distinctement 17 syllabes pendant le jour & 20 pendant la nuit. Dans la Province de Suffex , on en trouve un qui répète 21 syllabes. *Kirker, Schot & Misson* , font mention d'un écho du même genre , qui étoit autrefois dans le Château de Simonnette ; il y avoit une fenêtre , d'où celui qui parloit entendoit ses paroles 40 fois de suite.

Les Historiens nous ont conservé la mémoire de plusieurs autres échos , à la vérité moins remarquables que le précédent. Celui qu'on observoit au sépulcre de *Metalla* , femme de *Craffius* , répétoit 5 fois les sons articulés de la voix humaine. Une tour , à Cyzique , les répétoit jusqu'à 7 fois. Il y avoit : sur le bord du Rhin , à peu de distance de Coblentz , un autre écho qui répétoit 17 fois le même mot. « *Bartius* dit , en parlant de » cet écho , que si une personne chante , on » ne l'entend presque point ; mais que l'on » entend très-bien la répétition de sa voix , » & toujours avec des variations surprenantes. » L'écho , ajoute-t-il , semble tantôt s'approcher , tantôt s'éloigner ; si plusieurs personnes écoutent , l'une entend l'écho à droite , » une autre à gauche , &c. »

(1) *Rob. Plot.* Histoire naturelle de la Province d'Oxford en Angleterre.

On lit encore la description d'un écho fort singulier , dans les Mémoires de l'Académie des Sciences , année 1692 ; cet écho étoit situé à 6 ou 700 pas de l'Abbaye de Saint George , près la Ville de Rouen , dans la cour d'une maison de Plaisance , que l'on appeloit *Genetai* ; il avoit cela de particulier , que la personne qui chantoit n'entendoit point la répétition de l'écho , mais seulement sa voix ; tandis que ceux qui écoutoient n'entendoient que l'écho & avec des variations surprenantes ; car il sembloit tantôt s'approcher & tantôt s'éloigner. D'autres fois , ajoute l'Historien de l'Académie , on entendoit très-distinctement la voix , & d'autres fois on ne l'entendoit que foiblement. Enfin , selon les différentes positions respectives de celui qui chantoit & de ceux qui l'écoutoient , on entendoit l'écho d'une maniere différente.

Dans l'Histoire de la même Académie pour l'année 1710 , on trouve encore la description d'un écho qu'on observoit alors à 3 lieues de Verdun ; il étoit formé par deux grosses tours détachées d'un corps-de-logis , & éloignées l'une de l'autre de 36 toises ; l'une avoit un appartement bas de pierre , détaché & voûté ; l'autre n'avoit que son vestibule qui fut voûté. Chacune de ces tours avoit son escalier ; lors-

qu'une personne, placée sur la ligne qui joignoit ces deux édifices, prononçoit un mot d'une voix un peu haute, elle entendoit l'écho répéter le même mot 12 ou 13 fois, par intervalles égaux, mais toujours plus foiblement. Si cette personne parloit à une certaine distance de cette ligne, elle n'entendoit plus l'écho. Enfin si elle parloit sur la ligne qui joignoit l'une des deux tours au corps-de-logis, sa voix n'étoit répétée qu'une seule fois, parce qu'il n'y avoit plus qu'un seul écho par rapport à cette personne; tandis que, dans le premier cas, les deux tours se renvoyoient le son alternativement: de même que deux miroirs qui se regardent multiplient l'image d'une bougie placée entr'eux.

Voilà ce que l'Histoire & les Ouvrages des Physiciens nous offrent de plus frappant & de plus vraisemblable, relativement à l'écho & aux variations singulieres qu'on observe dans ce jeu de la Nature. Or, quoiqu'il paroisse assez facile, dit M. de la Fond (1), de rendre raison de ces sortes de phénomènes, connoissant la position des lieux & en suivant les loix générales de la réflexion des rayons sonores; il est cependant encore des difficultés qui paroissent insolubles

(1) Diction. de Physique. tom. II. pag. 123.

aux plus célèbres Physiciens. Il est nombre d'endroits, ajoute-t-il, qui, conformément à la théorie la mieux entendue, paroïtroient devoir produire des échos, & n'en produisent cependant point; il en est d'autres qui en produisent, & de la production desquels on ne peut rendre une raison satisfaisante. Quoiqu'il en soit, tout ce qui peut réfléchir le son, & le reporter vers l'endroit d'où il est parti, doit être regardé comme une cause propre à produire un écho. Par conséquent les murailles, les vieux remparts des Villes, les édifices, les bois épais, les rochers, les montagnes, les cavernes, les hauteurs situées de l'autre côté d'une rivière, les champs couverts de certaines plantes qui montent fort haut, les nuées mêmes, peuvent produire des échos. De-là viennent ces terribles coups de tonnerre, dont les éclats répétés retentissent avec tant de bruit: on peut aisément confirmer cette vérité; car, si on tire le canon lorsque le tems est serein, on n'entend ordinairement qu'un seul coup; mais si on le tire lorsque le ciel est couvert de nuages, le coup se fait alors entendre plusieurs fois.

Les observations font voir qu'il y a des échos de mer comme des échos de terre. Des coups de fusils, tirés sur des oiseaux de

mer, ont été répétés par de grosses vagues placées sous le vent du vaisseau d'où partoît le coup. Des paroles, fortement prononcées dans un porte-voix, ont été répétées très-distinctement par le côté convexe des voiles de plusieurs vaisseaux, qui passaient au vent du vaisseau d'où venoit la voix. Il faut du vent pour produire des échos en pleine-mer ; car, lorsque le vent ne souffle pas, la mer est calme ou peu agitée ; & les voiles des vaisseaux n'étant pas enflées, ne peuvent réfléchir le son, ni par conséquent occasionner des échos marins.

◆ C H A P I T R E V I.

De l'Air, considéré par rapport à la production & à l'entretien du feu.

LE simple choc & la collision suffisent, comme tout le monde fait, pour produire le feu ; lorsqu'on frappe un caillou par l'acier, l'action étant d'autant plus considérable, qu'elle est portée sur moins de points, elle occasionne une chaleur capable de fondre un globule d'acier qui se détache & enflamme les corps combustibles, c'est-à-dire ceux qui sont de nature à recevoir & entretenir l'ignition. Or, ce double

phénomène ne peut jamais avoir lieu sans le concours de l'air : c'est ce qu'on reconnoît surtout dans la machine du vide. Par le moyen d'un rouage qui fait tourner rapidement deux arcs d'acier qui frappent, par leurs révolutions contre une pierre à fusil, on tire d'abord des étincelles assez vives ; mais à mesure qu'on pompe l'air du récipient, dans lequel cette batterie est renfermée, les étincelles sont moins vives & en moindre quantité ; & quand on a pompé l'air du récipient autant qu'il est possible, les étincelles, qui sont très-rares, paroissent d'un rouge très-foncé, souvent même il ne s'en produit plus.

La nécessité absolue de l'air dans la combustion, se fait reconnoître plus aisément lorsqu'on met une chandelle allumée sous le récipient. La flamme de cette chandelle est d'abord longue ; mais, dès qu'on commence à pomper l'air, elle se raccourcit de plus en plus, jusqu'à ce qu'elle ne forme plus qu'un petit globe, qui s'éteint & disparoit d'autant plus vite qu'on rarefie l'air plus promptement : un charbon ardent noircit & s'éteint dans les mêmes circonstances. Cependant l'acide nitreux fumant, étant versé sur l'huile essentielle de térébenthine, l'enflamme dans le vide, & cette huile ainsi enflammée, brise & met tout

en piéces ; la poudre à canon y prend également feu. Si on chauffe jusqu'à un certain point le phosphore artificiel renfermé dans le vide, il s'enflammera de même & se consumera ; mais si ces substances, & quelques autres encore, semblent faire exception à la loi générale que nous voulons établir, c'est qu'elles contiennent l'air nécessaire à leur combustion, ainsi que nous le verrons dans la suite.

Les corps brûlans, & dans le mouvement igné, s'éteignent, quoiqu'on les plonge dans des liqueurs inflammables, soit que ces liqueurs brûlent elles-mêmes ou qu'elles ne brûlent point. Si l'on plonge dans de l'esprit-de-vin enflammé ou dans de l'huile, un charbon ardent, & qu'on le retire ensuite de ces liqueurs, on remarque qu'il est éteint, comme si on l'eût plongée dans l'eau ; cet effet vient de ce que ces liqueurs s'appliquent très-immédiatement à la surface du charbon, & qu'elles lui interceptent toute communication avec l'air.

La présence de l'air est non-seulement d'une nécessité absolue dans la combustion, mais il faut encore que ce fluide ait sans cesse un libre accès auprès de la substance combustible, dans laquelle on a dessein de développer ou d'entretenir le mouvement d'ignition ; car, si l'air est stagnant & non-renouvelé, la combustion

n'aura point lieu , ou ne se fera qu'en raison de la quantité d'air qui environnera la matiere combustible , ou de celle qu'elle contiendra en elle-même. Le charbon bien allumé , qu'on enferme dans un étouffoir pour l'éteindre , est un exemple qui prouve cette proposition.

Voici des preuves plus directes. Si on met des charbons noirs bien secs dans un creuset exactement fermé , & qu'on les expose ensuite pendant plusieurs heures à l'action du plus grand feu , on retrouvera ces charbons tels qu'ils étoient avant l'opération , c'est-à-dire que , malgré la violence & la continuité du feu , ils n'auront rien perdu de leurs poids , & qu'ils n'auront souffert aucune combustion.

M. *Darcel* a cependant trouvé le charbon réduit en cendres dans une boule de porcelaine , fermée hermétiquement , qu'il avoit exposée à un feu violent ; mais , suivant M. *Macquer* , autre Chimiste très-célebre , l'air peut très-bien s'introduire dans une boule de cette espece par de petites gerfures qui s'y forment lorsqu'elle subit toute l'activité du feu , & qui se ferment lors de son refroidissement. Par conséquent l'expérience de M. *Darcel* ne nous empêche point d'établir pour regle générale , que le concours de l'air est indispensablement nécessaire pour entretenir la combustion des

corps. L'expérience suivante vient encore à l'appui de cette vérité.

Si l'on renferme sous une cloche de verre, posée sur des cuirs mouillés, un bout de chandelle allumée, qui ait un lumignon assez long, la lumière brûle d'abord très-bien; elle quitte insensiblement la mèche, chemine jusque vers son extrémité, & finit par la quitter & s'éteindre; il s'échappe aussi-tôt du lumignon, qui reste encore embrasé, une fumée qui s'élève perpendiculairement: enfin la cloche adhère sensiblement à son support. Si on répète l'expérience, en tenant le bord inférieur de la cloche plongé dans l'eau, la lumière ne subsiste encore ici que pendant un tems très-court, qui paroît, comme dans le premier cas, en proportion de la grandeur du récipient; & on voit l'eau monter, au moment de l'extinction, pour remplir le vide qui s'est formé sous la cloche.

Il est donc très-certain que la combustion n'a point lieu sans le concours de l'air, & que, pour l'entretenir, il faut donner un libre cours à ce fluide, puisqu'il est prouvé démonstrativement qu'un volume donné d'air ne peut entretenir, que pendant un tems limité, la déflagration d'une certaine quantité de matière combustible.

Cette nécessité absolue de l'air , dans la combustion , a été interprétée de plusieurs manières par les Physiciens qui s'en sont occupés. *Boerhaave* croyoit que c'étoit en s'appliquant à la surface des corps combustibles , que l'air favoriferoit la désunion de leurs principes. On conçoit , dans cette hypothèse , pourquoi le feu est plus actif dans un air plus dense que dans un air plus rare ; pourquoi , par exemple le feu de nos foyers brûle mieux en hiver & par un tems de gelée que par un tems humide ou pendant les grandes chaleurs de l'été : mais dire , avec *Boerhaave* , que l'air , par sa pesanteur & par son ressort , tient continuellement la flamme appliquée sur le corps combustible , & que plus il est dense , plus il augmente le contact ; ce n'est assurément pas expliquer pourquoi le même air ne peut pas toujours servir à la combustion. Aussi plusieurs Physiciens ont mieux aimé s'en tenir à l'opinion des Anciens qui croyoient que le feu consommoit l'air comme son aliment ; cependant M. de *Morveau* a donné , il y quelques années , sur les phénomènes de l'air , un Mémoire rempli de très-belles expériences (1), qui militent en faveur de l'action mécanique de l'air

(1) Mémoires de l'Académie de Dijon. tom. I.

dans la combustion. Nous ne parlerons ici que de celles qui ont rapport à l'extinction de la lumière d'une bougie ou de tout autre corps que l'on fait brûler sous un récipient plein d'air. Voici à peu-près comment M. de *Morveau* rend raison de ce phénomène.

La bougie brûle d'abord , parce qu'elle est placée dans une masse d'air prise dans son état naturel ; mais elle ne tarde pas à s'éteindre , parce que la chaleur de la flamme raréfie l'air : une partie s'est échappée par les bords de la cloche ; ce dont on peut s'assurer en mettant autour de ses bords du sable ou de la poussière , qui est repoussée par l'air intérieur qui se dilate. L'élasticité de cet air est tellement augmentée, qu'elle comprime la flamme & l'oblige de s'éteindre.

Si l'extinction de la lumière est dûe à l'air absorbé par la flamme , comme on l'avoit toujours pensé , il devroit s'ensuivre , dit M. de *Morveau* , qu'en introduisant sous la cloche , une quantité d'air égale à celle qu'on présume avoir été absorbée , la lumière ne devroit pas s'éteindre ; cependant il arrive le contraire. M. de *Morveau* , dans une semblable expérience , a fait entrer de l'air sous la cloche , en remontant le piston de la machine pneumatique , avec les précautions nécessaires

pour que cet air ne produisît aucune agitation à la flamme ; la lumière s'est éteinte plus promptement , comme l'avoit prévu cet habile Physicien , parce qu'alors il se trouve sous le récipient une plus grande quantité d'air , dont l'élasticité augmente à proportion , qui comprime la flamme davantage & ne lui permet pas de subsister aussi long-tems.

M. de Morveau ne s'est pas contenté de ces expériences ; il en a fait d'autres qui sont très-propres à confirmer sa théorie ; il a pris un bocal de verre , dont la moitié avoit cinq pouces de diamètre , & l'autre deux pouces ; c'est par ce dernier côté qu'étoit l'ouverture. Il a suspendu ce bocal , l'ouverture en bas à deux pouces au-dessus de son support , de manière que l'intérieur avoit une libre communication avec l'air extérieur : il a introduit , au milieu de la hauteur de ce bocal , une bougie allumée , qui s'est éteinte aussi promptement que si l'ouverture eût été exactement fermée. Suivant M. de Morveau , l'air raréfié dans la partie supérieure , comprimait la flamme , comme dans l'expérience précédente. Cet air ne pouvoit pas diminuer d'élasticité , parce que la partie supérieure ne lui offroit pas d'issue , comme cela auroit été nécessaire pour l'entretien de la flamme. D'un autre côté , l'air extérieur faisoit équilibre à

celui renfermé dans le vase , & le retenoit dans cet état d'élasticité & de raréfaction.

M. de Morveau a ensuite répété cette expérience avec le même bocal , mais en tenant l'ouverture en haut ; il s'est assuré qu'en quelque endroit qu'on plaçât la lumière , elle ne s'éteignoit pas , même en mettant une glace à un pouce de distance au-dessus de l'ouverture du vase , parce qu'à mesure que l'air se raré-
 fioit par la chaleur , il s'échappoit & il en rentroit d'autre le long des parois du vase , qui entretenoit la flamme.

C'est par des expériences aussi ingénieuses & en même tems aussi concluantes que celles dont nous venons de parler , que M. de Morveau a démontré en général que l'air agit par sa pesanteur & son ressort dans la combustion ; mais , comme l'a dit depuis ce célèbre Chimiste , on a enfin démontré ce qu'on avoit long-tems supposé sans preuve. Il résulte , comme nous le verrons , des découvertes modernes , que ce n'est pas seulement l'action mécanique de l'air qui est nécessaire à la combustion & à la calcination ; qu'une partie de ce fluide se fixe réellement dans les corps soumis à ces opérations ; que tout l'air commun n'est pas disposé à entrer dans cette combinaison ; & que quand il est épuisé de la
 portion

portion qui en est susceptible , il devient incapable de servir , soit à l'ignition , soit à la calcination , soit à la respiration des animaux.

C H A P I T R E V I I .

De l'action de l'Air dans les Machines.

AVEC la connoissance que nous avons de la pesanteur & du ressort de l'air , il nous sera facile de saisir les applications qu'on en a faites , en différens tems , dans plusieurs machines utiles & agréables. Nous commencerons par la statue de *Memnon* , qui , si l'on en croit *Pline* , *Philostrate* , *Strabon* , &c. chantoit au lever du soleil.

Les Egyptiens , pour perpétuer la mémoire de *Memnon* , avoient érigé , en son honneur , dans le Temple du Dieu *Apis* , sur les bords du fleuve *Bélus* , une statue qui avoit cette propriété , qu'étant éclairée & frappée par les rayons du soleil , elle rendoit un son aussi mélodieux que celui d'une lyre ou d'une guitare , aulieu que le soir elle en rendoit un lugubre , ce qui pouvoit être un effet très-naturel de la dilatation & de la condensation de l'air. Le Pere *Kirker* , à qui les sciences ont

corps. L'expérience suivante vient encore à l'appui de cette vérité.

Si l'on renferme sous une cloche de verre, posée sur des cuirs mouillés, un bout de chandelle allumée, qui ait un lumignon assez long, la lumière brûle d'abord très-bien; elle quitte insensiblement la mèche, chemine jusque vers son extrémité, & finit par la quitter & s'éteindre; il s'échappe aussi-tôt du lumignon, qui reste encore embrasé, une fumée qui s'élève perpendiculairement: enfin la cloche adhère sensiblement à son support. Si on répète l'expérience, en tenant le bord inférieur de la cloche plongé dans l'eau, la lumière ne subsiste encore ici que pendant un tems très-court, qui paroît, comme dans le premier cas, en proportion de la grandeur du récipient; & on voit l'eau monter, au moment de l'extinction, pour remplir le vide qui s'est formé sous la cloche.

Il est donc très-certain que la combustion n'a point lieu sans le concours de l'air, & que, pour l'entretenir, il faut donner un libre cours à ce fluide, puisqu'il est prouvé démonstrativement qu'un volume donné d'air ne peut entretenir, que pendant un tems limité, la déflagration d'une certaine quantité de matière combustible.

» lorsqu'on allumoit de grosses chandelles qu'on
» avoit mises à ses côtés. Le Peuple croyoit
» que c'étoit-là un miracle ; & les Prêtres de
» ce tems-là trouvoient leur intérêt à les
» laisser dans cette persuasion ; la dilatation
» de l'air étoit encore l'agent de cette ma-
» chine ».

» Une statue de femme étoit élevée au mi-
» lieu d'un bassin , sur le bord duquel s'éle-
» voient quatre colonnes , qui soutenoient une
» espece de dais de métal , dont la forme
» étoit celle d'une hémisphère ; on attachoit
» avec des bras de grosses chandelles aux co-
» lonnes , qu'on allumoit lorsqu'on vouloit
» avoir du lait de cette statue : la chaleur ra-
» réfioit l'air qui étoit dans l'hémisphère ; &
» cet air raréfié descendoit dans le bassin , sur
» lequel reposoit la statue où l'on avoit mis
» du lait ; il pressoit ainsi ce lait , & l'oblî-
» geoit à monter par différens tuyaux , qui
» aboutissoient à ses mamelles , & à en sortir ».

Les Physiciens ont simplifié cette invention
& en ont fait une fontaine plus agréable que
celle des Anciens. Voyez le second volume de
*la Description & Usage d'un Cabinet de Phy-
sique* , par mon oncle , M. de la Fond ; ou au-
trement , prenez une bouteille sphérique de
verre , dont le col soit très-court ; remplissez-

la d'eau aux deux tiers environ de sa capacité ; fermez ce matras avec un bouchon de liège, à travers lequel vous aurez fait passer un tube de verre très-étroit, ouvert à ses extrémités & suffisamment long pour descendre dans le matras, à une ligne près de son fond, & excéder le bouchon d'environ un pouce ; appliquez ensuite du mastic aux endroits par où l'air renfermé dans le matras pourroit s'échapper ; cela fait, plongez le ventre du matras dans une masse d'eau bouillante ; la chaleur de celle-ci dilatera l'air renfermé dans le matras, & l'eau cédant à son action, en sortira par le tube & jaillira à un pied & plus de hauteur ; le jet décroîtra ensuite à proportion que l'air dilaté occupera plus d'espace dans le matras.

Le célèbre Mathématicien *Hyéron* avoit imaginé une fontaine qui agissoit par la compression de l'air ; on en trouvera la description dans le *Dictionnaire universel de Mathématiques & de Physique*, tom. I. art. *Fontaine*, où il est encore parlé d'une autre fontaine qui donne trois liqueurs différentes, & qui n'est qu'une modification de celle d'*Hyéron*, pour laquelle on peut encore consulter le second volume de la *Description & Usage d'un Cabinet de Physique*, si l'on est curieux de connoître les changemens qu'on y a faits.

De toutes les machines , dans lesquelles l'action de l'air est employée , la plus simple est sans contredit la *Pompe des Celliers* ; c'est un tuyau de verre ou de métal , qui est ouvert à ses extrémités & renflé dans son milieu : cet instrument tire son nom de son usage ; il sert à puiser du vin dans un tonneau , ou tout autre vaisseau , sans troubler la liqueur. Pour cela , on le plonge presque entièrement dans la masse de liqueur , ayant attention de laisser les deux extrémités du tube ouvertes ; la liqueur entre en possession de la capacité qu'on lui présente , & elle en chasse l'air à proportion. Le vaisseau est-il plein de liqueur ? pour la transporter sans craindre qu'elle se répande , il faut fermer , avec le doigt , l'orifice supérieur du tube ; si on veut ensuite que la liqueur coule & tombe dans un vaisseau destiné à la recevoir , il ne s'agit que de déboucher l'orifice supérieur du tube , en ôtant son doigt.

Il n'est point surprenant qu'une liqueur , contenue dans la pompe des celliers , ne s'écoule point par l'orifice inférieur , lorsque le supérieur est fermé de manière à ne pouvoir donner entrée à l'air ; puisque l'air , qui presse en tout sens & qui peut , par son poids , faire équilibre à une colonne d'eau d'environ 32 pieds , ainsi que nous l'avons démontré ,

agit alors seulement à l'extrémité ouverte de l'instrument. L'écoulement de la liqueur, qui a lieu quand on débouche l'orifice supérieur du vaisseau, n'a rien encore de surprenant pour nous, parce que nous concevons que le poids de la colonne d'air, qui répond à cette ouverture, se joint à celui du liquide qu'elle presse, & rend nulle la résistance qui lui est opposée par la colonne d'air qui presse inférieurement.

Le jeu de la pompe des celliers, qui peut être interrompu à volonté, a fait imaginer une espèce d'arrosoir qui est aussi facile à remplir d'eau qu'à transporter plein de ce liquide ; c'est un vaisseau cylindrique de métal, qui est percé à son fond d'un grand nombre de petits trous, & qui s'ouvre supérieurement par un tube.

Pour remplir d'eau ce vaisseau, on le plonge dans une masse de ce liquide ; celui-ci pénètre par les trous dont le fond est percé, & s'élève dans le vaisseau jusqu'à ce qu'il soit à niveau dans les deux capacités. Pour le transporter ensuite hors de l'eau, sans que celle qu'il contient se répande, on bouche, avec le doigt, le tube qui s'ouvre dans la partie supérieure du vaisseau ; enfin on le met en jeu de la même manière que la pompe des celliers.

L'Entonnoir , qu'on appelle *magique* , mais auquel le nom d'Entonnoir à commandement conviendrait mieux , est encore une machine dont la pompe des celliers a dû donner l'idée.

Il est fait de deux entonnoirs , l'un intérieur , l'autre extérieur , qui laissent entr'eux un espace vide propre à contenir une petite quantité de liqueur. Ces deux entonnoirs sont soudés par leurs bords , ainsi qu'à une queue qui leur est commune. Un petit trou pratiqué à l'origine de cette queue , s'ouvre dans l'espace intermédiaire ; il en est de même d'un autre trou ménagé vers l'anse de cet instrument.

On verse de l'eau , ou toute autre liqueur , dans cette espèce d'entonnoir , après avoir bouché avec le doigt , l'orifice inférieur de la queue : une portion de la liqueur passe dans l'espace intermédiaire ; elle y pénètre par l'ouverture pratiquée à l'origine de la queue , & à proportion qu'elle s'élève dans cet espace , l'air s'en échappe par l'orifice pratiqué près de l'anse : de sorte que , quand l'entonnoir intérieur est entièrement plein de liqueur , l'espace intermédiaire l'est également ; on bouche alors , avec le doigt , le trou par lequel l'air s'est échappé de l'espace compris entre les deux entonnoirs , & on débouche ensuite la queue de l'instrument : la liqueur contenue dans l'en-

tonnoir intérieur s'écoule naturellement; mais il n'en est pas de même de celle qui est renfermée dans l'espace intermédiaire , pressée seulement par la colonne d'air qui répond à l'orifice inférieur, elle demeure en possession de l'espace jusqu'à ce qu'on permette à l'air de pénétrer de haut en bas dans la cavité intermédiaire par le trou ménagé vers l'ansc.

C'est par cet artifice que les Charlatans font accroire, au Peuple ignorant, qu'ils ont le secret de faire couler de l'eau d'un vaisseau qui n'en contient point, ainsi que le pouvoir de changer l'eau en vin, s'ils ont rempli de vin l'espace intermédiaire, avant de se présenter en public.

Le poids de l'air est encore l'agent d'une fontaine dont ils se servent pour éblouir les yeux de cette classe d'hommes, & captiver leurs suffrages; ils l'appellent *fontaine à commandement*; elle est connue en Physique sous le nom de *fontaine intermittente*.

Cette fontaine, qu'on attribue à *Sturmius*, est composée d'un réservoir, du fond duquel partent cinq tuyaux; quatre sont destinés à l'écoulement de la liqueur dont on remplit le réservoir, tandis que le cinquième, qui est incomparablement plus long & plus gros, & qui s'élève jusqu'au réservoir, est lui-même

destiné à porter l'air au-dessus de la liqueur qui y est comprise.

La portion extérieure de ce tube est échan-crée vers le bas ; on l'implante dans un autre tube qui est également échan-cré dans le bas , & qui occupe le centre d'un grand bassin , dont le fond est percé d'un petit trou : ce trou est pour l'écoulement de l'eau que le bassin reçoit des ajutages ou des quatre petits tuyaux ; il est à remarquer que la somme des ouvertures de ces ajutages est plus grande que le trou pratiqué au centre du bassin ; par conséquent l'eau ne s'écoule pas dans la même proportion qu'elle tombe dans le bassin. Enfin l'eau qui s'écoule par le trou , est reçue dans un second bassin , qui paroît ne faire qu'un avec le premier , & qui est percé d'un trou sur le côté par où l'air s'échappe pour faire place à l'eau , & par où encore on vide le bassin après l'expérience.

La fontaine étant remplie d'eau , & les échan-crures faites aux deux tubes étant en correspondance , l'eau commence à couler , parce que la communication du réservoir avec l'air extérieur est alors ouverte , & que l'eau est pressée davantage par la colonne d'air , à laquelle les échan-crures donnent entrée dans le réservoir , que par les colonnes d'air plus

courtes qui répondent aux ajustages ; mais après qu'il s'est écoulé suffisamment d'eau pour fermer le passage à l'air en noyant les échancrures, le jeu de la fontaine est interrompu par les colonnes d'air qui se présentent aux ajustages. Pendant cette interruption, l'eau qui est tombée dans le bassin & qui bouche l'échancrure, continue à s'écouler par le trou qui est pratiqué au centre du bassin ; elle baisse de plus en plus dans ce bassin, & l'échancrure est enfin mise à découvert. L'air extérieur, pouvant alors pénétrer de nouveau dans le réservoir, va presser l'eau qu'il contient & surmonter la résistance des colonnes d'air plus courtes : la fontaine recommence à jouer, & elle continue à fournir de l'eau jusqu'à ce que l'échancrure soit noyée de nouveau par ce liquide, & ne donne plus entrée à l'air ; c'est donc la pression alternative de l'air qui rend les écoulemens de cette fontaine intermittens.

Si l'on veut donner un air de mystère à cette fontaine, on la décore d'ornemens, surtout aux endroits où se fait l'écoulement, afin de le cacher. En remarquant le tems où cette fontaine manque d'air, on lui commande alors de cesser, & elle cesse en effet ; mais, lorsqu'on s'apperçoit que l'air va rentrer, on lui commande de couler, & elle coule ; c'est de-là

que lui vient le nom de fontaine à commandement,

Parmi les fontaines naturelles , il y en a qui sont sujettes également à des intermittences ; telle est la source *Bullerbon* en Westphalie , qui sort en bouillonnant avec grand bruit , & qui est à sec deux fois le jour ; la source de *Colmar* en Provence , dont l'eau coule de la grosseur du bras , & s'arrête alternativement de sept minutes en sept minutes ; la source de *Laywel* , près de *Torbey* en Devonshire , dont les flux & les repos se répètent jusqu'à 16 fois par demi-heure. Le phénomène de ces fontaines intermittentes , s'explique d'une manière satisfaisante , par le moyen de certains siphons naturels & souterrains qui sont mis en jeu par la pression de l'air , ainsi qu'on peut le démontrer en se servant d'un *siphon artificiel*.

C'est ainsi qu'on appelle un tube de verre , de métal ou de telle autre matière solide , s'il est recourbé de façon à présenter deux jambes , l'une plus courte que l'autre.

Cette machine , qui est susceptible de modifications différentes , nous procure de très-grands services ; c'est par son moyen qu'on parvient à soutirer , sans peine & sans aucune perte , le vin d'un poinçon pour le faire passer dans un autre ; c'est par son moyen encore

que les Chimistes parviennent à séparer aisément les liqueurs de densité différente , lorsqu'elles sont contenues dans un même vaisseau.

Pour transférer une liqueur quelconque par le moyen du siphon , on plonge sa jambe plus courte dans cette liqueur ; elle s'y élève à la même hauteur que dans le vaisseau qui la contient. On pompe ensuite l'air en aspirant par l'extrémité de la jambe plus longue ; le liquide passe alors dans cette jambe , & coule par son orifice , tant que l'extrémité de la jambe plus courte est plongée dans ce liquide.

Avant que l'on pompe l'air par l'extrémité de la jambe plus longue , la liqueur ne s'élève dans le siphon que par la pression des colonnes environnantes de liqueur , avec lesquelles elle se met de niveau , ainsi qu'il arrive à tous les liquides homogènes lorsqu'ils sont livrés à leur propre pesanteur dans des tubes ou dans des réservoirs communiquans , qui ne sont point capillaires : cependant l'air qui s'appuie sur la liqueur du réservoir , fait effort pour faire monter cette liqueur jusqu'au haut de la jambe plus courte du siphon ; mais comme l'air qui remplit presque entièrement le siphon , fait dans le même tems un effort égal pour empêcher la liqueur de monter au-dessus de son niveau , ces deux forces égales & opposées se détrui-

sent, & la liqueur reste à niveau tant qu'il y a équilibre entre ces deux forces.

Mais, quand on pompe l'air qui remplit la plus grande partie de la capacité du siphon, la liqueur du vase se porte, malgré sa gravitation, jusque dans la crosse du siphon, parce qu'elle est alors maîtrisée davantage par l'air qui s'appuie sur la liqueur du vase, que par celui que l'on raréfie dans le siphon, & que d'ailleurs la pression de l'air extérieur est capable d'élever l'eau dans le vide jusqu'à la hauteur de 32 pieds.

La liqueur, poussée dans la crosse du siphon par la pression de l'air, descend par la jambe plus longue, & vient emplir la bouche de celui qui pompe l'air; cela doit être ainsi, puisque l'air a été raréfié dans la capacité du siphon. La liqueur continue à couler sans interruption, & cependant, dira-t-on, elle est pressée davantage par la colonne d'air qui répond à l'orifice de la jambe plus longue, que par celle à laquelle on attribue l'écoulement; la première étant plus longue de toute la hauteur, prise depuis la surface de la liqueur du réservoir jusqu'à l'extrémité de la longue jambe.

Cette difficulté s'évanouira, si on considère qu'au poids de la colonne d'air plus courte,

qui agit sur la liqueur du réservoir , se joint celui de la colonne de liqueur comprise dans la jambe plus longue , & que , cette colonne de liqueur étant incomparablement plus pesante qu'une colonne d'air semblable , elle fait plus que compenser l'excès de pression de la colonne d'air plus longue. Il n'est donc point étonnant que la liqueur continue à couler , malgré la pression qu'elle éprouve de la part de cette dernière colonne.

Plus la jambe extérieure du siphon surpasse en longueur la jambe qui est plongée dans la liqueur , plus celle-ci coule en abondance par l'extrémité de la première , parce que , plus la colonne de liqueur comprise dans cette branche a de longueur , plus elle a de pesanteur propre à détruire la pression de la colonne d'air qui s'oppose au libre écoulement de la liqueur , & qui empêche le plein effet de la colonne d'air opposée.

Si la liqueur , comprise dans la jambe plus longue du siphon , étoit de l'eau , & qu'elle y y formât une colonne de 32 pieds de hauteur , cette colonne aqueuse feroit équilibre à la colonne d'air correspondante ; elle détruiroit totalement son action ; & la colonne d'air opposée auroit son plein & entier effet sur la

colonne de liqueur comprise dans la jambe plus courte , comme si elle la pressoit dans un vide parfait.

Pour mettre le siphon en jeu , on n'a pas toujours recours au moyen que nous avons indiqué , parce qu'on ne peut se garantir de recevoir dans la bouche , & en quantité plus ou moins grande , la liqueur que l'on veut transférer , ce qui seroit désagréable & même dangereux en quantité de circonstances. Pour parer à cet inconvénient , avant de plonger la jambe plus courte du siphon dans la liqueur qu'on se propose de soutirer , on remplit entièrement d'eau le siphon , soit en faisant une succion à l'orifice de sa jambe plus longue , la plus courte étant alors plongée dans une masse d'eau , soit en versant ce liquide dans la jambe plus longue , après avoir appliqué le doigt à l'orifice de la plus courte ; on bouche ensuite , avec un doigt de l'autre main , l'orifice de la jambe plus longue du siphon ; cela fait , on met à découvert l'orifice de sa jambe plus courte , sans craindre que l'eau dont elle est remplie s'écoule par son orifice , puisqu'elle y est alors retenue par la pression de la colonne d'air correspondante.

La jambe plus courte du siphon étant plongée dans la liqueur qu'on a dessein de transférer , on débouche l'extrémité de la jambe

plus longue ; l'eau coule alors par l'orifice de cette jambe , & elle abandonne , à proportion , l'espace qu'elle occupe , à la liqueur dans laquelle la jambe plus courte est plongée : ainsi cette liqueur coule à son tour.

Il y a une troisième maniere de procéder , qui n'a ni les inconvéniens de la première , ni ceux qu'on peut encore reprocher à la seconde ; elle consiste à faire usage d'un siphon à trois branches , qui differe du siphon ordinaire par un tube communiquant , qui est soudé vers le bas de la plus longue de ses deux jambes , & qui s'éleve parallèlement à cette jambe.

Pour faire jouer ce siphon , après avoir plongé la plus courte de ses trois jambes dans une liqueur , on bouche , avec le doigt , l'orifice de la plus longue , & on pompe ensuite l'air en aspirant à l'ouverture du tube communiquant ; la liqueur franchit alors la crosse du siphon , & elle se porte dans la jambe plus longue. L'Opérateur , ayant l'œil placé vers la crosse , apperçoit ce qui s'y passe ; il cesse d'aspirer & de boucher l'orifice de la jambe plus longue , assez à tems pour ne point amener la liqueur dans sa bouche.

Il en est d'un liquide qui descend par la jambe plus longue d'un siphon , comme de tous les corps qu'on abandonne à eux-mêmes ,
 au-dessus

au-dessus de la surface de la terre ; maîtrisé comme eux par la force de gravitation , le liquide accélère son mouvement en descendant par la jambe du siphon , & il acquiert pendant sa chute , une quantité de mouvement , suffisante pour remonter à la hauteur d'où il est descendu. De-là , si on dispoit l'extrémité de la jambe plus longue du siphon , de manière que le liquide pût en sortir de bas en haut , & par un orifice très-étroit , il jailliroit alors & remonteroit , non pas jusqu'à la hauteur du réservoir , mais seulement jusqu'aux deux-tiers ou environ de cette hauteur.

Pour que l'eau , dans cette circonstance , s'élevât en jaillissant à la hauteur d'où elle se précipite , il faudroit qu'elle ne perdît rien de la force qu'elle acquiert en tombant , où qu'elle n'eût point à vaincre en même tems plusieurs obstacles , qui sont la résistance de l'air dans lequel elle s'éleve , son propre poids lorsqu'elle retombe sur elle-même , & le frottement qu'elle éprouve en parcourant le tuyau & en sortant par l'ajutage.

Ce frottement , qui détruit une portion de la force que l'eau acquiert par sa chute , & qui s'oppose d'autant à ce qu'elle parvienne à la hauteur du réservoir d'où elle est partie : ce frottement est le seul obstacle auquel on

puisse remédier , jusqu'à un certain point , sans inconvénient. Il est d'autant plus foible que le diamètre du canal par lequel l'eau descend , est plus grand par rapport à celui de la lumière ou de l'ajutage. Nous devons cependant observer que cette disposition reconnoît des bornes ; la raison en est , que le frottement de l'eau contre l'ouverture de l'ajutage est d'autant plus grand , que cette ouverture est elle-même plus petite.

Nous observerons encore que rien n'augmentant autant le frottement qu'un ajutage en cône , on doit donner la préférence à une plaque que l'on appliquera sur l'ouverture du tuyau de conduite , & que l'on percera d'un trou proportionné à la grosseur du tuyau.

L'épaisseur de cette plaque n'est point indifférente : l'expérience nous apprend qu'il faut donner à cette plaque $\frac{1}{20}$ de pouce d'épaisseur , lorsque l'eau doit jaillir à 20 pieds ; $\frac{1}{15}$ de pouce , lorsqu'elle doit s'élever depuis 20 jusqu'à 35 pieds ; $\frac{1}{7}$ de pouce , lorsqu'elle doit s'élan- cer depuis 35 jusqu'à 50 pieds , &c.

Deux Physiciens célèbres , le Docteur *Desaguilliers* & *Mariotte* , ont traité fort au long de cette partie hydraulique ; le premier , dans son *Cours de Physique* ; & le dernier , dans un Ouvrage intitulé , *Mouvement des Eaux*. C'est

à ces deux sources que vous pourrez puiser toutes les connoissances qui complètent la théorie des jets-d'eaux.

Quant à ceux qu'on peut construire avec des siphons, nous observerons, 1^o. que si l'eau, à la fin de sa chute, trouve plusieurs issues différemment disposées, elle forme alors plusieurs jets qui affectent différentes directions; 2^o. que l'eau jaillit au-dessus de sa source lorsque la crosse du siphon est armée d'un ajutage, & renfermée dans un vaisseau où l'air est raréfié. *M. de la Fond* nous en fournit les moyens, dans le second volume de sa *Description & Usage d'un Cabinet de Physique*.

Plusieurs Physiciens ont cru que la pesanteur de l'air n'étoit pas la cause déterminante de l'écoulement des liqueurs par les siphons; mais il est facile de prouver qu'un siphon ne produit son effet qu'autant que la liqueur qu'on veut soutirer, par son moyen, est soumise à l'action de l'air extérieur.

Portez la jambe plus courte d'un siphon dans un vase plein d'eau; bouchez ensuite ce vase de maniere que l'air environnant ne puisse y avoir accès; & pompez l'air du siphon en aspirant à l'extrémité de la jambe plus longue: s'il y a de l'air renfermé avec l'eau dans la bouteille, cet air débandera son ressort ou fera

effort pour occuper un plus grand espace ; l'eau en conséquence se portera dans la jambe plus longue du siphon , & elle la parcourra en partie ; mais dès que vous cesserez d'aspirer , cette eau , par un mouvement rétrograde , passera dans la jambe plus courte & dans le vaisseau , parce que l'air , dilaté dans ce vaisseau , se réduira alors à son premier volume , pour faire équilibre à l'air extérieur qui rentrera dans le siphon : l'eau s'élèvera une seconde fois ; mais pour couler par le siphon. Si vous n'aspirez qu'après avoir ouvert un passage à l'air dans le haut du vaisseau , & si vous fermez ce passage pendant que l'eau coulera encore , son écoulement cessera au-flitôt.

Nous ne pouvons passer ici sous silence la difficulté proposée par *Reifelius* (1) , relativement au jeu des siphons ; il observe qu'un siphon , dont les jambes sont de même longueur , peut être employé à soutirer une liqueur , & qui plus est , que ce siphon , inventé par *Jean Jordan* , permet à la liqueur de s'écouler indifféremment par les deux jambes , ce que ne fait pas le siphon ordinaire.

L'écoulement alternatif de l'eau ou de toute autre liqueur par les deux jambes du siphon

(1) Journal des Savans , année 1685.

de *Reislius* a paru d'abord merveilleux aux Physiciens ; mais le charme n'a pas tardé à disparoître , & on n'a plus vu , dans cet écoulement , qu'un effet produit par la même cause qui détermine l'eau à couler par la jambe plus longue du siphon ordinaire.

En considérant celui-ci en exercice , nous avons remarqué que la colonne de liqueur , comprise dans la jambe plus longue , détruit en partie , & par son excès de poids , l'action de la colonne d'air correspondante ; & que c'est la raison pour laquelle la liqueur du réservoir , pressée par l'air , continue à s'écouler par le siphon. Or , on peut , & même on doit expliquer de la même maniere , l'écoulement de l'eau par le siphon de *Reislius* , puisque quand cet instrument est mis lui-même en exercice , la jambe par laquelle la liqueur s'écoule , est plus longue que l'autre , de toute la quantité dont celle-ci est plongée dans la liqueur.

La connoissance des siphons & de leur mécanisme , date de 441 ans avant J. C. au moins attribue - t - on à *Hyéron* d'Alexandrie , qui vivoit dans ce tems , l'invention des *diabettes* : c'est ainsi qu'on appelle des verres dont la coupe , la tige & la patte sont percées , & dans lesquels on renferme des siphons qui sont ,

ou formés d'un tube courbé, ou composés de deux tubes, l'un recouvrant l'autre. La longue jambe du siphon, ou le tube qui en fait l'office, descend le long de l'intérieur de la tige du verre, & s'ouvre sous sa patte, où il est mastiqué; tandis que la jambe plus courte, ou le tube qui la représente, s'ouvre près du fond de la coupe du verre. Ces verres contiennent l'eau qu'on y met, jusqu'à ce qu'ils soient presque pleins; mais, lorsqu'elle est parvenue à ce terme, elle s'écoule jusqu'à la dernière goutte.

Il y a de ces diabettes dans lesquels on met un tentale, qui fait l'office de la jambe plus courte & en même tems de la jambe plus longue d'un siphon. Lorsque l'eau, versée dans ces sortes de verres, est à la hauteur des lèvres du tentale, elle fuit, & le verre se vide.

Enfin il y a de ces verres dont les effets sont d'autant plus surprenans, qu'on n'apperçoit point les siphons qui procurent l'écoulement des liqueurs qu'on y a versées, parce qu'ils sont pratiqués dans l'épaisseur même de ces verres.

En se servant d'un siphon, le *Pere Kirker* a imaginé une fontaine artificielle, si curieuse que *M. Wolf* l'a jugée digne de son attention. Elle est composée d'un oiseau perché sur l'anse d'un vase, au milieu duquel il y a un

ajutage ; on met de l'eau dans le vase autant qu'il peut en contenir. Cette eau comprime l'air qui , par la construction du vase , ne peut pas s'échapper ; il agit donc sur l'eau , de manière que , quand on ouvre le robinet de l'ajutage , l'eau sort par là en forme de jet , & tombe dans le bassin du vase : elle parvient ainsi au bec de l'oiseau , qui la boit à mesure qu'elle tombe (1).

Nous avons encore à développer le mécanisme des *pompes* ; car c'est aussi de l'air que dépend le jeu de ces machines hydrauliques , ainsi que nous l'avons déjà observé.

Les *pompes* que nous employons si fréquemment & si utilement , furent inventées 180 ans avant l'Ere chrétienne ; il y en a de plusieurs especes , que l'on range en deux classes , parce que les unes sont simples & les autres composées. Les pompes simples sont *aspirantes*, *foulantes* ou *élévatoires* ; c'est en combinant ensemble ces trois especes de pompes simples , que l'on obtient des pompes composées , qui sont ou *aspirantes-élévatoires* , ou *aspirantes-foulantes* , ou enfin *aspirantes-foulantes-condensantes*.

(1) *Savérien*, Histoire des progrès dans les Sciences naturelles.

Les pompes sont simplement *aspirantes*, lorsque c'est le poids de l'air seulement qui fait monter l'eau dans leur intérieur. La *Seringue* est une pompe de cette espèce; l'emploi utile & fréquent de cet instrument, nous dispense de parler des parties qui entrent dans sa construction; mais nous devons insister sur le mécanisme de l'ascension de l'eau dans la seringue, puisque c'est celui de toutes les pompes *aspirantes*.

Le piston étant au bas de la capacité cylindrique de la seringue, si on la plonge verticalement dans l'eau, il n'y entre point ou presque point d'eau, parce que l'air intérieur, s'il en reste entre le piston & la colonne d'eau qui se présente à l'orifice de la seringue, résiste efficacement, par son ressort, à la pression de l'air extérieur, qui fait effort pour y faire entrer l'eau. La pression de l'air extérieur & la réaction de l'air intérieur étant deux forces égales & opposées, leur effet est nul, & l'eau n'est sollicitée par aucune force à s'élever dans le corps de la seringue.

La seringue demeurant plongée dans l'eau, si on fait monter le piston, il entre dans la seringue autant d'eau qu'il en faut pour remplir l'espace vide que le piston a laissé au-dessous de lui. La raison en est, que la pression

de l'air extérieur force l'air intérieur qui avoit été dilaté par l'éloignement du piston , à reprendre sa première densité ; ce qu'il ne peut faire qu'en élevant dans la seringue, par sa pression sur la masse d'eau , un volume d'eau égal à l'espace qu'a parcouru le piston , en s'éloignant de l'extrémité inférieure du corps de la seringue.

Telle est donc l'idée qu'on doit se faire de l'élévation de l'eau dans une pompe *aspirante* ; qu'elle y est poussée par la pression de l'air , qui la force à s'élever dans le corps de la pompe qui est vide ou presque vide d'air , & fermé dans sa partie supérieure par le piston.

L'eau s'éleve ainsi dans les pompes *aspirantes*, jusqu'à ce que , par son propre poids , elle fasse équilibre à celui de l'air qui la souleve. Dans nos climats , & dans les lieux qui ne sont pas beaucoup élevés au-dessus du niveau de la mer , le poids de l'air éleve & soutient l'eau dans les pompes aspirantes à la hauteur de 32 pieds ; mais jamais au-dessus de cette hauteur , quoiqu'on continue à faire jouer le piston , parce que le poids de l'eau élevée & celui de l'air qui la presse sont alors en équilibre entr'eux.

Il n'en est pas de même des pompes *soufantes* , ou de celles dont le piston agit immé-

diatement sur l'eau , & la fait refluer dans un tuyau montant , adapté à la partie inférieure & latérale du corps de la pompe. Comme dans ces derniers , le piston est mu par une puissance que l'on peut augmenter autant qu'on le juge à propos , il est évident que l'ascension de l'eau n'est bornée à aucune hauteur.

Enfin , les pompes *élévatoires* ont également l'avantage de porter l'eau à différentes hauteurs , parce que , dans celles-là , l'eau qu'on élève est immédiatement portée par le piston , dont la puissance motrice peut être augmentée plus ou moins.

Les pompes simples font d'un service moins étendu & moins avantageux que les pompes composées ; celles-ci sont employées de préférence à porter l'eau à différentes hauteurs , pour les divers usages de la vie.

C'est en effet avec une pompe , qui est tout à la fois *aspirante & élévatoire* , que l'on tire de l'eau d'un puits ou d'un réservoir profond , quand il s'agit de la distribuer , par des tuyaux de conduite , dans différentes parties d'une maison.

On emploie les pompes *aspirantes-foulantes* dans les circonstances où il est important de faire jaillir l'eau à une hauteur ou à une distance donnée , comme lorsqu'il s'agit , par

exemple , d'arroser quelques endroits à une certaine distance.

Enfin les pompes , qui sont en même tems *aspirantes* , *foulantes* & *condensantes* , sont d'un grand secours dans les incendies , par ce que elles ont l'avantage de n'être point intermittentes , comme les pompes aspirantes & foulantes.

Nous allons exposer , le plus succinctement & le plus clairement qu'il est possible , la construction & le mécanisme de ces trois especes de pompes composées , en commençant par la pompe *aspirante-élevatoire*.

Les parties principales de cette pompe sont : un cylindre creux , fait le plus souvent de métal ; un piston qui remplit une portion du cylindre , & que l'on y fait mouvoir alternativement d'un bout à l'autre par le moyen d'une tige , au bout de laquelle on applique le moteur immédiatement , ou bien à l'aide d'un levier ou de quelqu'autre machine propre à favoriser la puissance ; un tuyau qui conduit l'eau de la source à la pompe , & que nous appellerons *tuyau d'aspiration* , pour le distinguer des tuyaux qui conduisent l'eau de la pompe au lieu de sa destination ; enfin deux *valvules* , *souppapes* ou *clapets* , qui laissent passer l'eau dans un sens , & qui l'empêchent de revenir en sens

contraire. Une de ces soupapes bouche l'extrémité supérieure du tuyau d'aspiration ; l'autre est adaptée à l'orifice supérieur d'un canal qui est pratiqué dans le piston , selon son axe.

Quand on tire le piston de cette pompe , & qu'il y a de l'air intercepté entre le plan inférieur du piston & la colonne d'eau qui répond au tuyau aspirant , cet air s'étend en proportion de l'espace vide qui est abandonné par le piston , & son ressort se trouvant moins tendu , il ne peut plus faire équilibre à l'air extérieur ; celui-là agit alors efficacement contre les colonnes ambiantes de liquide ; elles soulevent celle qui répond au tuyau d'aspiration ; la soupape qui le ferme livre passage à cette colonne d'eau. En un mot , l'eau du réservoir s'éleve dans la pompe par la pression plus grande de l'air extérieur , & elle y est portée en quantité suffisante pour remplir l'espace vide qui a été abandonné par le piston , car l'air intérieur reprend son premier volume.

Lorsqu'on vient ensuite à baisser le piston , il comprime l'air compris entre lui & l'eau qui a passé dans la pompe ; cet air comprimé s'échappe à travers l'épaisseur du piston ; l'eau étant pressée à son tour par ce dernier , & ne pouvant retomber dans le réservoir à cause de la soupape du tuyau d'aspiration , enfile

également le canal pratiqué dans l'épaisseur du piston , souleve la soupape qui en bouche l'extrémité supérieure , jaillit & s'épanche au-dessus du piston, d'où la soupape l'empêche de retomber.

Quand on fait monter le piston pour la seconde fois , une nouvelle quantité d'eau passe au-dessous de lui , & ensuite au-dessus quand on le fait descendre. En continuant ainsi à faire jouer la pompe , on parvient à la fin à engorger d'eau le corps de cette pompe , & c'est alors qu'elle s'écoule par les tuyaux qui sont destinés à la conduire.

Quand même le piston de la pompe *aspirante-élévatoire* auroit son jeu à 25 ou 30 pieds au-dessus de la surface de l'eau , ce liquide ne laisseroit pas d'atteindre le piston ; mais ce ne seroit qu'après qu'on l'auroit fait jouer un grand nombre de fois , ou après que l'air intérieur se seroit échappé entièrement par le canal pratiqué dans le piston ; on perdroit donc beaucoup de tems dans le cas où le tuyau d'aspiration de cette pompe auroit 20 ou 25 pieds de hauteur perpendiculaire : il est cependant des circonstances dans lesquelles on est obligé d'en employer de très-longes ; c'est lorsqu'il s'agit , par exemple , d'élever l'eau d'un lieu profond & étroit.

Il n'est pas nécessaire que le corps de la

pompe soit poli & cylindrique dans toute sa hauteur ; il suffit qu'il le soit dans l'espace où se meut le piston. Au-dessus & au-dessous de cet espace , on peut faire la pompe de telle matiere & lui donner telle figure qu'on voudra ; enfin la partie de cette pompe , supérieure à celle où se meut le piston , peut avoir autant de longueur que la force motrice le permet ; on peut donc , par son moyen , élever l'eau à toute hauteur donnée , puisqu'il ne s'agit , en toute circonstance , que d'employer une puissance qui soit capable de vaincre la résistance qui vient autant du poids de la masse d'eau qui repose sur le piston , que du frottement de cette masse d'eau & du piston contre les parois du corps de la pompe.

Une loi d'Hydrostatique nous apprend que la résistance qui vient du poids de l'eau dont le piston est chargé , est en raison composée , directe de sa hauteur & de sa base , quelque soit la capacité du reste du tuyau montant. Par conséquent , si le piston est de telle largeur que la colonne d'eau , à laquelle il sert de base , pese 25 livres par pied , & que le tuyau montant , quelque soit sa figure & sa grandeur , ait 35 pieds de haut , la somme de la charge qui lutte contre le piston , sera 875 ; produit de 35 par 25.

Quant à la résistance , qui naît du frottement du piston & de celui de la masse d'eau qu'il supporte contre les parois de la pompe , elle est en raison directe des surfaces frottantes , ou à peu de choses près.

C'est donc en évaluant ces deux especes de résistances , qu'on parvient à connoître la force qu'il convient d'employer pour élever l'eau à une hauteur donnée , par le moyen d'une pompe *aspirante-élevatoire*.

La pompe *aspirante-foulante* differe peu de la précédente. Quant à la construction & au mécanisme , son piston est plein ; premiere différence de construction. Un tuyau montant est soudé au bas du corps de la pompe , & est fermé dans cet endroit par une soupape ; seconde & derniere différence de construction.

Quand on fait monter le piston de cette pompe , l'air compris dans le tuyau montant , & qui communique avec celui de l'atmosphère , ne vient point remplir le vide que laisse le piston , parce que la soupape de ce tuyau est disposée de maniere que l'air , par son poids , l'applique fortement contre l'ouverture qui pourroit lui livrer passage ; ainsi l'eau du réservoir s'éleve dans ce vide par la pression de l'air extérieur. Lorsqu'on vient ensuite à baisser le piston , comme il refoule l'eau qui s'est élevée ,

& qu'elle ne peut point refluer dans le réservoir, elle soulève la soupape du tuyau montant, pénètre dans celui-ci, & jaillit enfin par son orifice supérieur; & c'est en cela que le mécanisme de cette pompe est différent de celui de la pompe aspirante-élévatoire.

Elle peut, ainsi que cette dernière, fournir de l'eau à toute hauteur donnée; & pour la porter à la même hauteur, elle exige qu'on emploie la même force motrice, si le diamètre de son piston est le même. La raison en est, que la résistance doit être évaluée de la même manière dans l'une & dans l'autre, puisque, dans l'une, l'eau repose sur le piston que l'on tire, & que dans l'autre, elle résiste au piston que l'on pousse, ce qui est la même chose, quand à la force qu'il faut employer.

Il est à remarquer que la pompe dont il est ici question, est aspirante & foulante alternativement, & non pas dans le même tems, puisque, dans ce cas, elle jetteroit l'eau sans interruption, au lieu qu'elle ne la jette que par intervalle, ou pendant qu'on fait descendre le piston; mais on emploie autant de tems pour tirer le piston que pour l'abaisser, il y a donc la moitié du tems perdu dans le service de cette pompe.

On évite cet inconvénient, qui seroit fâcheux dans les incendies, en associant à cette pompe
aspirante-foulante,

aspirante-foulante, une autre pompe semblable & parallèle à celle-ci , parce qu'on a alors une pompe double , qui jette l'eau sans interruption ; ce qui est facile à concevoir.

Par le moyen d'un double levier , dont le point d'appui est placé entre les deux cylindres creux , l'un des deux pistons monte quand l'autre descend , & par conséquent l'eau , continuellement foulée , jaillit de même par l'embouchure qui est commune aux deux tuyaux montans des pompes.

Cette pompe double n'est pas la seule dont on se sert pour arrêter les progrès du feu ; on emploie encore une pompe *aspirante-foulante* , dans laquelle l'eau , pressée par le piston , reflue dans un réservoir d'air , où elle condense ce fluide , d'autant plus qu'elle y est portée en plus grande quantité à la fois ; cependant l'eau s'éleve dans le tuyau déferant de la pompe , parce qu'il est adapté au réservoir d'air & qu'il descend dans celui-ci ; il y a plus , l'eau jaillit sans interruption par l'orifice de ce tuyau ; la raison en est , que l'action du piston & la réaction de l'air condensé se suppléent alternativement pendant l'opération. On conçoit en effet que l'air qui se retranche sur lui-même , à proportion que l'eau abonde dans la même capacité , réagit , par son ressort , contre la

masse d'eau qui restreint son volume , & par conséquent qu'il oblige ce liquide à s'échapper par le tuyau montant , & à continuer le jet produit par la chute du piston.

Tel est , en peu de mots , le mécanisme de la pompe *aspirante-foulante-condensante* , qui présente , dans son service , le même avantage que la pompe double , & qui a sur cette dernière , celui d'être tout à la fois moins dispendieuse , & plus portative.

Les pistons & les soupapes jouent de très-grand rôles dans les pompes , & , par cette raison , ils vont *fixer un instant* notre attention.

On se sert de différentes matières pour faire les pistons , & on leur donne différentes formes , suivant les usages auxquels on les destine. Il y en a que l'on fait en bois & à qui on donne la forme d'un étrier ouvert à son milieu ; on adapte , à leur partie inférieure , un cuir de veau très-souple ; ce cuir , qui déborde le piston , se replie dessus quand on le fait entrer dans la pompe. Ce piston est bien fait , s'il s'applique exactement aux parois de la cavité cylindrique calibrée ; s'il refuse passage à l'eau , ainsi qu'à l'air , & s'il peut se mouvoir grassement dans cette cavité sans que son frottement soit trop grand.

On fait encore des pistons en enfant , sur

un même axe , plusieurs rondelles de cuir fort épais & peu poreux , que l'on travaille au tour , après les avoir ferrées fortement entre deux plaques circulaires de métal ; mais ces pistons , ainsi que ceux qui sont faits en bois , sont sujets à beaucoup de réparations ; les uns & les autres augmentent de volume lorsqu'ils sont mouillés , & par conséquent ils frottent plus qu'il ne convient contre les parois des corps de pompes. En sont-ils ensuite séparés & mis en réserve , ils perdent , en se desséchant , plus de volume qu'ils n'en avoient acquis. A la vérité , l'eau tuméfie davantage les pistons qui sont en bois que ceux qui sont de cuir ; mais , malgré cela , les premiers sont préférables ; parce qu'ils ne se pourrissent point aussi promptement que les derniers.

On fait aussi , mais rarement , des pistons avec du cuivre : le service de ceux-là ne présente aucun des inconvéniens que l'on rencontre dans celui des pistons de bois ou de cuir ; mais la matière & la construction de ces derniers coûte beaucoup moins , & ç'en est assez pour qu'on les préfère avec leurs défauts.

On a également imaginé différentes manières de faire les soupapes , tant celles qu'on place dans l'intérieur des pompes , que celles qu'on établit sur les pistons , afin qu'on pût

faire monter , à chaque coup de piston , la plus grande quantité d'eau qu'il soit possible.

Il y en a qui ne font qu'un simple clapet de cuir , chargé d'un poids de plomb vers son centre ; ce clapet porte , vers une partie de sa circonférence , une espede de queue de même matiere , qui forme une espede de charniere ; la mobilité de ce clapet fait qu'il cede aisément de bas en haut & de haut en bas ; on en fait aussi avec des lames de cuivre mobiles dans des charnons.

On a encore imaginé de construire des soupapes avec deux lames de cuivre semi-circulaires , réunies par une charniere , qui forme un des diamètres de ces lames , & qui se trouve placée au milieu du trou qu'elles recouvrent.

On en fait aussi avec une plaque de cuivre , dont la charniere est placée vers une de ses extrémités , & non à son milieu ; par ce moyen , cette soupape forme une espede de bascule , de sorte que , quand l'eau souleve la partie la plus large de cette soupape , la partie la plus étroite se renverse en sens contraire & descend dans l'eau.

Toutes ces soupapes exigent de fréquentes réparations ; celles qui sont en cuir se pourrissent promptement ; celles qui ont des char-

nons de cuivre sont mises en peu de tems hors de service, par le verd-de-gris qui se forme dans ces charnons; enfin les unes & & les autres ne bouchent pas toujours exactement les ouvertures auxquelles on les a appliquées.

Quoique les soupapes, qui nous restent à faire connoître, aient aussi leurs défauts, elles sont cependant préférables à celles que nous venons de décrire.

On prend une lame ronde de métal qui s'ajuste très-bien sur le bord du trou qu'elle doit boucher; cette plaque porte un fil-de-fer faillant qui joue librement dans une traverse, il sert à diriger la soupape lorsque l'eau la souleve. Cette soupape est fort ingénieuse; mais son service n'est pas sans inconvénient: elle laisse refluer l'eau, lorsqu'elle ne s'applique point exactement sur l'ouverture ou qu'elle a été négligemment dressée; il ne faut cependant pas qu'elle soit dressée exactement, parce qu'elle adhère alors, à la manière des corps polis, avec le bord de l'ouverture qu'elle recouvre, & l'eau n'a pas la force de la soulever. *M. Amontons* est le premier qui ait fait cette remarque. Ce célèbre Académicien avoit donné tous ses soins à la construction d'une pompe foulante; il espéroit lui voir produire

son effet ; mais il fut trompé dans son attente ; car les soupapes de cette pompe se refuserent au service ; il crut d'abord que quelque sédiment visqueux & ténace empêchoit qu'elles ne fussent soulevées par l'eau ; il les fit démonter , mais inutilement. Imaginant alors que cet effet pouvoit venir de l'adhérence qu'on remarque entre les corps polis : pour remédier à ce défaut , il fit dépolir ses soupapes & l'adhérence n'eut plus lieu ; mais M. *Amontons* s'étant aperçu que ces soupapes avoient un autre défaut , celui de laisser refluer l'eau ; il substitua à leur place des clapets de cuir , qu'il avoit d'abord rejetés.

M. *Amontons* auroit pu se servir , avec avantage , de soupapes faites d'un morceau de cuir taillé en forme de cône tronqué , & ajusté dans un cône creux de même matière , ouvert à sa base & à sa pointe.

La forme de cône , que l'on donne à ces soupapes , réunit plusieurs avantages ; elle les rend propres à fermer assez exactement le passage à l'eau , & en cela elle supplée à l'exactitude qui leur manque du côté du poli , car elles ne doivent point être usées au point de contracter une adhérence sensible ; d'ailleurs , ces soupapes ont pour modérateur , une petite tige de métal qui s'élève du centre de leur

basse, & qui passe par un trou pratiqué dans une traverse qui est placée à quelques lignes au-dessus de la soupape.

Comme ces sortes de soupapes ont paru préférables à toutes les autres, mon oncle, M. de la Fond, les a fait graver dans le second volume de sa *Description & Usage d'un Cabinet de Physique*. Les pompes simples & composées, y sont également représentées, ainsi que les appareils avec lesquels on peut démontrer, 1^o. que l'eau s'élève dans tout espace vide d'air, parce qu'elle y est poussée par la pression de l'air extérieur; 2^o. que le mercure, qui peut s'élever dans un tube vide d'air & y être soutenu à 28 ou 29 pouces, ne s'y porte plus lorsque la pression de l'air est supprimée.

Quoique la pression de l'air ne puisse élever & soutenir l'eau qu'à la hauteur de 32 pieds, ou environ, dans un tube vide d'air, cependant un Ferblantier de Séville entreprit de la faire monter à 60 pieds de hauteur dans une pompe aspirante; mais, n'ayant pu y parvenir, il donna, de dépit, un coup de marteau contre le tuyau aspirant, & l'eau s'éleva aussi-tôt à la hauteur désirée: il est à remarquer que le tuyau se trouva percé d'un trou d'une ligne de diamètre, à dix pieds au-dessus du réservoir, & dans l'endroit où le coup de marteau avoit été porté.

M. le Cat , Chirurgien célèbre , à qui M. Clouet communiqua ce fait en 1766 , le vérifia dans fon jardin , avec une pompe , dont le tuyau d'afpiration avoit un pouce de diamètre & 55 pieds de hauteur. A 10 pieds au-deffus du niveau de l'eau , il avoit fait adapter au tuyau , un robinet , qu'il fit ouvrir lorsqu'il imagina que l'eau étoit parvenue à la hauteur où elle pouvoit monter par le jeu de la pompe. A l'inftant qu'on ouvrit ce robinet , l'eau s'éleva & jaillit fur la terrasse , à la hauteur de 55 pieds.

Il eft facile d'expliquer ce phénomène. Dans la pompe de Séville , la colonne d'eau n'avoit que 22 pieds au-deffus du trou fait au tuyau afpirant ; elle n'avoit donc que les deux-tiers & un peu plus du poids qu'il lui falloir pour contre-balancer l'action de la colonne d'air qui fe préfentoit à ce trou. Or , d'après cela , il n'eft pas furprenant que l'air , en pénétrant dans le canal , ait pouffé l'eau jufqu'à la hauteur de 55 ou 60 pieds , puifqu'il falloir que l'air , qui eft environ 800 fois moins denfe que l'eau , fuppléât , par fa hauteur dans le tuyau & par fon poids , à celui qui manquoit à la colonne d'eau pour être en équilibre avec l'air extérieur. Nous pourrions nous difpenfer d'obferver que les dix pieds d'eau qui fe

trouverent élevés dans le canal d'aspiration, au-dessous du trou, furent précipités & rendus au réservoir.

Tel est le mécanisme de l'ascension de l'eau dans la pompe de Séville. M. l'Abbé *Nollet*, qui le fait le premier, imagina de répéter l'expérience d'une manière moins embarrassante; il prit un tube de verre de 4 pieds de longueur, fermé à une de ses extrémités; il y pratiqua un trou à 9 pouces près de l'autre extrémité; il boucha ensuite ce trou avec de la cire, & il remplit le tube avec du mercure. Cela fait, il plongea l'extrémité ouverte du tube dans une cuvette qui contenoit également du mercure; la colonne de ce fluide se réduisit alors à la hauteur de 27 à 28 pouces, & la partie supérieure du tube resta vide. Ayant débouché l'orifice latéral, il vit la portion de la colonne de mercure, prise au-dessus de cette ouverture, se porter de bas en haut, & s'élever jusqu'au haut du tube.

On a vu, il y a quelques années, à Paris, chez un Bijoutier, place Dauphine, une pompe aspirante encore plus surprenante que celle de Séville; elle jetoit l'eau, sans interruption, à la hauteur de 55 pieds. Son canal d'aspiration étoit percé d'un trou, comme dans la pompe de Séville; mais ce trou, plus petit, & prati-

qué à une hauteur moindre au-dessus du réservoir , restoit constamment ouvert.

L'air qui entroit impétueusement par cet orifice , entre-coupoit l'eau à mesure qu'elle montoit dans le canal aspirant ; de sorte qu'il se formoit dans ce canal , une colonne mixte composée alternativement de volumes d'eau & de volumes d'air , & par conséquent assez légère pour être portée à la hauteur de 55 pieds , par l'air extérieur qui pressoit sur l'eau du réservoir.

Il n'y a que fort peu de cas où l'on pourroit employer utilement l'une ou l'autre de ces deux pompes , parce qu'elles élèvent d'autant moins d'eau dans un tems donné , qu'elles la portent à une plus grande hauteur ; elles sont donc plus curieuses qu'utiles.

Quant au phénomène qu'elles présentent , il ne déroge point à la loi de l'équilibre des fluides ; il prouve que la pression de l'air , étant constante & déterminée , elle élève les liquors plus ou moins haut , à raison de leur densité.





TABLEAU

HISTORIQUE

DES PROPRIÉTÉS ET DES PHÉNOMÈNES

DE L'AIR.

SECONDE PARTIE.

Des différens Fluides que M. Priestley désigne sous le nom d'Air (1), & M. Macquer sous celui de Gas (2), avec une épithète propre à chacune de ces substances.

PARACELSE & van Helmont avoient observé, dans plusieurs analyses & combinaisons, le dégagement d'un fluide élastique. Le

(1) Expér. & Observ. sur différentes especes d'air.

(2) Dictionnaire de Chimie, seconde édition.

premier l'avoit nommé *spiritus sylvestre* , & l'autre *gas sylvestre* , esprit des bois , esprit sauvage , pour le distinguer de l'air que nous respirons , & en même tems pour exprimer l'idée qu'ils avoient de cette émanation aéri-forme. C'étoit , suivant eux , une vapeur incoercible , qu'il n'étoit pas possible de rassembler dans des vaisseaux , ni de réduire sous une forme visible.

Boyle vérifia ce que *van Helmont* avoit écrit sur le gas (1) ; il remarqua , comme lui , qu'un grand nombre de corps naturels en fournissoient une prodigieuse quantité par leur analyse & dans leurs combinaisons ; il reconnut également une qualité meurtrière ou délétère dans le gas qui se dégage de toutes les matières qui éprouvent le mouvement de fermentation ; il observa que ce gas ne pouvoit servir à la respiration des animaux , & les faisoit périr très-promptement ; il apperçut que le soufre , le camphre , l'ambre , &c. diminuoient le volume de l'air où on les fait brûler ; & en cela *Boyle* paroît être le premier qui ait fait connoître la destruction du ressort de l'air commun , ou son absorption dans l'acte de la combustion. Enfin le même Physicien a donné le nom d'*air*

(1) *Tractatus de Flatibus.*

factice ou artificiel , à toutes les especes de fluides élastiques que *van Helmont* avoit désignées sous le nom de gas.

Les expériences de ce Chimiste & celles de *Boyle* , ont acquis beaucoup de précision & de justesse entre les mains de l'illustre *Hales* (1) ; car , il a déterminé avec exactitude la quantité de fluide élastique ou d'air qui se produisoit ou s'absorboit dans chacune de ses expériences ; il les a multipliées étonnement , & a distingué les opérations où l'air est produit , où l'air est absorbé. Cet habile Physicien a même observé des différences sensibles entre les fluides qu'il a obtenus ; il a vu que quelques-uns avoient la propriété de brûler avec flamme , & que d'autres , sans être inflammables , ne pouvoient entretenir la respiration & la vie des animaux. Malgré cela , il n'a jamais regardé ces produits que comme de l'air qui étoit condensé ou fixé dans les corps , & qui , en se dégageant , entraînoit avec lui diverses émanations ou parcelles de ces mêmes corps , tant il étoit persuadé qu'aucune substance , autre que l'air , ne pouvoit se montrer sous les apparences de cet élément.

Plusieurs Physiciens célèbres ont vérifié &

(1) Statique des Végétaux. chap. 6.

multiplié les expériences de *Hales*, &c, comme lui, ils ont appris que l'air entre en qualité de principe constituant dans la composition d'une infinité de corps, même des plus denses & des plus solides ; que l'air, dans ses combinaisons, ne jouit ni de son expansibilité, ni de son ressort, ni d'aucune des autres propriétés qui dépendent de son agrégation, lorsqu'il est libre ; que cet air, dégagé des différens composés dont il fait partie, soit par l'analyse au feu, soit par l'action des intermédiaires décomposans, reprend, avec son état d'agrégué, son expansibilité, son ressort, & généralement toutes les propriétés qui le caractérisent dans cet état ; que l'air obtenu de cette manière, n'est pas toujours respirable & propre à entretenir la combustion ; & quoique ce soit là une propriété distinctive de l'air commun, néanmoins la plupart des Physiciens modernes désignent, sous le nom d'air, toutes les espèces différentes de fluides qui se présentent avec les apparences de l'air atmosphérique, soit dans l'analyse des corps, soit dans les combinaisons diverses qu'on leur fait éprouver ; mais, comme quelques-uns de ces fluides, sont véritablement de l'air, tantôt très-pur, tantôt plus ou moins mêlé avec des matières hétérogènes, tandis que d'autres ont tout à la

fois l'apparence extérieure de l'air respirable & des propriétés qui ne permettent point de les confondre avec ce dernier, cette considération leur a fait donner différentes épithètes qui servent à les distinguer, non-seulement de l'air commun, mais même les uns des autres. De-là, les dénominations d'*air fixe*, d'*air inflammable*, d'*air déphlogistiqué*, d'*air nitreux*, &c. dont nous nous servons pour caractériser autant de matières aériennes. Nous suivons en cela l'exemple de plusieurs Physiciens célèbres, & notamment de M. *Priestley*, aux travaux duquel nous devons la plus belle & la plus nombreuse suite d'expériences qui aient été faites sur ces différens fluides élastiques.

C H A P I T R E I.

De l'Air fixe.

LE fluide, auquel on a cru devoir affecter le nom d'air fixe, paroît être le plus universellement répandu; la nature le produit abondamment dans la plupart des mines & autres souterrains; il y forme une atmosphère plus ou moins étendue, & qui ne peut favoriser

ni la combustion , ni la respiration ; car , les lumieres s'éteignent dans cette atmosphere , & les hommes , ainsi que les animaux , ne peuvent y être plongés sans éprouver une malaise considérable , qui est bientôt suivi d'anxiétés cruelles & de la mort.

L'air fixe existe combiné à l'eau , dans les eaux minérales , que l'on appelle *spiritueuses* , *gazeuses* ou *aérées* , il constitue les exhalaisons meurtrieres des charbons allumés , ainsi que celles qui se dégagent des cuves en fermentation , & que l'on fait être aussi dangereuses. Le même fluide se présente dans l'analyse d'un grand nombre de corps , & principalement dans celle des matieres végétales & animales. Les sels alkalis , tant fixes que volatils , la craie , le marbre , & toutes les autres especes de terre calcaires , produisent également de l'air fixe ; c'est par l'action du feu ou par l'intermede des acides , qu'on parvient à le dégager de ces différentes matieres ; la craie en produit abondamment dans l'un & l'autre cas. Sa dissolution par l'esprit de vitriol , autrement dit l'acide vitriolique , est le moyen dont on se sert communément pour se procurer de l'air fixe , lorsqu'on se propose d'étudier ou de faire connoître les propriétés de ce fluide aériforme.

On met deux onces de craie pulvérisée dans un flacon de cristal qui contient environ une pinte, & qui, outre son goulot ordinaire, a une seconde ouverture dans sa partie latérale supérieure; on ferme la première avec un bouchon de liége, à travers lequel on a fait passer un tuyau de verre, une espece de siphon, dont la longueur & la courbure sont telles que l'extrémité d'une de ses jambes, qui est elle-même recourbée de bas en haut, peut se noyer dans une petite cuve pleine d'eau, & s'engager dans une échancrure pratiquée dans l'épaisseur d'une tablette qui est assujettie à deux pouces près du bord de la cuve & recouverte de quelques lignes d'eau; cela fait, on remplit entièrement d'eau un autre flacon, & on l'établit ensuite sur la tablette, son ouverture en bas. Comme l'eau de ce flacon communique alors avec celle de la cuve qui baigne une partie de son goulot, la pression que l'air de l'atmosphère exerce à la surface de cette masse d'eau, soutient celle dont le flacon est plein. Les choses étant disposées de la maniere que nous venons de dire, & comme on peut le voir dans *l'Essai sur les différentes especes d'Air*, par M. Sigaud de la Fond, on verse sur la craie, que l'on a mise au fond du premier flacon, & par le trou pratiqué vers son gou-

lot, environ quatre gros d'acide vitriolique; affoibli avec trois fois son volume d'eau; on bouche aussitôt le flacon avec de la cire molle ou du mastic de vitrier; la dissolution de la craie par l'acide est accompagnée d'une vive effervescence qui annonce le dégagement de l'air fixe.

Ce fluide prend la place de l'air commun qui remplissoit le flacon, & qui s'échappe alors par le siphon; quand on juge que cet air est sorti, on amène le flacon plein d'eau au-dessus de l'ouverture du siphon, en prenant garde que son goulot ne sorte de l'eau: autrement celle qu'il contient s'en échapperait, l'air y entrerait, & il faudroit le remplir de nouveau.

La dissolution continuant à se faire, & l'air fixe à se dégager, celui-ci s'échappe rapidement par l'extrémité du siphon, & comme il est beaucoup plus léger que l'eau, il s'élève sous la forme de bulles, passe à travers l'eau du flacon, se rassemble vers son fond, & en chasse l'eau à proportion. Pendant que ce flacon se remplit d'air fixe, on remplit d'eau un second flacon pour le substituer au premier, lorsqu'il est plein de matière aériforme; on amène alors celui-ci dans la cuve, & on le bouche exactement, avant de le renverser & de le retirer de l'eau; on substitue un troisième flacon

au second, & même un quatrième au troisième, s'il est nécessaire. Lorsqu'on veut obtenir une grande quantité d'air fixe, on agit, de momens à autres, le flacon dans lequel se fait la dissolution de la craie par l'acide; de cette manière, on donne plus de prise à ce dernier; en second lieu, on ajoute de l'acide ou de la craie, suivant qu'on le juge à propos.

L'air fixe est de même que l'air commun, un fluide invisible, élastique, compressible, expansible, d'une pesanteur spécifique infiniment moindre que celle d'aucune liqueur, même des plus légères; mais, si l'air fixe ne diffère de l'air commun par aucune de ces propriétés, si son agrégation est la même que celle de cette substance, il en diffère à d'autres égards.

L'air fixe a une odeur & une saveur qui lui sont propres, tandis que l'air ordinaire n'affecte communément ni l'organe de l'odorat, ni celui du goût.

L'air fixe a une pesanteur spécifique plus grande que celle de l'air commun, c'est-à-dire qu'un volume donné d'air fixe pèse davantage qu'un égal volume d'air commun. Plusieurs Physiciens ont voulu déterminer le rapport de gravité spécifique de ces deux fluides; mais la plupart ont observé que l'air fixe varie

de densité comme l'air de l'atmosphère ; qu'il est plus ou moins pesant suivant la nature & l'état des substances dont on le retire , & les moyens différens dont on se sert pour y parvenir. Nous avons , M. de la Fond & moi , remarqué la même chose ; cependant l'air fixe , dégagé de la craie par l'intermede de l'acide vitriolique , qui est celui que nous soumettons le plus souvent à la balance , se trouve être presque toujours des $\frac{2}{3}$ plus pesant que l'air commun , c'est-à-dire que si un volume déterminé de ce fluide pese 30 grains , l'air fixe , pris sous le même volume , en pesera 50.

Il y a plusieurs moyens de comparer le poids de l'air fixe ou de tout autre fluide aërisforme avec celui de l'air ordinaire ; mais voici le plus exact.

Prenez une bouteille sphérique de cristal , autrement dit un ballon , qui ait cinq à six pouces de diamètre , & qui soit garni d'une virole de cuivre mastiquée à son col , ainsi que d'un robinet monté à vis sur cette virole ; appliquez ce ballon à la machine pneumatique ; pompez l'air qu'il contient , & tenez compte des coups de piston que vous donnerez pour cet effet : détachez le ballon , après avoir fermé son robinet , & adaptez ensuite à celui-ci un crochet qui porte à sa base un petit

bassin destiné à recevoir des grains ; pesez exactement le tout avec une balance exacte & sensible. Cela fait , tournez la clef du robinet pour laisser rentrer l'air dans le ballon , & pesez ensuite la quantité d'air qu'il contiendra.

Faites le vide une seconde fois dans le ballon , en donnant le même nombre de coups de piston ; montez-le ensuite sur un grand récipient qui sera fermé supérieurement par un robinet , & qui contiendra l'espece de fluide aériforme dont vous voudrez connoître le poids. Les choses étant ainsi disposées , & l'eau de la cuve baignant alors les bords du récipient , tournez les clefs des robinets de maniere à faire communiquer la capacité vide du ballon avec celle du récipient ; le fluide contenu dans celui-ci , se portera alors dans le ballon ; tandis que l'eau de la cuve , pressée par l'air environnant , s'élèvera sous le récipient , pour remplacer le fluide aériforme : ainsi le ballon recevra un volume de ce fluide égal à celui d'air commun dont le poids sera connu ; il ne s'agira plus alors que de peser le ballon pour avoir le poids du fluide qu'il contiendra , & par conséquent son rapport de pesanteur spécifique avec l'air commun.

L'air fixe , indépendamment de son odeur , de sa faveur , & de sa pesanteur spécifique , plus

grande que celle de l'air ordinaire , a d'autres qualités qui fervent à le distinguer plus particulièrement de ce fluide.

Il est méphitique ou délétère , c'est-à-dire qu'il ne peut entretenir la vie & la respiration des animaux. On connoît depuis long-tems , dit *M. de la Fond* , les funestes effets de cette vapeur aérienne qui s'éleve dans les celliers au-dessus d'une cuve dans laquelle on fait fermenter la vendange ; on fait qu'il est imprudent de s'exposer à respirer cette vapeur , & que plusieurs personnes en ont été suffoquées en différens tems ; on fait qu'il arrive de semblables accidens dans les brasseries , lorsqu'on y respire une vapeur analogue qui s'éleve dans la cuve où la matiere de la biere est en fermentation ; & en général on éprouve les mêmes accidens dans tous les endroits où on met fermenter en grandes masses des substances végétales (1).

On fait que les hommes & les animaux , qui se trouvent dans une atmosphère où il y a du charbon embrâsé sans qu'il y ait un courant d'air , ne tardent pas à être suffoqués. Combien de personnes , par exemple , n'a-t-on pas

(1) *M. de la Fond* , Essai sur les différentes espèces d'Air fixe , pag. 43 & 44.

vu périr dans les caves de Boulangers , où l'on avoit éteint des braises ? Qui ne fait pas encore que les vapeurs qui s'élèvent à dix pouces de hauteur dans la grotte du Chien en Italie , produisent des convulsions dans les animaux qu'on mène dans cette grotte ? On les voit tirer la langue , les yeux égarés , se roidir & mourir sans jeter aucun cri , dans l'espace de quelques minutes , à moins qu'on ne leur fasse respirer de nouvel air , qu'on ne les plonge dans le lac d'Agnano , qu'on ne les arrose avec de l'eau , ou qu'on ne les traîne sur un gazon frais , comme l'a observé l'Abbé *Nollet*. Nous garderons le silence sur plusieurs autres circonstances , dans lesquelles la qualité délétère de l'air fixe se manifeste également ; mais d'une manière moins sensible que dans l'expérience suivante.

Renfermez un animal , tel qu'un moineau , dans un bocal où il puisse se mouvoir librement ; présentez , à l'ouverture de ce bocal , celle d'un autre vaisseau plein d'air fixe , dégagé de la craie ou de toute autre matière effervescente ; inclinez ensuite ce vaisseau comme s'il contenoit une liqueur & que vous voulussiez la transvaser ; l'air fixe coulera alors , quoique invisiblement , d'un vase dans l'autre , & prendra , dans celui-ci , la place de l'air commun ,

à raison de son excès de pesanteur sur ce dernier ; car c'est la différence de gravité qui fait qu'une liqueur quelconque chasse l'air ordinaire d'un vase dans lequel on la verse. Dès que l'oiseau sera plongé dans une atmosphère d'air fixe , il s'agitiera & cherchera à s'échapper , vous le verrez étendre les ailes , ouvrir le bec plus que de coutume , & faire les plus grands efforts pour inspirer. Au bout de quelques secondes , il trébuchera , tombera sur le côté , & périra , si on ne le retire promptement de l'atmosphère délétère.

On peut se servir , pour les expériences précédentes & les suivantes , de l'air fixe qui se dégage de toutes les substances qui subissent la fermentation vineuse , spiritueuse ou ardente , c'est-à-dire celles avec lesquelles on fait du vin , de la bière , du cidre , ou toute autre liqueur analogue. Dans les brasseries , par exemple , il regne constamment une couche d'air fixe très-épaisse à la surface de la bière que l'on fait fermenter au fond d'une grande cuve ; cette atmosphère d'air fixe , qui remplit la partie vide de la cuve , & qui s'éleve même de quelques pouces au-dessus de ses bords , quelque profonde qu'elle soit , ne se mêle presque point avec l'air extérieur , à cause de son excès de pesanteur sur celui-ci ; cette atmosphère se trouve d'ailleurs continuellement renouvelée

par l'air fixe que fournit la biere. Si on ne veut pas faire ses expériences à l'entrée de la cuve où cette liqueur fermente, il est un moyen simple & facile d'y faire sa provision d'air fixe & de le transporter à quelque endroit & à quelque distance que ce soit ; il ne faut pour cela qu'avoir des cruches ordinaires de grès, ou des bouteilles de verre dont le goulot soit fort large ; on les plonge tour-à-tour dans l'atmosphère d'air fixe qui émane de la biere, comme on les plongeroit dans l'eau d'un bassin, si on vouloit puiser de cette eau ; l'air commun qui remplit ces capacités, étant plus léger, est forcé de céder peu-à-peu la place à l'air fixe, de sorte qu'au bout de quelques secondes, elles sont pleines de ce fluide ; on bouche exactement ces vases avant de les retirer de la cuve ; on se sert, pour cela, de bouchons de liège & de lut gras, ou de vessie mouillée, que l'on applique ensuite sur chaque bouchon. Cela fait, on peut transporter ces vaisseaux par-tout où on à besoin de l'air fixe qu'ils contiennent.

Tous les animaux ne sont pas affectés de la même façon par l'air fixe, & en général par tous les fluides aériformes non-respirables ; les oiseaux y périssent beaucoup plus promptement que les autres animaux, qui ne sont point accoutumés, comme eux, à respirer un air très-pur.

Les quadrupedes , qui respirent habituellement un air inquiné de beaucoup d'exhalaisons différentes , subsistent plus long-tems dans les fluides méphitiques , & sur-tout dans l'air infecté par la vapeur du charbon : au reste ce tems est plus ou moins long , suivant la force & la disposition de l'animal. M. *Priestley* , qui nous a mis sur la voie de faire ces observations , a remarqué que les jeunes animaux étoient moins susceptibles d'être affectés par les différens fluides méphitiques que les vieux ; il a encore observé que les animaux , qui avoient résisté à la premiere impression de ces fluides , pouvoient continuer d'y vivre pendant un tems assez long. Enfin le même Physicien a vu que les amphibies & les insectes , qui respirent fort peu , & qui passent une partie de leur vie dans l'engourdissement , pouvoient rester long-tems dans l'air fixe ou tout autre fluide méphitique , sans en être fort affectés.

Ces observations , de M. *Priestley* , ont été confirmées par celles que MM. *Bergman* , *Sage* , *Bucquet* & plusieurs autres , ont eu occasion de faire , en soumettant un grand nombre d'animaux à l'action des fluides méphitiques.

Il y a lieu de croire que les hommes & les animaux périssent dans ces fluides , faute de respiration , & de la même maniere que

s'ils étoient exposés sous le récipient de la machine pneumatique ; car dans l'un & dans l'autre cas , les animaux font des efforts violens pour inspirer ; & si l'on considère l'état de leurs poumons après la mort , on voit qu'ils sont gorgés de sang , & malgré cela moins volumineux que ceux des animaux qui ont éprouvé un autre genre de mort. La seule différence qui se présente entre les animaux qui périssent dans le vide , & ceux qui sont atteints par des fluides méphitiques , c'est que les premiers enflent beaucoup , parce que leur corps n'est plus pressé par un fluide environnant , ce qui n'arrive pas aux animaux qui meurent plongés dans des fluides méphitiques.

Une autre induction , pour croire que les hommes & les animaux ne respirent pas l'air fixe & les autres fluides acriformes méphitiques , c'est que , pour secourir ceux qui en sont affectés , souvent il suffit de les exposer au contact de l'air de l'atmosphère ; c'est lorsque les poumons ne sont pas trop délabrés & qu'ils font encore leurs fonctions ; car , dans le cas où la circulation est très-lente & que la respiration se fait difficilement , on est obligé de recourir à des moyens plus puissans , mais dont l'énumération est étrangère à notre objet.

Quelques expériences du Docteur *Priest-*

ley (1), semblent prouver que l'air fixe n'est pas moins funeste aux végétaux qu'aux animaux : un jet de menthe aquatique, placé dans l'atmosphère d'une cuve de biere en fermentation, est mort au bout d'un jour : une rose rouge y a pris une couleur de pourpre en vingt-quatre heures : une autre est devenue parfaitement blanche ; mais la couleur de la plupart des autres fleurs n'en a pas été altérée. L'air fixe n'étant point de l'air commun plus ou moins pur, & celui-ci étant nécessaire à la végétation, comme nous l'avons prouvé ailleurs, il n'est point étonnant qu'elle cesse d'avoir lieu dans l'air fixe. L'altération qu'il fait éprouver à certaines fleurs auroit quelque chose de plus surprenant, si on ne savoit que l'air fixe est un acide, & que le propre de tous les acides est d'altérer les couleurs végétales ; si on expose, par exemple, des roses rouges à l'action de l'esprit sulfureux volatil, espèce d'acide qui se dégage dans la combustion du soufre : elles seront entièrement décolorées par cet acide ; mais leur couleur renaîtra, si on les présente ensuite aux vapeurs de l'alkali volatil fluor. Plusieurs Amateurs nous ont assuré

(1) Expériences & Observations sur différentes espèces d'Air.

que ce moyen leur avoit parfaitement réuffi lorsqu'ils avoient voulu faire reparoitre la couleur d'une rofe décolorée par l'air fixe ; dans l'un & dans l'autre cas , l'alkali volatil fe combine avec l'acide , & lui fait perdre fes propriétés : de-là la fleur doit reparoitre sous fa couleur primitive.

L'air fixe ne peut entretenir la combustion d'aucun corps combustible , parce que cette faculté , de même que celle d'entretenir la vie des animaux , est propre & particuliere à l'air proprement dit , exclusivement à toute autre substance. Aussi , non-seulement il n'est pas possible d'allumer dans l'air fixe aucun corps combustible qui ne fournit point d'air ; mais les corps les plus inflammables , allumés d'abord dans l'air , & plongés dans l'air fixe , s'y éteignent subitement , quelque vive que soit leur inflammation.

C'est ainsi que M. *Priestley* a vu une chandelle , un charbon , un morceau de bois rouge & embrâsé , s'éteindre dans l'atmosphère d'air fixe d'une cuve de biere en fermentation ; mais ce qui l'a frappé davantage , c'est la propriété qu'a l'air fixe de s'unir à la fumée des corps enflammés qu'on y plonge , de la retenir , (sans doute à cause de l'eau qu'elle contient & qui peut dissoudre l'air fixe) & de l'empê-

cher de se répandre dans l'air commun environnant. En effet, cette fumée se distribue dans toute la couche du fluide aëriiforme, & elle la rend visible sous la forme d'un brouillard épais & blanchâtre, qui se distingue parfaitement de l'air environnant, parce que ce dernier conserve toute sa transparence. On voit cette fumée pénétrer inégalement dans la couche d'air fixe, où elle forme des appendices & des figures bizarres, comme des nuages; cependant elle se mêle insensiblement & très-également avec l'air fixe. Lorsqu'elle est parfaitement mêlée, la région de ce fluide paroît nette, uniforme, bien tranchée, & distincte de l'air ambiant, par une surface bien horizontale; mais, si on vient à l'agiter, alors elle forme des ondes, des vagues très-amusantes, & quelquefois assez hautes pour franchir les bords de la cuve. C'est dans cette circonstance que l'excès de la gravité spécifique de l'air fixe sur celle de l'air commun, devient très-sensible; car, on voit alors le premier se répandre & tomber perpendiculairement jusqu'à terre, le long de la cuve.

On peut vérifier la plupart de ces phénomènes, en se servant de l'air fixe des effervescences ou de celui de la fermentation spiritueuse, si on en a en réserve.

Ayez deux vases cylindriques de cristal , de 8 à 10 pouces de hauteur , & de 15 à 18 lignes de diamètre ; ayez de plus un fil de métal de 12 à 15 pouces de longueur , recourbé par en bas pour y implanter un bout de bougie , & tourné sur lui-même vers le haut , pour qu'on puisse le tenir commodément à la main : allumez la bougie & portez-la successivement dans l'un & dans l'autre vase ; elle y brûlera très-bien , & sa lumière ne perdra rien de sa vivacité , parce que , l'orifice de ces vases étant en haut , l'air commun pourra y circuler librement.

Versez de l'air fixe dans l'un de ces vaisseaux , & plongez-y ensuite la bougie ; elle s'éteindra dans ce fluide aériforme , aussi complètement & aussi subitement que si on la plongeoit dans l'eau ; mais , comme l'air fixe ne mouille point les corps que l'on met en contact avec lui , l'extinction se fera sans aucun bruit ni frémissement , & la bougie pourra être rallumée aussi-tôt dans l'air commun. Si , pendant qu'on la rallumera , vous versez , dans le second vaisseau , l'air fixe contenu dans le premier , & que vous introduisiez ensuite la lumière dans l'un & dans l'autre ; elle brûlera alors librement dans le premier , & elle s'éteindra dans le second , parce que celui-ci se trouvera à son tour plein d'air fixe.

Ce fluide , à raison de son excès de pesanteur sur l'air de l'atmosphère , peut demeurer , pendant un certain tems , en contact avec ce dernier , sans s'y mêler & s'y dissiper sensiblement , sur-tout si l'air fixe est contenu dans un vase très-étroit : on en aura la preuve , si on remplit de ce fluide un des vases de l'expérience précédente , & si l'on y plonge ensuite une lumière ; elle ne s'y éteindra pas seulement une fois , mais cinq à six fois de suite ; cependant , comme l'air de l'atmosphère se mêlera peu à peu avec l'air fixe , il faudra chaque fois enfoncer la bougie plus avant.

Lorsqu'on se sert , dans cette expérience , d'une bougie dont la mèche est longue & charbonneuse , on peut , après quelques extinctions , donner aux assistans un spectacle assez singulier. La bougie n'a pas plutôt atteint la surface de l'air fixe , que sa flamme se détache de son lumignon ; cependant celui-ci reste rouge & fumant , parce que l'air fixe qui l'environne alors est déjà mêlé d'air commun. La fumée de ce lumignon n'étant autre chose qu'une huile essentielle très-exaltée , elle continue de brûler avec flamme , mais seulement à la surface de l'air fixe , en sorte qu'en plongeant davantage la bougie , sa flamme peut être séparée de sa mèche par un intervalle assez

considérable

considérable ; & si alors on fait remonter la bougie dans la direction de sa fumée , dès que la mèche parvient à la surface de l'air fixe , elle reprend sa flamme ; elles se rejoignent l'une à l'autre , & la bougie continue à brûler dans l'air ordinaire comme avant l'expérience.

L'air fixe a la propriété de se combiner avec l'eau ou d'être absorbé par ce liquide en plus grande quantité que l'air pur ; car celui-ci , tenu naturellement en dissolution par l'eau , s'est présenté sous le volume d'un pouce cubique , dans l'analyse que le Docteur *Hales* a faite de 54 pouces cubiques d'eau de puits , au lieu que l'air fixe , suivant *M. Caventish* , peut se mêler à l'eau en volume plus qu'égal , la température de l'eau étant à 55 degrés de l'échelle de *Fahrenheit* ; il prétend même que le volume d'air fixe , absorbé par l'eau , est d'autant plus grand qu'elle est plus froide & plus comprimée par le poids de l'atmosphère ; nous en saurons la raison dans un instant.

Voici une expérience qui ne laisse aucun doute , tant sur la dissolubilité de l'air fixe dans l'eau , que sur l'insolubilité de l'air commun dans le même liquide , lorsqu'il en est saturé.

On prend deux vases en cristal , l'un cylindrique , d'un pouce ou environ de diamètre , de 15 à 18 pouces de hauteur , & un

peu évasé par le bas , pour qu'il puisse se tenir facilement sur pied : l'autre vase est beaucoup plus petit. Le premier de ces vases est divisé en trois ou en un plus grand nombre de parties , par des lignes tracées à l'émeril sur le contour de ce vase , & par conséquent permanentes. Chacune de ces parties est égale à la capacité du petit vase ou la représente exactement

On remplit d'eau le grand vaisseau , en le plongeant dans celle de la cuve , & , si les dimensions de cette dernière ne permettent pas qu'il y soit entièrement plongé , on le remplit d'eau à la manière ordinaire , & lorsqu'il en est tellement plein que le liquide baigne les bords de son orifice , on couvre celui-ci d'une plaque de verre ou d'un morceau de bois travaillé au tour & couvert de drap. Cela fait , on renverse le vase en tenant l'*obturateur* , c'est-à-dire le plan de verre ou de bois fortement appliqué contre ses bords , sans quoi l'eau s'épancheroit & l'air en prendroit la place ; on plonge ensuite verticalement ce vase dans la cuve , & après l'avoir débouché , on l'amène plein d'eau sur la tablette que nous avons dit être à deux pouces près des bords de la cuve & recouverte par l'eau qu'elle contient ; on l'établit au-dessus d'une ouverture circulaire , pratiquée dans l'épaisseur de cette ta-

blette, ouverture qui a environ 6 lignes de diamètre & qui répond à un entonnoir de métal fixé à demeure au-dessous de la tablette, ou pratiqué dans son épaisseur, si elle est en bois.

Les choses étant ainsi disposées, on plonge dans l'eau de la cuve verticalement, & l'orifice en bas, le petit vase dont nous avons parlé; l'eau n'y entre pas, parce qu'il est plein d'air; on l'engage ensuite dans l'orifice de l'entonnoir, & on l'incline, en observant de n'abaissier son fond que peu-à-peu, autrement l'air qu'il contient & que l'eau déplace, pourroit s'échapper de dessous l'entonnoir par tout autre endroit que par le trou qui est destiné à lui donner entrée dans le grand vase; on le voit alors monter par bulles dans ce vase, dont l'eau baisse à proportion & arrive enfin à la première division. Or, de ce que l'air commun occupe ici un espace égal à la capacité du petit vaisseau qui lui a servi de mesure, on doit en conclure que l'eau, à travers laquelle on l'a fait passer, est saturée de ce fluide, ou n'en peut pas dissoudre davantage: on répète ensuite la même expérience avec de l'air fixe, que l'on a en réserve dans un flacon. Pour cet effet, on remplit d'eau le grand vaisseau, ainsi que sa mesure, & on les établit l'un & l'autre sur la tablette de la cuve; la

mesure recouvrant alors l'orifice de l'entonnoir, on plonge, dans l'eau de la cuve, le flacon qui contient l'air fixe; on le débouche, en le tenant dans une situation renversée, & après avoir engagé son col dans l'entonnoir, on l'incline autant qu'il est nécessaire pour que l'air fixe s'éleve en bulles & vienne remplir le petit vase qui est au-dessus de l'entonnoir. Cela fait, on amène ce vase dans l'eau de la cuve; on met à sa place le grand vase qui est plein d'eau, & enfin on fait passer dans celui-ci l'air fixe qui est contenu dans le premier; on voit alors l'eau descendre dans le grand vase & s'arrêter en deçà de la première division; il s'en faut même de beaucoup qu'elle y parvienne: ce qui prouve que le volume d'air fixe employé a été absorbé en partie par la colonne d'eau à travers laquelle on l'a fait monter. Ce n'est pas tout, si on agite, pendant une minute ou environ, le vaisseau dans lequel l'air fixe & l'eau sont en contact, après l'avoir toutefois plongé en partie dans la cuve, on trouve ensuite une plus grande diminution dans le volume d'air fixe; car l'eau, dans ce cas, est remontée & parvenue à une petite distance de la voûte du vaisseau.

L'ascension de l'eau dans ce vase, ne permet point de douter qu'il ne se soit fait un vide

dans la partie supérieure , & par conséquent que l'air fixe n'ait été absorbé , pour la plus grande partie , par l'eau avec laquelle on l'a battu ; on peut d'ailleurs s'affurer de l'existence de ce vide , par une expérience très-facile à faire.

Remplissez d'eau un petit vaisseau cylindrique , en le plongeant dans la cuve ; posez-le l'orifice en bas , sur la tablette & au-dessus de l'entonnoir ; faites passer ensuite , dans ce vaisseau , autant d'air fixe qu'il en faudra pour faire baisser l'eau de moitié. Cela fait , descendez ce vaisseau dans la cuve , & appliquez la paume de la main contre son orifice ; retirez-le de l'eau dans cet état & agitez-le fortement. Dès les premières agitations , vous sentirez votre main adhérer avec les bords du vase , & bientôt après cette adhérence surmontera le poids du vaisseau , c'est à-dire que vous pourrez alors l'abandonner sans craindre qu'il se détache de votre main ; vous éprouverez en même tems , dans la portion charnue de la main correspondante à l'orifice du vaisseau , un sentiment de tension proportionné à l'expansion de l'air & des vaisseaux renfermés dans cette partie de votre main , qui sera alors tuméfiée , & qui excédera intérieurement les bords du vase. Or , en reconnoissant ici le double effet de la ventouse

dont nous avons parlé précédemment, il faut nécessairement admettre l'existence du vide dans un vaisseau où l'air fixe & l'eau ont été battus ensemble, sans aucune communication avec l'air ou avec tout autre fluide environnant ; on doit également convenir qu'il se feroit un vide dans la partie supérieure du vase de l'expérience précédente, si l'eau de la cuve, dans laquelle il est plongé, ne montoit dans ce vase par la pression de l'air extérieur ; par conséquent on peut conclure, de cette expérience comme de celle qui la suit, que l'air fixe a la propriété de se combiner avec l'eau.

Il suffiroit, pour faire absorber à l'eau autant d'air fixe qu'elle en peut dissoudre, de mettre ces deux substances en contact l'une avec l'autre, & de les y laisser jusqu'à ce que l'eau ne fit plus diminuer l'air fixe, la quantité de celui-ci étant plus que suffisante pour la saturation ; mais l'agitation, en multipliant les contacts, accélère beaucoup la combinaison. Tout consiste donc, pour parvenir au but de cette opération, premièrement à procurer à l'eau une quantité suffisante d'air fixe ; secondement à battre fortement ensemble l'air & l'eau dans un même vase : ce double objet est facile à remplir, au moyen d'un grand flacon de cristal plein d'eau, dans lequel on introduit l'air

fixe, après l'avoir préalablement renversé sur la planchette de la cuve. L'air fixe occupant les deux tiers ou environ de la capacité de ce vaisseau ; on amène celui-ci dans l'eau de la cuve, & on le bouche exactement, par le moyen d'un bouchon de cristal usé à l'émeril, après quoi on le transporte hors de la cuve pour l'agiter ensuite. Il suffit de battre ainsi l'eau avec l'air fixe pendant 4 à 5 minutes ; car, au bout de ce tems, la combinaison est achevée, l'eau est autant imprégnée d'air qu'elle puisse l'être.

Quand on se fert, pour cette opération, d'un vase dont l'orifice est ouvert & plongé dans une masse d'eau, on voit alors ce liquide monter progressivement dans le vase pendant la combinaison ; mais on ne le voit jamais parvenir jusqu'au haut, il reste toujours dans cette partie du vaisseau une certaine quantité de matière aériforme que l'eau refuse d'absorber, quoiqu'elle soit encore bien éloignée d'être saturée d'air fixe, comme on peut s'en convaincre en faisant monter dans le vase une nouvelle quantité de ce fluide, dont la plus grande partie est sur le champ absorbée par l'eau.

M. *Cavendish* paroît être le premier qui ait observé cette espèce de décomposition qu'éprouve l'air fixe, particulièrement celui

des substances calcaires & alkalines , lorsqu'il est exposé à l'action de l'eau. Ce Physicien prétend que le résidu ou la portion de fluide aériforme que l'eau ne dissout point , fait environ $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{30}$ au plus de la quantité d'air fixe employée pour la saturation. Quoi qu'il en soit , le Docteur *Priestley* a remarqué que ce résidu faisoit effervescence avec l'air nitreux , dont nous parlerons dans la suite ; qu'il pouvoit servir à la respiration des animaux ; mais que les corps enflammés s'éteignoient dans cette substance aériforme , à laquelle il a cru devoir donner le nom d'*air phlogistique*. La plupart des Physiciens ont adopté cette dénomination , après avoir reconnu , au résidu de l'air fixe , les propriétés dont nous venons de parler , & qui ne permettent point de douter qu'il ne soit de l'air proprement dit , altéré jusqu'à un certain point par sa combinaison avec un principe étranger , que l'on soupçonne être le phlogistique.

Lorsque l'eau a été ainsi bien imprégnée d'air fixe , elle est , dit M. *Macquer* , ce que l'on nomme *eau gazeuse* ou *aérée* ; sa saveur est piquante , aigrelette & comme spiritueuse ; elle pétille quand on la transfuse , forme beaucoup de bulles & de petits jets ; & enfin si on l'agite ou qu'on la laisse exposée à l'air dans

des vaisseaux ouverts pendant un certain tems , elle perd tout le gas dont elle étoit imprégnée , & redevient telle qu'elle étoit auparavant.

« On ne peut douter , ajoute plus bas le
» même Chimiste , qu'il n'y ait une combi-
» naison, une union réelle du gas avec l'eau ,
» puisque ce gas perd sa forme d'air élasti-
» que pour prendre , avec l'eau , celle de li-
» queur non élastique , puisqu'il est absorbé
» par l'eau & diminué considérablement
» de volume , & que même la pesanteur
» spécifique de l'eau est augmentée. Par
» une expérience qui a été vérifiée avec beau-
» coup de précision , & constatée par M.
» *Lavoisier* , il a trouvé que la pesanteur de
» l'eau gaseuse est à celle de l'eau distillée ,
» comme 1000332 est à 1000000 ; ce n'est
» donc point ici un simple mélange , une simple
» interposition des parties du gas avec celles
» de l'eau , & il y adhérence réelle entre les
» parties intégrantes de ces deux substances ;
» mais cette combinaison est très-légère &
» très-foible , puisque quelques secousses , une
» foible chaleur , & même la seule exposition
» à l'air , suffisent pour dégager le gas & le
» séparer d'avec l'eau , une observation qu'il
» est bon de faire , c'est que , quoique l'air

» fixe fasse mourir en un instant les animaux
 » qui le respirent , on peut boire de l'eau qui
 » en est toute remplie , sans aucun danger ,
 » sans en ressentir même la moindre incom-
 » modité , & qu'au contraire , elle est salu-
 » taire & propre à guérir plusieurs maladies
 » (comme nous le verrons bientôt) ; cela
 » prouve bien que ce n'est pas par aucune
 » qualité caustique ou corrosive particulière
 » que ce gas tue les animaux si subitement ;
 » mais plutôt parce que n'étant pas de l'air ,
 » il ne peut tenir lieu de ce fluide , le seul
 » qui soit propre à la respiration , ainsi qu'à
 » la combustion ».

L'air fixe est tenu naturellement en dissolution dans plusieurs eaux minérales fort recommandées en Médecine , telles que les eaux de *Pougues* , de *Seltz* ou *Selters* , de *Pyrmont* , de *Spa* , de *Buffang* , &c. qui se distinguent des autres especes d'eaux minérales par leur saveur piquante , qui leur a fait donner le nom d'eaux acidules , ainsi que par d'autres propriétés , qu'elles doivent pour la plupart à l'air fixe dont elles se trouvent naturellement imprégnées. On remarque, à la source de celles qui en contiennent abondamment , une véritable *moffette* ou vapeur pernicieuse , tout-à-fait semblable par ses effets à celle de la fameuse grotte du chien ; c'est

ce qu'on observe aux eaux de *Pyrmont*, & à celles de *Gabian* auprès de *Béziers* ; on ne peut douter que cette atmosphère délétère ne provienne de ces eaux elles-mêmes ; car, près de leur source, on entend une espèce de frémissément, un petit bruit qui vient des gouttes d'eau que le fluide élastique fait jaillir en pétillant ; ces bulles & ces jets ne sont jamais plus sensibles que lorsqu'on agite l'eau & qu'on la transvase ; d'ailleurs ces eaux enfermées dans des bouteilles bien bouchées, les cassent quelquefois ou font sauter les bouchons, comme les vins ou cidres les plus moussieux, qui ne doivent eux-mêmes cette propriété qu'à l'air fixe qu'on y retient, par l'exacte obturation des vaisseaux dans lesquels ces liqueurs achevent de fermenter ; ces eaux minérales enivrent quand on les boit à verre rapprochés ; & si on les mêle dans du vin ordinaire, elles lui donnent le goût vif & piquant du vin de Champagne, ce que fait également l'eau que l'on a imprégnée d'air fixe, & mieux encore ce fluide employé solitairement ; c'est aussi le moyen de donner de la force à la bière, quand elle l'a perdue. Enfin les eaux minérales acidules perdent facilement par la secousse, par le transport, par la simple exposition à l'air, & par une douce chaleur, tout ce qu'elles ont de volatil ou de

spiritueux, & en même tems toutes les propriétés dont on vient de parler, leur faveur piquante sur-tout devient platte & fade.

Le Docteur *Seyp* de *Pyrmont* paroît être le premier qui ait soupçonné l'existence de l'air fixe dans les eaux minérales acidules. Dans un Mémoire, communiqué en 1736 à la Société royale de Londres, ce Médecin confidere le principe volatil des eaux de *Pyrmont*, comme étant de même nature que l'émanation méphitique de la grotte du chien & d'autres lieux souterrains ; il lui donne, par cette raison, le nom de *mephitis* ; mais ce fluide, permanamment élastique, n'est autre chose, suivant lui, qu'une vapeur *sulphureo-spiritueuse*.

Le Docteur *Brownrigg* approche davantage de la vérité, lorsqu'il dit (1) qu'une connoissance plus approfondie des airs mal-faisans des mines, peut conduire à la découverte de ce principe subtil des eaux minérales, & qu'on appelle leur esprit ; que les exhalaisons méphitiques sont un fluide d'une élasticité permanente ; qu'il se croit fondé à conclure, de plusieurs expériences, que ce fluide entre dans la composition des eaux de *Pyrmont*, de *Spa*, &c. Enfin, que c'est ce fluide qui donne à ces

(1) Transactions philosophiques. vol. LV.

eaux , ce goût piquant qui les fait nommer acidules , aussi bien que ce principe volatil qui constitue leur vertu.

La présence de l'air fixe dans les eaux de cette espèce , a été démontrée d'une manière incontestable , par M. *Venel* (1) , autrefois Professeur de Chimie en l'Université de Montpellier. Ce Chimiste ayant pris , pour sujet de ses expériences , les eaux de *Selters* ou de *Seltz* a reconnu que l'air étoit non-seulement tenu en dissolution par ces eaux ; mais que , dans cet état de combinaison , il étoit le principe auquel elles devoient toutes les propriétés qui les caractérisent. M. *Venel* s'est servi , pour dégager cet air , de plusieurs moyens différens , tels que l'agitation , la secoussé , la machine pneumatique , la chaleur ; il est parvenu à recueillir ce fluide ; il en a mesuré la quantité dans tous les cas , & le résultat a toujours été le même. M. *Venel* s'est assuré , par-là , que l'eau de *Seltz* contient un cinquième de son volume de matière aëriiforme , qui ne peut être autre chose que de l'air fixe , comme nous l'avons observé précédemment ; cepen-

(1) Mémoires lus , en 1750 , à l'Académie royale des Sciences , & imprimés dans le second volume des Mémoires présentés par les Savans étrangers.

dant , persuadé que rien autre chose que l'air , ne pouvoit se présenter avec les apparences de cette substance , M. *Venel* a toujours supposé que le fluide élastique , contenu dans les eaux minérales acidules , étoit le même que l'air de l'atmosphère.

Lorsque l'eau de Seltz a été dépouillée de son air , par quelque moyen que ce soit , elle n'a plus aucune des propriétés qui la constituoient acidule : au lieu du goût piquant qu'elle faisoit sentir , elle n'a plus qu'une saveur plate & vapidè , elle n'est plus pétillante , elle ne mouffe plus. En un mot , ce n'est plus qu'une eau ordinaire , que M. *Venel* a reconnue néanmoins contenir un peu de sel marin.

L'analyse de l'eau de Seltz ayant appris à M. *Venel* que cette eau devoit à l'air ses propriétés particulières , ce Chimiste a essayé de combiner de l'air avec de l'eau ordinaire , de faire une eau aérée , semblable à celle qu'il venoit d'analyser. Pour cela , il a introduit , dans une pinte d'eau , deux gros de sel de soude , & autant d'acide marin , après s'être assuré que cette proportion étoit celle nécessaire pour la parfaite saturation , & celle en même tems qu'on observe dans les eaux de Seltz ; il a eu soin de faire la combinaison dans un vase à col étroit , même d'employer la suffocation ,

en disposant les matières de façon qu'elles ne pussent communiquer ensemble qu'après que la bouteille étoit exactement bouchée ; il est parvenu par ce moyen à composer une eau, non-seulement analogue à celle de Seltz, mais même beaucoup plus chargée d'air : on a vu, en effet, que l'eau naturelle ne contenoit que le cinquième ou environ de son volume d'air ; tandis que M. *Venel* est parvenu à en introduire près de moitié dans son eau factice.

Hoffman ayant observé que les eaux de *Troplitz* & de *Piperine*, en Allemagne, ainsi que beaucoup d'autres qui sont spiritueuses ou acides, ne contiennent absolument rien de salin, il est évident que ces eaux ne sont point devenues aérées par les moyens employés par M. *Venel*. Mais, quoique son procédé, dans bien des cas, ne soit pas celui de la nature, il mérite néanmoins toute notre reconnoissance.

Le travail de M. *Venel* prouvant, avec la dernière évidence, que les eaux minérales, acidules ou spiritueuses, ne doivent la plupart de leurs propriétés qu'à de l'air fixe combiné & dans un état de dissolution, on peut, par un moyen plus simple que celui de ce Chimiste, parvenir à imiter parfaitement ces sortes d'eaux. Il s'agit d'abord de connoître, par l'analyse, la quantité d'air fixe dont elles sont impré-

gnées , ainsi que la nature des autres principes qu'elles tiennent en dissolution , & les proportions suivant lesquelles ils sont entrés en combinaison dans ces eaux. Cette connoissance une fois acquise , on imprégnera d'air fixe , de l'eau ordinaire ou mieux de l'eau distillée , en suivant la méthode que nous avons indiquée précédemment , & en observant de ne lui en faire absorber qu'une quantité égale à celle que contiendra l'eau minérale qu'on aura dessein d'imiter ; on lui donnera ensuite à dissoudre les autres substances dont cette eau minérale sera naturellement chargée , en ne s'écartant point encore ici des proportions indiquées par l'analyse : cela fait , on aura une eau minérale factice , pourvue des mêmes propriétés que l'espece d'eau minérale qu'on s'étoit proposé d'imiter.

Ce travail , bien digne de l'attention des Médecins , épargneroit souvent les fatigues & les dépenses d'un long voyage à ceux que leurs infirmités obligent de se transporter à des distances immenses , pour se procurer les secours dont ils ont besoin ; il présenteroit à ceux qui se trouvent dans l'impossibilité d'aller boire les eaux minérales acidules à leur source , des eaux de la même espece préférables à celles qu'on peut en faire venir : souvent détériorées dans le transport ,

transport, quelques fois dénaturées par le tems, elles n'ont plus la même vertu; celles qu'on fabriquerait sur le champ & à proportion de la consommation, produiroient des effets plus prompts & plus actifs. Il y a plus, ces eaux minérales factices pourroient acquérir, entre les mains de celui qui les fabriquerait, beaucoup plus d'énergie; il est prouvé, par l'analyse des eaux minérales aérées naturelles, qu'elles ne contiennent qu'un cinquième ou un quart, tout au plus, de leur volume d'air fixe. Or, l'expérience démontre qu'une masse donnée d'eau peut absorber plus que son volume d'air fixe; & nous verrons bientôt que, l'eau imprégnée de cette espèce de fluide aériforme, a la propriété de dissoudre le fer, qu'elle devient chalybée ou ferrugineuse, & peut, par cette raison, remplir les mêmes indications que les eaux minérales naturellement chargées d'air fixe & de fer, telles que les eaux de *Forges*, celles de *Passy*, proche Paris, &c. Ainsi, l'on pourroit non-seulement se procurer une eau simplement aérée, ou encore une eau qui tiendrait en dissolution l'espèce de sel qui résulte de l'union de l'air fixe avec la terre du fer, & auquel le nom de craie de fer convient assez; mais, l'une ou l'autre espèce d'eau minérale factice, pourroit contenir une quan-

tité d'air fixe ou de craie de fer plus considérable que celle que la nature emploie dans la préparation des eaux minérales de la même espèce ; & par conséquent avoir une action plus prompte & plus marquée dans l'économie animale.

La préparation des eaux minérales acidules & ferrugineuses auroit un autre avantage , ce seroit de les rendre appropriées aux indications qu'on voudroit remplir , en ne faisant entrer en combinaison , dans ces eaux , que les substances qui pourroient les rendre propres à telle ou telle espèce de maladies ; par ce moyen , on se mettroit en garde contre les inconvéniens qu'occasionne souvent la multiplicité des principes , dans les eaux minérales médicinales. Nous ne pouvons donc trop engager ceux qui s'occupent de l'art de guérir à prescrire l'usage des eaux minérales factices , & à n'indiquer les naturelles qu'à ceux de leurs malades qui sont en état de les aller prendre à la source.

Nous devons à M. *Lane* , la découverte d'une propriété que l'on reconnoît à l'eau imprégnée d'air fixe ; c'est celle qu'elle a de dissoudre le fer & d'acquérir , par son moyen , une odeur & une saveur vineuse , & toutes les autres propriétés qui caractérisent les eaux minérales

chalibées ou ferrées , c'est-à-dire celles dans lesquelles le fer est combiné avec l'air fixe. Ainsi , de l'eau saturée de ce fluide aériforme , qu'on laisse reposer pendant quelque tems sur du fer réduit en limaille , devient chalibée & de l'espece la plus douce & la plus agréable. Il en arrive de même lorsqu'elle séjourne sur quelques mines de fer , ainsi que M. *Rouelle* l'a observé (1) ; il est probable que ce dernier moyen est celui que la nature emploie le plus communément pour la préparation des eaux ferrugineuses , attendu que le fer , dans le sein de la terre , se trouve rarement pourvu de phlogistique ou dans l'état métallique.

Le fer se manifeste , dans les eaux minérales factices, ainsi que dans les naturelles , par la noix de galle , qui occasionne toujours une teinte de noir proportionnée à la quantité de fer qu'elles contiennent ; on peut l'employer indifféremment en poudre ou en infusion.

Les eaux chalibées , soit naturelles , soit artificielles , abandonnent le fer qu'elles tiennent en dissolution lorsqu'elles demeurent quelque tems exposées au contact de l'air , & elles le déposent d'autant plus promptement que la

(1) M. *Lavoisier* , Opuscules physiques & chimiques. tom. I. pag. 156.

température de l'atmosphère est plus chaude ; la raison en est que l'air fixe , par le moyen duquel le fer est dissous & suspendu dans ces eaux , s'en échappe dans cette circonstance , à cause de sa grande volatilité.

Le fer n'est pas la seule substance que l'air fixe peut rendre dissoluble dans l'eau. Ce fluide a le même pouvoir sur la terre calcaire & sur la magnésie , si abondantes dans les eaux minérales gazeuses ou aérées de plusieurs sources. M. *Cavendish* , à qui nous sommes redevables de cette observation , a aussi découvert que l'air fixe , après avoir précipité l'eau de chaux , a la singulière propriété de redissoudre le précipité qu'il a formé (1).

L'eau de chaux n'est autre chose que de l'eau dans laquelle on a éteint de la pierre à chaux , c'est-à-dire de la terre calcaire dépouillée de son air fixe , & calcinée par un feu violent & longtems continué. Cette eau tient en dissolution parfaite , une plus ou moins grande quantité de pierre ou de terre de chaux ; elle en a les propriétés , telles que la saveur & la causticité ; mais elle les perd dès que cette terre s'en sépare , & c'est ce qui arrive toutes les fois qu'on introduit , dans cette eau , de

(1) *Transact. philosoph. années 1766 & 1767.*

l'air fixe , ou qu'on y mêle de l'eau imprégnée de ce fluide aériforme ; on voit aussi-tôt l'eau de chaux se troubler ; elle devient louche & laiteuse , & laissée déposer sous la forme d'une poudre blanche , toute la terre de chaux qu'elle tenoit en dissolution. Dès-lors , si l'on a ajouté la quantité d'air fixe qui convient pour la saturation respective des deux substances , car l'air fixe s'unit ici avec la chaux ; l'eau , dans laquelle cette terre étoit tenue en dissolution , a perdu toute sa faveur & sa causticité , ce n'est plus de l'eau de chaux ; ce n'est pas non plus de l'eau acidule , parce que tout l'air fixe s'est combiné avec la chaux , qui présente alors les mêmes propriétés que la terre calcaire non calcinée , c'est-à-dire que cette chaux , ainsi saturée d'air fixe , est insipide , indissoluble dans l'eau , & de plus susceptible de s'unir , de faire effervescence avec les acides , & de reprendre les qualités de chaux-vive par une nouvelle calcination.

Or , l'air fixe , après avoir précipité en terre calcaire la chaux tenue en dissolution par l'eau , en devient lui-même le dissolvant , si la quantité ajoutée de ce fluide est plus que suffisante pour la saturation ou la conversion de la chaux en terre calcaire , c'est-à-dire que l'air fixe surabondant étant absorbé par l'eau dans laquelle

la chaux étoit dissoute , cette eau peut alors redissoudre le précipité calcaire qui la rend trouble , & reprendre ainsi sa première transparence.

Il peut paroître extraordinaire que l'air fixe ait la double propriété de décomposer l'eau de chaux & de redissoudre le précipité auquel il a donné lieu ; mais le fait est incontestable : ce phénomène est d'ailleurs analogue à d'autres faits chimiques bien connus ; car , plusieurs des précipités , formés par l'addition des alkalis aux solutions des métaux dans les acides, peuvent être redissous par une nouvelle addition de l'alkali précipitant.

L'air fixe paroît jouir également d'une affinité très-grande avec les substances salines alkalis ; il s'unit promptement aux alkalis fixes & volatils caustiques , c'est-à-dire ceux qui sont dans le même cas que la chaux parfaitement calcinée , ayant été dépouillés de tout l'air fixe qui leur étoit uni , soit par une longue calcination , soit par le moyen de la chaux-vive elle-même ; car l'air fixe a plus d'affinité avec cette terre qu'avec les alkalis fixes & volatils. L'air fixe , en s'unissant à ces substances rendues caustiques , diminue leur saveur ardente & leur grande dissolubilité ; il les rend douces , cristallisables & effervescentes ; car la propriété de faire effervescence avec les acides , n'appartient point aux alkalis purs , comme on l'a tou-

Jours pensé , mais aux sels neutres , & elle est toujours produite par le dégagement d'un fluide élastique quelconque : ainsi le sel marin fait une vive effervescence avec l'huile de vitriol , parce que ce sel neutre , en se décomposant , laisse échapper son acide dans l'état aériforme , de même que la craie & les alkalis fixes & volatils non caustiques abandonnent l'air fixe qu'ils contiennent , en s'unissant avec effervescence à l'huile de vitriol ou toute autre espèce d'acide.

L'air fixe altere , d'une manière sensible , plusieurs teintures bleues & violettes végétales , soit qu'on l'emploie seul ou déjà combiné avec l'eau ; il se comporte , avec ces liqueurs colorées , comme tous les acides connus , c'est-à-dire qu'il fait disparaître la couleur , sous laquelle elles se présentent naturellement , en les faisant reparoître sous une autre , qui est la couleur rouge. Les teintures de mauves & de tournesol , sont celles sur lesquelles l'air fixe paroît avoir le plus d'action.

Ce fluide enfin , qui differe de l'air proprement dit , par toutes les propriétés que nous venons de lui assigner , & qui se rapproche en cela de tous les acides connus , n'est effectivement lui-même qu'un acide particulier , un acide *sui generis* , distingué de tous les autres par des propriétés qui le caractérisent ; c'est

une vérité d'expérience & d'observation , qui n'est plus aujourd'hui attaquée que par un très-petit nombre de Physiciens.

Le caractère acide de l'air fixe , joint à sa grande volatilité ou à son état aériforme , fait que ce fluide jouit d'une qualité bien précieuse pour l'humanité souffrante ; il est anti-putride ou anti-septique , & il nous fournit par conséquent un remède efficace dans les maladies putrides qui paroissent provenir de l'alkalescence des humeurs , & dans lesquelles on emploie , depuis long-tems , avec avantage , les eaux minérales gaseuses ou aérées. Pour assurer à l'air fixe cette dernière propriété , nous pourrions rassembler ici une suite d'observations sur les bons effets que l'on a vu produire à l'air fixe , lorsqu'on l'a administré comme remède dans plusieurs maladies putrides , telles que les fièvres malignes ou inflammatoires , l'ulcération des poumons , le cancer , le scorbut , & autres maladies des gens de mer , qu'on regarde comme tendant plus ou moins à la putridité ; mais , comme ces observations sont étrangères à notre objet , qui est d'assigner seulement les caractères qui distinguent l'air fixe de l'air proprement dit , nous nous contenterons d'indiquer une expérience du célèbre *Macbride* , par laquelle ce

Physicien & plusieurs autres ont reconnu le pouvoir anti-septique de l'air fixe.

Si l'on renferme, dans une atmosphère de ce fluide, des matieres animales, telles que des chairs corrompues ou putréfiées, ce fluide n'étant point de l'air, mais un acide volatil, & par conséquent très-pénétrant, il n'arrêtera pas seulement la putréfaction dans l'état où elle se trouvera alors; il se combinera encore avec les principes alkalescens auxquels elle aura déjà donné naissance; il les saturera & émoussera en quelque sorte leur causticité; de-là, les chairs corrompues perdront, en quelques heures, leur sanie & leur mauvaise odeur, & la lividité de ces chairs sera changée en une couleur vermeille; il ne faut cependant pas croire, comme l'a pensé l'auteur de cette expérience, que l'air fixe fasse rétrograder la putréfaction, & que des chairs totalement putréfiées, puissent être ramenées par le moyen de ce fluide à leur première fraîcheur. Ce seroit lui supposer le pouvoir de reproduire & recombinaer des principes que la putréfaction a désunis, séparés & fait disparaître, & l'air fixe n'a certainement pas la vertu de rétablir ainsi ce que la putréfaction a détruit. Si des chairs putrides, que l'on expose à l'action de cette substance aëriiforme, éprouvent l'espece de mé-

tamorphose dont nous avons parlé , c'est qu'alors une partie plus ou moins grande de ces chairs n'a point encore subi la putréfaction ; celle-ci ayant été supprimée par le contact de l'air fixe , ce qui reste des chairs doit paroître dans le même état qu'avant la putréfaction ; il suffit que cette substance aériforme ait la propriété d'éteindre la causticité des principes alkalescens exaltés par la putréfaction des chairs mortes ; & de s'opposer en même tems à la décomposition totale de ces chairs , pour qu'on puisse espérer le plus grand succès de l'application qu'on peut en faire à un corps animé , atteint de putridité , dans lequel la nature , *le vis vitæ* , est continuellement en action , lutte contre la maladie & tend à réparer ses ravages ; on assure , d'ailleurs , que les Indiens enterrent , dans un terreau frais , & jusqu'au menton , ceux qui ont le corps ulcéré , ou qui sont attaqués d'autres maladies du même genre ; on sait que le terreau est très-propre pour conserver les chairs qui commencent à se putréfier & les rétablir en quelque sorte ; si on retire réellement quelque avantage de cette méthode , n'est-il pas dû , pour la plus grande partie , à l'air fixe qui pénètre les pores de la peau ? De même , suivre la charrue est un ancien remède ordonné pour la

consomption, ainsi que demeurer près des fours à chaux. Les anciens usages n'existent jamais sans quelques motifs ; ce n'est qu'avec le tems qu'on parvient à les découvrir , & à en donner une raison satisfaisante. Le Docteur *Priestley* , de qui nous empruntons ces observations , les fait précéder de plusieurs autres relatives au même objet ; celles-ci, qui ne datent que depuis le tems où ce célèbre Physicien s'est occupé de l'air fixe , assurent également le pouvoir anti-putride de cette substance ; il en est de même de plusieurs autres observations plus récentes encore , répandues dans différens ouvrages , parmi lesquels nous distinguerons le Journal de Physique ; elles prouvent toutes que l'air fixe peut être administré avantageusement dans plusieurs maladies putrides, soit en boisson , soit en lavement , par inspiration ou de toute autre manière , indiquée par l'état du malade.



C H A P I T R E I I.

De l'Air inflammable.

ON appelle air inflammable, une espèce particulière de substance aëriiforme qui a la propriété de s'enflammer & de brûler, quelquefois lentement & sans bruit, & d'autres fois instantanément & avec une explosion très-forte; ce qui dépend de plusieurs causes que nous ferons bientôt connoître.

L'air inflammable est produit dans l'analyse & la combinaison d'un grand nombre de substances différentes, appartenant aux trois regnes de la Nature.

Toutes les matieres végétales combustibles; tous les produits des végétaux qui ont la même propriété, donnent de l'air inflammable, lorsqu'ils éprouvent l'action du feu dans des vaisseaux distillatoires. On en obtient ainsi des bois résineux, tels que ceux du gâiac & du pin, des baumes, des résines, des huiles grasses, des huiles essentielles & volatiles des plantes, de même que des liqueurs spiritueuses & inflammables; telles que l'esprit-de-vin & les différentes espèces d'éther que l'on obtient en combinant l'esprit-

de-vin lui-même avec les acides vitriolique , nitreux , marin & acéteux. Ces liqueurs éthérées , qui paroissent se réduire totalement en air inflammable lorsqu'elle sont échauffées , éprouvent la même métamorphose par le secours de la seule chaleur de l'atmosphère ; c'est ce qui arrive encore à l'éther vitriolique , pris au terme de la glace ou de zéro du thermomètre de M. de *Réaumur* , si on le renferme sous le récipient de la machine pneumatique ; cette liqueur y entre en expansion & se convertit en un fluide invisible , lorsque l'air qui la presse est réduit au quart à peu-près de sa densité moyenne. L'esprit-de-vin , pris à la même température , présente un semblable phénomène ; mais il faut , pour cela , que l'air du récipient soit raréfié au point de ne pouvoir plus soutenir que sept lignes de mercure dans le baromètre. Enfin , toutes les huiles végétales , mais particulièrement celles qui sont très-volatiles , peuvent également se convertir en air inflammable par un semblable moyen ; d'où il paroît que , pour détruire l'agrégation de plusieurs substances & leur faire prendre la forme de l'air , il suffiroit de les soustraire à la pression du fluide ambiant : c'est dans cette vue que deux célèbres Physiciens , MM. *Lavoisier* & de *la Place* , ont fait un grand nombre

d'expériences, dont les détails sont dans le volume de l'Académie des Sciences de 1777. Il résulte, de leur travail, que tous les fluides volatils, pris à la température de la glace, entrent en expansion & se convertissent en fluides élastiques, lorsqu'on les renferme dans le vide de *Boyle* ou dans celui du baromètre: c'est ainsi que l'eau se réduit elle-même sous forme aérienne, quand l'air qui la comprime ne peut plus soutenir que quatre lignes de mercure dans le tube d'un baromètre appliqué à la machine pneumatique; &, quoique le mercure soit près de 14 fois plus pesant que l'eau, il paroît néanmoins éprouver le même changement, lorsqu'il peut être abaissé, dans le baromètre, à une demi-ligne de son niveau. *M. le Duc de Chaulnes* a fait construire une machine pneumatique, à l'aide de laquelle il a eu la satisfaction d'observer le premier ce phénomène important & singulier, de l'ébullition du mercure sans le secours du feu.

L'on peut aussi, par le moyen du feu & de la machine pneumatique employés à propos, retirer de l'air inflammable de presque toutes les matières animales, & en particulier de celles qui brûlent avec flamme; telles sont les graisses, les nerfs, les ongles, les poils & les cheveux: une once pesant de ces derniers

donne , par la distillation à feu nud , quarante pintes environ d'air inflammable.

Ce fluide est également produit dans l'analyse de toutes les substances minérales & végeto-minérales combustibles , de même que dans quelques-unes des combinaisons qu'on peut leur faire éprouver : ainsi , le soufre & les bitumes solides & fluides , tels que le charbon de terre , l'asphalte , le jaiilet , le succin , l'ambre gris , la *pétrole* ou huile de pierre , &c. donnent de l'air inflammable dans plusieurs circonstances , & particulièrement lorsqu'ils éprouvent l'action du feu dans des vaisseaux distillatoires ; plusieurs métaux abondans en phlogistique , tels que le fer , l'étain & le zinc , peuvent aussi produire de l'air inflammable , par le moyen de la chaleur appliquée à ces métaux , soit dans un canon de fusil , placé au milieu des charbons ardents , & ayant communication avec un vaisseau plein d'eau ou de mercure destiné à recevoir le produit aéri-forme ; soit dans le vide ou dans des vaisseaux clos remplis de mercure , en employant , dans ce cas , l'action des rayons solaires , rassemblés par un miroir ou par une loupe , & dirigés sur les substances métalliques qu'on auroit ainsi renfermées.

La dissolution du fer , ainsi que celle du zinc

& de l'étain, par les acides minéraux (excepté l'acide nitreux), & par les acides végétaux, fournissent également de l'air inflammable ; il s'en produit encore, dans la dissolution du zinc & dans celle du fer, par l'alkali volatil fluor, & l'alkali fixe minéral caustique en liqueur.

L'on obtient aussi de l'air inflammable lorsqu'on fait du foie de soufre & du pyrophore dans les vaisseaux clos, & qu'on reçoit, sous un vase plein d'eau, la vapeur qui se dégage pendant ces opérations ; celle qui se produit lorsqu'on précipite une dissolution de foie de soufre par un acide, est également inflammable, & cette propriété convient encore aux vapeurs que produit le bleu de Prusse, lorsqu'il éprouve l'action véhémence du feu.

Tels sont la plupart des corps & des opérations que l'on peut faire servir à la production de l'air inflammable ; cependant on a le plus souvent recours à la dissolution du fer par l'acide vitriolique, parce que, l'air inflammable qu'on en retire, paroît avoir un degré de simplicité & de pureté, que ne présente pas toujours celui que l'on obtient par tout autre intermède ou tout autre moyen connu ; ce qui vient sans doute de ce qu'il est alors mêlé ou combiné avec quelque autre
fluide

fluide aërisforme qui s'est dégagé en même tems que lui , & qu'on en pourroit peut-être séparer ; soit par le lavage dans l'eau , ou de toute autre maniere ; mais quand bien même on parviendroit à purifier ainsi l'air inflammable , lorsqu'il est altéré par une ou plusieurs matieres hétérogènes , l'on donneroit toujours la préférence à une opération dans laquelle ce fluide est produit en très-grande quantité , par l'action réciproque de deux substances , & qui est d'ailleurs peu dispendieuse , facile à suivre , & fort expéditive. Or , tel est la dissolution du fer par l'acide vitriolique , si on la fait de la maniere qui suit.

Prenez un flacon de pinte , qui soit tubulé ou percé sur le collet , & par conséquent semblable à celui que nous avons fait connoître à l'article de l'air fixe , en traitant de la dissolution de la craie par l'acide vitriolique ; mettez , dans ce flacon , deux ou trois gros de limaille de fer très-pure , & fermez-le ensuite avec un bouchon de liége , dans lequel vous aurez engagé un tube de verre recourbé , ou une espece de siphon propre à faire communiquer le flacon avec un autre vase plein d'eau , destiné à recevoir le produit de l'opération , & établi , à cet effet , son ouverture en bas , sur la tablette de l'appareil hydro-pneumatique ; c'est ainsi qu'on peut

appeler une espece de cuve pleine d'eau , que nous avons décrite en traitant de l'air fixe. Les choses étant ainsi disposées , versez , sur la limaille de fer & par la tubulure du flacon , de l'acide vitriolique affoibli de deux ou trois parties d'eau ; cet acide agira bientôt sur le fer , ce qu'on reconnoitra à une vive effervescence , produite par le dégagement de l'air inflammable. Ainsi ce fluide se mêlera d'abord avec l'air commun qui occupera la partie vide du flacon ; mais la dissolution continuant de se faire avec effervescence , l'air atmosphérique ne tardera pas à s'échapper du flacon par le foramen ou la tubulure ; il en fera de même d'une partie de l'air inflammable , qu'on reconnoitra à son odeur. Dès-lors , si l'on bouche cette ouverture , en appliquant dessus , soit un peu de lut fait avec le blanc d'Espagne & l'huile de lin ou tout autre de même espece , soit le doigt même , ayant soin alors d'interposer , entre lui & le flacon , qui s'échauffe considérablement dans cette opération , un petit morceau de peau de mouton préparée , repliée en plusieurs doubles & mouillée , l'air inflammable , forcé par-là de prendre une autre route , passera , par le moyen du tube communiquant , dans le vaisseau renversé au-dessus de l'échancrure pratiquée dans

l'épaisseur de la tablette de la cuve ; on l'y verra monter à travers l'eau sous forme de bulles , & faire baisser celle-ci de plus en plus ; c'est ainsi qu'on pourra se procurer une très-grande quantité d'air inflammable , en procédant de la manière qu'on le fait pour l'air fixe , les matières seules dont on retire ces deux fluides étant différentes.

L'air inflammable diffère de l'air proprement dit , ainsi que de l'air fixe , par son odeur , sa légèreté spécifique & son inflammabilité , qualités qui varient suivant la nature des corps dont on le retire ; il diffère encore du premier , en ce qu'il ne peut servir ni à la respiration , du moins pour la plupart des animaux , ni à la combustion , quoiqu'il soit très-combustible.

Les quadrupèdes & les oiseaux , mais surtout ces derniers , périssent très-prompement dans l'air inflammable , & leur mort y est précédée de convulsions comme dans l'air fixe ; il y a cependant des animaux qui résistent à l'action délétère de l'air inflammable , de même qu'à celle de l'air fixe , ce sont les amphibiens & les insectes. Les grenouilles , par exemple , que l'on range dans la première classe , peuvent vivre très-long-temps dans l'air inflammable : habituées à vivre dans les marais & dans

les fossés , du fond desquels il se dégage beaucoup d'air inflammable , ces animaux paroissent accoutumés à l'impression de ce fluide , & semblent le respirer aussi facilement que l'air atmosphérique. Les guêpes , qui sont une espèce d'insectes , se trouvent à peu-près dans le même cas. *M. Priestley* , en ayant mis deux dans l'air inflammable , elles cessèrent bientôt de se mouvoir ; on les auroit prises pour mortes ; mais , remises dans l'air commun , elles revinrent à la vie après une demi-heure , & parurent aussi bien portantes qu'auparavant , & cependant une de ces guêpes étoit demeurée une heure entière dans l'air inflammable.

Il seroit naturel de penser que ce fluide nuiroit à l'accroissement des végétaux , & se rapprocheroit encore par-là de l'air fixe ; cependant il paroît , par une expérience de *M. Priestley* , continuée pendant plusieurs mois , que les plantes végètent & croissent très-bien dans l'air inflammable ; cette expérience a été faite sur celui tiré du zinc , & sur un fluide de même espèce dégagé du bois de chêne.

Non-seulement l'air inflammable ne peut entretenir , dans la plupart des animaux , le jeu de la respiration , & paroît leur être plus funeste que l'air fixe ; mais , de même que ce dernier , il n'a point la propriété de favoriser

la combustion des autres corps combustibles ; car, si l'on met, sous un récipient plein d'air inflammable, un corps combustible, & que l'on fasse tomber sur celui-ci le foyer d'un verre ardent, ce corps, quoique fortement chauffé, ne brûlera point.

L'air inflammable est une des substances les plus combustibles de la nature ; ni les huiles les plus ténues, ni l'esprit-de-vin le plus rectifié, ni l'éther, ni le soufre, ni le camphre, ni la poudre à canon, n'égalent l'air inflammable dans la promptitude & la facilité avec laquelle il s'allume ; mais son inflammabilité suit la même loi que celle de tous les autres corps de la même espèce ; comme eux, il ne peut brûler sans le concours & le contact de l'air pur & respirable. M. *Pricfley* a fait passer de l'air inflammable à travers un canon de fusil rougi au feu, sans qu'il se soit allumé ; il a pris de la poudre à canon, qui a la propriété de brûler dans les vaisseaux clos ; il l'a fait détonner dans l'air inflammable, sans qu'aucune des parties de ce fluide se soit enflammée.

L'air inflammable est-il en contact avec l'air respirable ? il brûle alors, avec une flamme plus ou moins rouge, s'il est bien pur ; & verte, jaune ou bleue, s'il est uni à quelque substance aëriiforme capable de modifier ses

propriétés, tels que l'air fixe, l'air nitreux, &c.

La combustion de ce fluide est d'autant plus prompte, & la chaleur qu'elle produit est d'autant plus vive, que la quantité d'air pur qui l'environne approche davantage de celle qui est nécessaire pour son entière déflagration, & l'on conçoit que cette quantité doit varier relativement à la pureté de ces deux fluides.

Lorsque l'air inflammable n'a qu'un léger contact avec le fluide atmosphérique, il s'enflamme sans produire d'explosion sensible, & ne brûle que lentement & à sa surface; c'est ainsi qu'on le voit brûler dans une bouteille qui en est entièrement remplie, & à l'orifice de laquelle on présente une lumière; mais il faut, pour cela, que le goulot de la bouteille soit très-étroit, autrement l'air commun, qui y pénètre à cause de sa plus grande pesanteur, se mêleroit en un moment avec toute la masse du fluide inflammable; & celle-ci, au lieu de brûler couche par couche, lentement & sans bruit, s'enflammeroit & brûleroit instantanément, en produisant une explosion, moins vive cependant que celle qui résulteroit de l'inflammation du même fluide, s'il avoit été préalablement mêlé d'une quantité d'air suffisante pour son entière combustion. Cette quantité

est , suivant la remarque de M. *Priestley* , de deux parties d'air commun contre une d'air inflammable ; l'on peut faire un semblable mélange dans une bouteille à col étroit , en y faisant passer les deux fluides l'un après l'autre , cette bouteille étant pleine d'eau & renversée sur la tablette de l'appareil hydro-pneumatique. Si l'on présente ensuite une bougie à l'orifice de la bouteille , le mélange s'enflamme & brûle rapidement ; mais la détonation qu'il produit seroit beaucoup plus bruyante , si la combustion se faisoit dans un vase dont l'orifice , très-étroit , seroit fermé , à l'aide d'un bouchon de liège , & dans lequel on dirigeroit une étincelle électrique pour enflammer le mélange des deux fluides qu'on y auroit renfermé. Non-seulement l'explosion seroit considérable , mais le bouchon seroit encore chassé avec force & lancé à une très-grande distance , à moins que quelque corps ne s'opposât à son passage.

Nous observerons qu'un vaisseau de verre pourroit se briser dans cette opération , ainsi qu'il est arrivé plus d'une fois , & que , pour prévenir tout danger , on doit se servir d'un vase en cuivre ou en fer-blanc , armé , comme le premier , d'une conduite métallique , au moyen de laquelle une étincelle électrique ,

produite au-dehors, puisse être transmise au dedans du vase & éclater au milieu de la masse du fluide inflammable. Cette étincelle, quelque foible qu'on la suppose, suffira pour l'enflammer & la faire détonner, autrement le mélange des deux fluides n'aura pas été fait suivant la proportion indiquée; ou bien encore on n'aura point employé; pour cette expérience, l'air inflammable des dissolutions métalliques; mais celui des marais, ou celui tiré des substances animales ou végétales par la distillation ou de quelque autre manière. Or, cette espèce d'air inflammable, ne brûlera en entier & ne donnera l'explosion la plus forte, qu'autant qu'il sera mêlé à douze fois son volume d'air commun (1); il est probable que cet air inflammable n'exige, pour son entière combustion, une aussi grande quantité d'air, que parce qu'il est combiné ou simplement mêlé avec l'air fixe ou toute autre matière aériforme, qui n'a, ni la propriété de brûler comme l'air inflammable, ni celle de servir à la combustion comme l'air proprement dit; & dont la présence, par conséquent, doit diminuer la quantité ou le volume

(1) Lettre de M. Alexandre Volta, sur l'air inflammable des marais, seconde lettre, pag. 22 & 23.

d'air inflammable , disposé à l'inflammation par son mélange avec le fluide atmosphérique ; on peut , par le moyen de l'eau de chaux & des alkalis caustiques , dépouiller d'air fixe & amener à l'état d'air inflammable pur ; celui que l'on obtient de la distillation des matières végétales & animales , du bleu de Prusse , de la réduction des fleurs de zinc par le charbon , & dans plusieurs autres opérations chimiques ; on parvient également , & de la même manière , à purifier l'air inflammable des marais ; c'est ainsi qu'on appelle celui qui se produit dans ces sortes d'endroits , ainsi que dans les étangs , les fossés , les marres & les eaux courantes. Ces airs inflammables qui , dans les mêmes circonstances que ceux des distillations métalliques , se comportent bien différemment , produisent les mêmes effets lorsque , par le lavage dans l'eau de chaux ou les alkalis caustiques , ils ont été purifiés.

Quoique le bruit & l'impétuosité avec lesquels se fait la déflagration de l'air inflammable pur , mêlé avec le double de son volume d'air commun , soient très-considérables , surtout lorsque cette inflammation se fait dans les vaisseaux clos ; néanmoins , comme le fluide atmosphérique n'est qu'un mélange d'air pur & de matières aériformes , qui ne peuvent , comme lui , servir à la respiration & à la

combustion ; il s'ensuit que la quantité déterminée d'air commun, que l'on emploie pour faire brûler & détonner l'air inflammable, ne concourt point en entier à l'inflammation de ce fluide, & que, la portion d'air pur que contient le premier, est la seule qui serve à cette inflammation : mais l'air déphlogistiqué de *M. Priestley*, que l'on peut se procurer par un grand nombre de moyens différens, que nous ferons bientôt connoître, est beaucoup plus pur que le fluide atmosphérique ; il contient, sous le même volume, beaucoup plus de parties de véritable air favorable à la combustion. Or, cet air très-pur, mêlé seulement à la dose d'un tiers à l'air inflammable, le fait brûler en entier avec une explosion des plus fortes, accompagnée d'un bruit & d'une chaleur étonnante. La détonation que produit ici l'air inflammable, est, suivant *M. Priestley*, quarante ou cinquante fois plus considérable que celle qui résulte de l'inflammation du même fluide, mêlé, en même quantité & dans le même vaisseau, avec deux parties d'air commun. Nous remarquerons encore, avec *M. Macquer*, que l'explosion, par le mélange de l'air très-pur, est si forte, qu'il seroit très-imprudent de la tenter sur des quantités d'air inflammable un peu con-

fidérables , & qu'on ne peut guere passer sans risque le volume d'une chopine de ce mélange : à en juger par les effets d'une aussi petite quantité , si l'on faisoit l'expérience sur 12 ou 15 pintes , la détonation seroit au moins égale à celle d'une grosse piece d'artillerie ; & il faudroit , pour y résister , des vaisseaux de fer ou d'airain , de même force que les canons & les mortiers.

L'air inflammable étant mêlé ou simplement en contact avec l'air commun , peut s'allumer , non-seulement à la flamme d'une bougie & par le moyen de l'électricité , mais il s'enflamme encore très-bien lorsqu'on lui présente un charbon ardent & qu'on excite celui-ci en le soufflant ; un fer rougi à blanc l'enflamme également : enfin les étincelles qu'on fait naître en frappant , avec le briquet , une pierre à fusil , & que l'on fait tomber en pluie au-dessus d'un vase rempli d'air inflammable , allument aussi ce fluide. N'y auroit-il que ces moyens de l'enflammer , mais il en existe un grand nombre d'autres , il suffit qu'ils n'aient pas toujours prise sur les corps combustibles pour en conclure que l'air inflammable occupe le premier rang parmi ces corps.

Lorsqu'on fait brûler l'air inflammable , avec

le simple contact de l'air commun, dans un vaisseau cylindrique de verre d'un petit diamètre, & que l'on y plonge, par le moyen d'un fil de métal, un bout de bougie allumée, celle-ci s'éteint, sur-tout si on la plonge un peu avant dans le vase, tandis que l'air inflammable continue à brûler sur l'orifice, & que la flamme s'avance peu-à-peu vers le fond; en relevant la bougie, elle se rallume dès qu'elle revient en contact avec la flamme. Un corps enflammé que l'on approche de la surface de l'esprit-de-vin ou de toute autre liqueur inflammable, l'allume & s'y éteint de même lorsqu'on l'y plonge. Ainsi, l'air inflammable, non-seulement diffère, à plusieurs égards, du véritable air, mais cette matière, tout à la fois aériforme & inflammable, ne paroît pas même contenir de l'air respirable, puisqu'elle ne peut servir à la combustion d'aucun corps, & qu'elle ne s'enflamme & ne brûle elle-même qu'avec le contact de l'air proprement dit.

Nous avons observé, & l'expérience prouve manifestement, que l'air inflammable, étant mêlé d'air pur ou déphlogistiqué, produit, en s'enflammant, une explosion beaucoup plus vive que lorsqu'on le fait brûler avec le fluide

atmosphérique ; la quantité de celui-ci surpassant même celle du premier, relativement au volume d'air inflammable employé.

Il paroît que l'air commun, dans son mélange avec l'air inflammable, ne favorise la combustion de ce fluide, de même que celle de tout autre corps, qu'autant qu'il diffère moins en pureté de l'air dit déphlogistique ou qu'il contient, sous le même volume, un moindre nombre de parties hétérogènes, appartenant aux diverses matières étrangères, & la plupart aériformes, qui se répandent dans la masse de l'atmosphère. L'activité avec laquelle brûle l'air inflammable mêlé d'air commun, la chaleur & l'explosion qu'il produit alors, dépendant, toutes choses d'ailleurs égales, de la pureté du fluide atmosphérique, qui sert à sa combustion, il s'ensuit que ces effets doivent diminuer d'intensité dans la même raison que l'air commun, dont on emprunte le secours, est altéré par la respiration, la combustion ou tout autre moyen, tel que le mélange de ce fluide, fait en différentes proportions avec une ou plusieurs substances aériformes.

J'ai fait, pour m'en convaincre, un grand nombre d'expériences qui ont eu tout le succès que j'en pouvois attendre ; j'ai également

remarqué, conjointement avec M. Macquer & M. de la Fond, mon oncle, que l'air fixe, par exemple, lorsqu'il est bien pur ou exempt du mélange de l'air commun, & qu'il en est de même de l'air inflammable avec lequel on l'a mêlé, s'oppose entièrement à l'inflammation de ce fluide, quelque soit la proportion suivant laquelle le mélange a été fait; mais, pour qu'il en arrive ainsi, il faut essayer ce mélange dans une bouteille dont le col soit très-étroit, & ne permette point à l'air ambiant d'y pénétrer promptement, sans quoi l'air inflammable s'allumeroit & brûleroit, à raison du contact qu'il auroit alors avec l'air commun.

Quant on fait brûler l'air inflammable avec le fluide atmosphérique, dans un vase de cristal dont l'orifice est renversé & plongé dans l'eau, on voit ce liquide s'y élever immédiatement après l'inflammation du mélange & sa détonnation; l'eau n'est portée ainsi, dans le lieu de cette combustion, que par la pression de l'air ambiant devenue plus considérable que celle du fluide renfermé dans le vase, à cause de la destruction totale ou partielle de l'air inflammable, & de la diminution du volume de l'air commun qui a servi à sa déflagration; car ce fluide éprouve ici la même altération

que nous avons reconnue en démontrant qu'il est indispensablement nécessaire pour toute combustion quelconque. Dans cette expérience, la quantité du volume des deux fluides est diminuée en proportion de la rapidité de l'inflammation, & par conséquent l'eau vient occuper, dans le vase où elle s'est faite, un espace d'autant plus grand que cette diminution est plus considérable. Comme la quantité d'air pur qui a servi à l'inflammation* est en moins pour le résidu, c'est-à-dire pour ce qui reste des deux fluides après leur combustion, il s'ensuit que, si l'on employoit dans cette expérience, des quantités connues & proportionnelles d'air inflammable & d'air commun, en observant celles qui sont nécessaires pour produire l'inflammation la plus vive, on parviendroit à connoître la quantité d'air pur que contient le fluide atmosphérique sous un volume donné, & par conséquent ses qualités avantageuses ou nuisibles pour la respiration; en un mot, on pourroit apprécier les degrés de pureté ou d'impureté de ce fluide, en comparant la quantité du résidu de la combustion de l'air inflammable avec la quantité du même fluide, plus, celle de l'air respirable qui auroit servi à son inflammation; il suffiroit, pour cela, que le vase dans lequel

se feroit cette inflammation , fût parfaitement cylindrique & divisé , suivant sa longueur , en parties égales , par le moyen d'une échelle qui seroit établie dessus , & dont des degrés principaux auroient été mesurés par des volumes égaux d'air atmosphérique ou de tout autre fluide que l'on auroit fait passer successivement dans ce vase cylindrique , en se servant pour cela , d'un autre vase plus petit & de même forme. La combustion de l'air inflammable ayant eu lieu dans cette espece de jauge , & l'eau étant venue remplir le vide qui s'y seroit fait , on jugeroit de la plus ou moins grande pureté de l'air commun employé , par la quantité dont le volume des deux fluides auroit été diminué : plus il auroit souffert de diminution , & plus l'air seroit pur ; moins au contraire il en auroit éprouvé , & moins l'air auroit de pureté. Le service de cet eudiomètre seroit plus étendu , & l'on appréceroit presque à l'infini les degrés de pureté ou d'impureté des différentes sortes d'air respirables qu'on y renferméroit avec l'air inflammable. Si l'on prenoit , pour les deux termes de la division , celui d'un air non-respirable , tel que l'air fixe , qui ne peut point servir à la combustion de l'air inflammable , & celui de l'air pur ou déphlogistiqué qui le favorise

favorise le plus , ainsi que nous l'avons observé. M. le Chevalier *Volta* est le premier qui ait démontré que l'air inflammable peut servir de pierre de touche pour connoître la quantité d'air pur que contient le fluide atmosphérique.

L'extrême combustibilité de l'air inflammable n'a pas plutôt été reconnue , qu'on a entrevu les moyens de le faire servir aux usages de la vie , préférablement à d'autres matières combustibles. M. *Volta* , dans une de ses Lettres sur l'air inflammable des marais , a rapproché les diverses circonstances dans lesquelles ce fluide inflammable pourroit suppléer à la poudre à canon ou agir de concert avec cette dernière , en y faisant toujours intervenir l'air déphlogistiqué , afin d'obtenir une explosion plus impétueuse : une étincelle électrique , dirigée convenablement , suffiroit pour développer cette combustion. M. *Neret* , qui réunit le génie à beaucoup de connoissances , a donné la description d'un réchaud à air inflammable , dans le Journal de Physique du mois de Janvier 1777. MM. *Furstenberger* , Physicien de Bâle , *Brander* , Mécanicien d'Augsbourg , *Ehrmann* , Démonstrateur de Physique à Strasbourg , ont également imaginé des lampes à air inflammable que l'on peut allumer pendant la nuit , à l'aide d'une étin-

celle électrique ; enfin , on a trouvé le moyen de faire , avec le même fluide , des feux d'artifices agréables , tels que des gerbes plus ou moins nombreuses , des soleils fixes , mobiles , &c. L'on fait passer l'air inflammable à travers des tubes de verre ou mieux encore de métal , disposés & percés convenablement , & , pour cela , on se sert d'une vessie qui est remplie de ce fluide , & qui s'adapte aux tubes par un robinet de cuivre sur lequel elle est liée très-exactement. En pressant cette vessie , l'air inflammable s'en échappe ; il sort par toutes les ouvertures que peuvent lui présenter les tubes , & s'allume à la flamme d'une bougie , qu'on en approche dès l'instant où l'on commence à comprimer la vessie.

L'air inflammable n'est point miscible à l'eau ; on peut le conserver long-tems , sans altération , au-dessus de ce liquide ; cependant , à la longue , il est décomposé & n'est plus combustible. M. *Priestley* , qui a eu occasion de faire cette remarque , est encore parvenu à diminuer la quantité ou le volume de l'air inflammable & à lui faire perdre son inflammabilité , en l'agitant long-tems dans beaucoup d'eau. Enfin , le même Physicien a trouvé que ce fluide , après avoir été battu dans l'eau & diminué ainsi de la moitié & un peu plus de

son volume , faisoit effervescence avec l'air nitreux , & entretenoit la respiration , ainsi que la combustion , lors même qu'il conservoit encore de son inflammabilité (1) ; néanmoins il observe que l'eau , dans tous ces cas , ne se charge point de l'air inflammable , qu'elle ne devient point aérée ni gaseuse , comme si elle opéroit la décomposition de l'air fixe ou de l'air nitreux , & qu'elle n'acquiert en cela aucun caractère distinctif.

Lorsque l'air inflammable séjourne plus ou moins de tems dans un vaisseau & au-dessus de l'eau , il y dépose toujours une matiere étrangere qui surnage l'eau , & dont la couleur varie ; elle est d'un jaune d'ocre , si l'air inflammable a été retiré du fer ; & blanche , s'il a été retiré du zinc. *M. Priestley* , qui a le premier fait cette observation , n'a pu méconnoître , dans ce dépôt terreneux , la chaux de l'espece de métal dont l'air inflammable a été dégagé (2).

Il paroît que l'air inflammable peut , comme toute autre matiere combustible , rendre du phlogistique aux chaux métalliques , & en faire

(1) Expériences & Observations sur différentes especes d'air. t. I.

(2) *Idem. ibidem.*

par conséquent la réduction sans combustion ni inflammation.

Deux Chimistes distingués , MM. *Macquer* & de *Montigny* , en travaillant ensemble , se sont assurés que l'air inflammable très-pur , tiré du zinc ou du fer par l'acide vitriolique , appliqué à des dissolutions d'argent , de mercure , de plomb , & de plusieurs autres métaux , leur communiquoit très-prompement & très-fortement , la couleur brune & noire qui annonce la combinaison du principe inflammable avec les terres métalliques , & leur disposition prochaine à la réduction , qui ne demande plus qu'un très-léger degré de chaleur pour devenir intime & sans addition d'aucune autre matière inflammable (1).

Ces deux Savans n'ont point déterminé l'espèce d'altération que doit éprouver ici l'air inflammable ; mais il est probable qu'il perd son inflammabilité , diminue de volume & devient respirable , ainsi qu'il lui arrive lorsqu'il est renfermé au-dessus de l'eau , sans doute par ce qu'il réagit sur la matière fixe qu'il y a déposée , lui rend également du phlogistique & se mêle à l'air pur qui s'en

(1) Dictionnaire de Chimie , seconde édition , art. gas inflammable.

dégage à proportion, ou encore à celui que l'eau contient & qu'elle abandonne lorsqu'on l'agite.

M. *Priestley* a observé une décomposition & un effet très-singulier de l'air inflammable dans une suite d'expériences sur quantité de substances qu'il a exposées à l'action d'un feu de sable entretenu pendant plusieurs mois de suite (1). Le 25 Septembre 1777, ce célèbre Observateur ayant renfermé, dans ce sable chaud, des tubes de flint-glas, remplis de toutes les différentes espèces d'air & scellés hermétiquement, il les examina le 20 Janvier suivant, & fut très-surpris de l'altération qu'avoit éprouvé le tube qui contenoit l'air inflammable: ce tube, qui avoit dix pouces de longueur, étoit teint en noir de jayet dans toute son étendue. M. *Priestley* crut d'abord que cette teinte noire provenoit de quelque matiere phlogistique du sable ou de quelques-uns des vaisseaux qui avoient crevé dans le voisinage. L'uniformité de cette même teinte, lui fit bientôt soupçonner qu'elle avoit été occasionnée par l'air inflammable. Pour s'en assurer, il remplit du même air un autre petit

(1). Expériences & Observations sur différentes branches de la Physique. tom. II. pag. 139 & suiv.

tube de verre, & l'ayant scellé hermétiquement, il le renferma profondément dans du sable, contenu dans un pot de fer, qu'il mit sur le feu & qu'il fit chauffer presque jusqu'à rougeur; le lendemain, ayant retiré le tube, il le trouva tout-à-fait noir, à l'exception d'une petite portion qui n'avoit pas été exposée à un aussi grand degré de chaleur que le reste du tube.

Ne pouvant plus alors attribuer la noirceur du tube à autre chose qu'à l'air inflammable échauffé dans une circonstance où il n'avoit pu se dilater, M. *Priestley* voulut savoir dans quel état pouvoit être ce fluide; la première chose qu'il fit, ce fut de s'assurer qu'il n'y avoit point eu de communication entre cet air & l'air extérieur, puis ayant cassé, sous l'eau, l'extrémité du tube, il en examina l'air & il trouva qu'il n'étoit plus inflammable.

M. *Priestley* laissa renfermés, pendant deux jours, dans un bain de sable chaud, deux tubes de verre, d'environ quatre pouces de long sur un quart de pouce de diamètre, remplis d'air inflammable; lorsqu'il les en retira, il trouva qu'un de ces tubes étoit presque fondu, & parfaitement bleu comme de l'indigo; c'étoit celui qu'il avoit placé au fond du sable, & par conséquent au plus grand degré de chaleur: l'autre tube, qui n'avoit

pas éprouvé une chaleur aussi forte , étoit d'un beau noir de jayer ; l'air de ce tube avoit été réduit à un tiers de son volume : c'étoit , dit *M. Priestley* , de simple air phlogistique ; il ne troublait point l'eau de chaux , n'étoit point affecté par l'air nitreux & n'avoit plus d'inflammabilité. L'air du tube , qui étoit devenu bleu ou qui avoit essuyé le plus grand degré de chaleur , étoit réduit à une très-petite bulle ; en sorte que je ne pus le soumettre à aucune épreuve ; je ne doute cependant pas qu'il ne fut phlogistique.

Dans toutes ces expériences , *M. Priestley* s'étoit servi de l'air inflammable produit par la dissolution du fer ; il voulut voir si la noirceur du verre ne devoit point son origine à ce métal , mais il fut bientôt convaincu du contraire , en trouvant que l'air inflammable tiré du zinc , noircissoit également le verre dans les mêmes circonstances.

Le même Physicien ne tarda point à reconnoître que le moment où le verre commençoit à se ternir , étoit celui où il étoit rouge , brûlant ou ramolli ; car , ayant tenu un tube plein d'air inflammable à un feu nu , ainsi qu'à la flamme d'une bougie , il remarqua que , par-tout où la chaleur se faisoit

fentir, la noirceur paroissoit sur le champ sans affecter aucun autre endroit du tube.

En examinant de près cette teinte noire, il vit qu'elle ne pénéroit pas dans le verre ; mais qu'elle formoit un enduit, délicat & superficiel, qui laissoit au verre tout son poli ; mais cette noirceur étoit ineffaçable, du moins on ne pouvoit la racler sans altérer la surface du verre.

La couleur bleuë du tube, qui avoit été fortement chauffé, étoit dûe, suivant *M. de Laval*, à quelque portion du fer qui entre dans la composition du verre. *M. Priestley* s'assura qu'elle dépendoit aussi du degré de chaleur, en plaçant un des tubes verticalement dans le bain de sable ; car, l'extrémité inférieure du tube, qui étoit la plus échauffée, avoit acquis une couleur bleue foncée, & celle-ci passoit au noir à l'extrémité supérieure du tube sans aucune couleur intermédiaire ; il n'y avoit non plus aucune autre couleur au-dessus du noir ; en sorte que la première teinte que reçoit le verre est un noir parfait ; cependant, si on regarde, à travers la lumière d'une bougie, cette première teinte, elle paroît avoir une ombre de rougeur.

M. Priestley, ne doutant point que la noir-

ceur de ses tubes, ne fut dûe à la précipitation du phlogistique de l'air inflammable, imagina qu'une substance qui auroit plus d'affinité avec le phlogistique, pourroit détruire cette teinte noire; il essaya le minium avec succès; il remplit, de cette chaux métallique, un de ces tubes noirs; &, au moment où il l'eût fait rougir, la noirceur disparut entièrement, & le tube reprit sa première transparence. Le minium, dont il se servit dans cette épreuve, avoit été privé d'air par la chaleur, & étoit de couleur jaune; il devint plus blanc dans ce procédé, & adhéra un peu au verre. M. *Priestley*, après l'en avoir détaché, trouva qu'il approchoit évidemment de l'état métallique, son tissu étant devenu plus compacte. Ce célèbre Physicien, ayant communiqué le résultat de ces expériences à son ami, M. *Bewly*, celui-ci lui observa que c'étoit le plomb, contenu dans le verre des tubes, qui attiroit le phlogistique de l'air inflammable, & leur faisoit prendre la teinte noire. Pour achever de s'en convaincre, il remplit de ce fluide & scella hermétiquement un tube de verre verd; il l'exposa ensuite à une chaleur de fusion, supérieure à celle que le flint-glass peut supporter; mais ce fut sans y produire aucun changement de couleur: ce qui resta de l'air dans le tube, &

qui ne s'échappa point lorsqu'une portion de tube se fondit , étoit encore fortement inflammable. Il paroît donc , par cette expérience , conclut M. *Priestley* , que la chaux de plomb , sous la forme de verre , a une plus forte affinité avec le phlogistique qu'aucun des autres ingrédiens de cet air dans un degré de chaleur capable de fondre le verre ; ou , s'il n'y a aucune autre partie constituante de l'air inflammable que le phlogistique , l'attraction de la chaux de plomb est si grande , qu'elle réduit le phlogistique , d'un état élastique & libre , à un état de fixité & de combinaison.

J'avois opéré , ajoute le même Phylicien , par le moyen de ces tubes de verre , une décomposition complète de l'air inflammable , puisque son phlogistique s'étoit uni avec le verre de plomb ; je pensai donc que , s'il y avoit eu quelqu'acide dans sa composition , il auroit été dégagé & se trouveroit dans le tube. Pour éprouver ce qui en étoit , je versai , dans un de ces tubes , une petite quantité d'eau teinte en bleue avec le suc de tournesol ; mais elle en sortit aussi bleue qu'auparavant.

L'air inflammable n'éprouve point d'altération sensible de la part de l'électricité ; M. *Priestley* a fait passer une forte étincelle électrique à travers un tube de verre très-étroit ,

due dans tous ses points , devoit affecter la forme d'un sphéroïde ; elle étoit d'ailleurs peinte en bleu d'azur , & représentoit une espèce de tente avec son pavillon , & ses ornemens en couleur d'or. Le poids de cette machine étoit de 1000 livres ; celui du volume d'air qu'elle déplaçoit pouvoit être évalué à environ 4500 livres , & le fluide dont elle devoit être remplie , étant une fois plus léger que l'air commun , ne pesoit que 2250 livres ; il y avoit donc un excès de légèreté de 1250 livres ; la machine pouvoit donc enlever un poids de cette force.

Le 11 Septembre 1783 , cette superbe machine étant entièrement achevée , fut mise en place & disposée pour faire les premières expériences ; on l'essaya le soir même ; on la vit avec admiration se remplir en neuf minutes & prendre la plus belle forme. Huit hommes qui la retenoient , furent soulevés à plusieurs pieds , & elle se seroit enlevée à une grande hauteur , si on ne lui avoit pas opposé de nouvelles forces.

Messieurs les Commissaires de l'Académie des Sciences furent invités à assister le lendemain matin , 12 Septembre , à l'expérience qui leur étoit consacrée. L'on vit , ce jour-là , avec inquiétude , que des nuages épais se dispoisient

mais le dernier étoit un peu moins inflammable.

Depuis que l'art s'est exercé à produire l'air inflammable & à rendre sensible plusieurs de ses propriétés , & principalement son inflammabilité, les Physiciens & les Naturalistes-Chimistes ne sont plus embarrassés dans l'explication d'un grand nombre de phénomènes naturels, décrits avec tant d'emphase par ceux qui les ont précédés ; tel est le feu *Brisou*, développé & entretenu par des vapeurs combustibles délétères & légères qui se dégagent des mines métalliques, des carrières de charbon de terre, & de celles de sel gemme & qui s'allument aux lampes des Mineurs avec une explosion plus ou moins forte & souvent meurtrière ; telles sont aussi les *mouffettes inflammables* de certaines grottes, de certaines eaux courantes ou stagnantes, qui prennent feu à l'approche d'une flamme étrangère, comme celle d'une bougie ou d'une torche de paille, & qui brûlent le plus souvent sans bruit & avec une flamme bleuâtre, dont l'étendue & la durée varie suivant la quantité de vapeurs combustibles qui l'entretiennent. L'eau de la Tamise en Angleterre, gardée dans des tonneaux à bords des vaisseaux & suffisamment de temps pour être corrompue, s'enflamme lors-

qu'on présente une lumière fort près de la bonde, tout récemment ouverte (1) ; tels sont les *feux-follets*, ces flammes errantes plus ou moins étendues, plus ou moins nombreuses, qui naissent & disparaissent spontanément, & que l'on voit flotter dans l'air, à peu de distance de la terre, dans les endroits marécageux, dans les cimetières, près des gibets, des fumiers, &c.

Tous ces phénomènes, & beaucoup d'autres du même genre, sont aujourd'hui attribués au dégagement spontané de l'air inflammable & à sa déflagration plus ou moins vive ; on est d'autant mieux fondé à n'en point reconnoître d'autre cause, que par-tout & dans les circonstances où ils se présentent, il y a toujours des décompositions, soit de matières minérales, soit de matières organiques, végétales ou animales combustibles ; & dans ces décompositions opérées naturellement, il doit se dégager de l'air inflammable, comme il arrive dans celles auxquelles l'art a part. Ajoutons que le célèbre M. *Volta*, qui a le premier soupçonné que l'air inflammable pouvoit être engendré par la putréfaction des *végétaux* & *des animaux*, aussi bien que par l'action réciproque de plusieurs substances minérales

(1) Transactions philosophiques.

les (1), est parvenu à obtenir ce fluide inflammable, en remuant avec un bâton la vase des marais, des fossés, des étangs & des rivières, & recevant, dans une bouteille pleine d'eau, les bulles qui se dégagent; il en a également retiré des terrains gras, fangeux & limoneux, en y creusant des trous après les avoir couverts d'eau. Enfin, le même Physicien a souvent pris plaisir à faire brûler l'air inflammable au moment de son dégagement, & pour cela il lui suffisoit de présenter une lumière, soit à la surface de l'eau couverte de bulles, soit au trou qu'il venoit de creuser lorsque le terrain étoit à sec. S'il creusoit avec précipitation plusieurs trous près les uns des autres, & s'il leur présentoit aussi-tôt la lumière, il voyoit une flamme bleue s'élançant de l'un à l'autre, tantôt les occuper successivement, tantôt s'élever de tous en même tems, sur-tout s'il piétinoit le terrain pour en faire sortir une plus grande quantité d'air inflammable.

Ce fluide, que M. *Volta* appelle air inflammable des marais, diffère de celui des dissolutions métalliques, 1^o. par l'odeur qu'il ré-

(1) Lettre sur l'air inflammable des marais, cinquième lettre, pages 61 & suiv.

pend & qui est celle du foie de soufre ou des œufs couvés ; 2°. par la flamme qu'il produit & qui est d'un bleu foncé ; 3°. parce que , comme je l'ai déjà remarqué , il faut , pour le faire brûler en entier , employer une quantité d'air commun , infiniment plus grande que celle qui est nécessaire pour la combustion de l'air inflammable des métaux : celui-ci brûle en un instant & produit une forte explosion , lorsqu'il est mêlé à deux fois son volume d'air atmosphérique ; on peut au contraire mêler jusqu'à six parties de ce fluide contre une d'air inflammable des marais , & ce dernier ne fait encore que de petites explosions successives & foibles , en sorte que , pour le faire brûler aussi rapidement que le premier , il faut ajouter douze parties d'air commun ; il s'enflamme cependant avec la plus grande facilité , & fait une explosion des plus fortes , lorsqu'il est mêlé avec de l'air déphlogistiqué. Suivant *M. Volta* , la proportion est d'une partie d'air inflammable contre deux ou environ d'air déphlogistiqué ; & en cela l'air inflammable des marais diffère encore de celui des métaux , puisque pour brûler deux parties de celui-ci , il ne faut qu'une seule partie d'air déphlogistiqué. *M. Volta* soupçonne que l'air inflammable des marais contient du phlogistique

surabondant à sa nature de fluide inflammable ; que ce phlogistique vîcne promptement l'air commun qu'on y mêle ; & qu'il est la cause , tant de la difficulté & de la lenteur de l'inflammation de cet air , que de la couleur bleue de sa flamme. Nous voyons , dit-il , que l'air phlogistique produit les mêmes effets sur l'air inflammable métallique lorsqu'on les mêle ensemble. Dans cette supposition , il est aisé de comprendre que , l'air déphlogistique conservant encore sa bonne qualité , même après avoir reçu le phlogistique surabondant de l'air des marais , lui communique la promptitude & la force de l'inflammation , & change en une couleur rouge & même blanche , la couleur bleue de sa flamme ; mais en supposant même qu'il entrât plus de phlogistique dans la composition de l'air des marais , & que ce phlogistique , uni plus intimément aux autres principes qui peuvent le composer , eût besoin , pour s'en dégager , d'un choc plus violent , d'une chaleur plus grande & d'un réceptacle plus abondant ; les différences qu'il présente , comparativement avec l'air inflammable des métaux , devraient toujours être attribuées en partie à l'air fixe avec lequel il est mêlé , & que plusieurs Physiciens y ont reconnus. S'il falloit d'autres preuves que celles

que

que nous venons d'administrer de l'existence de l'air inflammable dans la plupart des corps appartenans aux trois régnes de la Nature , ainsi que de son dégagement spontané , nous observerions qu'une plante indigène de l'Europe, le *diclame blanc* ou la *fraxinelle* , répand , dans les jours d'été , le soir & le matin , des vapeurs échérées , inflammables , & en telle abondance que si l'on place , au pied de cette plante , une bougie allumée , il s'éleve tout-à-coup une grande flamme qui se répand sur toute la plante.

Nous pourrions rappeler les accidens , assez communs , d'égoûts & de fosses abandonnés , de citernes & de sépulçres , dans lesquels on a vu une lumière plongée , au lieu de s'éteindre , comme cela arrive le plus communément , enflammer au contraire l'air qui y étoit renfermé.

Nous donnerons plusieurs exemples d'embrasemens ou d'incendies spontanés qui ont ravagé plusieurs Villages , & fait abandonner plusieurs mines de charbon de terre , qui brûlent depuis un grand nombre d'années , comme celle de la Misnie qui brûle depuis 1600.

Nous citerions d'autres exemples d'embrasemens ; arrivés également sans causes apparentes , à des grains & à des foins serrés trop

humides, à des ballots de grosse toise, imprimée d'un côté seulement avec de l'ocre rouge broyée à l'huile, ainsi qu'à plusieurs pièces de serge & autres étoffes de laine entassées les unes sur les autres, avant d'avoir été dégraissées. Enfin nous reconnoîtrions la même cause incendiaire, la production de l'air inflammable, dans le corps des animaux, ainsi que dans celui de l'homme : parmi les exemples que nous en pourrions produire, quelques-uns nous paroissent mériter l'attention de nos Lecteurs ; ce sont les suivans.

Sur la fin du mois d'Octobre 1751, un habitant du Bourg d'Enans, près de Neufchâtel, Bailliage de Beaume en Franche-Comté, ayant un bœuf malade depuis quelque tems & extrêmement gonflé, lui fit prendre la valeur d'une bonne charge de fusil de poudre à canon, détrempée dans de l'eau fraîche, ce qui le fit dégonfler ; mais, comme l'enflure revenoit toujours, & que le remède ne produisoit qu'un effet passager, il résolut de le tuer. Plusieurs personnes voulurent s'assurer de l'état de la viande ; un Boucher tira, avec force hors du corps, le ventricule ou la panse de l'animal, & creva, sans y faire attention, ce qu'on appelle le *panferot* ; aussi-tôt il sortit avec bruit, par l'ouverture, une flamme qui

s'éleva à plus de cinq pieds de haut ; elle lui brûla les cheveux , les sourcils , & lui affecta tellement les yeux , qu'il fut long-tems sans pouvoir souffrir la lumière. Une jeune fille qui l'éclairoit avec une lampe , eut tous ses cheveux brûlés & eût été peut-être plus maltraitée si sa mère , qui étoit présente , ne lui eût jeté son tablier sur la tête pour éteindre le feu & la préserver ; cette flamme dura , en diminuant toujours de grandeur , l'espace de deux ou trois minutes. A mesure qu'elle continuoit , la panse se désenflait , & il resta dans l'endroit une odeur insupportable. *M. de Maillebois* fit certifier ce fait à l'Académie royale des Sciences de Paris.

Fortunius Licetus nous apprend , dans son *Traité de Lucernis antiquorum reconditis* , qu'en 1597 , le Professeur d'Anatomie de Pise , ayant approché une bougie allumée de l'estomac qu'il venoit d'ouvrir , dans un sujet qu'il disséquoit , il en sortit des vapeurs qui s'enflammerent ; *Bonami* & *Ruyseh* furent témoins de ce phénomène. Ce dernier en observa un semblable à l'ouverture de l'estomac d'une femme qui n'avoit pris aucune nourriture depuis quatre jours ; mais qui avoit le ventre tellement gonflé , qu'on la soupçonnoit d'être grosse. *Ruyseh* pressant cet estomac d'une main , pour procurer de la tension dans la partie où il

vouloit faire une ouverture , & un Etudiant présentant en cet endroit une bougie allumée , il en sortit une vapeur qui s'enflamma avec explosion & qui donna une lumière jaune tirant sur le verd ; mais elle fut de peu de durée.

L'on a reconnu , dans ces derniers tems , que les flatuosités qui se forment dans le ventre pendant la digestion de nos alimens , & qui en sortent avec éclat , sont communément inflammables ; pour s'en convaincre, il suffit de présenter une lumière à l'ouverture d'une bouteille dans laquelle on les aura reçus étant au bain.

L'air inflammable pouvant être dégagé de tous les corps combustibles par tous les moyens que nous avons indiqués , & ce fluide surpassant en inflammabilité les liqueurs mêmes les plus éthérées , ainsi que nous l'avons précédemment observé , il n'est pas nécessaire de demander quelle est la substance qui produit la flamme dans la combustion de quelques corps solides , tels que les bois : on conçoit qu'elle n'est autre chose que l'air inflammable qui s'en échappe alors & qui s'allume au contact de ces matières déjà embrasées ; l'inflammation, une fois produite , se communique ensuite aisément au nouvel air inflammable qui continue à se dégager ; & ainsi la flamme est

entretenue jusqu'à ce qu'enfin il ne se produise plus de ce fluide.

Il n'est pas moins évident que les liqueurs inflammables, telles que les huiles, l'esprit-de-vin, l'éther, & les matieres qui se liquéfient avant de s'enflammer, comme les graisses, la cire, les résines, le soufre, empruntent également, de l'air inflammable qu'elles contiennent, la propriété de brûler avec flamme.

Il est probable que l'air inflammable, abondamment répandu dans la Nature, concourt, avec l'électricité, à la production de plusieurs effets, attribués cependant jusqu'ici à cette seule & dernière cause; il paroît, par exemple, que les volcans & les tremblemens de terre sont occasionnés par l'air inflammable renfermé dans les cavernes souterraines & mêlé, avec l'air commun, en dose suffisante pour pouvoir, étant enflammé par le fluide électrique, développer d'une manière quelconque, éclater tout-à-coup dans un très-long espace de terrain.

Les aurores boréales paroissent être également engendrées par l'air inflammable, lequel, vu son extrême légèreté & l'énorme quantité qui s'en dégage continuellement de toute la surface de la terre & de l'eau, doit se trouver rassemblé dans les régions supérieures de l'atmosphère.

phère , sur-tout vers les régions polaires , où il est forcé de se retrancher , à cause de sa légèreté & de la force centrifuge prépondérante de l'air atmosphérique.

Les éclairs semblent être eux-mêmes des effets de l'air inflammable mis en combustion par l'étincelle foudroyante des nuages ; car il ne faut pas confondre la foudre , dont la flamme est vive & serpentante , & qui est une véritable étincelle électrique , avec l'éclair beaucoup moins vif & plus tranquille , mais qui s'étend à une très-grande distance.

Enfin l'air inflammable , rassemblé en plus ou moins grandes masses dans l'atmosphère , & allumé par l'électricité qui s'y trouve elle-même répandue , est encore , à ce qu'il paroît , la cause prochaine des météores ignés , auxquels on a donné les noms de poutre , de fleche , de colonne de feu , de tonneau , de muid ou globe de feu volant , de chevre dansante , d'étoile tombante , relativement à leur figure & à la manière dont ils se comportent.

Je ne finirai point cet article sans parler des ballons aérostatiques à air inflammable , ainsi appelés , parce qu'ils reçoivent de cette émanation aériforme , plus légère que le fluide atmosphérique , la propriété de s'élever d'eux-mêmes & de se balancer majestueusement dans

les airs ; ces ballons présentent en même tems à l'homme , non satisfait d'avoir asservi les mers , des moyens de franchir les bornes de la sphère où l'a placé la Nature , d'atteindra jusqu'au milieu de l'atmosphère , & de parcourir des espaces immenses dans un tems très-court , en voyageant au gré des vents ; mais avant de faire connoître plus particulièrement ces superbes globes ou ballons , je dois faire mention des expériences qui les ont fait imaginer.

La première de ces expériences , dûes à MM. *Montgolfier* , fut faite le 5 Juin 1783 , à Annonay en Vivarais , devant les Députés des Etats particuliers de cette Province. L'on vit , sur la place publique , une espèce de ballon de cent dix pieds de circonférence , retenu , par son pôle inférieur , sur un châssis en bois de 16 pieds en quarrés ; cette vaste enveloppe étoit de toile doublée de papier , cousue sur un réseau de ficelle fixé aux toiles. Les différentes pièces de cette machine étoient assemblées par de simples boutonnières arrêtées par des boutons ; elle pesoit 500 livres avec le châssis qui la tenoit fixée par le bas ; sa capacité étoit d'environ 22000 pieds cubes : ce n'étoit encore qu'une espèce de sac gigantesque de 35 pieds de hauteur , déprimé , plein de plis &

vide d'air. Quel fut l'étonnement général , lorsque MM. *Montgolfier* annoncerent , qu'ausſi-tôt qu'il feroit plein d'une eſpece d'air , qu'ils avoient le moyen de produire à volonté par le procédé le plus ſimple , il s'enleveroit de lui-même juſqu'aux nues ? En effet, ces Meſſieurs ayant procédé au développement du fluide qui devoit , par ſon excès de légéreté ſur l'air atmosphérique & ſon énorme volume , vaincre le poids de la machine ; celle-ci ſe gonfla , groſſir à vue d'œil , prit une forme nouvelle ; elle ſe tendit dans tous les points & ſit effort pour s'enlever. Huit hommes la retenoient ; le ſignal leur fut donné ; elle partit , & s'éleva en l'air juſqu'à la hauteur d'environ 1000 toiſes. Un vent , à peine ſenſible vers la ſurface de la terre , porta cette machine à 1200 toiſes de diſtance du point de ſon départ ; elle reſta dix minutes en l'air , la déperdition de ſon air , par les boutonnières & par les trous d'aiguilles , ne lui ayant pas permis de s'y ſoutenir plus long-tems. Le vent , au moment de l'expérience , étoit au midi , & il pleuvoit ; la machine deſcendit ſi lentement & ſi légérement , qu'elle ne brifa ni les ceps , ni les échalas de la vigne ſur leſquels elle ſe reposa.

Suivant le calcul de M. *Montgolfier* le jeune , la machine déplaçoit une maſſe d'air de 1980

livres , en supposant la pesanteur moyenne de l'air égale à $\frac{1}{1200}$ de la pesanteur de l'eau ; mais le fluide , dont on l'avoit remplie , étoit une fois plus léger que l'air commun , car il pesoit 990 livres ou 1490 livres , en y comprenant le poids de l'enveloppe & celui du chassis , évalué à 500 livres.

Il restoit donc 490 livres pour la rupture d'équilibre ou la force avec laquelle cet énorme ballon devoit s'élaner dans l'air (1) ; de même qu'un vaisseau enfoncé au sein des mers par des vagues énormes , dans un tems de tempête , remonte vers la surface de l'eau , après la secousse , s'il est fermé de toute part & inaccessible à l'eau , parce qu'il se trouve plus léger qu'un égal volume de ce liquide , & que les colonnes d'eau , dont ce vaisseau submergé fait partie , se trouvent elles-mêmes moins pesantes que les colonnes adjacentes , lesquelles , par leur excès de pesanteur , portent le vaisseau vers la surface de l'eau , où il reprend son équilibre. Sans nous astreindre à cette seule comparaison ,

(1) Description des expériences de la machine aérotatique de MM. *Montgolfier* , & de celles auxquelles cette découverte a donné lieu , &c. Ouvrage orné de neuf planches en taille-douce , &c. &c. par M. *Faujas de Saint-Fond* , à Paris , chez *Cuchet* , rue & hôtel Serpente.

nous pourrions citer une foule de phénomènes avec lesquels l'ascension de la machine aérostatique de MM. *Montgolfier* a également un rapport direct ; mais il suffit que le principe en soit connu, pour qu'ils s'offrent d'eux-mêmes aux yeux les plus clairvoyans.

M. *Montgolfier* le jeune étant arrivé à Paris, quelque tems après l'expérience d'Annonay, & ayant été invité, par l'Académie royale des Sciences, à répéter cette belle expérience, fit construire une machine de 70 pieds de hauteur sur 40 de diamètre. Ce fut chez M. *Réveillon*, rue de Montreuil, faubourg S. Antoine, que cette nouvelle machine aérostatique fut exécutée ; on la fit en toile de canevas, doublée, tant en dedans qu'en dehors, d'un fort papier.

Sa coupe géométrique étoit formée,

1°. Par un prisme de 24 pieds de hauteur.

2°. Par une pyramide de 27 pieds & demi qui devoit couronner le prisme.

3°. Par un cône tronqué de 18 pieds & demi, destiné à former la partie inférieure de la machine.

Chacune de ces portions étoit composée de 24 bandes ou méridiens, réunis & cousus ensemble.

En cet état, la machine développée & ten-

due dans tous les points , devoit affecter la forme d'un sphéroïde ; elle étoit d'ailleurs peinte en bleu d'azur , & représentoit une espece de tente avec son pavillon , & ses ornemens en couleur d'or. Le poids de cette machine étoit de 1000 livres ; celui du volume d'air qu'elle déplaçoit pouvoit être évalué à environ 4500 livres , & le fluide dont elle devoit être remplie , étant une fois plus léger que l'air commun , ne pesoit que 2250 livres ; il y avoit donc un excès de légéreté de 1250 livres ; la machine pouvoit donc enlever un poids de cette force.

Le 11 Septembre 1783 , cette superbe machine étant entièrement achevée , fut mise en place & disposée pour faire les premières expériences ; on l'essaya le soir même ; on la vit avec admiration se remplir en neuf minutes & prendre la plus belle forme. Huit hommes qui la retenoient , furent soulevés à plusieurs pieds , & elle se seroit enlevée à une grande hauteur , si on ne lui avoit pas opposé de nouvelles forces.

Messieurs les Commissaires de l'Académie des Sciences furent invités à assister le lendemain matin , 12 Septembre , à l'expérience qui leur étoit consacrée. L'on vit , ce jour-là , avec inquiétude , que des nuages épais se dispoient

à couvrir l'horizon , & qu'on étoit menacé d'orage ; néanmoins on se décida à remplir la machine.

Cinquante livres de paille sèche , qu'on alluma par paquets , & sur lesquelles on jeta , à diverses reprises , jusqu'à dix livres de laine hachée , produisirent , en dix minutes , une vapeur si expansive & douée d'une telle force , que la machine , malgré sa pesanteur , quoique déprimée & repliée sur elle-même , se redressa graduellement & comme par ondulation ; son volume & sa capacité étonnèrent les spectateurs ; & , lorsqu'elle se fut développée en entier & qu'elle tendit à s'enlever , la surprise & l'admiration redoublèrent.

La machine perdit terre , & se foutint à plusieurs pieds avec une charge de 500 livres ; elle se seroit enlevée à une très-grande hauteur , si l'on eut coupé les cordes qui la retenoient ; mais , comme elle étoit destiné à des expériences qui devoient avoir lieu à Versailles , on ne voulut pas l'abandonner ; la pluie survint & le vent souffla avec impétuosité ; les efforts que l'on fit alors pour obliger la machine à descendre , joints à des coups de vent furieux & à la pluie qui l'inondoit , la déchirèrent en plusieurs endroits. Comme l'orage redoubla , & se foutint long-tems , il fut absolument

impossible de la manœuvrer en cet état ; elle endura la pluie pendant plus de vingt-quatre heures ; les papiers se décollèrent & tombèrent en lambeaux , & cette superbe machine fut mise absolument hors de service (1). Cependant le Roi desiroit voir l'expérience , & on devoit la faire à Versailles le 19. M. *Montgolfier* , ayant calculé les heures qui lui restoient , se détermina à construire une nouvelle machine , simplement en toile assez solide pour résister aux intempéries de l'air ; on la commença le 14 , & le 18 elle fut achevée , peinte & décorée : le soir même on en fit l'essai , en présence de Messieurs les Commissaires de l'Académie , & elle réussit très-bien.

Le lendemain , 19 Septembre , la machine fut établie dans la grande cour du Château de Versailles , sur un estrade qui correspondoit à l'attirail & aux cordages tendus pour la manœuvrer. Cette espece de théâtre , recouvert & entouré de toiles , avoit , dans le milieu , une ouverture octogone de plus de 15 pieds de diamètre , autour de laquelle pouvoient circuler les personnes employées au service de la machine ;

(1) Description des expériences de la machine aérostatique de MM. *Montgolfier*. page 29 & suiv.

une garde nombreuse décrivait une double enceinte autour de ce vaste théâtre.

Le dôme de la machine étoit déprimé , & portoit horizontalement sur la grande ouverture du théâtre à laquelle il servoit de voûte ; le reste des toiles étoit abattu & se replioit circulairement ; de sorte qu'en cet état , la machine n'avoit aucune espece d'apparence , & ressembloit à un amas de toiles de couleur qu'on auroit entassées sans ordre.

Le dessous de l'échafaud étoit consacré pour les opérations propres à produire la vapeur ; c'étoit sous la grande ouverture , recouverte par le dôme de la machine , que devoit se faire ce travail. Au milieu & à terre étoit un réchaud de fer à claire-voie , de quatre pieds de hauteur sur trois de diamètre , fait pour recevoir les matieres combustibles. Un entourage en forte toile peinte & de forme circulaire , adhérant à la base de la machine aréostatique , & descendant par le trou jusque sur le pavé , pouvoit être considéré comme un vaste entonnoir , comme une espece de cheminée destinée à retenir les vapeurs & à les conduire dans l'intérieur de la machine ; de sorte que les personnes qui devoient diriger le feu , se trouvoient placées , par ce moyen , sous la ma-

chine même ; elles avoient à leur portée des provisions de paille & de laine hachée pour produire la vapeur , ainsi qu'une cage d'osier avec un mouton , un coq & un canard , & tous les autres agrès nécessaires pour l'expérience.

A dix heures du matin la route de Paris à Versailles étoit couverte de voitures ; l'on arrivoit en foule de toutes parts : & , à midi , les avenues , les cours du Château , les fenêtres & même les combles , présentoient un concours prodigieux de spectateurs. On tira une première boîte à une heure après-midi , pour annoncer qu'on alloit remplir la machine , & on la vit , dans l'espace de 11 minutes se développer en son entier & présenter une forme & une capacité des plus imposantes. Le bruit d'une seconde boîte avertit qu'elle étoit prête à quitter la terre ; & , à une troisième décharge , les cordes qui la retenoient furent coupées : alors elle s'éleva majestueusement dans l'air , entraînant avec elle le panier dans lequel étoient renfermés le mouton & les deux volailles.

La machine se porta d'abord à 240 toises de hauteur , en décrivant une ligne inclinée à l'horizon , que le vent de sud la força de prendre ; elle parut rester ensuite quelques secondes

en station, & produisit alors le plus bel effet. Enfin elle déclina & descendit avec lenteur, à 1700 toises du point de son départ, après s'être soutenue 8 minutes en l'air, & avoir offert un superbe spectacle. Les animaux qu'elle avoit transporté parurent n'avoir point souffert dans ce voyage.

La hauteur exacte de cette machine étoit de 57 pieds de France, & son diamètre de 41 pieds; elle pouvoit contenir 37500 pieds cubes, & déplacer 3192 livres d'air commun, en supposant le poids de ce fluide de 784 grains le pied cube; mais l'air de M. *Montgolfier* étant plus léger de moitié que l'air atmosphérique, son poids étoit de 1596 livres; l'équilibre étoit donc rompu de 1596 livres, surquoi il faut déduire le poids de la machine, celui de la cage & du mouton, &c. évalués à 900 livres; il restoit donc net une force de 696 livres qui auroit pu encore être enlevée. Cette belle machine, en toile de fil & de coton, étoit peinte en dehors & en dedans à la détrempe; l'on avoit mêlé, dans la couleur de l'intérieur, de la terre d'alun, comme très-propre à résister à la plus forte chaleur.

Quatre-vingts livres de paille & cinq livres de laine hachée, suffirent pour produire les 37500 pieds cubes de vapeur; cependant il n'eût

fallu

fallu que cinquante livres de paille , ainsi qu'on l'avoit éprouvé la veille , s'il ne se fut pas fait deux déchirures , de 7 pieds d'ouverture , sur le sommet de la machine , & dans la partie où les toiles avoient été cousues dans un mauvais sens. Un coup de vent que reçut cette machine , dans le moment où on la remplissoit , ayant obligé ceux qui la servoient de la retenir avec effort , cette force , jointe à la tendance qu'elle avoit déjà à s'enlever & à la force du vent , occasionerent les deux déchirures de la partie supérieure ; mais , comme l'on eut attention de développer alors une plus grande masse de vapeur , la machine n'en partit pas moins avec rapidité.

A la vérité , l'accident qui lui étoit arrivé , l'empêcha d'avoir son effet en entier ou de jouir de toute sa force d'ascension , qui dût nécessairement s'affoiblir par la perte de l'air intérieur & l'admission de l'air extérieur au dedans de cette machine (1).

Il ne suffisoit pas d'élever un globe & de l'abandonner aux caprices des vents , il falloit encore trouver le moyen de maîtriser ces vastes récipiens ; de prolonger leur ascension ; de

(1) Description des expériences de la machine aérostatique , pages 36 & suiv.

l'accélérer; de la retarder, de modérer leur chute: M. *Montgolfier* le jeune fit construire, à cet effet, une machine plus grande & plus solide que celle qui avoit servi à l'expérience de Versailles; elle fut entièrement finie le 10 Octobre.

Sa forme étoit ovale, sa hauteur de 70 pieds, son diamètre de 46, & sa capacité de 60000 pieds cubes; la partie supérieure, entourée de fleurs de lys, étoit ornée des douze signes du Zodiaque en couleur d'or; le milieu portoit les chiffres du Roi, entremêlés de soleils, & le bas étoit garni de mascarons, de guirlandes & d'aigles à ailes déployées, qui paroissoient supporter en volant cette superbe machine à fond d'azur.

Une galerie circulaire, construite en osier & revêtue en toiles, sur lesquelles on avoit peint des draperies & d'autres ornemens, étoit attachée par une multitude de cordes au bas de la machine; elle avoit environ 3 pieds de largeur; il y régnoit, de droite & de gauche, une balustrade de 3 pieds & demi de hauteur: cette galerie régnoit autour de l'ouverture, d'environ 15 pieds de diamètre, qui étoit au bas de la machine; & c'étoit au milieu de cette ouverture qu'on avoit placé un réchaud en fil de fer, suspendu par des chaînes, au moyen duquel les perfonnes qui étoient dans

la galerie , avec des approvisionnemens de paille , avoient la facilité de développer & d'entretenir le feu à volonté , pour l'ascension de cette belle machine qui pesoit au moins 1600 livres.

Le 15 Octobre, M. *Pilatre de Rozier*, Physicien distingué , & dont le zele & l'intrépidité sont connus , après avoir fait quelques essais à terre avec la machine aérostatique , desira qu'on l'enlevât , s'il étoit possible , à une grande hauteur ; il se plaça , pour cet objet , dans la galerie. La machine fut remplie ; elle partit , en gardant le plus parfait équilibre , & s'éleva jusqu'à la hauteur de 80 pieds , aux acclamations d'un grand nombre de Savans & d'Amateurs qui avoient été admis à cette expérience dans le jardin de M. *Réveillon* , rue de Montreuil , faubourg S. Antoine. La machine auroit monté plus haut , si les cordes qu'on y avoit attachées pour la retenir eussent été plus longues ; elle resta plus de quatre minutes en station sans que M. *Pilatre de Rozier* éprouvât la plus légère incommodité : on craignoit que la machine ne tombât précipitamment ; mais on fut rassuré lorsqu'on la vit descendre avec lenteur , étant toujours tendue , & s'élever encore à une certaine hauteur , après que M. *de Rozier* l'eut allégée en sortant de la galerie.

Le 17 du même mois on répéta les mêmes expériences, & , quoiqu'elles ne fussent pas publiques, une multitude de personnes de tous les rangs s'empressèrent d'y être admises. M. *de Rozier* fut enlevé à peu-près à la même hauteur que la première fois ; cependant la machine se foutint moins bien & ne produisit pas un aussi bel effet, parce qu'elle fut fatiguée par le vent & par la résistance des cordes qui la retenoient ; mais il n'en fut pas de même le 19 Octobre.

A quatre heures & demie, la machine, dont on avoit diminué la galerie, fut remplie en cinq minutes, & M. *de Rozier*, étant placé dans la galerie avec un poids de 100 livres dans la partie opposée pour faire équilibre, fut enlevé à la hauteur de 200 pieds ; la machine se foutint six minutes à cette élévation sans feu dans le réchaud ; on répéta la même expérience, & la machine s'éleva à 250 pieds de hauteur, où elle resta en station pendant huit minutes & demie ; comme on la retiroit, un vent d'est la porta dans un jardin voisin, où elle s'embarassa sur des arbres, sans perdre l'équilibre ; mais on renouvela le feu, & la machine se releva d'elle-même, aux acclamations réitérées des spectateurs ; parvenue à plus de 200 pieds, elle descendit lentement ;

& comme elle approchoit de terre , M. de Rozier renouvela encore très-à-propos le feu , puisqu'elle repartit subitement pour regagner sa première place.

Dans une troisième expérience , M. de Rozier s'enleva avec un compagnon de voyage , & cette fois la machine fut portée jusqu'à la hauteur de 324 pieds ; c'étoit toute l'étendue des cordes ; elles étoient dans une extrême tension , étant retenues chacune par cinq à six hommes.

La machine domina ainsi sur Paris & fut vue de tous les environs pendant neuf minutes qu'elle resta dans le plus parfait équilibre , C'étoit un spectacle bien extraordinaire que celui de voir , pour la première fois , des hommes portés à cette élévation , & s'y soutenir sans y éprouver la plus légère incommodité & sans inquiétude.

Lorsque la machine fut descendue , M. de Rozier & son compagnon reçurent les justes applaudissemens que leur zèle & leur courage leur avoient mérités (1).

Les expériences que nous venons de rapporter faisoient désirer avec ardeur qu'on pût en hasarder une , dans laquelle l'*aréostat* fut

(1) Description des expériences de la machine aérostatique. pages 268 & suiv.

non-seulement abandonné à lui-même , mais où l'on essaya d'y laisser enlever des hommes en état de diriger cette machine. Depuis long-tems , l'intrépide M. *Pilatre de Rozier* sollicitoit M. *Montgolfier* de lui laisser faire cette première tentative. La Cour de Monseigneur le Dauphin ayant désiré jouir d'un spectacle si intéressant , il fut résolu que l'expérience se feroit au Château de la Muette proche Paris.

M. *Montgolfier* , qui devoit accompagner M. *de Rozier* , consentit que M. le Marquis d'*Arlandes* montât à sa place , & confia la direction de la machine à M. *de Rozier*.

Tout étant disposé pour cette brillante expérience , le 21 Novembre 1783 , la machine fut remplie vers midi & développée dans tous les points en huit minutes ; mais , prête à s'élanccr dans les airs , elle fut poussée par le vent & dirigée sur une des allées du jardin , & les cordes , qui la retenoient encore , occasionerent plusieurs déchirures ; on se hâta de la réparer , & , ayant été remplie de nouveau , elle s'éleva majestueusement à la hauteur d'environ 250 pieds.

Les intrépides Voyageurs , en partant saluerent gaiement les spectateurs , qui , partagés entre la crainte & l'admiration , n'osèrent répondre à leurs signaux.

La machine, planant sur l'horizon & étalant la plus belle forme, monte à plus de 3000 pieds de hauteur, où il n'est plus possible d'apercevoir les Navigateurs aériens ; elle traverse la Seine vis-à-vis Chaillot, passe entre l'Hôtel des Invalides & l'Ecole Militaire ; les Voyageurs continuent leur route au-dessus d'une partie du faubourg S. Germain, traversent les nouveaux Boulevards ; mais, arrivés à quelque distance au-delà, M. *Pilatre de Rozier* cesse d'entretenir le feu, & la machine s'abaisse lentement aux yeux étonnés du peuple qui accouroit de toutes parts.

Comme l'expérience n'avoit point été annoncée publiquement, on ne peut se peindre la surprise de ceux qui, voyant descendre la superbe machine, apperçurent deux hommes sortir de la galerie & qui sembloient être tombés du ciel.

Telle fut la réussite du premier voyage qu'on ait osé faire dans un élément, dont jusqu'ici les oiseaux seuls avoient eu l'empire. Les annales du monde n'offrent rien de semblable, & MM. *d'Arlandes* & de *Rozier* pourroient prendre pour devise : *nullius ante trita pede.*

L'*aréostat* fut à peu-près vingt-cinq minutes à faire le trajet d'environ 5000 toises, parce que les courans d'air ralentissoient sa marche :

& ; comme les Voyageurs ne consomment que le tiers de leurs combustibles, ils auroient pu faire trois fois plus de chemin. La machine étoit la même que celle qui avoit servi aux dernières expériences faites chez M. Réveillon. Il fut dressé, à la Muette, un procès-verbal pour constater le succès de cette expérience, qui fera époque dans les Sciences.

Tandis que M. *Montgolfier* le jeune, à Paris, s'occupoit à étendre sa découverte, M. son frere, non moins jaloux que lui de la rendre utile à la société, sur-tout après en avoir partagé la gloire, faisoit construire, à Lyon, une machine aérostatique de 126 pieds de hauteur sur 100 pieds de largeur, composée de deux toiles d'étoupes ou d'emballage, entre lesquelles on piqua trois feuilles de papier froissé : d'intervalle en intervalle, des rubans de fil & ensuite des cordes, donnoient plus de consistance à cet assemblage. Les raisons d'économie avoient fait préférer des toiles grossières à huit sols l'aune, qui rendoient nécessairement le ballon un peu lourd ; mais personne n'avoit encore tenté de s'élever dans les airs à l'aide de semblables machines, & M. *Montgolfier*, l'aîné, avoit seulement annoncé que la sienne s'enlèveroit à plusieurs centaines

de toises & peseroit 8 milliers , avec un cheval ou tels autres animaux qu'on y suspendroit. Or , pourvu qu'il atteignit ce poids , il lui paroissoit assez indifférent que ce fut par le poids du ballon lui-même ou par son lest.

Les travaux étoient fort avancés , lorsque M. le Comte de *Laurencin* , Associé de l'Académie de Lyon , instruit du voyage aérien que venoit de faire M. *Pilatre de Rozier* , demanda avec instance à M. *Montgolfier* à monter dans son ballon ; il le lui promit , & se proposa dès-lors d'y monter lui-même. Trente ou quarante personnes se firent inscrire pour être du nombre des Voyageurs ; le 26 Décembre , M. le Comte de *Dampierre* , M. le Comte de *la Porte* & M. *Pilatre de Rozier* , se rendirent à Lyon avec le même projet. Le Prince *Charles* , fils aîné du Prince de Ligne , s'y rendit aussi , & on ne put lui refuser de monter dans le ballon.

M. de *Rozier* ayant vu que cette machine étoit peu propre à porter des Voyageurs , proposa à M. *Montgolfier* , qui ne l'avoit point fait construire dans cette vue , de refaire la calotte supérieure en toile de coton , & de l'entourer d'un filet ; M. *Montgolfier* y consentit. Le 7 Janvier , toutes les pièces qui devoient former le ballon furent portées sur l'estrade qui lui

étoit destinée hors de la Ville ; on travailla à les assembler le 8 & le 9 ; le départ avoit été annoncé pour le 10 : ce jour-là , à cinq heures & demie du matin , on essaya de gonfler le ballon ; il le fut en vingt minutes , & l'on parvint à faire passer la galerie au-dessous. A six heures , des boîtes , tirées par méprise , firent croire au Public que la grande expérience auroit lieu ; la matinée entière fut employée en préparatifs. Entre midi & une heure , le ballon fut gonflé en vingt - sept minutes ; on essaya d'attacher , à la galerie , les cordes qui devoient la porter , mais le bruit que faisoit le peuple ne permit pas aux travailleurs de s'entendre un seul moment.

Lundi 12 , la même opération fut tentée avec plus de succès ; on parvint à attacher quatre cordes ; mais il en falloit plus de quatre-vingts. Pendant l'opération , une botte de paille , imbibée d'esprit-de-vin , ayant été jetée dans le réchaud , toute la machine fut enlevée à 3 pieds de hauteur & portée 15 pieds plus loin , malgré les efforts de cinquante ou soixante personnes qui la retenoient.

Les manœuvres nécessaires , pour plier & déplier cet immense globe , demandoient beaucoup de précautions & de tems ; & malgré

tout cela , les toiles d'étoupes en souffroient : le 13 & le 14 furent employés à en réparer les trous.

Jeudi 15 , on alluma le feu à deux heures quarante-cinq minutes ; le ballon fut parfaitement gonflé en dix-sept minutes , & les cordes attachées à la galerie en une heure. On observa que , pour maintenir le ballon enflé , on ne consommoit , par minute , que 5 livres pesant de fagots de bois d'aune. A 4 heures , la galerie étant chargée de six personnes & de 32 quintaux de lest , toute la machine fut enlevée d'un pied , malgré ceux qui la retenoient. Les Voyageurs vouloient partir ; mais la nuit qui s'approchoit , les obligea de remettre leur départ au lendemain ; le feu étant éteint , il fallut vingt-sept minutes pour défenfler le ballon.

Dans la nuit du jeudi au vendredi , la pluie , la gelée , le verglas , désolèrent tous ceux qui s'intéressoient à l'expérience. Le vendredi matin , lorsqu'on voulut gonfler le globe , la machine étant appesantie par l'humidité , on força imprudemment le feu pour la soulever , il prit à la calotte ; mais , en une minute , les pompes , qu'on avoit eu la précaution de placer sous l'estrade , l'éteignirent. Le découragement général ne fit que redoubler l'ardeur de

M. *Montgolfier* & de ses coopérateurs ; on enleva une portion de la calotte supérieure de 50 pieds de diamètre ; elle fut refaite à neuf & reposée le samedi à trois heures , dans l'espérance qu'on pourroit partir le lendemain ; mais il tomba beaucoup de neige pendant la nuit & toute la journée du dimanche.

Lundi 19 , jour de l'expérience , on fit , de grand matin du feu de charbon sous l'estrade pour faire sécher la machine ; on profita de la leçon du vendredi ; on pressa le feu modérément , & on mit plus de deux heures à gonfler le ballon ; il paroissoit criblé de trous. Cette machine n'étant faite que pour enlever des fardeaux , & ayant été fatiguée depuis par les manœuvres des expériences , par la gelée , la neige , la pluie & le feu , il étoit évident qu'elle ne pouvoit promettre qu'un trajet médiocre avec un très-grand danger. Le feu du vendredi ayant endommagé le filet , on l'avoit remplacé par seize cordes qui , ne pesant pas si également sur tous les points du globe , n'étoient pas si propres à en prévenir les déchirures ; mais rien ne put décourager M. *Pilatre* , ni ses intrépides compagnons. On avoit préparé , dans la galerie , six places pour les Voyageurs. Dès que le ballon fut enflé , le Prince *Charles* , & les Comtes de *Laurencin* , de *Dampierre* &

de la *Porte* s'y jeterent , ainsi que MM. *Montgolfier* & *Pilatre de Rozier* , au moment où on coupa les cordes. Une septieme personne , qui n'avoit point été inscrite pour être du voyage , mais qui avoit eue beaucoup de part à la construction de la machine , se jeta aussi dans la galerie à l'instant du départ.

En partant , la machine tourna au sud-ouest ; mais , parvenue à une certaine hauteur , elle tourna au nord-est ; le vent étoit foible & la marche lente ; mais on ne sauroit peindre l'effet imposant de ce spectacle. Cette machine immense s'élevant dans les airs comme en triomphe , près de cent mille spectateurs , émus & transportés , qui battoient des mains ou tendoient les bras vers le ciel ; des femmes qui se trouvoient mal , d'autres qui versoit des larmes ; des hommes qui agitoient leurs mouchoirs ou jetoient leurs chapeaux en l'air ; en poussant des cris de joie.

La forme de la machine étoit celle d'un globe soutenu , par le bas , d'un cône renversé & tronqué qui portoit la galerie ; la calotte supérieure étoit blanche , le reste grisâtre , & le cône composé de bandes d'étoffe de laine de différentes couleurs. Aux deux côtés du globe , on avoit attaché des médaillons , dont l'un représentoit l'Histoire & l'autre la Re-

nommée ; le pavillon portoit les armes de M. de *Flesselles*, Intendant de Lyon, protecteur éclairé des Sciences & des Arts, dont le nom étoit écrit au-dessous.

La hauteur à laquelle ce globe s'éleva a été estimée au moins de 500 toises. Les Voyageurs, en supputant la quantité de leurs combustibles, avoient l'espérance de voyager jusqu'à la nuit ; ils voulurent forcer le feu pour se procurer une ascension plus rapide, alors il se fit une ouverture verticale de 4 pied & demi près de la nouvelle calotte, dans l'endroit où les toiles avoient été endommagées par le feu du vendredi précédent, & la machine s'abattit après quinze minutes de marche.

La descente se fit en deux ou trois minutes ; cependant le choc de l'arrivée fut supportable. Les Voyageurs furent dégagés, sans accident, & ramenés vers la Ville avec des transports & des applaudissemens universels. Si cette expérience n'a pas eu tout le succès qu'on sembloit désirer, on a cependant, malgré tous les contre-tems possibles, fait bien plus qu'on ne s'étoit d'abord proposé : au lieu de 8 milliers, la machine, avec son lest, en pesoit plus de 16 ; elle est montée à une grande hauteur, & portoit sept hommes.

Pour ne rien laisser à désirer sur les expé-

riences de MM. *Montgolfier* , je rapporterai ici quelques faits qui pourront nous éclairer sur l'espece d'air qui sert à remplir les machines qui sont l'objet de ces expériences.

1°. Ceux qui sont chargés de diriger le feu doivent avoir l'attention d'éparpiller la paille de maniere qu'elle s'enflamme très-promptement & sans produire de fumée ; il faut que la flamme soit vive , claire , & qu'elle pénètre dans l'intérieur de la machine.

2°. L'on doit , de distance en distance , jeter sur la flamme , & par petites poignées , de la laine hachée ; la plus mince est la meilleure , elle s'allume mieux & jette moins de fumée.

3°. Dès que la machine commence à se gonfler , il se forme un courant d'air rapide qui vient de l'extérieur & entre dans la machine.

4°. Cet air commun , avant de pénétrer dans cette immense capacité , est obligé de traverser la flamme que produit la paille allumée ; il est probable qu'en s'échauffant , l'eau qu'il contient & celle qui résulte de la combustion , de la matiere végétale , sont réduites en vapeur ou transformées en un fluide élastique plus rare & plus léger que l'air même ; cette vapeur cependant differe de toutes les substances aériformes connues , en ce que le seul refroidissement suffit pour la faire reparoître

sous sa première forme ; mais toujours est-il certain que l'eau est ici tellement divisée & dissoute par la chaleur de la flamme , que la machine aérostatique n'offre qu'un fluide transparent & invisible , lors même qu'elle est pleine & tendue dans tous les points.

5°. C'est en cet état que la machine s'élève avec force & vitesse , & qu'elle se soutient le mieux en l'air. Si elle demeure quelque tems en expérience , il se forme , dans l'intérieur , une suie fine & légère qui adhère très-peu à la toile , car le plus léger mouvement suffit pour l'en détacher.

6°. Enfin la machine s'élève , un peu moins bien à la vérité , lorsqu'on brûle simplement de la paille ou encore du bois de sarment , qui forme un feu vif & clair , ainsi l'*air alkalin* , produit par les matières animales que l'on fait brûler avec la première , entre seulement pour quelque chose dans la légèreté du fluide qui fait monter les machines aérostatiques (1). On seroit dans l'erreur , si l'on attribuoit leur ascension à l'air inflammable , car la flamme consume & décompose entièrement cet air , ou plutôt elle n'est elle-même

(1) Descriptions des expériences de la machine aérostatique de MM. *Montgolfier* , page , 176 & suiv.

que cet air embrasé & dans l'acte de sa décomposition, ainsi que nous l'avons observé précédemment. En supposant même que quelques portions d'air inflammable s'échappent sans se consumer, ou qu'un fluide aériforme inconnu, plus léger que l'air commun, se développe dans le moment de la déflagration, il paroît toujours constant que l'air commun, étant dilaté ou raréfié par la chaleur de la flamme, à proportion qu'il pénètre dans la machine, & que les molécules d'eau contenues naturellement dans ce fluide, ainsi que celles provenant de la décomposition de la paille, étant réduites en vapeur, jouent le plus grand rôle, par leur légèreté, dans l'ascension de la machine; l'on pourroit ajouter que l'impulsion de la flamme, & le courant d'air ascendant qui se forme en dehors, le long des parois de ces machines, lorsqu'elles sont réchauffées, contribuent à leur ascension. M. de Saussure a fait une expérience qui prouve démonstrativement que l'action de la seule chaleur suffit pour faire monter de telles machines. « J'ai pris, dit ce savant Physicien (1), un » ballon de baudruche, de 18 pouces de diamètre, suspendu au plancher par un fil de

(1) Journal de Paris, 12 Décembre 1783.

» lié, & ouvert par en bas d'un trou circu-
 » laire de 4 pouces ; j'ai introduit , par cette
 » ouverture , un gros pilon de fer rougi au
 » feu ; l'air , dilaté par la chaleur , a fait gon-
 » fler le ballon : lorsque ce fer a commencé
 » à se refroidir , j'en ai introduit un autre
 » que l'on tenoit prêt & qui étoit d'un rouge
 » très-vif ; bientôt le ballon a commencé à
 » monter , & il s'est enlevé tant que j'ai pu
 » le suivre avec mon fer rouge , sans le tou-
 » cher & le brûler. Ce ballon ne pesoit que
 » demi-once ; j'avois eu soin de le dessécher
 » pendant qu'il étoit bien plein d'air ; afin
 » qu'il se tint un peu enflé de lui-même lorf-
 » qu'il étoit suspendu en l'air , & que l'on pût
 » ainsi introduire le fer rouge sans le toucher ».

L'honneur de la découverte des machines
 aérostatiques appartient incontestablement à la
 France & à notre siècle ; c'est faussement qu'on
 a prétendu que MM. *Montgolfier* n'avoient fait
 que marcher sur les traces de l'antiquité , &
 quant il seroit vrai qu'ils auroient puisé dans
 les écrits de *Lana* , du *P. Galien* , de *Leib-*
nitz , de *Borelli* , l'idée de construire l'aréo-
 stat , ils n'en auroient pas moins toute la gloire ,
 parce qu'ils ont exécuté ce que ces Savans
 n'avoient fait qu'entrevoir , & que les moyens
 indiqués dans leurs Ouvrages sont chimériques

ou impraticables , & uniquement le fruit d'une imagination qui s'exerce : jetons un coup-d'œil rapide sur ces divers projets.

Dans son *Essai sur l'Art admirable* , le Jésuite *Lana* (1) avoit imaginé de pouvoir enlever un petit navire , qu'on auroit dirigé avec des voiles & des rames , en suspendant cette machine à quatre globes de 20 pieds de diamètre , construits en cuivre très-mince , & dans lesquels on auroit fait le vide , d'abord en les remplissant d'eau , & ensuite en les vidant & en fermant le robinet par où l'eau se feroit échappée ; mais , outre que cette manière d'opérer le vide est aussi contraire à la sainePhysique qu'impraticable dans l'exécution, *Lana* rendoit la construction de ses globes absolument impossible , puisqu'il exigeoit que l'épaisseur du cuivre n'excédât pas les $\frac{1}{64}$ d'une ligne.

Le Pere *Joseph Galien* , Dominicain , Auteur d'une brochure intitulée : *l'Art de Naviguer dans les airs* , qui parut en 1755 , à Avignon propose , dans cet Ouvrage , de construire une vaste machine de bonne toile cirée ou goudronnée , fortifiée de distance en distance par des cordes , & remplie d'un air moitié plus

(1) *Pierre-François Lana* fit paroître , à Brescia , en 1670 , son Ouvrage en italien ; il a pour titre , *Prodromo dell' Arte Maestra*.

léger que celui qu'on respire ; il calcule ensuite la quantité d'air déplacé par sa machine , & prouve que venant à descendre , sa chute seroit très-lente , & ne pourroit être préjudiciable à ceux qui seroient dedans. Voilà bien à peu près l'aérostat de MM. *Montgolfier* : c'est la même enveloppe ; l'air a la même légèreté que celui qu'ils emploient ; & il sembleroit d'abord qu'ils n'auroient eu d'autre mérite que celui de la mettre en exécution : ce n'est cependant qu'une supposition gratuite , une ingénieuse & brillante chimère.

Le P. *Galien* supposoit que sa machine auroit suffisamment de capacité pour contenir une armée nombreuse , avec les munitions de guerre & de bouche ; qu'elle pourroit s'élever à la région de la grêle & seroit remplie avec de l'air de cette région.... *Galien* avoue d'ailleurs qu'il ne croit pas que personne s'expose jamais aux dangers d'une telle navigation , & que la théorie qu'il propose sur sa possibilité , n'est qu'une espèce de récréation physique & géométrique.

Ce que rapporte *Borelli* , dans un Ouvrage dédié à la Reine *Christine* en 1670 , peut encore moins lui mériter le titre d'inventeur. En réfléchissant , dit-il , sur l'usage de la vessie dans les poissons , quelques Savans ont pensé

qu'un homme pourroit également nager dans l'air, à l'aide d'une vessie artificielle, assez grande pour l'enlever, & dans laquelle on feroit le vide ou qu'on rempliroit d'un fluide plus léger que celui de notre atmosphère.

Le rapport, fait à l'Académie royale des Sciences de Paris, sur les expériences de la machine aérostatique, imaginée par MM. *Montgolfier*, est bien propre à fixer l'opinion que l'on doit se former de cette sublime invention. Nous extrairons, de ce rapport, ce qui concerne les idées & les tentatives qui ont mené successivement MM. *Montgolfier* à leur découverte, afin de prouver encore, contre l'affertion de quelques détracteurs, que le hasard n'y a eu aucune part.

Il paroît, est-il dit dans ce rapport, que le point de vue sous lequel MM. *Montgolfier* envisagerent ce grand problème d'élever des corps dans l'air, fut celui des nuages, de ces grandes masses d'eau, qui, par des causes que nous n'avons pas encore pu assigner, parviennent à s'élever & à flotter dans les airs à des hauteurs considérables. Occupés de cette idée, ils pensèrent au moyen d'imiter la Nature, en donnant des enveloppes très-légères à des nuages factices, & en contre-balançant la pression d'un air lourd, par la réaction ou l'élasticité d'un air plus léger. Tout annonce que leurs médi-

tations, sur cet objet, remontent au-delà du mois d'Août 1782. Ce fut à Avignon que M. *Montgolfier* l'aîné, tenta sa première expérience, & il ne vit pas, sans une vive joie, qu'un parallépipède creux de taffetas, qui contenoit 40 pieds cubes environ, ayant été échauffé intérieurement avec du papier, monta rapidement au plafond. Retourné à Annonay, il n'eut rien de plus pressé que de répéter, avec M. son frere, cette expérience en plein air; & ils virent, avec la même satisfaction, ce parallépipède s'élever à une hauteur de 70 pieds. Animés par ces premiers essais, ils firent faire une machine aérostatique de 650 pieds cubes; le nouveau succès qu'ils obtinrent les détermina à en construire une de 35 pieds de diamètre.... Enfin, ce fut le 5 Juin que cette expérience fut répétée en présence de MM. des Etats particuliers du Vivarais. En parlant des usages auxquels on pourra utilement appliquer l'aérostat, nous sommes arrêtés, disent les Commissaires de l'Académie, par la multitude de ceux qui se présentent; élever des poids à une certaine hauteur; s'élever sur des montagnes où pénétrer dans des vallées inaccessibles; élever des fanaux pendant la nuit à une très-grande hauteur; donner des signaux, soit à terre, soit à la mer; connoître les vitesses & les directions de tels

ou tels vents ; avoir des électroscopes qu'on puisse porter à plus d'élevation que les cerfs-volans ; enfin s'élever dans la région des nuages , & y aller observer les météores : tel est l'apperçu des usages de l'aréostat ; usages présentés par MM. *Montgolfier* , & qui se multiplieront quand les machines aérostatiques seront perfectionnées , & sur-tout si on parvient jamais à les diriger , comme tout semble , ajoutent les mêmes Commissaires , en annoncer la possibilité.

L'expérience ingénieuse faite , par MM. *Montgolfier* , à Annonay , ne fut pas plutôt connue à Paris , qu'on forma le projet de la répéter ; l'on ignoroit les moyens dont ils s'étoient servis pour se procurer un air une plus fois léger que le fluide atmosphérique ; mais on connoissoit l'air inflammable des dissolutions métalliques , & la grande légèreté de ce fluide parut convenir davantage au succès de l'expérience.

Le taffetas enduit de gomme élastique étoit également connu , & on le choisit pour servir d'enveloppe à l'air inflammable ; l'on borna le diamètre de la machine à 12 pieds environ , à cause du prix du taffetas , de la cherté de l'air inflammable , & des difficultés qu'on entrevoyoit à se procurer promptement une grande quantité de cet air. On proposa une

souscription qui fut bientôt remplie & qui facilita les moyens de faire cette expérience que conduisirent M. Charles, Physicien distingué, & MM. Robert, Mécaniciens avantageusement connus.

Enfin, le 23 Août 1783, la machine étant fabriquée, sa forme offrit celle d'un globe de 12 pieds 2 pouces de diamètre; après avoir fixé & suspendu cette sphère, on la déprima pour en chasser l'air atmosphérique, puis on ferma le robinet par où on avoit donné issue à ce fluide.

A huit heures du matin, on commença à la remplir d'air inflammable; l'on y procéda d'abord au moyen d'une grande boîte à tiroirs doublés de plomb, surmontée d'un chapiteau ou conduit supérieur qui s'adaptoit au robinet adhérent au ballon; les tiroirs furent garnis de limaille de fer & d'acide vitriolique, affoibli d'eau: en multipliant ainsi les surfaces, on avoit pour objet de développer promptement une grande quantité d'air inflammable; mais l'expérience démontra l'insuffisance de cet appareil, beaucoup trop compliqué, & sujet à de grands inconvéniens, il fut reformé, & on y substitua un simple tonneau placé verticalement, dans lequel on jetoit, à l'aide d'une ouverture pratiquée sur son disque su-

périeur , une grande quantité de limaille de fer & d'acide vitriolique ; ce trou étoit rebouché subitement & l'air inflammable , se dégageant alors par bouffées , passoit par une seconde ouverture placée à côté de la première , & qui communiquoit d'abord , à l'aide d'un tube de fer-blanc & ensuite d'un tuyau de cuir verni à la gomme élastique , avec le robinet adhérent à l'orifice du ballon.

Le gas , s'introduisant dans le tube , montoit rapidement dans le globe , & lorsque l'effervescence cessoit , on fermoit le robinet ; de nouvelle limaille & de l'acide vitriolique étoient jetés par le trou qu'on débouchoit ; l'air inflammable se dégageoit , & le robinet qu'on ouvroit alors , lui donnoit entrée dans le ballon.

Cette opération alloit très-vite , mais la combinaison de l'acide vitriolique & du fer , produisoit une chaleur si violente , qu'une partie de l'eau , mêlée à cet acide , étoit réduite en vapeurs rendues caustiques par l'acide sulfureux qui se dégageoit en même tems. Ces vapeurs , élevées avec l'air inflammable jusqu'au haut du globe , s'y condensoient subitement , & couloient ensuite le long du taffetas , qu'elles auroient certainement corrodé sans la couche de gomme élastique.

Comme cette eau imprégnée d'acide se

rassembloit dans le bas du ballon , l'on étoit obligé de moment à autre de la faire écouler par le robinet.

D'un autre côté , la chaleur qui partoît du tonneau étoit si considérable qu'elle se communiquoit au tube de cuir & de-là à la machine ; le robinet en étoit si échauffé qu'il étoit impossible d'y tenir la main ; l'on étoit donc obligé , non-seulement de l'envelopper de linges mouillés ; mais l'on étoit contraint , pour la conservation du ballon , d'en arroser sans cesse le taffetas , avec de petites pompes qu'on dirigeoit contre sa partie inférieure , pour affoiblir la chaleur.

Après qu'on eut obtenu , à grands frais , avec beaucoup de tems & de peine , assez d'air inflammable pour que le ballon en fût plein jusqu'au tiers : le robinet fut fermé avec soin sur les neuf heures du soir ; mais un des Artistes , ayant quelques inquiétudes à ce sujet , alla malheureusement l'ouvrir en comptant le fermer.

Le lendemain 24 , on ne fut pas peu surpris de trouver le ballon très-gonflé & presque plein ; mais l'étonnement cessa lorsqu'on se fut apperçu que le robinet , qui avoit 3 pouces de largeur , étoit ouvert ; il parut cependant assez extraordinaire que le ballon eut aspiré une si grande quantité d'air atmosphé-

rique : l'essai en fut fait sur le champ avec le pistolet de *Volta*, & il y eut explosion.

Cet accident étoit bien fait pour décourager ; mais plusieurs Amateurs , informés de ce contretems , se réunirent & réparèrent , par un travail constant & pénible la perte qu'on avoit faite. Un mouvement d'ascension que fit la machine , à six heures du soir , rendit l'espérance ; elle n'étoit alors remplie qu'à demi ; une heure après , les coopérateurs furent bien dédommagés de leurs peines , en voyant que le globe faisoit effort contre les liens qui le retenoient ; le succès de l'expérience étant assuré , chacun se retira très-satisfait , après que l'on eut pris les plus grandes précautions pour qu'il n'arrivât rien de fâcheux pendant la nuit.

Le ballon fut visité le 25 de très-bonne heure , & fut trouvé dans le meilleur état ; l'on y introduisit de l'air inflammable pour réparer les pertes inévitables qui s'étoient faites pendant la nuit , soit par des pores imperceptibles , soit par des trous d'aiguilles que l'enduit de gomme élastique n'avoit pas entièrement bouchés. On le pesa à six heures du matin , après l'avoir débarrassé de ses liens ; & , quoiqu'il ne fut plein qu'à moitié , il enlevoit 21 livres. Comme l'expérience devoit s'en faire publiquement le surlendemain , on ne voulut pas le remplir davantage ,

crainte de le fatiguer. Pesé de nouveau à neuf heures du soir , il n'enlevait plus que 18 livres. Le 26 , le globe fut encore visité à la pointe du jour ; il avoit perdu de l'air inflammable à peu-près dans les mêmes proportions que la veille ; on en produisit de nouveau , après quoi on eut le plaisir de voir le ballon s'élever à plus de 100 pieds , en le tenant attaché à de petites cordes : l'affluence du peuple indiqua quelle seroit sa curiosité le jour de l'expérience. Le vent qui survint , pouvant fatiguer la machine , on la retira , pour la remettre dans la Cour où étoit son établissement : comme elle devoit passer par la porte-cochere , on eut l'attention de ne pas achever de la remplir dans la journée.

L'attirail & tous les accessoires à l'expérience furent d'abord expédiés pour le Champ de Mars où elle devoit se faire. A deux heures après minuit , on dégagea le ballon de ses liens pour le transporter jusqu'à la porte , où il fut ensuite déposé sur un brancard ; les mêmes lifieres , qui le tenoient suspendu dans la cour , servirent à l'attacher , & il entra en marche , précédé de torches allumées , entouré de MM. *Charles & Robert* & de leurs amis , & escorté par un détachement du guet à pied & à cheval. Arrivé à l'Ecole Militaire , il fut

déposé au milieu du Champ de Mars , dans une enceinte disposée pour le recevoir ; les listeries qui l'enveloppoient servirent à le retenir en place , au moyen de petites cordes fixées vers le méridien du globe , & qui furent arrêtées dans des anneaux de fer plantés en terre.

L'on commença , avec le jour , à produire de l'air inflammable pour remplir le ballon : à midi , il étoit assez plein pour avoir une belle forme , & , comme il falloit peu de tems pour achever de le remplir , on réserva au public le reste de l'opération , afin de lui donner une idée de la maniere dont on développoit l'air inflammable.

Une garde nombreuse étoit campée dans le Champ de Mars & dans les avenues ; on avoit donné des ordres pour faciliter la marche des voitures & prévenir les accidens. A trois heures , l'on vit le Champ de Mars se couvrir de monde ; les carrosses arrivoient de toutes parts : les deux rives de la Seine , l'amphithéâtre de Passy & les environs , étoient garnis d'une multitude de spectateurs. A cinq heures précises , une mèche allumée donna le signal , & deux coups de canon annoncèrent au public le moment de l'expérience ; ils servirent en même tems d'avertissement , pour des Observateurs placés à différentes stations. Le globe , dépouillé

de ses liens, s'éleva, à la grande surprise & aux acclamations du Public.

La machine prit d'abord une direction un peu oblique; mais, parvenue à une certaine hauteur, elle monta perpendiculairement & parvint, en deux minutes, à 488 toises d'élévation. Là, elle trouva un nuage obscur dans lequel elle se perdit : deux autres coups de canon annoncèrent sa disparition ; mais on la vit bientôt percer la nue, reparoître un instant à une très-grande hauteur, & s'éclipser de nouveau dans d'autres nuages.

Ce globe avoit 12 pieds 2 pouces de diamètre ; sa circonférence étoit par conséquent de 38 pieds 3 pouces 8 lignes ; sa capacité intérieure de 943 pieds 6 lignes cubes ; le poids du taffetas & du robinet de 25 livres ; & la force d'ascension, lorsqu'il s'est élancé, de 35 livres.

Le ballon, après avoir voyagé pendant trois quarts-d'heure, selon la direction du vent & hors de la vue, tomba à environ cinq lieues du point de son départ, dans un lieu appelé *Ecouen*, voisin de Gonesse ; l'on y reconnut une ouverture par laquelle l'air inflammable s'étoit échappé en partie, sans doute après s'être pratiqué lui-même cette issue par sa force expansive, devenue supérieure à la pression de l'atmosphère.

phère dans les régions où le globe a pu s'élever. Quoi qu'il en soit, cette machine fut ramassée par des Paysans de Gonesse, qui la traînerent à travers les champs pendant un mille, & la mirent dans le plus mauvais état. Pour faire la quantité d'air inflammable, qui avoit servi à remplir & à entretenir ce globe, l'on avoit employé environ 1000 livres pesant de limaille de fer, & 498 livres d'acide vitriolique à 46 degrés de concentration (1).

Le phénomène des bulles d'eau de savon, soufflées avec de l'air inflammable, qui s'élevaient dans l'air ordinaire, parce qu'elles sont plus légères que le volume de ce fluide dont elles tiennent la place; cette expérience, connue de tous les Amateurs de la Physique, long-tems avant celle du Champ de Mars, que plusieurs s'exercerent à faire en petit, dût nécessairement leur faire voir la possibilité de se satisfaire, en supposant qu'ils donnassent, à l'air inflammable une enveloppe dont la matière fût tout à la fois très-légère & peu perméable à ce fluide.

L'on essaya d'abord de faire des ballons en papier fin & léger; mais on reconnut bien-

(1) Description des expériences de la machine aérostatique, pag. 7 & suiv. — pag. 42 & suiv.

tôt que l'air inflammable se faisoit jour par les pores de cette matiere , car personne ne put réussir à enlever des globes de cette es- pece. L'on ne fut pas plus heureux dans l'essai que l'on fit ensuite des vessies de cochon & de celles de poisson ; elles furent trouvées , à la vérité , moins perméables à l'air inflamma- ble ; mais on ne put jamais parvenir à les rendre assez légères. Enfin on eut recours à une autre substance animale , connue , dans l'art du Bat- teur d'or , sous le nom de *peau de baudruche* ; & l'on s'applaudit d'avoir employé cette ma- tiere , qui n'est autre chose qu'une membrane qui tapisse intérieurement les intestins du bœuf. On détache cette légère enveloppe , qu'on étend toute fraîche sur des planches , afin de pouvoir enlever avec délicatesse les parties grasses & filandreuses qui la rendroient iné- gale ; on la laisse sécher en cet état & on lui donne d'autres préparations pour l'adoucir & la rendre propre au genre d'emploi auquel on la destine. C'est entré des livrets de cette peau , d'une légéreté & d'une souplesse ex- trême , qu'on parvient à réduire l'or en feuil- lets si minces , qu'ils peuvent se soutenir & flotter assez long-tems dans l'air.

Lorsque la baudruche a passé plusieurs fois sous le marteau du Batteur d'or , l'on en fait
usage

usage pour les coupures , & ainsi que le taffetas d'Angleterre , elle intercepte l'action de l'air ; on lui donne alors le nom de *peau divine*.

Scaliger, dissertant contre *Cardan* , au sujet de la colombe volante d'*Architas* , proposoit , pour imiter cette colombe , de faire usage d'une enveloppe de l'espece de peau dont nous venons de parler (1).

M. *Cavallo* , à Londres , le premier qui ait fait élever des bulles d'eau de savon pleines d'air inflammable , ne pouvant pas faire enlever de même des ballons de papier , avoit eu , en 1781 , l'idée d'employer la baudruche ; mais il ne fit aucun essai à ce sujet. La même idée se présenta à M. *Deschamps* de Neufchâteau , Peintre , peu de jours après celui de l'expérience du Champ de Mars , & cet ingénieux Artiste fit , avec la même peau des Batteurs d'or , des petits ballons qui s'enlevèrent dès qu'ils furent pleins d'air inflammable (2). M. le Baron de *Beaumanoir* , qui s'étoit procuré un de ces ballons & qui en avoit reconnu l'avantage , écrivit aux Auteurs du Journal de Paris ce qui suit : « Messieurs , je

(1) *Scaliger* , de subtilitate ad cardanum exercit. 326.

(2) Description des expériences de la machine aérostatique , pag. 22 & suiv.

» viens d'exécuter , aujourd'hui 10 Septembre ,
 » un *minimum* de la machine aérostatique de
 » MM. *Montgolfier* , par l'enlèvement d'un
 » ballon d'un pied & demi de diamètre ,
 » & qui ne pesoit que 5 gros trois quarts ;
 » il a déplacé un volume d'air de 21 gros ,
 » & s'est élevé par conséquent avec une force
 » de 12 gros , en supposant l'air inflammable
 » à trois gros un quart ; je vous prie de me
 » permettre de prendre date dans votre Jour-
 » nal pour une expérience que les Amateurs
 » pourront venir voir , aujourd'hui jeudi , à
 » l'Hôtel de Surgeres , rue de la Ville-l'Evê-
 » que , à onze heures du matin ».

Le lendemain à midi , M. de *Beaumanoir* fit cette expérience en présence d'une nombreuse assemblée. Le ballon de baudruche fut rempli , en deux minutes , d'air inflammable , produit par la dissolution du fer dans l'acide vitriolique ; on l'attacha à un fil de soie qui ne lui permit pas de s'élever au-delà de 50 pieds. A cinq heures du soir du même jour , le petit ballon fut rempli de nouvel air inflammable , & fut abandonné à lui-même. Les spectateurs eurent le plaisir de lui voir atteindre une très-grande hauteur ; il disparut ensuite en prenant la route de Neuilly , & l'on assure qu'il fut retrouvé à plusieurs lieues.

Le même Artiste , qui avoit imaginé d'employer la baudruche pour la construction des globes aérostatiques , en exécuta bientôt de diverses grandeurs , dont les Curieux s'empreserent de jouir. Quelques-uns chercherent ensuite à imiter ces sortes de ballons , & ils y parvinrent sans beaucoup de peine , car il n'étoit question que de se munir de la même peau , d'en faire des fuseaux tracés à la manière des Géographes (1) , & de coller ensuite les fuseaux avec de la colle de poisson ou de la colle à bouche : la première est préférable. On en enduit très-légèrement , avec un pinceau , de petites bandes de baudruche , & l'on pose , sur ces bandes , les deux bords des fuseaux qui doivent se toucher ; il est facile de voir qu'il faut se servir d'une sorte de moule , ayant la forme d'une calotte , pour monter ces globes si légers , & faciliter la réunion des fuseaux dont ils sont formés ; ces fuseaux aboutissent à un petit tuyau de même matière ou encore à un tuyau de plume ; l'un ou l'autre sert à donner issue à l'air commun que l'on fait sortir du ballon , soit en le pres-

(1) *Bion* , Traité de l'usage des Globes , vol. in-8.
Robert de Vaugondy , Institutions géographiques , 1
vol. du même format.

fant, soit en aspirant à l'extrémité du tuyau ; si ce ballon est d'un petit diamètre. Le même tuyau est également destiné à faciliter l'introduction de l'air inflammable, qui doit prendre la place de l'air atmosphérique dans ces globes, & y être porté en quantité suffisante pour les remplir entièrement, lorsque leur diamètre n'excède pas 10 à 12 pouces : on implante, à cet effet, le tuyau de plume adhérent au petit globe, dans un bouchon de liège, percé dans toute sa longueur, & de grosseur suffisante pour s'adapter exactement dans le goulot d'une bouteille ou d'un flacon où doit se faire le mélange & la combinaison du fer réduit en limaille avec l'acide vitriolique alongé d'eau, & par conséquent le dégagement de l'air inflammable ; il n'est pas besoin que cette bouteille ait une seconde ouverture : une bouteille de verre noir, contenant une pinte, est suffisante ; on jette trois ou quatre onces de limaille de fer dans cette bouteille ; on y verse ensuite de l'acide vitriolique, affoibli par trois à quatre parties d'eau, & l'on attend, pour la boucher, que le mélange bouillonne fortement ; jusques-là on fait le vide dans le ballon, de la manière que nous avons dit ; &, afin que l'air atmosphérique n'y rentre point, on en bouche l'orifice avec le

doigt , & on ne le découvre qu'au moment où l'on engage le bouchon de liége dans celui de la bouteille où se produit l'air inflammable. Dès-lors ce fluide commence à passer dans le ballon & le remplit très-prompement , surtout si l'on a soin d'agiter la bouteille de momens à autres pour donner à l'acide vitriblique plus de prise sur le fer ; le ballon étant plein d'air inflammable , on le lie avec un peu de soie au-dessus de la plume , que l'on en détache ensuite , à moins qu'on n'aime mieux la laisser pour servir de lest au globe ; & dans ce cas on en bouche l'ouverture avec une petite bande de peau de baudruche mouillée , que l'on étend & attache sur ce tuyau. Le globe , dans cet état , s'enleve dès qu'on l'abandonne à lui-même , & il continue à monter tant que rien ne s'oppose à sa force d'ascension ; mais , comme la matiere qui le compose n'est point imperméable à l'air inflammable , & que celui-ci se fait jour par ses pores , on le voit bientôt retomber , quoiqu'il contienne encore la plus grande partie de son air , auquel on peut en ajouter de nouveau , si on desire qu'il s'éleve une seconde fois.

Le succès de l'expérience seroit plus certain , si on recevoit d'abord , l'air inflammable qui se dégage de la bouteille , dans des vessies

de cochon qu'on auroit vidées d'air atmosphérique en les pressant, & qui seroient garnies de leurs robinets sur lesquels seroit vissé un petit tube cylindrique de cuivre enfoncé dans le bouchon de la bouteille ; il ne s'agiroit plus que de faire passer ensuite l'air inflammable de ces vessies dans le petit ballon, ce qui seroit facile au moyen du tuyau de cuivre & du tuyau de plume ou de baudruche engagés l'un dans l'autre ; le robinet, qu'on auroit eu soin de fermer, la première opération achevée, étant ouvert de nouveau, l'on presseroit, sur la vessie, pour en faire sortir l'air inflammable & le contraindre à aller remplir le ballon, que l'on fermeroit ensuite comme précédemment ; l'air inflammable, ainsi transféré, est plus pur & plus léger, & par conséquent la force d'ascension du ballon est elle-même plus considérable, toutes choses d'ailleurs supposées égales.

Je préfère cependant de faire passer le même fluide à travers l'eau, dans mon appareil *pneumato-chimique* ou *hydro-pneumatique*, en le recevant sous une cloche de cristal pleine d'eau, à proportion qu'il se dégage du vaisseau où il est produit, & qui n'est autre qu'un flacon préparé de la même manière que pour dégager l'air fixe. Le récipient

est fermé supérieurement par un robinet en cuivre , sur l'extrémité duquel je lie le tuyau de baudruche adhérent au ballon de même matiere , que j'ai dessein de remplir. L'air inflammable ayant fait baisser l'eau de quelques pouces dans la cloche , j'ouvre le robinet , & le même fluide , qui continue à se dégager & à monter à travers l'eau , qui le purifie & le rend plus léger , passe alors dans le ballon ; celui-là se gonfle de plus en plus : j'acheve de le remplir en y faisant entrer l'air inflammable de la cloche , que j'enfoncé à cet effet dans l'eau.

Enfin , si l'on vouloit remplir un ballon plus considérable en peau de baudruche , qui eût , par exemple , 25 à 30 pouces de diamètre , l'on adapteroit un tuyau de fer-blanc courbé à angle droit & en sens contraire , à ses deux extrémités , sur une petite barrique en bois , dont le disque supérieur seroit percé de deux trous , l'un pour recevoir le tuyau de fer blanc , l'autre pour introduire la limaille & l'acide ; & l'on fermeroit cette seconde ouverture , lorsque l'air inflammable se dégageroit , afin de l'obliger à passer par le tuyau communiquant , à l'extrémité duquel le ballon seroit adapté. Il seroit à propos que ce tuyau fut renflé dans sa partie moyenne , & que celle-ci décrivit

une coutbe renversée, on pourroit y renfermer de l'eau qui enlèveroit, à l'air inflammable obligé de la traverser, tout ce qui lui seroit étranger & en altéreroit la pureté, en même tems qu'elle ramèneroit sa température à celle de l'air extérieur.

Quelque tems après l'expérience faite au Champ de Mars, le Journal de Paris apprit au Public que MM. *Charles & Robert* se proposoient de faire, par souscription, de nouvelles expériences aérostatiques, avec un globe de 26 pieds de diamètre, exécuté en taffetas & rempli d'air inflammable, comme l'avoit été le premier. Le 19 Novembre 1783, on lut, dans le même Journal, la notice de ces expériences, & l'on n'apprit pas, sans intérêt, que deux personnes devoient accompagner la machine dans son ascension, voguer dans l'atmosphère à ballon perdu, & se servir, pour monter & descendre à volonté, de moyens aussi sûrs que simples.

Le départ de ce nouveau ballon eut lieu à Paris, neuf jours après l'expérience faite à la Muette avec la machine de MM. *Montgolfier*, c'est-à-dire le 1^{er}. Décembre. A une heure quarante minutes après-midi de ce même jour, l'on vit ce globe s'élaner du Jardin des Thuilleries, où il avoit été rempli d'air inflamma-

ble , & s'élever librement dans les airs , portant MM. *Charles & Robert* jeune , dans un char couleur d'azur & de 9 pieds de long , où étoient divers instrumens météorologiques , les munitions & un lest de fable , dont il leur suffisoit de jeter une portion pour accélérer leur ascension. Un filet enveloppoit l'hémisphère supérieur du globe ; les Voyageurs l'avoient fagement opposé à la réaction ou à l'expansion prochaine de l'air inflammable. Sur un cercle en bois , qui servoit à assujettir ce filet , étoient attachées plusieurs cordes qui portoient le char , dans lequel les Voyageurs étoient commodément placés. Enfin une soupape , qui fermoit une ouverture pratiquée à la partie supérieure du ballon , & à laquelle on avoit attaché un cordon qui pendoit jusques dans le char , donnoit la liberté de laisser échapper l'air inflammable , lorsque les Voyageurs voudroient descendre.

Leur départ fut assez silencieux , les spectateurs étant d'abord partagés entre la surprise & la crainte ; mais les deux Argonautes ayant agité leurs drapeaux en signe d'allégresse , les applaudissemens retentirent de toutes parts. Cependant la machine , parvenue à une très-grande hauteur , s'éloignoit ; on suppléa aux battemens des mains , en élevant les chapeaux ,

& il n'y eut plus qu'un vœu pour le retour des Voyageurs.

Avant l'ascension de cette machine , on vit partir un petit ballon de 5 pieds & demi de diamètre , construit en taffetas verd & rempli d'air inflammable ; il fut lancé par M. *Montgolfier* le jeune , & cet hommage , rendu à l'inventeur de la machine aérostatique , fut généralement applaudi. Ce ballon monta perpendiculairement & avec assez de rapidité ; éclairé par les rayons du soleil , il parut , à une très-grande hauteur , comme une émeraude ; & , lorsqu'on le perdit de vue , on l'auroit pris pour une étoile. Il fut dirigé par le vent d'ouest , & la machine aérostatique par le vent de sud-est , qui la porta en moins de trois heures à plus de neuf lieues de la Capitale.

Les Voyageurs descendirent & prirent terre dans les plaines de Nesle, M. *Charles* , sans descendre du char , dressa un procès-verbal , que signèrent M. le Duc de *Chartres* , M. le Duc de *Fitz-James* , & M. *Farret* , Gentilhomme Anglois , qui avoient suivi , à cheval , la machine depuis Paris ; les Curés & Syndics des environs qu'on avoit fait avertir , constaterent également le succès du voyage.

A quatre heures un quart , M. *Robert* ayant

mis pieds à terre , & le poids total ayant souffert une diminution de 130 livres , la machine s'éleva de nouveau dans les airs , à la grande satisfaction de M. *Charles* , qui étoit demeuré seul dans le char , & qui , en dix minutes , parvint à une hauteur où le baromètre , de 28 pouces 4 lignes qu'il étoit à terre , avoit descendu à 18 pouces 10 lignes : d'un autre côté , le thermomètre , qui marquoit à terre 7 degrés & demi au-dessus de zéro , étoit descendu à 5 degrés au-dessous de zéro , terme de la glace ; cependant M. *Charles* , en passant ainsi presque subitement de la température du printemps à celle de l'hiver , n'éprouva d'autre sensation que celle d'un froid vif & sec.

La nuit , le froid , & la promesse qu'il avoit faite à M. le Duc de *Chartres* , l'engagerent à descendre au bout de 35 minutes ; il mit pied à terre à une lieue & demie environ de l'endroit où il avoit laissé son compagnon de voyage. M. *Farret* , qui ne l'avoit point perdu de vue dans sa route aérienne , se trouva à sa descente , & le conduisit à sa maison de chasse , qui est dans le canton. Il en partit le lendemain après avoir vidé & ployé le globe.

Le Lecteur verra ici , avec plaisir sans doute , le calcul que M. *Meusnier* , savant Géomètre , a fait des différentes hauteurs auxquelles a dû

parvenir ce globe de 26 pieds de diamètre ; d'après la seule considération des poids que cette machine a portés.

Etat primitif de la machine.

« Le globe auroit déplacé environ 800 livres
 » d'air, s'il eût été totalement rempli ; & le
 » gas inflammable auroit commencé , pres-
 » qu'aussi-tôt le départ , à s'échapper par l'issue
 » qui lui étoit ménagée, en vertu de l'expansion
 » dûe à la diminution du ressort de l'air
 » extérieur ; mais MM. *Charles & Robert* ont
 » observé que ce n'est qu'à 150 toises environ
 » de hauteur que cet effet a eu lieu ; on peut
 » donc évaluer à $\frac{1}{24}$ partie , ce qu'il s'en falloit
 » que le ballon ne fût entièrement plein, & le
 » poids de l'air déplacé se trouvera de 771 liv. $\frac{1}{2}$.

» D'où déduisant : 1°. le poids total de
 » l'étoffe , du filet , du char , de deux hommes,
 » du lest , & autres objets accessoires , qui , par
 » des pesées très-exactes, s'est trouvé de 604 l. $\frac{1}{2}$.

2°. L'excès de légèreté de la machine , qui ,
 » par le moyen d'un peson à ressort , a été dé-
 » terminé d'environ. 20 l.

624 l. $\frac{1}{2}$.

» Il reste , pour l'air inflammable , un poids
 » de. 147 l.

» Le poids de l'air déplacé & celui du gas
 » inflammable, se trouvant déterminés par-là,
 » on en déduit leurs pesanteurs respectives,
 » qui sont dans le rapport de $5 \frac{1}{4}$ à 1 à peu-
 » près (1).

Première ascension.

» MM. Charles & Robert ont jeté environ 6
 » livres pesant pendant leur première ascen-
 » sion, ce qui a réduit le poids total de 604
 » livres $\frac{1}{2}$ à. 598 l. $\frac{1}{2}$.

» Ainsi, d'après le rapport de pesanteur qui
 » vient d'être établi entre les deux airs, &
 » qui reste le même, à quelque point qu'ils
 » soient dilatés l'un & l'autre, la machine
 » n'a pu se mettre en équilibre, que quand
 » le poids de l'air inflammable a été réduit
 » à 141 l.

» Et celui de l'air déplacé, à . . . 739 l. $\frac{1}{2}$.

» La machine étant alors parfaitement ten-
 » due, & le poids de l'air qu'elle auroit dé-
 » placé en cet état à la surface de la terre

(1) L'air inflammable qui remplissoit le ballon du Champ de Mars, n'étoit que quatre fois plus léger que l'air ordinaire ; cette opération s'est donc perfectionnée depuis, & il faut l'attribuer à la précaution prise par M. Charles de faire passer le gas à travers l'eau.

» étant de 800 livres , il s'ensuit , par la conti-
 » paraison des poids , que pendant la pre-
 » miere ascension , le baromètre a dû descen-
 » dre de 28 pouces 4 lignes à 26 pouces 2
 » lignes & demie , ce qui , pour la tempéra-
 » ture de 10 degrés , donne , suivant la règle
 » de M. de *Luc* , 334 à 335 toises d'élévation.

*Suite du voyage & arrivée dans la Prairie de
 Nesle.*

» La hauteur qui vient d'être déterminée ,
 » a éprouvé plusieurs variations par la déper-
 » dition du gas inflammable que faisoit len-
 » tement la machine , & par les portions de
 » lest que jetoient les Voyageurs pour en répa-
 » rer l'effet ».

» Après avoir jeté en tout 36 livres & de-
 » mie , ils sont descendus dans la Prairie de
 » Nesle , & le poids déplacé faisoit alors équì-
 » libre à tous ceux que contenoit la machine ;
 » ces poids se trouvent donc réduits de 604
 » livres & demie à 568 l.

» Celui de l'air inflammable ne devoit plus
 » être que de 134 l.

» Et celui de l'air déplacé , de 702 l.

» Ce résultat donne , comme on voit , la
 » perte d'air inflammable que faisoit l'enve-

- » loppe , de 7 livres à peu-près dans une heure
 » & demie.

Seconde ascension.

» M. Robert ayant quitté la machine aérostatique , le poids total a souffert une diminution de 130 liv. ce qui l'a réduit à . . . 438 l.

» L'équilibre n'a donc pu avoir lieu de nouveau , qu'à une hauteur où il ne seroit resté d'air inflammable que 103 l.

» Et où l'air déplacé auroit pesé. . . 541 l.

» Il suit de-là que , d'après les considérations précédentes , la hauteur du baromètre auroit dû diminuer dans le rapport de 800 à 541 lignes , ce qui donneroit 19 pouces 1 lignes $\frac{2}{10}$, au lieu de 18 pouces 10 lignes que M. Charles a observé ; mais il faut faire attention que l'air étant à 5 degrés de congélation dans la région de l'atmosphère à laquelle ce Physicien s'est élevé , tandis que c'est pour une température de 10 degrés au-dessus de la glace que le ballon auroit déplacé 800 livres d'air aux environs de la surface de la terre ; ce sont 15 degrés de différence qu'il faut faire entrer dans cette comparaison des poids d'un même volume d'air. En appliquant , à cette question , la règle donnée par M. de Luc , pour tenir

» compte des diverses températures , on trou-
» vera que le baromètre auroit dû baisser jus-
» qu'à 17 pouces 9 lignes ; ce qui fait 13 li-
» gnes encore plus bas que M. *Charles* ne
» l'a vu.

» Il résulte de ce calcul , qu'en évaluant la
» température moyenne de la colonne d'air ,
» parcourue par la machine aérostatique , à
» un degré au-dessus de la glace , le point ,
» auquel cette machine auroit été en équili-
» bre , se trouve à 1878 toises 4 pieds ; mais
» en calculant , d'après les 18 pouces 10 li-
» gnes annoncés par M. *Charles* , la hauteur
» à laquelle il est parvenu se réduit à 1643
» toises 5 pieds ; il suit de-là que la perte du
» gas , & sur-tout l'issue que M. *Charles* lui
» a donné pendant son ascension , en tenant
» la soupape supérieure ouverte , ont déter-
» miné la machine à redescendre avant d'être
» parvenue au point où elle se seroit tenue en
» équilibre ; il faut seulement observer en-
» core que , le mercure s'élevant dans le ré-
» servoir du baromètre , en même tems qu'il
» s'abaissoit dans le tube , la hauteur réelle
» de la colonne , soutenue par le poids de
» l'air , a pu être moindre de 3 à 4 lignes
» qu'elle ne le paroïssoit par la graduation ;
» on doit donc augmenter encore de 70 toises
» environ

» environ la hauteur qui vient d'être déter-
» minée ; & il en faut conclure que la ma-
» chine aérostatique ne s'est pas élevée à moins
» de 1700 toises ». Voyez le Journal de Pa-
ris, du 25 Décembre 1783.

M. le Marquis de *Bullion* enleva , le trois Février suivant, à l'Hôtel de M. le Duc de *Luynes*, un ballon fait en papier petit raisin, dont le diamètre étoit de 14 pieds. Pour le dilater, on employa un fourneau de réverbère de 9 pouces de diamètre, surmonté d'un tuyau de poêle de quatre pieds de long. M. de *Bullion* brûla, dans ce fourneau, du charbon, & le ballon fut gonflé en trois minutes ; aussi-tôt il mit trois ou quatre bottes d'allumettes dans le fourneau, ce qui compléta la distension de l'aérostat : alors M. le Marquis de *Bullion* fixa une éponge plate d'un pied de largeur, dans une capsule de fer-blanc, dans laquelle il mit une pinte d'esprit-de-vin, ayant eu soin d'en imbiber l'éponge, qui se chargea d'environ une pinte & demie d'esprit ardent, auquel il mit le feu.

Ce ballon, ainsi appareillé, partit à deux heures quarante-cinq minutes, & parcourut plus de neuf lieues en moins de trois quarts-d'heure ; il tomba en effet dans une vigne à S. Maurice-Montcouronne, près Baille, comme le cer-

tifia le Curé du lieu , qui le trouva vers les trois heures après-midi.

Des résultats aussi satisfaisans , ont fait concevoir les plus grandes espérances d'une découverte qui est encore à son aurore & qui fera époque dans l'Histoire des Sciences , ainsi que dans celle des siècles , sur-tout si l'on parvient à lui donner le degré de perfection dont elle est susceptible : il est incontestable que , si l'on n'applique pas aux machines aérostatiques une force motrice qui serve à les diriger à volonté , elles ne pourront être employées avantageusement que dans un petit nombre de circonstances. Cette vérité a été très-bien sentie d'un grand nombre de Savans & d'Artistes , qui s'occupent des moyens de rendre les aérostats plus utiles & moins dispendieux ; les uns , en cherchant à diriger ces machines en tout sens , ainsi que la manière de s'élever & de s'abaisser sans laisser échapper l'espece d'air dont elles seroient remplies ; les autres , en travaillant à la production d'un fluide qui pût réunir le bon marché à la légèreté qui caractérise l'air inflammable tiré de la dissolution du fer : plusieurs ont encore pour objet , dans leurs recherches , de se procurer une enveloppe absolument imperméable à l'air inflammable , propriété que ne présente point le taffetas , quoi-

qu'enduit de gomme élastique ; cette étoffe est d'ailleurs très-chère & peu solide.

Enfin , comme le voyage ne seroit pas absolument sans danger , on cherche les moyens de parer aux possibilités d'une chute sur la terre & dans l'eau ; on veut aussi se préserver des influences d'une température froide , ainsi que de l'étincelle électrique , qu'un nuage orageux pourroit lancer , soit sur la machine aérostatique , soit sur ceux qui l'accompagneroient. Voilà bien des indications à remplir , avant qu'on puisse obtenir de la découverte de MM. *Montgolfier* , tous les avantages qu'elle semble promettre : mais la plupart des Compagnies savantes de l'Europe s'en occupent ; & il faut espérer qu'on pourra achever, avec le tems , ce qui a été si heureusement commencé.



CHAPITRE III.

De l'Air déphlogistiqué.

LES noms d'*air déphlogistiqué*, d'*air pur*, d'*air dépuré*, d'*air vital*, d'*air empiré*, d'*air du feu*, &c. conviennent à un fluide permanent élastique, dans lequel on découvre toutes les propriétés connues de l'air de l'atmosphère, & principalement celle d'entretenir la combustion & la respiration. Cette qualité précieuse, qui ne se trouve point dans les fluides aériformes, se montre avec plus d'énergie dans l'air déphlogistiqué que dans l'air commun : en effet, tous les corps combustibles brûlent environ cinq fois plus vite dans le premier que dans le second, & la lumière qu'ils y répandent est plus brillante & plus vive ; on y peut calciner cinq fois plus d'un métal quelconque, & les animaux peuvent y vivre cinq fois, & même, dans quelques circonstances, huit à neuf fois plus long-tems que dans le meilleur air atmosphérique.

L'air déphlogistiqué se trouve abondamment répandu autour de nous : il fait partie de l'air commun ; & celui-ci paroît lui devoir sa salubrité.

Les végétaux , de quelque espece qu'ils soient, transpirent cet air très-pur ; ils le répandent dans notre atmosphère , & contribuent par-là à l'entretenir dans le degré de pureté nécessaire pour la vie de l'homme & des animaux. Les plantes ne s'acquittent de cette fonction importante qu'autant que le soleil est sur l'horizon , & que cet astre les éclaire de sa lumière ; car toutes , en général , corrompent l'air environnant pendant la nuit , & même en plein jour , si elles sont ombragées par des bâtimens élevés , ou les unes par les autres.

La production de l'air déphlogistiqué paroît être réservée, dans les plantes , aux feuilles , aux tiges & aux rameaux verts qui les supportent ; les racines, les fleurs & les fruits , à quelque genre de plantes qu'ils appartiennent , exhalent toujours un fluide dangereux à respirer , un air méphitique. Ces parties des plantes infectent ainsi l'air qui les environne , pendant le jour & pendant la nuit , à la lumière & à l'ombre ; il faut cependant en excepter quelques racines.

Toutes ces vérités , entrevues d'abord par M. *Priestley* , sont établies sur un grand nombre d'expériences , connus de tous ceux qui

ont lu l'ouvrage de leur savant Auteur, M. *Jngen-Houfz* (1).

Indépendamment de cette quantité prodigieuse de plantes, que la lumière du soleil rend propres à la production d'un air très-pur, le seul qui soit capable d'entretenir la vie des animaux, un très-grand nombre de substances différentes contiennent également de cet air dit *déphlogistiqué*.

On peut le retirer du nitre, du mercure précipité *per se*, du mercure précipité rouge, du *minium*, de la magnésic & de la pierre calaminaire, en exposant séparément ces différentes substances à la chaleur des charbons allumés ou à celle que produisent les rayons du soleil, au foyer des loupes & des miroirs ardents.

Je dois cependant observer, à l'égard du *minium*, que cette chaux de plomb, faite récemment, ne donne point d'air ou n'en donne que fort peu, quoiqu'exposée à un feu très-violent, tandis qu'elle en produit une grande quantité, si elle est demeurée pendant longtemps en contact avec l'air commun.

L'air, qui se dégage du nitre & des chaux

(1) Expériences sur les Végétaux. vol. in-8°. traduite de l'Anglois, par l'Auteur, 1780.

de mercure , est le plus pur & le plus abondant ; une once de nitre , par exemple , a produit , dans les expériences de M. l'Abbé *Fontana* , 100 fois son volume d'air très-pur ; & M. *Priestley* , qui les a répétées sur deux onces du même sel , en a retiré le même fluide sous un volume 500 fois plus grand que ne l'avoit obtenu le premier.

L'air déphlogistiqué est également produit par toute espèce de terre humectée avec de l'acide nitreux & soumise ensuite à un degré de chaleur plus ou moins considérable ; les terres ou chaux métalliques , traitées ainsi avec cet acide , en fournissent davantage que les terres calcaires , & celles-ci beaucoup plus que les autres espèces de terre ; la même terre peut être employée avec de nouvel esprit de nitre un plus ou moins grand nombre de fois ; la quantité d'air pur , qui se dégage du mélange , dépend , toutes choses d'ailleurs égales , de la quantité d'esprit de nitre que l'on emploie dans l'opération. Le plus pur est celui que l'on retire du nitre lunaire , qui est un sel produit par l'union de l'acide nitreux avec l'argent.

L'air déphlogistiqué peut aussi être retiré du vitriol verd , du vitriol bleu , du vitriol blanc , du turbith minéral , & généralement

de tous les sels formés par la combinaison de l'acide vitriolique avec une terre métallique ; l'alun, & les autres sels vitrioliques à base terreuse, font dans le même cas, ainsi que la chaux-vive, lorsqu'elle est mêlée avec l'huile de vitriol. C'est par l'action véhémence du feu, dirigée sur ces substances différentes, que l'on peut parvenir à en dégager l'air déphlogistiqué.

On obtient encore ce fluide, dans un fort grand degré de pureté, de l'or dissout dans l'eau régale, faite d'acide marin & d'acide nitreux purs, en évaporant la solution & l'exposant ensuite à un feu violent.

J'ai retiré de l'air déphlogistiqué d'un mélange d'esprit de nitre & d'esprit de sel marin mis en distillation, ainsi que de l'huile de vitriol & de l'acide nitreux traités de la même manière, & M. *Priestley* en a depuis obtenu en chauffant simplement l'acide nitreux dans une cornue (1).

On peut enfin, suivant M. l'Abbé *Fontana*, tirer de l'air déphlogistiqué très-pur de toutes les substances, soit végétales, soit animales, soit minérales, lorsqu'on est parvenu à dépouiller ces corps de tout leur

(1) Journal de Physique, Juin 1783, pag. 4653

phlogistique & à les réduire en chaux ou en cendres.

Parmi les moyens que l'on peut employer pour se procurer cet air vital en telle quantité qu'on desire, lorsqu'on a pour objet d'en faire connoître les belles propriétés, il n'y en a point de plus faciles & de moins dispendieux que ceux que je vais indiquer.

On renferme, dans un petit matras de cristal, une once ou deux de mercure précipité rouge; on adapte & on lute exactement, au col de ce matras, un tube communiquant: c'est une espece de siphon, dans lequel la croûte est remplacée par une branche horizontale de 15 à 18 pouces de longueur, & dont la jambe plus longue est recourbée de bas en haut à son extrémité, ce qui permet de l'engager dans l'échancrure pratiquée dans la tablette de l'appareil hydro-pneumatique, dont nous avons parlé en traitant de l'air fixe. Le tube, étant plongé dans l'eau de cet appareil, & son orifice inférieur étant lui-même à niveau de la planchette, on place le ventre du matras au milieu des charbons allumés, ayant attention de ne l'en approcher que par degrés, sans quoi une chaleur trop vive & brusquement communiquée le feroit casser; on augmente ensuite l'activité du feu & on

l'entretient, par le moyen d'un soufflet, & de nouveaux charbons que l'on ajoute aux premiers s'il est nécessaire. Bientôt la chaux de mercure se revivifie ou reprend la forme de mercure coulant, dont une partie, réduite en vapeurs, vient se condenser & adhérer dans le haut du matras, ainsi que sur une partie du tube; en même tems l'air déphlogistiqué se dégage de cette chaux & va, par le tube communiquant, se rendre dans un flacon plein d'eau & renversé au-dessus de l'échancrure faite dans la planchette qui lui sert d'appui; il y passera très-pur, si l'on a eu la précaution de laisser échapper, dans l'atmosphère, tout l'air commun renfermé naturellement dans le matras & dans le tube. Le développement de l'air déphlogistiqué s'annonce ordinairement ici par une espèce de nuage qui s'élève dans le col du matras; ce n'est que quelques instans, après que ce nuage s'est fait appercevoir, qu'il faut recevoir le produit de l'opération ou l'air déphlogistiqué, si on veut l'avoir très-pur. Souvent il passe sous un aspect nébuleux & trouble l'eau à travers laquelle il s'échappe, ce qui dépend de l'état dans lequel se trouve le précipité rouge; cette chaux mercurielle, produite par la dissolution du mercure dans l'acide nitreux, suivié d'une dessiccation, à l'aide du feu ou de la

chaleur, est le plus souvent avec excès d'acide nitreux, & c'est vraisemblablement cet acide qui se manifeste, dans la réduction du précipité, par des vapeurs rouges, qui remplissent la partie vide du matras, & qui, venant à s'emparer du mercure, réduit lui-même en vapeurs, le dissolvent & en forment un sel particulier, qui donne à l'air déphlogistiqué, ainsi qu'à l'eau, à travers laquelle on le reçoit, une couleur laiteuse ou blafarde, que l'on enlève cependant au premier en le battant dans l'eau pendant quelques instans.

Lorsque le premier flacon, dans lequel on a reçu l'air déphlogistiqué du précipité rouge, ne contient plus que quelques lignes d'eau, suffisantes pour rendre à l'air sa transparence, on le remplace par un second, également plein d'eau & renversé, &, tandis que l'air déphlogistiqué y passe, on amène le premier au-delà des bords de la planchette, puis on le bouche exactement avant que de le retirer de l'eau & de le mettre sur son fond.

Le précipité rouge étant toujours chauffé fortement, il continue à se réduire en mercure coulant & à donner de l'air déphlogistiqué, que l'on reçoit dans autant de flacons qu'il est nécessaire; mais enfin il vient un instant où l'on n'en peut plus obtenir, quoi-

que la réduction ne soit pas totale : cependant, si l'opération est bien conduite, on retirera, de deux onces de précipité rouge, six pintes &c. plus d'air très-pur.

Il arrive souvent que le matras dans lequel on fait cette réduction, se fond & s'allonge au point de crever, avant qu'on ait obtenu toute la quantité d'air déphlogistiqué que la chaux employée peut fournir. Alors ce qui reste de celle-ci se répand, ainsi que le mercure déjà formé, sur les charbons ardents, & l'on a le désagrément d'être obligé de recommencer l'opération sur de nouveaux frais. Il y a plus ; le mercure coulant sur les charbons, s'y réduit bientôt en vapeurs, qu'il seroit très-dangereux de respirer : pour parer à ce double inconvénient, je me sers communément, dans cette opération, d'un matras, dont la plus grande partie du ventre est enveloppée d'une calotte de fer battu, maintenue en situation par des fils-d'archal ou de laiton qui y sont attachés en forme d'anses, ainsi qu'à un anneau de fer qui embrasse le col du matras dans sa partie inférieure. Ce matras, contenant la chaux métallique que j'ai dessein de réduire, & étant de plus établi convenablement pour être chauffé, je fais couler du sable sec & très-fin dans la calotte de fer ; il s'interpose

entr'elle & le fond du matras , & sert à communiquer une chaleur égale à toutes les parties du verre qui se trouvent en contact avec lui ; il sert aussi , conjointement avec la capsule de fer , à empêcher que ce verre , assez chaud pour se fondre & couler , ne cede au poids de la matiere qu'il renferme ; & ainsi le succès de mon opération est assuré.

C'est par un procédé peu différent du précédent que l'on parvient à extraire , du nitre , la quantité prodigieuse d'air déphlogistique que contient cette substance saline , connue plus généralement sous le nom de *salpêtre* , & dont les principes constituans sont l'acide nitreux & l'alkali fixe végétal. L'air qu'on en retire n'est pas , à la vérité , aussi pur que celui du précipité rouge ; mais la différence est trop peu de chose pour ne préférer pas l'emploi d'une substance aussi riche en air déphlogistique ; le nitre est d'ailleurs plus facile à trouver & moins dispendieux que le précipité rouge. Lorsque j'ai recours au premier , ce qui m'arrive chaque fois que j'ai besoin d'une très-grande quantité d'air pur , je me sers encore , dans l'opération , d'un matras de verre blanc , dont le col a au moins 8 pouces de longueur , & dont la panse est suffisamment grande pour contenir , par exemple , six onces de nitre ,

en supposant que la quantité qui lui est destinée soit de quatre onces seulement. Le nitre de la troisième cuite est celui que je préfère, par la raison qu'il est le plus pur. Après l'avoir brisé & réduit en grains très-fins, dans un mortier de verre, je lui fais éprouver quelques degrés de chaleur, afin de lui enlever un peu de son eau de cristallisation & de le rendre plus sec ; je chauffe également le matras, si je m'apperçois qu'il soit humide intérieurement : cela fait, j'y projette le nitre ; je lute ensuite, à l'ouverture du matras, un tube communiquant semblable au précédent ; après quoi je renferme ce matras dans un creuset d'argile assez profond & assez large pour qu'il y soit environné & couvert de sable bien sec ; il faut cependant que le col du matras dépasse des deux tiers à peu-près les bords du creuset. Je transporte alors ce dernier dans un fourneau d'alambic, où je l'établis solidement, tandis qu'une autre personne engage l'extrémité recourbée du tube communiquant, dans l'échancrure de l'appareil hydro-pneumatique, établi, dans ce cas, près du fourneau : les choses étant ainsi disposées, on allume le feu & on l'augmente par degrés. L'air ordinaire, qui est contenu dans le matras, se dilate bientôt & s'échappe par le tube communiquant ; l'eau

de cristallisation du nitre , entrant elle-même en expansion , se porte également au-dehors. Enfin , le nitre éprouvant une chaleur de plus en plus forte , devient fluide & acquiert de la rougeur , ainsi que le matras qui le renferme. Cependant l'air déphlogistiqué ne se dégage point encore ; c'est au contraire l'instant où j'ai presque toujours observé qu'il se faisoit un vide dans le matras ; l'eau , dans laquelle le tube communiquant est plongé , cédant alors à la plus forte pression de l'air ambiant , je l'ai vue s'élever progressivement dans ce tube & quelquefois couler dans le matras , & mettre fin à mon opération en le faisant éclater. Aujourd'hui , pour n'avoir plus à craindre cet inconvénient , je fais transférer l'eau contenue dans mon appareil ; jusqu'à ce que la surface de ce liquide soit inférieure à l'ouverture du tube communiquant , & cela , dès le commencement de l'opération. Le nitre & le matras étant très-rouges , c'est alors que l'air déphlogistiqué commence à s'échapper ; afin de m'en assurer , je verse un peu d'eau dans la petite courbure du tube ; & si je la vois rejetée en partie & par instant , j'en conclus que cet air pur se dégage : on verse alors dans la cuve l'eau qu'on en a élevée,

& je recueille l'air déphlogiftiqué comme précédemment.

L'air déphlogiftiqué, à quelque espece de substance qu'il ait appartenu, n'affecte ni l'organes de l'odorat ni celui du goût, si ce n'est à la maniere de l'air atmosphérique: ainsi que ce dernier, il ne manifeste sa présence que par les espaces qu'il occupe, ou encore par la propriété qu'il a de se dilater & de se condenser, ou enfin par une autre propriété qui lui est commune; non-seulement avec l'air ordinaire & toutes les substances aériformes, mais même avec toute matiere quelconque; je veux parler de sa pesanteur ou de son poids absolu, qu'il ne faut pas confondre avec sa pesanteur spécifique, qui est, de l'aveu de tous les Physiciens, plus grande que celle de l'air commun. En lisant les *Recherches physiques sur la nature de l'air nitreux & de l'air déphlogiftiqué*, par M. l'Abbé Fontana, l'on voit que ce célèbre Physicien a obtenu, de 192 grains de précipité *per se*, 26 pouces & demi cubes d'air déphlogiftiqué, qu'il estime peser 13 grains & $\frac{2}{3}$; le mercure revivifié s'étant trouvé peser 178 grains & $\frac{1}{2}$. Suivant ce calcul, l'air déphlogiftiqué pèseroit un demi-grain & un peu plus par pouce cube; cependant

M. Lavoisier

M. *Lavoisier* estime à 2 tiers de grain environ le poids du pouce cube du même fluide. Enfin, M. *Priestley* ayant chauffé, dans un canon de fusil, 2 onces & 4 scrupules de *minium*; cette chaux de plomb a produit, dans sa réduction, 26 mesures d'air déphlogistique, & une once 16 scrupules 18 grains de plomb, en sorte que le poids, de la quantité d'air obtenue, sembloit être de 7 scrupules & 6 grains; ce qui est hors de toute proportion, de l'aveu même de M. *Priestley*; il comprit dès-lors que, pour découvrir la pesanteur spécifique de l'air déphlogistique, la plus favorable de toutes les méthodes, étoit de peser avant & après l'extraction, les matieres qui donnent cet air pur. Le moyen qui lui parut préférable, ce fut celui de M. *Cavendish*, qui consiste à remplir un flacon de l'air dont on veut connoître le poids, & à le peser ensuite à une balance très-sensible; mais il reconnut bientôt que ce moyen, très-simple en lui-même, étoit bien éloigné d'être exact, attendu que le flacon devant être préalablement rempli d'eau pour qu'on puisse y faire passer de l'air, on ne peut point être sûr que l'eau en ait été également épuisée, lorsqu'on répète l'expérience avec un air différent de celui que l'on vient de peser.

Pour parer à cet inconvénient , M. *Priestley* crut devoir se servir d'une vessie , parce qu'il pouvoit faire passer de l'air dans cette vessie & l'en remplir sans la mouiller ; l'ayant donc d'abord remplie d'air atmosphérique , il trouva qu'elle pesoit 7 scrupules & 19 grains , puis , ayant fait échapper cet air en comprimant la vessie , il fit passer , dans cette dernière , un volume égal d'air déphlogistiqué , & son poid se trouva être alors de 7 scrupules & 17 grains. Je crois superflu d'observer que la difficulté d'expulser entièrement l'air de la vessie dans toutes les expériences qu'on a à comparer , rend cette méthode défectueuse , & que celle que nous avons indiquée , en parlant de l'air fixe , mérite la préférence , comme étant la plus exacte & la plus sûre.

L'air déphlogistiqué est incomparablement plus pur que l'air atmosphérique ; tous les Physiciens en conviennent également , & voici ce qui le prouve.

1^o. M. *Priestley* eut la curiosité de respirer ce fluide ; il se servit , pour cela , d'un siphon de verre qui communiquoit avec une cloche qui en étoit remplie. La sensation qu'éprouverent ses poumons ne fut pas à la vérité différente de celle que cause l'air commun ; mais sa poitrine se trouva singulièrement dégagée & à l'aise pendant quelque tems.

2°. Le même Physicien ayant pris des animaux de même espèce, de même âge, & également vivaces en apparence, il les renferma séparément sous des cloches de verre de même capacité, les unes pleines d'air atmosphérique très-pur, & les autres remplies d'air déphlogistiqué; il fit en sorte que ces cloches, exposées à la même température, n'eussent intérieurement aucune communication avec l'air du dehors, & il observa, que les animaux, destinés à vivre dans l'air déphlogistiqué, le respiroient plus gracieusement & plus long-tems que les autres ne respiroient l'air commun au milieu duquel ils étoient renfermés: ceux-ci eurent altéré l'air bien plus tôt que les premiers, qui ne périrent que long-tems après eux.

3°. Si l'on remplit d'air déphlogistiqué, un petit vaisseau cylindrique, en l'y faisant passer à travers l'eau, & qu'après l'avoir remis sur son pied, on y plonge un bout de bougie allumée, la flamme de celle-ci y deviendra plus grande, plus vive, plus ardente & plus lumineuse; la clarté qu'elle répandra alors sera éblouissante, sur-tout si l'expérience se fait dans l'obscurité.

4°. Si on remplit, une seconde fois, d'air

déphlogiftiqué, le même vaisseau, en opérant comme la première fois, & qu'on y plonge ensuite la bougie, immédiatement après l'avoir éteinte en soufflant sa flamme, elle s'y rallumera avec une explosion très-sensible. Je crois être le premier qui ait observé ce phénomène & qui en ait donné l'explication; elle est fondée sur ce que, les vapeurs que le lumignon répand dans cette circonstance, sont inflammables, & d'autant plus disposées à s'enflammer, qu'elles sont fort dilatées par la chaleur, & de plus environnées d'un fluide qui favorise étonnamment la combustion. Ces vapeurs sont une espèce d'air inflammable, qui, pour brûler le plus rapidement possible & avec détonation, emprunte ici le secours de l'air déphlogiftiqué, après s'être allumé à la faveur de quelques particules embrasées adhérentes encore au lumignon, & d'ailleurs animées par le contact du même fluide.

5°. Si on descend, dans un vaisseau plein d'air déphlogiftiqué, un charbon qui soit à peine allumé ou presque éteint, en se servant, comme pour la bougie, d'un fil de métal, mais dont l'extrémité inférieure soit tournée en spirale conique, afin que le charbon y demeure engagé, on verra aussi-tôt celui-ci pétiller,

jeter des étincelles, & s'enflammer bien plus promptement que si on faisoit jouer dessus un fort soufflet.

6°. Si l'on prend un morceau de bois verd, par exemple un brin de bouleau, &, qu'après l'avoir allumé par une de ses extrémités, on l'introduise dans un vaisseau rempli d'air déphlogistiqué, on sera agréablement surpris de le voir à l'instant brûler avec flamme, malgré sa verdure & son peu de disposition à la combustion.

7°. Prenez un morceau de camphre, de la grosseur d'un pois; allumez-le, &, après l'avoir posé dans une petite cuiller, fixée à angle droit à une tige de métal, plongez-le aussi-tôt dans un bocal de verre blanc qui contienne environ 30 pouces cubiques d'air déphlogistiqué: la flamme qu'il y répandra formera une gloire semblable à une étoile étincelante, susceptible d'éclairer un très-grand espace.

8°. La combustion du phosphore, dans l'air déphlogistiqué, est encore plus surprenante; mais cette expérience exige quelques précautions.

Il faut couper le phosphore sous l'eau; ne le retirer de l'eau qu'au moment où l'on veut en faire usage; le mettre sur du papier gris

pour le sécher, en observant de ne point le frotter, pour qu'il ne s'allume point; le poser avec une pince, dans la petite cuiller de l'expérience précédente, & n'en prendre que la quatrième partie, de la grosseur d'un pois, suffisante pour un bocal contenant 30 à 40 pouces cubiques d'air déphlogistiqué. Si l'on en employoit un morceau plus considérable, la flamme seroit trop étendue au moment de l'immersion, & le vaisseau se briseroit.

Pour que cette expérience fasse tout son effet, il convient de la faire de nuit; on allume le phosphore à une petite bougie, que l'on éteint immédiatement après. Cela fait, on plonge ce phosphore dans l'air déphlogistiqué environ jusqu'à la moitié de la profondeur du vase; aussi-tôt il y jette un éclat que l'œil ne sauroit soutenir, & le vase ne tarde pas à se remplir d'une vapeur plus brillante que la flamme du phosphore même.

On n'a point à craindre d'explosion, parce que le phosphore, qui se trouve dans le centre de l'inflammation, consume l'air fulminant, à mesure que sa combustion le produit par le mélange de l'air inflammable qui s'en dégage avec l'air déphlogistiqué du bocal; il ne faut cependant pas fermer exactement le col de celui-ci, afin de laisser un passage à l'air que

la flamme dilate ; & l'on doit user de la même précaution , & pour la même raison , dans l'expérience précédente , ainsi que dans toutes celles du même genre (1).

9°. M. *Forster* , Professeur célèbre de l'Université de Gottingue , avoit rassemblé huit vers-luisans mâles , de l'espece que *Linné* nomme *lampyris splendidula* ; il en prit quatre , & les mit sous un bocal fermé , rempli d'air déphlogistiqué. A l'instant même , il apperçut une différence très-considérable ; la lumiere de ces vers , vacillante à l'air libre , très-claire un moment , terne un instant après & imperceptible , lui parut être permanente dans l'air déphlogistiqué & infiniment plus brillante.

Ces mêmes insectes sembloient se plaire dans l'air déphlogistiqué ; ils s'y promenoient vivement , & s'animerent beaucoup , après qu'on eut transporté le bocal qui les contenoit dans un endroit chaud.

M. *Forster* voulut s'assurer que les vers-luisans , dont il s'étoit servi , n'étoient pas précisément les quatre les plus lumineux ; il introduisit , dans le même bocal , les quatre vers-luisans qu'il avoit laissés en réserve dans l'air

(1) Journal de Physique , Juillet , 1783.

atmosphérique, & ces derniers éprouverent aussi-tôt le même changement.

La lumière étoit si forte, qu'un seul de ces insectes suffisoit pour lire les Annonces savantes de Gottingue, tandis qu'on ne les lisoit que difficilement avec les quatre réunis en plein air : peut-être cette difficulté provenoit-elle du peu de stabilité de leur lumière dans ce dernier cas ; ces feuilles périodiques sont imprimées en très-petit caractère.

Les vers-luisans, retirés de l'air déphlogistiqué, conserverent encore, pendant quelques minutes, tout leur éclat ; ensuite leur lumière s'obscurcit, & ils revinrent à leur état variable ; l'air pur n'avoit été que très-peu phlogistiqué par le séjour des vers-luisans dans le bocal ; le bois y brûloit encore avec la plus grande vivacité.

M. *Forster* croit que, dans les vers-luisans, la respiration contribue à la production de leur lumière qu'il fait dépendre d'ailleurs d'une matière phosphorique dissoute dans un fluide animal, en partant de ces deux observations, qu'une dissolution de phosphore artificiel dans l'huile de gérosle, rend de la lumière à l'air libre sans brûler, & que si on écrase un ver-luisant, la matière gluante qui s'attache aux doigts reluit encore quelque tems,

Le même Physicien pense qu'il convient de restreindre infiniment l'opinion , adoptée jusqu'à présent , que la lumière du ver-luisant dépend de sa volonté ; il croit que la respiration la détermine , que la lumière brille au moment même de l'inspiration , & qu'elle s'affoiblit à mesure que l'air inspiré se charge de plus en plus de phlogistique , & nécessite une nouvelle respiration. L'air déphlogistiqué , à raison de son extrême pureté , se charge d'une plus grande quantité de ce principe inflammable , & soutient la lumière phosphorique d'une respiration à l'autre dans le même éclat ; tandis que , dans l'air atmosphérique , cette lumière disparoit souvent en entier , soit que les respirations de ces animaux se succèdent très-lentement , & que , vers la fin de leur durée , ils n'aient plus que la quantité d'air dont ils ont besoin pour vivre , mais point celle qu'il faut pour l'entretien de leur lumière ; soit qu'en effet ils ferment à volonté les canaux qui conduisent l'air vers la sécrétion phosphorique. L'air déphlogistiqué rendant cette lumière permanente , il vaincroit donc ce mouvement volontaire de l'animal , s'il existe , & le forceroit à luire malgré lui (1).

(1) Journal de Physique, Juillet, 1783.

10°. Si l'air déphlogistiqué est mêlé avec deux fois son volume d'air inflammable , & que ce mélange soit renfermé dans un vaisseau très-résistant où l'on puisse diriger une étincelle électrique , suffisante pour l'allumer ; on produira , de cette manière , une inflammation plus brusque & une explosion incomparablement plus forte que si l'on se seroit , dans cette expérience , de l'air atmosphérique , même le plus pur , mêlé avec la moitié de son volume d'air inflammable ; c'est une observation que j'ai déjà faite en traitant de ce dernier fluide , & que je crois devoir rappeler ici.

11°. Si l'on fait passer , dans une vessie de cochon liée très-exactement sur un robinet , deux parties d'air inflammable , & une seule partie d'air déphlogistiqué , en un mot , un mélange de ces deux fluides , fait de manière à ce que l'air inflammable puisse brûler en entier & instantanément. Si l'on monte ensuite , sur le robinet de la vessie , un tuyau de métal de 8 à 10 pouces de longueur , & dont le canal soit très-étroit , sur-tout à l'extrémité la plus éloignée de la vessie ; on pourra , à l'aide de ce tuyau , diriger & faire passer à travers de l'eau de savon , les deux espèces d'air que contiendra la vessie : il suffira , pour

cela , de plonger son extrémité dans un petit bassin rempli de cette eau , & en tenant la vessie sous le bras , de la presser après avoir ouvert son robinet ; on produira , de cette maniere , un grand nombre de bulles qui se rangeront sur la surface de l'eau , & y demeureront assez de tems pour qu'on ait celui d'en approcher une lumiere , toutefois après avoir fermé le robinet de la vessie & retiré le tube ; on aura encore l'attention de se tenir au loin , & de se servir , pour porter la lumiere vers ces bulles , d'une tige , en métal ou en bois , d'un pied & plus de longueur ; car on doit s'attendre ici à une inflammation très-brusque , & à une explosion très-vive ; Cette expérience , très-facile à faire , peut se répéter plusieurs fois de suite , lorsque la vessie contient deux à trois pintes de fluide inflammable.

12°. Enfin , prenez un fil d'acier , dont le diamètre soit d'environ un tiers de ligne , & la longueur à peu-près de 18 pouces ; formez-en une spirale , en le courbant autour d'un morceau de bois cylindrique de 6 lignes au plus de diamètre , duquel vous le séparerez ensuite ; courbez , à angle droit , les deux extrémités de ce fil , afin de les implanter , l'une dans un bouchon de liége , & l'autre dans un

morceau d'agaric mâle de chêne , un peu plus gros qu'un pois ; ayez encore une bouteille de verre très-blanc , à goulot renversé , & contenant une chopine & même davantage. Vous remplirez d'air déphlogistiqué , cette bouteille , en le faisant passer à travers l'eau. Cela fait , vous allumerez , à la flamme d'une bougie , le petit morceau d'agaric fixé à l'extrémité du fil d'acier , & vous le laisserez réduire en charbon. Jusques-là , vous le verrez brûler avec flamme & produire de la fumée ; en même tems l'extrémité du fil de métal s'échauffera & deviendra rouge. Si on le plonge alors , avec le charbon d'agaric , dans l'air déphlogistiqué contenu dans la bouteille , & que l'on ferme cette dernière , en laissant simplement le bouchon de liége au-dessus de son ouverture , l'agaric ne tardera pas à se consumer dans ce fluide ; la rougeur du métal s'y changera elle-même en une ardeur étincelante ; il s'embrasera & se fondra en répandant une lumière si vive , qu'on ne peut mieux la comparer qu'à celle du soleil. Dès qu'un petit globule de matiere fondue se fera détaché & précipité au fond de la bouteille , il s'en formera un second , puis un troisième , & successivement un très-grand nombre , jusqu'à ce que le fil d'acier soit entièrement consumé ,

ou que l'air déphlogistiqué de la bouteille soit tellement altéré , qu'il ne puisse plus entretenir la combustion.

Il faut observer de ne pas secouer la bouteille lorsque le fil de fer brûle , parce que la partie fondue s'en détache facilement & entraîne la flamme avec elle.

L'acier , formé & fondu en petits boulets ; conserve son ardeur ou sa chaleur suffisamment de tems pour faire éclater le fond de la bouteille , lorsqu'il a même un pouce d'eau à traverser pour atteindre ce fond. L'auteur de cette superbe expérience , M. *Ingen-Houfz* , a imaginé un appareil , pour lequel on n'a point à craindre le même inconvénient , son fond étant de laiton ; il est d'ailleurs construit de manière à ce que l'on puisse faire servir , à l'embrasement des fils métalliques dans l'air déphlogistiqué , la décharge d'une jarre ou d'une batterie électrique. On trouvera la description de cet appareil dans les *Mélanges de Physique & de Médecine* , de M. *Ingen-Houfz* , ainsi que dans le *Journal de Physique* du mois de Juillet 1783.

La combinaison de l'air déphlogistiqué avec l'air nitreux , dont je parlerai bientôt ; la diminution qu'il éprouve de la part de ce dernier , plus considérable que n'est celle que

présente l'air commun dans la même circonstance, est encore une forte preuve de l'extrême pureté de l'air déphlogistiqué , ainsi qu'on le verra dans le tems.

Après avoir indiqué la plupart des expériences que l'on peut faire sur ce fluide , pour en établir les propriétés & démontrer sur-tout qu'il favorise étonnamment la respiration & la combustion , je rappellerai que la végétation des plantes , au soleil , & la décomposition , par le feu , de plusieurs substances salines & terreuses , sont les deux grands moyens dont la Nature & l'Art se servent pour produire cet air vital , ce vrai *pabulum vitæ* ; & je ferai d'abord , à l'égard de ce premier moyen , quelques observations qui me paroissent importantes.

Si l'air étoit visible , nous serions peut-être convaincus que les plantes ont une espèce de respiration comme les animaux ; que les organes de cette fonction sont les feuilles ; que celles-ci ont des pores absorbans & d'autres excrétoires ; que la plupart des conduits absorbans sont placés à la surface supérieure des feuilles , & les excrétoires principalement à la surface inférieure , sur-tout dans les arbres ; que de ces conduits excrétoires s'échappe cette pluie abondante , mais invisible , d'air déphlo-

gistique , qui contribue le plus à entretenir l'atmosphère dans un degré de pureté nécessaire à la conservation des animaux. Cependant nous pouvons surprendre ici la Nature sur le fait , en enveloppant subitement d'eau , une plante quelconque , ou en plongeant ses feuilles toutes vivantes sous l'eau , dans laquelle elles restent en vigueur , & par conséquent peuvent continuer une partie de l'opération à laquelle elles étoient occupées immédiatement auparavant. De cette manière , on voit distinctement des bulles d'air sortir de toute la surface des feuilles , si l'expérience se fait au soleil ou en plein jour dans un lieu ouvert & bien éclairé , & si les feuilles sont plongées dans de l'eau de source fraîchement tirée ; car M. *Ingen-Houfz* a remarqué qu'elles se couvrent de bulles d'air plus lentement & en moins grand nombre dans l'eau de rivière , moins encore dans l'eau de pluie ; & moins que dans toute autre dans l'eau stagnante des marais , l'eau bouillie ou distillée.

Je dis que les feuilles , dans ces circonstances , peuvent continuer en partie leur travail ; car , comme l'a très-bien observé M. *Ingen-Houfz* , quoiqu'elles puissent dans l'eau , répandre leur air comme hors de l'eau , elles ne peuvent cependant plus en absorber de nou-

veau de la masse de l'atmosphère , à cause de l'eau qui les entoure & qui intercepte leur communication avec le fluide atmosphérique ; il est donc très-probable que , si les feuilles rendent par leurs pores une certaine quantité d'air , lorsqu'elles ne peuvent pas réparer cette perte par l'absorption d'un air nouveau , elles en répandent en abondance dans l'état naturel , ou elles peuvent en absorber autant qu'elles en perdent.

Pour obtenir l'air déphlogistiqué des feuilles , il faut choisir le tems auquel le soleil éclaire déjà l'horizon suffisamment pour avoir , par l'influence de sa lumière , ou éveillé les plantes engourdies pendant la nuit , ou renouvelé leur action interrompue pendant l'obscurité , ou enfin excité le mouvement vital dans les organes par lesquels cet air se sépare. On peut s'assurer que deux ou trois heures après le lever du soleil , toutes les plantes sont assez animées pour donner ce fluide aérien ; on plonge un bocal de verre blanc & transparent dans une cuve pleine d'eau de source fraîchement tirée , de façon que l'orifice du bocal soit en haut & dessous la surface de l'eau ; on met , dans ce bocal , une branche de vigne , une plante quelconque , ou des feuilles vertes & nouvellement cueillies ; on les secoue un peu
sous

sous l'eau , pour en séparer l'air commun adhérent ; après quoi on tourne le bocal sous l'eau , & on fait reposer son orifice sur une assiette , ou tout autre vase qui puisse tenir assez d'eau pour que l'on transporte le bocal renversé , sans crainte que l'air atmosphérique y pénètre ; on place le bocal dans un endroit où il est bien éclairé par le soleil. La lumière de cet astre entretenant toujours un mouvement vital dans les feuilles , & l'eau n'empêchant point la continuation des jets ou filets invisibles d'air qu'elles rendoient pendant qu'elles étoient exposées à l'air ouvert , elles se couvrent bientôt de bulles aériennes , dont le volume croît par degrés ; ces bulles à la fin se détachent des feuilles , & se rassemblent dans le haut du bocal , dont elles font baisser l'eau à proportion ; il s'y en amasse ainsi une quantité considérable dans peu d'heures. Les bulles étant séparées des feuilles , en secouant un peu le bocal , sont à l'instant suivies par d'autres , jusqu'à ce que les feuilles , ne pouvant plus pomper de nouvel air de l'atmosphère , se trouvent épuisées.

L'air qu'on obtient ainsi est réellement déphlogistiqué , d'une qualité plus ou moins parfaite , selon la nature de la plante dont on

a pris les feuilles, selon le plus ou moins de clarté du jour, &c.

M. *Priestley* a découvert que, lorsqu'on expose au soleil un bocal de verre blanc, renversé & plein d'eau, sur-tout d'eau de pompe ou de source, il se produit une substance verte de nature végétale, qui s'attache aux parois du verre, ainsi qu'au fond du vase sur lequel le bocal est posé ; que, de cette substance verte, sort un nombre infini de bulles d'air qui se rassemblent au fond du bocal & se trouvent être de l'air déphlogistiqué d'une qualité éminente, dans lequel la flamme d'une bougie devient plus volumineuse & d'un brillant éblouissant. Comme cet air est produit dans cette eau, sans addition quelconque, il en conclut, avec raison, que les grandes eaux, tels que les mers, les lacs & les rivières, doivent contribuer beaucoup à purifier notre atmosphère.

Je ne fais pas, dit M. *Ingen-Houfz*, qui rapporte cette observation, si l'on peut prétendre, avec fondement, que l'air déphlogistiqué, ainsi obtenu de l'eau après que la substance végétale s'y trouve, est un air adhérent à l'eau. Quoi qu'il en soit, le cas n'est pas applicable à celui des feuilles de plantes plon-

gées sous l'eau ; car , ajoute-t-il , dans celui de la substance verte , il faut quelques jours avant que cette production d'air déphlogistique ait lieu ; ce qui indique que ce n'est pas l'eau , mais le végétal qui produit cet air.

Quant à l'air qu'on recueille des plantes , on le voit très-distinctement s'élaner de leurs pores , le plus souvent à l'instant où on les plonge dans l'eau la plus froide , quelquefois même sous la forme d'un jet continuel ; & , la quantité d'air qui sort ainsi de quelques plantes , surpasse de beaucoup celle qui convient naturellement à la masse d'eau dont la plante est enveloppée , & qu'on peut en extraire par la chaleur ou l'ébullition ; d'ailleurs , l'air obtenu de cette eau sans plantes , même par sa seule exposition au soleil , est d'une qualité beaucoup inférieure à celle de l'air atmosphérique , au lieu que celui que les plantes donnent de la même manière , est infiniment plus pur. D'un autre côté , la cessation de cette émission d'air pendant la nuit , & dans l'ombre pendant le jour , dans la même eau , semble également indiquer que ces bulles ne doivent pas leur origine à l'air existant dans l'eau & pompé par les feuilles , mais à une action vitale , excitée & entretenue dans les feuilles

par la lumière du jour , & qui cesse dès qu'elles se trouvent exposées à l'ombre.

Les bulles d'air , dont il est ici question , ne doivent pas non plus leur apparition à la chaleur du soleil ; car , les feuilles prises d'un arbre , après qu'elles ont été échauffées considérablement au soleil & mises aussitôt dans l'eau froide , produisent ces bulles plus promptement , & donnent une quantité d'air déphlogistique plus grande , & d'une qualité meilleure ; que celui qu'on tire des feuilles mises dans l'eau déjà échauffée au soleil.

Si c'étoit la chaleur , plutôt que la lumière du soleil , qui fût cause de la production de cet air , il n'y auroit aucune raison pour que les plantes ne donnassent pas ce même air , lorsqu'on les place à l'ombre pendant un jour très-chaud , ou qu'on les approche du feu , de façon à en recevoir un degré de chaleur égal à celui qu'elles auroient acquis au soleil : mais le contraire arrive ; & voici comment *M. Ingen-Houfz* s'en est assuré : il mit un certain nombre de feuilles dans un bocal plein d'eau & renversé ; il l'exposa ensuite à la chaleur du feu , de façon qu'elles furent échauffées à un degré à-peu-près égal à celui qu'un autre bocal , de la même grandeur & contenant le

même nombre de feuilles du même arbre , avoit reçu du soleil. Le résultat de ces deux expériences fut , que l'air obtenu des feuilles placées près du feu , étoit méphitique , tandis que celui des feuilles exposées au soleil , étoit de l'air déphlogistiqué.

Le même Physicien renferma un nombre égal de feuilles de noyer dans deux bocaux de la même dimension ; il plaça l'un sur un mur à un beau soleil , & l'autre sous des framboisiers fort touffus & impénétrables aux rayons du soleil. Ce dernier bocal fut ainsi laissé pendant toute la journée , & il avoit acquis un degré de chaleur égal à celui de l'atmosphère. Le bocal exposé au soleil , n'y fut pas laissé assez long-tems pour avoir acquis un degré de chaleur égal à celui de l'atmosphère ; les feuilles , placées à l'ombre , avoient donné très-peu d'air , & celui-ci étoit moins bon que l'air commun ; pendant que les feuilles exposées au soleil , & qui avoient reçu très-peu de chaleur , avoient produit une quantité considérable d'air déphlogistiqué.

Les plantes ne donnent pas d'air déphlogistiqué dans une chambre , quelque soit la chaleur qui y regne , si le soleil ne donne pas lui-même sur le bocal qui contient les feuilles.

Quoique la production de ce fluide aérien

semble être dûe à l'influence de la lumière sur les feuilles , cette lumière n'est cependant pas capable de produire le même effet au milieu de l'hiver , dans un temps très-froid ; la raison en est peut-être que les plantes , dans cette saison , sont engourdies ; mais si elles n'élaborent pas alors de l'air véritablement déphlogistique , celles qui sont toujours vertes ne sont pas tout-à-fait inactives dans le froid de l'hiver ; car , M. *Ingen-Houfz* a trouvé qu'elles ont la faculté de corriger l'air , gâté par la respiration & par la flamme d'une chandelle , aux mois de Janvier & Février 1780 , étant alors dans le voisinage de Paris.

Le pouvoir de corriger l'air commun , altéré & gâté par la respiration & la combustion , n'est pas réservé seulement aux plantes constamment vertes. Toutes les autres espèces de plantes possèdent le même pouvoir , & l'exercent lorsqu'elles végètent au soleil ou au grand jour ; il s'étend à l'air vicié , non-seulement par la respiration des animaux , par toute espèce de combustion ; mais encore par la putréfaction des matières animales & végétales , ainsi que par la présence des plantes elles-mêmes , privées de la lumière du soleil. Toute plante , en général , peut , au milieu du jour , à l'air libre & dans un lieu bien éclairé , donner , en

peu d'heures , à un air incapable d'entretenir la flamme d'une bougie , la bonté de l'air atmosphérique , sur-tout lorsqu'on a soin que la racine de la plante ne soit pas hors de terre ou hors de l'eau , ou que la branche qu'on a employée à cette expérience soit en contact avec lui ; il y a cependant des plantes , qui , même sans eau , rendront à un tel air sa pureté primitive : une feuille de vigne , enfermée par M. *Ingen-Houfz* dans un flacon mesurant une once d'eau & plein d'air infecté par la respiration , rétablit celui-ci en un heure & demie.

Cette action des plantes , sur l'air impur , n'est pas la même dans toutes. Les plantes aquatiques , & celles qui aiment le voisinage des eaux & des marais , ont cette propriété au plus haut degré ; il paroît même , par quelques expériences de M. *Ingen-Houfz* , que les semences de cresson végètent aussi bien dans une bouteille pleine d'air inflammable qu'à l'air libre , au moins jusqu'à un certain point ; en second lieu , que les racines des plantes aquatiques absorbent une bonne partie de l'air inflammable qui s'engendre au fond des eaux bourbeuses où elles croissent , & empêchent par conséquent que l'atmosphère ne se charge d'une plus grande quantité de cet air nuisible.

Enfin , il y a des expériences de M. *Priestley* ,

par lesquelles il est démontré que les plantes ne végètent pas aussi bien dans l'air déphlogistiqué que dans l'air commun , & encore moins bien dans celui-ci que dans un air putride ou rendu impur par la respiration ou par la combustion , ou de toute autre manière (1).

Ce petit nombre d'observations suffit pour établir que les végétaux ont beaucoup de part dans l'opération , par laquelle la nature conserve la masse de l'atmosphère dans le degré de pureté nécessaire à notre conservation ; qu'ils en absorbent l'air tel qu'il est , c'est-à-dire chargé des particules septiques ou putrides & phlogistiques , dont le nombre infini des animaux & tant d'autres causes infectent continuellement ce fluide ; que cet air est digéré ou élaboré par les organes des plantes , de manière que le phlogistique , & tout ce qui lui est étranger en est séparé , & extrait comme une nourriture ou un aliment qui leur est propre , & qu'elles le rejettent ensuite en air déphlogistiqué , comme un fluide devenu nuisible à elles-mêmes , mais alors très-salu-

(1) Expériences & Observations sur différentes espèces d'air, t. IV.

Expériences & Observations sur différentes branches de la Physique, tom. II, pag. 91 & suiv.

taire aux animaux ; que ceux-ci , après avoir fait leur profit de cet air purifié , en le respirant , le rendent à leur tour aux plantes , chargé des mêmes principes dont elles se sont déjà alimentées ; qu'enfin , le grand avantage procuré aux animaux par les plantes , ne dépend pas seulement de l'acte de la végétation , mais encore de l'influence de la lumière du jour , qui excite un mouvement intestin dans la substance des feuilles que la plupart des plantes étalent dès que la chaleur se renouvelle.

S'il est vrai , comme on ne peut en douter , que l'action puissante du soleil & de la chaleur , pendant l'été , soit une cause très-marquée de corruption , & par conséquent d'infection de l'air , ne doit-on pas admirer la sagesse suprême qui a couvert la terre d'une immensité de végétaux , dont l'un des usages est de rendre l'air salubre , & dont les feuilles , qui sont les agens de cette salubrité , se conservent aussi long-tems que la chaleur , qui est la source générale de la corruption , rend leur présence nécessaire ? Aussi les voit-on tomber dès que le froid se fait sentir , parce qu'il est un obstacle encore plus puissant à la corruption ; tandis qu'elles subsistent dans les contrées où la chaleur & la corruption , se soutenant perpétuellement , rendent leur action continuelle.

De-là, il est aisé de reconnoître les causes de la salubrité de l'air en hiver & en été ; on voit comment en automne , quand les feuilles séchent & tombent , & au printems avant qu'elles soient épanouies , l'air est mal sain à proportion de ce qu'il fait chaud , parce que la plus grande partie des feuilles qui ont la propriété d'absorber , de corriger le mauvais air , & d'en reprendre de bon , n'existent point ou n'ont qu'une foible action.

Une autre conséquence, qui me semble pouvoir être déduite des faits & des observations que je viens d'exposer , c'est que l'air déphlogistiqué , que les plantes répandent dans l'atmosphère , a déjà appartenu à cette dernière. Or , l'on peut dire la même chose de celui que l'on obtient , avec le secours de la chaleur , de tous les résidus des corps brûlés , & principalement des cendres des métaux. Pour attribuer toute autre origine à cet air pur , il faudroit ne pas savoir que les corps combustibles ou inflammables ne peuvent brûler sans le concours de l'air commun ; que leur combustion ne se fait jamais qu'en raison de la quantité & de la pureté de ce fluide ; qu'il n'agit point , dans la combustion & dans la calcination des métaux comme une simple cause mécanique , mais comme principe de nouvelles combinaisons ; qu'il est

absorbé, diminué de quantité, & a besoin d'être renouvelé dans l'une & dans l'autre opération; que, lorsque la calcination se fait dans une quantité déterminée d'air commun, le métal calciné ou réduit en chaux se trouve avoir acquis autant de poids que l'air en a perdu; que l'air, résidu de la calcination & de la combustion, ne peut plus concourir à ces deux phénomènes; qu'il éteint les lumieres & suffoque les animaux, tandis que l'air obtenu des chaux métalliques pendant leur réduction, à l'aide de la chaleur & sans l'intermede d'une substance inflammable, entretient la respiration & la combustion beaucoup mieux que ne le fait l'air atmosphérique; enfin que ce dernier est composé des trois quarts environ de fluide méphitique & d'un quart d'air pur, sans lequel la combustion, la respiration & la calcination ne pourroient avoir lieu.

Tous ces faits, certains & avérés, prouvent évidemment que la combustion est la combinaison de l'air pur de l'atmosphère avec le corps combustible; qu'il en est absolument de même de la calcination, & que par conséquent l'air déphlogistiqué dégagé du mercure précipité *per se* ou de tout autre corps brûlé ou calciné, n'est autre chose que l'air commun dans un degré éminent de pureté,

c'est-à-dire débarrassé, sinon en totalité, du moins pour la plus grande partie, du phlogistique & des autres principes étrangers qui s'élevent sans cesse de la terre, & se combinent de mille manières dans notre atmosphère.

L'air pur, que l'on obtient du nitre & de l'acide nitreux lui-même par la distillation, provient également de l'atmosphère; on n'en pourra douter, si l'on considère que le contact de l'air est une des circonstances qui favorisent la production du nitre, & par conséquent celle de l'acide nitreux, puisque le nitre ou salpêtre est un sel neutre formé par l'union de cet acide avec l'alkali du tartre. Nous verrons bientôt que l'air pur ou déphlogistique n'est point étranger à l'acide nitreux, qu'il est un de ses principes constituans. En attendant, nous observerons que cet acide est décomposé dans l'opération, par laquelle on en dégage l'air pur, ainsi que dans celle où l'on emploie le nitre pour obtenir le même fluide, puisqu'ici on ne retrouve plus, dans le vaisseau distillatoire, que l'alkali fixe, tout l'acide nitreux ayant été transformé en air déphlogistique. J'ajouterai cependant que l'alkali fixe résidu fait effervescence avec les acides, & est uni à une certaine quantité d'air fixe qui ne peut venir que de la décomposition de l'acide ni-

treux, l'alkali n'en contenant pas un atome dans son union avec cet acide.

L'air pur que donne le précipité rouge, en se réduisant en mercure coulant, lui vient très-certainement de l'acide nitreux avec lequel il a été fait, puisqu'il est reconnu que cet acide en produit dans sa décomposition, & que le mercure revivifié se trouve du même poids qu'avant d'avoir été dissout & calciné par l'acide nitreux. En général tous les composés, dont cet acide fait partie, lui doivent l'air déphlogistiqué qu'on peut en dégager; l'acide vitriolique paroît se comporter de même par rapport aux diverses substances avec lesquelles il est combiné, & qui produisent également de l'air déphlogistiqué.

S'il est bien prouvé que la combustion & la calcination ne peuvent avoir lieu sans air; que celui qui a servi à ces deux opérations n'est plus propre à y concourir ni à être respiré; que l'air pur de l'atmosphère s'unit aux corps brûlés & calcinés; qu'il peut en être dégagé par la chaleur, servir de nouveau à la combustion, l'accélérer même & la rendre plus énergique qu'il ne le fait dans l'état d'air commun, favoriser également la calcination des métaux, ainsi que la respiration des animaux; si tout cela, dis-je, est démontré par des expériences authentiques, c'est une

très-grande induction pour croire que l'air se comporte de la même manière dans la respiration ; que dans cette fonction , destinée à mettre le sang en contact avec le fluide que nous habitons , la portion pure & vitale de ce fluide est absorbée par le sang qu'elle renouvelle & auquel elle donne de la couleur , de la concrescibilité & même de la chaleur , ainsi que l'ont reconnu , dans ces derniers tems , le Docteur *Crawford* & MM. *Lavoisier* & de la *Place*. Si l'on veut faire attention que l'air , rejeté par l'expiration , est impur ; qu'il trouble l'eau de chaux & rougit la teinture de tournesol ; qu'il éteint les bougies & ne peut plus servir à une autre respiration ; que l'air , résidu de la combustion , présente les mêmes caractères ; il paroîtra toujours plus certain que l'air commun fournit , dans la respiration , le même principe que dans la combustion & la calcination.

Enfin l'air pur ou déphlogistiqué , vu son degré de simplicité , peut être rangé dans la classe des élémens , exclusivement à l'air commun dont il fait partie constituante ; il y a plus , le même fluide paroît entrer dans la composition de l'eau , que depuis *Empedocle* & *Aristote* on a toujours regardée comme une substance élémentaire. *M. Lavoisier* a lu à

L'Académie royale des Sciences, le 12 Novembre 1783, un Mémoire, qui a pour objet de prouver que l'eau n'a point le caractère de simplicité dont on la croyoit douée; qu'elle est au contraire composée de deux principes qui sont l'air déphlogistiqué & l'air inflammable.

M. *Cavendish*, en Angleterre, avoit remarqué, qu'en faisant brûler de l'air inflammable dans des vaisseaux secs, il se dépoisoit sur les parois une portion d'humidité sensible. MM. *Lavoisier* & de la *Place* se proposerent de constater ce fait important par une expérience en grand; & afin qu'elle eût plus d'authenticité, ils engagèrent plusieurs Membres de l'Académie à y assister: ils avoient préparé une espece de lampe à air inflammable à double tuyau, dont l'un fournissoit de l'air inflammable, l'autre de l'air déphlogistiqué; les deux orifices, par lesquels ces airs passaient, étoient fort étroits, afin que la combustion fût très-lente, & ils étoient proportionnés de manière à fournir les quantités respectives d'air nécessaires à la combustion. La cloche de verre, dans laquelle aboutissoit le double tuyau, étoit plongée dans du mercure & n'avoit aucune communication avec l'air extérieur. La quantité d'air inflammable qui fut brûlée dans cette

expérience étoit d'environ 30 pintes, & celle d'air déphlogiftiqué de 15 à 18.

Auffi-tôt que les deux airs eurent été allumés, on vit les parois du vase, dans lequel se faisoit la combustion, s'obscurcir & se couvrir d'une grande quantité de gouttelettes d'eau. Peu-à-peu ces gouttes se réunirent, augmentèrent en volume, & coulerent dans le bas de la cloche, où elles formèrent une couche sur la surface du mercure.

L'expérience finie, on parvint à rassembler presque toute l'eau par le moyen d'un entonnoir, & son poids se trouva d'environ 5 gros; ce qui répondoit à peu-près au poids des deux airs réunis: cette eau étoit aussi pure que l'eau distillée.

Peu de tems après, M. *Monge* fit adresser, à l'Académie, le résultat d'une combustion semblable, faite à Mézière avec un appareil tout différent; il avoit déterminé avec beaucoup de soin la pesanteur des deux airs, & il avoit trouvé de même, qu'en brûlant de grandes quantités d'air inflammable & d'air déphlogiftiqué, on obtenoit de l'eau très-pure, & que son poids approchoit beaucoup de celui des deux airs employés. Enfin l'on a appris depuis, par une lettre écrite de Londres, par M. *Blagden*, à M. *Berthelot*, de l'Académie
des

de l'Académie des Sciences , que M. *Cavendish* avoit répété la même expérience par différentes voies , & que , quand la quantité des deux airs étoit bien proportionnée , il avoit obtenu constamment le même résultat.

Il est difficile de se refuser à reconnoître que , dans cette expérience , on forme de l'eau artificiellement & de toutes pièces , & que , par conséquent , les parties constituantes de ce liquide sont l'air inflammable & l'air déphlogistiqué , moins la portion de feu qui s'est dégagée pendant la combustion ; cependant , avant d'établir rigoureusement une proposition aussi éloignée des idées reçues , M. *Lavoisier* a cru devoir employer la voie de décomposition , c'est-à-dire que ce Chimiste , après avoir composé de l'eau de la manière que je viens de dire , a essayé de la décomposer ; il a pris à cet effet , de la limaille de fer & de l'eau ; il est résulté , du mélange de ces deux substances , fait sous une cloche au-dessus du mercure , dégagement d'air inflammable & absorption par la chaux de fer d'air déphlogistiqué. Je passe sur les détails de cette expérience , dont le résultat est que l'eau paroît se décomposer en deux substances distinctes , en air inflammable qui se dégage , & en air déphlogistiqué qui , par son union avec la limaille de fer , la

convertit en chaux & augmente son poids. En conséquence, si la combustion de l'air inflammable & de l'air déphlogistiqué donne de l'eau pure, si, d'une autre part, l'eau se convertit en ces deux espèces d'air, on est presque invinciblement conduit à conclure que l'eau n'est point une substance simple, un élément proprement dit; mais bien un corps composé, une modification de l'air, en sorte que l'air & l'eau ne feroient intrinséquement qu'un seul & même élément.

Cette théorie ingénieuse peut donner la solution d'un grand nombre de phénomènes jusqu'à présent inexplicables. Nous ne suivrons point M. *Lavoisier* dans l'application qu'il en fait à la décomposition des corps en général, à la dissolution & à la calcination des métaux, à la fermentation, à la végétation, &c. Ce célèbre Académicien présume que la décomposition de l'eau fournit, dans la fermentation, la portion d'air inflammable qui constitue la partie vineuse ou spiritueuse, &, dans la végétation, celle qui rend les végétaux combustibles; on conçoit combien est vaste le champ qu'ouvre cette théorie: & M. *Lavoisier* aura de nouveaux droits à la reconnoissance des Savans, s'il poursuit, comme il se le promet, ces travaux importants avec le zèle & l'activité dont il est susceptible.

C H A P I T R E I V.

De l'air nitreux.

SI l'on fait dissoudre, à l'air libre, dans de l'esprit de nitre, ou de l'acide nitreux, qui est la même chose, du fer, du cuivre, du laiton, de l'étain, de l'argent, du mercure, du bismuth & du nickel; & dans l'eau régale, composée de cet acide & de celui du sel marin, de l'or, de la platine & du régule d'antimoine, on aura, dans tous ces cas, une grande quantité de vapeurs rouges, très-pénétrantes, très-actives & même suffoquantes; ces vapeurs seront en tout semblables à celles qu'exhale l'acide nitreux lui-même, lorsqu'il est ce qu'on appelle fumant; mais on obtiendra un tout autre produit, si l'on interdit, à ces dissolutions, toute communication avec l'air atmosphérique, en se servant pour cela de l'appareil hydro-pneumatique, au lieu d'un fluide vaporeux rouge, on obtiendra alors une matière aëriiforme, c'est-à-dire transparente, sans couleur, & d'une élasticité permanente, que M. *Priestley* a désignée sous le nom d'air nitreux.

Dé tous les métaux, le fer est celui qui donne le plus de ce fluide; les huiles, le sucre,

& plusieurs matieres végétales , traitées avec l'acide nitreux , en produisent également ; c'est à la dissolution du sucre dans cet acide , développée & entretenue par une foible chaleur , dans un petit matras de verre blanc , que j'ai communément recours pour me procurer de l'air nitreux.

Ce fluide est aussi invisible , aussi diaphane , aussi compressible & aussi élastique que l'air commun ; il paroît même démontré que sa pesanteur spécifique est la même que celle de ce dernier. Trois chopines d'air nitreux se font trouvées , tantôt plus pesantes & tantôt plus légères d'un demi-grain , qu'un égal volume d'air atmosphérique.

Indépendamment de ces caractères extérieurs ou de ces attributs physiques , l'air nitreux a plusieurs propriétés chimiques , & ce sont les seules qui puissent le faire distinguer de l'air commun.

L'air nitreux ne peut servir à la respiration ; les animaux sont suffoqués plus ou moins vite par ce fluide. M. *Priestley* vit mourir une souris à l'instant où elle fut exposée à son action délétère ; il y a vu périr également des guêpes , des mouches & des papillons ; les grenouilles & les limaçons peuvent y vivre pendant un quart-d'heure ou environ ; mais enfin ces animaux y meurent.

Le même fluide nuit également à la végétation ; les plantes se fanent , se dessèchent & meurent dans l'air commun saturé d'air nitreux , & plutôt encore dans ce dernier lorsqu'il est pur , ainsi que M. *Priestley* l'a observé.

L'air nitreux ne paroît pas plus propre à la combustion que les autres matieres acrifformes ; une bougie allumée s'y éteint ; mais sa flamme paroît un peu agrandie , dans toute sa circonférence , par un autre flamme azurée qui s'y joint au moment de son extinction , sans doute parce qu'il est légèrement inflammable.

M. *Priestley* s'est assuré que ce fluide est fortement anti-septique ou anti-putride. Ayant pris deux souris , l'une nouvellement tuée , l'autre mollasse & pourrie ; il les mit toutes les deux dans l'air nitreux , d'où il ne les retira que vingt-cinq jours après ; il les trouva alors parfaitement exemptes de puanteur , même en les decoupant en plusieurs endroits. La souris , qui avoit été renfermée dans cet air prétendu , immédiatement après avoir été tuée , étoit tout-à-fait ferme ; la chair de l'autre étoit toujours molle ; mais elle avoit perdu toute sa mauvaise odeur. L'air nitreux seroit donc , comme l'air fixe , un remede efficace dans les maladies putrides : ce qui empêche

d'en hasarder l'administration, c'est la propriété que nous lui reconnoissons bientôt de redevenir acide nitreux par son seul mélange avec le véritable air, & l'on fait que cet acide est d'une telle causticité, qu'il brûle & désorganise sur le champ la peau & les muscles.

L'on pourroit, suivant M. *Priestley*, appliquer le pouvoit anti-septique de l'air nitreux à différens usages, comme à la conservation des oiseaux, des poissons, des fruits, &c. Il conseilloit de mêler, pour cet effet, cette espece d'air à différentes proportions, tantôt avec l'air commun, tantôt avec l'air fixe; il croyoit même que les Anatomistes pourroient tirer parti de cette propriété de l'air nitreux, pour conserver, dans leur état de souplesse naturelle, les substances animales. M. *Hey* en fit l'essai; mais il trouva qu'au bout de quelques mois, différentes parties animales s'étoient ridées dans cet air, & n'y avoient pas conservé leur première forme: tant il est vrai qu'il ne faut faire aucun fond sur les idées les plus heureuses, avant d'avoir consulté l'expérience.

L'air nitreux, mis en contact avec l'eau commune, perd à la longue ses qualités essentielles & se décompose insensiblement. La même chose lui arrive, si on le bat long-tems dans un vase avec de l'eau distillée; celle-ci, selon

l'observation de M. *Priestley*, absorbe un dixieme de son volume d'air nitreux, & prend en même tems un goût acide & astringent. Enfin ce célèbre Physicien, après avoir agité long-tems de l'air nitreux dans de l'eau de chaux, le trouva si salubre, qu'une souris y vécut plus de 10 minutes, sans donner aucun signe de mal-aise (1).

Quelques Physiciens sont partis de ces observations, pour avancer que l'air nitreux n'étoit autre chose que de l'air respirable mêlé d'acide nitreux en vapeurs; mais on sera convaincu du contraire, si l'on veut faire attention que cet acide se décompose dans tous les cas où l'air nitreux est produit; que le corps combustible, exposé à son action, se trouve bientôt réduit en cendres ou en chaux, & que, dans cet état, il donne, par la chaleur, de l'air pur ou déphlogistiqué, qui ne peut provenir que de la décomposition de l'acide nitreux. Enfin que l'air nitreux a besoin, pour se convertir en cet acide, d'être uni à un fluide respirable.

Lorsqu'on mêle l'air nitreux avec l'air commun, ou encore mieux avec l'air déphlogistiqué, ces deux fluides perdent leur transparence; ils deviennent rouges & semblables à

(1) Expér. & Observ. sur différentes especes d'air.

l'acide nitreux fumant, il s'excite une forte chaleur; & si le mélange se fait dans un vase plein d'eau & renversé sur la planchette de la cuve, dont nous avons parlé à l'article de l'air fixe, on voit que l'eau descendue au moment de l'introduction de ces deux fluides, remonte par degrés dans le vase, & ne s'arrête que lorsqu'ils ont repris leur première transparence, ou, ce qui est la même chose, lorsqu'elle a absorbé toutes les vapeurs rouges provenant de leur combinaison; mais alors la quantité employée d'air nitreux & d'air commun est considérablement diminuée.

Si l'on fait cette expérience dans un tube un peu grand, & que, dès qu'on a mêlé les deux airs, on ferme subitement le tube avec un bouchon d'argent fait exprès; on voit qu'il s'excite une effervescence sensible sur le bouchon; & si on le retire, on trouve l'argent corrodé de la même manière qu'il le seroit par l'esprit de nitre ou l'eau-forte. Cette expérience ayant été répétée avec un bouchon doré, on n'a aperçu aucune effervescence, ni altération, ni corrosion du métal.

M. *Priestley*, auquel est dûe la découverte de la transmutation de l'air nitreux en acide nitreux par le concours d'un air respirable, a observé que plus ce dernier est pur, plus la

chaleur qui résulte du mélange des deux fluides est considérable ; plus les vapeurs qui se produisent sont rouges & épaisses , & plus la quantité respective des deux fluides diminue. Le même Physicien & M. *Lavoisier* ont trouvé qu'il falloit jusqu'à seize parties d'air atmosphérique pour saturer sept parties & un tiers d'air nitreux , tandis que quatre parties d'air pur ou déphlogistiqué suffisoient pour saturer complètement sept parties & un tiers du même fluide. Après que le mélange a été fait dans ces proportions , il ne reste plus d'air nitreux ; il est transformé en entier en acide nitreux. Quant à l'air résidu de cette espèce de combustion , M. *Lavoisier* l'a évalué à la trentequatrième partie du volume total de l'air nitreux & de l'air déphlogistiqué employés ; ce résidu aériforme se trouve être beaucoup plus considérable avec l'air atmosphérique , il en est environ les trois quarts : cependant il ne produit plus d'acide nitreux par une nouvelle addition d'air nitreux ; il tue les animaux ; il éteint les lumières & trouble l'eau de chaux , comme le feroit l'air fixe lui-même.

Enfin le pouvoir de métamorphoser l'air nitreux en acide nitreux , appartient au véritable air exclusivement à l'air fixe , à l'air inflammable , & à toute autre espèce de fluide non

respirable ; il est aisé de s'en convaincre , lorsqu'on voit que ces derniers , bien purs & bien exempts d'aucune partie d'air respirable , mêlés en toute proportion à l'air nitreux , ne produisent ni chaleur , ni vapeurs rouges , & ne font point , ainsi que lui , réduits à un moindre volume , comme il arrive quand on le mêle avec l'air commun & avec l'air déphlogistique.

Tous ces faits , bien constatés , indiquent assez que , dans le mélange de l'air nitreux & de l'air atmosphérique , plus ou moins inquiné ou altéré par les émanations de la respiration , de la transpiration , de la combustion , de la fermentation , &c. il n'y a que l'air pur ou respirable qui soit absorbé & qui produise la transformation de l'air nitreux en acide nitreux ; que la quantité de celui-ci dépend , toutes choses d'ailleurs égales , de celle de l'air pur fourni par le fluide atmosphérique , & qu'enfin tout ce qui n'est point air respirable dans ce fluide , n'éprouve aucune absorption , aucune diminution de volume , aucune altération par l'action de l'air nitreux , & reste sous sa forme d'air dans le vaisseau où se fait la combinaison. Or , comme l'on a déterminé la quantité d'air absolument pur , qu'il convient d'employer pour changer une quantité donnée d'air nitreux en acide du même nom ,

& que l'on fait que le volume d'air pur & d'air nitreux , nécessaire à leur saturation réciproque , est annihilé ou réduit à rien par l'absorption de l'acide nitreux ou son union avec l'eau , au-dessus de laquelle on a fait passer les deux fluides ; il s'ensuit qu'on peut juger , par la diminution du volume , de la quantité d'air pur mêlé dans une substance aériforme quelconque , ainsi que de la quantité de fluide non-respirable qui peut se trouver mêlé avec l'air , soit de l'atmosphère , soit d'un lieu quelconque , dont on veut reconnoître le degré de bonté & de salubrité. Cette conséquence n'a point échappé à la sagacité de M. *Priestley* ; c'est ce Physicien célèbre qui nous a mis sur la voie de calculer , en quelque sorte , le risque que l'on court à respirer telle ou telle espece d'air pendant un tems donné , en le mêlant pour cela avec l'air nitreux , & en prenant , pour les deux termes , celui de l'air le plus impur ou d'un fluide non-respirable , tel que l'air fixe ou encore l'air inflammable , qui ne changent en aucune maniere l'air nitreux , & celui de l'air pur ou déphlogistiqué qui l'altère le plus. On se sert , dans cette expérience , de tubes calibrés & divisés en degrés , dont chacun doit répondre juste à une mesure avec laquelle on mêle les airs dans le tube.

Quoique l'air nitreux soit plus ou moins fort , en raison de ce qu'on a employé l'acide nitreux plus ou moins concentré , ou que la dissolution , opérée par cet acide , a été faite plus ou moins promptement , néanmoins nous pouvons , par le moyen de l'air nitreux , déterminer le degré de pureté & de respirabilité des airs , tant naturels que factices , avec beaucoup plus de précision que si nous voulions en juger par le tems que les animaux demeurent en vie dans ces airs non renouvelés , & par la facilité que les lumieres ont à brûler dans ces mêmes airs ; il est certain que les airs mortels ne sont point du tout diminués par l'air nitreux , & que les airs que l'animal respire le plus facilement & dans lesquels il meurt le plus tard , sont ceux qui éprouvent le plus de diminution ; mais la mort de l'animal , qui arrive plus ou moins tard dans l'air non renouvelé , est si dépendante de l'économie animale & de la force de l'animal , que , sans un grand nombre d'expériences variées en mille manieres , on ne pourra favoir rien de certain sur cette matiere ; il faut ajouter à cela que l'animal qui meurt exhale de son corps des vapeurs déjà altérées en partie & fétides ; que sa respiration est déjà viciée , & qu'il doit nécessairement sortir de ses poumons des vapeurs alkales-

centes , qui , retenues dans le récipient , en infectent l'air , & peuvent accélérer la mort de l'animal. Enfin , il ne faut pas confondre ici la salubrité de l'air , qui laisse mourir plus tard l'animal , avec la salubrité de l'air même , qui peut être avantageuse à l'économie animale , parce qu'un air renfermé peut très-bien laisser mourir deux ou trois fois plus tard un animal , sans que pour cela il dût vivre deux fois ou plus dans le même air libre. La vie & la mort dépendent de trop de causes , pour qu'on puisse déduire des conséquences certaines de ces expériences. Cependant la curiosité a engagé M. l'Abbé *Fontana* , de qui nous empruntons ces judicieuses observations , à faire quelques expériences , sur la durée de la vie , dans les airs non renouvelés ; mais sur des animaux qui ne transpirent pas sensiblement & qui sont d'une vie ténace. Ce célèbre Physicien a choisi les animaux à sang froid , & parmi ceux-ci les grenouilles ; il a renfermé celles qui lui ont paru de grosseur & de force égale , dans des vaisseaux de même grandeur , dans le même tems ; & ces vaisseaux étoient remplis , les uns d'air déphlogistiqué tiré des fleurs de zinc , les autres d'air tiré du précipité rouge , & les autres d'air tiré du minium parfaitement purgé d'air fixe. Dans le même tems , il avoit mis de ces animaux dans des

bocaux remplis d'air commun frais ; chaque vaisseau ne renfermoit qu'une seule grenouille. Les résultats moyens de toutes ces expériences font que la vie moyenne des grenouilles est de vingt heures dans l'air commun , & de trente-six heures dans les airs déphlogistiqués. Si l'on vouloit maintenant mesurer la salubrité de cet air sur la durée de la vie, l'air déphlogistiqué seroit tout au plus deux fois meilleur que l'air commun , & ce rapport est très-différent de celui qu'a trouvé M. *Priestley*. Les vaisseaux, dont M. l'Abbé *Fontana* s'est servi pour faire ses expériences , contenoient sept pouces d'air , sans compter le volume de la grenouille ; ils étoient exactement bouchés.

Quoique M. l'Abbé *Fontana* fasse moins de fond sur les expériences avec les animaux à sang chaud , il a été curieux de voir dans quel rapport se trouve la vie des oiseaux avec celle des quadrupèdes dans les airs commun & déphlogistiqué. La vie moyenne des moineaux , sur lesquelles il a fait ses expériences , est de 26 minutes dans l'air commun , & de 130 dans l'air déphlogistiqué ; la vie moyenne des souris , sur lesquelles il les a répétées , est de 30 minutes dans l'air commun , & de 240 dans l'air déphlogistiqué ; mais , si les souris sont fort jeunes , leur vie moyenne est de 130 mi-

nutes dans l'air commun , & de 360 dans l'air déphlogistiqué. Si l'on vouloit maintenant évaluer la falubrité des airs par la vie moyenne de ces animaux , on croiroit que l'air déphlogistiqué est cinq fois meilleur que l'air commun pour les oiseaux , & en même tems qu'il est trois fois à peu-près meilleur pour les souris jeunes , & huit fois pour les vieilles. Ces rapports pourroient bien varier & varient en effet , si l'on fait ces expériences sur des animaux de différente espece , plus ou moins âgés , & dans des vaisseaux plus ou moins grands ; tant il est vrai qu'il est difficile d'estimer la falubrité des airs par la mort des animaux.

Quant aux expériences faites avec la flamme des chandelles , M. l'Abbé *Fontana* les trouve encore plus équivoques & plus trompeuses ; en sorte qu'il lui paroît plus avantageux & plus exact , après tout , de déduire la pureté & la falubrité des mêmes airs , des diminutions qu'ils éprouvent lorsqu'on les mêle avec l'air nitreux , d'autant plus qu'il est démontré que ces diminutions observent une loi constante & qui est la même pour l'air commun que pour l'air déphlogistiqué , & plus sain , en ayant égard à la quantité d'air nitreux décomposé , qui est plus grande avec l'air déphlogistiqué qu'avec l'air commun , & d'autant plus con-

fidérable que l'air nitreux employé à moins de force ou d'activité.

La méthode de M. *Fontana* prévient l'erreur qui peut résulter de la qualité différente de l'air nitreux, qui ne se trouve pas toujours de la même force, quoique fait de la même manière; il ajoute, à deux mesures d'air dont il veut connoître la bonté, autant de mesures d'air nitreux qu'il en faut, jusqu'à ce que la dernière mesure ajoutée ne produise plus aucune diminution sensible. Dans cette manière d'opérer, il importe peu quelle est la force de l'air nitreux employé. La seule différence qui puisse en arriver, est qu'il faille ajouter d'autant plus de mesures d'air nitreux, que celui-ci se trouve moins actif.

La théorie de ceci est très-facile à comprendre, pourvu qu'on ait présente, à l'esprit, la propriété merveilleuse qu'a l'air nitreux de diminuer l'air respirable dans la proportion de la pureté de cet air; comme il faut que l'air nitreux soit de la meilleure qualité pour opérer la plus grande diminution possible, il s'ensuit que, si l'air nitreux est affoibli, il en faudra une quantité plus grande pour saturer entièrement la quantité d'air respirable employé dans l'essai. Supposons, pour mieux comprendre cette épreuve, que l'air nitreux n'ait que
la

la moitié de la force qu'il doit avoir lorsqu'il est bon, soit qu'une quantité d'air commun s'y trouve mêlée, soit que l'air nitreux ait été en partie décomposé, il en faudra alors une double quantité pour saturer les deux mesures d'air respirable; ainsi, après la saturation complète de deux mesures d'air respirable par l'air nitreux, on trouvera la colonne d'air dans le tube, d'autant plus longue que l'air nitreux a été plus foible.

M. l'Abbé *Fontana* a imaginé un instrument, nommé *Eudiomètre*, dont on trouve une exacte description dans les *Recherches sur les Végétaux* de M. *Ingen-Houfz*, ainsi que dans le cinquième volume du *Dictionnaire de Physique*, de M. *Sigaud de la Fond*; on peut, avec cet instrument, apprécier presque à l'infini les degrés de pureté ou d'impureté de l'air qu'on examine, & auquel on applique l'air nitreux de la manière que nous avons dit; mais son usage demande un exercice & une attention qui le rendent nécessairement difficile & susceptible d'erreurs, comme MM. *Ingen-Houfz* & *de la Fond* l'ont fait observer d'après l'Auteur lui-même.

Quoi qu'il en soit, nous avons vu précédemment que l'air inflammable, provenant des dissolutions métalliques, est identique ou toujours le même quant à sa pureté; qu'il a be-

soin ; pour brûler en entier , d'une quantité d'air déphlogistiqué , dont le rapport avec son volume est constant & toujours le même , & qu'enfin sa combustion peut servir à faire connoître la pureté de l'air qui y concourt , attendu que celui-ci est plus ou moins diminué en raison de ce qu'il est plus ou moins déphlogistiqué. Ainsi voilà deux moyens par lesquels on peut juger du degré de pureté de l'air commun , soit du lieu qu'on habite , soit de tout autre endroit , où , pour puiser de ce fluide , il n'est question que d'avoir une bouteille entièrement pleine d'eau , que l'on transfuse , si on n'aime mieux en arroser le lieu. L'air de ce même lieu remplit la bouteille , à mesure que l'eau s'en écoule. Est-elle vide en apparence ? on la ferme exactement avec son bouchon pour l'envoyer ou l'apporter ensuite dans l'endroit où l'air qu'elle renferme doit être éprouvé ; mais , comme l'air du même lieu subit des changemens presque continuels , on ne doit pas s'attendre à une exactitude constante dans le résultat des différentes expériences , si elles ne sont pas faites dans les mêmes tems , ou si on n'a pas pris une assez grande quantité d'air de l'endroit dont on veut connoître la salubrité , pour pouvoir répéter l'expérience plusieurs fois.

Nous sommes peut-être encore loin de recueillir les fruits de ces découvertes récentes ; on ne pourra jamais prononcer sur la salubrité d'un endroit , en comparaison avec un autre , avant qu'on ait adopté assez généralement des instrumens construits à peu-près sur les mêmes principes & sujets à peu d'erreurs , au moins entre les mains des bons Physiciens ; avant que différentes personnes aient eu la patience d'examiner , pendant le courant de quelques années , la constitution de l'atmosphère du lieu où elles résident , & qu'on ait comparé entr'eux les résultats de toutes ces observations.

Jusqu'à ce qu'on ait fait ces recherches ; avec tout le soin qu'elles méritent , on ne pourra évaluer , avec connoissance de cause , les avantages qui paroïtroient devoir résulter de passer sa vie plutôt dans un pays que dans un autre , soit pour y conserver un bon état de santé , ou y chercher la guérison de quelque maladie particulière qui demanderoit un air pur & salubre , soit pour y prolonger ses jours dans certains états de la constitution corporelle (1).

Pour terminer ce qui concerne l'air nitreux ;

(1) *Ingen-Houfz* , Expériences sur les Végétaux , pag. 108 & 109.

nous observerons que le fluide vapoureux & rouge, qui résulte de son union avec le véritable air, n'étant autre chose que l'acide nitreux lui-même dans un état de vapeurs, il peut se combiner aux alkalis & décomposer certains sels neutres. L'alkali volatil concret est un de ceux sur lesquels il paroît avoir le plus d'action; la décomposition de ce sel; la défunion de ses principes constituans, qui sont l'alkali volatil & l'air fixe en tant qu'acide; la combinaison du premier avec l'acide nitreux nouvellement formé, d'où résulte un sel ammoniacal nitreux: cet ensemble de phénomènes chimiques a quelque chose de surprenant. Pour les observer comme il convient, suspendez, au haut d'un récipient, quelques morceaux d'alkali volatil concret, enveloppés d'un morceau de gaze; faites entrer, dans ce vaisseau, quelques pouces d'eau, en le plongeant simplement, l'ouverture en bas, dans celle de la cuve, si vous avez ménagé, vers la voûte de ce récipient, une issue pour une partie de l'air commun qu'il renferme naturellement; bouchez cet orifice supérieur avec de la cire verte ou du mastic de Vitrier, & amenez ensuite le récipient sur l'ouverture de la planchette soutenue dans la cuve. Les choses étant ainsi disposées, faites passer dans le récipient

assez d'air nitreux pour en déplacer l'eau , il se mêlera avec l'air commun qui y sera contenu ; & au milieu des vapeurs rouges , qui résulteront de l'union & de la combinaison de ces deux fluides , on verra des vapeurs blanches sortir du nouet de gaze sous la forme de nuages , & descendre le long des parois du récipient , après en avoir été frapper la voûte ; ces vapeurs deviendront de plus épaisses en plus épaisses , à proportion que celles de l'acide nitreux disparaîtront ; elles se rassembleront par couches au-dessus de la surface de l'eau , & finiront par remplir tout le récipient.





TABLEAU

HISTORIQUE

DES PROPRIÉTÉS ET DES PHÉNOMÈNES

DE L'AIR.

TROISIÈME PARTIE.

*De l'Air considéré comme atmosphère
terrestre.*

LA masse aérienne qui environne notre globe par une suite de sa pesanteur & de sa fluidité, & qui participe, par la même raison, aux mouvemens diurne & annuel de cette planète; cet immense volume d'air, qui s'éleve à une assez grande hauteur, au-dessus de la surface de la terre, est toujours uni ou combiné avec une quantité considérable de vapeurs & d'exhalai-

fons qui s'échappent du sein des mers & des rivières, ainsi que des différens corps terrestres, animaux, végétaux, minéraux.

On nomme atmosphère terrestre cette grande masse d'air, de vapeurs & d'exhalaisons, dans le sein de laquelle nous vivons, que nous respirons sans cesse, & dont la terre est le noyau.

Comme l'atmosphère a les mêmes mouvemens journalier & annuel que la terre qu'elle enveloppe, il est très-vraisemblable que sa figure est la même que celle de cette planète, aplatie vers les pôles & renflée vers l'équateur. Les colonnes d'air ayant d'autant moins de force centrifuge qu'elles s'éloignent plus de l'équateur, elles doivent nécessairement, pour rester en équilibre avec les colonnes adjacentes qui se trouvent placées plus près ou moins loin de l'équateur, devenir d'autant plus courtes, qu'elles perdent moins de leur gravité.

Quoique la raréfaction de l'air soit plus grande entre les tropiques qu'autour des pôles, & que les vapeurs s'élevent plus dans certains lieux que dans d'autres, néanmoins l'atmosphère doit conserver la figure que nous venons de lui assigner; car, l'air étant un fluide élastique, sa gravité & son mouvement d'expansion

sion le faisant tendre au centre de la terre , les parties les plus hautes de l'atmosphère pressent celles qui sont au-dessous , & celles-ci agissent sur celles des côtés , jusqu'à ce que toute la masse soit au même niveau. Ainsi la condensation & la raréfaction ne changeront rien à la figure déterminée de l'atmosphère terrestre , parce que ces changemens ne se faisant jamais que dans des parties différentes , & tantôt dans l'une , tantôt dans l'autre ; s'il arrive quelque altération dans la figure du cercle que forme l'atmosphère autour de la terre , elle ne peut être que légère & momentanée. On peut raisonner de même sur son état , considéré relativement à l'hiver ou à l'été ; car , quoique la chaleur de l'été fasse occuper à l'air un plus grand espace qu'en hiver , cependant , comme le froid exerce alors ses rigueurs dans un autre climat , & que l'atmosphère y est plus condensée , une partie de notre air y passera ; de même , notre atmosphère étant resserrée par le froid , l'air d'une autre région où il fait plus chaud , y reflue & vient suppléer à son défaut de hauteur , jusqu'à ce qu'elle ait repris la forme qui lui paroît convenir le plus : on doit encore juger de même de son état , par rapport aux températures variées du jour & de la nuit ; on pourra dire que les nuages ,

les brouillards ou la pluie peuvent rendre l'atmosphère plus ou moins élevée, & par conséquent altérer sa figure; mais il en fera de ces phénomènes comme de ceux du chaud & du froid; la communication, établie entre toutes les parties de l'atmosphère, entretient par-tout l'équilibre: il n'y a point d'instant où quelque nuage ne se forme & ne se détruise, où il ne tombe de la pluie dans quelque lieu de la terre; par conséquent il n'arrive aucune augmentation ou diminution à l'atmosphère du lieu où il pleut, parce qu'il pleuvoit ailleurs auparavant; la quantité d'air y reste toujours la même, elle n'éprouve qu'une modification locale.

Plusieurs Physiciens ont calculé la hauteur de l'atmosphère. Après diverses expériences & observations, faites avec le baromètre ou le tube de *Toricelli*, qui est la même chose; ils lui ont donné 17 lieues d'étendue perpendiculaire; quelques-uns sont allés plus loin, d'autres beaucoup plus bas. MM. *de la Hire* & *Halley*, après avoir examiné le phénomène du crépuscule & ses dépendances, avec toute la sagacité du génie, ont conclu, avec assez de vraisemblance, que l'atmosphère terrestre devoit s'étendre à environ 15 ou 16 lieues au-delà de la surface de notre globe, pour

pouvoir réfracter vers nous , comme elle la réfracte , la lumière du soleil , quand cet astre est à environ 18 degrés au-dessous de l'horizon. Enfin , suivant les observations de *M. de Mairan* (1) , le point le plus élevé de l'atmosphère doit être à 2 ou 300 lieues de la surface du globe. Ainsi , il reste encore à savoir quelle est la hauteur réelle de l'atmosphère , & il est probable qu'on ne pourra jamais la déterminer : il faudroit pour cela que l'air ne contint pas de substances étrangères en différentes proportions , & que sa masse ne fût pas sujette à des variations irrégulières à toute hauteur , sur-tout dans la partie qui est accessible à nos recherches ; il faudroit de plus que l'air fût dépourvu de ressort & qu'il eût par-tout la même densité , depuis la surface de la terre jusqu'aux limites de l'atmosphère ; ce qui n'est pas. On parviendroit encore à connoître cette hauteur , si la densité de l'air , n'étant pas uniforme , décroissoit du moins régulièrement du bas à la partie supérieure , ou , si l'on pouvoit appliquer ici la règle des compressions de l'air , en raison directe des poids qu'il supporte ; mais l'expérience a démenti ce principe , établi par *Boyle* & *Ma-*

(1) *Traité physique & historique de l'Aurore boréale.*

riotte, & adopté par beaucoup de Physiciens. M. *Cassini*, en travaillant à prolonger la Méridienne de l'Observatoire de Paris, mesura les montagnes qu'il trouva sur sa route ; & , ayant observé le baromètre sur leurs sommets , il trouva que la hauteur du mercure ne suivait point du tout la proportion indiquée ; elle subsiste assez régulièrement jusqu'à la hauteur de 8 ou 900 toises , mais au-delà il n'en est plus question : les raréfactions de l'air croissent si rapidement , qu'elles n'ont plus aucune proportion avec les précédentes. On ne peut donc connoître , que conjecturalement , les rapports que suit l'air dans son expansion & dans sa raréfaction , au-delà des hauteurs où nous pouvons l'atteindre & le soumettre à nos observations : de-là , l'incertitude sur la hauteur précise de l'atmosphère.

Malgré cela nous pouvons évaluer à peu près le poids total de cette même atmosphère, ou la force avec laquelle elle comprime toute la surface du globe terrestre ; & voici comment.

Une colonne d'air , de toute la hauteur de l'atmosphère , fait équilibre avec une colonne d'eau de même base & de 32 pieds de hauteur , ainsi que nous l'avons établi précédemment : donc , le poids de cette dernière étant

connu , il est facile de connoître celui de la première , puisqu'il est exactement le même. Or , une colonne d'eau , d'un pied quarré de base & de 32 pieds de hauteur , pese 2240 livres ; car elle contient 32 pieds cubes d'eau , dont chacun pese 70 livres. Chaque colonne d'air , appuyée sur un pied quarré de la surface de la terre , pese donc 2240 livres ; mais il y a , dans l'atmosphère terrestre , tout autant de colonnes de 2240 livres , qu'il y a de pieds quarrés dans la surface solide ou liquide de notre globe , c'est - à - dire environ 4,838,052,829,484,160 pieds quarrés , selon les dernières mesures géométriques. Par conséquent , si l'on multiplie ce dernier nombre par 2240 , on aura le poids de toute l'atmosphère , ou de toute la masse d'air qui enveloppe le globe terrestre , ou un poids d'environ 10,837,238,338,042,518,400 livres.

L'atmosphère peut être regardée , sur-tout près de la surface de la terre , comme un foyer inépuisable de chaleur & d'électricité , & en même tems comme un laboratoire immense , où la Nature tient toujours en réserve une quantité prodigieuse de particules organiques & de molécules propres à former tous les corps.

Les observations faites avec le thermomètre , porté au-dessus de la région des nuages , ne

laissent aucun doute sur l'existence permanente de la matière du feu ou de la chaleur dans cette partie de l'atmosphère ; de même les électromètres, les barres isolées, les conducteurs métalliques, les cerfs-volans, nous ont appris que l'électricité régnait constamment dans l'atmosphère.

Il paraît également incontestable que l'air fixe, l'air inflammable, & un grand nombre d'autres émanations aériformes, mal-faisantes pour l'homme & les animaux, font partie de la masse atmosphérique dans laquelle nous sommes plongés ; c'est une vérité d'expérience & d'observation que nous croyons avoir présentée dans tout son jour.

Il est encore certain qu'il y a de l'eau répandue dans l'atmosphère, & que la quantité de ce fluide est très-considérable, lors même que l'air nous paraît le plus pur & le plus sec ; plusieurs expériences le démontrent : tous les acides minéraux, & en particulier l'acide vitriolique, augmentent notablement de poids ; étant exposés à l'air dans des vaisseaux qui ne sont point bouchés ; ce qui ne peut venir que de l'eau répandue dans l'air, qui est attirée & absorbée par ces substances qui en sont très-avides. L'alkali fixe végétal, bien sec, se résout en liqueur, & acquiert

un poids plus considérable , dans les mêmes circonstances & pour la même raison. Selon *Hellert*(1), une once de cet alkali produit quatre onces d'huile de tartre par défaillance , en s'emparant de l'humidité de l'air. Ce qui suit naturellement de cette expérience , est , qu'il y a beaucoup d'eau dans l'air , ou que l'eau , attirée par le sel de tartre , est extraite d'une grande masse d'air ; la chaux-vive qui , par la calcination , a été privée de l'eau & de l'air fixe dont elle étoit saturée dans l'état de pierre ou de terre calcaire ; cette chaux-vive s'éteint à l'air , en s'emparant également d'une partie de l'eau qu'il contient. Le nuage épais que l'on voit se former en été , ou dans un endroit chaud , sur une bouteille aussitôt qu'on l'apporte de la cave , ne provient très-certainement que des vapeurs aqueuses répandues dans l'air ambiant , & qui sont condensées par le froid qu'elles éprouvent de la part de la bouteille. On voit , dans les grands froids , du givre sur les vitres d'une chambre bien fermée ; ce givre vient encore de l'humidité de l'air intérieur , qui se gele contre les vitres , refroidies par l'air extérieur. Il en est de même du givre que l'on apperçoit sur les murailles au

(1) Chimie métallurgique , tom. I , pag. 26.

moment du dégel ; l'eau répandue dans l'air se gele contre les murs , parce que dans ce moment ils sont encore trop froids ; l'humidité de l'air se convertit également en givre sur la surface extérieure d'un vaisseau dans lequel on produit un froid artificiel par un mélange de sel & de neige ou de glace.

L'eau s'évapore en hiver comme en été , mais avec cette différence , que la quantité de vapeurs qui s'élevent dans l'atmosphère , est beaucoup plus grande dans la dernière saison que dans la première ; de même qu'elle est plus considérable dans un tems sec que lorsqu'il est humide. Tous ceux qui ont écrit sur la Météorologie sont d'accord à cet égard.

L'eau , quoique convertie en glace , est encore sujette à s'évaporer ; l'évaporation en est d'autant plus grande que le froid est plus vif ; elle surpasse même , dans ce cas , celle que l'eau liquide éprouve dans un tems moyen , entre le grand chaud & le grand froid : c'est ce qui résulte des expériences de M. *Gauteron* , faites pendant le grand froid de 1709 (1) , & que M. *de Mairan* répéta en 1716 par un froid aussi considérable. Le dernier , dans sa *Differ-*

(1) Histoire & Mémoires de la Société royale des Sciences de Montpellier , tom. I , pag. 52 & 381.

tation sur la Glace, donne une explication très-satisfaisante de son abondante évaporation ; il suppose que celle des liquides peu spiritueux vient principalement du choc de l'air contre leurs parties extérieures, & que cette dissipation se fait moins selon leur quantité, que suivant la grandeur des surfaces qu'ils présentent à l'air. Or, la glace ayant presque toujours des rides, des inégalités, & une bosse sur la superficie, & de plus se détachant ordinairement des vaisseaux évafés qui la contiennent, elle présente plus de parties à l'air que n'en présentoit l'eau dont elle est formée. A la vérité, elle résiste davantage, par sa dureté, au choc des particules de l'air ; mais en récompense, celles-ci en enlèvent de plus grosses pièces, tant parce que les parties de la glace se trouvent fortement liées les unes avec les autres, que parce qu'elles sont plus légères qu'un pareil volume d'eau.

M. de *Mairan* prétend que les particules de la glace ont une tendance continuelle à se redresser ou à s'écarter en divergence les unes des autres sous un angle de 60 degrés ; que cette tendance s'exerce d'autant plus puissamment qu'il y a plus de tems que la glace s'est formée, & qu'elle l'a été par un plus grand froid ; qu'enfin elle s'exerce bien plus aisément

à la

à la superficie que dans l'intérieur de la masse de glace. Or, cette tendance, suivant notre célèbre Académicien, fait que les particules de la glace, sur lesquelles l'air agit, sont plus disposées à se détacher de la masse totale, & qu'elles le sont d'autant plus que le froid est plus grand, ou la glace plus dure & plus solide, & que par conséquent elle doit s'évaporer davantage dans ces circonstances que dans toute autre.

Dans le Groenland & les régions polaires, il s'éleve de la mer, lorsqu'il gele, un nuage semblable à ces fumées épaisses qui s'élevent des cheminées, des grandes Villes, des Forges & des Verreries. On remarque la même chose vers l'embouchure du fleuve Saint-Laurent & les endroits circonvoisins. Dans nos climats même, pendant l'hiver, quand il gele on observe une quantité prodigieuse de vapeurs qui s'élevent des fontaines, des puits, des crevasses & des ouvertures qu'on fait à la glace, & ces vapeurs épaisses forment également un nuage fort dense.

Lorsqu'un fleuve se précipite sur un rocher, on remarque des vapeurs abondantes, qui proviennent des parties de l'eau qui se réfléchissent, & se séparent de la masse totale. Les catacactes de la riviere de Niagara ne permettent

pas de douter de cette vérité ; cette riviere se précipite de 156 pieds de hauteur , & les vapeurs qui s'en élevent forment un nuage épais qu'on apperçoit à la distance de 5 milles. A 3 milles d'Albanie , dans la nouvelle York , on trouve les cataractes d'un fleuve qui tombe de 50 pieds de haut ; le nuage de vapeurs qui s'en sépare présente souvent des iris : mais les cataractes les plus élevées sont celles du fleuve Bogota en Amérique ; l'eau s'y précipite perpendiculairement de 600 toises , en fournissant aussi à l'atmosphère une grande quantité de vapeurs sensibles (1).

Ce n'est pas seulement dans ces circonstances que l'évaporation de l'eau , son ascension & sa suspension dans l'air se manifestent : nous voyons souvent comme une espece de fumée qui s'éleve de la surface de la terre & des montagnes éloignées ; quelquefois les montagnes situées à une grande distance , paroissent enveloppées d'une espece de nuage , quoique le tems soit serein ; d'autres fois les objets qui sont éloignés paroissent vaciller , & faire , pour ainsi dire , de petits sauts ; ce qui vient de l'agitation des vapeurs qui se trouvent entre ces objets & nous. Enfin l'existence des vapeurs,

(1) *Bouguer* , Voyage au Pérou.

dans l'air qui nous environne, n'est plus douteuse, lorsqu'on voit s'élever une espèce de nuage de la surface des rivières, des lacs & des marais; ces vapeurs, en interceptant presque tous les rayons de la lumière, font que le soleil & la lune paroissent souvent d'un rouge très-foncé à leur lever & à leur coucher.

Il y a long-tems que le célèbre *Halley* a prouvé, par des observations faites avec toute l'exactitude possible, qu'en un jour d'été, par le seul effet de la chaleur régnante, il s'exhaloit, de la surface de la seule mer Méditerranée, 52,800,000,000 de tonnes d'eau (1). Le même Savant a encore trouvé que la Mer morte perd tous les jours, par l'évaporation, 9,000,000 de tonnes d'eau qu'elle reçoit du Jourdain, qui en fournit 6,000,000, & des autres rivières qui en donnent 3,000,000.

Si on compare toute l'eau qui tombe dans l'espace d'une année sur la terre, en brouillard, en rosée, en pluie, en gelée blanche, en grêle, en neige, avec celle qui s'élève en vapeurs dans le même espace de tems; on trouvera que, pendant une année, il tombe sur la terre & qu'il s'en exhale une quantité d'eau d'environ 30 pouces de hauteur; c'est ce que *Kruquius* a démontré

(1) *Transact. Abr.* tom. II. pag. 109.

avec beaucoup de travail, dans ses tables météorologiques. Toutes choses donc supposées égales, il est très-vraisemblable que, de toute la surface de la terre, il s'éleve tous les ans, dans l'air, une quantité d'eau capable de couvrir la terre jusqu'à la hauteur de 30 pouces. Or, comme l'étendue de la surface du globe terrestre est assez bien connue, il est aisé de calculer l'immense quantité d'eau qui est toujours suspendue sur nos têtes, & que fournissent journellement à l'atmosphère, les mers, les fleuves, les lacs, les rivières, les marais, les terres, ainsi que les animaux & les végétaux.

Il n'est en effet aucun homme, aucun animal, qui ne transpire & qui n'exhale, dans l'air, une quantité de parties aqueuses qui ajoutent à la masse prodigieuse des vapeurs répandues dans l'atmosphère. La transpiration de l'homme, par exemple, évaluée sur un pied moyen, est, selon *Keill*, de 31 onces en vingt-quatre heures, & par conséquent de 707 livres dans le cours d'une année. Quelle énorme quantité de vapeurs ne s'exhale-t-il donc pas continuellement des différens animaux répandus sur toute la surface de la terre? Afin de pouvoir nous en former une idée, n'ayons égard qu'à la transpiration journalière de tous les hommes, il sera facile d'en conclure celle des au.

tres animaux. Selon les calculs du célèbre *Templemann* (1), si toute la terre habitée étoit peuplée comme l'Angleterre, il y auroit 4,960,000,000 d'hommes répandus sur la surface du globe; & , si le nombre des habitans de la terre étoit proportionnel à celui de ceux qui sont dans la Hollande, il y en auroit 34,720,000,000. Aulieu de 31 onces que chaque homme transpire, ne supposons que 16 onces ou une livre, nous trouverons que la transpiration de tous les hommes, en vingt-quatre heures, fournira à l'atmosphère 347,200,000,000 de livres d'eau; si nous ajoutons à ce produit, celui de la transpiration des animaux de différentes especes qui habitent la terre, nous aurons un résultat au moins double sans qu'on puisse nous accuser de porter l'évaluation trop haut.

Quelque grande que soit la quantité de vapeurs exhalées, provenant de la transpiration de tous les hommes, de tous les animaux qui existent sur la terre; la somme de celles que les végétaux exhalent & envoient dans l'atmosphère, est encore plus considérable. *M. Hales* a observé, qu'un tournesol de 3 piéds & demi de hauteur, exhaloit, en douze heures de jour, une livre & 14 onces de vapeurs;

(1) *Dissert. of the Numbers, of Mankind.*

c'est-à-dire presque autant que la chaleur du soleil peut en élever, dans l'espace d'un jour, d'une surface d'eau de 3 pieds en carré. La moyenne transpiration d'un chou ordinaire, fut trouvée d'une livre 3 onces, pour le même espace de tems : un petit pommier, élevé dans un vase, transpira 9 onces ; & un citronnier, dans les mêmes circonstances, donna 6 onces d'eau. L'observation ayant appris qu'un arbre ordinaire a communément 20,000 feuilles, & que chaque feuille transpire 10 grains par jour ; la transpiration totale d'un arbre fera donc, dans le même tems, de 200,000 grains ou plus de 26 livres. Or, en supposant que la transpiration des autres plantes soit dans la même proportion, la quantité de vapeurs que fournissent les végétaux ne le cede en rien à celle de l'évaporation des eaux répandues sur la surface du globe ; c'est pour cette raison que l'air est extrêmement humide dans les endroits où il se trouve de vastes forêts, ainsi qu'on en est convaincu par des observations constantes, faites dans plusieurs endroits de l'Europe & de l'Amérique méridionale.

Indépendamment de toutes ces causes d'évaporation naturelle qui communiquent à la masse d'air atmosphérique une énorme quantité d'eau réduite en vapeurs, il en existe un grand nombre

d'autres , tels que les éboulemens , affaiffemens & tremblemens de terre , les volcans ; la destruction continuelle des substances combustibles opérée par le feu , soit dans la nature , soit dans les arts & pour nos besoins journaliers ; les végétaux qui se dessèchent ou qui se pourrissent sur la surface de la terre & au milieu des eaux ; les animaux qui meurent & se corrompent , &c. ces diverses sources , qui fournissent journellement à l'atmosphère une quantité immense de parties aqueuses , sont d'autant plus abondantes que leur fécondité est perpétuelle.

La masse d'air , dans laquelle nous vivons ; est encore très-certainement le réceptacle de plusieurs portions de matieres appartenantes au regne minéral. Pour en douter , il faudroit ignorer que la plupart des substances , rangées dans cette classe , ne résistent point au feu de nos foyers ; qu'il les décompose & les réduit en leurs différens principes , dont quelques-uns sont extrêmement fugaces ou volatils ; qu'il y a dans le monde connu , trois ou quatre cents cavernes ou montagnes qui jettent du feu & vomissent une grande quantité de cendres ou terre calcinée , dont les parties les plus légères se répandent dans l'air avec plusieurs substances réduites en vapeurs ; qu'on a vu des cendres volcaniques de l'Æthna , en Sicile , transportées jusqu'à

Constantinople; que d'autres, vomies par le Vésuve, ont été observées à Rome, & même en Afrique & en Égypte, au rapport de *Dion Cassius*; qu'enfin, plusieurs matieres minérales se décomposent dans le sein même de la terre, & produisent des exhalaisons meurtrieres ou inflammables qui se répandent dans l'air.

On admettra également, dans la masse d'air ou dans l'atmosphère terrestre, l'existence de beaucoup de parties animales, si on fait attention que les cadavres des animaux; soit qu'on les brûle d'abord, qu'on les expose ou qu'on les enterre, se dispersent enfin plus tôt ou plus tard dans l'air, à l'exception de quelques os qui se convertissent en terre; on sait que l'usage étoit général à Madrid d'employer, dans les maisons, des chaises percées qu'on vidoit dans les rues. Un vieux préjugé faisoit regarder cette coutume singuliere comme nécessaire pour corriger la température de l'air: la chaleur du soleil & l'action de l'air dissipoient ces matieres si promptement qu'il n'en restoit rien au bout de quelques heures: on ne peut disconvenir encore que les œufs de certains insectes ne flottent dans l'air. *Boerhaave* observe que, de la chair pendue à un fil, dans un lieu où aucune n'ouche ne pouvoit pénétrer, se trouva remplie de vers, quoiqu'elle eut trempé,

auparavant & pendant quelque tems , dans de l'alkool bouillant , & qu'elle fut frottée d'huile de térébenthine ; il fait des ondées de pluie , en Afrique , qui excitent des frissons ; les gouttes que forment ces pluies sont fort grosses ; elles ont un pouce environ de diamètre : si elles touchent la peau , elles la rongent ; si elles s'attachent aux habits , elles y produisent des vers & des teignes ; ce fait est consigné dans les Actes de Léipsick ; & , M. *Gautier* , Auteur de la Bibliothèque des Philosophes , rapporte une expérience qu'il fit à Montpellier en 1712 ou 1713 , & qui prouve également que les œufs fécondés de différens animaux peuvent être élevés dans l'air , y subsister , y éclore , & retomber en forme de pluie.

L'on doit reconnoître encore que l'atmosphère reçoit & contient plusieurs parties des végétaux. A quelques lieues en mer , on sent l'odeur très-marquée des canneliers & des girofliers qui couvrent l'Isle de Ceylan ; l'infection que répandent les marais , les fossés , les cloaques , les fumiers , &c. ne permet pas de douter des exhalaisons que les plantes fournissent à l'air. Combien d'arbres , de plantes , de fleurs , de feuilles , de fruits , qui tous les ans se dessèchent sur la surface de la terre , & se dispersent dans l'air , à la réserve d'une

petite partie qui n'est pas exaltée ; combien de ces matières dissipées & volatilisées par l'action du feu. Enfin , combien avons - nous d'exemples de plantes , dont les semences ont été emportées par l'air agité , dans des lieux où il n'y en avoit auparavant aucun vestige.

Ainsi , l'eau qui couvre la surface de notre globe ; la transpiration des animaux & des végétaux de toute espèce ; les diverses altérations dont ils sont susceptibles ; celles que les minéraux eux-mêmes peuvent éprouver dans la Nature & dans les arts , sont autant de sources intarissables de vapeurs & d'exhalaisons différentes qui s'élèvent dans la masse de l'air ou dans l'atmosphère terrestre , par un mécanisme physique , sur lequel nous n'avons encore que quelques aperçus.

Il paroît que la chaleur est une des principales causes de l'ascension des vapeurs & des exhalaisons ; mais ce n'est pas la seule : puisque la quantité qui s'élève des unes & des autres n'est pas proportionnelle à la chaleur ; puisque souvent , dans un très-grand froid , la neige disparoît , la glace diminue , la glace & la neige se résolvent en vapeurs.

Il est certain que l'action de l'air contribue pour beaucoup à l'exaltation des vapeurs & des exhalaisons ; cependant on ne peut pas

dire qu'elles soient exaltées par la pression de l'air, & en vertu d'une moindre pesanteur spécifique provenant de la chaleur à laquelle ces corpuscules sont en prise ; car, pour que l'eau, par exemple, devienne spécifiquement plus légère que l'air, il lui faut une dilatation qui rende son volume au moins 800 fois plus grand : dilatation qui exige une chaleur incomparablement plus grande que celle qui regne dans les tems où les vapeurs s'élevent le plus abondamment.

Ne pourroit-on pas reconnoître une affinité, une attraction spéciale, entre l'air & les corpuscules qu'il élève ; attraction assez semblable à celle qu'a l'eau pour les sels qu'elle divise & avec lesquels elle se combine. Dans cette hypothèse si naturelle, l'action de la chaleur & l'action de l'air, concourant, tantôt conjointement & tantôt séparément, à l'ascension des vapeurs & des exhalaisons, rendroient raison de ce grand phénomène, cause certaine & indubitable de tous les météores. La chaleur, en dilatant les corps, en diminuant l'adhérence de leurs parties, faciliteroit la séparation d'une infinité de corpuscules, que l'air ensuite attireroit avec d'autant plus de force que son affinité seroit moins satisfaite, & son action répétée & renouvelée

un plus grand nombre de fois sur un même objet , par exemple , sur un même bassin d'eau quand le vent souffle.

Ce qu'il y a de certain , c'est que l'air & l'eau s'attirent réciproquement , & que l'eau se dissout dans l'air en certaines proportions , de manière que cette solution est aussi claire & limpide que celle d'un sel à une dose déterminée dans une quantité donnée d'eau ; qu'il en admet de plus grandes quantités , qui rendent la solution louche . & qui , suivant certaines dispositions accessoires , deviennent brouillards , nuages , rosée , brouillard , pluie , neige , grêle , &c.

M. d'Opson , de Liverpool , fit un jour une expérience qui prouve la vertu dissolvante de l'air ; il plaça , sous le récipient de la machine pneumatique qu'on avoit vidé d'air , une foucoupe de porcelaine , contenant 3 onces d'eau ; il en exposa une autre semblable à l'air libre : la température étoit d'environ 10 degrés au thermomètre de Réaumur , & les vases avoient été pesés avec soin. Au bout de quatre heures , on observa que l'eau , exposée à l'air de l'atmosphère , avoit perdu 1 gros 8 grains , tandis que celle qui avoit été placée dans le vide , n'avoit pas sensiblement diminué.

On trouve, dans le volume de l'Académie des Sciences, année 1751, un Mémoire de M. le Roi, Docteur en Médecine de la Faculté de Montpellier, dans lequel cet habile Physicien démontre, par des expériences très-ingénieuses, que la dissolution de l'eau par l'air, est assujettie à un point de saturation, au-delà duquel elle perd sa limpidité & devient louche; il fait voir encore que de l'air chaud dissout davantage d'eau que de l'air froid, & que, lorsque le premier saturé d'eau vient à se refroidir, il laisse déposer celle qu'il ne peut plus tenir en dissolution.

Pour constater cette vérité, M. le Roi a pris une bouteille vide & sèche; il l'a exposée à une température de 15 degrés au-dessus du terme de la congélation, & l'a bouchée exactement. Lorsque l'air de l'atmosphère s'est refroidi de quelques degrés, celui-ci, renfermé dans la bouteille, s'est refroidi de même; mais il s'est déchargé visiblement de l'eau qu'il ne pouvoit plus, dans cet état, tenir en dissolution; elle s'est rassemblée au fond de la bouteille. Il s'est encore assuré que l'eau, ainsi condensée, étoit dissoute de nouveau par l'air de la bouteille, à mesure qu'il parvenoit au degré de chaleur où il y avoit été renfermé.

Lorsqu'on fait évaporer une grande quan-

tivité d'eau dans des endroits fermés, comme il arrive chez les Teinturiers, chez les Brasseurs, &c. L'air ne pouvant pas dissoudre toutes les vapeurs, celles qui sont en excès troublent la transparence de ce fluide & forment un véritable brouillard; il y a plus, l'air chaud, gagnant la partie la plus élevée de ces ateliers, après qu'il s'est saturé d'eau, celle-ci s'en sépare à proportion qu'il se refroidit, & on la voit retomber en pluie & en rosée.

La vertu dissolvante de l'air ne peut donc être révoquée en doute, puisqu'elle est appuyée sur des expériences certaines qu'il est facile de répéter; ce qui rend si efficace cette action dissolvante, paroît être la ténuité & la finesse des parties intégrantes de ces deux fluides. On connoît celle de l'eau; car, avec le microscope, on est parvenu à compter 26,000,000 de particules visibles dans une goutte d'eau; & *Nieuwentit* a démontré que la pointe de l'aiguille la plus fine pourroit porter 13,000 des parties intégrantes de l'eau. La ténuité des molécules de l'air est incomparablement plus grande, puisqu'elle les soustrait à nos observations, & que les meilleurs microscopes n'ont aucune prise sur elles.

Quelle que soit la cause de l'ascension des vapeurs & des exhalaisons, dans la masse d'air

qui nous environne , il est certain qu'elles y font bientôt disséminées & répandues , & qu'elles s'élevent dans l'atmosphère à des hauteurs différentes , ce qui dépend de leur plus ou moins grande légéreté spécifique , des diverses combinaisons dont elles font susceptibles , ainsi que de l'état de l'air dans lequel elles se répandent. M. *Bouguer* , dans son Ouvrage de la figure de la terre , fixe à 4400 toises la hauteur extrême des vapeurs , ce qui les porte à une lieue environ au-dessus des plus hautes montagnes ; néanmoins on observe que l'élévation perpendiculaire des nuages , au-dessus des contrées terrestres , n'excede pas communément la hauteur des montagnes.

Comme rien ne s'anéantit de tout ce qui a été créé , les corpuscules de toute espee qui remplissent l'atmosphère venant à s'y rencontrer , se repoussent ou s'unissent selon leur analogie , leur tendance à la combinaison ou les différens degrés d'affinités qu'ils peuvent avoir les uns avec les autres. Si la chaleur , qui concourt à l'exaltation des vapeurs & des exhalaïsons , les abandonne à la rencontre d'un air froid , dans les régions élevées de l'atmosphère , alors elles se condensent , se réunissent & descendent en particules plus sensibles , pour aller de nouveau servir à la composition , à la

formation des animaux , des végétaux , des minéraux , &c.

Ainsi s'exécute , sans interruption , depuis la création du monde , une circulation exacte dans toute la matière tant solide que liquide ou fluide. De-là partent les météores ignés , les météores aqueux , les météores aériens , & en général tous les phénomènes qui naissent & paroissent dans l'atmosphère terrestre.

C'est aussi à cette circulation , établie dans la matière , pour la destruction & la reproduction des êtres de toute espèce , qu'il faut rapporter les vicissitudes continuelles de l'atmosphère , les différences qu'on observe dans la densité & dans le ressort de l'air , ainsi que les qualités accidentelles & variables de ce fluide , comme la sécheresse & l'humidité , la chaleur & le froid. On conçoit bien que tous ces changemens dépendent des saisons , des régions , ainsi que des différens vents , de la constitution du sol & des substances qui y abondent. On conçoit également que l'air doit nécessairement produire , par les variations de ses qualités , divers effets dans l'économie animale & l'économie végétale ; il n'en faut pas davantage pour sentir combien sont importantes les observations que l'on peut faire , à l'aide de l'anémomètre , du baromètre , de l'hygromètre ,

l'hygromètre & du thermomètre. Nous ferons précéder l'histoire de ces instrumens de celle des météores aériens, ou des vents, qui sont la même chose. Quant aux météores ignés & aux météores aqueux, qui ont également leur siège dans l'atmosphère, il suffit de savoir que l'électricité & l'air inflammable concourent, tantôt conjointement & tantôt séparément, à la production des premiers; & que les vapeurs & les exhalaisons non inflammables, plus ou moins raréfiées par la chaleur, plus ou moins condensées par le froid, donnent naissance à tous les météores aqueux, dont quelques-uns paroissent dépendre encore de l'action des vents, ainsi que de celle de l'électricité.

CHAPITRE I.

Des Météores aériens ou des Vents.

ON donne le nom de vent à une agitation, à un mouvement violent d'une portion de l'atmosphère, dont on connoit l'effet sans en déterminer précisément la cause primitive: on fait que c'est un défaut d'équilibre dans les colonnes aériennes; mais on ignore ce qui

le fait naître , & l'on n'en a encore parlé que par conjectures , comme nous le verrons dans la suite.

Les vents soufflent en toutes sortes de directions , de bas en haut , de haut en bas , & horizontalement. Si l'on conçoit un Observateur placé au centre de l'horizon , comme on peut tirer une infinité de rayons d'un centre à la circonférence du cercle auquel il appartient , & au contraire , de la circonférence au centre , on pourra aussi imaginer une quantité prodigieuse de vents qui pourront souffler dans la direction des différentes lignes , qu'on peut concevoir menées des différens points de la circonférence de l'horizon à son centre.

Pour la commodité de la navigation , on a divisé la circonférence de l'horizon en trente-deux parties égales ; & les vents , qui soufflent des points de division , portent les noms que l'on voit sur les roses des boussoles marines. Les principaux sont ceux qui viennent des quatre parties du monde ou des quatre points cardinaux de la sphère , c'est-à-dire le vent du nord , qui vient du pôle arctique , boréal ou septentrional ; le vent du midi ou du sud , qui souffle du pôle antarctique , austral ou méridional ; le vent d'est , qui part du levant ou

de l'orient équinoxial, & le vent d'ouest, qui arrive de l'occident ou du couchant équinoxial.

A ces quatre vents *cardinaux*, il faut ajouter : 1°. le vent *nord-est*, ou *galerie*, qui souffle de l'orient solsticial ou d'un point de l'horizon également éloigné du nord & du levant.

2°. Le vent *nord-ouest*, qui vient du couchant solsticial ou d'un point de l'horizon aussi éloigné du nord que du couchant.

3°. Le vent *sud-est*, qui arrive de l'orient d'hiver ou d'un point de l'horizon également distant du midi & du levant.

4°. Le vent *sud-ouest*, qui souffle du couchant d'hiver ou d'un point de l'horizon aussi éloigné du midi que du couchant.

Ces quatre vents s'appellent *collatéraux*, parce qu'ils se trouvent chacun précisément entre deux vents *cardinaux*.

5°. Le vent *nord-nord-est*.

6°. Le vent *est-nord-est*.

7°. Le vent *nord-nord-ouest*.

8°. Le vent *ouest-nord-ouest*.

9°. Le vent *sud-sud-est*.

10°. Le vent *est-sud-est*.

11°. Le vent *sud-sud-ouest*.

12°. Le vent *ouest-sud-ouest*.

Ces huit derniers vents ont un nom composé des noms d'un vent *cardinal* & d'un vent *collatéral*, parce que chacun d'eux se trouve aussi éloigné de celui-ci que de celui-là.

Les seize autres vents sont : 1°. le nord quart au nord-est.

2°. Le nord-est quart au nord.

3°. Le nord-est quart à l'est.

4°. L'est quart au nord-est.

5°. L'est quart de sud-est.

6°. Le sud-est quart à l'est.

7°. Le sud-est quart au sud.

8°. Le sud quart au sud-est.

9°. Le sud quart au sud-ouest.

10°. Le sud-ouest quart au sud.

11°. Le sud-ouest quart à l'ouest.

12°. L'ouest quart au sud-ouest.

13°. L'ouest quart au nord-ouest.

14°. Le nord-ouest quart à l'ouest.

15°. Le nord-ouest quart au nord.

16°. Le nord quart au nord-ouest.

Ces vents ont des noms relatifs à leur origine & à leur position respective. Par exemple, le vent *nord quart au nord-est* est ainsi appelé, parce qu'il se trouve entre le vent du *nord* & le vent du *nord-est*; son nom commence par *nord*, parce qu'il est plus près du point de l'horizon d'où souffle le vent du

nord, que de celui d'où vient le vent du *nord-est*; on a ajouté à son nom le mot *quart*, parce que c'est le quatrième vent à compter depuis le *nord-est* jusqu'au *nord*.

Les vents qui soufflent des quatre points cardinaux, conservent leur même nom à quelque étendue de la surface de la terre qu'ils parviennent; mais il n'en est pas de même de tout autre vent quelconque, qui s'élève d'un autre point de l'horizon, il doit changer de nom suivant les différens endroits du globe qu'il parcourt, quoiqu'il souffle constamment dans la même direction; la raison en est que les rumb, d'où les vents tirent leurs noms, ne forment point des lignes droites, mais des lignes courbes entre l'équateur & les pôles. Supposons, par exemple, un vent qui, venant de l'équateur, fasse, avec notre méridien, un angle de 45 degrés, tel que celui que nous nommons *sud-ouest*; lorsque ce vent parviendra dans d'autres régions, il formera, avec leurs méridiens, un angle d'autant plus grand que ces régions seront plus proches du pôle boréal, par la raison que les méridiens ne sont point parallèles, mais bien convergens vers les pôles où ils se réunissent.

Rien ne paroît plus irrégulier & plus variable que la direction & la force des vents

dans nos climats ; mais il y a des p̄ays où cette irrégularité n'est pas si grande, & d'autres où le vent souffle constamment dans la même direction & presque avec la même force. De-là, on distingue des vents généraux & constants, des vents périodiques ou anniversaires, qui regnent dans certains tems & dans certaines contrées ; des vents de mer, qui soufflent de la mer vers la terre ; des vents de terre, qui soufflent de la terre vers la mer ; des vents libres ou variables, qui n'ont aucun cours fixe.

Halley & Dampierre ont donné l'histoire des vents généraux ; le premier, dans les *Transactions philosophiques* ; & le second, dans son *Traité des Vents*. Quelques-uns de ces vents sont plus fréquens & plus impétueux que d'autres : ceux que nous sentons au lever du soleil, & qui ont leurs cours d'Orient en Occident, soufflent continuellement sur la mer dans la zone torride, & dans la plupart des endroits de la terre entre les tropiques ; ces vents d'est s'étendent même au-delà ; ils soufflent si constamment dans la Mer pacifique, que les vaisseaux qui vont d'Acapulco aux Philippines font cette route, qui est de plus de 2700 lieues, sans avoir, pour ainsi dire, besoin d'être dirigés : deux mois suffi-

sent pour cette navigation ; mais le retour est plus difficile & plus long. Les mêmes vents regnent toute l'année sur la Mer atlantique & sur celle d'Ethiopie , avec cette différence que dans la première ils paroissent nord - est , & sud-est dans la dernière. En général , ces vents éprouvent des variations selon les différens degrés de latitude où ils soufflent. Depuis la ligne ou l'équateur jusqu'au 12^e. ou 14^e. degré , ils ont peu de force & de durée ; mais à compter du 14^e. jusqu'au 23^e. degré , ils sont plus violens & plus impétueux que dans tout autre endroit ; il foiblissent enfin depuis le 23^e. degré jusqu'à peu-près le 30^e. degré.

Le célèbre *Muschenbroek* rend assez bien raison de ces variations , en observant que , depuis le 14^e. degré jusqu'à l'équateur , le vent d'est souffle contre le continent de l'Amérique , qui le brise & qui l'arrête ; ce qui fait qu'il n'a pas la même liberté pour se diriger en pleine mer , qu'entre le 14^e & le 23^e. degré de latitude , où il prend son cours entre les Isles des Antilles & les Caraïbes , qui ne l'empêchent point de se mouvoir librement de l'Océan atlantique au golfe de Mexique. Selon le même Physicien , le vent d'est doit avoir moins de force depuis le 23^e. jusqu'au 28^e. degré de latitude , puisque dans cet espace il

souffle contre le continent de l'Amérique septentrionale, savoir contre la Floride, & que cet obstacle brise son action.

Ce raisonnement est parfaitement d'accord avec ce qu'on observe journellement. Le vent, en général, se fait moins sentir sur les côtes qu'en pleine mer, & encore moins dans le milieu des continents que sur les côtes. Personne n'ignore combien les arbres, les édifices, & les autres obstacles du même genre, contribuent à diminuer la violence des courans aériens, qui jouissent de toute leur force dans les plaines & dans les endroits découverts.

Vers les rivages de Surinam, le vent d'est commence à souffler au lever de l'aurore; il devient plus foible sur les neuf heures du matin, & continue à souffler ainsi jusqu'au coucher du soleil. Ses limites s'étendent plus loin sur les côtes d'Amérique que sur celles d'Afrique; car, sur les côtes d'Amérique, il souffle avec beaucoup de force jusqu'à 30 ou 32 degrés de latitude; il diminue ensuite insensiblement jusqu'au 40°. degré, où il cesse de régner. On remarque aussi que les vents généraux s'étendent plus vers le sud, sur les côtes méridionales de l'Amérique, que sur le promontoire d'Afrique, appelé le Cap de Bonne-Espérance. On observe, outre cela, sur

la Mer atlantique , à 170000 milles de la Martinique , & dans le golfe du Mexique , des tourbillons de vents très-dangereux pour les Navigateurs , à moins qu'ils n'aient soin de plier les voiles. Les vents d'Orient soufflent avec plus de modération dans le golfe du Mexique , où la navigation est assez heureuse , & le ciel serein ; mais , entre le 4°. & le 10°. degré de latitude septentrionale , & entre les méridiens qui s'étendent au-delà des Isles Hespérides , il y a , en mer , un certain endroit où l'on observe presque toujours des éclairs , des ouragans , des tonnerres , des pluies , des bonaces : ces phénomènes se font remarquer entre les mois d'Avril & de Septembre ; le tems y est moins orageux lorsque le soleil est vers le tropique du Capricorne. Cet endroit se trouve placé entre le vent général d'est & le sud-ouest , qui s'étend vers la Guinée , où l'air est très-calme.

Les vents de nord-est & de sud-ouest soufflent ordinairement depuis Carthagène jusqu'à Porto-Belo ; les premiers commencent vers le milieu de Novembre , & durent jusques vers le milieu du mois de Mai , tems où ils abandonnent la place au vent du sud-ouest , qu'on ne trouve qu'à la latitude de 12 degrés & demi

environ ; car les vents d'Orient se font toujours sentir à une plus grande latitude.

Nous ne parcourrons point ici toutes les observations qu'on a faites sur les variations qu'éprouve, dans sa direction, le vent général d'est, qui participe plus ou moins du nord & du sud, ce qui dépend d'un grand nombre de circonstances, dont le détail nous conduiroit trop loin ; mais nous observerons que le changement de saison influe sur la direction de ces fortes de vents ; ils suivent communément le cours du soleil ; lorsque cet astre parcourt les signes septentrionaux, le vent du nord-est, qui souffle dans la partie septentrionale de notre globe, prend davantage de l'est, & le vent de sud-est, qui regne alors sur l'Océan Ethiopien, prend plus du sud. Au contraire, lorsque le soleil se trouve dans les signes méridionaux, les vents de nord-est, qui soufflent sur la Mer atlantique, prennent plus du nord, tandis que les vents de sud-est, de la mer d'Ethiopie prennent davantage de l'est.

Une autre observation qui n'a point échappé aux Navigateurs, c'est que le ciel est serain sous la ligne, & que le passage en est assez sûr, lorsque le soleil est dans les signes méridionaux ; mais il en est autrement lorsque cet astre parcourt les signes septentrionaux ; il regne alors,

fous la ligne , de fréquentes tempêtes ; phénomènes qu'on n'observe que dans la partie orientale de l'Océan atlantique , & qui obligent de plier les voiles des vaisseaux qui se trouvent sur cette mer : il y apparence que les nuées , qui produisent ces tempêtes , viennent des endroits où il y a des *bonaces* , lieux que les Navigateurs évitent avec grand soin ; ce qui leur fait passer la ligne plus près de l'Amérique. Lorsque le soleil est au-delà de l'équateur , l'eau de l'Océan , qui répond à la ligne , est moins échauffée & exhale moins de vapeurs. Voilà pourquoi le ciel est alors serein & le passage non dangereux sous la ligne ; mais , lorsque l'astre du jour est près de l'équateur , il se forme dans cet endroit , des nuages orageux qui produisent les violentes tempêtes qu'on y remarque alors.

Le vent de nord-est se change en nord-ouest près les côtes de la Nigritie. A dix lieues de la côte de Guinée , le vent sud-est se change en sud , & plus près de cette côte , le vent devient sud-ouest. Il souffle un vent de sud sur la côte des Cafres , d'Angola & de Congo : on remarque communément que le vent d'Orient se fait sentir à une assez grande distance des côtes de l'Amérique ; car on ne le rencontre qu'à 100 lieues de ces côtes , tandis

qu'on commence à le sentir à 30 lieues des côtes d'Afrique , principalement dans l'hémisphère septentrional ; mais dans l'hémisphère opposé ou méridional , il ne commence à souffler qu'à une plus grande distance ; néanmoins le vent d'est se fait remarquer à 8 lieues de distance du promontoire qu'on appelle *Lavela*.

Les vents du nord sont assez constans vers les cercles polaires ; mais ils deviennent foibles de plus en plus à proportion qu'on approche de l'équateur , ce qui est commun aux deux pôles.

Les vents du nord soufflent pendant près de sept mois dans l'Amérique septentrionale , & se font sentir près de la baie d'Hudson & du détroit de Davis ; ces vents regnent pendant cinq mois & demi dans la Norwege , cinq mois dans le Canada , & quatre mois dans la nouvelle Angleterre ; on a également observé qu'à la terre de Feu ; & dans les endroits les moins éloignés du pôle austral , où l'on a pu aborder , le vent vient aussi du pôle ; en sorte que le vent d'est occupant la zone torride , les vents polaires occupent les zones froides. A l'égard de celles qui sont tempérées , les vents qui y regnent sont communément des courans aériens , dont le mouvement est composé de ceux dont nous

venons de parler , & qui produisent des vents dont la direction tend vers l'Occident ; il y a aussi des vents d'ouest dont la direction tend à l'Orient , & qui regnent souvent dans la zone tempérée , soit dans la Mer atlantique , soit dans celle du sud ; ils paroissent n'être que des vents réfléchis par les terres de l'Amérique & de l'Asie , mais qui doivent leur première origine aux vents d'orient & de nord.

Le vent de nord - est souffle sur l'hémisphère boréal , & le vent de sud - est se fait sentir dans l'hémisphère méridional ; ces vents sont modérés auprès de l'équateur depuis le mois de Mars jusqu'en Septembre ; aussi les Navigateurs Espagnols profitent de cet intervalle pour se rendre d'Acapulco aux Isles Manilles ; mais vers le mois de Janvier , on éprouve , sur la Mer pacifique , des violentes tempêtes ; les vents qui regnent sur cette mer sont constans & plus forts que ceux qui soufflent sur la mer des Indes & sur l'océan atlantique ; sans doute parce qu'elle a plus d'étendue & un fort petit nombre d'Isles.

Les vents d'ouest soufflent constamment & avec beaucoup de violence vers le détroit de *Magellan* , ainsi que vers celui de *le Maire* ; cependant le vent du sud souffle toujours entre ce dernier détroit & les côtes de cette région ,

qu'on appelle *Terre australe*. On remarque aussi que le vent d'ouest regne entre les Isles Tristan d'*Acunha* & la Cap de Bonne - Espérance , & qu'il souffle dans ces parages pendant les mois de Mai , Juin , Juillet & Août ; mais pendant les mois de Décembre , Janvier & Février , les vents y sont variables & précurseurs des tempêtes & des orages.

Les Navigateurs qui partent d'Europe pour se rendre en Amérique , font route du nord au sud , en suivant la direction des côtes d'Espagne & d'Afrique jusqu'au 20°. degré de latitude nord , où ils trouvent ces vents d'est qui regnent constamment sous la ligne , & qui les portent directement sur les côtes de l'Amérique. Vers le 28°. ou 30°. degré de latitude nord , on rencontre des vents d'ouest assez constans ; de-là , les Navigateurs qui reviennent des Indes occidentales en Europe , suivent un autre chemin que celui qui les y a conduits. Ceux qui viennent de la nouvelle Espagne , dirigent leur route le long des côtes pour se rendre à la Havane , dans l'Isle de Cuba , & de-là ils font voile vers le nord , pour chercher les vents d'ouest qui les portent aux Açores & ensuite en Espagne. Dans la mer du sud , les vaisseaux , qui reviennent des Philippines ou de la Chine au Pérou

ou au Mexique , font voile vers le nord jusqu'à la hauteur du Japon ; & , après avoir navigué jusqu'à une certaine distance de la Californie , ils côtoient la nouvelle Espagne & arrivent à Acapulco. Au reste , les vents d'est ne soufflent pas toujours du même point , ainsi que nous l'avons remarqué ; mais en général ils font au nord-est depuis le mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril , & ils font au sud - est depuis Avril jusqu'en Novembre.

Selon M. de *Buffon* , le vent d'est contribue , par son action , à augmenter le mouvement général de la mer d'orient en occident ; il produit aussi des courans qui sont constans & qui ont leur direction , les uns de l'est à l'ouest , les autres de l'est au sud-ouest ou au nord-ouest , suivant la direction des éminences & des chaînes de montagnes qui sont au fond de la mer , dont les vallées ou les intervalles qui les séparent , servent de canaux à ces courans ; de même , les vents alternatifs , qui soufflent tantôt de l'est & tantôt de l'ouest , produisent aussi des courans qui changent de direction en même tems que ces vents en changent aussi.

Les vents qui soufflent constamment pendant quelques mois , sont , pour l'ordinaire , suivis de vents contraires , & les Navigateurs

font obligés d'attendre ceux qui leur sont favorables. Lorsque ces vents viennent à changer, on éprouve des calmes ou des tempêtes dangereuses, & cet intervalle est quelquefois d'un ou de deux mois.

Les vents généraux se combinent différemment dans différens climats. Dans cette partie de la mer atlantique, qui est située sous la zone tempérée, les vents du nord regnent assez constamment pendant les mois d'Octobre, Novembre, Décembre & Janvier; & c'est la raison pour laquelle ces mois sont les plus favorables pour s'embarquer, lorsqu'on veut aller de l'Europe aux Indes, afin de passer la ligne à l'aide de ces vents. Le vent de nord souffle presque continuellement, pendant l'hiver, dans la nouvelle Zemble, ainsi que sur les autres côtes septentrionales, & le vent du midi se fait sentir pendant le mois de Juillet au Cap Vert; c'est alors la saison pluvieuse ou l'hiver de ces climats. Le vent de nord-ouest souffle, pendant le mois de Septembre, au Cap de Bonne-Espérance. A Patna, dans l'Inde, ce même vent de nord-ouest souffle pendant les mois de Novembre, Décembre & Janvier, & il produit de grandes pluies; mais les vents d'est regnent pendant les neuf autres mois. Dans l'Océan indien, entre
l'Afrique

L'Afrique & l'Inde, & jusqu'aux Isles Moluques, les vents d'orient soufflent depuis Janvier jusqu'au commencement de Juin, & les vents d'occident commencent aux mois d'Août & de Septembre; &, pendant les mois de Juin & de Juillet, il y a de grandes tempêtes, produites ordinairement par des vents de nord, qui varient davantage sur les côtes qu'en pleine mer. Dans le royaume de Guzarate, & sur les côtes de la mer qui l'avoisine, les vents de nord regnent depuis le mois de Mars jusqu'à celui de Septembre; &, pendant les autres mois, les vents de midi soufflent presque continuellement. Les Hollandois, pour revenir de Java en Europe, partent ordinairement aux mois de Janvier & de Février, par un vent d'orient qui les accompagne jusqu'au 18^e. degré de latitude australe, après quoi ils trouvent des vents de sud qui les amènent jusqu'à Sainte-Helene.

A 28 degrés environ de latitude septentrionale & près la côte d'Afrique, il regne un vent de nord-est qui accompagne les Navigateurs jusqu'à 10 degrés de latitude nord, à environ 100 lieues de la Guinée. Ceux qui vont aux Isles Caraïbes, trouvent, en approchant de l'Amérique, que le même vent de nord tourne de plus en plus à l'est, & même qu'il

tend à devenir sud-est. Le vaisseaux qui partent de la côte de Guinée, ne dirigent pas leur route droit au Brésil; mais ils avancent du côté du midi, sur-tout lorsqu'ils partent aux mois de Juillet & d'Août, à cause des vents de sud qui soufflent dans ce tems-là. Ces mêmes vents regnent permanamment depuis Lima jusqu'à Guajaquil; mais ils deviennent sud-ouest depuis le mois de Novembre jusqu'au mois de Mai.

Depuis le Port Saint-Mathieu jusqu'à Manta, on trouve des vents de sud avec toutes leurs variétés, & les mêmes vents se font sentir depuis Manta jusqu'à Cabo-Blanco. Les Navigateurs, qui partent des Manilles pour se rendre à Acapulco, dans la nouvelle Espagne, éprouvent, pendant les mois de Juin, Juillet & Août, un vent d'ouest qui les accompagne jusqu'au 28^e. degré de latitude boréale. Mais depuis la terre d'Eson, une des inconnues, jusqu'au 23^e. degré de la même latitude, il regne des vents de nord très-fréquens.

Le vent général d'orient regne encore dans la mer des Indes; mais on y remarque aussi d'autres vents périodiques, qui soufflent, pendant un certain tems, vers un même endroit, & ensuite vers un côté opposé; on donne à

ces vents , les noms de mouffons & d'anniverfaires ; mais ces vents alternatifs n'ont pas toujours la même durée : nous en parlerons dans un instant. Quoiqu'en général le vent d'est fouffle autour du globe , à 25 ou 30 degrés de chaque côté de l'équateur , néanmoins il ne s'étend pas par-tout à la même distance , & il n'a pas toujours la même direction , puisqu'au-delà de l'équateur il prend un peu du fud , tandis qu'en deçà du même cercle il prend un peu du nord. Selon M. de Buffon , ce vent , dans l'Océan indien , ne s'étend qu'à environ quinze degré au-delà de l'équateur. Les Navigateurs , qui vont de Goa au Cap de Bonne-Efpérance , ne trouvent ce vent d'orient qu'au 12^e. degré environ de latitude australe , & on ne l'éprouve pas en deçà ; mais il fe fait fentir depuis le 12^e. degré de latitude fud jufqu'au 28^e. degré de latitude méridionale. Dans la mer qui fépare l'Amérique de l'Afrique , il y a un endroit où le vent d'est ne fouffle pas ; c'eft depuis le 4^e. jufqu'au 10^e. ou 11^e. degré de latitude feptentrionale : mais au-delà , on retrouve ce vent jufqu'au 30^e. degré. *Mufchenbroek* obferve , qu'entre le 10^e. & le 30^e. degré de latitude méridionale , & depuis l'Ifle de Madagafcar jufqu'à celle de

Java , les Isles adjacentes qui font plus orientales , & la nouvelle Hollande , il souffle toute l'année un vent de sud-est , qui , en certains tems , prend davantage de l'est , & qui , quelquefois paroît nord-est.

Dans l'Océan indien , les mouffons commencent à se faire sentir depuis le 10^e. degré de latitude australe ; quelques-uns parviennent jusqu'au 12^e. degré de la même latitude ; mais on cesse de les éprouver entre l'Isle Sumatra & les promontoires de la partie méridionale de Madagascar , & en allant vers l'équateur. Dans ce trajet de la mer des Indes , le vent de sud-est regne pendant les mois de Mai , Juin , Juillet , Août , Septembre & Octobre ; mais depuis le mois de Novembre , ce vent est remplacé par celui de nord-ouest qui souffle pendant les six mois suivans. En Afrique , entre la côte de Zanguebar & l'Isle de Madagascar , il souffle un vent de sud-est depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai ; & , pendant les six autres mois , il y regne un vent d'ouest & même de nord-ouest , qui , après avoir passé l'Isle de Madagascar , se change en un vent de sud-ouest , qui prend un peu du vent de sud.

Entre la Chine , Malaca , Sumatra , Bornéo & les Philippines , il souffle , depuis Avril

jusqu'en Octobre, un vent de sud-ouest qui décline un peu vers le sud; mais, depuis Octobre jusqu'en Avril, il regne un vent de nord-est qui devient nord & nord-ouest entre les Isles de Java, Timor, la nouvelle Hollande & la nouvelle Guinée, ce qui dépend des golfes & des courbures que forment les côtes, & peut-être encore de la nature du terrain auquel elles appartiennent.

Dans la mer des Indes, entre les côtes d'Ajana, d'Arabie, de Malabar, & dans le golfe de Bengale jusqu'à l'équateur, il regne, depuis le mois d'Avril jusqu'à celui d'Octobre, un vent violent de sud-ouest, accompagné de tempêtes & de grosses pluies; &, depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril, il souffle un vent de nord-est qui amène le beau tems. Lorsque le vent de sud-est regne dans le continent de la côte de Coromandel, depuis le mois de Mars jusqu'au mois d'Octobre, il y produit de la sécheresse; &, lorsque le vent nord-est souffle, depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois de Mars, le tems ne cesse d'être pluvieux. On observe tout le contraire à Malabar; la saison des pluies commence au mois d'Avril & finit au mois d'Octobre; la sécheresse y succede alors, & s'y fait remarquer jusqu'au mois d'Avril.

A Ceylan , les vents d'occident commencent à régner vers le milieu du mois de Mars , & durent jusqu'au commencement d'Octobre , que les vents d'est-nord-est s'emparent de la place. A Madagascar , on a des vents d'orient & de midi pendant les mois de Février & de Mars , & des vents de nord & de nord-ouest , depuis le milieu d'Avril jusqu'à la fin de Mai.

Au Cap de Bonne - Espérance , le vent de nord-ouest amene des tempêtes pendant les mois d'Avril , Mai , Juin , Juillet & Août ; le sud-est commence à s'élever entre quatre & six heures après-midi ; il augmente jusques vers les dix heures du soir ; il diminue ensuite jusqu'à minuit , tems où il cesse de souffler & de se faire sentir : cependant on remarque le plus souvent que ce vent s'éleve peu de tems après-midi , & qu'il continue de souffler jusqu'à trois ou quatre heures après-minuit : vers le matin , il s'éleve un vent modéré de nord - ouest qui souffle dans la rade où les vaisseaux viennent se ranger pour aborder au Port ; mais ce vent cesse de souffler entre dix heures du matin & midi. On observe néanmoins que lorsqu'il pleut ou que le ciel est couvert pendant les mois de Janvier & de Février , le vent de sud-est regne avec violence pendant quelques jours ; lorsque ce vent cesse , il pleut trois

ou quatre jours après , & alors les vents sont variables.

Il y a des vents qu'on peut regarder comme particuliers à certaines côtes ; par exemple , le vent de sud regne presque continuellement sur les côtes du Chili & du Pérou ; il commence au 46^e. degré ou environ de latitude sud , & il s'étend au-delà de Panama , ce qui rend le voyage de Lima à Panama beaucoup plus facile & plus court que le retour. Les vents d'ouest sont très-fréquens sur la côte des Terres Magellaniques , aux environs du détroit de *le Maire*. Sur la côte de Malabar , les vents de nord & de nord-ouest sont presque continuels. Le vent de nord-ouest souffle aussi très-fréquemment sur la côte de Guinée. Les vents d'occident regnent sur les côtes du Japon aux mois de Novembre & de Décembre.

Il y a , comme l'on voit , beaucoup de variétés dans les vents mouffons , puisqu'ils sont plus ou moins réglés , plus ou moins violents , & que les autres regnent plus ou moins de tems , de même qu'ils s'étendent à différentes distances. On peut dire la même chose des vents *éthéfiens* que les anciens Grecs ont observé , & qu'on met au nombre des vents anniverfaires. Ces vents sont différens dans les diverses régions ; ils regnent en différens tems ;

ils n'ont ni la même durée , ni la même direction. Pendant l'été , les vents de nord-ouest & pendant l'hiver , ceux de sud-est se font sentir en Grèce , dans la Thrace , dans la Macédoine , dans la Mer Egée , & jusqu'en Egypte & en Afrique ; & ils rafraîchissent ces contrées , qui sont brûlées par les ardeurs de l'été ; néanmoins , dans le même tems , les vents de sud & de sud - est regnent dans le golfe de Lyon. Ces vents viennent de l'est en Espagne , & du nord dans la mer Noire , ainsi qu'à l'embouchure du Nil. Les vents éthésiens s'élevent vers les neuf heures du matin & cessent pendant la nuit ; les marins les appellent , par cette raison , *vents sommeillans*.

On remarque aussi des vents éthésiens dans le Congo , à Guzarate , à l'extrémité de l'Afrique , ainsi que dans la Hollande , où ils soufflent du nord , & causent par fois de grands ravages.

Il y a encore , en plusieurs endroits , des vents réglés qui viennent des terres pendant la nuit , & de la mer pendant le jour , comme sur les côtes de la nouvelle Espagne , sur celles de Congo , à la Havane , &c.

Les vents de mer s'élevent vers les neuf heures du matin ; ils agitent foiblement la surface de la mer , & soufflent modérément vers

la terre ; mais , dès qu'ils ont gagné terre , ils deviennent sensiblement plus forts , & leur force augmente jusqu'à midi ; c'est le moment où ils soufflent avec plus d'énergie ; ils persévèrent avec la même force jusqu'à trois heures , mollissent ensuite peu-à-peu jusqu'à cinq ou six heures , & cessent enfin totalement , pour ne reprendre que le lendemain. Ces vents soufflent avec plus de force sur les éminences des caps que dans les golfes.

Les vents de terre succèdent aux vents de mer ; le plus souvent ils commencent à se faire sentir vers les six heures du soir , & soufflent pendant toute la nuit jusqu'à six , sept ou huit heures du matin , selon la saison de l'année. Si c'est d'une Ile que partent ces vents , ils commencent au milieu & se répandent tout autour vers la mer ; quelquefois à trois milles des côtes & même plus loin ; quelquefois aussi ils ne quittent pas , pour ainsi dire , le rivage ; mais ils durent d'autant moins qu'ils s'étendent davantage. Les vents de terre , qui regnent dans les golfes & dans les baies , ont plus de force que ceux qui viennent des caps ; & , l'on observe que les vents , soit de terre , soit de mer , sont moins violens dans les pays qui sont plus exposés au vent général.

Il y a des vents de terre qui sont périodiques , qui reviennent ou dans une certaine sai-

fon , ou à de certains jours , ou même à de certaines heures. Par exemple , sur la côte de Malabar , il regne , depuis le mois de Septembre jusqu'au mois d'Avril , un vent de terre qui vient du côté de l'orient ; ce vent s'éleve ordinairement à minuit & souffle jusqu'à midi , & il cesse de se faire sentir à douze ou quinze lieues de la côte , & , depuis midi jusqu'à minuit , il regne un vent foible de mer qui vient de l'occident. Sur la côte de Congo , en Afrique , & sur celle de la nouvelle Espagne , en Amérique , on éprouve des vents de terre pendant la nuit , & des vents de mer pendant le jour. A la Jamaïque , les vents soufflent de tous les côtés à la fois pendant la nuit , & les vaisseaux ne peuvent alors y arriver en sûreté , ni en sortir avant le jour.

En hiver le Port de Cochin est inabordable , & les vaisseaux ne peuvent en sortir , à cause de la violence des vents ; d'ailleurs , le souffle impétueux des vents d'occident porte , à l'embouchure du fleuve de Cochin , une si prodigieuse quantité de sable , que les barques même ne peuvent y entrer pendant six mois de l'année ; mais les vents d'orient , qui regnent pendant les six autres mois , repoussent ces sables , & rendent libre l'entrée du port. A Saint-Domingue , on observe deux vents différens , qui soufflent régulièrement presque

chaque jour ; l'un , qui est un vent de terre , vient de l'occident , & commence à souffler vers les sept heures du soir & dure toute la nuit ; l'autre , qui est un vent de mer , vient du côté de l'orient & s'éleve vers dix heures du matin. Dans l'Isle de Minorque , il n'y a point de vent sensible le matin & le soir pendant l'été ; mais , à midi ou environ , le vent s'éleve vers la partie orientale de cette Isle ; il suit ensuite le cours du soleil ; sa force augmente jusqu'à deux ou trois heures après midi ; & , à compter de ce moment , elle s'affoiblit de plus en plus : la même chose se fait observer vers les confins du Languedoc.

Il regne des vents libres depuis les tropiques jusqu'aux pôles ; ces vents n'ont rien de réglé ; ils soufflent de tous côtés , tantôt avec douceur , tantôt avec impétuosité ; mais toujours avec moins de force vers leurs bords qu'à leur milieu : semblables en cela à des fleuves qui coulent plus rapidement vers le milieu de leur lit que vers les bords. Les vents sont beaucoup plus irréguliers sur terre que sur mer , plus irréguliers dans les pays élevés que dans les pays de plaines. Les montagnes changent la direction des vents , & en produisent qui sont constans ou variables suivant les différentes causes. *Kirker* a observé que le mont

Janvier , qui est couvert de neige , occasionnoit un vent de nord à Rome , un vent de midi à ceux qui sont au-delà de cette montagne , un vent d'orient aux Sabins , un vent d'occident aux Vestins (1) ; en sorte que les vents , qui soufflent dans le cours d'une année , sont très-souvent des vents singuliers , propres à chaque pays , ainsi que *Pline* l'a reconnu en Italie , & *Gassendi* en France ; mais en général , les vents de mer , & ceux qui nous viennent d'un grand lac , sont humides ; ceux qui prennent leur origine dans un terrain aride , sont secs ; ceux qui viennent des régions froides , sont froids , & ceux qui viennent des régions chaudes , sont chauds.

Les vents d'ouest , qui soufflent de la mer d'Allemagne sur la Hollande , & de l'Océan atlantique en Angleterre , sont pluvieux & orageux. Le vent du midi , qui est également pluvieux , & qui souffle ordinairement à Paris , en Bourgogne & en Champagne , au commencement de Novembre , & qui cede à une bise douce & tempérée , produit le beau tems qu'on appelle vulgairement l'été de la S. Martin. Les vents d'ouest , qui regnent sur les montagnes de la Norwege , toujours couvertes de neiges

(1) *Kirkeri*, *Mund. subterr. lib. IV. pag. 227.*

en hiver , portent , dans la Suède & sur-tout à Upsal , le froid qu'ils contractent en passant sur ces montagnes. Les vents d'ouest qui arrivent à Rimini , après avoir traversé l'Italie , sont sercins quoiqu'orageux par fois. Le vent d'ouest est pluvieux dans la Judée , lorsqu'il y souffle , après avoir régné sur la Méditerranée & s'être chargé des vapeurs que cette mer exhale ; le même vent est nébuleux , pluvieux , orageux , à Varsovie en Pologne , parce que , pour s'y rendre , il traverse la mer Baltique , la Poméranie , des lacs , des marais & d'autres endroits très-humides.

Les vents de nord sont toujours froids en Hollande , parce qu'ils y arrivent après avoir traversé les sommets des montagnes de Norwege qui les refroidissent ; & l'on observe que les arbres qui sont placés près des bords de la mer d'Allemagne , & qui sont exposés à ces vents , ne deviennent pas très - haut , & que leurs sommets se dessèchent. La même chose se fait remarquer en Angleterre , à Cornouaille. Les vents de nord sont très-fréquens en Ecosse ; ils purifient l'air , donnent de la force aux fibres animales ; mais la gelée & la neige accompagnent ces vents. Ils sont fort dangereux & très-froids en Pologne , à cause du mont Crapak qui les empêche de passer de-là dans

la Hongrie ; ils sont également froids en Italie ; mais ils y sont très-salubres. Selon *Hippocrate* , le vent de nord-est qui regne dans la Grèce , pendant un certain tems de l'année , y excite des toux , y produit des maux de gorge & de poitrine , des douleurs dans les côtes , des tensions de ventre , des difficultés, d'uriner.

A Alep , les vents de nord-est & de nord-ouest sont très-froids en hiver ; mais , depuis le commencement de Mai jusqu'au mois de Septembre inclusivement , ces vents sont très-chauds , sur-tout lorsqu'ils soufflent avec force , & ils occasionnent des mal-aïses & des difficultés de respirer , quand on n'a pas soin de s'en garantir. Les vents de nord sont froids , secs & salubres , dans l'Isle de Minorque ; ils dissipent les brouillards , & procurent la sérénité.

En Hollande , lorsque les vents d'orient succèdent promptement aux vents d'occident , ils ramènent les nuées que ceux-ci avoient emportées , & alors ils sont pluvieux pendant un ou deux jours , mais ensuite ils deviennent secs & salubres ; ils regnent dans ces contrées pendant toute l'année , & sur-tout en hiver. Ces mêmes vents soufflent fréquemment à Edimbourg en Ecosse , pendant les mois de Mars , Avril , Mai & Juin , ainsi que pendant les

mois d'Octobre , Novembre , Décembre & Janvier , à Nuremberg ; ils sont froids pendant le printemps , dans l'Isle de Minorque , & chauds pendant l'été.

Le vent de nord , qui se rend dans la nouvelle Zemble en passant sur la Mer glaciale , produit , en hiver , sur les côtes boréales de la Russie , un froid qui feroit périr les hommes & les animaux s'ils n'avoient soin de s'en garantir , en se cachant dans des antres souterrains. Le même vent rend la Sibérie , & les contrées arrosées par l'Oby , si froides , qu'à Tobolsk , qui est à 57 degrés de latitude , il n'y a point d'arbres fruitiers , tandis qu'en Suède , à Stockolm , & même à de plus grandes latitudes , on a des légumes & des arbres fruitiers ; ce qui vient de ce que la mer Baltique & le golfe de Bothnie adouciissent un peu la rigueur des vents de nord , mais en Sibérie , rien ne peut tempérer l'activité du froid que ces vents apportent. Quoique les villes de Canton , de Hyschen , dans la Chine , soient situées à l'extrémité de la zone torride , néanmoins on y éprouve un froid piquant , causé par les vents de nord qui viennent des montagnes de la Province de Kittay. Les vents de nord sont froids dans toute l'Europe ; ils le sont aussi dans l'Amérique septentrionale ,

& le nord-ouest produit un froid très-vif à la Caroline.

Au-delà de l'équateur , les vents de sud , qui soufflent du pôle austral , produisent un froid assez piquant lorsqu'ils ont traversé certaines contrées glaciales de l'hémisphère méridional , ainsi qu'on le remarque au Cap de Bonne-Espérance. Les mêmes vents se font sentir en hiver , dans le Spitzberg oriental , situé vers le 78^e. degré de latitude septentrionale ; ils n'arrivent , dans cette Ile , qu'après avoir passé sur toute l'Europe & sur les terres boréales couvertes de neiges ; ce qui fait qu'ils sont très-froids. Les vents du nord , au contraire , rendent le tems assez doux & ne produisent qu'un froid médiocre , parce qu'ils ne trouvent , sur leur passage , qu'une vaste mer , & qu'ils se chargent plutôt de vapeurs aqueuses que de neiges. Des Voyageurs ont remarqué la même chose , sur des montagnes qui séparent la Sibérie de la Russie. Les vents de sud-est sont froids sur la côte occidentale du Pérou (1). Le froid que l'on ressent en certains tems à Paris , par les vents de sud , vient , à ce qu'il paroît , des montagnes d'Auvergne. Une branche du mont Taurus , en Perse ,

(1) *Ulloa* , Voyage au Pérou , pag. 453.

quoiqu'à 30 lieues d'Isbahan, est la cause du froid que l'on éprouve dans cette Ville, ainsi que des pluies qui l'arrosent. Le froid, sur les Andes, est si vif par certains vents, que des Voyageurs, pour sauver leur vie pendant ces tempêtes glaciales, ont été obligés d'ouvrir le corps des bêtes de somme, & de s'enfermer dans leur ventre encore palpitant. En général, les vents, qui soufflent dans des régions glacées ou sur des pays couverts de neiges, se refroidissent en passant, & portent, de contrée en contrée, le froid qu'ils contractent.

Les vents de sud sont chauds dans l'hémisphère septentrional, parce qu'ils viennent de la zone torride; &, s'ils sont fréquens en hiver, cette saison est alors assez douce; lorsqu'ils regnent pendant le printems, ils font fondre promptement les neiges qui couvrent le sommet des montagnes; enfin, si ces mêmes vents soufflent pendant l'été & pendant l'automne, ils font mûrir les moissons, les fruits & les raisins. Dans le Royaume d'Alger, sur les bords de la Province Trémescen, les vents de sud produisent une si grande chaleur, que les habitans sont obligés d'arroser le parquet de leurs appartemens. Lorsque ces vents regnent en Egypte, pendant l'été, on y éprouve de même une chaleur in-

supportable, & s'ils durent plusieurs jours, ils produisent des maladies épidémiques, qui sont souvent suivies d'une grande mortalité. Le vent qui souffle sur les sables brûlans du désert qui est auprès de Bassora, amene, dès le matin, une poussière horrible, qui dérobe la vue du soleil, fatigue les yeux, pénètre dans les appartemens les mieux fermés & ne tombe que sur le soir. Il y a aussi, sur la Mer rouge & sur les terres de l'Arabie, un vent qui suffoque les hommes & les animaux. Sur la côte de Coromandel, à Négapatan, dans la presqu'Isle de l'Inde, à Pérapouli & à Mazulipatan, il s'éleve souvent, en été, des vents chauds & suffoquans; ils sont d'autant plus terribles qu'ils sont plus chauds & durent moins long-tems; mais les autres vents rafraîchissent, d'autant plus que leur vitesse est plus considérable. Cette différence vient de la chaleur de l'air: lorsqu'elle est moindre que celle qui nous est propre, le vent nous rafraîchit, parce qu'il dissipe cette atmosphère qui nous enveloppe, & qui est dûe à la transpiration des diverses exhalaisons qui s'échappent de notre corps; mais, quand la chaleur de l'air surpasse celle de notre corps, le vent produit le même effet que s'il nous enveloppoit d'une atmosphère plus chaude que la matière de no-

tre transpiration dont il se charge alors, comme dans le premier cas.

Les vents d'est, qui arrivent en Hollande, après avoir traversé des déserts & des endroits sablonneux, sont peu chargés d'exhalaisons & de vapeurs; aussi dessèchent-ils promptement tout ce qui est humide: mais les vents d'ouest & de sud-ouest, qui n'y parviennent qu'après avoir traversé la mer & des marais, apportent avec eux des vapeurs qui contribuent à l'accroissement des plantes.

En France, on éprouve, par les vents de nord-est & de nord-ouest, un froid piquant & incommode; les uns se chargent des vapeurs glaciales qui couvrent en hiver le Groenland, l'Islande, & les Isles situées au nord-ouest de l'Angleterre; les autres nous apportent le froid de la Sibérie, en traversant les plaines de Russie, la Hongrie, l'Allemagne. Le froid, produit par le vent direct du nord, est plus supportable dans nos contrées, parce que, pour y arriver, il traverse la mer, & que l'air de celle-ci, même dans le voisinage des pôles, est plus doux que celui des terres. Les vents de sud-sud-ouest nous apportent, en France, par les terres d'Espagne, l'air sec & brûlant de l'Afrique. Dans notre climat, lorsqu'après un tems froid, le vent du midi vient à souf-

fler, la respiration se trouve gênée : si le même vent regne long-tems, on éprouve bientôt des lassitudes & des maux de tête. Le vent du nord nous est plus salutaire, parce que, resserrant les pores, il empêche la trop grande transpiration, & que la sécheresse donne plus de ressort à l'air ; mais, lorsqu'il est trop constant, on se trouve affecté de rhumes, de fluxions, & d'autres incommodités, provenant d'un défaut de transpiration. Le vent d'ouest, qui nous vient des mers, donne des pluies longues & abondantes ; il est moins pernicieux que le vent du midi, qui dispose tous les fluides à la corruption. Le vent d'est est le plus favorable pour nous, parce qu'ayant traversé de grands continens, il rend l'air ferein & nous procure un degré de chaleur modéré. Il arrive souvent que plusieurs vents différens regnent ensemble dans différentes couches de l'atmosphère, & qu'ils donnent, à l'air, une température mixte & indéfinie. Ce fluide éprouve encore des modifications accidentelles & locales, qui dépendent de la manière dont les montagnes réfléchissent les rayons du soleil, de la nature du sol, des exhalaïsons qui s'en échappent, des neiges qui couvrent les montagnes sur lesquelles le vent passe : voilà pourquoi les vents

directs de nord & de sud ne font pas ceux qui produisent, en France, les plus grandes variations de froid & de chaud. En 1709, il gela à Paris aussi fortement par le vent du sud, qu'ailleurs par le vent du nord.

Tous les continens sont sujets à des vents variables qui produisent souvent des effets singuliers. Dans le royaume de Cachemire, qui est environné des montagnes du Caucase, on éprouve, sur la montagne Pire-Penjale, des changemens subits; on passe, pour ainsi dire, de l'été à l'hiver en moins d'une heure; il y regne deux vents directement opposés, l'un de nord & l'autre de sud, que, selon *Bernier*, on sent successivement en moins de deux cents pas de distance. Dans la presqu'Isle de l'Inde, qui est traversée par les montagnes de Ballagate, dans la direction du nord au sud, on a l'été d'un côté de ces montagnes, & l'hiver de l'autre côté dans le même tems; de manière que sur la côte de Coromandel, l'air est secin, & très-chaud, tandis que sur celle de Malabar, quoique sous la même latitude, les pluies & les orages rendent l'air aussi froid qu'il peut l'être dans ces climats; & , au contraire, lorsqu'on a l'été à Malabar, on a l'hiver sur la côte de Coromandel. Cette même différence se fait observer des deux côtés du

cap de Rosalgate en Arabie ; dans la partie de la mer qui est au nord du Cap , les vaisseaux sont tranquillement sur leurs ancres ou font route sans danger , tandis que dans la partie qui est au sud jusqu'aux côtes les plus reculées de l'Arabie heureuse , ils n'osent tenir la mer , dans la crainte continuelle de tempêtes qui y sont très-violentes. A Tucotorin , qui est assez près du cap de Comorin , à l'est & même au sud de ce cap , on jouit du plus beau tems ; cependant à Coilan & dans les autres parties de cette côte , on éprouve ce que l'hiver a de plus affreux , à l'exception des gelées. Dans l'Isle de Céilan , l'hiver attaque , au mois d'Octobre , la partie septentrionale ; & , dans le même tems , on jouit de tous les charmes de l'été dans la partie méridionale ; & , lorsque celle-ci est plongée dans un air sombre , pluvieux & orageux , la partie septentrionale , à son tour , jouit des douceurs de l'été. A Céram , qui est une Isle fort longue dans le voisinage d'Amboine , il fait un très-beau tems d'été dans la partie méridionale de l'Isle , tandis que l'hiver fait sentir ses rigueurs dans la partie septentrionale ; & , l'intervalle qui sépare ces deux saisons , est au plus de quatre lieues. On prétend que la même chose arrive à la Jamaïque , qui est séparée , dans son mi-

lieu, par une chaîne de montagnes, dont la direction est de l'est à l'ouest; en sorte qu'on a l'hiver au nord de ces montagnes, & l'été en même tems dans leur partie méridionale. Dans la Pensilvanie, le froid est constamment modéré, quelquefois pourtant il est assez vif pour faire geler, en une seule nuit, les plus grandes rivières; cette révolution subite est occasionnée par le vent de nord-ouest qui souffle des montagnes du Canada. Le même vent regne pendant neuf mois dans la baie d'Hudson; &, comme il n'y arrive qu'après avoir traversé des contrées très-froides, il fait éprouver, sur-tout pendant l'hiver, un froid rigoureux: en effet, le vin & les liqueurs ordinaires y gèlent.

Sur la mer, les vents éprouvent moins de variations que sur la terre, parce que, sur la mer, rien ne s'oppose à leur direction; au contraire, les montagnes, les forêts, les Villes, & les autres inégalités qui se rencontrent sur la surface de la terre, obligent les vents à changer de direction, & souvent même elles en produisent de contraires aux premiers. Ces vents, réfléchis par les montagnes, sont eux-mêmes fort irréguliers, parce que leur direction dépend de la situation, de la hauteur & du contour des montagnes qui les réfléchissent.

Les vents de mer soufflent avec plus de force & plus de continuité que les vents de terre, dans lesquels on observe, malgré leur violence, des momens de rémission & quelquefois des instans de repos; cette différence peut dépendre des divers obstacles que le vent trouve sur la terre.

En général, sur la mer, les vents d'orient & ceux qui soufflent des pôles, sont plus forts que les vents d'occident & que ceux qui viennent de l'équateur; dans les terres, au contraire, les vents d'ouest & de sud sont plus ou moins violents que les vents d'est & de nord, suivant la position des climats. Les vents qui regnent pendant le printemps & l'automne, sont plus violents que ceux qui soufflent en été & en hiver, & ce phénomène a lieu sur la mer comme sur la terre. On peut, dit *M. de Buffon*, en donner plusieurs raisons; premièrement le printemps & l'automne sont les saisons des plus grandes marées, & par conséquent, les vents que ces marées produisent, sont plus violents dans ces deux saisons. 2°. Le mouvement que l'action du soleil & de la lune produit dans l'air, c'est-à-dire le flux & le reflux de l'atmosphère, est aussi plus grand dans la saison des équinoxes. 3°. La fonte des neiges au printemps, & la résolution

des vapeurs que le soleil a élevées pendant l'été & qui retombent en pluies abondantes pendant l'automne, produisent, ou du moins augmentent les vents. 4°. Enfin, le passage du chaud au froid, ou du froid au chaud, ne peut se faire sans augmenter & diminuer considérablement le volume de l'air, ce qui seul doit produire de très-grands vents.

On remarque souvent, dans l'air, des courans dont les directions sont opposées; on voit des nuages qui se meuvent dans un sens, & d'autres nuages plus élevés ou plus bas, qui ont un mouvement contraire. Cette contrariété, qui ne dure pas long-tems, est communément produite par la résistance de quelques nuages à l'action du vent, & par la répulsion du vent direct qui regne seul dès que l'obstacle est dissipé.

Les vents particuliers, soit directs, soit réfléchis, ont plus de force que les vents généraux; en sorte que les vents, qui soufflent par bouffées & par accès, causent beaucoup plus de désastre que ceux qui soufflent uniformément; mais, de quelque espace que soit le vent, sa force dépend non-seulement de sa vitesse, mais encore de la densité de l'air, laquelle est très-variable, comme nous l'avons observé précédemment.

Les vents sont plus violens dans les lieux élevés , où l'air peut se mouvoir librement , que dans les lieux bas , où le même fluide éprouve des résistances continuelles , provenant des éminences , des édifices , des arbres , & de tous les corps qui sont situés à la surface de la terre : néanmoins , au-delà d'une certaine hauteur , le ciel est ordinairement serein , au moins pendant l'été , & les vents diminuent. Anciennement , on étoit dans l'opinion que le vent ne régnoit point sur le sommet du mont Atlas , parce qu'on avoit cru remarquer que des cendres volcaniques y restoit pendant toute l'année ; cependant , les savans Géomètres , qui ont fait des observations sur les plus hautes montagnes du Pérou , attestent que des vents violens y ont plus d'une fois renversé leurs tentes.

D'ailleurs , la plupart des montagnes , & même les plus élevées , ayant leur sommet couvert de neiges & de glaces , il est naturel de penser que cette région de l'air est agitée par les vents , lors de la chute de ces neiges : ainsi ce ne peut être que pendant l'été que les vents ne s'y font pas sentir. Ne pourroit-on pas dire qu'en été les vapeurs légères , qui s'élevent de ces montagnes , retombent en rosée , au lieu qu'en hiver elles se gèlent &

retombent en neige ou en grêle? ce qui peut produire, en hiver, des vents au-dessus de ces montagnes, quoiqu'il n'y en ait point en été.

Un courant d'air augmente de vitesse comme un courant d'eau, lorsque l'espace de son passage se rétrécit; le même vent, qui ne se fait sentir que modérément dans une plaine découverte, souffle avec force, en passant par une gorge de montagnes: c'est ainsi que les vents de nord & de sud deviennent quelquefois fort impétueux, lorsqu'ils soufflent dans les andes du Pérou, qui s'étendent du nord au midi. C'est pourquoi les détroits qui se trouvent entre deux promontoires élevés, comme le détroit de Magellan, le détroit de Gibraltar, celui de Waygats, sont sujets à des vents violens. De même, auprès d'une Eglise ou d'une tour, le vent semble être plus violent qu'à une certaine distance de ces édifices; l'air étant comprimé par la résistance de ces obstacles, a plus de masse, plus de densité; & la même vitesse subsistant, l'effort ou le coup de vent, soit direct, soit réfléchi, en devient beaucoup plus fort.

Quand deux vents opposés, & d'une force à peu-près égale, se rencontrent dans un point de l'atmosphère où l'un est obligé de céder à

l'autre, le vent le plus fort fait prendre un mouvement circulaire à la partie de l'air sûr laquelle il agit ; de-là ces ouragans qui parcourent successivement une grande étendue de pays avant de s'anéantir : leurs momens les plus forts sont ceux où ils commencent & où ils finissent ; néanmoins ces ouragans, qui suivent l'impression du vent principal, ne sont pas aussi dangereux, sur-tout pour les Navigateurs, que ceux qui sont produits par des vents qui soufflent en même tems de tous les points de l'horizon.

Lorsque ces vents contraires arrivent ensemble dans le même endroit, il résulte, de la contrariété de leurs mouvemens, des tourbillons & des tournoiemens auxquels les vaisseaux ne peuvent résister ; mais, si quelques-uns de ces vents trouvent en opposition d'autres vents qui contre-balancent de loin leur action, ils tourneront autour d'un grand espace dans lequel régnera une tranquillité profonde, & c'est ce qui forme ces calmes qu'on trouve souvent en mer, & dont il est parfois difficile de sortir ; il y a néanmoins apparence que la seule contrariété des vents ne pourroit pas produire cet effet sans la forme des côtes & la figure des inégalités du fond de la mer ; mais que les courans aériens,

étant dirigés par les unes & les autres , ils viennent aboutir dans ces endroits , où , par leurs directions opposées & contraires , ils produisent alternativement des tempêtes & des calmes. On rencontre souvent ces vents orageux sur la côte d'Afrique , entre le 4^e. & le 8^e. degré de latitude septentrionale ; ils soufflent de tous les points de l'horizon , tantôt sans interruption , tantôt par bouffées , avec des intervalles de calme entre chaque bouffée ; ils sont si irréguliers , qu'il arrive quelquefois que quatre ou cinq vaisseaux , voguant de compagnie & près les uns des autres , ont chacun leur vent particulier différent des autres.

Il y a des ouragans qui ne sont que locaux ; ils doivent , à ce qu'il paroît , leur origine à une grande raréfaction des vapeurs & des exhalaisons répandues dans l'air , lesquelles , venant à rencontrer un air plus dense ou des montagnes qui les forcent à se replier sur elles-mêmes , sont déterminées par-là à se mouvoir circulairement ou en tourbillon.

Le Cap de Bonne-Espérance est fameux par ses tempêtes & par le nuage singulier qui les produit ; ce nuage , que sa figure a fait nommer *œil de bœuf* , est opposé au soleil , & éloigné de cet astre d'environ 80 à 90 degrés ; il ne paroît d'abord que comme une petite

tache ronde , ayant les mêmes couleurs que celles de l'arc-en-ciel , mais plus vives : du reste , il est environné de nuées épaisses & obscures. Les premiers Navigateurs qui ont approché de ce Cap ne connoissoient pas les funestes effets de ces nuages , qui paroissent se former lentement & sans aucun mouvement sensible dans l'air , & qui , tout-à-coup , produisent la tempête & causent un violent orage qui peut submerger les vaisseaux , sur-tout si les voiles sont déployées. Plusieurs Voyageurs ont parlé de ce nuage qu'on voit au Cap de Bonne-Espérance , sur les montagnes de la Table , ou du Diable , ou du Vent ; mais *Kolbe* paroît être celui qui l'a examiné avec le plus d'attention ; on peut voir ce qu'il en dit , tom. I , pag. 224 & suiv.

Dans la terre de Natal , il se forme aussi un petit nuage semblable au précédent ; & , de ce nuage , il sort un vent furieux qui produit les mêmes effets. Ces especes de tempêtes sont fréquentes dans la mer qui est entre l'Amérique & l'Afrique , sur-tout vers l'équateur. Proche la côte de Guinée , on éprouve quelquefois trois ou quatre de ces orages en un seul jour ; ils sont causés & annoncés par de petites nuées noires ; le reste du ciel est ordinairement serein & la mer calme ; le premier

coup de vent qui sort de ces nuages est si violent qu'il précipiteroit les navires dans le fond de la mer , si l'on n'avoit pas l'attention de plier les voiles. La saison de ces tempêtes , sur la mer de Guinée , est principalement celle des mois d'Avril , Mai & Juin , parce qu'aucun vent réglé n'y regne pendant ce tems-là ; & plus bas , en descendant à Loango , sur la mer qui baigne les côtes de ce Royaume, on éprouve de semblables orages pendant les mois de Janvier , Février , Mars & Avril. Au cap de Guardafu , de l'autre côté de l'Afrique , il s'éleve de ces especes de tempêtes au mois de Mai , & les nuages d'où sortent les vents quiles produisent , sont ordinairement au nord , ainsi que ceux du Cap de Bonne-Espérance.

Il y a des mers qui sont plus sujettes que d'autres aux orages & aux tempêtes ; l'Océan atlantique , par exemple , est plus orageux que le grand Océan , qu'on appelle *Mer pacifique* , à cause de sa grande tranquillité , qui est remarquable entre les tropiques & jusqu'au quart environ des zones tempérées ; on éprouve souvent des tempêtes sur la Mer noire , dans l'Archipel de Grèce , entre les côtes du Tonquin , de la Chine & du Japon ; les vents qui les produisent soufflent en même tems de tous les côtés ; ils forment des nuages en différentes

directions qui se croisent, rien ne peut leur résister; & , si l'on en croit quelques Voyageurs, des vaisseaux Chinois, battus par ces vents, sur la mer de la Chine, ont été emportés jusqu'à un quart de mille dans les terres. Les tempêtes ne sont pas moins à craindre dans les Mers australes; *Schouten* en fit la triste expérience entre le 34^e. & le 40^e. degré de latitude sud: toutes les voiles qui se trouverent déployées furent aussitôt mises en pièces, & son vaisseau éprouva de violentes secousses. Son équipage, qui avoit beaucoup souffert pendant la tempête, fut de plus attaqué d'une espèce de contagion qui entraîna plus de quarante hommes dans l'espace de deux jours; ils entroient dans des transports qui ressembloient beaucoup à ceux de la rage; ils avoient tous les symptômes de la peste: la fureur qui s'emparoit d'une partie des malades, les portoit jusqu'à vouloir se tuer eux-mêmes, d'autres se jetoient à la mer lorsqu'ils pouvoient s'échapper.

Quelquefois, après de grandes sécheresses, il s'éleve, sur la terre, des vents contraires, qui impriment à l'air un mouvement de tourbillon très violent; ce tourbillon dévaste les campagnes, arrache les arbres, renverse les bâtimens rustiques & endommage aussi les édifices les plus

plus

plus solides. La plupart de ces vents paroissent avoir une direction oblique de haut en bas, & ne sont ordinairement qu'une agitation de l'air comprimé entre deux nuages, & qui s'en échappe par sa force expansive.

L'Abissinie est sujette à un vent terrible, qu'on appelle *serpent*, parce que le tourbillon qui l'excite a la forme d'un reptile; c'est un ouragan qui renverse les chênes, les maisons, les rochers, qui brise les mâts des vaisseaux, & les enleve, dit-on, dans les airs avec une prodigieuse impétuosité.

Les nouvelles de Stockholm, du mois de Novembre 1775, font mention d'un ouragan qui s'est fait sentir du côté de Wenesberg, dans la longueur d'un demi-mille, sur une largeur peu considérable. On l'a vu, dans son cours rapide, enlever les eaux d'un ruisseau & les lancer ensuite en torrens de glaces. Les arbres d'un bois touffu furent courbés & redressés au même moment; les toits de plusieurs maisons furent emportés; des chariots & des animaux furent jetés à plus de cent pas de distance: & ces ravages furent l'ouvrage de quelques minutes.

Bellarmin, dans son Ouvrage de *Ascensu mentis in deum*, dit avoir vu une fosse énorme creusée par le vent, & toute la terre de cette

fossé emportée sur un Village ; en sorte que l'endroit d'où la terre avoit été enlevée, paroissoit un trou épouvantable , & que le Village fut entièrement enfoui sous cette terre transportée. On peut voir , dans l'Histoire de l'Académie royale des Sciences & dans les Transactions philosophiques , les détails des effets prodigieux de plusieurs ouragans éprouvés sur terre , où ces phénomènes sont plus fréquens que sur la mer.

Il y a des vents qui prennent naissance dans les entrailles de la terre , qui sortent du sein de certains antres ou de certaines grottes ; ce phénomène est remarquable en Angleterre , en Suisse , dans le royaume de Naples , en Allemagne , en Pologne auprès de Cracovie , & dans plusieurs autres lieux , où l'on trouve des cavernes & des souterrains de différente grandeur , dont la bouche exhale , ou persévèrement ou très-fréquemment , un souffle plus ou moins sensible , plus ou moins violent. Les montagnes du Tibet , vers les sources du Gange , ont plusieurs crevasses , d'où sortent des vents impétueux , accompagnés de bruits horribles. Dans les terres les plus septentrionales , il y a quelques montagnes au pied desquelles se trouvent des antres , d'où il sort des vents si violens , que , si l'on

en croit *Olaus Magnus*, ils suffoquent ceux qui s'en approchent inconsidérément, ou ils leur causent une douleur de tête & un étonnement qui leur plusieurs jours. On trouve, en Italie, une montagne, dont les crevasses donnent issue à des vents si forts, que les habitans de la Ville de Cési, qui est bâtie sur la croupe de cette montagne, ont imaginé de pratiquer des canaux à vents, qui servent, dans les appartemens & dans les celliers, à rafraîchir l'eau, le vin & les fruits de toute espece : dans les maisons principales, les Ventilateurs sont faits avec beaucoup d'art & garnis de pistons, de maniere qu'on ne laisse pénétrer que la quantité d'air que l'on désire. Ces vents ne soufflent qu'en été, depuis huit heures du matin jusqu'à quatre heures du soir ; ils cessent ensuite peu-à-peu, en sorte que, pendant la nuit, leur existence n'est pas sensible ; leur force est proportionnée à celle de la chaleur ; &, bien loin d'être dangereux, ils contribuent évidemment à la santé & à la longue vie de ceux qui sont à portée de ressentir leur influence. Ces vents souterrains ne paroissent pas devoir leur origine à l'air que le froid de la nuit condense dans l'intérieur de la montagne de Cési, & que la chaleur du jour raréfie & fait sortir par les fentes & les ou-

vertures de la même montagne. On observe ; au contraire que , pendant l'hiver , l'air extérieur se porte par les orifices des canaux à vent , & se dirige du côté de la montagne d'où les vents soufflent en été ; sans doute , parce qu'en hiver , l'air extérieur , plus dense que celui de la montagne , parvient à vaincre la résistance que ce dernier lui oppose.

Les vents souterrains se font sentir quelquefois à travers les eaux répandues sur la surface du globe. On voit plusieurs plages maritimes , dans un tems calme , s'enfler prodigieusement par le moyen de ces vents , qui excitent alors de furieuses tempêtes. Les Mariniers Hollandois & quantité d'autres assurent qu'il en arrive ainsi entre Malaca & le Japon , ce qui rend la navigation fort dangereuse dans cette région. On prétend que le même phénomène se fait remarquer dans le lac Legnio , le lac Vetter , ainsi que dans celui de Genève. On voit , dit-on , en Bohême , dans les campagnes de Boleflas , un lac où il y a des trous dont on n'a pu trouver la profondeur ; il en sort des vents violens qui parcourent toute la Bohême , & qui , pendant l'hiver , élèvent souvent en l'air des morceaux de glace pesant plus de 100 livres.

On trouve , en Canada , le lac supérieur

qui est sujet à une tempête bien singulière ; elle est annoncée, deux jours d'avance, par un frémissement qu'on apperçoit sensiblement sur la surface de l'eau & qui dure tout le jour, sans une augmentation apparente ; le lendemain, d'assez grosses vagues couvrent le lac ; & , le troisième jour, l'agitation des flots devient furieuse : le vent du nord, qui souffle alors avec violence, brise ces flots & rend la navigation très-périlleuse.

Des vents dangereux & souvent mortels soufflent quelquefois en été dans l'Arabie Pétrée & dans l'Irac-Arabi, le long du golfe Persique. Les Voyageurs nous apprennent à quels signes on reconnoît ces vents, & comment il est possible de se garantir de leurs terribles effets. Après une nuit fraîche, lorsque le soleil s'est levé avec les apparences du plus beau jour, il arrive que le spectacle de la Nature change tout d'un coup ; l'air s'agite & le ciel paroît tout en feu ; c'est un signe certain que le vent funeste, auquel les habitans donnent le nom de *famyel*, est au moment d'agir. Alors les Voyageurs se couchent promptement la face contre la poussière, tenant à la main la bride de leurs chevaux, qui, par un instinct naturel, baissent la tête entre leurs jambes jusqu'à terre ; un moment après, un sifflement, semblable au

bruit d'un feu qui pétille , se fait entendre ; il est suivi d'un vent d'est qui dure environ un quart-d'heure , après quoi l'air se calme & le ciel reprend sa première sérénité. Ce vent singulier tue sur le champ ceux qui sont exposés à son action , qu'on ne peut mieux comparer qu'à celle d'un tourbillon d'exhalaisons enflammées. Ce vent funeste ne regne que depuis le 15 de Juin jusqu'au 15 d'Août , & s'annonce toujours de la même manière. Les membres des hommes & des animaux qu'il suffoque , se détachent , dit-on , au moment qu'on les touche ; ce qui fait croire que ce vent pestiférentiel produit une gangrène subite dans ceux auxquels il donne la mort.

Un vent chargé de brouillards très-épais & cependant très-sec , fort incommode & très-salubre en même-tems , est un de ces phénomènes fait pour mériter l'attention des Physiciens & piquer la curiosité de tout le monde. Ce vent , si extraordinaire , est particulier à la côte de Guinée. Les Fautis , habitans de la côte d'Or , l'appellent *harmatan* ; il commence à souffler entre l'est & le nord-est , vers la fin de Décembre & les premiers jours de Février , sans que jamais il arrive plus tôt ni plus tard. Sa durée ordinaire est de deux ou trois jours ; il se fait sentir quelquefois pendant

cinq ou six ; & rarement on le voit régner une quinzaine entière ; sa force est modérée , & il revient communément à trois ou quatre reprises chaque année.

L'harmatan est toujours accompagné d'un brouillard épais , qui empêche qu'on ne distingue les objets les plus proches. Le soleil , qui demeure caché la plus grande partie du jour , ne perce que pendant quelques heures de l'après-midi ; il est alors d'un rouge pâle , & l'on peut en soutenir la vue sans en être incommodé ; cependant ce vent est d'une sécheresse extrême. Aussi long-tems qu'il regne , il n'y a pas la moindre apparence d'humidité dans l'atmosphère ; les végétaux de toute espèce souffrent beaucoup ; toutes les plantes délicates , & la plupart de celles qu'on cultive dans les jardins , périssent ; le gazon devient aussi sec que du chaume ; les arbres , qui conservent leur verdure toute l'année , se ressentent aussi de la pernicieuse influence de l'harmatan. Les citronniers , les limonniers & les orangers languissent ; leurs feuilles sont flétries , pendantes , & à la fin tellement desséchées , quand le vent continue dix ou douze jours , qu'elles se réduisent en poussière entre les doigts ; & , le fruit de ces arbres prend une fausse apparence de maturité , avant qu'il

ait acquis la moitié de sa grosseur ordinaire. Les Naturels du pays profitent de cette grande sécheresse pour mettre le feu à l'herbe haute & aux broussailles qui couvrent le campagne ; la flamme vole si rapidement , que les Voyageurs , qui se trouvent sous le vent , courent le plus grand danger ; le seul parti qu'ils aient à prendre , & qu'ils prennent en effet , c'est de mettre eux-mêmes le feu aux végétaux desséchés qui se trouvent sous leurs pas , & de suivre la trace de ce nouvel embrasement.

Ce ne sont pas-là les seuls effets de cette sécheresse extraordinaire. Des livres , mêlés parmi des hardes , dans une malle bien fermée , se sont trouvés avoir les couvertures desséchées , comme s'ils avoient été tenus près du feu. Les panneaux des portes & des boiseries éclatent ; les placages tombent en pièces ; des parquets de bois sec , bien assemblés , s'écartent & restent dans cet état aussi long-tems que l'harmatan est dans sa force ; lorsque ce vent cesse , ils se rejoignent comme auparavant. Les joints des ponts & du bordage des navires , s'ouvrent au point de donner entrée à des voies d'eau , quoique les planches aient jusqu'à trois pouces d'épaisseur ; on est obligé de rebattre fréquemment les tonneaux cerclés en fer ; & , quant aux barriques de rum ou d'eau-de-vie ,

il faut les tenir sans cesse mouillées, autrement les cercles de bois s'en sépareroient.

Ce prodigieux dessèchement ne se manifeste pas moins sur les parties du corps exposées à l'air. Les yeux, les narines, les levres & le palais, en sont fort incommodés; on éprouve à tous momens le besoin de boire, le nez devient douloureux, les levres se gercent; &, quoique la chaleur de l'air soit assez vive, on éprouve, sur toute la peau, la sensation d'un froid assez piquant; l'épiderme s'exfolie sur les mains & sur le visage, & quelquefois sur toutes les autres parties du corps.

Qui croiroit maintenant qu'un vent si meurtrier pour les végétaux, si incommode pour les corps animés, est extrêmement favorable à la santé? Cependant, quand il commence à régner, les dyssenteries & les fièvres intermittentes cessent pour l'ordinaire; les malades, qui sont dans un épuisement désespéré, guérissent & recouvrent leurs forces; les épidémies s'arrêtent; & ceux qui se trouvent atteints de la petite vérole, sont presque assurés d'un prompt rétablissement; l'inoculation devient même alors difficile à pratiquer. En un mot, l'Pharmatan est le meilleur Médecin que puissent avoir les habitans de la contrée sur laquelle il exerce son empire.

Nous devons ces détails à M. *Mathieu d'Obson*, de la Société royale de Londres, qui les tient de M. *Norris*, Observateur très-éclairé, qui a souvent visité les côtes d'Afrique. Son Mémoire sur l'armatan a été traduit de l'anglois, par M. *Guyot*, de l'Académie de Bordeaux.

Les vents enlèvent, dans certains pays, des nuages de sable, capables de couvrir des armées entières, comme il arriva à celle que *Cambyse* avoit un jour envoyée vers un endroit consacré à *Jupiter-Ammon*. Il s'éleve souvent sur la mer rouge, en été, & sur les terres de l'Arabie & de l'Ethiopie, des vents qui transportent une si grande quantité de sable, que bien des gens prétendent que cette mer se trouvera comblée avec le tems, par l'entassement successif des sables qui y tombent. Les Voyageurs, qui traversent les plaines brûlantes & sablonneuses de l'Afrique, sont souvent exposés à périr sous des montagnes mouvantes, qu'un tourbillon de vent élève & détruit tout-à-coup. A la Vera-Cruz, en Amérique, lorsque le vent du nord souffle, les maisons de la Ville sont presque enterrées sous le sable que ce vent y transporte. Dans la Scanie, lorsque les sables sont en prise à des vents violens, ils paroissent sous la forme d'une mer sablonneuse

en courroux , ce qui souvent égare les Voyageurs , qui ne peuvent découvrir le chemin qu'ils doivent tenir. Il y a , en Basse-Bretagne , auprès de Saint-Pol-de-Léon , & très-proche de la mer , une contrée qui étoit habitée avant l'an 1666 , & qui est maintenant couverte d'environ 20 pieds de sable. Dans le pays submergé , on apperçoit encore quelques flèches de clochers , & quelques cheminées qui percent cette mer de sable ; l'endroit qui fournit tout ce sable , est une plage qui s'étend depuis Saint-Pol jusques vers Plouescat ; & la disposition des lieux est telle qu'il n'y a que les vents d'est & de nord-est qui puissent transporter ce sable dans les terres.

L'histoire particulière des vents , considérée relativement à leur regne & à leur action en chaque contrée isolée , seroit susceptible de détails infinis ; car elle est assez passablement connue par les observations de plusieurs Physiciens qui ont voyagé ou qui se sont appliqués dans leur pays , pendant nombre d'années , à la considération de ces météores aériens. Ceux de nos Lecteurs que ces détails pourroient intéresser , voudront bien consulter le Cours de Physique-Mathématique de *Muschbroek* , ainsi que la carte de la variation de la boussole & du vent , dressée en 1765 ;

par M. *Bellin*, Ingénieur de la Marine ; c'est dans l'ouvrage du célèbre Physicien Hollandois que nous avons puisé la plupart des observations qui ont trait à l'histoire des vents.

On fait en général que les vents viennent immédiatement d'un défaut d'équilibre dans l'air, parce que toutes les fois que certaines portions de l'atmosphère deviennent plus chargées, plus denses, plus élevées ou plus pressées que les autres, étant alors plus pesantes, elles doivent s'échapper, s'écouler par où il y a moins de résistance, & pousser devant elles les autres parties qui sont plus foibles. Mais, d'où vient ce défaut d'équilibre ? qu'est-ce qui peut occasioner les premiers mouvemens dans l'atmosphère ? On n'a sur cela que des conjectures probables.

Les Physiciens, qui se sont attachés à l'étude des vents, leur assignent plusieurs causes différentes ; celles qui se présentent le plus naturellement à l'esprit sont :

1^o. L'action du soleil. Il est évident que l'air étant un fluide susceptible d'être raréfié par le chaud & condensé par le froid, il ne peut manquer de se dilater dans l'endroit où il est le plus exposé à la chaleur du soleil, & de se condenser, au contraire, dans l'endroit où il éprouve la moindre chaleur ; &

par conséquent l'action du soleil doit exciter dans l'air des mouvemens & des courans vers différens côtés, suivant les différens points de l'atmosphère, que les mouvemens annuel & diurne de la terre exposent successivement à ses rayons.

2°. La direction des côtes & des chaînes de montagnes, & les ouvertures de leurs gorges ; les vagues de la mer & des fleuves ; le flux & reflux de l'Océan qui entraînent l'air & le poussent en avant ; les fleuves qui roulent leurs eaux avec impétuosité & qui produisent des vagues, doivent contribuer beaucoup à la formation des vents. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'on sent très-souvent un vent frais sur les bords des rivières, de même que sur les rivages de la mer.

3°. Les vapeurs & les exhalaisons qui s'élevent de la terre & des eaux, peuvent, par leur mouvement d'ascension, ainsi que par leur raréfaction, agiter l'air qui les reçoit & conséquemment produire du vent. *Verulam*, ayant ouvert les fenêtres d'une tour ronde, au milieu de laquelle il plaça un chaudron plein d'eau chaude, suspendit au plancher, à des fils, des petites plumes qui furent poussées en dehors par les vapeurs qui montoient, ce qui démontre que les vapeurs qui s'élevent de la mer

& des lacs , peuvent produire des vents plus ou moins violens.

4°. On peut mettre , au nombre des causes qui font naître ou qui augmentent le vent , l'abaissement des nuages , leur jonction & les grosses pluies. En effet une nuée est souvent prête à fondre par un tems calme , lorsqu'il s'éleve tout-à-coup un vent très-impétueux ; la nuée presse l'air qui se trouve entr'elle & la terre , & l'oblige à refluer promptement : de même , lorsque les nuages interceptent les rayons du soleil , l'air qui se trouve au-dessus & à côté de ces nuages , étant plus échauffé , plus raréfié ou plus dilaté que n'est celui qui se trouve au-dessous , doit se porter avec impétuosité vers cet air inférieur & produire du vent ; mais , pendant la nuit , la masse d'air qui répond à un nuage & qui est plus dense , venant à se porter dans l'air qui l'avoisine & qui est plus rare , il en résulte un vent contraire à celui qui s'est fait sentir pendant le jour.

5°. La fonte des neiges & des glaces peut aussi produire des vents , ainsi qu'*Hippocrate* l'a observé , & que *Mariotte* & *Hoffman* l'ont confirmé depuis. Ce dernier Observateur a remarqué que les fontes de neiges , qui ont lieu en Avril & en Mai , sur les montagnes de

la Moravie , de la Bohême & de la Misnie , donnent naissance à des vents très-nuisibles aux jardins & aux prairies ; l'air , qui se trouve dans le voisinage de ces neiges , se dilatant par la même cause qui les fait fondre , les vapeurs qui s'exhalent en abondance de la neige fondue , produisent ces vents humides & froids si contraires aux plantes.

6°. Il est vraisemblable que l'électricité est une des causes productrices des vents. En effet , si deux nuées très-électriques s'approchent l'une de l'autre , elles se repousseront mutuellement , & donneront lieu à deux courans d'air opposés dans leurs directions ; de même , si un nuage puissamment chargé d'électricité en rencontre un autre qui ait moins de ce fluide ou qui en soit totalement dépourvu , ces deux nuages se porteront l'un vers l'autre , & la masse d'air comprise entr'eux deux sera agitée avec plus ou moins de violence , ce qui dépendra du degré de compression qu'elle éprouvera alors. L'inflammation des météores , les tremblemens de terre , les feux souterrains , doivent aussi occasioner des agitations considérables dans l'atmosphère.

7°. M. l'Abbé *Nollet* croit entrevoir encore l'origine de certains vents dans la grande quantité d'air qui se dégage des mixtes , en

certain lieux & en certaines saisons , comme aussi dans l'absorption du même fluide qui a lieu particulièrement dans le printems ; il explique , par ce moyen , la cause du vent qui souffle ordinairement en automne & au printems. En automne , dit-il , s'il fait un vent humide & chaud qui procure une prompte & abondante putréfaction des plantes & des feuilles qui sont tombées des arbres , l'atmosphère doit s'enfler au-dessus des endroits où ces effets arrivent ; elle doit refluer sur les parties voisines , celles-ci sur d'autres , & peut-être assez sensiblement pour faire ce qu'on nomme du vent. Dans le printems , au contraire , où la nature travaille le plus à toutes ses productions , il doit s'absorber beaucoup d'air , & il peut se trouver telle circonstance où l'équilibre de l'atmosphère en pourroit être altéré. Au reste , M. l'Abbé *Nollet* ne donne cela que comme une conjecture qui n'est pas fondée en preuves solides.

8°. En admettant le système de l'attraction Newtonienne , le soleil doit agir sur l'air en l'attirant ; & la lune , quoique d'une beaucoup moindre masse , doit encore agir bien plus puissamment à raison de sa plus grande proximité. Pénétré de cette vérité , M. d'*Alembert* a tâché de déterminer le mouvement de
l'air

l'air en vertu de l'action de ces deux astres , conformément à la théorie de *Newton* , sur le flux & le reflux de la mer , mouvement par lequel ses eaux s'élevent vers ses bords & s'en retirent successivement. Dans une savante Dissertation , imprimée en 1747 , cet habile Géomètre examine l'effet que peut produire , sur l'atmosphère , l'action du soleil & de la lune , considérés uniquement comme corps attirans , en raison directe de leur masse & inverse du quarré de leur distance.

Il détermine la direction & la vitesse du vent pour chaque endroit , comme la vitesse du vent sous l'équateur , sous un parallèle & sous un méridien quelconque , en supposant que le vent souffle dans une chaîne de montagnes parallèles.

Voilà à peu-près toutes les causes générales des vents que l'on peut assigner ; mais combien de causes particulières qu'on ne connoît pas , & qui doivent modifier l'effet des premières. Il paroît que la plus puissante de toutes ces causes , est la chaleur du soleil , qui produit successivement une raréfaction considérable dans les différentes parties de l'atmosphère ; & qui , par cela même , peut aussi produire le vent qui souffle constamment de l'est à l'ouest , entre les deux tropiques & dans leur voisinage. En

effet , supposons que le soleil soit à l'équateur , la partie de l'atmosphère qui lui répond , & sur laquelle il darde ses rayons , sera extrêmement échauffée & raréfiée : elle s'étendra & surpassera en hauteur les autres parties adjacentes ; mais comme elle ne pourra être soutenue , elle s'épanchera en tout sens & viendra augmenter le poids des colonnes d'air ambiantes : celles-ci , plus denses que la masse dilatée , & de plus surchargées de la portion d'air qui se fera répandue sur elles , se porteront dans la masse d'air échauffée , & produiront une agitation d'autant plus sensible , que la raréfaction de cette masse d'air sera plus grande en même tems qu'elle sera augmentée par celle de l'eau , que la chaleur du soleil aura exaltée & réduite en vapeurs.

L'effet doit être le même dans tous les endroits où le soleil est au zénith ; & , par conséquent le courant d'air doit suivre le soleil & former un vent constant & général d'orient en occident.

On conçoit effectivement que la colonne d'air , raréfiée par la chaleur du soleil , & en outre surchargée des vapeurs qui s'élevent en abondance de la Méditerranée entre les deux tropiques , doit faire effort pour se mouvoir non-seulement de l'orient vers l'occident , mais

même de côté vers l'un & l'autre pôle. Dans le même tems, la terre tournant d'occident en orient, présente un nouvel air au soleil, en sorte qu'il y a une masse d'air d'une certaine étendue, placée devant la colonne du même fluide, qui répond au soleil, dans laquelle masse l'air plus froid sera poussé par derrière d'orient en occident, par un air plus échauffé & qui fait effort pour s'étendre ou se dilater; mais, dans ce même tems, les colonnes d'air plus denses, qui sont situées du côté du nord & du midi, exercent leur action, & voici ce qui doit résulter de cette action simultanée. Dans l'hémisphère septentrional, l'air étant poussé d'orient en occident, à cause de la pression qu'il éprouve par derrière, & du nord vers l'équateur, par les colonnes collatérales qui sont plus au nord, il composera son mouvement de ces deux directions, & produira un vent de nord-est. De même, la masse d'air qui est dans l'hémisphère austral, étant poussée par derrière d'orient en occident, & en même tems du midi à l'équateur, par les colonnes collatérales qui sont plus au sud; son mouvement participera de ces deux directions, & produira un vent de sud-est.

Ces deux vents nord-est & sud-est, se rencontrant dans le plan de l'équateur, produi-

ront un autre vent qui sera véritablement un vent d'est.

On ne fait point au juste de combien la partie de l'atmosphère, qui répond directement au soleil, & qui est raréfiée par l'action de ses rayons, s'étend & s'élève; mais des observations, faites entre les tropiques, ont appris qu'auprès de la surface de la terre, la densité de l'air dilaté par la chaleur du jour, est à celle du même air condensé par la fraîcheur de la nuit comme 8 à 9, par conséquent l'atmosphère doit être beaucoup plus haute pendant le jour que pendant la nuit. L'expérience a également appris que la vapeur de l'eau bouillante occupe un espace 13 à 14000 fois plus grand; à la vérité, comme la chaleur du soleil ne fait pas bouillir l'eau, les vapeurs qui s'élèvent de la mer ne peuvent pas occuper un si grand espace; mais en supposant que ces vapeurs prennent un volume 6000 fois plus grand que celui qu'elles ont dans la mer, & que la chaleur du soleil élève en vapeur deux pouces d'eau sous l'équateur, cette eau occupera un espace 6000 plus grand, ce qui augmentera la hauteur de la colonne d'air qui répond au soleil; ainsi cet air se répandra latéralement & de tous les côtés sur les colonnes voisines, qui en deviendront plus pe-

fantes , en forte que les parties inférieures de ces colonnes collatérales se porteront avec plus de violence vers l'air du milieu qui a moins de densité , & qui oppose moins de résistance ; ce qui peut , sinon produire le vent d'orient , mais du moins être une des causes qui concourent à ce mouvement de l'air.

En admettant que la force d'attraction du soleil & celle de la lune produisent dans l'air un mouvement semblable à celui du flux & du reflux dans la mer , il faut convenir que ce mouvement est insensible en comparaison des agitations de l'air , qui sont produites par la raréfaction & celle des vapeurs. Pour peu qu'on y réfléchisse , on verra , dit M. de *Buffon* , que ce mouvement n'est guere plus considérable que celui du flux & du reflux des eaux de la mer ; car , la distance à la lune étant supposée la même , une mer d'eau ou d'air , ou de telle autre matiere fluide qu'on voudra imaginer , aura à peu-près le même mouvement , parce que la force qui produit ce mouvement pénètre la matiere & est proportionnelle à sa quantité ; ainsi une mer d'eau , d'air ou de vis-argent s'éléveroit à peu-près à la même hauteur , par l'action du soleil & de la lune , & dès-lors on voit que le mouvement que l'attraction des astres peut causer dans l'atmos

phère n'est pas assez considérable pour produire une grande agitation, &, quoiqu'elle doive causer un mouvement de l'air d'orient en occident, ce mouvement est tout-à-fait insensible, en comparaison de celui que la chaleur du soleil doit produire en raréfiant l'air (1).

Quelques Auteurs ont donné, pour cause du vent d'orient, le mouvement de la terre sur son axe, sans faire attention, 1°. que ce vent a beaucoup moins de vitesse que la surface de la terre entre les tropiques. En effet, ce vent ne parcourt qu'environ 10 pieds par seconde, tandis qu'un corps situé sous l'équateur en parcourt 1423 dans le même tems; 2°. que l'atmosphère ne peut avoir d'autre mouvement que celui de la rotation de la terre, & que, tout tournant ensemble & à la fois, ce mouvement de rotation est aussi insensible dans l'atmosphère qu'il l'est à la surface du globe; 3°. que le vent d'est devrait régner sur le sommet de toutes les montagnes, ce qui ne s'accorde point avec les observations; 4°. qu'entre les tropiques, le vent d'orient souffleroit continuellement sur la mer, en sorte qu'il n'y auroit aucune plage maritime dans laquelle ce vent ne régneroit pendant toute l'année: cependant il n'en arrive pas ainsi.

(1) Histoire Naturelle, tom. II. pag. 25.

L'opinion de ceux qui font dépendre ce vent de l'action de la lune, n'est pas mieux fondée, car ce vent fuit le mouvement du soleil & non celui de la lune; autrement il changeroit entre les tropiques à chaque mois lunaire, & ne feroit pas le même lorsque la lune est en deçà ou au-delà de l'équateur.

Le Docteur *Lisser*, dans les Transactions Philosophiques, s'est permis d'avancer, contre toute vraisemblance, que le vent d'est général, est produit par la respiration d'une plante, qu'on appelle *lentille de mer*, qui est très-abondante entre les tropiques, & que la différence des vents, sur la terre, ne vient que de la différente disposition des arbres & des forêts; il prétend, qu'à l'heure de midi le vent est plus fort, parce que les plantes ont plus chaud, & respirent l'air plus souvent, & qu'il souffle de l'orient vers l'occident, parce que toutes les plantes font un peu le tourne-sol, & respirent toujours du côté du soleil.

La principale cause du vent d'orient est, comme nous croyons l'avoir prouvé, la chaleur du soleil; &, en général, tout ce qui occasionnera dans l'air une raréfaction ou une condensation considérable, produira des courans aériens, dont les directions seront toujours directes ou opposées aux lieux où sera

la plus grande raréfaction ou la plus grande condensation.

Le mouvement du soleil étant sensiblement uniforme, & cet astre exhaussant l'air d'une manière régulière, le vent d'orient doit souffler avec uniformité; mais ce vent ne peut guère se faire sentir que dans les endroits où il ne peut être altéré, ni par des montagnes, ni par des forêts, ni par d'autres obstacles qui se trouvent sur le continent; on ne doit donc ordinairement rencontrer les vents d'est que dans les endroits de la mer un peu éloignés des côtes; aussi on ne commence à les sentir qu'à environ 100 lieues de distance des côtes de l'Amérique. Il y a plus, ce vent ne doit régner sur le continent que très-rarement; car le soleil, par sa chaleur, élève, de la surface de la mer, des vapeurs, qui, en augmentant la hauteur de l'atmosphère, concourent à la production de ce vent, comme nous l'avons déjà remarqué; ce qui n'a pas lieu pour les contrées de la terre-ferme, qui se trouvent entre les tropiques.

Les vents anniverfaires ou mouffons, & ceux que nous avons appelés *éthéfiens*, dépendent de plusieurs causes différentes, comme la situation des montagnes, les exhalaisons qui s'en échappent en certains tems périodiques, la

fonte des neiges , la raréfaction locale , occasionnée par la chaleur , ou la condensation d'une partie de l'atmosphère , dépendante du refroidissement ; le passage alternatif du soleil d'un côté à l'autre de la ligne , est vraisemblablement la cause de ces vents qui soufflent pendant six mois dans une direction , & six mois ensuite dans une autre.

L'origine des vents de terre & de ceux de mer peut se déduire de la cause que nous avons assignée pour les vents généraux.

Le soleil se levant vers les six heures du matin entre les tropiques , le terrain & l'air qui lui répond sont fort échauffés deux ou trois heures après le lever de cet astre ; ainsi , cette masse d'air doit être plus raréfiée que celle qui repose sur la surface de la mer ; en sorte que cet air dilaté , s'élevant au-delà des limites de l'atmosphère , doit s'épancher latéralement & augmenter la hauteur & le poids des colonnes aériennes qui couvrent la surface de la mer ; la partie inférieure de ces colonnes doit par conséquent se porter vers la terre , dans la masse d'air qui est moins dense ou plus raréfiée , & produire un vent de mer tant que l'air qui répond à la surface de la terre sera plus raréfié que celui qui repose sur la mer ; mais l'air qui couvre la terre n'est jamais plus chaud , & con-

féquemment plus raréfié que depuis midi jufqu'à trois heures , & dans ce tems-là il s'éleve auffi une plus grande quantité de vapeurs de la mer ; ainfi les vents de mer doivent être plus forts , plus impétueux , depuis midi jufqu'à trois heures , que pendant les autres heures du jour. La chaleur de l'air , qui répond à la terre , diminue vers le coucher du foleil ; les vapeurs s'élevent auffi en moindre quantité de la mer , & les vents foufflent avec moins de violence vers la terre. Après le coucher du foleil , la chaleur fe met en équilibre dans la partie de l'atmosphère qui couvre la terre & la mer , & le vent ne fe fait plus sentir.

Cependant la terre & l'eau de la mer conservent une partie de la chaleur qu'elles ont reçue du foleil pendant le jour. Cette chaleur éleve des vapeurs ; mais la mer en fournit davantage que la terre. Cet excès de vapeurs chaudes , qui s'exhalent de la mer , fait que l'air qui lui répond , & dans lequel elles fe répandent , s'échauffe & fe dilate davantage que celui qui repose fur le continent ; de-là une partie de cet air moins raréfié fe précipite dans les colonnes aériennes qui répondent à la mer , & produit un vent de terre. Ajoutez à cela que la masse d'air , qui repose fur la mer , étant confidérablement raréfiée ,

s'éleve à son tour au-dessus des limites de l'atmosphère, & que, refluant sur les colonnes qui répondent à la surface de la terre, elle augmente leur poids & détermine leur partie inférieure à s'étendre principalement vers la mer. Les vents de terre cessent le matin, parce que l'équilibre s'établit entre la chaleur de l'air qui repose sur la mer, & celle de l'air qui répond au continent, de même qu'entre les vapeurs qui s'élevent de part & d'autre. Lorsque la saison est humide, & le ciel couvert de nuages, la terre, la mer, ainsi que l'air qui repose sur l'une & l'autre, n'étant pas inégalement échauffés par les rayons du soleil, les vents de terre & ceux de mer ne doivent pas se faire sentir; ce qui est conforme aux observations.

Quand aux vents libres ou irréguliers, ils dépendent en général de tout ce qui peut occasionner quelque ébranlement dans l'atmosphère, ainsi que de la disposition des lieux où ils se font sentir. La direction originaire d'un vent doit être changée, par exemple, par la rencontre d'une chaîne de montagnes, des côtes de la mer, des grandes nuées opposées, ou d'un autre vent qui souffle dans une direction différente, ainsi que nous l'avons déjà observé.

L'inconstance & la bizarrerie des vents , dans les ouragans , vient de la complication des causes qui les produisent ; 1^o. il doit régner un vent qui amène les nuages ; 2^o. il doit s'en élever d'autres par la chute de quantité de nuages qui s'abaissent par intervalles ; 3^o. enfin , un vent contraire ou le même vent réfléchi peut augmenter & varier le fracas inséparable des ouragans.

Quand des vents impétueux rencontrent , dans leur chemin , des nuées épaisses , celles-ci leur font obstacle , resserrent leur courant , & les font quelquefois venir de haut en bas sur la terre , comme en tournoyant : lorsqu'à ces causes se joignent des vents contraires , alors ces vents violens s'entre-choquent avec un sifflement considérable & deviennent si furieux qu'ils renversent les maisons , déracinent les arbres , fracassent les vaisseaux , comme nous l'avons remarqué plus haut : la rencontre de deux courans d'air , qui se choquent horizontalement avec force , doit faire refluer l'air vers le haut & le bas , comme il arrive dans les courans d'eau qui sont directement opposés ; mais la chute & l'épaisseur des nuées , empêchant l'air de refluer par en haut , toute son impétuosité & sa furie se trouvent dirigées vers la terre.

Plusieurs Physiciens ont tenté de mesurer la vitesse des vents, en leur abandonnant des corps légers, & en examinant l'espace que les vents leur faisoient parcourir dans un tems déterminé, comme quelques secondes; mais, quelque simples que paroissent ces expériences, elles ne peuvent apprendre que la vitesse des vents qui regnent pendant le temps qu'on les fait. Selon *Mariotte*, ceux qui ont assez de force pour déraciner les arbres & les forêts, parcourent 32 pieds en une seconde; mais, par des observations plus exactes, faites par *Lulofs*, il paroît qu'un vent violent, & qui n'est point encore orageux, parcourt 52 pieds en une seconde. Si l'on en croit *Derham*, un vent qui parcouroit 66 pieds d'Angleterre en une seconde, eut assez de force pour briser une statue de pierre de 12 pieds de hauteur, de 5 pieds de largeur sur 2 pieds d'épaisseur. *Kraft* observa, à Pétersbourg, le 24 Mars 1741, un vent qui parcouroit plus de 109 pieds par seconde; une autre fois, il en observa un qui parcouroit 123 pieds dans le même tems.

La force du vent dépend de sa vitesse & de sa masse, c'est-à-dire de la quantité d'air qui se meut & de l'espace qu'il parcourt dans un tems donné. *Muschenbroeck* a trouvé, par expérience, que l'effort d'un vent, qui parcourt 24 pieds

par seconde , est égal à celui d'une masse d'eau qui agiroit sur une surface égale , & qui auroit une vitesse d'un pied par seconde. On trouve , dans la Manœuvre des vaisseaux du célèbre *Bouguer* , une table , dans laquelle ce Géomètre a déterminé , en poids , la force d'un vent qui parcourroit depuis 1 jusqu'à 100 pieds en une seconde.

C'est de la masse & de la vitesse des vents , multipliées l'une par l'autre , que résulte leur action sur les arbres qu'ils déracinent , sur les maisons qu'ils renversent , sur les vaisseaux qu'ils transportent au sein des mers , sur les moulins qu'ils appliquent à différens usages , tels qu'à dessécher les terrains humides & marécageux , qui en deviennent plus propres à l'agriculture , à scier de gros arbres , ainsi que le marbre , à réduire en poudre les bois colorés , dont on se fert pour la teinture , à fouler les draps , à réduire les grains en farines , à tirer de l'huile de différentes semences , à faire du papier avec du vieux linge , &c. ce qui épargne à l'homme des travaux pénibles & des dépenses considérables.

Dans les moulins à vent , quatre ailes , qui font l'office de leviers , présentent obliquement leurs plans à la direction du vent : la force avec laquelle il agit sur ces quatre plans in-

clinés, les oblige à reculer à chaque instant, ce qu'ils ne peuvent faire qu'en tournant, & en faisant tourner l'arbre auxquels ils sont fixés, & qui met en jeu toute la machine.

Les moulins à vent sont construits de manière que leur partie mécanique peut tourner sur un grand pivot vertical & immobile, pour présenter toujours favorablement leurs ailes, à l'impulsion du vent, à mesure que celui-là change de direction.

Les cerfs-volans, qui font partie des amusemens de la jeunesse, & qui sont, entre les mains du Physicien, de vrais conducteurs de la foudre renfermée au sein des nuages; ces especes de chassis, couverts de papier ou d'une étoffe de soie très-légere, s'élevent & se soutiennent dans l'air, à une très-grande hauteur par l'impulsion du vent.

La corde qui retient le cerf-volant est toujours attachée de manière que le plan se présente obliquement à la direction du vent. L'impulsion du courant aérien tend donc toujours à faire monter ce plan incliné, tant qu'il se présente à son action sous un angle convenable.

Nous éprouvons quelquefois de la part du vent, une action assez semblable à celle qui élève le cerf-volant; c'est, lorsqu'en nous promenant, nous présentons obliquement, à son

impulsion, le parasol que nous tenons dans nos mains ; nous sentons que ce parasol tend à s'élever & à nous entraîner au milieu des airs.

Ce n'est pas seulement dans le jeu des moulins à vent que ce météore nous devient utile ; les dommages qu'il cause quelquefois, se trouvent encore contre-balancés par nombre d'avantages qu'il nous procure.

Ce sont les vents qui dissipent les exhalaisons provenant de notre corps, de celui des animaux, des endroits marécageux, &c. en même tems qu'ils chassent l'air qui en est inquiné ou sali, ils amènent, dans le même lieu, un autre air plus pur & plus salubre. *Hippocrate* & plusieurs autres Médecins après lui, ont observé, qu'après un long calme, sur-tout en été, il survient des maladies contagieuses, des fièvres malignes, & quelquefois la peste. Il est vrai que les vents peuvent apporter la contagion dans certains endroits ; mais cela arrive fort rarement, & l'on peut dire en général que les vents renouvellent & purifient l'air.

Ils rafraîchissent ce fluide, & rendent habitables des pays où les hommes ne pourroient vivre sans leur secours ; c'est ce qu'on remarque dans les Indes orientales, en Amérique, en Afrique, sur certaines côtes, dans des
Iles

Isles situées dans la zone torride. L'air de l'Isle de Sainte - Catherine , située sur la côte du Brésil , cause souvent des fièvres & des dyssenteries parmi les équipages des vaisseaux ; ce qu'on attribue aux brouillards épais qui s'élevent d'un sol gras couvert de végétaux de toute espece, qui subsistent toute la nuit & une grande partie de la matinée , & ne se dissipent que quand le soleil a assez de force pour les raréfier , ou qu'un vent de mer les chasse ou les fait disparoître.

Les vents de terre & de mer rafraîchissent l'air , la terre & les eaux. Sur la côte de Coromandel , il regne , depuis le commencement de Mai jusqu'à la fin d'Octobre , une chaleur insupportable ; elle commence à neuf heures du matin & se fait sentir jusqu'à neuf heures du soir ; mais un vent de mer , qui souffle du sud-est , tempere cette chaleur pendant la nuit ; souvent même on jouit de cet agréable rafraîchissement dès les trois heures après midi ; l'air est moins chaud le reste de l'année , & les pluies sont fréquentes dans les mois de Novembre & de Décembre. La chaleur , qui devoit être excessive à Batavia , y est tempérée par un vent de mer qui s'éleve tous les jours à dix heures & qui souffle jusqu'à quatre ; les nuits sont encore rafraîchies par des vents

de terre, qui tombent au lever du soleil. En Europe même, quantité de Moissonneurs périroient, pendant les ardeurs de l'été, s'ils n'étoient rafraîchis par le vent; car, lorsque l'air est calme, & qu'il ne regne aucun vent, on remarque que la chaleur immodérée du jour est quelquefois suffoquante.

Les vents transmettent aussi la chaleur d'un pays à un autre, ainsi que nous l'avons déjà observé; & ce n'est certainement pas un des moindres services qu'ils rendent à la société.

Ce sont les vents qui transportent les nuages destinés à fertiliser les différentes parties de la terre, & qui les dissipent pour faire succéder le calme à l'orage; sans eux les vapeurs de la mer ne tomberoient que dans des lieux maritimes, dans le voisinage des fleuves, des lacs, des rivières, &c. & y causeroient un déluge perpétuel, pendant qu'elles laisseroient arides les autres contrées.

Les vents transportent aussi, dans différentes régions, les exhalaisons de la terre, & par ce moyen purifient l'air, & empêchent que les différens principes, nécessaires à la végétation des plantes, ne séjournent dans un seul endroit.

Ils agitent les eaux de l'Océan, celle des lacs & des étangs, & les empêchent de crou-

pir & de répandre une infection mortelle sur la surface de la terre. En effet, on observe que, lorsqu'il regne un trop long calme sur une partie de la mer ou d'un lac, les eaux correspondantes se corrompent, répandent une odeur infecte, & laissent échapper des exhalaisons dangereuses, qui produisent des maladies très-souvent malignes; mais qui cessent d'elles-mêmes, lorsque le vent vient à agiter ces eaux, & à emporter les exhalaisons qu'elles répandoient.

C'est avec le secours du vent que l'on a perfectionné la navigation & le commerce. Quel avantage ne tire-t-on pas de certains vents stables qu'on trouve toujours à la même hauteur? & qui, soufflant plusieurs mois avec force, menent au port destiné les vaisseaux, qui, sans cela, auroient lutté un tems considérable contre les dangers de la mer.

D'autres vents, après avoir soufflé six mois du même côté, prennent, pendant la demi-année suivante, un cours directement opposé, & par-là favorisent autant le retour que le voyage. Les vents, en transportant ainsi les vaisseaux d'un pays dans un autre, font, par un commerce réciproque, régner l'harmonie entre tous les habitans de la terre.

 C H A P I T R E I I.

Des Instrumens qui servent à connoître les variations de l'atmosphère.

DEPUIS Hippocrate jusqu'à nos jours , tous les Médecins , qui ont écrit d'après l'observation , attestent que chaque saison a ses maladies , que chaque pays a les siennes , & que la plupart de ces maladies proviennent de l'état de l'air qu'on y respire. Pour connoître les qualités actuelles de ce fluide , on a inventé & mis en usage différens instrumens : nous nous attacherons à considérer les principaux , en commençant par ceux qui servent à indiquer les variations du vent.

De l'anémomètre ou anémoscope.

Comme la variation des vents influe beaucoup sur l'état actuel de l'atmosphère , on en a fait un objet d'observation. Parmi les différentes machines qu'on a imaginées pour faire commodément & d'une manière sûre cette observation , les unes indiquent seulement la direction du vent , les autres en marquent en même tems la vitesse & la force relative.

L'anémoscope le plus usité , c'est la *girouette* , faite d'une plaque de métal , mobile sur un

pivot , & cédant à l'impulsion du vent. Il paroît , par ce que dit *Vitruve* , que cette machine a été imaginée dès la plus haute antiquité pour indiquer de quel côté le vent souffle. Placée au haut d'un édifice ou d'un bâtiment qui n'est dominé par aucun autre , elle remplit cette indication , en supposant que le frottement , inévitable dans cette machine , lui permette de se diriger successivement vers tous les points de l'horizon ; il faut encore que la girouette ait un volume suffisant pour mieux obéir aux vents , & faire connoître leurs moindres variations. On les observera plus commodément , & l'on pourra en tenir compte , si , au lieu de faire tourner la girouette sur la tige qui la porte , on l'y attache de manière qu'elle fasse tourner avec elle cette tige , dont l'extrémité inférieure répondra , si l'on veut , dans un appartement , ou au plafond de la cage d'un grand escalier ; on pratiquera , au bout de cette tige , un pignon qui mènera une roue dentée , & cette roue mènera une aiguille qui marquera la direction des vents sur un cadran ; il suffira même que l'aiguille soit immédiatement attachée au bout de la tige ; l'aiguille tournera comme elle , & par conséquent comme la girouette. Cet instrument , qu'on appelle indistinctement *anémomètre* & *anémoscope* , est décrit ,

sous le premier de ces noms , dans le second volume du *Cabinet de Physique* de M. *Sigaud de la Fond* , Ouvrage important que l'on vient de réimprimer dans ce moment , avec des changemens & des augmentations considérables , chez *Gueffier* , Imprimeur-Libraire. De tous les anémoscopes , le plus exact est sans contredit celui dont je viens de parler , aussi est-il le plus généralement employé ; il y a cependant deux inconvénients à l'établir sur le haut d'un bâtiment , & à transporter sa marche dans un appartement ; l'un , est qu'il fait un bruit continu ; l'autre , est que la verge de fer peut servir de conducteur au feu du tonnerre , si la foudre tombe sur la girouette.

On trouve , dans les *Transactions Philosophiques* , la description d'un anémomètre , qui consiste en une plaque mobile sur le limbe gradué d'un quart-de-cercle ; le vent est supposé souffler perpendiculairement contre cette plaque mobile , & sa force est indiquée par le nombre de degrés qu'il lui fait parcourir.

M. *Bouguer* , dans son *Traité du Navire* , propose un instrument très-simple & très-commode pour mesurer l'effort du vent. Cet anémomètre doit être fait d'un morceau de carton de 3 pouces quarrés de surface , ou bien d'un morceau de toile de voile , renfermé dans

un chassis très-léger & ayant la même surface ; on applique ce plan , perpendiculairement , à l'extrémité d'une verge qui entre , par son autre extrémité , dans un tuyau qui sert de manche à l'instrument ; c'est par ce tuyau qu'on le tient lorsqu'on présente sa surface au vent. L'impulsion , selon qu'elle est plus ou moins forte , fait entrer plus ou moins la verge dans le tuyau ; elle y presse un ressort à boudin qui y est renfermé ; & , comme la verge est graduée , elle marque , par son enfoncement , la force du vent ; car les degrés répondent à autant de poids connus , que l'on a placés successivement sur le plan en le tenant horizontalement , afin de déterminer la résistance du ressort pour les différens points d'enfoncemens.

M. *d'Ons-en-Bray* a donné , dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de 1734 , la description d'un anémomètre , qu'il prétend marquer de lui-même sur un papier , non-seulement les vents différens qui ont soufflé pendant vingt-quatre heures , avec les heures auxquelles ils ont commencé & cessé de régner , mais encore les vitesses & les forces de ces vents. Il seroit à desirer que cet instrument fit connoître la force absolue & non la force relative des vents ; mais il ne tient compte que des degrés d'augmentation ou de diminu-

tion qui surviennent à la vitesse de chaque vent. M. Savérien, ayant senti combien il seroit important, pour la théorie des moulins, de connoître la vitesse absolue de l'air en mouvement, a imaginé un autre instrument, qu'il décrit, sous le nom de *barozanème*, dans sa nouvelle Théorie de la manœuvre des Vaisseaux : cet instrument nous paroît devoir remplir parfaitement l'indication de son Auteur.

Du Baromètre.

Un instrument qui sert à connoître les plus légères variations qui arrivent dans la pesanteur absolue de l'atmosphère, ainsi que dans le ressort de cette masse fluide ; à prédire, lorsqu'il est bien observé, les changemens de tems, avis si important pour le Cultivateur & pour le Voyageur ; à mesurer l'élévation des montagnes, la profondeur des souterrains, la pente des rivières, l'élévation des tours ; à donner, par des observations faites à des hauteurs très-différentes, les loix de la condensation de l'air ; à juger du vide, dans les expériences de la machine pneumatique ; un instrument qui réunit autant d'avantages différens doit fixer l'attention du Physicien & de l'homme du monde : cet instrument si utile est le *baromètre*.

On appelle ainsi un tube de 30 pouces environ de hauteur, vide d'air & scellé par une extrémité, qui contient une colonne de mercure, dont le poids fait équilibre avec celui de l'atmosphère, & qui, par-là, sert à mesurer le poids actuel de l'air, ou, ce qui revient au même, son ressort, car l'un est invariablement réglé par l'autre. Si ce tube, rempli de mercure, est plongé dans un réservoir également plein de mercure, tel que le tube de *Toricelli*, c'est un baromètre simple, qui, de l'aveu de tous les Physiciens, est plus parfait qu'aucun de ceux qu'on a imaginés depuis l'époque de sa découverte, qu'on attribue à *Otto-Guerick*. Il fut en effet le premier qui s'aperçut que le mercure varioit en hauteur dans le tube de *Toricelli*; que la colonne de ce fluide y prenoit quelquefois plus, quelquefois moins de longueur, & que ces variations annonçoient assez communément celles de l'atmosphère; que le tems devenoit beau & serein lorsque la colonne de mercure étoit plus longue, au lieu qu'il survenoit de la pluie ou du mauvais tems, lorsque cette colonne perdoit de sa longueur. *Otto-Guerick* regarda donc dès-lors le tube de *Toricelli* comme un instrument qui devoit indiquer les changemens de tems; mais l'usage & l'expérience ont fait connoître qu'il y avoit

certaines précautions à apporter dans sa construction , précautions essentielles à sa perfection , recommandées en dernier lieu par *M. de Luc* , dans son grand Ouvrage sur les modifications de l'atmosphère ; précautions enfin , que négligent assez souvent ceux qui les vendent au Public.

Les défauts d'un baromètre simple peuvent venir du mercure qui le remplit , du tuyau qui le contient , ou de la manière dont il a été chargé. Le tube ne doit avoir aucune fêlure qui puisse donner entrée à l'air , aucune aspérité intérieure qui puisse gêner le mouvement du mercure ; il faut aussi qu'il soit bien nettoyé en dedans avec de l'esprit-de-vin rectifié & un piston de peau , pour détacher l'air qui adhère aux parois du verre ; il doit être séché devant le feu & échauffé , avant d'y introduire le mercure ; le calibre ou le diamètre du tube n'est pas non plus indifférent ; les tubes les plus gros sont préférables , parce que la colonne de mercure , y étant plus forte , à moins de frottement contre les parois du tube , ce qui rend sa marche plus aisée dans les variations de l'air ; un tube de 2 lignes & demi de diamètre remplir cette indication. Une autre attention qu'il faut avoir , c'est de laisser toujours deux pouces de tube libre au-dessus de la colonne de mercure ; car , si la surface

de cette dernière approche du sommet du tube à la distance de 2 ou 3 lignes, par exemple, la hauteur du mercure augmentera d'une demi-ligne, sans que la pesanteur de l'air y ait aucune part; effet qu'on attribue à l'attraction du verre.

Quant au mercure qu'il convient d'employer, il doit être revivifié du cinabre, qui est une combinaison naturelle du mercure avec le soufre; combinaison que l'on peut détruire à l'aide du feu & par le moyen du fer, qui a plus d'affinité avec le soufre qu'avec le mercure; en débarrassant ainsi ce métal fluide de ces entraves, on est assuré de l'avoir autant pur qu'on puisse le désirer pour la perfection du baromètre.

Le mercure peut être versé dans le tube ou à froid ou bouillant. Lorsqu'on charge les baromètres avec du mercure bouillant, on doit le faire à l'air, afin de n'être point trop exposé aux vapeurs mercurielles qui sont dangereuses; on ne doit avoir sur soi, & dans l'endroit où l'on travaille, ni galons, ni bijoux d'or ou d'argent, la vapeur gâteroit, sans retour, tout ce qui ne pourroit pas soutenir l'action du feu nécessaire pour faire évaporer le mercure.

Le seul moyen de purger d'air, le mercure, est de le faire bouillir dans le tube même;

autrement l'air qui s'attache aux parois du tube, & celui qui s'échappe du mercure forme des inégalités considérables, qui varient suivant les tems, les lieux, & les autres circonstances ; car l'effet de la chaleur, sur l'air qu'on a laissé dans le mercure, produit aussi des inégalités plus ou moins grandes. L'on voit toujours des baromètres, bien purgés d'air, monter par l'effet de la chaleur, tandis que ceux qui ne l'ont point été descendent ; ce qui vient de ce que l'air, dans ces derniers, s'éleve dans la partie vide du tube, & la chaleur, le dilatant dans cet endroit, son volume augmente ; il presse la surface du mercure & l'oblige de descendre. Cet inconvénient n'a pas lieu dans les premiers, dont l'air a été exactement épuisé ; le vide de la partie supérieure du tube est si parfait, que la dilatation seule du mercure s'y rend sensible, en le faisant monter dans cette partie vide d'air.

Il est donc important, pour la perfection du baromètre, de faire bouillir le mercure dans le tube même ; on le remplit, pour cela, de maniere que l'extrémité fermée étant en bas, il y ait en haut un espace vide d'environ 2 pouces, sans quoi il sortiroit du mercure pendant l'ébullition ; il faut approcher peu-à-peu, d'un feu de charbons, le bout du tube,

à mesure qu'il acquiert de la chaleur ; quand le mercure commence à s'échauffer , les parois du tube sont tapissées de bulles d'air qui se réunissent ensuite & deviennent assez grosses pour s'échapper vers le haut ; mais elles disparaissent presque totalement , lorsqu'elles atteignent les endroits qui ne sont pas encore échauffés , & ce n'est qu'après un grand nombre de semblables émigrations , qu'elles parviennent à se dégager totalement de dedans le mercure : bientôt l'ébullition commence , le mercure paroît vivement agité ; il sembleroit que le tube va se casser ; mais il faut entretenir ce bouillonnement tout le long du tube , en le faisant passer successivement sur le charbon ardent ; on voit aussi quelquefois des bulles d'eau monter avec l'air en forme d'écume ; l'intérieur de quelques tubes se ternit , d'autres deviennent plus brillans , cela dépend beaucoup de la nature du mercure & de celle du verre.

Lorsque le mercure a bien bouilli , on le laisse refroidir , après quoi il s'agit de plonger le tube dans un réservoir où l'on a mis une certaine quantité de mercure , qu'on a eu soin aussi de faire bouillir ; cette opération est très-aisée ; on ferme , avec le doigt , le bout ouvert du tube ; on le renverse & on le plonge

dans le mercure du réservoir, ayant soin de n'ôter son doigt qu'après que le mercure du réservoir a recouvert entièrement ou environ un pouce de la partie inférieure du tube ; alors, on voit le mercure se tenir suspendu beaucoup au-dessus de la hauteur où le poids de l'atmosphère est capable de le soutenir, ce qui vient de la parfaite contiguité des parties du mercure avec les parois du tube ; mais cette adhésion cesse dès qu'on a secoué le baromètre & fait descendre la colonne de mercure, parce qu'il s'éleve une petite quantité d'air de dedans le mercure ; c'est un petit inconvénient qu'on ne peut prévenir, qu'en faisant rebouillir de tems en tems le mercure. Je dois encore observer qu'il ne faut pas forcer l'opération & la pousser à trop grand feu ; une ébullition, portée à un très-haut degré, a ses inconvéniens, c'est à l'Artiste à savoir se fixer. L'usage & l'expérience, dans cette manipulation, sont les seules regles certaines auxquelles on puisse renvoyer les Amateurs. Si le mercure frappe des petits coups secs contre le haut du tube, lorsqu'on le balance, c'est une preuve qu'il est bien purgé d'air.

La lumière prétendue phosphorique, qu'on apperçoit dans certains baromètres & dans l'espace vide qui est au-dessus du mercure, vient du frottement que le verre éprouve de la

part du mercure , & appartient entièrement à l'électricité. Cet éclat lumineux des baromètres , qui n'est apparent que dans l'obscurité & lorsqu'on les balance , est communément regardé comme un des caractères distinctifs de leur bonté ; cependant M. le Cardinal *de Luynes* a observé qu'un baromètre , dont la colonne de mercure étoit réduite à 4 pouces de hauteur , & qui , par conséquent , contenoit de l'air dans son tube , rendoit de la lumière ; mais cette lumière étoit foible , pâle , & ne paroissoit qu'après plusieurs balancemens.

Il seroit à desirer que l'échelle des variations du baromètre fût mobile , afin de placer le point du variable , selon que les pays où le baromètre doit servir , sont plus ou moins élevés au-dessus du niveau de la mer ; on fait qu'à ce niveau , la hauteur moyenne du mercure est de 28 pouces ; mais , dans un endroit plus élevé , le point du variable doit être plus bas. Or , si l'échelle des variations étoit mobile , il seroit facile de la régler sur les différentes élévations de chaque pays. Enfin , on ne peut pas aussi prendre trop de précautions pour bien caller le baromètre , de manière que la colonne de mercure soit parfaitement verticale ; ce qui n'est pas aussi aisé qu'on le croiroit d'abord.

Je dois avertir aussi que les baromètres à réservoirs, usités jusqu'à présent, sont sujets à plusieurs inconvéniens ; le premier, c'est qu'il est presque impossible de mesurer l'effet de la chaleur qui agit sur le mercure, & de le dégager de l'effet de la pesanteur de l'air, qui est le seul auquel on doit avoir égard dans l'usage du baromètre.

Le second inconvénient des réservoirs, est la figure tantôt convexe & tantôt concave que la surface du mercure y prend ; cette irrégularité, qui paroît dépendre de la forme du réservoir & de la manière dont le verre agit, rend la surface du mercure très-difficile à constater ; elle varie d'ailleurs suivant que le réservoir est plus ou moins rempli ; d'où résulte, dans la hauteur de la colonne du mercure, des inégalités qu'on ne sauroit apprécier.

Le troisième inconvénient des réservoirs, dans les baromètres, c'est l'ascension ou la descente du mercure dans le réservoir. Pour que cette variation ne soit pas sensible, il faut que le réservoir soit d'un diamètre incomparablement plus grand que celui du tube.

Comme les plus grands réservoirs conservent toujours une partie de cet inconvénient, on y remédie, en marquant, par une division particulière, le mouvement du mercure dans le réservoir

réervoir ; au-dessus d'un terme fixe marqué sur la planche ; on ajoute alors cette quantité à la hauteur du mercure dans le tube , au-dessus de la même ligne , pour avoir la distance des deux surfaces , qui est la quantité demandée & la véritable hauteur du baromètre.

M. *de Luc* , frappé de tous les inconvénients des réservoirs , imagina de les supprimer , en faisant ses baromètres d'un seul tube , recourbé par son extrémité , & d'un calibre uniforme dans les deux branches ; on trouve , dans son Ouvrage , un ample détail des moyens qu'il faut employer pour y parvenir.

Dans le baromètre , composé suivant les principes du Physicien Gènevois , il y a deux échelles , une à chaque branche ; la division de la branche plus longue va en montant & celle de la plus courte en descendant ; toutes deux partent d'un point fixe , placé à volonté vers le milieu du tube , & l'on est obligé d'additionner les deux nombres pour avoir la distance des deux surfaces , qui est la hauteur du baromètre ; on doit faire en sorte que le tube soit d'un diamètre égal ; mais la condition la plus essentielle est que tous les points , qui correspondent horizontalement dans la grande & la petite branche , soient du même diamètre.

M. *de Luc* a fait l'application de son baro-

mètre à la mesure des hauteurs , & s'est assuré , par plus de 400 expériences , qu'il ne le trompoit pas plus de 4 à 5 pieds sur toutes les hauteurs qu'il a mesurées , ce qui l'a porté à conclure que les précautions , qu'il apporte à la construction du baromètre , sont absolument nécessaires.

M. *Magellan* , Membre de la Société Royale de Londres , & Correspondant de l'Académie Royale des Sciences de Paris , a donné , en 1780 , dans le Journal de Physique , la description d'un baromètre de son invention , qui nous a paru ne le céder en rien à celui de M. *de Luc* , si même il n'approche davantage du degré de perfection désirée dans cette espèce d'instrument.

Nous ne devons point passer sous silence les moyens que nous employons , depuis quelques années , pour rendre les baromètres simples transportables.

Dans ces baromètres , le tube , au lieu d'être ouvert à son extrémité inférieure , est percé de côté , à un pouce ou environ de cette extrémité ; c'est par cette ouverture latérale que la colonne de mercure , contenue dans le tube , communique avec la masse du même fluide que renferme la cuvette ; le tube est étranglé aux dépens de son épaisseur

dans la partie qui répond à l'ouverture de la cuvette, & il est attaché à cette dernière par le moyen d'un morceau de peau blanche, liée d'une part sur le tube, & de l'autre autour de la cuvette, qui est également étranglée, ou dont les bords sont renversés; cette peau, quoique poreuse, retient le mercure & l'empêche de se répandre quand on transporte l'instrument; &, comme elle est lâchement tendue, elle cède facilement aux impressions de l'air atmosphérique, & de celui qui est renfermé dans la cuvette au-dessus du mercure: ainsi ce dernier monte & descend dans le tube, selon que l'air intérieur est plus ou moins comprimé par l'air extérieur, qui agit médiatement sur lui. Enfin, la capacité du tube est diminuée & réduite à celle d'un tube capillaire à 6 lignes près de la voûte, ou de l'extrémité scellée.

C'est ainsi que nous parons à tous les inconvéniens auxquels seroit exposé, dans le transport, un instrument aussi précieux & aussi fragile que l'est le baromètre plongé. Non-seulement on peut le transporter sans que le mercure se répande, parce que la peau le retient; mais on peut aussi l'agiter en tout sens, sans avoir à craindre que l'air pénètre dans le tube & fasse baisser le mercure, parce que l'orifice

praticqué latéralement , se trouve toujours couvert de mercure , & suffisamment pour que l'air , qui surnage ce fluide , ne puisse s'insinuer dans le tube. Enfin , on ne doit pas non plus appréhender que , dans les secouffes auxquelles le baromètre peut être exposé , le mercure heurte trop fortement contre la voûte du tube , & qu'il le casse en cet endroit ; l'étranglement praticqué vers le haut du tube , réduisant sa capacité à celle d'un tube capillaire , le mercure ne peut se porter que progressivement vers la voûte.

C'est dans l'intention de rémédier aux inconvéniens dont je parle qu'on a imaginé de recourber la partie inférieure du tube & d'y fonder une espece de fiole ou bouteille qui tient lieu de cuvette ; mais , outre que cette construction est fort défectueuse , elle ne fournit qu'un moyen peu exact de prévenir les inconvéniens du transport.

Quand on veut transporter un tel baromètre , à des distances un peu éloignées , on l'incline de manière que le mercure de la cuvette passe en grande partie dans le tube & acheve de le remplir ; on introduit ensuite un piston dans la partie du tube qui s'ouvre dans la cuvette. Ce piston est fait d'un bout de fil de fer , entouré vers le bas d'une quantité suffi-

sante de chanvre , & portant , vers le haut , un petit bouchon de liége , que l'on engage dans l'orifice de la cuvette , en même tems qu'on infere le piston dans le tube ; ce moyen de retenir la colonne de mercure , appliquée contre l'extrémité supérieure du tube , & de contenir en même tems , dans la cuvette , la quantité excédente de mercure , n'est point aussi sûr qu'il le paroît d'abord ; la raison en est que le piston , qu'on est obligé d'humecter afin qu'il s'applique plus exactement contre les parois du tube , ne tarde point à se dessécher , & par conséquent à diminuer de volume ; de-là , après un tems , il cede au poids de la colonne de mercure , ce fluide s'échappe le long de ses parois ; & , comme cette réduction du mercure ne peut être remplacée que par un égal volume d'air , celui-là s'introduit dans le tube & rend l'instrument très-imparfait. Le piston a encore un inconvénient qui est très à craindre , comme l'ont éprouvé plusieurs Observateurs ; c'est que , si ce piston bouche exactement l'instrument , alors le mercure , se dilatant , force le tube & le fait casser.

Il est rigoureusement démontré , par l'expérience , que la suspension du mercure , dans le baromètre , a pour cause la pression de l'air , puisque la hauteur de cette colonne de mercure

augmente ou diminue à proportion que l'air, qui lui résiste, augmente ou diminue en densité.

La mesure des hauteurs & des différences de niveau, est une des plus belles applications qu'on puisse faire du baromètre ; mais c'est aussi la plus délicate & celle qui exige le plus de précaution.

L'on fait que, toutes choses d'ailleurs égales, la colonne de mercure du baromètre a d'autant moins de longueur que cet instrument est placé à une plus grande élévation au-dessus du niveau de la mer. Par exemple, si, dans une chambre, on a deux baromètres, dont la marche soit égale, & que l'on porte l'un des deux au haut d'une tour ou d'un rocher, qui ait environ 12 toises de hauteur perpendiculaire, on trouvera que la colonne de mercure aura une ligne de moins en hauteur dans le baromètre supérieur, que dans le baromètre inférieur.

Mais, de quelle quantité précise doit s'élever le baromètre, au-dessus d'une hauteur donnée, pour que la colonne de mercure s'abaisse successivement d'une ligne ? C'est sur quoi les observations, faites en différens tems & en différens lieux, ne sont pas exactement d'accord. Cependant, d'après les observations les plus récentes & les plus exactes, à partir du niveau de la mer, jusqu'à 1000 ou 1200 toises de hauteur

perpendiculaire au-dessus de ce niveau , on peut compter environ 10 toises d'élévation pour chaque ligne d'abaissement dans la colonne de mercure , en ajoutant 1 pied à la première dixaine de toises , 2 pieds à la seconde , 3 pieds à la troisième , & ainsi de suite.

Le seul but qu'on se propose , en construisant le baromètre , c'est d'avoir une colonne de mercure qui soit en équilibre avec une colonne quelconque de l'atmosphère , qui ait pour base le diamètre du tube où est contenue la colonne de mercure ; mais , comme le poids de cette colonne d'air est sujet à varier selon une infinité de circonstances qui contribuent à l'augmenter ou à le diminuer , il s'ensuit que la colonne de mercure , qui tend toujours à se mettre en équilibre , devra aussi éprouver toutes ces variations & les indiquer en plus ou en moins. Si la colonne d'air diminue de pesanteur ou , ce qui est la même chose , si elle se raccourcit , la colonne de mercure diminuera aussi de pesanteur en se raccourcissant ; ce sera le contraire , si la colonne d'air augmente de pesanteur en acquérant plus de longueur. Le baromètre ne sert donc qu'à indiquer les changemens de pesanteur qui arrivent dans l'atmosphère ; cependant tout le monde consulte le baromètre pour juger du

beau-tems & de la pluie ; il y a , à la vérité , quelque rapport entre les variations de pesanteur dans l'atmosphère & les tems sereins ou pluvieux , parce que l'un & l'autre dépendent de la quantité plus ou moins grande de vapeurs répandues dans l'air ; mais il y bien d'autres causes qui influent sur les variations de pesanteur dans l'atmosphère , de manière que ce rapport ne se soutient pas toujours , & peut être troublé par mille circonstances étrangères : quoi qu'il en soit , voici ce que cette comparaison offre de moins incertain.

1°. Le mercure , dans le baromètre , est ordinairement bas lorsque le tems est calme & est disposé à la pluie.

2°. Il est communément plus élevé lorsque le tems est serein , beau & fixe.

3°. Il descend plus bas que jamais dans les grands vents , quoiqu'ils ne soient pas accompagnés de pluie ; c'est ordinairement lorsqu'ils soufflent du midi que les plus grands abaissemens se font remarquer. Dans les tempêtes & les ouragans , le mercure du baromètre éprouve des balancemens successifs , qui sont très-marqués à chaque coup de vent ; leur étendue est quelquefois de 2 ou 3 lignes.

4°. Le mercure descend aussi très-bas & éprouve de fréquentes variations aux approches

des tremblemens de terre ; lorsque les secousses sont passées, il remonte ordinairement fort haut & très-promptement ; on remarque la même chose avant & après une tempête.

5°. Les plus grandes élévations de la colonne de mercure ont communément lieu dans les tems de gelée, & lorsque le vent souffle de l'est ou du nord.

Il est bien rare qu'il pleuve, lorsque le baromètre est plus élevé que son état moyen.

7°. Le ciel est ordinairement couvert dans les grandes élévations du mercure.

8°. Dans un tems fort chaud, la descente du mercure prédit le tonnerre.

9°. Dans le tems de la gelée, si la colonne de mercure du baromètre descend de 3 ou 4 lignes, on peut s'attendre au dégel ; si elle monte au contraire, il neigera presque infailliblement.

10°. Le mauvais tems n'a pas une longue durée, lorsqu'il arrive immédiatement après l'abaissement du mercure ; de même, lorsque le tems devient serein, aussi-tôt après une plus grande ascension du mercure, il ne tarde point à changer d'état.

11°. Si, dans un tems humide & pluvieux, la colonne de mercure s'élève beaucoup, & continue de monter ainsi pendant deux ou

trois jours de mauvais tems , on pourra s'attendre ensuite à une continuité de beau tems.

12°. Lorsque , dans un tems sercin , le mercure descend beaucoup , & qu'il continue à descendre ainsi pendant deux ou trois jours , cette variation soutenue annonce communément une grande pluie & de grands vents.

13°. Enfin , le mouvement incertain du mercure marque aussi un tems incertain & variable.

Quoi qu'il en soit , on ne peut être trop réservé dans les inductions que l'on tire des variations du baromètre , puisque ces variations ne sont que l'effet de la pesanteur & du ressort de l'air , différemment variés par les vents , les orages , la chaleur , le froid , l'éruption des volcans , les tremblemens de terre , & en général par tout ce qui peut condenser & dilater , élever & abaisser les colonnes aériennes. Ce n'est qu'autant qu'on sera très-attentif , aux moindres variations de la colonne de mercure , qu'on pourra prévoir , d'une manière non équivoque , les changemens de tems ; il faut , pour cela , faire attention à la figure qu'affecte la colonne de mercure à son extrémité , dans les circonstances où elle commence à baisser & à s'élever ; car on remarquera qu'elle devient convexe dans le tems qu'elle

s'allonge , & concave , au contraire , lorsqu'elle se raccourcit ; si elle est fixe , ce qui a lieu rarement , sa surface alors est unie.

Des observations journalieres nous annoncent , sans baromètre , le tems qu'il doit faire. Une couleur rougeâtre , dispersée çà & là dans les nuées , qui se remarquent au coucher du soleil , présage du vent pour le lendemain ; au contraire , si ce rouge est vif & uniforme , il annonce du beau tems.

Lorsqu'après le coucher du soleil , le ciel paroît dénué de vapeurs , & que l'on voit les étoiles & les objets éloignés beaucoup plus clairement qu'à l'ordinaire , c'est une marque de pluie.

Un autre signe de pluie est lorsque le soleil , après avoir achevé sa carrière , se dérobe à nos regards , environné de nuages pâles , jaunâtres & épais , ou bien encore lorsqu'il se couche dans une nuée d'un bleu foncé. On est menacé de vent & de pluie , quand le soleil , sur son déclin , est tout ensemble bleu & rouge , & si son coucher est clair & ferein , il nous promet du beau tems.

Lorsque le soleil , au moment qu'il se leve , est couvert de taches ou entouré d'un nuage qui ne laisse appercevoir que le milieu de son disque , rarement il manque de pleuvoir ; mais ,

si au lever de cet astre , on voit ses rayons percer les nuages & les surmonter quelque tems après , on doit attendre une belle journée.

Si les brouillards du matin tombent en rosée , c'est un signe de beau tems ; mais s'ils s'élevent , ils présagent de la pluie.

Les différentes apparences de la lune nous annoncent aussi le tems qui doit se faire ; lorsqu'elle est pâle & environnée d'une couronne , elle présage de la pluie ; si elle est rouge , c'est un signe de vent ; & , quand elle est claire & lumineuse , elle nous promet un tems serein. Ces observations sont contenues dans le vers suivant :

Pallida luna pluit ; rubicunda fluit ; alba serenat ;

Ceux qui font attention aux divers manéges des animaux , & sur-tout des oiseaux , trouvent , dans leur différence , des indices du tems qu'il doit faire ; lorsqu'il est serein , les hirondelles volent très-haut ; & , quand il doit pleuvoir , elles rasent presque la terre , ainsi que la surface des eaux. Dans le même tems , la corneille se promene seule sur le sable ; la fourmi prévoyante , le long d'un sentier étroit , transporte ses œufs hors de la fourmilliere ; les pourceaux , inquiets , dissipent , avec leurs grouins , la paille qui leur sert de litiere , &c.

Les animaux aquatiques nous présentent aussi les changemens de tems. On voit, lorsqu'il doit pleuvoir, les canards s'élever sur la surface de l'eau, battre des ailes, se plonger entièrement & reparoître aussi-tôt; les poissons, sur-tout les carpes, s'élevent aussi dans ce tems, & sautent fréquemment sur la superficie de l'eau; les grenouilles sortent & se répandent dans les prairies, ou se tiennent sur l'eau.

Certaines pierres poreuses se ramollissent considérablement quand le tems est disposé à la pluie. M. de Luc, dans son *Essai sur les causes des variations du Baromètre*, rapporte qu'on voyoit une pierre, auprès d'Assecheleben, à 20 lieues à l'ouest de Léipsick, qui tenoit lieu de baromètre aux Voyageurs. Lorsque la pluie étoit prochaine, on y plantoit un clou comme dans de l'argile. Quand le beau tems devoit continuer, elle émuouffoit au premier coup ceux qu'on vouloit y planter.

Les habitans de la campagne pensent que la pluie est prochaine quand ils voient les mares & les autres eaux croupissantes se couvrir d'une pellicule verte. Enfin, les jeunes filles, qui le soir filent à la lumière d'une lampe, savent la deviner & la prédire, en voyant l'huile pétiller, & une espede de mousserons se former à la mèche.

Les variations du baromètre n'ont pas une étendue égale dans tous les pays ; elles sont renfermées dans des limites d'autant plus étroites qu'on approche davantage de l'équateur ; leur étendue , qui se borne à 5 ou 6 lignes entre les tropiques , augmente sensiblement à mesure qu'on approche du pôle , où elle est de 3 pouces & plus. Comme les variations de l'atmosphère sont la cause de celles du baromètre , & que les vents influent beaucoup sur les premières , il n'est point étonnant que les dernières ne soient très-petites dans les pays où les vents ne varient presque point , tels que ceux qui sont situés dans la zone torride. Les pays septentrionaux , au contraire , éprouvent des vents très-variables , & par conséquent le baromètre doit aussi y être sujet à de grandes variations. Cependant , on a remarqué , par la comparaison du baromètre , en France , en Italie , en Espagne & en Angleterre , que les variations du baromètre , principalement lorsqu'elles sont promptes , y arrivent ordinairement les mêmes jours , quoique ce ne soit pas les mêmes vents , & que les degrés de chaleur soient différens dans chaque lieu.

La hauteur moyenne du mercure dans le baromètre , est de 27 pouces & demi en France , & ses variations ne s'étendent point commu-

nément au-delà de 2 pouces à Paris ; on l'y voit rarement au-dessous de 27 pouces moins un quart , ainsi qu'au-dessus de 29 pouces moins un quart ; mais cette variation du baromètre est plus grande dans nos Provinces septentrionales & moindres dans nos Provinces méridionales.

Du Thermomètre.

Le thermomètre est un instrument qui sert principalement à faire connoître les changemens de température qui arrivent dans l'atmosphère , ou à comparer entr'eux les degrés de chaleur & de froid qu'on y ressent habituellement. On ignore quel a été précisément son premier inventeur ; les uns attribuent à *Galilée* cette importante découverte ; d'autres à *Sanctorius* , Professeur de Médecine dans l'Université de Padoue ; ceux-ci au Pere *Pierre-Paul Sarpì* , célèbre Vénitien , plus connu sous le nom de *Fra-Paolo* ; ceux-là enfin à *Cornille Drebel* , Philosophe Alchimiste , né en 1572 , à Alcaer en Hollande.

Ce n'est que par degrés & par nuances insensibles que les découvertes se perfectionnent : le premier thermomètre qu'on a construit consistoit en une boule de verre creusée & jointe à un

long tuyau de même matiere ouvert à son extrémité. Après avoir échauffé la boule , pour raréfier l'air intérieur , on plongeoit verticalement le tube dans un vase qui contenoit de l'eau commune , mélangée d'un peu d'eau régale pour l'empêcher de geler en hiver , & de dissolution de vitriol , qui lui donnoit une couleur verte ; ensuite on fixoit l'instrument dans cette position verticale la boule en haut , le tube en bas , en l'attachant à une planche graduée ; l'air contenu dans la boule , ayant été raréfié par la chaleur & chassé en partie , l'eau colorée s'élevoit dans le tube , & y conservoit une même hauteur , tant que la température de l'air ne changeoit pas ; mais , quand la chaleur ou le froid augmentoit , cette variation étoit indiquée par l'abaissement ou l'élévation de l'eau contenue dans le tube , parce que la force élastique de l'air enfermé dans l'instrument , venant à augmenter par le chaud ou à diminuer par le froid , repouffoit en bas , ou laissoit monter l'eau contiguë , soutenue par la pression de l'air extérieur sur la surface de l'eau du vase.

On voit assez que la variation du poids de l'air extérieur , indépendamment du chaud ou du froid , contribuoit aussi à faire monter plus ou moins la liqueur dans le tube , & que ,

que , par conséquent , en faisant usage de ce thermomètre , on auroit toujours à consulter le baromètre pour réduire le premier à la hauteur qu'il indiqueroit , s'il n'étoit pas modifié par la pression de l'air extérieur , ce qui ne seroit pas un petit inconvénient. Il y auroit bien un moyen d'y remédier , ce seroit d'opposer au ressort de l'air compris dans la boule , une colonne de mercure de même hauteur que celle du baromètre , qui monteroit & descendroit uniquement par la variation de chaleur ou de froid , & qui n'éprouveroit pas la moindre résistance , parce que le tube communiquant , qui contiendrait le mercure seroit vide d'air dans sa partie supérieure ; c'est un moyen que M. *Balthassare* a employé avec succès , comme on peut le voir dans les *Actes de Léipsick* , année 1729 , page 228. Mais , malgré cela , le thermomètre dont il est ici question , seroit une source d'erreurs pour chaque Observateur , & on ne pourroit rien conclure des observations qu'on feroit dans différens lieux avec des instrumens de la même espece , parce que le tempéré , qui est le point d'où l'on part pour graduer ces thermomètres , & pour compter les degrés de chaleur & de froid qui affectent l'air compris dans ces instrumens , n'est point un terme que l'on puisse regarder

comme fixe ; on juge en effet de cette température moyenne de l'air , par l'impression qu'en reçoivent nos organes : or , il est certain que le sentiment ne peut nous faire remarquer que les grandes différences , & ne les exprimer que d'une manière assez vague , & par les effets qu'elles produisent.

D'ailleurs , une infinité de circonstances particulières contribuent à nous faire porter un jugement très-fautif sur le degré de froid ou de chaud de l'air ; tel est le vent , l'humidité de l'air , les degrés plus ou moins grands de chaleur ou de froid des jours précédens , l'exposition des lieux où l'on habite , la constitution actuelle du corps , & beaucoup d'autres causes particulières qu'il seroit trop long de détailler. Rien n'est donc moins fixe que le point qui indique le tempéré sur le premier des thermomètres , & par conséquent on ne peut compter que jusqu'à un certain point sur ses indications : aussi ne s'en sert-on plus depuis long - tems , si ce n'est dans certaines expériences où sa sensibilité le rend précieux.

Peu de tems après l'invention du thermomètre , parut celui de Florence. Les Savans de l'Académie Del - Cimento , établie dans cette Ville , imaginèrent de remplir la boule & une partie du tube avec de l'esprit-de-vin coloré ,

qui est une liqueur que la chaleur dilate, & que le froid condense assez promptement ; ils scellerent hermétiquement le tube, c'est-à-dire, qu'à la maniere d'*Hermès*, ils amollirent, au feu de la lampe, l'extrémité ouverte du tube, afin que la matiere se joignit & s'unît de toutes parts. Après avoir ainsi fermé le passage à l'air, ils assujettirent le tube sur une planche, & dans un tems que la température de l'air leur paroissoit moyenne, ils marquerent le tempéré à l'endroit où aboutissoit alors le filet de liqueur compris dans le tube ; ils diviserent ensuite la longueur de la planche en un certain nombre de parties égales ; par ce moyen ils eurent une échelle qui mesuroit toute la longueur du tube, en s'étendant au-dessus & au-dessous du point qui indiquoit le tempéré.

Comme la liqueur contenue dans la boule de cet instrument se dilate par la chaleur & se condense par le froid, la liqueur monte ou descend dans le tuyau : on peut donc regarder cet instrument comme une mesure de la chaleur, non qu'il faille entendre par-là que l'élévation & l'abaissement de la liqueur soient réellement proportionnels à l'augmentation ou à la diminution de chaleur, car on n'en est pas encore parvenu à ce point ; mais on peut

être assuré que la chaleur augmente ou diminue lorsque la liqueur du thermomètre monte ou descend, & cela aussi long-tems que cette liqueur ne se gele pas.

On comprend fort aisément pourquoi la marche de ce thermomètre est inverse de celle du premier ; on voit que, si la liqueur monte dans celui-ci par le froid, & descend par la chaleur, c'est que la boule qui contient l'air, dont la dilation ou condensation fait descendre ou monter la liqueur, est placée au haut du tube & non au-dessous.

Si le thermomètre de Florence ne faisoit pas, comme le premier, la fonction de baromètre, il en avoit tous les autres défauts : ceux-là n'ont point échappé à la pénétration du grand *Newton*, non plus qu'à celle d'*Amonzons*, de *Fahrenheit*, de *l'Isle*, de *Réaumur*, & d'un grand nombre d'autres Physiciens. Ils ont conçu parfaitement qu'il ne suffit pas d'avoir trouvé une mesure de la chaleur, une mesure même infallible ; qu'il faut sur-tout qu'elle soit universelle, & qu'elle réveille les mêmes idées dans l'esprit, soit qu'on la construise ou qu'on l'emploie ; qu'enfin il faut nécessairement remplir deux conditions pour parvenir à cette fin ; la première, qu'on commence cette mesure d'un point déterminé &

connu : la seconde, qu'on établitte les degrés de l'échelle selon quelque proportion connue & constante.

Parmi les différens moyens que l'on peut employer pour arriver à ce but, il n'y en a point qui soient comparables à ceux que *Newton* a proposé, & dont plusieurs Physiciens se sont servis avec tant de succès, les uns pour déterminer le commencement de l'échelle de leur thermomètre, d'autres pour déterminer en même tems la proportion ou la grandeur des degrés ; je veux parler de la température de la glace, & de celle de l'eau bouillante, sur lesquelles les Physiciens n'ont pas toujours été d'accord ; car, quoique la température à laquelle la glace se forme ou commence à se fondre, soit constante & par-tout la même, cependant *Halley*, *Derham*, *Muschenbroek*, le D. *Cyrilli*, & quelques autres encore, prétendent que cette température est variable, & que la conversion de l'eau en glace exige une température d'autant plus froide qu'on approche davantage du nord ; mais le D. *Martine* & M. *de Mairan* combattent cette opinion, par des expériences qui démontrent incontestablement que l'eau réduite en glace a constamment, & dans tous les climats, la même température ; c'est ce

qui est encore parfaitement prouvé , par les expériences de MM. de Réaumur , du Crest , de Luc : enfin les belles expériences de MM. *Blak* & *Lavoisier* , annoncées dans le Journal de Physique , en 1772 , confirment la même chose. Si l'on plonge donc la boule d'un thermometre qu'on voudra régler , dans de la glace qui fond , & si on l'y laisse assez long-tems pour qu'elle en acquiert la température , on pourra commencer l'échelle au point que la liqueur indique alors dans le tube ; & ce commencement sera constant , si l'on s'y prend toujours de la même maniere. Ayant ainsi satisfait à la premiere condition , on pourra satisfaire également à la seconde , qui consiste à déterminer la proportion ou la grandeur des degrés de l'échelle , à quoi M. de Réaumur parvient en employant un second point fixe , qui est celui de l'eau bouillante.

Quoique l'eau bouille , à différens degrés de chaleur , selon qu'elle est plus ou moins pure ou plus moins dense , ou selon qu'elle est plus moins pressée par le poids de l'atmosphère , cependant comme , toutes les fois qu'elle bout , elle a un degré de chaleur qui n'est pas susceptible d'augmentation ; je pense , avec le plus grand nombre des Physiciens , que la température de l'eau bouillante peut servir de terme

de comparaison dans la construction des thermomètres , parce qu'en faisant usage d'eau distillée , qui est la plus pure qu'on puisse se procurer , & en prenant pour regle constante de ne la faire bouillir que dans un tems & dans un lieu où la colonne de mercure fera à une hauteur déterminée dans le baromètre , on retrouvera toujours le même degré de chaleur , lorsque cette eau bouillira. C'est en observant ces précautions que M. de Réaumur n'a pas fait difficulté de regarder , le terme de l'ébullition de l'eau , comme un degré de chaleur constant , propre par conséquent à donner un des extrêmes de l'échelle du thermomètre.

Dans le grand nombre des thermomètres comparables dont on se sert aujourd'hui , celui de M. de Réaumur occupe le premier rang ; il est généralement adopté en Italie , en France , & dans plusieurs autres endroits.

M. de Réaumur s'est proposé un double but dans la construction de son thermomètre , & ce but est très-philosophique ; il a d'abord voulu déterminer son échelle par deux points fixes , l'un pris à la température de la glace pilée , & l'autre à celle de l'eau bouillante ; il a voulu ensuite graduer cette échelle de façon que chaque degré exprimât la quantité de

dilatation ou de condensation du fluide contenu dans la boule & dans le tube du thermomètre. Je n'entrerai pas ici dans le détail des différentes manipulations , qu'exigeoit & que pratiquoit M. de *Réaumur* pour la construction de son thermomètre , parce qu'aujourd'hui on s'écarte un peu de la marche qu'il a tracée , l'expérience & l'observation ayant appris qu'on pouvoit le faire sans craindre d'avoir des instrumens moins parfaits.

Je vais donner une idée de la méthode que l'on suit à présent pour construire un thermomètre fort exact : on prend un tube de verre , qui est de même diamètre dans toute sa longueur , ainsi qu'on s'en est assuré , en faisant couler dans le tube , & selon toute sa longueur , une petite quantité de mercure , & en lui voyant remplir constamment le même espace. On soude , à une des extrémités de ce tube , une petite boule de même matière , ou mieux un petit cylindre , & par préférence un autre tube un peu plus gros , tourné en spirale , c'est-à-dire ayant la forme d'un pain de bougie. Cette forme , en exposant une plus grande surface à l'action de l'air ou du liquide dont on prend la température avec le thermomètre , donne plus de sensibilité à cet instrument.

On remplit ensuite le tube & le réservoir ,

qui est soudé au bas , avec de l'esprit-de-vin , dont la pesanteur spécifique , ou le degré de spirituosité , est connu ; il faut que cette liqueur , qui est naturellement sans couleur , soit colorée pour devenir sensible dans le tube du thermomètre. On se sert , pour cela , d'orseille , espece de mousse ou lichen qui croît sur les rochers , & qui a la propriété de teindre en rouge , lorsqu'elle est préparée avec la chaux & l'urine.

Pour parvenir à introduire l'esprit-de-vin dans le tube , on fait chauffer modérément la boule , le cylindre , ou la spirale qui le termine , afin de dilater l'air qui y est contenu , & en expulser une partie ; on plonge ensuite l'extrémité du tube dans l'esprit-de-vin coloré , & l'air extérieur prépondérant porte aussi-tôt quelques gouttes de cette liqueur dans l'instrument : la liqueur étant parvenue dans le réservoir , on le fait chauffer de nouveau , & jusqu'à ce que la liqueur , qui ne tarde point à bouillir , soit réduite en vapeurs. Comme tout liquide réduit en vapeurs occupe un espace qui est environ 14000 fois plus grand que dans l'état de liqueur , on conçoit que cette maniere de faire le vide est assez exacte. Quand on croit la liqueur dans le plus grand degré d'expansion , on plonge brusquement le tube dans l'esprit-

de-vin dont on veut le remplir , & on le voit se porter avec impétuosité dans l'instrument ; il ne le remplit cependant pas entièrement : si le réservoir est sphérique , une petite bulle d'air fait solution de continuité entre la liqueur du réservoir & celle du tube : si le réservoir , au contraire , a la forme spirale , on y voit plusieurs bulles d'air dispersées. Il est important , dans l'un & l'autre cas , d'exclure tout air interposé dans la liqueur. Pour y parvenir , on fait mouvoir circulairement le thermomètre , en tenant à la main l'extrémité du tube , ou mieux une ficelle qu'on a liée dessus ; l'air , ayant moins de densité que la liqueur , est moins maîtrisé par la force centrifuge. En conséquence , il est porté vers le centre de la rotation , c'est-à-dire repoussé vers l'extrémité du tube , & la liqueur , après cette opération , n'offre plus de solution de continuité entre ses parties.

L'instrument étant rempli de liqueur jusqu'au tiers ou environ de la longueur du tube , on plonge la boule ou la spirale dans un bain de glace pilée , la liqueur descend dans le tube jusqu'à ce qu'elle ait acquis la température de la glace ; elle s'arrête donc à un point que l'on marque avec un fil lié sur le tube , afin de le retrouver au besoin : ce point une fois

déterminé , il conviendrait de prendre celui de l'eau bouillante; mais l'esprit-de-vin ne supporte point un aussi grand degré de chaleur sans se réduire en vapeurs ; il n'en est pas de même du mercure ; ce fluide , incomparablement plus dense que l'eau , ne bout & ne se réduit en vapeurs qu'à un degré de chaleur qui est bien supérieur à celui qui fait bouillir l'eau ; aussi a-t-on imaginé de construire des thermomètres à mercure , & de les graduer de la manière que je vais dire , en ne m'écartant point du but que je me suis proposé , qui est de ne parler que des thermomètres de M. de Réaumur.

La quantité suffisante de mercure étant introduite dans l'instrument , & bien purgée d'air par le moyen du feu , on entoure la boule ou la spirale de glace pilée , & , lorsque le mercure cesse de descendre dans le tube , on marque la hauteur à laquelle il est stationnaire ; c'est le terme de la glace. Pour avoir celui de l'eau bouillante , on plonge ensuite le même instrument dans une cafetière remplie d'eau , on pose cette cafetière sur le feu pour y faire bouillir l'eau , avec les précautions qu'il convient d'avoir dans cette circonstance , pour que le point de l'eau bouillante qu'on se propose de prendre soit fixe & constant. Le

mercure s'étant dilaté dans l'instrument pendant l'ébullition de l'eau , & s'étant enfin fixé , on marque , avec un fil , l'endroit correspondant du tube ; on casse ensuite celui-ci , & on le ferme hermétiquement à 2 ou 3 pouces au-dessus du point de l'eau bouillante , ce que l'on fait avant que le mercure ait baissé sensiblement dans le tube , afin de n'y renfermer que fort peu d'air. Cela fait , on applique l'instrument sur la planche ou le papier que l'on destine à sa graduation ; on y marque les deux points qui correspondent aux fils , & enfin on divise l'espace , qui est limité par ces deux points , en 80 parties égales , que l'on distingue par des chiffres de 5 en 5 , observant que le zéro de l'échelle réponde au terme de la glace , & le 80^e. degré à celui de l'eau bouillante. Pour que le thermomètre soit d'un usage fort étendu , on prend la grandeur d'un de ses degrés , & on continue l'échelle en dessus & en dessous des deux points fixes , en comptant 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , &c. depuis le point de congélation jusqu'à la boule ou la spirale , & 81 , 82 , 83 , &c. depuis le point de l'ébullition de l'eau jusqu'à l'extrémité du tube.

Le thermomètre à mercure est une espèce d'étalon pour tous les thermomètres à l'esprit-de-

vin que l'on veut graduer de la même manière ; car , après avoir marqué sur ceux - ci le point de la glace , au lieu de les plonger dans de l'eau bouillante , pour avoir un second point , & de déterminer par là la grandeur & la proportion des degrés de l'échelle , on se contente de les placer à côté du thermomètre à mercure dont je viens de parler , & on les laisse dans cette situation suffisamment de tems pour qu'ils prennent la température de l'endroit où ils sont renfermés ; lorsqu'ils l'ont acquise , on marque , sur le tube de chaque thermomètre à l'esprit-de-vin , la hauteur à laquelle la liqueur est élevée , & on écrit à côté le degré de chaleur indiqué en ce moment par le thermomètre à mercure ; de sorte que , si ce dernier indique alors une température de 12 degrés , il ne s'agit , pour graduer uniformément les thermomètres à esprit-de-vin , que de diviser , en 12 parties égales , l'espace limité sur chacun d'eux , ou compris entre le terme de la glace & le point qu'on vient de marquer , & de prendre ensuite la grandeur de l'un de ces degrés sur chaque thermomètre , pour continuer son échelle en dessus & en dessous des 12 divisions qu'on vient de faire.

Voilà à quoi se réduit la construction des thermomètres à mercure & à esprit-de-vin ,

selon M. de Réaumur. Ces thermomètres, qui sont les plus exacts de tous ceux qu'on a imaginés jusqu'à présent, ont un défaut qui leur est commun avec tous les autres; c'est que le verre de ces instrumens se dilate par la chaleur, & qu'alors la liqueur, au lieu de monter dans le tube, proportionnellement à la dilatation qu'elle éprouve, doit descendre en partie: le contraire arrive quand il fait froid; il faudroit, pour corriger ce défaut, donner, au verre, une figure qui fût telle que ce verre, en se dilatant, n'augmentât pas en volume ou capacité, & ne diminuât pas en se condensant; mais ce moyen nous paroît peu praticable. *Boerhaave* en a bien proposé un autre, mais si minutieux & si sujet à erreur, qu'on y a renoncé.

Le défaut que nous reprochons ici à tous les thermomètres mérite peu d'attention, en comparaison de celui-ci; ils n'indiquent que la différence de température, tandis que, selon l'étymologie du nom qu'on donne à ces instrumens, ils devroient exprimer les vrais degrés de chaleur, la chaleur absolue. Pour que les thermomètres pussent remplir ce second but, il faudroit que l'on eût déterminé 1°. le degré auquel il n'y a aucune chaleur dans la nature, ou le vrai zéro de l'échelle de ces

instrumens ; 2^o. un fluide indiquant , par des dilatations égales ou du moins constantes , des différences égales de chaleur ; de sorte que si , par exemple , on avoit déterminé au juste le vrai zéro , le 48^e. degré exprimât une chaleur double de celle qu'indique le 24^e. degré : mais le degré du froid absolu est aussi impossible à déterminer que l'époque du repos absolu ; car , supposer dans la nature une cessation totale de chaleur , c'est supposer une cessation de mouvement , puisque le mouvement paroît être la cause productrice de toute chaleur ; il n'est pas donné non plus aux Physiciens de prononcer sur l'espece de fluide qu'il faudroit employer dans la composition des thermomètres. Il est assez vraisemblable qu'il n'existe point de fluide dont des dilatations égales expriment des degrés égaux de chaleur , au moins n'en connoissons-nous pas jusqu'à présent ; il est cependant certain que le mercure est de tous les fluides celui dont d'égales dilatations conviennent le mieux avec des augmentations égales de chaleur ; que la loi des dilatations du mercure differe réellement peu de la loi de la vraie chaleur , & même si peu , que ces loix peuvent être prises l'une pour l'autre en bien des occasions ; c'est ce que M. de *Luc* a prouvé par une suite d'admirables expériences , sur

l'exactitude desquelles il ne fauroit y avoir de doutes. On peut donc, en bien des cas, regarder les degrés du thermomètre à mercure comme s'ils exprimoient en effet les vrais degrés de chaleur, sans craindre de tomber en de grandes erreurs ; mais toujours dans la supposition que le zéro de son échelle n'est pas fort éloigné du vrai zéro de la Nature : ce qui n'est pas reçu de tous les Physiciens.

Quoi qu'il en soit des défauts qui peuvent encore rester aux thermomètres, malgré les recherches des Physiciens, ces instrumens sont très-utiles ; leur usage s'étend à la végétation, aux procédés chimiques, à la santé des hommes, &c. c'est par le moyen d'un thermomètre qu'on parvient à régler le degré de chaleur convenable pour la conservation des plantes dans les serres, pour celle des liqueurs & des fruits dans une étuve ; c'est par le secours du thermomètre qu'on connoît le degré de chaleur propre pour faire éclore les poulets, les vers-à-soie, & qu'on décide de la température des bains, & de celle de l'air convenable dans la chambre d'un malade ; on s'en sert encore pour comparer la chaleur des différentes eaux thermales, celle des eaux ordinaires, des huiles, des graisses bouillantes, & des métaux fondus.

Avant

Avant l'invention des thermomètres , on ne désignoit les plus grands froids & les plus grandes chaleurs que par le sentiment & les effets qu'ils produisent sur les corps , & les Historiens n'ont parlé de ces grands froids que lorsqu'ils ont été assez considérables pour faire mourir les hommes & les animaux , & geler les plantes & les arbres ; quand les neiges ont été plus abondantes qu'à l'ordinaire ; que les rivières & quelquefois des endroits de la mer ont été glacés , comme dans les hivers des années 859 & 864 de l'Ere Chrétienne , pendant lesquelles la mer Adriatique fut gelée en partie , suivant ce que rapporte *Calvisius* , savant Chronologiste : la même chose arriva , selon *Sydenham* , en 1709.

Les premiers excès de froid , que l'on ait observés par le moyen des thermomètres , sont ceux de 1695 , 1709 & 1716. En rapportant ces degrés de froid au thermomètre de M. de Réaumur , le froid de 1709 , à Paris , étoit de 15 degrés & demi au-dessous du terme de la congélation ; celui de Leyde à 12 degrés ; celui d'Islande à 14 , quoique dans une latitude beaucoup plus reculée. Pendant long-tems on ne connut pas de plus grands froids ; & , comme on savoit que le froid est ordinairement plus grand à mesure que les climats sont

plus voisins des pôles , on crut avoir un des plus grands froids qu'il fût possible , en observant celui de 1709 en Islande.

Cependant M. de *l'Isle* , de l'Académie Royale des Sciences de Paris , étant à Pétersbourg , le 27 Janvier 1733 , observa que , dans cette Ville , située à 59 degrés 56 minutes de latitude , ses thermomètres étoient descendus à un point qui répond à 27 degrés au-dessous de la congélation dans celui de M. de *Réaumur*. Dans l'hiver de 1748 , le thermomètre descendit , dans le même lieu , à 30 degrés. Le 6 Janvier 1760 , il y descendit à 40 degrés , & remonta , au mois d'Avril , pour la première fois de l'hiver , à 15 degrés & demi , qui est le froid que l'on ressentit si vivement en France en 1709. L'hiver de 1781 fit éprouver , dans les pays du Nord , un froid très-rigoureux ; dès le mois de Novembre les rivières étoient glacées , & la neige y fut très-abondante ; la température de Décembre fut humide & chaude ; mais le froid revint si subitement que , les 6 & 7 Janvier , le thermomètre de M. de *Réaumur* descendit , à Pétersbourg , à 36 degrés au-dessous du terme de la glace , & l'on trouva plusieurs personnes mortes de froid sur les chemins & dans les rues de cette Capitale : cet hiver avoit été ex-

trêmement doux en France jusqu'à cette époque ; mais alors il s'éleva un vent de bise si froid , que pendant 10 à 12 jours , on éprouva une très-forte gelée , quoique le ciel fut sans nuages pendant tout ce tems ; le thermomètre descendit à 10 & 11 degrés , & les rivières furent glacées au point de supporter le passage des voitures.

Dans la relation du Voyage que firent les Académiciens au cercle polaire , pour la mesure d'un degré du Méridien , M. de *Maupertuis* nous apprend qu'il y a vu geler habituellement l'esprit-de-vin , & descendre le thermomètre de mercure à 38 degrés au-dessous du terme de la glace ; c'est ce qui a fait dire , à M. de *Réaumur* , que la congélation de l'eau sembloit être le terme moyen des degrés qui marquent la chaleur la plus excessive & les froids les plus rigoureux des pays habités. M. de *Maupertuis* remarque encore que le froid ; à Tornéo , étoit si vif au mois de Janvier 1737 , que , lorsqu'on ouvroit la porte d'une chambre chaude , la vapeur qui s'y trouvoit étoit sur le champ convertie en neige par l'air du dehors , qui en formoit de gros tourbillons blancs ; la neige , dans ces cantons , tombe quelquefois en grande abondance , & est jetée ou éparse avec tant d'impétuosité , qu'en un

moment tous les chemins sont couverts , & il est impossible de les reconnoître.

Les degrés de froid , éprouvés au cercle polaire , sont un véritable printems pour les pays que MM. *de l'Isle & Gmelin* ont parcourus , par l'ordre de l'Impératrice des Russies ; car ces Savans y ont vu souvent descendre le thermomètre de M. de *Réaumur* depuis 50 jusqu'à 70 degrés au-dessous de la congélation ; ce froid de 70 degrés a été observé à *Yeniseïsch* , en Sibérie , le 16 Janvier 1735 ; cependant les hommes , ceux mêmes qui ne sont point nés dans ces climats glacés , y vivent , ainsi qu'une infinité d'insectes & d'animaux ; & la *Flora Siberia* , dont M. *Gmelin* nous a donné la description , ne permet pas de douter qu'une multitude de plantes n'y croissent & n'y portent des fleurs & des fruits. Cela posé , combien de degrés de froid ne faudra-t-il pas encore admettre avant que d'arriver à celui où la Nature , totalement engourdie , seroit sans mouvement , & rentreroit dans le néant ?

Si le froid naturel ne nous a point encore fourni de preuves qui puissent réaliser cette conjecture , nous en trouverons dans les procédés qu'on a employés pour produire des froids artificiels , auxquels on ne se feroit jamais

attendu ; je ne rapporterai ici que les résultats des expériences étonnantes qui furent faites à ce sujet , par M. *Braun* , en présence de l'Académie Impériale de Pétersbourg , le 25 Décembre 1759 & le 6 Janvier 1760.

Dans les premières de ces expériences , le froid artificiel parvint à 170 degrés $\frac{2}{3}$ au-dessous de la congélation , selon l'échelle de M. de *Réaumur* ; mais , dans celles du 6 Janvier 1760 , ce froid artificiel fut porté , de proche en proche , à 260 degrés au-dessous du même terme , & l'on ne sait jusqu'où auroit été ce progrès , si la boule du thermomètre de M. *Braun* , qui étoit déjà fêlée en quelques endroits , n'étoit tombée en morceaux à cette dernière épreuve ; aussi le froid naturel , qu'on jugeoit exclusif à 29 degrés le 25 Décembre précédent , avoit-il augmenté d'environ 2 degrés le 6 Janvier , c'est-à-dire que le thermomètre , exposé à l'air libre , y étoit descendu à 31 degrés au-dessus du terme de la congélation ; le mercure , tombé avec la boule du thermomètre , fut trouvé alors dur & malléable comme du plomb dans toutes les parties de sa masse.

Voici de quelle manière ces expériences ont été faites : on verse , dans un verre à boire , jusqu'à la moitié , de l'acide nitreux fumant ;

on y jette ensuite une égale quantité de neige ; & on remue le tout jusqu'à ce qu'il ait acquis la consistance d'une bouillie assez épaisse : d'abord ce mélange s'échauffe ; mais ensuite , & très-promptement , il contracte un degré de froid prodigieux & suffisant pour congeler le mercure : une circonstance importante , & qui n'a pas échappé à M. *Braun* dans ses expériences , c'est que le froid , produit artificiellement , est d'autant plus grand que le froid naturel de l'air l'est davantage : d'après cela , on ne sera pas surpris que ces mêmes expériences ne réussissent pas pleinement dans ces pays-ci , quoique répétées pendant les plus grands froids.

L'hiver de 1776 ne fut pas rigoureux pour le nord , relativement au climat ; mais il le fut excessivement pour Paris & presque toute la France. Il gela , sans interruption , depuis le 9 Janvier jusqu'au 2 Février ; le jour le plus froid à Paris , qui fut le 29 Janvier , le thermomètre de M. de *Réaumur* descendit à 16 degrés $\frac{1}{4}$ au-dessous de zéro , à 7 heures un quart du matin , par un vent d'est ; ce même jour , le thermomètre , gradué suivant la même méthode , n'étoit , à Pétersbourg , qu'à 16 degrés ; le 18 Janvier fut , dans cette Ville , le jour de la plus grande gelée ; le

thermomètre à mercure descendit à 26 degrés trois quarts ; la Newa étoit encore gelée le 10 Avril, & les voitures la traversoient sans danger ; cette riviere ne commença à dégeler que le 28 du même mois.

Le soleil , par sa présence , est la cause de la chaleur que nous ressentons , & son absence nous occasionne le froid ; mais il y a bien d'autres causes qui font varier la température de l'air , la position des terres , leur nature ou les substances qu'elles renferment , la population , le défrichement , la culture , la proximité ou l'éloignement des mers , des forêts , le nombre & l'étendue des rivieres , des lacs , des marais , des étangs , les vents réglés ou incons-tans , les volcans , les feux souterrains. Toutes ces causes procurent un plus grand degré de chaleur ou de froid ; & on ne doit pas être étonné de lire ou d'entendre que dans certains endroits le froid ou la chaleur soient différens que dans d'autres lieux situés sous les mêmes parallèles , ou à la même distance de l'équateur.

Si l'on peut vivre dans des pays où la température de l'air fait descendre le thermomètre de M. de Réaumur jusqu'à 70 degrés au-dessous du terme de la congélation , les hommes & les animaux peuvent également soutenir des degrés de chaleur bien plus considé-

rables que ceux que nous pourrions assigner. Dans la zone tempérée, où nous habitons, nous n'arrivons que par degrés du froid extrême de l'hiver à la chaleur excessive de l'été; ce passage est très-lent, & il occupe l'espace de plusieurs mois; voilà pourquoi nous n'avons point d'idée d'un degré extrême qui soit, pour ainsi dire, le *nec plus ultra* de notre sensation. Cela est si vrai, que lorsque ce passage est subit, comme il arrive quelquefois dans certains jours d'été, nous nous récrions sur la chaleur, quand la liqueur du thermomètre monte, par exemple, à 23 ou 24 degrés; & ces 23 ou 24 degrés nous semblent ensuite marquer un air assez tempéré, lorsque nous avons cette chaleur après des jours où la liqueur a monté à 29 ou 30 degrés, tandis qu'il y a des pays, où l'on a à soutenir des chaleurs de 38 degrés, comme dans le Sénégal.

Nous devons avoir de la peine à concevoir que des hommes de notre pays puissent résister à une pareille chaleur, nous qui étouffons même dans nos appartemens les plus frais, lorsqu'il arrive, ce qui est bien rare, que l'air extérieur fasse monter le thermomètre aux environs de 29 degrés $\frac{1}{2}$; voilà cependant 8 degrés $\frac{1}{2}$ par-delà une chaleur qui nous permet à peine de respirer; & ce qui doit rendre encore les

chaleurs du Sénégal plus difficiles à soutenir que ne sont celles de plusieurs autres pays situés aussi près de la ligne, tel que Pondichéri, c'est que les variations en sont considérables ; le passage d'un air, qui seroit tempéré dans certains pays, a un air brûlant, y est assez prompt ; car on remarqua que de 38 degrés $\frac{1}{4}$ où la liqueur s'étoit élevée le 12 Avril, elle étoit descendue le 15 à 14 degrés, & il est à présumer qu'elle s'élève dans certains tems aussi brusquement qu'elle étoit descendue dans celui qui fait le sujet de notre observation.

L'éducation, l'habitude que nous avons contractée de jeunesse, peut mettre notre corps à l'épreuve de très-grands degrés de chaleur ou de froid, sans qu'il paroisse en souffrir. Les expériences que M. *Tillet* a faites sur cette matiere, sont trop curieuses pour que je ne les fasse pas connoître.

MM. *Duhamel* & *Tillet* se chargerent, en 1760 & 1761, de détruire un insecte qui dévoroit les grains de l'Angoumois (1). Le moyen qu'ils employerent consistoit à faire périr l'insecte dans le grain avant qu'il l'eût encore beaucoup endommagé, & cela en faisant passer les bleds

(1) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, année 1764.

au four, & en leur faisant éprouver un degré de chaleur que l'animal ne pût pas soutenir. Tandis qu'ils faisoient l'expérience, dans un four banal, il se trouva, parmi les spectateurs, une fille attachée au service du four qui s'offrit, à M. *Tillet* pour entrer dans le four, & y marquer la hauteur du thermomètre que ce Savant desiroit de connoître.

M. *Tillet* fut effrayé de la proposition de cette fille, & comme il hésitoit à l'accepter, cette fille sourit & entra dans le four, munie d'un crayon qu'il lui donna. Quoique la chaleur du four fut presque triple des plus grandes chaleurs que nous éprouvons dans ce climat, la liqueur du thermomètre étoit montée effectivement à 112 degrés, & marquoit par conséquent une chaleur plus grande que celle de l'eau bouillante; cette fille cependant, ne sortit du four qu'après y avoir demeuré près d'un quart-d'heure; elle en sortit ayant le visage fort rouge, mais ne paroissant pas plus incommodée qu'on ne l'est quelquefois dans les grandes chaleurs de l'été, & n'ayant rien sur-tout de pénible, ni de précipité dans la respiration. Ces expériences furent répétées l'année suivante par M. *Marantin*, Commissaire des guerres, à qui M. *Tillet* s'adressa, & il fut bien prouvé que les personnes habituées à souffrir la cha-

leur du four, peuvent la supporter, sans incommodité, 10 minutes lorsque le thermomètre marque 112 degrés, & que quand il va à 130 degrés, elles ne peuvent y rester que 5 minutes. Ces expériences surprenantes engagerent M. *Tillet* à les répéter sur des animaux; on en peut voir le détail dans son Mémoire; d'où il résulte que les hommes & les animaux peuvent soutenir des degrés de chaleur bien supérieurs à ceux qu'on auroit pu penser, & que l'incommodité qu'ils en reçoivent n'a pas pour cause principale l'air trop chaud qu'ils respirent, mais plutôt celui qui les entoure & qui les pénètre de toutes parts.

Les observations que l'on a faites, du thermomètre de M. de *Réaumur*, dans les pays fort éloignés & situés à des latitudes très-différentes; nous ont instruit d'un fait qui n'est pas moins étonnant que celui que je viens de rapporter; c'est que le degré de chaleur, en été, est le même par-tout; que la liqueur du thermomètre ne monte pas plus haut sous la ligne que sous le cercle polaire; que l'on peut passer la ligne, habiter des pays situés entre les tropiques, sans courir risque d'être exposé à des chaleurs insupportables. Le plus grand degré de chaleur que M. de *la Condamine* ait éprouvé au Pérou, situé sous la ligne, fut de

28 degrés, terme de chaleur qui n'est point extraordinaire dans notre climat, où la liqueur s'éleve souvent plus haut. Il y a plus, on éprouve, sur les montagnes du même pays, de très-grands froids, qui vont jusqu'à faire descendre la liqueur à 4 ou 5 degrés au-dessous de la congélation.

Mais, si la liqueur du thermomètre ne s'éleve pas plus haut entre les tropiques que dans ce pays-ci, elle y éprouve aussi bien moins de variation du matin au soir, de manière que la chaleur y est bien plus constante, & par conséquent bien plus sensible que dans notre climat.

De l'Hygromètre.

Les Physiciens ne se sont pas contentés de chercher à connoître les degrés de pesanteur & de température de l'atmosphère, ils ont voulu aussi déterminer & comparer ses différens degrés de sécheresse & d'humidité; de-là l'invention de l'*Hygromètre*, autrement appelé *notiomètre*.

On ignore en quel tems on a fait la découverte de cet instrument, & à qui on la doit; car on ne peut ajouter foi à ce que l'histoire rapporte à ce sujet. Elle nous apprend qu'en élevant un obélisque à Rome, sous le

Pontificat de *Sixte V.*, l'Entrepreneur s'étant trouvé embarrassé parce que les cordes étoient un peu trop longues, quelqu'un cria *mouillez les cordes*, & que cet expédient ayant été tenté, réussit parfaitement. Ce fait, que M. l'Abbé *Nollet* regarde comme apocryphe, quoique personne n'en conteste la possibilité, suppose qu'on connoissoit alors l'effet de l'humidité sur les cordes, & qu'on pouvoit s'être déjà servi de ces dernières pour faire des hygromètres; une autre raison pour le penser, c'est que le premier instrument de ce genre qui soit parvenu à notre connoissance, étoit fait avec une corde de chanvre.

A quelque tems que remonte l'invention de l'hygromètre, & quel qu'en soit l'auteur, il est constant que l'humidité gonfle les cordes & diminue leur longueur. Ainsi, on aura un hygromètre, si on expose à l'air libre, à l'abri de la pluie, une corde perpendiculaire de 5 ou 6 pieds, au bout de laquelle pende une espee d'aiguille ou de poids qui réponde à une planche graduée; l'humidité de l'air fera monter le poids, la sécheresse le fera descendre.

On peut aussi tendre, médiocrement & horizontalement, contre un mur, en air libre, une corde de 10 à 12 pieds; si on suspend, par un fil de laiton, un poids au milieu de

cette corde , ce poids tiendra lieu d'un *index* ; il marquera sur une échelle , divisée en pouces & en lignes , les degrés d'humidité en montant , & ceux de la sécheresse en descendant. La corde employée dans les deux cas peut être de chanvre , de sparterie , de crin , de laine , de soie ou de boyaux tortillés.

Si vous attachez deux cordes de violon ou de basse , de même grosseur & de même longueur , sur une longue planche , & que vous les soulevez par deux chevalets de même hauteur , il est évident qu'elles seront à l'unisson ; si vous tendez l'une plus que l'autre , elle rendra un son plus aigu. D'après ces principes de Physique , on construit un hygromètre très-simple , qui peut servir pour ceux qui sont privés de la vue ; on attache une de ces cordes , parfaitement égales en grosseur & en longueur , à un anneau ovale d'un bois très-poreux , dans le sens de son grand diamètre , & on la met à l'unisson avec l'autre. Il est certain que le bois venant à se gonfler , il doit tendre la corde à boyau. Lors donc qu'on veut savoir si le tems est humide , il n'est question que de pincer les deux cordes ; si celle fixée à l'anneau rend un son plus aigu , c'est qu'alors l'air est plus humide que le jour qu'elles étoient à l'unisson.

Le P. *Mersenne* jugeoit de l'humidité de l'air par un moyen peu différent de celui que je viens de faire connoître. Ce Physicien montoit une corde de luth sur un ton donné par son diapason , ensuite il l'exposoit à l'air libre. Le ton qu'elle rendoit , lorsqu'il venoit à la pincer , étoit-il plus bas ; il en concluoit que l'air étoit plus sec , & plus humide si le ton montoit.

Le P. *Magnan* , Minime , faisoit un hygromètre avec un épi d'avoine sauvage parfaitement mûr. *Toricelli* se servoit de paille d'avoine ; cette plante a en effet la propriété de se tordre plus ou moins , selon que l'air est plus ou moins humide ; mais elle perd cette propriété avec sa fraîcheur. La corde à boyau la conserve davantage ; *Sturmius* ne l'ignoroit pas ; ce Physicien Hollandois en avoit ajusté une au fond d'une boîte , qui , en se tordant , faisoit mouvoir une petite figure , laquelle indiquoit l'humidité ou la sécheresse de l'air. On voit encore aujourd'hui des hygromètres construits sur le même principe ; je veux parler de ces especes de maisonnettes , dans lesquels on établit deux petites figures qui forment alternativement par deux portes.

Peu satisfaits de ces inventions , les Membres de l'Académie *del Cimento* imaginerent

de remplir, de neige ou de glace pilée, un vaisseau conique, & de le placer au-dessus d'un autre vaisseau cylindrique, destiné à recevoir la quantité d'eau résultante de la condensation des vapeurs de l'air, produite par le contact de ce fluide avec le vaisseau conique; celui-ci ayant une température plus froide, l'humidité de l'air se manifestoit par des gouttelettes d'eau qui se formoient sur la surface du vaisseau conique, & qui couloient à proportion dans le vase cylindrique ou on en déterminoit la quantité le plus exactement possible. Ce moyen hygrométrique, dont il est parlé fort au long dans l'Ouvrage intitulé *Tentamina Florentina*, n'est point applicable dans le cas où la température de l'air seroit aussi froide que celle de la glace, parce qu'alors l'humidité de l'atmosphère ne se condenseroit point sur les parois du vaisseau conique.

Voici une autre maniere de construire un hygromètre, qui fut fort en vogue parmi quelques Physiciens du dernier siècle. A une balance très-mobile, on met en équilibre une éponge ou un paquet de coton cardé, imbibé d'une dissolution de sel de tartre; comme cette matiere saline s'empare de l'humidité de l'air, l'excès de poids qu'elle en reçoit, dans un tems donné,

donné , est pris pour la mesure de cette humidité , mais à tort , puisqu'on ne connoissoit point l'état primitif de l'air.

Les Anglois imaginerent , sur la fin du dernier siècle , un hygromètre à planches ; il étoit composé de deux petits ais de sapin fort minces , qui se mouvoient dans deux coulisses , suivant que , par la sécheresse ou l'humidité de l'air , ils s'enfloient ou se retiroient ; ce mouvement faisoit tourner une aiguille placée au milieu d'un des ais , & cette aiguille marquoit la sécheresse ou l'humidité de l'air.

Le cuir , le parchemin , le papier , sont encore des matieres que les Physiciens ont adopté pour faire des hygromètres ; mais l'expérience leur a appris que tous ces instrumens sont sujets à des défauts qui naissent de la nature des substances avec lesquelles on les fait , & qui sont , jusqu'à un certain point , inevitables.

Le défaut le plus considérable des hygromètres , c'est qu'ils annoncent rarement avec exactitude l'humidité de l'air du tems pendant lequel on les observe ; mais une combinaison particuliere de l'humidité de l'air dans le tems passé avec celle du présent ; je m'explique , un hygromètre passé , comme l'air , du sec à l'humide ; mais le premier ne cesse pas de se charger d'humidité , quoique celle de l'air n'aug-

mente plus; ce qui arrive parce que l'humidité de l'air s'applique toujours à la surface de l'hygromètre, & s'ajoute à celle dont il étoit pénétré; l'humidité agit alors sur l'hygromètre, comme la pesanteur sur les graves, sa cause est toujours active: d'où il résulte que, quand l'humidité a été forte, elle peut diminuer sans empêcher l'hygromètre d'aller à l'humide.

Un autre défaut, commun à tous les hygromètres, c'est que les corps avec lesquels on peut les faire, ne sont pas parfaitement élastiques, & par conséquent qu'ils ne pourront pas reprendre exactement leur premier état; quand les causes qui les en ont tirées ne subsisteront plus, & revenir précisément à celui qu'elles leur avoient donné, quand elles agiront de nouveau.

Enfin, toutes les maticres qu'on emploie pour les hygromètres sont en même tems thermomètres; l'action du froid ou de la chaleur change la place de leurs parties, dérange les impressions de l'humidité sur elles; la dilatation que la chaleur occasionne; le resserrement que le froid cause, changent encore les loix que l'impression seule de l'humidité devoit suivre.

Il résulte, de toutes ces considérations, que

les corps , les plus propres pour faire des hygromètres comparables , seront très-minces & aussi élastiques qu'il sera possible , afin de pouvoir se retrouver exactement dans les mêmes circonstances , aux mêmes points ; que si ces corps se faisoient avidement de l'humidité , ils puissent aussi facilement la laisser échapper , & qu'il importe sur-tout de pouvoir apprécier l'effet que la chaleur & le froid produisent sur eux , afin de le séparer de celui de l'humidité.

Entre les diverses tentatives qu'on a faites jusqu'à présent pour trouver un hygromètre qui eût toutes ces qualités , celles de M. de *Luc* n'ont pas été sans quelques succès ; ce Physicien , l'un des plus éclairés de ce siècle , a d'abord porté ses recherches sur une matiere qui joignît , à la propriété de se dilater & de se contracter par l'humidité & la sécheresse , un degré d'élasticité dont ces mouvemens opposés ne pussent pas diminuer l'énergie. Il a cru trouver , dans l'ivoire , les qualités qu'il desiroit , & voici comment il met en œuvre cette matiere ; il prend un thermomètre , & , à la boule , il substitue un cylindre creux d'ivoire , qu'il scelle avec de la gomme laque ou du mastic , puis il charge cet appareil de mercure comme pour un thermomètre ,

avec cette différence qu'il ne scelle pas l'extrémité supérieure du tube, & qu'il se contente de la boucher avec de la laine ou avec un morceau d'éponge fine; l'effet de cet instrument est facile à saisir. L'humidité, en dilatant les fibres du cylindre d'ivoire, en augmente la capacité, & alors la colonne de mercure doit baisser; la sécheresse qui contracte ces mêmes fibres, diminue la capacité du cylindre, & le mercure doit monter; il ne s'agit plus que de graduer cet instrument, & la difficulté n'est pas légère; elle ne consiste pas seulement à déterminer des points fixes, il faut encore trouver la compensation d'une force, dont l'action se combine avec celle de l'humidité & de la sécheresse; savoir la chaleur & le froid; car on voit, du premier coup-d'œil, que l'instrument de M. de *Luc* remplit tout-à-la-fois les fonctions d'hygromètre & celles de thermomètre. Comment M. de *Luc* satisfait-il à cette double indication? Premièrement, il ne prend qu'un point fixe, celui de l'extrême humidité; &, ce point, il le choisit au moment où son instrument étant plongé dans la glace fondante, il voit le mercure descendre au plus bas. Secondement, pour compenser l'effet de la chaleur & du froid, le tube de verre dont il se

sert, est celui d'un thermomètre, réglé selon les principes de M. de *Reaumur* ; il casse la boule de ce thermomètre & pese le mercure qu'elle contenoit ; il pese également la quantité de mercure qui entre dans ce même instrument transformé en hygromètre, & il établit cette proportion : *l'étendue des degrés de l'hygromètre à régler, est à l'étendue des degrés du thermomètre qu'il remplace, comme le poids du mercure contenu dans l'hygromètre, est au poids du mercure qui étoit contenu dans le thermomètre.*

Telle est la construction de l'hygromètre de M. de *Luc*, auquel il a conseillé lui-même de faire un changement, qui consiste à substituer un tuyau de plume au cylindre d'ivoire, dont la préparation exige une adresse qui rendroit cet instrument d'un usage moins commun.

M. *Retz* & M. l'Abbé *Copineau* ont suivi le procédé de M. de *Luc*, & ont employé le tuyau de plume au lieu du cylindre d'ivoire ; l'un & l'autre ont ajouté, pour la graduation de l'instrument, un second point fixe, & qui est l'extrême de celui de la glace fondante ; mais ils ne s'accordent pas entr'eux. M. *Retz* prend, pour extrême de la glace fondante, le point où monte le mercure lorsqu'on plonge l'hygromètre dans de l'eau à 25 degrés de

chaleur au thermomètre de M. de Réaumur: M. l'Abbé Copineau le prend à la chaleur de la poule couvante, qu'il fixe à 33 degrés du même thermomètre. Il paroît que M. Retz a pris son degré au moment même de l'immersion, & dans ce cas la dilatation du mercure par la chaleur, s'étant faite plus promptement que celle de la plume par l'humidité, la division, faite sur ce principe, ne doit pas être juste.

M. l'Abbé Copineau a donné un degré de perfection de plus à l'instrument, c'est de faire marcher l'hygromètre parallèlement avec un thermomètre, correspondant pour la graduation: autant il est difficile, dans le procédé de M. de Luc, de compenser l'effet de l'action thermométrique confondu avec l'effet hygrométrique, autant il est aisé, dans le procédé de M. Copineau, de reconnoître & de corriger l'erreur qui résulte de cette double action combinée.

Il est certain que les deux échelles, celle de l'hygromètre & celle du thermomètre, étant construites d'après les mêmes points fixes, elles sont divisées en degrés proportionnels & représentatifs les uns des autres; le mercure contenu dans l'un & l'autre tube, éprouvant également l'action de la chaleur & du froid,

la différence ne peut venir que de l'action de l'humidité ou de la sécheresse , & cette différence est le signe hygrométrique ; mais , pour bien l'apprécier & dégager un effet de l'autre , il faut faire attention à la manière dont les forces agissent , soit de concert , soit en sens contraire. Je n'entrerai pas dans de plus grands détails , & ce que je dis suffit pour faire voir que cet instrument n'est pas à la portée de tout le monde.

Il faudroit aussi que la marche hygrométrique fût isochrone avec la marche thermométrique , & il s'en faut de beaucoup que cela soit ainsi , & que le tuyau de plume obéisse aussi promptement que le mercure , à la force de dilatation & à la force de contraction.

M. de *Saussure* construit , avec le cheveu , un hygromètre qui ne doit rien laisser à désirer du côté de la sensibilité ; mais les préparations que son procédé exige , & la variété que la Nature a mise entre tous les cheveux d'une même tête , permettent-elles d'espérer que cet instrument puisse devenir comparable & d'un usage commun ? Au reste , les mesures que M. de *Saussure* a prises pour donner à son instrument toute la précision & toute la commodité dont il est susceptible , ne

démentent point l'opinion que l'on a de la sagacité de ce Savant. En lisant ses *Essais sur l'Hygrométrie*, on voit que le génie peut s'exercer & se déployer sur un cheveu, comme sur les objets les plus grands & les plus vastes,

F I N.

T A B L E

DES MATIERES

Contenues dans les trois Parties de cet Ouvrage.

INTRODUCTION. page j

P R E M I E R E P A R T I E.

Des Propriétés de l'Air.

Nature de l'air & ses propriétés générales.	1
Couleur de l'air.	2
La couleur bleue lui est-elle propre ou accidentelle? <i>ibid.</i>	
Opinions des Physiciens à ce sujet.	2, 3, 4 & 5.

C H A P I T R E P R E M I E R.

De la Fluidité de l'Air.

Ce que l'on entend par fluidité.	5
Adhérence des parties intégrantes de l'air entr'elles, & aux corps qu'elles touchent.	6
Phénomène observé par le P. <i>Mersenne</i> , lequel prouve cette adhérence.	<i>ibid.</i>
Explication ingénieuse de ce phénomène, par M. <i>Petit</i> , & expériences du même Savant.	6 & 7
Opinion de <i>Boerhaave</i> & de la plupart des Physiciens, sur la cause de la fluidité de l'air.	8 & 9
Pourquoi l'air, quoique plus fluide que les liquides, ne passe pas comme eux au travers de certains corps.	9

C H A P I T R E I I.

De la Pesanteur de l'Air.

Apperçus des Anciens sur la pesanteur de l'air.	10
Ils rapportoient à une cause imaginaire, les effets de cette pesanteur, entr'autres l'ascension de l'eau dans les pompes aspirantes.	11
Le hazard mit <i>Galilée</i> sur la voie de la vérité.	12
Elle fut sentie par <i>Toricelli</i> .	<i>ibid.</i>
Expérience de ce Physicien.	13
Observation utile à ceux qui voudroient répéter cette expérience.	14
Conjecture de <i>Galilée</i> & de <i>Toricelli</i> , vérifiée par <i>Pascal</i> ; raisonnement que fit ce grand homme.	15
Expérience qu'il fit faire au Puy-de-Dôme.	16
Ce qui fut démontré par cette expérience & par plusieurs autres.	17
Objection de <i>Wallis</i> .	<i>ibid.</i>
Expérience par laquelle on répondit à cette objection.	18
La machine pneumatique inventée par <i>Otto-Guérick</i> .	20
Perfectionnée par <i>Boyle</i> & successivement par d'autres Physiciens.	21
Description de la machine pneumatique actuellement en usage.	<i>ibid.</i>
Pesanteur de l'air, démontrée par la première expérience que l'on fait avec cette machine. Analyse de cette expérience.	23
On démontre que le vide parfait ne peut s'opérer sous le récipient de la machine pneumatique.	25
Différentes expériences que l'on peut faire avec cette machine, pour démontrer la pesanteur de l'air.	27
Phénomène des larmes bataviques.	28

DES MATIERES. 619

Origine de ces larmes.	<i>ibid.</i>
Explication du phénomène, par <i>Rohault</i> .	29
Autre explication, par <i>Mariotte</i> .	<i>ibid.</i>
Autre, par l'Abbé <i>Nollet</i> .	30
Expériences favorables à cette dernière explication.	<i>ibid.</i>
Expérience célèbre d' <i>Otto-Guërick</i> , sur la pesanteur de l'air, avec deux hémisphères de métal creux.	31
Répétition de cette expérience, par <i>Hauxbée</i> .	32
Observation sur cette expérience.	<i>ibid.</i>
Autre expérience décisive, faite par <i>Otto-Guërick</i> , sur la pesanteur de l'air.	<i>ibid.</i>
Description de diverses expériences, qui prouvent que la pesanteur ou pression de l'air s'exerce en tout sens.	33
Evaluations de la pesanteur spécifique de l'air comparé avec l'eau, par différens Physiciens.	36
D'où vient le peu d'accord qui regno entre ces différentes évaluations?	37
Conjecture de <i>Boerhaave</i> sur le poids de l'air.	38

C H A P I T R E I I I.

Du Ressort de l'Air.

Notions des Anciens sur le ressort de l'air, ainsi que la plupart de ses effets, & applications qu'ils en ont faites.	39
Raisonnement divers des Physiciens sur la cause du ressort de l'air.	40
Sentiment de <i>Newton</i> .	41
Expériences faites pour prouver qu'on ne peut ôter à l'air son élasticité.	42
Observation de <i>M. de la Fond</i> , sur l'expérience du fusil à vent.	<i>ibid.</i>

Expérience plus exacte, par <i>Muschenbroek</i> , & description de cette expérience.	44
On ne peut cependant conclure que le ressort de l'air soit inaltérable.	45
Différens moyens de manifester le ressort de l'air : dilatation & condensation.	46
Difficulté d'évaluer la dilatation de l'air.	48
Résultats des expériences faites à ce sujet.	50
Observations de plusieurs Physiciens sur les rapports du ressort de l'air avec les causes qui le développent.	52
Usage & description du fusil à vent, tel qu'il est aujourd'hui.	53
Condensation de l'air ; description de la fontaine de condensation ; usage, explications & effets de cette machine.	55 & 56
Opinions des Physiciens sur la condensation de l'air.	56
Loix que suit l'air dans sa condensation.	58
Expérience de <i>Boyle</i> & de <i>Mariotte</i> .	60
Ce qu'il faut penser de cette expérience.	63
Expérience qui prouve que l'élasticité de l'air est égale en force à sa gravité.	<i>ibid.</i>

C H A P I T R E I V.

De l'Air, considéré comme un fluide dont l'action est nécessaire à la vie des animaux & à la végétation des Plantes.

Différentes espèces d'animaux qui vivent plus ou moins long-tems privés d'air.	65
Comment l'air contribue au mouvement vital dans les animaux.	67
Comment il sert même à ceux qui vivent dans l'eau. <i>ibid.</i>	

DES MATIERES. 62

De quelques animaux trouvés vivans dans des corps où ils sembloient n'avoir aucune communication avec l'air.	68
Mécanisme de la respiration.	69
Pourquoi de jeunes animaux supportent impunément la privation de l'air, ainsi que cela est arrivé à quelques adultes.	71
Expérience qui prouve que les animaux absorbent une partie de l'air qu'ils respirent.	75
Preuves de la combinaison de l'air respiré avec le sang.	78
En quoi, & par quel mécanisme l'air contribue à la végétation ?	79
Autres effets de l'action de l'air dans l'économie animale & végétale, dépendans de sa fluidité, de sa pesanteur & de son ressort.	81
Calcul de la force de pression exercée par l'air sur le corps humain.	83
Suite des effets de l'air sur l'économie animale & végétale.	84
Expérience qui manifeste l'effet de la pression de l'air sur le corps.	86
De la ventouse.	87
De la succion exercée par l'enfant sur la mamelle.	88
Ce qui se passe dans l'organisation d'un animal soumis au vide de la machine pneumatique.	89
Expérience qui rend la chose sensible.	91
Ce qu'éprouvent les Voyageurs qui franchissent les hautes montagnes.	92
Exemples cités par divers Historiens.	93
Etat de la végétation sur les hautes montagnes.	97
A quelle hauteur l'air cesse d'être propre aux animaux & aux végétaux.	100

Effets pernicieux de la condensation & de la raréfaction subite de l'air sur les animaux & les végétaux.	101
Exemple tiré des Plongeurs , pour prouver que ce changement n'est pas également nuisible à ceux qui l'éprouvent par degrés insensibles.	103
Effets pernicieux de la stagnation de l'air , & du mélange de ce fluide avec différentes exhalaisons.	104
Calcul effrayant pour ceux qui s'exposent imprudemment à un air qui ne circule pas.	105
Affreuse expérience du cachot noir.	106
Infalubrité des spectacles , & en général de tous les lieux où les hommes se rassemblent en grand nombre , ainsi que des amoncèlemens de matieres en putréfaction.	107
Cause de la mauvaise santé des personnes sédentaires.	110
Comment le souffle de certains animaux peut être mortel pour d'autres.	111

C H A P I T R E V.

De l'Air , relativement à la production & à la transmission des sons.

Expérience qui prouve que c'est l'air qui transmet les sons.	113
Différens sons produits par les différentes modifications de l'air.	<i>ibid.</i>
Mécanisme de la voix.	114
Sur les Ventriloques.	116
Sur celui de Saint-Germain.	117
Du rire , de la toux & de l'éternuement.	127
Des sons produits par les insectes.	129
Phénomènes qui prouvent que l'agitation de l'air produit les sons , & qu'ils se propagent en tout sens.	130

DES MATIÈRES. 623

Existence simultanée de différens sons dans une même masse d'air.	131
Explication de ce phénomène , par M. de <i>Mairan</i> .	132
Comment les sons agissent sur l'organe de l'ouïe.	133
Rapport de l'intensité des sons avec la densité de l'air.	136
Expérience de M. <i>Zanotti</i> pour connoître ce rapport.	138
Observations relatives à la production du son dans un air condensé.	139
Origine , description , construction & usage du porte-voix.	141
Observation importante sur la construction du porte-voix.	146
Des voûtes elliptiques.	147
Vitesse du son.	148
Rapport de cette vitesse avec la distance.	149
Expérience faite pour évaluer ce rapport , & résultats obtenus par différens Physiciens , en différentes parties de la terre.	150
Causes qui peuvent accélérer ou retarder la vitesse du son.	155
Réflexion des sons.	157
Phénomènes qui en résultent.	158
De l'écho.	159
Variétés de ce phénomène.	162
Echos remarquables & célèbres.	163
Difficultés insolubles sur la formation des échos.	167
Echos de mer.	<i>ibid.</i>

C H A P I T R E V I.

De l'Air, considéré par rapport à la production & à l'entretien du feu.

Nécessité absolue de l'air dans la combustion, démontrée par des expériences.	168
Opinion de <i>Boerhaave</i> sur la maniere dont l'air agit dans la combustion.	173
Expérience de M. de <i>Morveau</i> , favorable à cette opinion.	<i>ibid.</i>
Combinaison d'une certaine portion d'air avec les corps soumis à la combustion & à la calcination.	176

C H A P I T R E V I I.

De l'action de l'Air dans les Machines.

Explication du phénomène de la statue de <i>Memnon</i> .	177
Et de celle de la grande mere des Dieux chez les anciens Egyptiens.	178
Expérience qui représente ce dernier phénomène.	179
Pompe des Celliers.	181
Autres machines construites sur le même principe.	182
Fontaine intermittente ou à commandement.	184
Fontaines intermittentes naturelles.	187
Description & usage du siphon artificiel.	<i>ibid.</i>
Des jets d'eau.	193
Expérience qui prouve que la pesanteur de l'air est la cause de l'écoulement des liqueurs par les siphons.	195
Difficulté proposée par <i>Reiselius</i> .	196
Réponse à cette difficulté.	197
Des diabettes.	<i>ibid.</i>
Des pompes.	199
Des	

DES MATIERES. 625

Des pompes aspirantes.	200
————— foulantes.	201
————— élévatoires.	202
Des pompes composées.	<i>ibid.</i>
————— aspirante-élévatoire.	203
————— aspirante-foulante.	207
————— aspirante-foulante-condensante.	209
Des pistons & des soupapes.	210
Phénomène de la pompe de Séville.	215
Explication de ce phénomène.	216
Imitation de ce phénomène.	217

SECONDE PARTIE.

Des différens Fluides que M. Priestley désigne sous le nom d'air , & M. Macquer sous celui de gas.

Premieres observations sur ces fluides , par <i>Paracelse & van-Helmont</i> , vérifiées & étendues par <i>Boyle</i> .	219 & suiv.
Théorie de ces fluides , éclaircie par les expériences multipliées de <i>Hales</i> & de <i>Priestley</i> .	221
Dénominations particulieres par lesquelles on distingue ces différens fluides.	223

CHAPITRE PREMIER.

De l'air fixe.

Caractères de ce fluide.	223
Comment l'air fixe se produit , & quelles sont les substances qui en fournissent.	224
Procédé pour dégager l'air fixe de la craie par l'acide vitriolique , & description de l'appareil propre à cette opération.	225

Ce que l'air fixe a de commun avec l'air atmosphérique, & par quoi il en diffère.	227
Description d'un appareil propre à comparer le poids de l'air fixe & de tout autre gas avec celui de l'air atmosphérique.	228
Qualité délétère de l'air fixe.	230
Phénomènes résultants de cette qualité de l'air fixe. <i>ibid.</i>	
Expériences qui constatent cette qualité délétère de l'air fixe.	231
Manière de recueillir ce fluide au-dessus des caves des Brassiers.	232
Observations de plusieurs Physiciens sur différentes espèces d'animaux plongés dans ce fluide.	234
Conjectures sur la manière dont l'air fixe affecte les animaux qu'il fait périr.	235
Expérience de M. <i>Priestley</i> , qui semblent prouver que l'air fixe n'est pas moins nuisible aux végétaux que funeste aux animaux.	236
Qualité de l'air fixe contraire à la combustion, & expériences curieuses, par lesquelles on démontre cette propriété.	237
Solubilité de l'air fixe dans l'eau.	241
Description d'une expérience qui démontre cette solubilité de l'air fixe & l'insolubilité de l'air commun dans l'eau.	<i>ibid.</i>
Eau gazeuse résultant de la solution de l'air fixe dans l'eau.	248
Eaux gazeuses minérales : phénomène qui annonce la présence de ces eaux, & usages auxquels peut les appliquer.	250
Observations & expériences de divers Savans sur ces eaux.	252
Procédés par lesquels on peut imiter ces eaux.	255

DES MATIERES. 627

Avantages de ces eaux factices.	256
Propriétés qu'ont les eaux gazeuses, soit naturelles soit artificielles, de dissoudre le fer.	258
Moyen de reconnoître la présence du fer dans ces eaux, & pourquoy le fer qu'elles tiennent en dissolution se précipite lorsqu'elles sont exposées au contact de l'air.	259
Des autres substances que l'air fixe rend solubles dans l'eau.	260
Comment l'air fixe redissout le précipité qu'il a formé dans l'eau de chaux.	<i>ibid.</i>
Affinité de l'air fixe avec les substances salines alka- lines.	262
Caractères qui font reconnoître l'air fixe pour un acide.	263
Vertu anti-putride de l'air fixe.	264
Expérience de <i>Macbride</i> qui démontre cette vertu, de l'air fixe, & observation sur cette expérience.	265

CHAPITRE II.

De l'Air inflammable.

Caractere distinctif de ce gas.	268
Des substances qui donnent de ce gas, & des diffé- rens moyens de l'en dégager.	<i>ibid.</i>
De l'air inflammable produit par la dissolution du fer avec l'acide vitriolique.	272
Description de l'opération par laquelle on obtient ce résultat.	273
Ce qui distingue l'air inflammable de l'air fixe & de l'air commun.	275
Effets de l'air inflammable sur les animaux.	<i>ibid.</i>
———— sur les végétaux.	276
———— sur la combustion.	<i>ibid.</i>
De la combustibilité de l'air inflammable.	277

Sur l'explosion de ce gas mêlé avec l'air commun.	278
—— avec l'air déphlogistiqué.	282
Des différens moyens d'allumer l'air inflammable.	283
Observations & expériences qui prouvent que l'air inflammable, comme toutes les substances combustibles, a besoin du contact de l'air atmosphérique pour brûler, & que la combustion est en raison directe de la pureté de ce dernier fluide.	284
Expérience sur la combustion de l'air inflammable, qui pourroit servir à déterminer le degré de pureté de l'air atmosphérique.	286
Possibilité de substituer l'air inflammable à d'autres matieres combustibles.	289
Effet du contact de l'eau sur l'air inflammable.	290
Réduction des chaux métalliques par l'air inflammable, qui leur rend du phlogistique.	291
Décomposition de l'air inflammable, observée par M. Priestley, & précis des expériences de ce Physicien.	293
Explication de plusieurs phénomènes dus à l'air inflammable.	300
Air inflammable des marais.	302
Différence de l'air inflammable des marais avec celui qu'on retire des métaux.	<i>ibid.</i>
De la fraxinelle.	305
Inflammation de l'air des égouts & des fosses.	<i>ibid.</i>
Incendies spontanés des végétaux & des animaux.	<i>ibid.</i>
Production de l'air inflammable pendant la digestion.	308
Production de la flamme par l'air inflammable.	<i>ibid.</i>
Comment le même air peut concourir à la production de plusieurs phénomènes attribués à l'électricité seulement.	309
Des ballons aérostatiques.	310

DES MATIÈRES. 629

Précis des expériences de MM. <i>Montgolfier</i> .	311
Observations sur quelques faits propres à fixer les idées sur l'espece d'air produit par les procédés de MM. <i>Montgolfier</i> .	335
Expérience de M. de <i>Saussure</i> , qui prouve que l'action de la chaleur suffit pour faire monter les machines aérostatiques suivant le procédé de MM. <i>Montgolfier</i> .	337
Si l'honneur de la découverte appartient à notre nation & à notre siècle ?	338
Extrait du rapport de l'Académie royale des Sciences sur les expériences de MM. <i>Montgolfier</i> .	341
Comment on a entrepris de répéter ces expériences avec l'air inflammable.	343
Expérience faite au Champ de Mars, le 27 Août 1783.	348
Ballons de baudruche ; maniere de construire & de remplir d'air inflammable, ces sortes de ballons.	352
Expérience, faite aux Tuileries, par MM. <i>Charles & Robert</i> , le 19 Novembre 1783.	360
Calculs de M. <i>Meusnier</i> , sur les différentes hauteurs auxquelles est parvenue la machine dans l'expérience précédente.	363
Expérience faite par M. le Marquis de <i>Bullion</i> .	369
Réflexions sur ces différentes expériences.	370

CHAPITRE III.

De l'air déphlogistiqué.

Propriétés générales de cet air.	372
Production de cet air par la transpiration des végétaux.	373
De quelles parties des végétaux transpire l'air déphlogistiqué.	<i>ibid.</i>

Maniere de retirer cet air de différentes substances.	374
Description d'un procédé facile & peu dispendieux pour obtenir l'air déphlogistiqué.	377
Pesanteur spécifique de l'air déphlogistiqué.	384
Expériences qui démontrent la pureté de l'air déphlogistiqué, faites sur les animaux, sur les substances combustibles, & sur les corps phosphoriques, particulièrement sur les vers luisans.	386
Expérience sur la détonation de l'air inflammable mêlé avec l'air déphlogistiqué.	394
Expérience brillante de la fusion du fer dans l'air déphlogistiqué.	395
Observations & expériences sur la production de l'air déphlogistiqué par la transpiration des végétaux.	398
Conséquences à tirer des observations & des expériences précédentes.	408
Ce que c'est que l'air déphlogistiqué, dégagé des corps brûlés & calcinés, ainsi que celui que l'on retire du nitre & de l'acide nitreux.	411
Analogie entre ce que l'air éprouve dans la respiration des animaux & ce qu'il éprouve dans la combustion.	413
Simplicité de l'air déphlogistiqué.	414
Expériences qui font voir que l'air déphlogistiqué peut concourir, avec l'air inflammable, à la formation de l'eau.	415

C H A P I T R E I V.

De l'air nitreux.

Comment & avec quelles substances l'on produit l'air nitreux.	419
Caracteres physiques & propriétés chimiques de ce fluide.	420

DES MATIÈRES. 631

Vertu anti-septique de l'air nitreux.	421
Usages auxquels on pourroit appliquer cette propriété.	422
<i>Décomposition de l'air nitreux par le contact de l'eau. ibid.</i>	
Composition de l'acide nitreux par le mélange de l'air nitreux avec l'air respirable.	423
Application de cette propriété à l'examen de l'air atmosphérique, pour en connoître & évaluer la pureté.	426
Expériences de M. l'Abbé <i>Fontana</i> sur l'absorption de l'air par les animaux qui le respirent.	429
Observation sur les variations que l'on remarque dans la quantité d'air absorbé pendant la composition de l'acide nitreux.	432
Moyen simple de recueillir, dans un lieu quelconque, l'air que l'on veut éprouver.	434
Description de l'expérience sur la décomposition de l'alkali volatil concret par l'acide nitreux.	436

T R O I S I È M E P A R T I E.

De l'Air considéré comme atmosphère terrestre.

Figure de l'atmosphère.	439
Hauteur de l'atmosphère.	441
Poids total de l'atmosphère.	443
Des différens fluides qui font partie de l'atmosphère.	444
De l'eau répandue dans l'atmosphère ; expériences & phénomènes qui en démontrent la présence.	445
De l'évaporation de l'eau en hiver.	447
Evaporation de la glace, & application de ce phénomène, par M. <i>de Mairan</i> .	<i>ibid.</i>
De l'évaporation produite par la chute des torrens, des fleuves, &c.	449

Des vapeurs qui s'élevent des terres.	450
Apperçus sur la quantité d'eau qui s'éleve de la surface du globe par l'évaporation.	451
Des autres particules de matieres , qui , indépendamment de l'eau , se mêlent à l'atmosphère , sous forme de vapeurs.	455
Des causes connues de l'ascension des vapeurs.	458
Autre cause à laquelle on pourroit l'attribuer.	459
Attraction de l'air & de l'eau.	460
Expériences & observations qui démontrent la vertu dissolvante de l'air sur l'eau.	<i>ibid.</i>
Ténuité des parties intégrantes de l'air & de celles de l'eau.	462
A quelle hauteur parviennent les vapeurs.	<i>ibid.</i>
Influence des différentes vapeurs sur l'état de l'atmosphère.	463

C H A P I T R E P R E M I E R.

Des Météores aériens ou des vents.

Directions générales des vents.	466
Division & noms des vents principaux.	<i>ibid.</i>
Vents généraux.	470
Variations de ces vents dans les différentes parties du globe & causes de ces variations.	471
Des moussons ou vents anniverfaires.	482
Vents particuliers.	487
—— éthéfiens.	<i>ibid.</i>
—— de mer.	488
—— de terre.	489
Influence des régions que les vents de terre traversent sur la qualité & la direction de ces vents.	491
Des vents qui regnent en France , dans les différentes	

DES MATIÈRES. 633

saïsons , & de l'influence de ces vents sur la santé des hommes.	499
Vents variables qui se font sentir sur tous les continents , & effets singuliers qu'ils y produisent.	501
Pourquoi les mêmes variations & les mêmes effets n'ont pas lieu sur la mer.	503
Ce que les vents de mer ont de particulier , & explication des phénomènes qu'ils présentent.	504
Causes locales qui influent sur la force des vents.	505
Des ouragans , des tourbillons & des tempêtes.	507
Tempêtes de mer.	509
Tempêtes de terre.	512
Des vents souterrains.	514
Vents souterrains qui se font jour à travers les eaux , & phénomènes qu'ils présentent en certains pays.	516
De l'influence dangereuse & même mortelle de certains vents.	517
D'un vent étonnant qui se fait sentir à la côte de Guinée.	518
Des nuages de sable soulevés par les vents.	522
Causes générales que les Physiciens assignent aux vents.	524
Exposition de la maniere dont le soleil agit comme cause principale des vents.	529
Application de ce qui précède à la production des vents de terre & des vents de mer.	537
Quelle peut être la cause des vents libres & irréguliers.	539
Explication de la maniere dont se forment les ouragans.	540
Expériences faites pour mesurer la vitesse des vents.	541
Evaluation de la force des vents,	<i>ibid.</i>
Des moulins à vent.	542

Des cerf-volans.	343
Effets salutaires des vents:	344

C H A P I T R E I I.

Des instrumens qui servent à connoître les variations de l'atmosphère.

De l'anémomètre ou anémoscope, & de la girouette.	348
De quelques autres anémoscopes destinés à connoître non-seulement la direction, mais encore l'effort des vents.	350
Du baromètre.	352
Description du baromètre simple.	353
Manière de construire cet instrument.	354
Inconvéniens des réservoirs des baromètres.	360
Procédés de M. de Luc & de M. Magellan pour remédier à ces inconvéniens.	361
Baromètre portatif.	362
Applications du baromètre à la mesure des hauteurs & des différences de niveau.	366
Incertitude du pronostic, tiré de la hauteur du baromètre, sur la pluie & le beau-tems.	367
Ce que l'on peut conclure de moins incertain de l'état du baromètre.	368
Signes plus certains de la pluie & du beau-tems, pris des observations journalieres.	371
Variations du baromètre dans les différentes parties du globe.	374
Hauteur moyenne du baromètre en France.	<i>ibid.</i>
Du thermomètre.	375
Description du premier thermomètre & insuffisance de cet instrument.	<i>ibid.</i>
Moyens par lesquels on pourroit remédier aux défauts du thermomètre primitif.	377

DES MATIERES. 635

Thermomètre de l'Académie del-Cimento.	578
Moyen proposé par <i>Newton</i> pour rendre le thermomètre comparable.	581
Thermomètre de <i>Réaumur</i> .	583
Description du procédé que l'on suit aujourd'hui pour la construction du thermomètre.	584
Défaut, commun à tous les thermomètres, de ne point indiquer la chaleur absolue, & impossibilité de remédier à ce défaut.	590
Usages du thermomètre.	592
Froids mémorables observés & marqués sur les thermomètres.	593
Exposition détaillée de l'expérience faite à Pétersbourg, par <i>M. Braun</i> , sur la production artificielle du froid & la congélation du mercure.	597
Causes qui influent sur les différens degrés de chaleur & de froid, indépendamment de la présence & de l'absence du soleil.	599
Expériences de <i>MM. Duhamel & Tillet</i> , sur les degrés extrêmes de froid & de chaleur, que les animaux peuvent supporter.	601
Observation importante, faite avec le thermomètre de <i>Réaumur</i> , sur la chaleur de l'été sous les différentes latitudes.	603
De l'hygromètre. Usage de cet instrument.	604
Mécanisme général de l'hygromètre.	605
Manieres diverses de connoître l'humidité de l'air. <i>ibid.</i>	
Sorte d'hygromètre à l'usage des aveugles.	606
Hygromètre à planche, imaginé par les Anglois.	609
Défauts communs à tous les hygromètres.	<i>ibid.</i>
Qualités requises dans les substances employées pour connoître la sécheresse & l'humidité de l'air.	611
Hygromètre de <i>M. de Luc</i> .	<i>ibid.</i>

Hygromètre de M. <i>Reiz</i> .	613
Hygromètre de M. l'Abbé <i>Copineau</i> .	614
Le cheveu est la substance que M. de <i>Saussure</i> préfère dans la construction des hygromètres.	615

Fin de la Table.