

TRAITÉ DE MÉTÉORLOGIE,

CONTENANT

- 1.^o L'Histoire des Observations Météorologiques.
- 2.^o Un Traité des Météores.
- 3.^o L'Histoire & la description du Baromètre , du Thermomètre , & des autres Instrumens météorologiques.
- 4.^o Les Tables des Observations météorologiques & Botanico-météorologiques.
- 5.^o Les résultats des Tables & des Observations.
- 6.^o La méthode pour faire les Observations météorologiques.

Par le P. COTTE, Prêtre de l'Oratoire & Curé de Montmorenci, Correspondant de l'Académie Royale des Sciences.

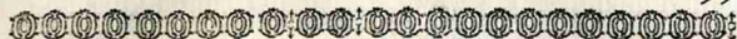
Benedicte frigus & aestus. rores & pruina. glacies
& nives. fulgura & nubes, Domino.

Canticum trium puer. Dan. cap. 111, N. 67 & seq.



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCLXXIV.



TRAITÉ DE MÉTÉOROLOGIE.

LIVRE SECOND.

DES INSTRUMENS MÉTÉOROLOGIQUES.

JE croirois omettre une partie essentielle à mon Traité, si je ne faisois pas mention des différens instrumens qu'on a imaginés, pour connoître avec une certaine précision, l'étendue des effets que produisent les météores sur notre globe. Dans la description que je vais donner de ces instrumens, je ne prétends pas y comprendre exactement tout ce qu'on a inventé en ce genre; ce travail exigeroit des recherches immenses, & qui ne seroient guère compensées par l'utilité qu'on pourroit en retirer. Je me bornerai donc à l'essentiel. Je me contenterai de faire connoître les principaux Instrumens météorologiques, & j'insisterai particulièrement sur la construction de ceux qui sont d'un usage plus universel.

Je parlerai dans autant de chapitres, des *Thermomètres*, des *Baromètres*, des *Hygromètres*, des *Anémomètres*, des *Udomètres*, de la *Boussole* & du *Conducteur électrique* ou *Électromètre*.

CHAPITRE I.^{ER}

Des Thermomètres.

C'EST le sort de presque toutes les inventions utiles d'avoir une origine obscure, & de ne laisser aux Savans que le mérite de la

Origine du
Thermomètre.

N ij

perfection. Le *Thermomètre* (*a*), instrument d'une utilité si universelle, & digne d'Archimède, sortit cependant pour la première fois des mains d'un paysan de Nort-hollande (*b*). Il est vrai, comme le remarque M. l'abbé Nollet (*c*), que ce paysan nommé *Drebbel*, n'étoit point un de ces hommes grossiers qui ne connoissoient que les travaux de la campagne; il paroît qu'il avoit naturellement beaucoup d'industrie, & apparemment quelque connoissance de la Physique de ce temps-là: on peut ajouter encore, pour rendre cet événement moins merveilleux, que le *thermomètre* de *Drebbel* étoit fort imparfait, capable à peine de faire entrevoir les utilités qu'on devoit attendre d'un autre qui seroit mieux construit, & d'en faire naître l'idée. Je vais donner la description de ce *thermomètre*, & de tous ceux qu'on a imaginés depuis.

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

Thermomètre de Drebbel & de Sanctarius.

Description
du
thermomètre
de Drebbel.

* Pl. II, fig. I.

Usage de ce
thermomètre.

LE *thermomètre* de *Drebbel* * étoit un tube de verre, terminé en haut par une boule creuse, aussi de verre, & plongé par en bas dans un petit vase rempli d'eau ou de quelqu'autre liqueur colorée. Le tout étoit attaché sur une planche divisée en parties égales avec des chiffres de cinq en cinq, ou de dix en dix (*d*).

VOICI comment *Drebbel* s'y prenoit pour mettre cet instrument en état de marquer les augmentations du froid & du chaud. Il appliquoit sa main sur la boule pour l'échauffer, aussitôt l'air du dedans se dilatoit, augmentoit de volume, & ne pouvant plus tenir dans cette espèce de vaisseau, une partie sortoit par en bas à travers la liqueur colorée: cessant alors d'échauffer la boule, l'air qui étoit resté se condensoit en se refroidissant; en même temps celui de l'atmosphère qui pesoit sur la surface de la liqueur dans le petit vase, la faisoit monter dans le tube jusqu'au milieu

(*a*) θερμός, chaud; & μέτρον, mesure.

(*b*) *Traité des Baromètres, Thermomètres & Notiomètres*, imprimé à Amsterdam en 1688.

(*c*) *Leçons de Physique*, tome IV, page 387.

(*d*) *Essai de Physique*, tome I, page 459.

ou aux trois quarts de sa longueur. On voit bien que par cette construction, la liqueur colorée qui occupoit une partie du tube, devoit s'y éléver ou s'abaisser, selon que la température de l'air extérieur refroidissoit ou échauffissoit celui qui remplissoit la boule & la portion immédiatement au-dessous; mais l'atmosphère qui pesoit sur la liqueur du petit vase, faisoit faire aussi à cet instrument les fonctions de baromètre, & ce n'étoit pas un petit inconvenient.

Désaut de ce thermomètre.

M. DE LA HIRE, dans son *histoire des Baromètres & des Thermomètres (e)*, attribue à Sanctorius, Médecin Italien, connu par sa *Médecine statique*, l'invention d'un *thermomètre* qui ressemble beaucoup à celui de Drebbel (f): il s'en servoit pour connoître les différens degrés de chaleur qu'éprouvoient les malades dans l'ardeur de la fièvre. « Il est vraisemblable, dit M. de la Hire, qu'il ne pensa pas alors que sa machine pourroit lui montrer les changemens qui arriveroient à l'air dont le volume peut augmenter par les différens degrés de chaleur, & qu'elle feroit plus utile au public par la connoissance qu'elle lui donneroit des degrés de la température de l'air, que par l'application qu'il en vouloit faire à la Médecine. » Pour ne rien omettre de ce qui a rapport aux *thermomètres*, je vais donner, d'après M. de la Hire, la description de celui de Sanctorius.

Thermomètre de Sanctorius.

IL étoit composé * de deux boules de verre, scellées à un tube, l'une à son extrémité supérieure, & l'autre à son extrémité inférieure, qui étoit recourbée. Cette boule qui étoit ouverte, tenoit lieu du petit vase dans lequel Drebbel plongeoit le tube de son *thermomètre*. La boule supérieure qui n'avoit point de communication avec l'air extérieur & une partie du tuyau, étoit pleine d'air tel que nous le respirons; & le reste, avec une partie de la boule inférieure, étoit rempli d'eau seconde (g). On voit bien

Description.
* Pl. II, fig. 2.

(e) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1706, page 434.

(f) M. de Reaumur & Nollet, croient que Sanctorius faisoit usage du thermomètre de Florence.

(g) L'eau seconde se fait avec la

dissolution d'argent, qu'on verse dans une terrine où on a mis une plaque de cuivre avec une certaine quantité d'eau commune. Voyez le *Cours de Chimie de Lémeri*, IX^e édition, page 96.

que cette construction est précisément la même que celle du thermomètre de Drebbel, & que la marche de ces deux thermomètres devoit être semblable.

Défauts.

CETTE machine, quoique sujette à plusieurs irrégularités, ne laissa pas d'être trouvée fort curieuse par tous les Savans qui s'en servirent jusqu'au temps où on trouva le baromètre, car alors on s'aperçut d'un très-grand défaut qu'elle avoit, & que j'ai déjà remarqué, qui étoit d'agir aussi comme baromètre. Ce qui détruisoit tout l'effet qu'elle pouvoit avoir comme thermomètre. En effet (*h*), l'air de la boule inférieure communiquant avec l'air extérieur, agissoit sur la liqueur, & l'obligeoit à monter ou à descendre selon qu'il étoit plus ou moins pesant. Il pouvoit donc arriver que cette liqueur fût sollicitée à s'élever par l'augmentation de pesanteur dans l'air, tandis qu'une augmentation de chaleur dilatant l'air du dedans, exigeoit qu'elle descendit; & alors ces deux causes opposées l'une à l'autre, ou se détruisoient mutuellement à forces égales, ou ne produisoient dans les autres cas qu'un effet participant de l'un & de l'autre, toujours équivoque & peu propre à indiquer le vrai degré de chaleur qu'on cherchoit à connoître. Ce fut donc un malheur pour le thermomètre de Santorius, dit M. de la Hire, de ce qu'on découvrit le baromètre.

Quelqu'imparfait que fût cet instrument, il avoit cependant ce qu'il faut essentiellement pour faire un thermomètre. C'étoit un fluide très-dilatable, renfermé dans un vaisseau transparent, & propre à rendre sensibles les moindres changemens que le froid ou le chaud pourroit causer au volume du fluide. On doit donc en favoir gré à l'inventeur, puisque cette première idée a servi comme de base à presque toutes les inventions de cette espèce qui ont paru depuis.

A R T I C L E II.

Thermomètre de Florence.

PEU de temps après l'invention du thermomètre de Drebbel

(*h*) Essai de Physique, tome I, page 459.

& de Sanctorius (*i*), parut celui qu'on a appelé de *Florence*, parce qu'il vient originièrement de l'Académie del Cimento, établie dans cette ville. Ce thermomètre fut pendant plus de soixante ans préféré à tous les autres.

IL consiste * dans une boule de verre, scellée à un tuyau de verre long & délié, dont le bout supérieur est aussi scellé hermétiquement (*k*). On emplit cette boule & environ un quart du tube, par un temps froid, ou après les avoir entourés de neige ou de glace pilée; on les emplit, dis-je, d'esprit-de-vin coloré, & quand on juge que la liqueur est suffisamment refroidie, on chauffe le verre pour faire monter la liqueur presque jusqu'au haut du tube que l'on scelle alors. Ce tube est assujetti sur une planche couverte d'un papier imprimé dont l'échelle est divisée en cent parties que l'on distingue par des chiffres de dix en dix ou de cinq en cinq, & qui mesure toute la longueur du tube.

On peut diminuer ou augmenter le nombre des divisions qui composent cette échelle, selon que l'on veut rendre les effets de ce thermomètre plus ou moins sensibles; aussi les Académiciens de Florence en construisirent plusieurs, dont les uns ne s'étendaient qu'à cinquante divisions, & les autres alloient jusqu'à trois cents degrés.

Ces mêmes Savans donnèrent dans le *Recueil de leurs expériences* (*l*), la description de deux autres thermomètres construits sur les mêmes principes que le précédent, mais qui en différoient par la forme & le degré de sensibilité. Le tube du premier de ces thermomètres dont ils parlent, étoit en forme de spirale, la liqueur y étoit d'une sensibilité extraordinaire, jusque-là que le souffle de la bouche ou l'haleine la faisoit monter de dix degrés

(*i*) M. de la Hire, d'après l'ouvrage d'Otto de Guerik, intitulé *Experimenta Magdeburgica*, en fixe la date à l'année 1642. Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1706, page 495.

(*k*) Sceller un tube ou un vaisseau de verre hermétiquement, ou à la ma-

nière d'Hermès, c'est amollir, au feu de la lampe, la partie ouverte jusqu'à ce que la matière se joigne & s'unisse de toutes parts.

(*l*) *Tentamina Acad. Florent. del Cimento cum additam. Muschenbroek,* page 5.

en un instant ; mais c'étoit sa seule bonne qualité , & les inventeurs même de cet instrument convenoient qu'il étoit plus curieux qu'utile.

L'autre *thermomètre* dont on donne la description dans l'ouvrage que j'ai cité plus haut , étoit beaucoup plus imparfait que le précédent. On plongeoit dans un tube , rempli d'esprit-de-vin , six ampoules de verre de différente pesanteur , & spécifiquement plus légères que cette liqueur , & après l'avoir fait passer par l'épreuve de la glace & de l'eau bouillante , on marquoit les différens points où ces ampoules s'arrêtent , & on dressoit l'échelle en conséquence.

Défauts:

IL faut avouer que le *thermomètre* de Florence étoit moins imparfait que celui de Drebbel , en ce qu'il ne faisoit pas comme ce dernier la fonction de baromètre , mais il étoit cependant encore sujet à plusieurs grands défauts (*m*) ; car il suit de cette construction , 1.^o que pendant qu'il se fait quelque changement dans la température de l'air , la liqueur parcourt plus ou moins de chemin dans différens *thermomètres* , soit en montant , soit en descendant , selon que le diamètre de la boule contient plus ou moins de fois celui du tuyau : de-là vient que certains *thermomètres* ne sont pas assez sensibles & que d'autres le sont trop.

2.^o Que faute de place pour recevoir la liqueur , le tuyau ou la boule sont quelquefois brisés par l'effort qu'elle fait pour se dilater , & que dans de pareils *thermomètres* , la liqueur rentre quelquefois dans la boule avant que le froid soit devenu excessif.

3.^o Qu'il est impossible de trouver deux *thermomètres* dont les marches soient les mêmes ou proportionnelles , parce que , quelque chose qu'on fasse , il est presqu'impossible de parvenir à avoir deux boules de verre d'égal diamètre & d'une même sphéricité , car ces boules ne sont jamais des boules parfaites , & il n'est pas plus facile d'avoir des tubes d'un diamètre déterminé . D'ailleurs l'intérieur de ces tubes a souvent des inégalités dont on ne sauroit juger par dehors ; tout cela ensemble va plus loin qu'on ne l'imaginoit . M. de Reaumur a trouvé que de deux portions d'un

(*m*) Mém. de l'Acad. des Sciences , année 1730 , page 454. — Essai de Physique , tome I , page 461. — Leçons de Physique , tome IV , page 389. même

même tube égales en longueur, & qui sur un *thermomètre* auroient été prises pour des degrés égaux, l'une contenoit près du double de la liqueur contenue dans l'autre. Le plus grand défaut de ces *thermomètres*, c'est de n'être pas comparables entre eux, de manière qu'on ne pouvoit rien conclure des observations qu'on en faisoit dans différens lieux, parce que leur marche ne s'accordoit pas, & quand bien même la liqueur se feroit fixée de part & d'autre vis-à-vis le même chiffre, on n'en étoit pas plus fondé à en conclure un égal degré de chaleur dans l'un & l'autre lieu. Ajoutez à cela que la valeur des degrés de froid & de chaud étoit arbitraire, parce qu'on manquoit d'un point fixe d'où on pût partir pour les marquer.

ARTICLE III.

Thermomètre d'Amontons.

LE dernier inconvénient que je viens de relever dans l'article précédent, frappa M. Amontons, & il forma le dessein d'y remédier en concevant l'idée d'un *thermomètre* comparable, qui eût pour base un terme de chaleur fixe, connu de tout le monde & facile à retrouver quand il en seroit besoin, avec une graduation qui, au lieu d'être arbitraire comme celle du *thermomètre* de Florence, offrît à l'esprit des quantités proportionnelles & relatives à un terme commun. En un mot, ce nouvel instrument devoit être tel, qu'étant construit par diverses personnes en différens temps & dans tous les lieux imaginables, il exprimât toujours le même chaud & le même froid par le même nombre de degrés.

Pour remplir ce projet, M. Amontons (*n*) faisoit usage de deux belles découvertes qu'il venoit de faire ; la première, que le ressort ou la force élastique de l'air augmente d'autant plus par le même degré de chaleur, que ce fluide est chargé d'un plus grand poids ; la seconde, que l'eau qui a une fois acquis assez de chaleur pour bouillir, ne devient pas plus chaude quoiqu'elle

(*n*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1702, page 161.— 1703, page 50.— 1706, page 435.— Leçons de Physique, tome IV, page 393.

continue de bouillir plus long-temps. Il avoit donc d'une part un point fixe de chaleur très-faisissable, à portée de tout le monde, & qui renfermoit au-dessous de lui tous les degrés de froid ou de chaud qu'on pouvoit éprouver dans les différens climats. D'un autre côté, il employoit fort ingénieusement le poids d'une colonne de mercure pour charger & comprimer une masse d'air contenue dans une boule creuse à laquelle étoit adapté un tube de verre recourbé *. On peut voir dans le Mémoire de M. Amontons (*o*), la description de la machine dont il faisoit usage pour comprimer cette masse d'air.

* Pl. 111,
fig. 4.

Description. C E savant Académicien avoit soin de choisir, pour faire ses *thermomètres*, des tubes fort étroits par rapport à la capacité de la boule, afin qu'une augmentation absolument insensible du volume de l'air renfermé dans la boule, ne laisse pas de produire un effet sensible sur le mercure du tube. Il donnoit à ses tubes 47 pouces de longueur, à compter du niveau du mercure qui étoit dans la petite branche recourbée; il condensoit ou chargeoit l'air de la boule, de manière qu'outre le poids de l'atmosphère égal à 28 pouces qu'il porte toujours, il soutint encore 28 autres pouces. Lorsque cet air, chargé de 56 pouces, recevoit la chaleur de l'eau bouillante, son ressort augmentoit du tiers de 56, c'est-à-dire de 18 pouces 8 lignes, & portoit 74 pouces 8 lignes de mercure; il suffissoit donc que le tuyau eût 47 pouces, afin qu'un air condensé au double de celui que nous respirons, puisse éléver le mercure au degré de chaleur de l'eau bouillante: car de 74 pouces 8 lignes, ôtant 28 pouces qui sont le poids de l'atmosphère, & qui ne doivent pas être comptés sur la longueur du tube, reste 46 pouces 8 lignes.

Défauts. LA masse d'air renfermée dans la petite boule avoit donc à soutenir, non-seulement le mercure contenu dans le tube, mais encore une colonne de l'atmosphère qui pesoit sur le mercure même, car le bout supérieur du tube étoit ouvert; & comme le poids de cette colonne d'atmosphère est variable, dans l'usage qu'on faisoit de cet instrument, il falloit avoir égard à la hauteur

actuelle du baromètre, c'est-à-dire, que si le *thermomètre* avoit été construit dans un temps & dans un lieu où le baromètre marquoit 28 pouces, & qu'on vint à le consulter lorsque le même baromètre ne marquoit plus que 27 pouces 6 lignes, il falloit rabattre 6 lignes de l'élévation du mercure dans le tube du *thermomètre*, & ajouter au contraire une pareille quantité, si, du temps de la construction à celui de l'observation, le baromètre avoit monté de 6 lignes.

Cette attention, qui seroit peu coûteuse à des Physiciens, étoit pourtant une sujexion incommode dans l'usage d'un instrument qui devoit passer entre les mains de tout le monde. D'ailleurs ce *thermomètre* étoit nécessairement grand, ce qui mettoit le verre en plus grand risque d'être cassé, & ne permettoit pas qu'on pût le plonger dans des liqueurs ou dans des matières qu'on n'auroit eu qu'en petite quantité. M. Amontons sentit très-bien ces deux inconveniens ; aussi dit-il dans un Mémoire qu'il donna en 1703 (p), « que son *thermomètre* ne peut servir à toutes sortes de personnes, qu'on ne doit le considérer que comme propre à « perpétuer la connoissance de nos *thermomètres* aux siècles à venir ; « & que comme l'étalement sur lequel on en peut en tout temps régler « d'autres à esprit-de-vin qui aient la même marche, & qui puissent « plus commodément servir aux mêmes usages. »

Il donne en conséquence dans ce même Mémoire, la description d'un nouveau *thermomètre* à esprit-de-vin, construit sur les mêmes principes que l'ancien *thermomètre* à mercure. La graduation de ces nouveaux *thermomètres* * étoit par pouces & par lignes ; il y en avoit deux, la progression de l'une étoit en montant, & celle de l'autre en descendant. La graduation qui montoit, indiquoit les degrés de chaleur, c'est-à-dire, la quantité de pouces & de lignes de mercure que la chaleur faisoit soutenir au ressort de l'air ; celle qui descendoit, monroit les degrés de froid au-dessous de la chaleur de l'eau bouillante, c'est-à-dire, la quantité de pouces & de lignes dont la diminution de chaleur au-dessous de celle de l'eau bouillante, fait soutenir moins de mercure au ressort de l'air.

Autre
thermomètre
de
M. Amontons,
* Pl. III,
fig. 5.

Défauts.

CE nouveau *thermomètre* remédioit un peu au second inconvenient que j'ai relevé dans l'ancien; savoir, sa grandeur démesurée, mais il laissoit subsister le premier, car il falloit toujours faire la correction du poids de l'air lorsqu'on l'observoit.

Application
ingénieuse du
thermomètre
de
M. Amontons.

CES instrumens, construits sur des principes aussi ingénieux, ne pouvoient être de quelque utilité qu'entre des mains aussi habiles que celles de M. Amontons, & ils méritoient à double titre le nom de *thermomètre d'Amontons*. Il s'en servit avantageusement pour rectifier les observations faites avec les anciens *thermomètres*, comme on peut le voir dans le Mémoire cité plus haut (*q*); on y trouvera aussi la manière tout-à-fait ingénieuse dont ce Savant s'y prit pour connoître les degrés de chaleur qui surpassent celui de l'eau bouillante, tels que ceux qui fondent les métaux. M. Amontons se servit d'un barreau de fer rougi seulement par un bout dans une certaine étendue, & par conséquent toujours inégalement échauffé depuis cette extrémité jusqu'à l'autre; différentes matières posées sur ce barreau à différentes distances du bout rougi, ou se sont mises en fusion, ou ont donné d'autres marques du degré de chaleur qu'elles recevoient; & comme il y avoit un endroit où le suif se fondoit, ce qui est un point commun au barreau & au *thermomètre*, M. Amontons s'en est servi pour réduire les différentes distancies trouvées sur le barreau, à des degrés de son *thermomètre* qu'il supposoit prolongé, de sorte que la même mesure régnoit partout.

Autres défauts
des
thermomètres
de
M. Amontons.

JE reviens aux *thermomètres* à mercure & à esprit-de-vin de M. Amontons. Outre les inconveniens auxquels ils sont sujets, & dont j'ai parlé, il en est encore d'autres que je ne peux m'empêcher de relever. J'ai dit que ce qui servoit à régler la marche de ces *thermomètres*, c'étoit les différentes dilatations ou condensations de la masse d'air renfermée dans la boule; or on fait que l'air est sujet à des variations continues & momentanées; le même air pris en différens temps, en différences saisons, en différens pays, est aussi très-different. Sa pesanteur & son ressort se combinent avec une infinité de causes qui les font varier d'un

(*q*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1703, pages 54 & 200.

moment à l'autre; & si plusieurs de ceux qui ont voulu répéter les expériences de M. Amontons sur la dilatation de l'air chargé de différens poids, n'ont pu trouver les mêmes résultats que ceux que cet exact Académicien a obtenus, c'est vraisemblablement parce qu'ils les ont faites sur un air différent de celui qui a servi à ses expériences.

A cet inconvenient s'en joignent encore d'autres. L'état moyen de chaleur que M. Amontons suppose à l'air, & qu'il ne détermine que d'une manière vague, la difficulté de trouver des boules & des tubes de capacités égales ou proportionnelles, difficultés bien grandes à surmonter dans la pratique, l'augmentation qui survient au volume de l'air, qui affoiblit la force de ressort, & qui ne la laisse pas telle qu'elle devroit être pour produire l'effet dont elle est la cause & la mesure; en un mot, bien d'autres difficultés sur lesquelles il seroit trop long d'insister, font que ce *thermomètre* n'est pas susceptible de toute la précision qu'on lui désireroit. Je ne crois pas cependant, comme l'a dit un Auteur italien, M. Taglin, Professeur de Physique à Pise, que le *thermomètre* de M. Amontons soit inférieur à celui de Florence, ce seroit assurément le dégrader beaucoup trop: il est vrai que l'usage de ce dernier a prévalu, mais ce n'est que parce que l'autre étoit très-difficile à construire; un seul ouvrier fort intelligent de ce temps-là, le sieur Hubin, habile & célèbre Émailleur, instruit & guidé par l'Auteur même, en répandit un certain nombre que les Curieux conservèrent dans leurs cabinets, mais ce qu'on nomme le *Public*, prit peu de part à cette invention.

ARTICLE IV.

Thermomètre de M. Nuguet.

LE *thermomètre* de M. Amontons eut un adversaire dans la personne de M. Nuguet, dont parle M. de la Hire dans son *Histoire des Thermomètres* (r). M. Nuguet proposa en 1706, un nouveau *thermomètre* qu'il prétendoit exempt des défauts des autres *thermomètres*, & qu'il assuroit contenir tous les avantages

(r) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1706, page 436.

qui ne se trouvent que séparément & par parties dans ceux dont on s'étoit servi jusqu' alors : ce sont ses termes ; mais le succès ne répondit pas à la manière emphatique dont il l'annonçoit , & on ne connoîtroit plus ce *thermomètre* , si M. de la Hire n'avoit pas eu soin d'en faire la description & la critique . C'est d'après ce laborieux Académicien que je vais en parler .

Description.

* Pl. IV,
fig. 6.

LE *thermomètre* de M. Nuguet * étoit assez semblable au baromètre double de M. Hughens , dont je parlerai en faisant l'histoire de cet instrument . Il étoit composé d'une boule de verre pleine d'air condensé par le froid de l'eau au terme de la glace , & de quatre tubes soudés & joints les uns aux autres , de manière qu'ils n'en faisoient qu'un seul recourbé par en bas . M. Nuguet emplissoit ce tuyau avec certaines précautions , en sorte que l'espace depuis le haut du tuyau jusque vers le milieu du premier tube , étoit vide d'air grossier ; il y avoit ensuite du mercure jusque vers le milieu du troisième tube , qui étoit au-dessus de la courbure dans l'autre branche ; au - dessus du mercure il versoit de l'esprit-de-vin jusque vers le milieu du quatrième tube , au haut duquel étoit scellée la boule pleine d'air , comme le reste de ce même tube .

Usage.

IL est aisé de voir que la chaleur devoit faire descendre l'esprit-de-vin , & que le froid devoit le faire remonter , parce que l'air de la boule & d'une partie du tuyau se dilatant par la chaleur , obligeoit l'esprit-de-vin de descendre ; & en se condensant par le froid , il laissoit à l'esprit-de-vin la liberté de remonter .

Défauts.

LA construction de ce *thermomètre* est fondée sur ce principe , que les grandes chaleurs de l'été font soutenir à l'air , renfermé dans la boule , quatre pouces de mercure de plus qu'il n'en soutient dans les grands froids de l'hiver ; mais comme ces excès de température changent suivant les pays , il s'ensuit qu'on ne pouvoit se servir de ce *thermomètre* , qu'en déterminant dans chaque pays où on l'observoit , la différence de la chaleur de l'été à celle de l'hiver , ce qui est très - difficile . Ajoutez à cela que M. Nuguet ne pare pas à l'inconvénient dont j'ai parlé dans l'article précédent , je veux dire qu'on étoit obligé , pour faire usage de

son thermomètre , d'avoir égard aux différentes hauteurs de l'atmosphère qui font nécessairement varier la pesanteur de l'air. Il suit aussi de la manière dont M. Nuguet remplissoit & graduoit son thermomètre , qu'il ne pouvoit se passer de celui de Florence , dont il se servoit comme de terme de comparaison pour marquer sur le sien le point de la congélation lorsque celui de Florence marquoit 30 degrés. Le thermomètre de M. Nuguet n'étoit donc pas universel , puisqu'il falloit nécessairement le comparer avec celui de Florence ; & comme le degré de la congélation n'étoit pas un terme aussi fixe dans le thermomètre de Florence , que celui de l'eau bouillante dans le thermomètre de M. Amontons , il s'ensuit que le thermomètre de M. Nuguet avoit les défauts de celui de Florence , & ne possédoit pas la qualité la plus estimable de celui de M. Amontons. Il falloit d'ailleurs que ce thermomètre eût environ trois pieds de hauteur ; inconvénient qui auroit suffi seul pour le faire rejeter.

La comparaison que M. de la Hire fit du thermomètre de M. Nuguet , avec celui de Florence , ne fut pas non plus favorable à ce premier , car il a quelquefois remarqué jusqu'à 11 degrés de différence entre l'un & l'autre ; or , la présomption devoit être pour celui de Florence , dont on connoissoit la marche depuis long - temps (f).

On voit par ces détails , qu'il faut beaucoup rabattre de l'idée avantageuse que M. Nuguet s'étoit formée de son thermomètre . « Il est (conclut M. de la Hire) beaucoup moins sensible , beaucoup moins exact , beaucoup moins portatif , beaucoup plus difficile à construire , & beaucoup plus composé que le thermomètre ordinaire de Florence à esprit-de-vin . »

(f) C'est ce même thermomètre de Florence dont se servoit M. de la Hire , qu'on voit encore aujourd'hui à l'Observatoire. Il a été fait en 1678 par le sieur Hubin ; il est rempli d'esprit-de-vin coloré & scellé hermétiquement ; la boule a environ deux pouces de

diamètre , & le tube près de quatre pieds de longueur , sur une ligne à peu près de diamètre intérieur. Instrument respectable par son antiquité , & par le mérite du savant Académicien qui en faisoit usage.

qui ne se trouvent que séparément & par parties dans ceux dont on s'étoit servi jusqu'alors : ce sont les termes ; mais le succès ne répondit pas à la manière emphatique dont il l'annonçoit, & on ne connoîtroit plus ce *thermomètre*, si M. de la Hire n'avoit pas eu soin d'en faire la description & la critique. C'est d'après ce laborieux Académicien que je vais en parler.

Description.

* Pl. IV,
fig. 6.

Le *thermomètre* de M. Nuguet * étoit assez semblable au baromètre double de M. Hughens, dont je parlerai en faisant l'histoire de cet instrument. Il étoit composé d'une boule de verre pleine d'air condensé par le froid de l'eau au terme de la glace, & de quatre tubes soudés & joints les uns aux autres, de manière qu'ils n'en faisoient qu'un seul recourbé par en bas. M. Nuguet emplissoit ce tuyau avec certaines précautions, en sorte que l'espace depuis le haut du tuyau jusque vers le milieu du premier tube, étoit vide d'air grossier ; il y avoit ensuite du mercure jusque vers le milieu du troisième tube, qui étoit au-dessus de la courbure dans l'autre branche ; au-dessus du mercure il verroit de l'esprit-de-vin jusque vers le milieu du quatrième tube, au haut duquel étoit scellée la boule pleine d'air, comme le reste de ce même tube.

Usage.

Il est aisé de voir que la chaleur devoit faire descendre l'esprit-de-vin, & que le froid devoit le faire remonter, parce que l'air de la boule & d'une partie du tuyau se dilatant par la chaleur, obligeoit l'esprit-de-vin de descendre ; & en se condensant par le froid, il laissoit à l'esprit-de-vin la liberté de remonter.

Défauts.

La construction de ce *thermomètre* est fondée sur ce principe, que les grandes chaleurs de l'été font soutenir à l'air, renfermé dans la boule, quatre pouces de mercure de plus qu'il n'en soutient dans les grands froids de l'hiver ; mais comme ces excès de température changent suivant les pays, il s'ensuit qu'on ne pouvoit se servir de ce *thermomètre*, qu'en déterminant dans chaque pays où on l'observoit, la différence de la chaleur de l'été à celle de l'hiver, ce qui est très-difficile. Ajoutez à cela que M. Nuguet ne pare pas à l'inconvénient dont j'ai parlé dans l'article précédent, je veux dire qu'on étoit obligé, pour faire usage de

son thermomètre , d'avoir égard aux différentes hauteurs de l'atmosphère qui font nécessairement varier la pesanteur de l'air. Il suit aussi de la manière dont M. Nuguet remplissoit & graduoit son thermomètre , qu'il ne pouvoit se passer de celui de Florence , dont il se servoit comme de terme de comparaison pour marquer sur le sien le point de la congélation lorsque celui de Florence marquoit 30 degrés. Le thermomètre de M. Nuguet n'étoit donc pas universel , puisqu'il falloit nécessairement le comparer avec celui de Florence ; & comme le degré de la congélation n'étoit pas un terme aussi fixe dans le thermomètre de Florence , que celui de l'eau bouillante dans le thermomètre de M. Amontons , il s'en suit que le thermomètre de M. Nuguet avoit les défauts de celui de Florence , & ne possédoit pas la qualité la plus estimable de celui de M. Amontons. Il falloit d'ailleurs que ce thermomètre eût environ trois pieds de hauteur ; inconvénient qui auroit suffi seul pour le faire rejeter.

La comparaison que M. de la Hire fit du thermomètre de M. Nuguet , avec celui de Florence , ne fut pas non plus favorable à ce premier , car il a quelquefois remarqué jusqu'à 11 degrés de différence entre l'un & l'autre ; or , la présomption devoit être pour celui de Florence , dont on connoissoit la marche depuis long-temps (f).

On voit par ces détails , qu'il faut beaucoup rabattre de l'idée avantageuse que M. Nuguet s'étoit formée de son thermomètre . « Il est (conclut M. de la Hire) beaucoup moins sensible , beaucoup moins exact , beaucoup moins portatif , beaucoup plus difficile à construire , & beaucoup plus composé que le thermomètre ordinaire de Florence à esprit-de-vin . »

(f) C'est ce même thermomètre de Florence dont se servoit M. de la Hire , qu'on voit encore aujourd'hui à l'Observatoire. Il a été fait en 1678 par le sieur Hubin ; il est rempli d'esprit-de-vin coloré & scellé hermétiquement ; la boule a environ deux pouces de

diamètre , & le tube près de quatre pieds de longueur , sur une ligne à peu près de diamètre intérieur. Instrument respectable par son antiquité , & par le mérite du savant Académicien qui en faisoit usage.

A R T I C L E . V.

Thermomètre de Fahrenheit.

Au *thermomètre* de M. Amontons, succéda celui de Fahrenheit, fameux Émailleur hollandais, qui profita beaucoup, dans ses recherches & ses expériences, des lumières du célèbre Boërrhave. Fahrenheit imagina qu'il falloit, pour la perfection du *thermomètre*, choisir deux termes; savoir, celui d'un certain degré de froid artificiel, & celui de l'eau bouillante, pour régler là-dessus la graduation & la marche du mercure.

Description.

* Pl. IV,
fig. 7.

Il prenoit donc un tube d'une grandeur convenable (*t*), au bout inférieur duquel il scelloit, non pas une boule, mais un cylindre de verre *, dont la capacité intérieure devoit être à toute la capacité du tube, comme 11124 est à 670. Il parvenoit à cette justesse en remplissant d'abord le cylindre & ensuite le tube de mercure. Afin de préparer ce mercure, & de le raréfier d'une manière bien uniforme, il avoit soin de le faire bouillir long-temps dans un vase, & il n'en remplissoit le cylindre & le tube, que lorsqu'il étoit un peu refroidi. Il s'y prenoit de la manière suivante pour les remplir: il exposoit devant le feu le cylindre & le tube pour les bien sécher & les rendre fort chauds, afin d'en faire sortir l'air, il plongeoit ensuite le bout du tube ouvert dans le mercure encore chaud, & il en entroit assez par cette première immersion pour que le cylindre fût plein aux deux tiers lorsque le mercure étoit refroidi. Après cela, il mettoit de nouveau le cylindre sur le feu, il y faisoit bouillir le mercure qui y étoit entré, afin d'en faire sortir le peu d'air qui y restoit encore aussi-bien que dans le tube; il plongeoit une seconde fois le bout du tube dans le mercure chaud, & il achevoit de remplir ainsi le cylindre & une partie du tube. Un autre *thermomètre*, de la perfection duquel il étoit sûr, lui servoit à juger s'il y avoit trop ou trop peu de mercure dans celui qu'il construisoit; & après l'avoir réduit à la quantité qu'il devoit avoir, il le faisoit bouillir une seconde fois jusqu'à ce qu'il s'élevât au haut du tube, qu'il

(*t*) Essais de Physique, tome I, page 462.

scelloit

scelloit aussitôt à la lampe ; par ce moyen il étoit sur que le mercure & le tube étoient parfaitement vides d'air.

Il s'agissoit après cela de fixer sur ce *thermomètre*, le terme de la congélation & celui de l'eau bouillante. Fahrenheit préparoit pour cet effet un bain de glace pilée, qu'il mêloit avec du sel ammoniac ; il marquoit avec un fil, le point où le mercure s'arrêtroit lorsque ce mélange avoit acquis le plus grand degré de froid auquel il pût atteindre ; il plongeoit ensuite son *thermomètre* dans un bain d'eau bouillante, & marquoit avec un autre fil, le point où le degré de chaleur avoit fait monter le mercure. Il appliquoit son *thermomètre* sur une planche graduée, & marquoit 32 au point qui répondoit au premier fil ; c'étoit-là, selon lui, le terme de la première congélation de l'eau. Il posoit au-dessous de cette marque, & beaucoup plus bas, le 70.^{me} degré, qui répondoit au degré de froid qui résulte du mélange de la glace pilée avec l'esprit-de-nitre ; mais il ne put jamais parvenir à faire marquer à son *thermomètre*, un degré de froid aussi excessif, car toutes ses tentatives ne pousserent le froid artificiel qu'à 40 degrés de la division, qui répondent au 32.^{me} de celle du *thermomètre* de M. de Reaumur, dont je parlerai bientôt. On peut voir dans la Chimie de M. Boërrhave, de quelle façon Fahrenheit a fait ses expériences du froid artificiel.

Après avoir marqué ces degrés extrêmes de froid au-dessous du 32.^{me} degré, il marquoit 212 au point où la chaleur de l'eau bouillante avoit fait monter le mercure, & en avançant toujours de degrés en degrés égaux entr'eux, il parvenoit au 600.^{me} degré, qui étoit le dernier terme de son échelle.

ON voit d'abord par tous ces procédés, que ce *thermomètre* est d'une construction difficile, ce qui est un grand défaut pour un instrument d'un usage aussi universel. D'ailleurs le principe d'où Fahrenheit partoit, portoit à faux ; il croyoit que le mélange de glace & de sel ammoniac, produisoit le plus grand froid possible ; or tout le monde sait, & Fahrenheit s'en convainquit ensuite lui-même, que la glace pilée, mêlée avec l'esprit-de-nitre, produit un froid beaucoup plus considérable. Quelqu'excessif qu'il soit, les observations que M. de l'Isle a faites en Sibérie (*u*), nous

Défauts.

(*u*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1749, page 1.

apprennent que les froids naturels qu'on éprouve dans ce pays, surpassent de beaucoup les froids artificiels que M^{rs} Boërrhave & Fahrenheit ont connus & éprouvés.

Le second terme d'où Fahrenheit est parti, je veux dire la chaleur de l'eau bouillante, n'est pas non plus assez fixe, pour qu'on puisse le regarder comme un terme invariable. En effet (*x*), l'eau n'est aussi chaude qu'elle peut l'être, qu'après avoir bouilli quelques instans ; & comme elle s'échauffe de plus en plus jusqu'à ce qu'elle bouille très-fort, & que ce bouillonnement arrive plus tôt ou plus tard, selon le poids actuel de l'air qui pèse sur sa surface, il est évident que le degré de chaleur de l'eau que l'on fait bouillir, devient plus ou moins grand, suivant la pesanteur actuelle de l'atmosphère ; aussi Fahrenheit avoit-il bien soin de consulter la hauteur du *baromètre* avant que de marquer le terme de l'eau bouillante sur ses *thermomètres* ; c'est une attention de plus qu'il faut avoir, & dont l'omission peut rendre l'instrument fort imparfait. Cette précaution empêche aussi, comme on le voit, que ces *thermomètres* soient comparables, à moins qu'on n'ait profité, pour les construire, d'un temps où le *baromètre* indiquoit une même pesanteur de l'atmosphère, ce qui est fort rare. Tous ces défauts n'empêchent pas que ce *thermomètre* ne soit encore fort en usage en Allemagne & en Hollande; M. Muischenbroek (*y*) le préféroit même, je ne sais pourquoi, à celui de M. de Reaumur.

A R T I C L E VI.

Thermomètre de M. de l'Isle.

M. DE L'ISLE, savant Astronome de l'Académie des Sciences, construisit des *thermomètres* à peu près sur les mêmes principes que ceux qu'avoit suivis Fahrenheit, seulement au lieu du terme de la *congélation de l'eau*, il prenoit celui de la *température des caves de l'Observatoire* (*z*) après avoir pris celui de la *chaleur*

(*x*) *Leçons de Physique, tome IV, page 400.*

(*y*) *Essai de Physique, tome I, page 465.*

(*z*) *Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1749, page 1.*

de l'eau bouillante ; il marquoit la hauteur de l'esprit-de-vin dans ces deux différentes températures , & il divisoit cet intervalle en cent parties égales , en commençant au degré de la chaleur de l'eau bouillante. Ce fut en 1724 que M. de l'Isle fit usage , pour la première fois , de son *thermomètre*. Il s'en servit pour observer les accroissemens & les diminutions de froid pendant la grande éclipse totale de Soleil du 22 Mai de la même année (a).

Ce Savant fit en 1732 , un voyage en Russie ; il ne put y transporter les *thermomètres*, ni en construire d'autres sur les mêmes principes , faute de souterrains assez profonds pour que la température s'y conservât à peu près la même pendant toute l'année ; il trouva outre cela , trop de difficulté à régler à l'eau bouillante des *thermomètres* d'esprit-de-vin ; il se détermina donc à en construire de mercure , sur lesquels il commença sa division au terme de l'eau bouillante , comme il avoit fait à Paris dans ses *thermomètres* d'esprit-de-vin. Mais ne trouvant point de second terme aussi fixe ni aussi bien déterminé que ce premier , il imagina de prendre tous ses degrés au-dessous du point où le mercure feroit porté par l'eau bouillante , en supposant que le volume de mercure dilaté par cette chaleur , fût divisé en dix mille ou cent mille parties ; il prit ces parties pour des degrés , qui par conséquent étoient des degrés de la condensation du mercure au-dessous de l'étendue qu'il a dans l'eau bouillante. On voit bien que cette méthode donne des degrés inégaux dans ces différens *thermomètres* , mais toujours proportionnels , & qui pouvoient se rapporter à ceux du *thermomètre* de M. de Reaumur.

Je ferai sans doute plaisir à mes lecteurs , de décrire ici la méthode exacte que l'on doit suivre dans la construction de ce *thermomètre* ; la voici telle que M. de la Lande la publia en 1764 , dans la *Connoissance des Mouvements célestes* de cette année (b).

ON choisira un jour où le *baromètre* soit à sa hauteur moyenne , qui est environ de 28 pouces à Paris ; on prendra du mercure revivifié de cinabre pour plus grande pureté. Ayant pesé séparément

Description

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences , année 1724 , page 318.

(b) Connoissance des Mouvements célestes , année 1764 , page 208.

Le tuyau, on le remplira de mercure, on le pèsera de nouveau pour savoir combien il contient de mercure; on le plongera peu à peu dans l'eau bouillante, on pèsera avec grand soin tout le mercure qui sortira: si cette quantité est la cinquantième partie du mercure qui est resté dans le tuyau, on divisera 10000 par 50, & l'on aura 200 pour le degré de température au moment où l'on a rempli le tube; il en est de même de tout autre nombre. Si le mercure sorti du tube étoit la soixante-septième partie du mercure resté, on diviseroit 10000 par 67, & l'on auroit 150 pour la température du lieu, du jour, & de l'heure où l'on fait l'expérience; ainsi ayant retiré le tube de l'eau, & après avoir laissé revenir le mercure à sa hauteur naturelle, on y marquera 150, & cela suffira pour faire la graduation, car il suffira de diviser en cent cinquante parties la longueur du tuyau, comprise entre ce point & l'extrémité du tuyau.

Il faut avoir soin, pour faire un bon *thermomètre* par cette méthode, de prendre un tuyau dont le calibre soit uniforme, ou bien en mesurer les inégalités de la manière suivante: On introduira dans le tuyau une petite quantité de mercure formant un cylindre de trois à quatre lignes de longueur, on le promènera dans les différentes parties du tube; là où on verra ce petit cylindre s'étendre, on connoîtra que le Tube se rétrécit, & l'on fera les degrés un peu plus longs dans cet endroit.

M. de l'Isle fit usage de son *thermomètre* pour observer le froid qu'il éprouva en Sibérie pendant le séjour qu'il y fit; on trouvera la table de ses observations à la suite de son Mémoire que j'ai cité plus haut.

Outre les grands *thermomètres* que M. de l'Isle avoit construits à Pétersbourg, il en fit aussi de petits réglés sur les mêmes principes, & qui ne différoient des grands, qu'en ce que le volume du mercure étendu par la chaleur de l'eau bouillante n'étoit divisé qu'en dix mille parties, au lieu qu'il l'étoit en cent mille dans les grands qui servoient de modèles & d'étalons pour construire les petits.

Défauts.

LE *thermomètre* de M. de l'Isle est réglé, comme celui de Fahrenheit sur le terme de l'eau bouillante, il doit donc être

sujet aux mêmes inconvénients que ceux que j'ai fait remarquer dans ce dernier (c). A l'égard du second terme que M. de l'Isle choisit, savoir celui de la température des caves de l'Observatoire, comme il est très-rare de trouver des souterrains aussi profonds qui conservent toujours à peu près la même température, il s'ensuit qu'on ne pourroit construire les *thermomètres* de M. de l'Isle qu'à Paris, & peut-être dans quelques autres endroits où on auroit le bonheur de trouver de pareils souterrains; or c'est-là certainement un inconvénient. M. de l'Isle l'a senti lui-même, puisqu'il avoue qu'il ne trouva pas de caves en Russie qui pussent suppléer à celles de l'Observatoire de Paris. Il fut obligé, comme je l'ai dit, d'avoir recours à un autre expédient très-ingénieux, & qui remédie à l'inconvénient qu'il vouloit éviter. M. de l'Isle assure que tous les *thermomètres* qu'on a construits sur ses principes, se sont trouvés parfaitement d'accord avec ceux qu'il avoit construits lui-même. C'est certainement une forte prélimption en faveur de son *thermomètre*, mais d'un autre côté je ne puis dissimuler que ce *thermomètre* n'est guère en usage, & que celui de M. de Reaumur lui a fait du tort, sans doute, parce qu'on a reconnu plus de justesse & de précision dans les principes de construction que ce Savant a suivi.

ARTICLE VII.

Thermomètre de M. de Reaumur.

LE *thermomètre* de M. de Reaumur remédie parfaitement à tous les inconvénients que j'ai relevés dans les différens *thermomètres*

(c) M. de Luc, citoyen de Genève, Correspondant de l'Académie, est parvenu à déterminer sur le *thermomètre à mercure*, une échelle naturelle des véritables degrés de chaleur égaux dans la Nature, inégaux dans l'étendue de leurs divisions; mais pour avoir dans cette échelle un terme fixe comme celui de l'eau bouillante, il falloit connoître l'influence du poids de l'air sur ce terme de l'ébullition: pour cet effet, M. de Luc s'est transporté dans les derniers

jours de Septembre 1770, sur une montagne élevée de 1380 toiles au-dessus du lac de Genève, il a reconnu, en comparant vingt-cinq expériences, depuis 28 pouces 5 lignes, jusqu'à 19 pouces 7 lignes, que les différences de chaleur de l'eau bouillante, ne sont pas proportionnelles aux différences de poids de l'air, mais qu'elles suivent une toute autre loi, qu'il fait connaître dans un Ouvrage qui vient de paraître.

dont j'ai parlé jusqu'à présent, & il réunit tous les avantages qu'on desiroit dans cet instrument ; car en suivant de point en point ce que ce sage Physicien prescrit dans les deux Mémoires qu'il a donnés sur cette matière (*d*), on peut en tout temps & en tout lieu construire des *thermomètres* dont les marches soient comparables entr'elles, dont les degrés soient relatifs à des termes de froid & de chaud bien fixes & bien connus ; des *thermomètres* qu'on observe immédiatement & sans aucune déduction, & qui soient applicables à toutes les épreuves qui sont du ressort de cet instrument. Je vais essayer de faire voir, d'après les deux Mémoires de M. de Reaumur auxquels je renvoie, comment cet exact Physicien a rempli toutes ces vues. Je ne puis rien faire de mieux que de prendre pour modèle l'analyse qu'en a faite M. l'abbé Nollet (*e*). Ce digne Élève de M. de Reaumur, avec lequel il a travaillé fort long-temps, étoit plus capable que tout autre de nous bien instruire sur tous les procédés de son habile maître.

Principes de construction.

LE premier objet que se proposa M. de Reaumur, ce fut de chercher un point fixe qui fut plus aisé à déterminer que tous ceux auxquels on s'en étoit tenu auparavant. Il commença donc la graduation de ses *thermomètres* au degré de froid qui fait geler l'eau commune, & qui suffit à peine pour empêcher de fondre la glace que l'on tient dans un lieu où il ne gèle pas. M.^{rs} de Reaumur & Nollet ont reconnu ensuite qu'il étoit plus commode & plus sûr de prendre ce degré dans de la glace pilée qui commence à se fondre. L'expérience a appris à ces Savans que la glace pilée qu'on tient dans un baquet en suffisante quantité, retient la liqueur du *thermomètre* au même point, jusqu'à ce qu'il y en ait une grande quantité, comme le tiers ou la moitié, tournée en eau, au lieu que les degrés de froid qu'acquièrent les congélations artificielles varient beaucoup & peuvent produire de grandes erreurs. On voit bien, sans que je le fasse remarquer, que ce terme est

(*d*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1730, page 452. — 1731, page 250.

(*e*) Leçons de Physique, tome IV, page 398. — Art des expériences, tome III, page 146.

beaucoup plus fixe que ceux de l'eau bouillante ou de la température des souterrains. On peut aussi le retrouver aisément partout, car il y a apparence que le premier terme de la congélation est précisément le même dans tous les climats. M. Bouguer étant à Quito, c'est-à-dire sous la Ligne, plongea la boule d'un *thermomètre* de M. de Reaumur dans la neige, dont les montagnes de ce pays sont toujours couvertes, & il vit descendre la liqueur au point de la congélation, tel qu'il avoit été marqué en France (f).

Un second objet auquel on n'avoit point fait attention, c'est de déterminer le rapport qui se trouve entre la capacité de la boule & celle du tuyau. M. de Reaumur employoit pour cela des procédés fort ingénieux, dont il faut apprendre le détail par la lecture même de son premier Mémoire. Cette proportion étant trouvée, M. de Reaumur divise le tube de manière que chaque portion de sa capacité peut contenir tout juste $\frac{1}{1000}$.^{me} partie de la liqueur qui occupe la boule & environ un quart du tuyau, de sorte qu'ayant fait prendre à cette liqueur le froid de la glace, il marque zéro à l'endroit où elle s'arrête, & compte au-dessous de ce terme le degré de condensation, & au-dessus, ceux de dilatation. Quand la liqueur en s'échauffant monte dans le tube de 5 ou 6 degrés au-dessus de zéro, *terme de la glace ou de la congélation de l'eau*, cela signifie donc que son volume, qui n'étoit que de 1000 parties, devient égal à 1005 ou 1006 de ces mêmes parties; & quand au contraire la liqueur en se refroidissant s'abaisse au-dessous de ce terme, on fait, par le nombre de degrés qu'elle parcourt en descendant, que son volume est diminué de tant de millièmes. Je mets ici sous les yeux * la figure des différentes formes qu'on a données à ce *thermomètre*, selon les usages auxquels on le destine; la figure 8 représente le grand *thermomètre* tel que M. de Reaumur le construisit d'abord; ce même *thermomètre* est représenté dans la figure 9, réduit à une plus petite échelle, mais qui est toujours proportionnelle à la grande; la planche du *thermomètre* de la figure 10 est pliante, afin que l'on puisse plonger le tube dans les liqueurs; celui de la figure 11 est destiné au

* Pl. V, fig. 8,
9, 10 & 11.

(f) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1745, page 230.

même usage, il est enfermé dans un gros tube de verre, ce qui le rend moins sensible que le précédent.

Si deux de ces *thermomètres* sont faits avec des boules & des tubes dont les capacités ne soient pas de part & d'autre dans des rapports semblables, que le tube de l'un, par exemple, soit à la boule, comme 100 est à 1000, ou comme 1 est à 10, & que la proportion de l'autre soit comme 150 à 1000, ou comme $1\frac{1}{2}$ à 10, tout ce qu'il en arrivera, c'est que l'échelle de celui-ci aura les degrés plus petits & en plus grand nombre que l'autre; mais dans tous les deux, ces degrés feront toujours des millièmes de la capacité qui est au-dessous de zéro, & c'est ce qui caractérise principalement le *thermomètre* de M. de Reaumur, & ce qui le fait différer essentiellement de ceux dont la graduation faite en parties égales & en nombres arbitraires sur la longueur du tuyau, ne donnent aucune idée distincte de l'action de la chaleur, puisque la dilatation de la liqueur qui en est l'effet, n'y est pas mesurée par des quantités égales ou proportionnelles. Il étoit donc naturel de chercher à établir cette proportion sur la dilatabilité de la liqueur, puisque c'est de cette propriété qu'elle a de se dilater, que dépend l'usage de l'instrument.

Mais il se trouvoit bien des obstacles à lever, pour que l'expérience répondît parfaitement à cette idée tout-à-fait ingénieuse. On sait que les liqueurs n'ont pas toutes le même degré de dilatabilité; & si deux *thermomètres* construits d'ailleurs suivant les principes de M. de Reaumur, différoient seulement par plus ou moins de dilatabilité dans les liqueurs, les degrés correspondans ne pourroient plus exprimer des quantités semblables de froid & de chaud; l'un des deux, par exemple, marqueroit la chaleur animale par 32 degrés au-dessus du terme de la glace; & l'autre exprimeroit par le même nombre de degrés, une chaleur qui seroit à coup sûr plus forte ou plus foible.

Il falloit donc convenir d'une liqueur dont le degré de dilatabilité fut déterminé, & qu'on pût aisément se procurer par-tout. Il est certain que la liqueur la plus dilatable, seroit la plus propre à faire des *thermomètres* bien sensibles, mais souvent on a de la peine à en trouver de telle, & M. de Reaumur vouloit que son *thermomètre*

thermomètre pût se faire en tout temps, en tous lieux & à peu de frais; il s'est donc un peu relâché sur la grande dilatabilité, & au lieu d'employer un esprit-de-vin parfaitement rectifié, il en choisit un qu'il affoiblit avec un quart d'eau. Cette liqueur, à la vérité, fait un peu moins de chemin dans le tube du *thermomètre*, que n'en feroit l'esprit-de-vin plus pur; mais elle a sur lui un avantage considérable, c'est qu'elle souffre un plus grand degré de chaleur avant de bouillir; ce qui fait qu'on risque moins de casser le *thermomètre* en le plongeant dans l'eau bouillante ou prête à bouillir.

Il faut voir dans le Mémoire même de M. de Reaumur, quelles règles on doit suivre pour cet affoiblissement de l'esprit-de-vin: on y trouvera des moyens sûrs pour connoître si ce mélange a atteint précisément le degré de dilatabilité; & en suivant de point en point ses procédés, on verra toujours que le degré de l'eau bouillante est 80 (g); celui de la chaleur animale, de $32\frac{1}{2}$; celui des souterrains très-profonds, comme les caves de l'Observatoire, de $10\frac{1}{4}$; celui de sel commun mêlé avec la glace, de 15 au-dessous du terme de la congélation.

Je n'entre point ici dans le détail des différentes manipulations qu'exigeoit & que pratiquoit M. de Reaumur pour la construction de son *thermomètre*; on en trouvera les détails dans le Mémoire de ce savant Académicien, que j'ai cité plus haut, & dans le dernier ouvrage que M. l'abbé Nollet a donné au Public, sous le titre de *l'Art des Expériences* (h). On peut suivre, sans craindre de se tromper, les avis de ce célèbre Professeur.

LE seul reproche raisonnable qu'on ait fait aux *thermomètres* de M. de Reaumur lorsqu'ils commencèrent à paroître, c'est qu'êtant beaucoup plus grands que ceux de Florence, ils en étoient moins faciles à transporter & moins propres à suivre les

Réponse
aux objections.

(g) M. de Reaumur s'étoit servi, pour faire l'épreuve de l'eau bouillante, d'un *thermomètre* dont l'extrémité supérieure du tube étoit ouvert; mais depuis qu'on a répété cette expérience avec un tube fermé hermétiquement, on a reconnu que le terme de l'eau

bouillante devoit être fixé à 105, & même à 108 degrés, en supposant, avec M. de Reaumur, 10 degrés $\frac{1}{4}$ pour la température des caves de l'Observatoire.

(h) Tome III, pages 145 & suiv.

changemens qui arrivent quelquefois assez subitement à la température de l'air, car la boule en étant fort grosse, il falloit nécessairement plus de temps pour que l'action du chaud & du froid se fit sentir jusqu'au centre dans la totalité de la liqueur. M. de Reaumur remédia d'abord à cet inconvénient, en faisant en sorte que les boules, sans rien perdre de leur capacité, fussent aplatis ; mais il reconnut bientôt qu'on pouvoit diminuer la longueur des *thermomètres* autant qu'on le voudroit, pourvu qu'ils fussent réglés sur les grands : aussi tous ceux qu'on fait à présent n'ont guère plus d'un pied de longueur avec une boule grosse comme une cerise. J'en ai vu de beaucoup plus petits & qui entrent dans des étuis à cure-dents ; mais M. l'abbé Nollet remarque fort judicieusement, que comme il n'étoit pas raisonnables de rejeter les premiers *thermomètres* de M. de Reaumur, par la seule raison que les yeux n'étoient pas accoutumés à voir ces sortes d'instruments de quatre ou cinq pieds de hauteur, il est plus que puérile aussi de vouloir qu'ils puissent se porter dans la poche.

On fit encore une autre objection par rapport à la liqueur dont M. de Reaumur se servoit ; on disoit, d'après M. Halley, cité par M. Muffchenbroek (*i*), que l'esprit-de-vin, par succession de temps, perdoit une partie de sa dilatabilité. « Je puis répondre, » dit M. l'abbé Nollet (*k*), que cet effet n'a point lieu au bout de trente-cinq ans ; car je garde avec soin un grand *thermomètre* que j'ai construit avec M. de Reaumur en 1732, & que je remets de temps en temps à l'épreuve de la glace ; la liqueur revient toujours au terme de la congélation, & le froid artificiel produit par un mélange de trois parties de glace pilée avec un peu plus d'une partie de sel marin, la ramène aussi à 15 degrés au-dessous du terme précédent. »

Le seul inconvénient de l'esprit-de-vin, c'est d'être extrêmement dilatable, & par conséquent de ne pouvoir servir dans les expériences qui exigent qu'on plonge le *thermomètre* dans les matières fort chaudes ; on y supplée alors en remplissant ces ther-

(*i*) *Essai de Physique, tome I, page 561.*

(*k*) *Art des Expériences, tome III, page 186.*

momètres de mercure avec les précautions qu'indique M. l'abbé Nollet dans l'Ouvrage que je viens de citer (1).

M. de Reaumur répond encore à une difficulté, car il les a prévu toutes. On fait que l'eau exposée l'hiver à un air qui a certains degrés de froid, gèle; expolée d'autres jours d'hiver à un air qui a un plus grand degré de froid, ne gèle pas: il y a plus, le dégel commence souvent, la glace commence à se fondre, quoique le thermomètre marque un degré de froid beaucoup plus grand que celui qu'il marquoit lorsque la glace s'est formée (m). Tout cela sembleroit donner atteinte à la précision que M. de Reaumur a cru trouver dans le terme de la congélation de l'eau. Notre savant Académicien, après avoir expliqué ces faits, rapporte une expérience qui est sans réplique; c'est qu'il a fait des glaces en différentes saisons de l'année, dans des jours fereins & dans des jours pluvieux, pendant que différens vents souffloient, & ces glaces ont toujours fait descendre le thermomètre au terme marqué pour la congélation artificielle, savoir, au 15.^{me} degré au-dessous du terme de la congélation.

Le verre est lui-même susceptible de dilatation & de condensation; cet effet est bien sensible, car on voit que le froid fait monter la liqueur dans les premiers momens, & que le chaud la fait descendre; effet que j'expliquerai en son lieu. M. de Reaumur a poussé l'exactitude jusqu'à vouloir déterminer dans quelles bornes cet effet, qui ne pouvoit être considérable, étoit renfermé, & il a trouvé que la diminution de la capacité de la boule par le froid, ou son augmentation par le chaud, n'alloit qu'à faire monter ou descendre la liqueur dans le tube de la $\frac{1}{1200}$.^{me} partie de son volume total, ce qui peut bien être négligé par les plus scrupuleux, dit M. de Fontenelle.

Une dernière circonstance que M. de Reaumur examine, c'est de savoir si l'espace qu'on laisse dans le tube, & que la liqueur parcourt dans ses différentes variations, doit être vide, c'est-à-dire,

(l) Art des Expériences, tome III, page 180.

(m) Je donnerai l'explication de tous ces faits dans le IV.^e Livre de cet Ouvrage.

plein d'un air très-raréfié, ou s'il faut y laisser de l'air ordinaire. Il est certain qu'il y a avantage & inconvenient de part & d'autre. Si l'air est très-raréfié, le jeu de la liqueur sera plus libre dans le tuyau ; mais aussi l'air contenu dans l'esprit-de-vin s'en dégagera aisément n'étant pas pressé, il enlèvera avec lui les parties les plus subtiles de l'esprit, & en changera la qualité : si l'air du haut du tuyau est de l'air ordinaire, la qualité de l'esprit-de-vin ne changera pas ; mais cet air se raréfiera par la chaleur aussi-bien que l'esprit-de-vin, & repoussera en en-bas, cet esprit qui tendoit à se dilater. Dans cet embarras, M. de Reaumur prend le parti que la prudence conseille en pareil cas, & que l'expérience lui a démontré être le plus sage (*n*), c'est de laisser un peu d'air dans le tube. Il faut voir à ce sujet le Mémoire que je cite, & qui est plein de recherches curieuses & intéressantes.

Le hasard a fourni une observation à M. l'abbé Nollet (*o*), qui confirme la nécessité de laisser un peu d'air dans la partie du tube qui est vide de liqueur. On fait que l'esprit-de-vin est naturellement de couleur blanche, c'est pourquoi on a soin de le colorer pour le rendre sensible dans les tubes des thermomètres. On se sert pour cela d'*orfeille* (*p*), qui a la propriété de teindre en rouge lorsqu'elle est préparée avec la chaux & l'urine. On la préfère au bois de *Bresil*, dont la teinture s'attache au verre, & à l'*orcanette* (*q*), qui perd son éclat & sa transparence dans l'esprit-de-vin mêlé d'eau. Mais l'*orfeille* a un autre défaut qui n'est pas moins considérable, c'est de se décolorer au bout de quelques années. On crut d'abord que la liqueur avoit déposé peu à peu la matière dont on s'étoit servi pour la teindre ; mais un petit accident, un *thermomètre cassé*, apprit à M. l'abbé Nollet que cette teinture ne perd sa couleur que lorsqu'elle n'a point de communication avec l'air extérieur, & qu'elle la reprend parfaite-

(*n*) Mém. de l'Acad. des Sciences, Année 1731, page 250.

(*o*) Ibid. Année 1742, page 216.

(*p*) L'*orfeille* est une espèce de *mousse* ou de *lichen*, qui croît sur les

rochers. La plus belle vient des Canaries ou des îles du Cap-vert.

(*q*) L'*orcanette* est une espèce de *buglose* qui croît dans le Languedoc & la Provence aux lieux sablonneux, sa racine fert à teindre en rouge.

tement lorsque cette communication lui est rendue. J'ai souvent répété cette expérience sur de petites ampoules que j'avois remplies d'esprit-de-vin coloré, & scellées à la lampe, & j'ai toujours vu la liqueur, entièrement décolorée, reprendre sa première couleur en moins d'une minute lorsque, rompant le bout de l'ampoule, je faisois communiquer l'air avec la liqueur; je la scellois de nouveau, & la liqueur se décoloroit peu de temps après. Cette observation prouve évidemment, que la décoloration n'est point occasionnée par le dépôt de la matière colorante.

Il paroît, par les expériences de M. l'abbé Nollet, que l'eau qu'on mêle avec l'esprit-de-vin, contribue beaucoup à la décoloration de la liqueur, car l'esprit-de-vin rectifié & pur, ne se décolore pas. Quant à la manière dont l'air agit pour faire renaître cette couleur, M. l'abbé Nollet prouve que ce n'est ni comme pesant, ni comme élastique; mais comme fluide, qui, par la ténuité ou la figure de ses parties, s'insinue dans la teinture décolorée, & qui rétablit, par sa présence ou par celle de quelqu'autre matière dont il n'est que le véhicule, une sorte de disposition qui s'étoit perdue peu à peu. Notre habile Physicien indique en même temps le moyen de remédier à cet inconvénient. On le préviendra, si on a soin, comme le prescrit M. de Reaumur, de laisser un peu d'air dans la partie vide du tube; on pourra aussi mélanger avec la liqueur un peu d'esprit volatil - urinieux; ce qu'il en faut pour cet effet, n'est point capable d'en changer le degré de dilatabilité.

ARTICLE VIII.

Thermomètre de M. Passement & de M. l'abbé Soumille.

ON ne pensa plus, depuis la belle découverte de M. de Reaumur, à chercher une nouvelle construction de *thermomètre*, parce qu'on reconnut aisément qu'il n'étoit pas possible d'en trouver une plus parfaite que celle dont cet ingénieur Académicien étoit l'auteur. Les autres *thermomètres* qui ont paru depuis, ont tous été faits sur les mêmes principes; on a seulement essayé de les rendre plus sensibles, en donnant plus d'espace aux degrés que la liqueur

devoir parcourir. Tels sont les *thermomètres* de M. Passement & de M. l'abbé Soumille, dont je vais dire un mot.

Thermomètre
de
M. Passement.

Feu M. Passement, Ingénieur du Roi, fort connu, eut l'honneur de présenter à Sa Majesté en 1755, un *thermomètre* qui devoit servir de pendant à un nouveau *baromètre* de son invention, dont je parlerai dans le chapitre suivant. Ce *thermomètre* avoit douze pieds de hauteur, chaque degré avoit plus de deux pouces de longueur. J'en ai vu un dans son laboratoire qui n'étoit pas aussi grand que celui-ci, mais qui étoit construit sur les mêmes principes. Il étoit composé de deux boules & de deux tubes à peu près comme le *baromètre* double de M. Hughens. Le premier tube & la moitié des deux boules étoient remplis de mercure, une partie du second tube & l'autre moitié de la seconde boule, contenoient de l'esprit-de-vin coloré, de manière que la pesanteur spécifique de ces deux liqueurs fussent dans une certaine proportion.

Voilà tout ce que j'ai pu apprendre de particulier au sujet de ces *thermomètres*. L'auteur n'en a jamais donné de descriptions, il s'est contenté de les annoncer dans un petit ouvrage qui contient la description & l'annonce de différens instrumens de Mathématique & de Physique inventés ou perfectionnés par cet habile Artiste que le Public regrette aujourd'hui (*r*). Au reste, ces *thermomètres*, vu leur extrême longueur, figureront mieux dans le cabinet d'un Curieux que dans le laboratoire d'un Physicien.

Thermomètre
de M. l'abbé
Soumille,
connu sous le
nom de
thermomètre royal,

Il en faut dire autant de celui que M. l'abbé Soumille, Correspondant de l'Académie royale des Sciences, présenta à cette savante Compagnie en 1770. La description que je vais en donner, est tirée du rapport qu'en firent à l'Académie M^{rs} Duhamel & Nollet qui avoient été nommés Commissaires pour l'examiner. M. de Fouchy, Secrétaire de l'Académie, a bien voulu me communiquer ce rapport (*s*), & M. l'abbé Nollet a eu la complaisance de me donner quelques éclaircissemens sur la marche particulière de ce *thermomètre*.

(*r*) Description & usage des Instrumens, page 69.

(*s*) Extrait des Registres de l'Académie Royale des Sciences, du 20 Janvier 1770.

M. l'abbé Soumille lui donne le nom de *Thermomètre royal*. Il est construit sur les principes de M. de Reaumur, mais l'auteur pour diminuer la grosseur de la boule, la longueur du tube, & avoir cependant des degrés d'une grande étendue, en a mis quatre au lieu d'un seul sur la même planche, qui n'a guère que 20 pouces de hauteur. Le premier dans un lieu où il ne gèle pas, est entièrement plein de liqueur, & son tube est terminé en haut par une boule creuse, plus petite que celle d'en bas ; la boule d'en haut est surmontée par un petit bout de tube qui se scelle après coup : cette boule est destinée à recevoir le trop plein, lorsque l'instrument est dans un lieu plus chaud ; l'échelle par en haut commence au terme de la glace, & la liqueur en descendant à mesure que le froid augmente, parcourt vingt divisions dont chacune a environ un pouce de longueur, avec une subdivision par minutes marquées de cinq en cinq.

La liqueur du second ne commence à sortir de la boule pour monter dans le tube, que quand il cesse de faire assez froid pour geler l'eau commune dans le lieu où il est ; alors elle marque en montant les degrés de chaleur jusqu'au 20.^{me} sur une échelle dont les divisions sont à peu près de la même grandeur, & subdivisée comme la précédente.

Si la chaleur augmente au-delà de 20 degrés, la liqueur de ce second *thermomètre*, qui ne peut plus se contenir dans le tube, se décharge dans la boule creuse d'en haut, & alors celle du troisième sort de la boule d'en bas, & peut parcourir en montant encore 20 degrés jusqu'au 40.^{me}

Après celui-ci, le quatrième marque jusqu'au 60.^{me} degré ; & si on en ajoutoit un cinquième, on voit bien que le *thermomètre* de M. l'abbé Soumille marqueroit jusqu'au terme de l'eau bouillante, comme celui de M. de Reaumur *.

Quant à la marche de la liqueur dans ces différens tubes, voici de quelle manière M. l'abbé Soumille s'y prend : il remplit le tube A & la boule d'en-bas de liqueur, il le met à la glace & marque le terme de la congélation à 0. Il est évident que s'il gèle plus fort, la liqueur marquera les degrés en descendant, &

* Pl. VI,
fig. 12.

que quand il n'e gèle pas, la liqueur montera au-dessus de o dans la boule *a*; alors ce tube aura fait toute sa fonction.

L'auteur prend un autre tube *B* semblable qu'il met à la glace; il ne l'emplit que jusqu'au collet de la boule d'en bas, afin que le o qui marque le terme de la congélation se trouve en cet endroit. On voit bien que la liqueur de celui-ci ne commencera à monter au-dessus de o que quand celle de *A* excédera le même terme qui est en haut; & si *B* comporte 20 degrés, après cette marche, la liqueur se cachera dans la boule *b*, & le second *thermomètre* aura fait son service.

Pendant cette marche, un troisième *C* réglé à la glace, pour n'avoir de la liqueur que jusqu'en *gl*, s'acheminera jusqu'à *z*, qui est au col de la boule, & si la chaleur le fait monter d'un degré, ce degré sera 21. Il en est de même du quatrième tube, & de tous ceux qu'on pourroit ajouter.

L'avantage de ce *thermomètre*, est d'avoir les degrés fort grands; & d'être par conséquent fort sensible dans ses variations. On s'est contenté jusqu'à présent d'avoir des degrés de 5 ou 6 lignes & même de moins, car dans les *thermomètres* portatifs dont l'échelle a environ 10 pouces, si cette longueur est partagée en 60 degrés, savoir, 15 au-dessous & 45 au-dessus du terme de la glace, chaque degré se trouve avoir deux lignes, qu'on peut encore trèsaisément subdiviser par estimation en demi & en quart: or je crois qu'on aimera mieux s'en tenir à ceux-ci, d'autant plus que M.^{rs} les Commissaires ne répondent pas de la justesse du *thermomètre royal*.

Au reste, ce n'est point aux Physiciens ni aux Chimistes que l'auteur offre son *thermomètre*, mais aux Curieux qui sont bien aises d'apercevoir de loin les moindres changemens qui arrivent à la température de leur appartement: or en cela, disent M.^{rs} Duhamel & Nollet, M. l'abbé Soumille a rempli son objet d'une manière sûre & ingénieuse.

A R T I C L E I X.

Autres Thermomètres.

OUTRE les *thermomètres* que je viens de décrire, il y en a encore plusieurs autres dont on a fait usage, & que le lecteur ne sera

sera pas fâché de connoître. Je vais tâcher d'en donner une idée succincte, ce que j'en dirai est tiré en grande partie des porte-feuilles de M. de l'Isle, que l'on conserve au Dépôt de la Marine; on a bien voulu me les communiquer, à la recommandation de M. de la Lande.

I.

Petits Thermomètres de Fahrenheit.

J'AI parlé plus haut du grand *thermomètre* de Fahrenheit, cet artiste en construisit encore deux autres, à peu-près sur les mêmes principes, seulement il leur donnoit moins de longueur pour les rendre plus commodes & plus portatifs; il les remplissoit d'esprit-de-vin, & il en divisloit l'échelle, de manière que les degrés étoient toujours correspondans à ceux de ses grands *thermomètres* remplis de mercure: On peut en voir la description dans les Transactions philosophiques (*t*). Le premier de ces deux petits *thermomètres* s'appeloit le *moyen ou l'ancien petit*; & on nommoit le second le *plus petit ou le nouveau petit*. Ce dernier ne différoit pas beaucoup de celui de M. de la Hire ou de Florence.

M. Musschenbroek avoit fait quelques légers changemens au *thermomètre* de Fahrenheit, dont il rend compte au commencement de ses Observations météorologiques, faites à Utrecht pendant l'année 1728 (*u*).

II.

Thermomètre de Barnsdorf ou de Lange.

M. DANIEL-GABRIEL FAHRENHEIT, natif de Dantzig, avoit séjourné pendant quelque temps à Berlin, où il avoit pris des leçons de Mathématique de M. Barnsdorf, célèbre Professeur de cette ville. Fahrenheit par reconnaissance, communiqua à son Professeur la manière de construire des *thermomètres correspondans*,

(*t*) Transact. Philos. n.^o 382, pages 78 & suiv. imprimé à Londres en 1724.—Voyez aussi les Actes des Savans de Léipzick, Août 1714, page 380.

(*u*) Traité de Physique expérimentale, publiés à Leyde en 1729, page 679.

qui jusqu'alors avoit été un secret. Barnsdorf travailla à perfectionner l'invention de Fahrenheit; il construisit un *thermomètre* qu'il régla d'après les principes de Fahrenheit, il y fit seulement quelques changemens utiles dans la graduation. Le *thermomètre* de Barnsdorf porte aussi le nom de *Lange*: ce dernier étoit Professeur de Mathématique dans l'Université de Halle, il obtint, à force de prières, de Barnsdorf, la communication de son secret. Ces deux Savans travaillèrent de concert à perfectionner le *thermomètre* de Fahrenheit. La graduation du *thermomètre* de Barnsdorf ou de Lange, est à celle de Fahrenheit, comme 2 est à 15, & à celle du *thermomètre* de M. de Reaumur, comme $\frac{1}{2}$ est à 1, c'est-à-dire qu'un demi-degré du *thermomètre* de Barnsdorf en vaut un de celui de M. de Reaumur. Le terme de la congélation dans ce premier *thermomètre* est marqué au 7.^e degré (x).

I I I.

Thermomètre de Hauksbée ou de la Société royale de Londres.

MESSIEURS de la Société royale de Prusse, dans le calendrier historique & géographique que je viens de citer, & qu'ils ont publié en leurs noins, disent: « que M. Fahrenheit ayant été à Londres, » il se peut faire que M. Hauksbée aura profité de son séjour dans « cette ville, pour prendre de lui des instructions, & apprendre à » composer des *thermomètres* correspondans; en renversant cependant la méthode de M. Fahrenheit, & y appliquant ses propres mesures ». Quoi qu'il en soit, les degrés du *thermomètre* de M. Hauksbée ou de la Société, commencent à la plus grande chaleur de l'air en été, (terme fort équivoque). Ses degrés croissent continuellement à mesure que la chaleur diminue, & ils se terminent au plus grand froid de l'hiver, marqué sur cette division par le nombre 124. Le premier degré de l'échelle de M. Hauksbée répond au 105.^e du petit *thermomètre* de M. de l'Isle, & au 25.^e degré de celui de M. de Reaumur; & le dernier degré de l'échelle de M. Hauksbée qui est le 124.^e degré, répond au 177.^e de celle de M. de l'Isle, & au 15.^e $\frac{1}{2}$ degré de condensation de celle de M. de Reaumur. Le terme de la congélation de l'eau dans le *thermomètre* de M.

(x) Calendrier historique & géographique de Berlin, pour l'année 1738.

Hauksbée, est le 77.^{me} degré, selon M. Martine (*y*), ce qui répond au 150.^{me} degré de M. de l'Isle, & au zéro de M. de Réaumur. Ainsi, le rapport du *thermomètre* de M. Hauksbée, avec celui de M. de l'Isle, est comme 2 est à 1; & avec celui de M. de Réaumur, à peu près comme 3 est à 1.

M. Hauksbée, dans ses *Expériences physico-mécaniques*, a employé un autre *thermomètre* à esprit-de-vin, sur l'échelle duquel il marque par *D*, le degré de la congélation, & de-là les degrés vont en augmentant jusqu'au nombre de 130, qui est la plus grande chaleur de l'air naturel en Été en Angleterre, & ils descendent jusqu'au nombre 50, qui est le plus grand froid de l'Hiver au même endroit (*z*).

Si ces termes extrêmes de la plus grande chaleur & du plus grand froid de l'Angleterre, marqués sur l'échelle de ce second *thermomètre* de M. Hauksbée, s'accordent avec ceux qui sont marqués sur l'échelle du premier, il sera aisément de connaître le rapport de ce nouveau *thermomètre* avec ceux de M.^{rs} de l'Isle & de Réaumur : car si le premier degré de la division du premier *thermomètre* répond, comme nous l'avons vu, au 105.^e de M. de l'Isle & au 25.^e de M. de Réaumur, il s'ensuit que le premier degré de la division du second *thermomètre* de M. Hauksbée, ou 130 degrés au-dessus du point de la congélation, doit répondre à environ 104 degrés de M. de l'Isle, & 24 degrés de M. de Réaumur. Le terme du plus grand froid que M. Hauksbée marque sur son second *thermomètre*, ou le 50.^e degré au-dessous du terme de la congélation, répond à 177 degrés de M. de l'Isle & à environ 14 degrés de condensation de M. de Réaumur. (*Voy. pl. VII, n.^o 6.*)

(*y*) An Essay to Wards comparing different thermometers. Lond. 1741.

(*z*) Voyez dans le détail des expériences physico-mécaniques de M. Hauksbée, celles qu'il a faites pour connaître les différentes densités de l'air, depuis les plus grandes chaleurs,

jusqu'aux plus grands froids de l'Angleterre, & les circonstances de la réfraction de l'air dans le vide. — Voyez aussi l'appendice de M. Jurin, sur la Géographie de Varenius, pages 28—31.

I V.

Thermomètre de M. Prins.

Ce thermomètre construit avec du mercure, ne diffère presque pas de celui de Fahrenheit, à qui M. Prins a succédé à Amsterdam; ainsi je me dispenserai d'en parler plus au long.

V.

Thermomètre de M. Poleni.

M. le MARQUIS POLENI a publié dans les Transactions philosophiques (*a*), des Observations météorologiques faites avec un thermomètre construit à la manière de M. Amontons; mais les nombres de sa division sont bien différens, puisque, comme nous l'avons remarqué, 2 degrés du thermomètre de M. Amontons, répondent à 10 degrés de celui de M. de Reaumur; au lieu que dans la division du thermomètre de M. Poleni, $1\frac{3}{4}$ degré équivaut à 10 degrés de celui de M. de Reaumur, le terme de la congélation y étant marqué à $47\frac{1}{2}$, & celui des caves de l'Observatoire à $49\frac{1}{4}$ degrés. Je me suis contenté de faire graver ce thermomètre parmi ceux dont je donne la comparaison dans la planche VII, n.^o 3.

V I.

Thermomètre de Crucquius.

M. CRUCQUIUS a fait en Hollande des Observations météorologiques avec un thermomètre à air (*b*), dont tout le volume de la liqueur étoit réduit à 1070 dans l'eau congélate, & à 1630 dans l'eau bouillante. Les 440 degrés compris entre ces deux termes, répondent donc à 80 degrés du thermomètre de M. de Reaumur, ce qui établit le rapport de ces deux thermomètres comme 11 est à 2 *.

* Pl. VII,
n.^o 4.

V I I.

Thermomètre de Newton.

M. NEWTON avoit imaginé aussi un thermomètre (*c*) dont

(*a*) Transact. philosoph. n.^o 421, page 205.

(*b*) Ibid. n.^o 381, page 4.

(*c*) Ibid. n.^o 270, page 824.

L'échelle commençoit au terme de la congélation, & l'espace compris entre ce terme & celui de l'eau bouillante étoit divisé en trente-deux parties, lesquelles pouvoient être encore divisées à volonté suivant leur largeur. Ainsi les degrés du *thermomètre* de M. Newton sont à ceux du *thermomètre* de M. de Reaumur comme 2 est à 5 *.

VIII.

Thermomètre de Fowler.

ON n'a jamais fait usage de ce *thermomètre* que dans les étuves & les ferrés chaudes pour régler les degrés respectifs de chaleur que les Plantes étrangères demandent pour conserver leur vigueur. M. Fowler qui le construisoit en Angleterre, marquoit zéro au point où la liqueur se soutenoit lorsqu'il ne faisoit ni froid ni chaud, c'est-à-dire lorsque l'air étoit tempéré ; il partoit de ce point pour marquer au-dessus & au-dessous les degrés de chaleur & de froid dans l'air naturel : 16 degrés de ce *thermomètre* répondent à environ 15 degrés de celui de M. de Reaumur *.

* Pl. VII,
n.^o 8.

IX.

Thermomètre de Hales.

LE docteur Hales, fort connu par son excellente & curieuse *Statique des Végétaux*, avoit imaginé, pour faire ses expériences, un *thermomètre* dont l'échelle commençoit au terme de la congélation : il plongeoit ensuite la boule de son *thermomètre* dans un vase plein d'eau chaude, il jetoit de la cire dans cette eau, lorsque cette cire qui se fendoit d'abord & qui lurnageoit, commençoit à se coaguler, il écrivoit 100 au point où l'esprit-de-vin se trouvoit alors arrêté, & il divisoit cette longueur en cent parties ou en 100 degrés; ainsi 13 degrés de ce *thermomètre* en valent à peu près 8 de celui de M. de Reaumur *.

* Pl. VII,
n.^o 10.

X.

Thermomètre d'Édimbourg.

LE premier terme, ou celui de la congélation, étoit marqué sur ce *thermomètre* à $8 \frac{2}{10}$ degrés; & le second terme, qui étoit

* Pl. VII,
n.^o 12.

celui de la chaleur humaine, y étoit désigné par $22 \frac{2}{10}$ degrés. On divisoit l'espace compris entre ces deux termes, par pouces & par dixièmes de pouce; l'échelle renfermoit donc 140 degrés qui répondent à 32 degrés du *thermomètre* de M. de Reaumur. Ainsi ces deux *thermomètres* sont entre eux dans le rapport de

* Pl. VII, n.^o 14. 35 à 8 *.

X I.

Thermomètre de Fricke.

M. FRICKE, Mathématicien aulique de Volfembutel, a fait dans cette ville, pendant plusieurs années, des Observations météorologiques avec un *thermomètre* de sa composition, dont le zéro de l'échelle répond à 128 degrés du petit *thermomètre* de M. de l'Isle, & à 12 degrés de celui de M. de Reaumur. Le point de la congélation y est marqué à 33 degrés. Le rapport des *thermomètres* de M.^{rs} Fricke & de Reaumur est comme 9 est à 4. Il ne m'a pas été possible de me procurer des connaissances plus détaillées sur la construction de ce *thermomètre*.

X I I.

Thermomètre universel de Mikely.

M. MIKELY DE CREST, natif de Luques, publia en 1741, une petite Dissertation (*d*), dans laquelle il donne la description d'un *thermomètre* qu'il appelle *univerſel*, parce qu'il place sur la planche de ce *thermomètre*, trois échelles à côté de la sienne pour faire voir le rapport qu'elle a avec les *thermomètres* de M.^{rs} Fahrenheit, de l'Isle & de Reaumur. Le *thermomètre* de M. Mikely est construit à peu près sur les principes qui ont servi de fondement à ceux de M.^{rs} de l'Isle & de Reaumur. Les points fixes d'où il part sont ceux de l'eau bouillante & de la température des caves de l'Observatoire royal de Paris; il préfère ce dernier terme à celui de la congélation que M. de Reaumur a choisi, parce qu'il le croit plus fixe. Il assure même que l'on retrouvera dans tous les pays du monde le degré de la température des caves de

(*d*) Description d'un Thermomètre universel. Paris, 1741.

l'Observatoire, en supposant une profondeur à peu près égale à celle de ces caves où l'on puisse faire ses expériences; & il attribue cette uniformité de chaleur à un feu central, ou à un degré constant de chaleur que la Terre a reçu du Soleil depuis qu'elle tourne autour de cet Astre.

Faisant attention cependant qu'il est rare de trouver des souterrains aussi profonds que sont ceux des caves de l'Observatoire, il propose de régler les *thermomètres* qu'on voudra construire selon sa méthode, en les plongeant dans un vase plein d'eau avec un de ces *thermomètres*, qu'il appelle à *grands points*, parce que les quarts de degré y sont marqués, lequel aura été réglé dans les caves de l'Observatoire. Il sera aisément de faire prendre à l'eau où l'on aura plongé ces différens *thermomètres* la température des caves, & l'on marquera sur le *thermomètre* qu'on veut régler, le point où la liqueur se trouvera alors fixée. Qu'il me soit permis d'observer que le terme de l'eau chaude ou bouillante étant fort incertain pour plusieurs raisons que j'ai exposées plus haut, les *thermomètres* réglés de la façon que le prescrit M. Mikely, ne seront rien moins que justes, puisque leur construction sera fondée sur deux points assez équivoques, celui de l'eau bouillante, & celui de l'eau échauffée jusqu'à la température des caves de l'Observatoire. M. Mikely veut qu'on se serve d'esprit-de-vin pour remplir ses *thermomètres*, il donne l'exclusion au mercure pour des raisons qui ne me paroissent pas concluantes.

Au lieu que M. de Reaumur commence la graduation de son échelle au point de la congélation, M. Mikely commence la graduation de la sienne au terme de la température des caves de l'Observatoire, qu'il marque par zéro; il divise en cent parties l'espace compris entre ce point & celui de l'eau bouillante, ce qui rend ses degrés à peu près équivalens à ceux de M. de Reaumur; car, par la comparaison qui en a été faite, on a trouvé que les 100 degrés du *thermomètre* de M. Mikely, répondent à 105 de la graduation de M. de Reaumur, ce qui établit entre ces deux *thermomètres* le rapport de 20 à 21. M. Mikely divise de même en cent parties la portion de l'échelle qui est au-dessous du tempéré, & qui indique le froid. Il compte, comme M. de

Reaumur, $10\frac{1}{4}$ degrés depuis le tempéré jusqu'au terme de la congélation; ainsi $10\frac{1}{4}$ degrés de son *thermomètre* répondent à zéro de celui de M. de Reaumur; ou plutôt, à cause du rapport de 20 à 21 que nous avons déterminé plus haut, il faudra compter $9\frac{1}{4}$ degrés du *thermomètre* de M. Mikely au-dessous du tempéré, lorsque celui de M. de Reaumur se trouvera au terme de la congélation. C'est sur ce principe que j'ai réglé l'échelle de comparaison de ces deux *thermomètres*. M. Mikely, comme je l'ai dit, plaçoit à côté de son échelle, celles de Fahrenheit, de M. de l'Isle & de M. de Reaumur. Le rapport de sa graduation avec celle de Fahrenheit est comme 5 à 8; & avec celle de M. de l'Isle, comme 2 est à 3.

X III.

Thermomètre de Celsius.

M. CELSIUS, Professeur d'Astronomie à Upsal, & l'un des Savans qui firent en 1736 le Voyage au Pôle, pour déterminer la Figure de la Terre, a communiqué aux Physiciens de Suède un *thermomètre* de son invention dont j'ignore la construction; j'ai lieu de croire cependant qu'elle n'est pas fort différente de celle de M. de Reaumur, si j'en juge par les Tables des Observations météorologiques que M. Wargentin fait à Stockholm avec ce *thermomètre*, & qu'il a eu la bonté de me communiquer. Comme on se sert ordinairement de ce *thermomètre* en Suède, où le goût d'observation fait tous les jours des progrès utiles à la Physique, j'ai cru devoir donner une place à l'échelle du *thermomètre* de M. Celsius parmi celles que je comprends dans la Table de comparaison qu'on trouvera ci-après. L'échelle de M. Celsius & celle de M. de Reaumur, sont entre elles comme 5 à 4.

X IV.

Thermomètre harmonique Anglois.

JE ne trouve qu'un mot sur ce *thermomètre* dans les papiers de M. de l'Isle, & c'est pour ne rien omettre de ce qui concerne les *thermomètres*, que j'en fais mention. Le *thermomètre* harmonique Anglois

Anglois est composé d'une boule de verre remplie d'esprit-de-vin, d'un pouce & demi (mesure d'Angleterre) de diamètre, & d'un tuyau dont le diamètre intérieur a une ligne. La longueur de ce tuyau est de 2 pieds, divisé en 130 parties égales qui se comptent depuis le bout supérieur jusqu'au col de la boule. Sur ces 130 parties égales, on n'en compte que 85 pour atteindre au terme de l'extrême froid d'Angleterre : ainsi, de la longueur du tuyau qui est de 2 pieds 9 pouces ou 396 lignes, si l'on prend seulement 259 lignes, qui sont à 396 dans le rapport de 130 à 85, ces 259 lignes marqueront sur ce thermomètre la variation de l'esprit-de-vin du plus grand chaud au plus grand froid de l'Angleterre. Or, en supposant les extrêmes du chaud & du froid en Angleterre, égaux à ceux qui ont été observés à Paris, nous aurons le rapport du thermomètre harmonique Anglois avec celui de M. de Reaumur, comme 259 à 45, ou à peu près comme $5\frac{2}{3}$ est à 1 : ce rapport n'est pas déterminé d'une manière assez exacte pour que je hasarde une Table de comparaison entre ces deux thermomètres. Je m'en dispenserai d'autant plus volontiers, que le thermomètre harmonique n'a jamais été fort en usage ; je ne sache que M. Weidler qui s'en soit servi pour faire des observations météorologiques à Wittemberg. C'est d'après ce Savant que j'en ai donné la description abrégée qu'on vient de lire.

X V.

Thermomètre de Lyon.

Ce thermomètre inventé par M. Christin, de l'Académie des Sciences & Belles-Lettres de Lyon en 1743 (*e*), ne diffère de celui de M. de Reaumur que dans un point. M. Christin divise l'espace compris entre le terme de la congélation & celui de l'eau bouillante en 100 parties, au lieu que M. de Reaumur n'en compte que 80. C'est la seule différence qui existe entre ces deux thermomètres. Ce qui a engagé M. Christin à adopter cette division, c'est qu'il a remarqué qu'une quantité de mercure condensé par le froid de la glace pilée & ensuite dilaté par la chaleur

(*e*) Almanach de Lyon, pour l'année 1754.

de l'eau bouillante, formoit dans ces deux états deux volumes qui étoient entre eux comme 66 à 67; de manière qu'un volume de 6600 parties condensé, est devenu par la dilatation un volume de 6700 parties. La différence 100 est le nombre dont il se sert pour former son échelle; il veut qu'on ne se serve que de mercure dans la construction du *thermomètre*: nous avons vu plus haut que M. Mikely vouloit qu'on ne se servît que d'esprit-de-vin. Celui qui emploira l'un ou l'autre fluide, selon l'usage qu'il voudra faire de cet instrument, sera le plus sage.

Puisque 100 degrés du *thermomètre* de M. Christin, répondent à 80 degrés de celui de M. de Reaumur, il s'ensuit que les échelles de ces deux *thermomètres* sont entre elles comme 5 à 4. Ainsi le rapport du *thermomètre* de Lyon avec celui de M. de Reaumur, est le même que celui de M. Celsius avec ce dernier.

X V I.

Thermomètre de J. Bird.

M. DE MAIRAN, en parlant du *thermomètre* de J. Bird, Anglois, dit qu'il diffère peu dans les principes de sa construction, de celui de M. de Reaumur; il ne s'en explique pas davantage (*f*).

X V I I.

Thermomètre de Jean Patrice.

C E *thermomètre* a servi au Capitaine Christophe Middleton pendant les années 1730, 1731 & 1735 dans ses voyages en mer. On trouve les observations de ce Capitaine Anglois dans les Transactions philosophiques qui répondent aux années citées ci-dessus. Voici comment il s'explique sur la marche de ce *thermomètre* dans le volume de 1736 (*g*): « Je me suis servi, » dans mon voyage, du *baromètre* & du *thermomètre* de M. Jean » Patrice. Dans le *thermomètre*, la division commence à zéro en » haut, terme supposé de la chaleur sous la Ligne, & les chiffres

(*f*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1765, page 143.

(*g*) Transactions philosophiques de la traduction de M. de Brémond, année 1736, page 108, n° 442, art. IV.

vont ensuite toujours en augmentant vers le bas, à mesure que la « chaleur devient moins considérable; la température est à 25.» Dans le cours des Observations, on lit que le *thermomètre* marquoit 31 degrés lorsqu'on voyoit de la gelée blanche sur la Terre; ainsi il y a apparence que le 32.^{me} degré étoit le terme de la congélation. Si l'on suppose la moyenne température à 25 degrés, on aura le rapport de ce *thermomètre* avec celui de M. de Reaumur, comme 7 à 10. Le terme d'où M. Patrice part pour commencer les divisions de son *thermomètre* est trop vague, pour que l'on puisse compter sur un rapport exact entre ces deux *thermomètres*; ainsi je ne comprendrai pas le *thermomètre* de M. Patrice dans le nombre de ceux que je vais comparer avec le *thermomètre* de M. de Reaumur.

X V I I I.

M. LE COMTE DE MARSILLY, auteur de l'*Histoire physique de la Mer* (*h*), se servoit, pour connoître la température de la mer à différentes profondeurs, d'un *thermomètre* dont il ne donne pas la description; mais il y a apparence que c'est celui de Florence dont il faisoit usage. J'en donne la figure * telle que je l'ai trouvée * Pl. v, fig. 13.
dans l'Ouvrage de ce Savant.

A R T I C L E X.

Rapport des Thermomètres les plus connus, avec celui de M. de Reaumur.

COMME on a souvent besoin de réduire en degrés du *thermomètre* de M. de Reaumur, les degrés des autres *thermomètres* dont on veut connoître les Observations comparées, je joins ici deux Tables qui serviront à cet effet. La première donne la proportion des degrés de ces *thermomètres* avec celui de M. de Reaumur; elle indique aussi le degré de chacun de ces *thermomètres* qui répond au terme de la congélation de M. de Reaumur. Dans la seconde Table je compare chaque degré du *thermomètre* de

(*h*) Histoire Physique de la Mer, page 16.

M. de Reaumur, depuis le zéro jusqu'à 30 degrés au-dessous & au-dessus de ce terme, avec les degrés des différens *thermomètres*, sur la marche desquels j'ai pu acquérir quelques éclaircissements. La planche VII présente aussi, d'un coup d'œil, tous ces différens rapports ; elle est tirée d'un Ouvrage Anglois de M. Martine, sur la comparaison des différens *thermomètres*.

TABLE du rapport des Thermomètres les plus connus avec celui de M. de Reaumur.

N O M S D E S T H E R M O M È T R E S .	R A P P O R T avec celui de M. de REAUMUR.		T E R M E de la Congélation.
	D e g r è s .	R.	
De l'Isle.....	1 $\frac{7}{8}$: 1.	150.
Fahrenheit.....	2 $\frac{1}{4}$: 1.	32.
Hauksbée.....	5	: 2.	77.
Celsius & de Lyon.....	5	: 4.	0.
Barnsdorf ou Lange.....	0 $\frac{1}{2}$: 1.	7.
Mikely.....	20	: 21.	9 $\frac{1}{4}$.
Fricke.....	9	: 4.	33.
De la Hire ou Florence.....	1 $\frac{4}{5}$: 1.	30.
Amontons.....	1	: 4.	51 $\frac{1}{2}$.
Poleni.....	1 $\frac{3}{4}$: 10.	47 $\frac{1}{2}$.
Crucquius.....	11	: 2.	1070.
Newton.....	2	: 5.	0.
Fowler.....	6	: 5.	34.
Hales.....	13	: 8.	0.
Édimbourg.....	35	: 8.	8 $\frac{1}{3}$.
Jean Patrice.....	7	: 10.	32.

TABLE de comparaison des Degrés des Thermomètres les plus connus, avec
chaque Degré du Thermomètre de M. DE REAUMUR.

DEGRÉS au-dessous du terme de la congélation.										
De la Hire.	Mikely.	Celsius & de Lyon.	Fahrenheit.	REAUMUR.	De l'Isle.	Haukelée.	Lange.	Fricke.	Amontons.	
Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.
30.	9 $\frac{1}{4}$ *	0.	32.	O.	150.	77.	33.	51 $\frac{1}{2}$ *		
28 $\frac{2}{3}$ *	10 $\frac{1}{4}$ *	1 $\frac{1}{2}$.	30.	I.	152.	80.	35 $\frac{1}{2}$ *	51 $\frac{1}{4}$ *		
26 $\frac{5}{3}$ *	11 $\frac{1}{4}$ *	2 $\frac{1}{2}$.	28.	II.	154.	83.	38.	51.		
24 $\frac{2}{3}$ *	12 $\frac{1}{4}$ *	3 $\frac{3}{4}$.	26.	III.	156.	86.	40 $\frac{1}{2}$ *	50 $\frac{3}{4}$ *		
22 $\frac{1}{3}$ *	13 $\frac{1}{4}$ *	5.	24.	IV.	157 $\frac{1}{2}$ *	89.	43.	50 $\frac{1}{2}$ *		
21.	14 $\frac{1}{4}$ *	6 $\frac{1}{4}$.	22.	V.	159.	92.	45 $\frac{1}{2}$ *	50 $\frac{1}{4}$ *		
19 $\frac{1}{2}$ *	15 $\frac{1}{4}$ *	7 $\frac{1}{2}$ *	20.	VI.	161.	95.	48.	50.		
17 $\frac{2}{3}$ *	16 $\frac{1}{4}$ *	8 $\frac{3}{4}$ *	18.	VII.	163.	98.	3 $\frac{1}{2}$ *	50 $\frac{1}{2}$ *	49 $\frac{3}{4}$ *	
15 $\frac{1}{3}$ *	17 $\frac{1}{4}$ *	10.	16.	VIII.	165.	101.	3 $\frac{1}{2}$ *	53.	49 $\frac{1}{2}$ *	
13 $\frac{2}{3}$ *	18 $\frac{1}{4}$ *	11 $\frac{1}{2}$.	14.	IX.	167.	104.	2 $\frac{1}{2}$ *	55 $\frac{1}{2}$ *	49 $\frac{1}{4}$ *	
12.	19 $\frac{1}{4}$ *	12 $\frac{1}{2}$ *	12.	X.	169.	107.	2.	58.	49.	
10 $\frac{1}{2}$ *	20 $\frac{1}{4}$ *	13 $\frac{1}{2}$.	10.	XI.	171.	110.	1 $\frac{1}{2}$ *	60 $\frac{1}{2}$ *	48 $\frac{1}{4}$ *	
8 $\frac{2}{3}$ *	21 $\frac{1}{4}$ *	8.	XII.	172 $\frac{1}{2}$ *	113.	1.	63.	48 $\frac{1}{2}$ *		
6 $\frac{1}{3}$ *	22 $\frac{1}{4}$ *	16 $\frac{1}{4}$.	XIII.	174.	116.	1 $\frac{1}{2}$ *	65 $\frac{1}{2}$ *	48 $\frac{1}{4}$ *		
4 $\frac{2}{3}$ *	23 $\frac{1}{4}$ *	17 $\frac{1}{2}$ *	4.	XIV.	176.	119.	0.	68.	48.	
3.	24 $\frac{1}{4}$ *	18 $\frac{1}{4}$.	2.	XV.	178.	122.	1 $\frac{1}{2}$ *	70 $\frac{1}{2}$ *	47 $\frac{1}{2}$ *	
1 $\frac{1}{2}$ *	25 $\frac{1}{4}$ *	20.	0.	XVI.	180.	125.	1.	73.	47 $\frac{1}{4}$ *	
0.	26 $\frac{1}{4}$ *	21 $\frac{1}{4}$ *	2.	XVII.	182.	128.	1 $\frac{1}{2}$ *	75 $\frac{1}{2}$ *	47 $\frac{1}{4}$ *	
1 $\frac{1}{4}$ *	27 $\frac{1}{4}$ *	22 $\frac{1}{2}$ *	4.	XVIII.	184.	131.	2.	78.	47.	
3 $\frac{1}{2}$ *	28 $\frac{1}{4}$ *	23 $\frac{1}{2}$ *	6.	XIX.	186.	134.	2 $\frac{1}{2}$ *	80 $\frac{1}{2}$ *	46 $\frac{1}{4}$ *	
5 $\frac{2}{3}$ *	29 $\frac{1}{4}$ *	25.	8.	XX.	187 $\frac{1}{2}$ *	137.	3.	83.	46 $\frac{1}{2}$ *	
7 $\frac{1}{3}$ *	30 $\frac{1}{4}$ *	26 $\frac{1}{4}$ *	10.	XXI.	189.	140.	3 $\frac{1}{2}$ *	85 $\frac{1}{2}$ *	46 $\frac{1}{4}$ *	
9.	31 $\frac{1}{4}$ *	27 $\frac{1}{2}$ *	12.	XXII.	191.	143.	4.	88.	46.	
10 $\frac{1}{2}$ *	32 $\frac{1}{4}$ *	28 $\frac{1}{2}$ *	14.	XXIII.	193.	146.	4 $\frac{1}{2}$ *	90 $\frac{1}{2}$ *	45 $\frac{3}{4}$ *	
12 $\frac{1}{3}$ *	33 $\frac{1}{4}$ *	30.	16.	XXIV.	195.	149.	5.	93.	45 $\frac{1}{2}$ *	
14 $\frac{1}{2}$ *	34 $\frac{1}{4}$ *	31 $\frac{1}{4}$ *	18.	XXV.	197.	152.	5 $\frac{1}{2}$ *	95 $\frac{1}{2}$ *	45 $\frac{1}{4}$ *	
16 $\frac{1}{3}$ *	35 $\frac{1}{4}$ *	32 $\frac{1}{2}$ *	20.	XXVI.	199.	155.	6.	98.	45.	
18.	36 $\frac{1}{2}$ *	33 $\frac{1}{2}$ *	22.	XXVII.	201.	158.	6 $\frac{1}{2}$ *	100 $\frac{1}{2}$ *	44 $\frac{1}{2}$ *	
19 $\frac{2}{3}$ *	37 $\frac{1}{4}$ *	35.	24.	XXVIII.	202 $\frac{1}{2}$ *	161.	7.	103.	44 $\frac{1}{4}$ *	
21 $\frac{1}{3}$ *	38 $\frac{1}{2}$ *	36 $\frac{1}{2}$ *	26.	XXIX.	204.	164.	7 $\frac{1}{2}$ *	105.	44 $\frac{1}{2}$ *	
23 $\frac{2}{3}$ *	39 $\frac{1}{2}$ *	37 $\frac{1}{2}$ *	28.	XXX.	206.	167.	8.	108.	44.	

Suite de la TABLE de comparaison des Degrés des Thermomètres les plus connus,
avec chaque Degré du Thermomètre de M. DE REAUMUR.

DEGRÉS au-dessus du terme de la congélation.

De la Hire.	Mikely.	Celsius & de Lyon.	Fahrenheit.	REAUMUR.	De l'Isc.	Tankheit.	Lange.	Fricke.	Amontons.
Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.
30.	9 $\frac{1}{2}$ *	0.	32.	0.	150.	77.	7.	33.	51 $\frac{1}{2}$ *
31 $\frac{1}{2}$ *	8 $\frac{1}{2}$ *	1 $\frac{1}{2}$ *	34.	1.	148.	74.	7 $\frac{1}{2}$ *	30 $\frac{1}{2}$ *	51 $\frac{1}{4}$ *
33 $\frac{2}{3}$ *	7 $\frac{1}{3}$ *	2 $\frac{1}{3}$ *	36.	II.	146.	71.	8.	28.	52.
35 $\frac{2}{3}$ *	6 $\frac{1}{3}$ *	3 $\frac{1}{3}$ *	38.	III.	144.	68.	8 $\frac{1}{2}$ *	25 $\frac{1}{2}$ *	52 $\frac{1}{4}$ *
37 $\frac{1}{3}$ *	5 $\frac{2}{3}$ *	5 $\frac{1}{3}$ *	40.	IV.	142 $\frac{1}{2}$ *	65.	9.	23.	52 $\frac{1}{2}$ *
39.	4 $\frac{1}{2}$ *	6 $\frac{1}{4}$ *	42.	V.	141.	62.	9 $\frac{1}{2}$ *	20 $\frac{1}{2}$ *	52 $\frac{1}{4}$ *
40 $\frac{4}{5}$ *	3 $\frac{1}{4}$ *	7 $\frac{1}{5}$ *	44.	VI.	139.	59.	10.	18.	53.
42 $\frac{2}{5}$ *	2 $\frac{1}{2}$ *	8 $\frac{1}{4}$ *	46.	VII.	137.	56.	10 $\frac{1}{2}$ *	15 $\frac{1}{3}$ *	53 $\frac{1}{2}$ *
44 $\frac{1}{5}$ *	1 $\frac{1}{2}$ *	10.	48.	VIII.	135.	53.	11.	13.	53 $\frac{1}{3}$ *
46 $\frac{1}{5}$ *	0 $\frac{1}{2}$ *	11 $\frac{1}{4}$ *	50.	IX.	133.	50.	11 $\frac{1}{2}$ *	10 $\frac{1}{2}$ *	53 $\frac{3}{4}$ *
48.	1 $\frac{1}{4}$ *	12 $\frac{1}{3}$ *	52.	X.	131.	47.	12.	8.	54.
49 $\frac{1}{4}$ *	2 $\frac{1}{3}$ *	13 $\frac{3}{4}$ *	54.	XI.	129.	44.	12 $\frac{1}{2}$ *	5 $\frac{1}{2}$ *	54 $\frac{1}{2}$ *
51 $\frac{2}{3}$ *	3 $\frac{1}{2}$ *	15.	56.	XII.	127 $\frac{1}{2}$ *	41.	13.	3.	54 $\frac{1}{3}$ *
53 $\frac{1}{3}$ *	4 $\frac{1}{3}$ *	16 $\frac{1}{4}$ *	58.	XIII.	126.	38.	13 $\frac{1}{2}$ *	0 $\frac{1}{2}$ *	54 $\frac{3}{4}$ *
55 $\frac{1}{3}$ *	5 $\frac{1}{2}$ *	17 $\frac{1}{3}$ *	60.	XIV.	124.	35.	14.	3.	55.
57.	6 $\frac{1}{2}$ *	18 $\frac{1}{2}$ *	62.	XV.	122.	32.	14 $\frac{1}{2}$ *	5 $\frac{1}{2}$ *	55 $\frac{1}{2}$ *
58 $\frac{2}{3}$ *	7 $\frac{1}{2}$ *	20.	64.	XVI.	120.	29.	15.	8.	55 $\frac{1}{2}$ *
60.	8 $\frac{1}{2}$ *	21 $\frac{1}{4}$ *	66.	XVII.	118.	26.	15 $\frac{1}{2}$ *	10 $\frac{1}{2}$ *	55 $\frac{1}{4}$ *
62 $\frac{1}{2}$ *	9 $\frac{1}{4}$ *	22 $\frac{1}{3}$ *	68.	XVIII.	116.	23.	16.	13.	56.
64 $\frac{1}{3}$ *	10 $\frac{1}{3}$ *	23 $\frac{1}{4}$ *	70.	XIX.	114.	20.	16 $\frac{1}{2}$ *	15 $\frac{1}{3}$ *	56 $\frac{1}{4}$ *
66.	11 $\frac{1}{2}$ *	25.	72.	XX.	112 $\frac{1}{2}$ *	17.	17.	18.	56 $\frac{1}{3}$ *
67 $\frac{1}{3}$ *	12 $\frac{1}{2}$ *	26 $\frac{1}{2}$ *	74.	XXI.	111.	14.	17 $\frac{1}{2}$ *	20 $\frac{1}{2}$ *	56 $\frac{3}{4}$ *
69 $\frac{2}{3}$ *	13 $\frac{1}{3}$ *	27 $\frac{1}{4}$ *	76.	XXII.	109.	11.	18.	23.	57.
71 $\frac{1}{3}$ *	14 $\frac{1}{4}$ *	28 $\frac{1}{2}$ *	78.	XXIII.	107.	8.	18 $\frac{1}{2}$ *	25 $\frac{1}{2}$ *	57 $\frac{1}{2}$ *
73 $\frac{1}{3}$ *	15 $\frac{1}{2}$ *	30.	80.	XXIV.	105.	5.	19.	28.	57 $\frac{1}{4}$ *
75.	16 $\frac{1}{2}$ *	31 $\frac{1}{2}$ *	82.	XXV.	103.	2.	19 $\frac{1}{2}$ *	30 $\frac{1}{2}$ *	57 $\frac{3}{4}$ *
76 $\frac{1}{2}$ *	17 $\frac{1}{2}$ *	32 $\frac{1}{2}$ *	84.	XXVI.	101.	0.	20.	33.	58.
78 $\frac{1}{2}$ *	18 $\frac{1}{2}$ *	33 $\frac{1}{2}$ *	86.	XXVII.	99.	0.	20 $\frac{1}{2}$ *	35 $\frac{1}{2}$ *	58 $\frac{1}{4}$ *
80 $\frac{2}{3}$ *	19 $\frac{1}{3}$ *	35.	88.	XXVIII.	97 $\frac{1}{2}$ *	0.	21.	38.	58 $\frac{1}{3}$ *
82 $\frac{1}{3}$ *	20 $\frac{1}{3}$ *	36 $\frac{1}{2}$ *	90.	XXIX.	96.	0.	21 $\frac{1}{2}$ *	40 $\frac{1}{2}$ *	58 $\frac{3}{4}$ *
84.	21 $\frac{1}{2}$ *	37 $\frac{1}{2}$ *	92.	XXX.	94.	0.	22.	43.	59.

CHAPITRE II.

Des Baromètres.

ON appelle *Baromètre* (*a*), un tube 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 de l'air. On l'appelle aussi *Baroscope* & *Tube de Toricelli*.

du Origine.
baromètre,

Tel est le baromètre simple, qui, de l'aveu de tout le monde, est le plus parfait de tous ceux qu'on a imaginés depuis. Il est rare que l'esprit humain laisse ainsi du premier coup le degré de perfection, & l'invention du baromètre simple en est peut-être un exemple unique; bien différent en cela du thermomètre, qui ne parvint que lentement, comme je l'ai fait voir, au point de perfection qu'il possède aujourd'hui; mais j'ai remarqué que le premier thermomètre sortit des mains d'un Payfan, au lieu que le premier baromètre dut son existence à un fameux Mathématicien. Tout le monde sait que la découverte du baromètre est le fruit d'une expérience sur la pesanteur de l'air que fit en 1643 Toricelli, Mathématicien du Grand Duc de Toscane. Elle fut répétée l'année suivante par M. Pascal, qui publia, à l'âge de vingt-trois ans, ses *Expériences nouvelles touchant le Vide*. Toricelli avait été devancé, ce semble, par Descartes, dans l'explication ingénieuse qu'il donna du baromètre; mais les expériences de Toricelli le rendirent si célèbre dans cette matière, qu'il a toujours passé pour l'inventeur de cet instrument, c'est pour cela qu'on lui a donné le nom de *tube de Toricelli*.

C'est avec raison qu'on l'a appelé *baromètre simple*, rien de plus simple en effet que sa construction; un tube de 30 pouces environ rempli de mercure, & plongé dans un réservoir aussi plein de mercure, voilà tout l'appareil de cet instrument; mais

Differentes
espèces
de baromètre,

(a) *Bâges*, poids; & *mesur*, mesure.

l'usage & l'expérience ont fait connoître qu'il y avoit certaines précautions à apporter, précautions essentielles à la perfection. J'en parlerai après avoir décrit les différentes espèces de baromètres qu'on a imaginés, dans l'intention de rendre ses variations plus sensibles : tels sont les *baromètres inclinés à roue ou à cadran, doubles, coniques, &c.* dont je vais donner la description.

ARTICLE PREMIER.

Baromètre incliné.

Description. LE Chevalier Morland, Anglois, est l'inventeur du *baromètre incliné* (*b*). Il se servoit d'un tube long d'environ 4 pieds, recourbé vers le milieu, de manière qu'il fit un angle obtus avec la branche perpendiculaire qui étoit plongée dans un vase plein de mercure. Il est évident que l'espace que parcourt le mercure dans le tube incliné, est beaucoup plus grand que celui qu'il parcourt pendant le même temps dans le baromètre simple; car si l'on met dans le même vase * un tube droit comme *GBA*, à côté d'un tube recourbé comme *EDC*; que l'on tire des points *B* & *A* deux lignes *BD*, *AC* parallèles entre elles & à l'horizon, on voit que pendant que le mercure parcourt l'espace *BA* dans le tube perpendiculaire, il parcourra dans le tube incliné l'espace *DC* qui est plus grand que l'espace *BA*, sa marche sera donc plus sensible; on peut la rendre deux, trois & quatre fois plus grande que *BA*, en inclinant davantage le tube.

Défauts. MAIS il y a dans cette construction deux grands inconveniens qui rendent la marche de ce baromètre fort incertaine. Le premier, c'est que la surface du mercure dans le tube *DC* n'étant pas parallèle à l'horizon, il est très-difficile de décider quelle est la vraie hauteur du mercure, car il prend nécessairement la forme * *fg h* * qui est une portion de courbe: or, comment déterminer la vraie position du mercure? sera-t-elle en *k*, en *h* ou en *g*? Il est donc très-aisé de se tromper d'une ligne & même plus.

Un second inconvenient de ce baromètre, c'est que la surface

* Pl. VIII, fig. 1.

(*b*) *Essai de Physique, tome II, page 643.*

intérieure

intérieure du tuyau n'étant jamais exactement polie, le mercure ne peut descendre du côté inférieur *gm** que très-difficilement, & c'est pour cela qu'on n'aperçoit pas d'abord l'abaissement du mercure qui devoit avoir lieu. Cet inconvenient devient plus considérable à proportion que le tube est plus incliné; cependant l'avantage qu'on a prétendu retirer de ce baromètre, dépend entièrement de la grande inclinaison qu'on donne au tube; car s'il n'avoit que peu de courbure, il ne différeroit pas beaucoup du tube droit: ajoutez à cela que la forme qu'on donne à ce baromètre le rend fort incommodé dans l'usage. « On voit par-là, dit M. Musschenbroek dans l'endroit cité plus haut, que cette invention est plus ingénieuse que l'effet n'en est heureux, & l'expérience m'a appris qu'il y a moins de sûreté à s'y fier qu'au baromètre ordinaire. »

* Pl. VIII,
fig. 2.

VOICI encore un autre *baromètre incliné*, mais dans un sens contraire à celui dont je viens de parler; c'est-à-dire que le tube incliné se trouve en bas. On en est redevable à M.^{rs} Dominique Cassini & Jean Bernoulli (c).

Autre
baromètre
incliné.

*AB** est un large tube de baromètre dont la partie inférieure est un peu recourbée en *BH*; on y adapte un autre petit tuyau long & étroit, d'une ligne de diamètre, ouvert en *C*, parallèle à l'horizon, & faisant un angle droit avec *BC* à l'endroit de sa jonction; on emplit de mercure le tube *AB*, depuis *G* jusqu'en *H*. Si on suppose que le mercure ait un mouvement de 3 pouces de *D* en *L* comme dans le baromètre ordinaire, & que l'espace *DL* soit égal à la cavité *IC* du petit tube, lorsque le mercure sera en *D* dans le grand tube, il s'arrêtera au point *I* dans le petit; s'il descend en *G* dans le grand tube, il s'avancera en *E* dans le petit: enfin s'il continue à descendre en *L* dans le tube *AB*, il s'avancera jusqu'au point *C* dans le petit tube. Supposons maintenant que le diamètre du tube *AB* est à celui du tube *IC* comme 100 est à 1, il est évident qu'on peut rendre ce baromètre cent fois plus mobile que le baromètre ordinaire.

Description:
* Pl. VIII,
fig. 3.

LA construction de ce baromètre est très-simple, mais l'expérience, seule juge dans cette matière, y a fait apercevoir des

Défauts:

défauts. On a remarqué que l'air s'introduisait quelquefois entre les particules du mercure dans le petit tuyau, & qu'il les écartoit les unes des autres ; il est vrai qu'on remédie un peu à cet inconvénient en ne donnant au petit tuyau qu'une ligne au plus de diamètre, en l'employant tout neuf & bien net, & en purgeant d'air le mercure à l'aide du feu ; mais tout cela n'empêche pas l'air d'y entrer encore, de salir le mercure & de le diviser en globules.

Un autre défaut de ce baromètre, c'est le frottement qu'éprouve nécessairement le mercure dans un tube aussi étroit, ce qui nuit beaucoup à sa sensibilité. M. Buffinger a travaillé à perfectionner ce baromètre, mais il n'a jamais pu réussir à remédier entièrement à ce second inconvénient, quelqu'attention qu'il ait eue à bien polir l'intérieur du tube ; car outre les inégalités qui s'y rencontrent nécessairement, on ne peut pas ôter au verre sa qualité attractive qui est la principale cause du frottement qu'éprouve le mercure dans les petits tubes.

ARTICLE II.

Baromètre à roue ou à cadran.

M. HOOKE, & selon d'autres, M. Boyle, imaginèrent une espèce de baromètre auquel on a donné le nom de *baromètre à roue* ou à *cadran* (*d*).

Description.

* Pl. VIII, fig. 4. *ABDGRCF** est un tuyau recourbé en *R* & surmonté d'une grosse boule ou d'un cylindre *AB*. Sur la surface du mercure, dans la petite branche, repose un petit poids suspendu à un fil qui enveloppe la poulie *S*; cette poulie est très-mobile, & à son centre est fixée l'aiguille *LK*: à l'autre bout du fil est une petite boule *H* plus légère que le poids *G*, elle sert à tenir le fil bandé, en faisant presque équilibre avec le poids. Lorsque le mercure est, par exemple, à la hauteur de 28 pouces dans le baromètre ordinaire, il se tient dans celui-ci à la hauteur *AB* dans la boule, & au point *G* dans le petit tube recourbé. Si le mercure du

(*d*) *Essai de Physique, tome II, page 644.—Art des Expériences, tome II, page 315.*

Baromètre ordinaire baisse jusqu'à 27 pouces, il baïssera dans celui-ci depuis *A* jusqu'à *Z* dans la boule, & montera de *G* en *F* dans le tube recourbé. On voit donc la raison qui a déterminé à souder au haut du tube une grosse boule; car si le tuyau étoit par-tout de même diamètre, le mercure venant à baisser d'un pouce & demi dans l'extrémité supérieure du tube, celui du petit monteroit aussi d'un pouce & demi, ce qui rendroit la colonne *FZ* de 3 pouces plus courte que n'est la colonne *GA*, & par conséquent le mouvement du mercure dans ce baromètre seroit moindre de la moitié qu'il n'est dans le baromètre ordinaire; mais la boule ayant un grand diamètre, relativement à celui du tube, un abaissement peu considérable du mercure dans cette boule, peut faire monter le mercure du tuyau *FG* jusqu'à la hauteur de 3 pouces, ce qui rend la variation du mercure dans ce baromètre, semblable à celle qu'on remarque dans le baromètre ordinaire.

Tout l'avantage du baromètre à roue, consiste donc dans l'addition du cadran qui sert à marquer la variation; car en supposant que la poulie ait 3 pouces de circonference, elle fera une révolution sur elle-même, lorsque le mercure du tube recourbé fera monter le petit poids de 3 lignes; & si le cadran a un pied de diamètre, le mouvement du mercure paroîtra être de 3 pieds.

Voilà sans doute ce qu'on a pu imaginer de plus ingénieux pour rendre la variation très-sensible; mais on sentira aisément qu'il n'y a que les grandes variations qui puissent s'apercevoir, si l'on fait attention que dans le moment où le mercure commence à monter ou à descendre un peu, c'est-à-dire, lorsqu'il devient convexe ou concave, le petit poids alors n'a pas assez de mouvement pour faire tourner la poulie, puisque, quelque mobile qu'elle soit, elle a toujours nécessairement un peu de frottement sur son axe, ce qui suffit pour rendre insensibles les variations peu considérables: c'est un inconvénient auquel il est difficile de remédier, & qui a été très-bien relevé par M.^{rs} de la Société Royale de Londres. On peut voir dans les Transactions philosophiques (*e*), quels sont les autres inconvénients auxquels ce

Défauts.

(*e*) Transactions philosophiques, n° 185, page 241.

baromètre est encore sujet. Il n'a jamais été beaucoup en usage, cependant on y est revenu depuis quelque temps. Ce n'est pas qu'on lui ait reconnu des avantages qui le missent au-dessus du baromètre simple ; mais c'est parce qu'il est plus susceptible d'ornemens & d'embellissemens que ce dernier, aussi le Physicien l'a-t-il abandonné aux Curieux, pour s'en tenir toujours au baromètre simple.

Autre
baromètre
à roue.

LE P. le Clerc, Prêtre de l'Oratoire, présenta à l'Académie, en 1744 (*f*), un autre baromètre à *roue* ou à *cadran*, qui diffère en plusieurs points de celui que je viens de décrire.

* PL. VIII,
fig. 5.

L'Auteur prend un tube ordinaire * dont la partie supérieure est terminée par un anneau ; il le plonge, comme le tube de Toricelli, dans un réservoir plein de mercure à la hauteur de 3 pouces ; & au lieu de fixer le tube sur sa planche, comme on le pratique communément, il le suspend par le moyen d'une petite chaîne qu'il passe dans l'anneau qui termine le tube ; l'autre bout de la chaîne est attaché à une petite poulie de cuivre de 8 lignes de diamètre, afin que la révolution qu'on lui fait faire sur elle-même, soit égale aux 2 pouces de jeu que le mercure a communément dans ce pays-ci. Au centre de la poulie est fixée une aiguille de 8 pouces de longueur, elle est le diamètre d'un cadran qui indique les variations du mercure, de manière que quand le mercure monte ou descend d'une ligne dans le tube, l'aiguille parcourt l'espace d'un pouce sur le cadran, parce que les 24 pouces de circonférence qu'il a, répondent aux 24 lignes de circonférence qu'a la poulie, & aux 24 lignes que le mercure parcourt ordinairement dans ses plus grandes & dans ses moindres élévations.

Cette construction diffère de celle du baromètre à roue, dont j'ai parlé plus haut, en ce que l'aiguille de ce dernier, reçoit son mouvement de celui-même que le mercure éprouve dans ses variations ; au lieu que pour tirer du baromètre du P. le Clerc le service auquel il le destine, il faut que l'Observateur tourne lui-même l'aiguille de la manière suivante.

(*f*) Extrait des registres de l'Académie royale des Sciences, du 8 Février 1744.

Le P. le Clerc mesure le long du tube un espace de 28 pouces ; à compter du niveau du mercure qui est dans le réservoir ; ce sera le point du variable pour Paris & pour les lieux qui auront à peu près la même élévation. Il place à ce point un fil de pitte qui entoure le tube, & qui doit y être bien fixé avec de la colle de poisson, car c'est-là le point où on doit toujours ramener la surface du mercure qui s'élève ou qui s'abaisse au-dessus & au-dessous de ce point. Si donc le mercure monte à 28 pouces 3 lignes, on tourne la petite poulie de gauche à droite, le tube qui y est suspendu monte, & le mercure descend à proportion ; on continue de tourner jusqu'à ce que la surface de la colonne de mercure réponde parfaitement au fil de pitte, & on voit alors que l'aiguille a parcouru 3 pouces sur le cadran. Si au contraire le mercure est descendu au-dessous de 28 pouces, par exemple à 27 pouces 9 lignes, on tourne la poulie de droite à gauche, jusqu'à ce que la surface de la colonne de mercure réponde au fil de pitte, & la variation sera encore de 3 pouces en sens contraire. Rien n'empêche de coller près du tube un papier qui contienne les divisions ordinaires ; on en sentira mieux l'avantage de celles qui sont exprimées par l'aiguille sur le cadran.

L'inventeur de cette machine s'aperçut bientôt que le mouvement qu'il donnoit au tube en le faisant monter ou descendre, devoit changer le niveau du mercure dans le réservoir, & causer par conséquent une erreur dans l'observation. En effet, si on élève le tube de 4 lignes, par exemple, la surface du mercure que contient le réservoir doit baisser à proportion de cette quantité dont on en a fait sortir la portion du tube qui y étoit plongée, & du rapport de son diamètre avec celui du tube. Pour remédier à cet inconvénient, c'est-à-dire pour faire en sorte que le niveau du mercure dans le réservoir fût toujours le même, soit qu'on abaisst ou qu'on élevât le tube, le P. le Clerc imagina de placer à côté du bout inférieur du tube, un autre petit tube de même diamètre & de même grosseur que le grand, & ouvert comme lui par l'extrémité inférieure. Au moyen de deux crémaillères, dont l'une étoit assujettie sur le grand tube & l'autre sur le petit, avec un pignon entre-deux pour servir à l'engrénage, lorsqu'on élève

le grand tube de 2 lignes, par exemple, on fait descendre d'autant le petit tube dans le mercure du réservoir, où il occupe précisément la même place que l'autre vient d'abandonner. Si au contraire l'on fait descendre de 2 lignes le grand tube dans le réservoir, le petit en sort de la même quantité, & les choses sont toujours égales. Ce procédé ingénieux engagea l'auteur à donner à son baromètre le nom de *baromètre d'équation*.

Le P. le Clerc faisant encore attention à l'influence que le froid & le chaud pourroient avoir sur la petite chaîne dont il se servoit pour suspendre le tube, poussa le scrupule jusqu'à proposer de la composer selon les principes qu'on a suivis dans la construction du pendule, c'est-à-dire d'y employer deux métaux différens, afin que leur dilatation & leur condensation réciproques se combinaissent & se détruisissent.

Défauts.

M.^{rs} DE REAUMUR & DE BUFFON, qui avoient été nommés par l'Académie pour examiner cette machine que le P. le Clerc adaptoit au baromètre, la trouvèrent *ingénieuse*; mais ils ajoutèrent en même temps qu'elle ne paroisoit pas devoir être d'une grande utilité, parce que les frottemens & l'inégalité de mouvement dans cette machine, pouvoient plus altérer la précision qu'elle ne l'est dans les baromètres ordinaires, lorsque la bouteille ou le réservoir est d'un diamètre fort considérable en comparaison du tuyau.

A R T I C L E III.

Baromètre double.

M. HUGHENS, toujours dans l'intention de rendre la marche du baromètre plus sensible, imagina d'en construire un, auquel on a donné le nom de *baromètre double*, peut-être à cause des deux tuyaux & des deux boîtes ou cylindres qui le composent. Voici la description qu'il en a donnée lui-même dans le Journal des Savans de l'année 1672 (*g*).

*Pl. IX, fig. 6. « *A* & *B* » font deux boîtes cylindriques de verre, toutes deux ayant 1 pouce de hauteur, & 14 ou 15 lignes de diamètre.

(g) Mémoires de l'Académie, année 1708, page 156.

Ces boîtes sont jointes par un tuyau *ER* de même matière & « de 2 lignes de diamètre par l'intérieur. Ce tuyau est recourbé « par le bas en *R* où il se joint à la boîte *B*. Au-dessus de cette « boîte s'élève un autre tuyau *CD*, dont le diamètre intérieur ne « doit être qu'un peu plus d'une ligne; il doit y avoir entre le milieu « de la boîte *A* & de la boîte *B* environ $27 \frac{1}{2}$ pouces. »

On emplit d'abord la boîte *A* & le tuyau *ER* avec du mercure en le tenant penché, & ayant fait sortir tout l'air qui y étoit « renfermé, on le redresse pour le mettre dans la situation verticale « où il doit demeurer, la boîte *A* étant en haut, & la boîte *B* étant « en bas: alors le mercure doit demeurer dans la boîte *A* vers son « milieu aussi bien que dans la boîte *B*; & entre les deux surfaces du mercure dans les deux boîtes, il y aura la même différence de hauteur que dans le baromètre simple; ce qui montre la pesanteur de l'air par rapport au mercure suspendu dans la boîte *A* au-dessus de la boîte *B*. »

Ensuite on verse par le tuyau *D* de l'eau commune, dans laquelle on aura mêlé un sixième d'eau-forte pour l'empêcher de geler en hiver; cette eau sera colorée, & on en versera jusqu'à ce que la boîte *B* soit tout-à-fait remplie, & que l'eau monte dans le tuyau à peu près vers son milieu en *G*. »

On voit que le secret de M. Hughens, pour rendre le baromètre plus sensible, consiste à se servir d'une boîte & d'un tuyau dont les diamètres soient fort différens, & à remplir le tuyau & la moitié de la boîte d'une liqueur qui soit beaucoup plus légère que le mercure. En supposant donc que l'eau dont il se sert est quatorze fois plus légère que le mercure, on conçoit facilement que si le mercure vient à s'élever d'une petite quantité dans la boîte, il en fait sortir une égale quantité de liqueur qui entre dans le tuyau, & qui y monte d'autant plus, que le diamètre en est plus petit par rapport à celui de la boîte: ainsi la grande inégalité de ces diamètres fait qu'une très-petite élévation dans la boîte est assez grande dans le tuyau. M. de la Hire, dans le Mémoire cité ci-dessus, a déterminé par le calcul jusqu'où peut aller l'excès de sensibilité du baromètre double sur celle du baromètre simple, & il a trouvé que l'étendue dans laquelle le baromètre

double marque ses variations, est à celle dans laquelle le baromètre simple marque les siennes, comme quatorze fois le carré du diamètre d'une des boîtes à une fois ce même carré, plus vingt-sept fois le carré du tuyau qui contient la liqueur.

Défauts. « CE baromètre, qui est la preuve du génie & de la grande pénétration de M. Hughens, dit M. Muschenbroek (*h*), n'est pourtant pas en usage, parce qu'on ne peut le faire sans se donner bien de la peine & de l'embarras. » Il est de plus sujet à un très-grand inconvénient causé par le froid & le chaud, qui font que la liqueur de la boîte inférieure du tuyau fait la fonction de la liqueur du thermomètre; de manière qu'on ne peut s'en servir sans y faire les corrections qui seront indiquées par un thermomètre placé à côté, rempli de la même liqueur qui a servi à construire le baromètre, & dont la boule ait la même capacité; & le tuyau le même diamètre que le cylindre & le tube du baromètre.

M. Désaguliers avoit déjà remarqué ce défaut; il dit positivement dans un de ses Ecrits, que *la liqueur qui est sur le mercure, en se dilatant, marque plus haut qu'elle ne doit être qu'elle fait par conséquent la fonction de thermomètre*. M. Passemant remarque (*i*), que M. Désaguliers n'a point pris garde que quand la liqueur en se dilatant s'élève d'un pouce, elle doit dans le même moment s'abaisser aussi d'un pouce. « C'est, dit-il, comme si l'on versoit de la liqueur par en haut de la hauteur d'un pouce, la liqueur s'abaisseroit d'un pouce dans le moment, & se tiendroit à la hauteur qui étoit marquée auparavant qu'on eût versé la liqueur. Ainsi, ajoute M. Passemant, soit que la colonne de la liqueur s'allonge par une addition de liqueur qu'on y verse, soit qu'elle s'allonge par sa dilatation, c'est la même chose, la colonne devient plus longue; mais comme le mercure & cette colonne de liqueur sont contre-balancés par le poids de l'air, il s'ensuit qu'il faut que la colonne se raccourcisse dans le moment, de la valeur de cet allongement, pour se trouver en équilibre avec l'atmosphère. »

(*h*) Essai de Physique, tome II, page 649.

(*i*) Description & usage de divers ouvrages, page 69,

M. de la Hire

M. DE LA HIRE (*k*) entreprit de le perfectionner en y faisant quelques corrections & quelques additions. C'est dans son Mémoire qu'il faut en voir le détail (*l*), je me contenterai d'en donner ici une idée d'après M. de Fontenelle (*m*).

Le même baromètre, rectifié par M. de la Hire.

LE baromètre de M. de la Hire, est à peu près le même que celui de M. Hughens * ; il se contente d'allonger davantage le tuyau qui contient la liqueur, en lui laissant toujours une ligne de diamètre ; & au bout de ce tuyau, il met une troisième boîte égale en tout aux deux autres ; il remplit la moitié de la seconde boîte & la moitié du tuyau d'huile de tartre colorée, au-dessus de laquelle il verse une seconde liqueur moins pesante, comme l'huile de pétrole non colorée, qui va jusqu'à la moitié de la troisième boîte, laquelle est terminée par un petit bout de tuyau ouvert, pour recevoir les impressions de l'air extérieur. Si l'air devient moins pesant que dans l'état moyen où on le suppose lorsque les liqueurs se trouvent dans les dimensions que je viens de décrire, le mercure de la première boîte baisse, comme dans le baromètre de M. Hughens, & celui de la seconde boîte monte ; en s'élevant, il fait sortir une égale quantité d'huile de tartre qui monte dans le tuyau ; l'huile de tartre à son tour fait entrer autant d'huile de pétrole dans la troisième boîte, c'est le mouvement seul de l'huile de tartre dans le tuyau, qui marque les variations de ce baromètre, & c'est pour cela que cette huile est colorée afin de la distinguer.

La raison qui engagea M. de la Hire à faire cette correction au baromètre de M. Hughens, fut de remédier à un inconveniit qui se trouve dans celui-ci, dont je n'ai point encore parlé. Dans le baromètre de M. Hughens, plus la colonne monte, plus elle repousse en en-bas le mercure de la seconde boîte, parce qu'elle le presse par le poids d'une plus haute colonne ; ce qui doit

(*k*) M. Muschenbroek prétend que M. de la Hire avoit été prévenu par M. Hooke, qui avoit conçu la même idée dès l'année 1668, & que M. Hubin la publia en France en 1673 ; quoï qu'il en soit, il y a tout lieu de croire que M. de la Hire

ignoroit qu'on eût eu cette idée avant lui.

(*l*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1708, page 161.

(*m*) Hist. de l'Acad. des Sciences, année 1708, page 8.

nécessairement faire une erreur dans la marche de ce baromètre. Mais on voit, par la construction du baromètre de M. de la Hire, que quelque variation qui arrive, le tuyau sera toujours plein de l'une ou de l'autre liqueur, ou de toutes les deux; & que de plus, autant qu'il manquera d'huile de tartre à la seconde boîte, autant il y aura d'huile de pétrole dans la troisième, puisque ces deux boîtes sont égales en tout; par conséquent il y aura dans toutes les variations différentes, une colonne de liqueur également haute & pesante, qui pèsera sur le mercure de la même boîte, puisque les deux liqueurs sont, à très-peu près, de même poids; car la différence de pesanteur de ces deux huiles est si petite, qu'on peut la négliger. A l'égard de la sensibilité de ce baromètre, M. de la Hire prouve, par le calcul, qu'il est deux cents vingt-cinq fois plus sensible que le baromètre simple, au lieu que celui de M. Hughens n'est que douze fois plus sensible que ce dernier.

Défauts.

M. DE LA HIRE, en substituant l'huile à l'eau dont se servoit M. Hughens pour remplir le petit tuyau de son baromètre, n'a pas fait attention à un inconvénient qu'on ne peut éviter lorsqu'on se sert de ces sortes de fluides; comme ils sont naturellement gras & onctueux, ils s'attachent aux parois du tube & le rendent opaque, d'où résultent deux causes d'erreur dans l'observation; la première, en ce que cette viscosité du tube retarde la marche de la liqueur; & la seconde, en ce que le tuyau perdant sa transparence, il n'est pas aisément de distinguer la véritable élévation de la liqueur (*n*).

Le baromètre de M. de la Hire est sujet d'ailleurs aux impressions du froid & du chaud, comme celui de M. Hughens. Il est vrai que M. de la Hire a voulu prévenir les erreurs que la dilatation de la liqueur peut causer dans l'observation, en proposant une certaine graduation dont il parle dans son Mémoire; mais cela devient toujours embarrassant dans l'usage d'un instrument qui est fait pour être entre les mains de tout le monde.

Plusieurs Savans se sont appliqués à détruire, ou du moins à diminuer cette source d'erreur dans la marche du baromètre.

Tentatives
pour détruire
l'erreur causée

(*n*) Essais de Physique, tome II, page 651.

M. Amontons s'en étoit déjà occupé en 1704, comme on peut le voir dans les Mémoires de l'Académie, publiés dans cette année (o). Par la comparaison qu'il fit de la marche du baromètre avec celle de son thermomètre dont j'ai donné la description dans le chapitre précédent *, il trouva qu'en supposant invariable le plus grand poids de l'atmosphère, les variations de la chaleur feroient parcourir trois lignes au baromètre, pendant que le thermomètre parcourroit en allant, du plus grand froid au plus grand chaud, toute l'étendue des degrés compris entre ces deux termes; ce qui équivaut à 96 lignes de son thermomètre, c'est-à-dire que les 96 lignes du thermomètre feront parcourues dans le même temps que les trois lignes du baromètre; & par conséquent, pour chaque ligne du thermomètre, on aura dans le baromètre la 96.^{me} partie de trois lignes ou $\frac{1}{32}$.^{me} de ligne qu'il faudra retrancher de la hauteur du mercure, & la hauteur ainsi corrigée donneroit la hauteur précise de l'atmosphère.

C'est sur ce fondement que M. Amontons dressa une Table à deux colonnes; il mettoit dans la première les degrés de son thermomètre divisés par lignes; & dans l'autre, vis-à-vis de chaque ligne, les corrections qui leur convenoient, ou les $\frac{1}{32}$.^{mes} de ligne qu'on devoit retrancher de la hauteur du baromètre. Mais il est évident que cette Table n'est exacte que dans le seul cas d'une pesanteur de l'atmosphère qui soutiendroit le mercure à 28 pouces 9 lignes; car ce n'est que dans ce cas que le plus grand chaud donne trois lignes d'erreur, & justement dans ce cas la Table est inutile, puisqu'elle ne fait connoître que ce qu'elle suppose connu, savoir le même degré de pesanteur sur le pied duquel elle a été construite & qu'on a supposé invariable. M. Amontons ne laissa pas de proposer sa Table pour toutes les variations de pesanteur, en avertissant qu'il n'y avoit pas d'erreur considérable à craindre; il est vrai que, selon lui, elle ne peut aller au plus qu'à $\frac{1}{3}$ de ligne, mais il s'en faut de beaucoup que dans l'usage on doive compter sur une si grande exactitude.

Une autre remarque que j'ai déjà faite plus haut & qui jette

par le froid
& le chaud.

* Page 105.

(o) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1704, pages 164 & 271.

dans un nouvel embarras, c'est la raréfaction de la liqueur qu'on emploie dans le baromètre double; car en se raréfiant, elle devient moins pesante & elle occupe plus de place: si elle étoit toute contenue dans le même tuyau, sa hauteur n'augmenteroit qu'à proportion de ce qu'elle perd de sa pesanteur, & l'équilibre se maintiendroit; mais par la différence de la capacité de la boîte & du petit tuyau, la raréfaction la fait monter dans le petit tuyau, bien au-delà de la hauteur qui suffiroit pour lui conserver son poids sur le mercure; elle fera donc descendre le mercure dans la boîte inférieure, jusqu'à ce qu'elle-même soit descendue au point de hauteur qui lui est nécessaire pour contrepester la partie qu'elle doit soutenir de la nouvelle colonne de mercure.

M. Saurin, de l'Académie royale des Sciences (*p*), a essayé de déneler ces difficultés par l'analyse, pour déterminer, avec toute l'exactitude géométrique, la part qu'a la chaleur dans les variations du baromètre double de M. Hughens; il propose là-dessus cinq problèmes dont il donne la solution. Je m'écarterois du plan que je me suis proposé si je le suivrois dans ses calculs; on peut consulter son Mémoire.

On conviendra que toutes ces difficultés étoient plus que suffisantes pour faire rejeter les baromètres doubles, quelqu'ingénieuse qu'en fut l'idée; aussi n'ont-ils jamais été beaucoup en usage.

JE ne finirai pas cet article sans dire un mot d'une autre espèce de baromètre double dont M. Ozanam donne la description dans ses Récréations Mathématiques (*q*). Ce baromètre est composé de trois branches, dont deux sont remplies de mercure, & l'autre est remplie moitié d'huile de tartre colorée, & moitié d'huile de Karabé (*r*). M. Ozanam dit que ce baromètre peut servir à en construire d'autres de telle grandeur qu'on voudra, en

(*p*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1727, page 282.

(*q*) Récrat. Mathémat. tome II, page 359, nouvelle édit. Ce baromètre est de l'invention de M. Amontons, qui le fit voir, pour la première fois à l'Académie, le 27 Mars 1688. Voyez aussi, Mém. de l'Acad. avant 1699,

tome II, page 39; & Collect. Académ. tome I de la partie françoise, p. 136.

(*r*) Karabé est le nom qu'on donne à l'ambre-jaune; ce mot signifie attrepaille, parce que l'ambre-jaune a la propriété d'attirer les corps légers. On l'appelle aussi *electrum*.

divisant la colonne de mercure qui est de 28 pouces par la hauteur qu'on veut donner au baromètre ; le quotient qui en résulte indique le nombre de colonnes de mercure qu'on doit opposer au poids de l'air. Par exemple, si on veut faire un baromètre qui ait 14 pouces de hauteur, on divisera 28 par 14 : le quotient 2 marque qu'il faut opposer deux colonnes de mercure au poids de l'air, & remplir la troisième d'huile colorée, &c.

M. OZANAM avoue qu'il est impossible de bien exécuter ces sortes de baromètres ; ils sont d'ailleurs sujets à tous les inconvénients des baromètres doubles que je viens de relever ; je ne m'étendrai donc pas davantage. On peut consulter le volume des Récréations Mathématiques que je viens de citer, on y trouvera aussi les figures de ces baromètres que je n'ai pas cru devoir faire graver.

Défauts:

ARTICLE IV.

Baromètre de Mer.

JE passe maintenant à la description de deux baromètres que M. Amontons destinoit à l'usage de la mer (f). Il y avoit quelques difficultés pour accommoder cet instrument au service de la mer : car la colonne de mercure ne faisant équilibre avec l'atmosphère que par sa hauteur, & cette hauteur ne pouvant être prise que selon une ligne verticale, dès que le baromètre est incliné, la hauteur de la colonne de mercure diminue, l'équilibre est rompu, & il ne peut se rétablir à moins que le poids de l'atmosphère, alors supérieur, pressant la colonne de mercure, ne la repousse en en-haut & ne l'alonge, jusqu'à ce qu'elle ait la même hauteur verticale qu'auparavant ; mais comme un pendule tiré de son point de repos, & remis en liberté d'y retourner, y passe & y repasse un grand nombre de fois avant de s'y arrêter entièrement, de même, & par la même raison, la colonne de mercure repoussée en en-haut avec impétuosité par le poids de l'atmosphère, ne se remet à la hauteur nécessaire pour l'équilibre, qu'après avoir monté

Difficulté dans
la construction
des baromètres
de mer.

(f) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1705, page 49.

bien des fois au-dessus, & être redescendu autant de fois au-dessous : en un mot, après plusieurs vibrations qui sont d'autant plus grandes & plus sensibles, que le mercure est un corps plus pesant & plus capable de conserver long-temps un mouvement qu'il a reçu. Or un vaisseau sur mer étant dans un balancement continu, lors même qu'il est le moins agité, il est clair qu'un baromètre n'y peut jamais avoir le repos nécessaire pour ses fonctions.

Baromètre
de mer,
de
M. Amontons.

* Pl. ix,
fig. 8.

TOUTES ces considérations engagèrent M. Amontons à chercher la construction d'un baromètre qui ne fut point sujet à cet inconvénient & qui put servir sur mer. Il en imagina un fort simple, ce n'est qu'un tuyau recourbé * dont une branche est fort longue par rapport à l'autre qui se termine en une assez grosse boule. La longue branche, toujours ouverte par le haut, est pleine en partie de quelque liqueur qui ne va de l'autre côté que jusqu'à l'entrée de la boule où il n'y a que de l'air enfermé. Si l'air extérieur est plus pesant que celui de la boule, la liqueur baisse dans la longue branche ; si c'est le contraire, elle s'élève. Comme ce baromètre n'agit que par la différence de l'air extérieur & de celui de la boule, & non par la hauteur d'une colonne, il est clair que les causes qui rendent inutile le baromètre commun dès qu'il a reçu le moindre mouvement, n'ont point lieu ici, & que l'on peut se servir de ce baromètre en le mettant dans une situation horizontale.

Défauts.

CE baromètre de mer a encore l'inconvénient des baromètres doubles, car il est thermomètre aussi - bien que baromètre ; la liqueur & l'air peuvent se raréfier & se condenser par l'augmentation ou la diminution de la chaleur. M. Amontons tâcha de remédier à ce défaut en s'y prenant de la manière suivante : il ne se contenta pas de faire la longue branche d'un fort petit diamètre, de sorte que la liqueur n'y fut qu'en très-petite quantité, ni de choisir une liqueur très-peu capable de raréfaction, comme de l'eau seconde ou de l'huile de tartre, car tout cela n'auroit fait que diminuer l'erreur ; il fit une double graduation à l'instrument, l'une en tant qu'il est baromètre, & l'autre en tant qu'il est thermomètre : la première étoit mobile & la seconde fixe ; il

connoissoit, par le moyen d'un de ses thermomètres, à quel degré devoit être la liqueur de l'instrument en tant que thermomètre, il amenoit sur ce degré le milieu de la graduation qu'il devoit avoir comme baromètre, & la différence qui se trouvoit entre le degré où il devoit être comme thermomètre, & celui où il étoit effectivement, lui appartenoit entièrement en qualité de baromètre. La comparaison que fit M. Amontons de son baromètre de mer avec le baromètre ordinaire, le convainquit de la justesse de son procédé.

Ce savant Physicien avoit aussi intention de rendre son baromètre de mer beaucoup plus sensible que le baromètre simple, c'est pour cela qu'il se servoit d'une liqueur qui étoit quatorze fois plus légère que le mercure ; car dans ce cas, le jeu du baromètre simple n'étant que de 2 pouces, le mouvement du sien avoit 28 pouces d'étendue : il étoit nécessaire aussi pour cela que la capacité, ou le diamètre de la longue branche, fût extrêmement petit par rapport au diamètre de la boule. M. Amontons, comme je l'ai déjà remarqué, avoit eu cette attention.

CE laborieux Académicien avoit déjà imaginé quelques années auparavant une autre espèce de baromètre qu'il destinoit au même usage, c'est-à-dire au service de la mer. Voici la description qu'en donne M. Muffchenbroek (*1*), d'après celle que M. Amontons en donna lui-même dans un petit Écrit qui parut en 1695.

Baromètre conique,
aussi à l'usage
de la mer.

Description.

* Pl. ix,
fig. 9.

AB * est un tuyau fait en manière de cône d'environ 57 pouces de longueur & une ligne de diamètre dans la partie la plus large du cône, qui est ouverte; l'extrémité *A* est fermée. Si on suppose que ce tube étant renversé se trouve rempli de 30 pouces de mercure depuis *A* jusqu'à *C*, si on suppose encore que cette même quantité de mercure occupe un espace de 27 pouces dans la partie *DB*; comme la variation du mercure dans le baromètre ordinaire est d'environ 2 ou 3 pouces, il est certain que lorsque le mercure sera à la hauteur de 30 pouces, par exemple, dans celui-ci, il occupera dans le baromètre conique l'espace *AC*, &

(*1*) *Essai de Physique*, tome II, page 651.

que lorsqu'il sera à 27 pouces dans le baromètre simple, il occupera dans le baromètre de M. Amontons l'espace DB ; ainsi le cours du mercure dans ce baromètre sera depuis A jusqu'à D , c'est-à-dire de 30 pouces, tandis qu'il n'est que d'environ 3 pouces dans le baromètre ordinaire. L'ouverture inférieure B ne doit avoir qu'une ligne de diamètre pour empêcher que le mercure ne sorte du tube qui est ouvert; l'air devient comme un piston qui sert à le retenir.

On a donné à ce baromètre le nom de *baromètre de mer*, parce qu'il étoit aisément de s'en servir sur mer. En effet, lorsqu'on n'en faisoit point usage, on pouvoit le renverser, c'est-à-dire, mettre l'extrémité A en bas, & lorsqu'on vouloit connoître la hauteur du mercure, il suffissoit de tenir le tuyau dans la main dans la situation AB après qu'on l'avoit renversé, car la colonne marquoit de A vers B , c'est-à-dire, que la partie inférieure DB ou environ, étoit pleine d'air, puisqu'elle communiquoit avec lui par l'extrémité B qui étoit ouverte, & selon que cette colonne d'air pesoit plus ou moins sur le mercure DA , il se tenoit aussi plus ou moins éloigné du point D . Si on craignoit que le mouvement du vaisseau ne fit sortir du mercure par l'orifice B , on pouvoit y mettre un peu de coton de manière que l'air pût y passer librement; & s'il arrivoit qu'il tombât un peu de mercure de la colonne AD , qu'elle se divisât en globules, il étoit aisément de les réunir en renversant le tube.

M. MUSSCHENBROEK, qui a fait beaucoup d'observations sur ce baromètre, fort en usage de son temps, y a remarqué les défauts suivans :

Défauts. Premièrement, il a trouvé que le frottement considérable qu'éprouve la colonne de mercure dans ce tube, diminuoit beaucoup de sa sensibilité & de sa justesse; il est certain que le mercure doit s'y éléver beaucoup en très-peu de temps, puisqu'il a 30 pouces de jeu, tandis que le mercure du baromètre simple n'en a que trois au plus; si donc son mouvement est dix fois plus grand que celui du baromètre ordinaire, il s'en suit que le frottement est aussi dix fois plus grand, & c'est pour cette raison que M. Muſſchenbroek voyoit souvent le mercure monter dans

Le baromètre simple , sans qu'il aperçût encore aucune variation dans le baromètre conique ; mais il n'avoit pas plutôt secoué le tuyau , que le mercure haussloit plus tôt & plus qu'il n'auroit dû.

Un autre défaut plus considérable encore qu'a remarqué le Physicien Hollandois , c'est que si on secoue d'abord le tuyau , & qu'on remarque le point où le mercure s'arrête , on verra en secouant encore une seconde fois le tube , que le mercure ne reviendra pas au même point où on l'avoit observé auparavant , mais il se tiendra ou plus haut ou plus bas. Il est vrai que ce défaut est moindre , lorsqu'on se fert d'un tube dans lequel le mouvement n'est que deux ou trois fois plus grand que dans le baromètre ordinaire.

« Il y a toute apparence , conclut notre judicieux Physicien , que ceux qui ont vanté ce baromètre ne l'avoient jamais vu , ou « qu'ils ne l'avoient jamais exactement observé ; en effet , ajoute-t-il , « cet instrument n'est bon que pour des marins , qui n'y prennent « pas garde de si près ; mais il ne peut être aucun usage pour « des Physiciens qui se piquent d'exactitude » (u).

FEU M. Passemant , Ingénieur du Roi (x) , eut l'honneur en 1759 , de faire à Sa Majesté la description d'un baromètre qu'il avoit rendu propre pour la mer ; il trouva un moyen fort simple (qu'il n'indique pas dans l'ouvrage d'où je tire ceci) d'ôter cette vacillation continue qu'éprouve le mercure sur un vaisseau toujours agité. Plusieurs personnes en ont fait usage sur mer avec succès. « Cet instrument , dit l'Auteur , peut servir à prévoir les tempêtes ; car quand on voit le mercure descendre de plusieurs lignes , on est dans le cas d'appréhender un orage ; ce qui avertit « que le plus sûr alors est de garder la pleine mer , & d'attendre « pour aborder que l'orage indiqué par le baromètre soit passé. »

LE même M. Passemant eut l'honneur de présenter au Roi ,

Baromètre
de mer ,
de
M. Passemant.

Autre
baromètre de
M. Passemant.

(u) On trouvera dans le *Cours de Physique Expérimentale* du Docteur Désaguliers (tome II , page 341 , de la traduction du P. Pézenas), la description d'un autre baromètre à l'usage

de la mer , de l'invention de M. Halley ; comme il n'a jamais été fort en usage , je n'en dis rien ici.

(x) Description & usage de divers Ouvrages , page 70 .

en 1755, un baromètre (*y*) qui avoit douze pieds de longueur. Pendant que le baromètre simple parcourt 2 pouces du beau temps au mauvais temps, celui-ci fait plus de 10 pieds de chemin. La sensibilité de cet instrument est si grande, qu'on le voit dans de grandes pluies ou de grands vents, monter & descendre de plusieurs pouces en quelques minutes; à chaque coup de vent il monte & descend en un instant de plusieurs lignes. L'auteur ne donne pas d'autres détails sur ce baromètre qu'il ne fait qu'annoncer dans le petit ouvrage que j'ai cité. Ce baromètre fut placé à Choisy dans le château où il a pour pendant un thermomètre de la même longueur, dont j'ai parlé dans le chapitre précédent*.

Cet habile Artiste imagina en 1759, un autre baromètre qui n'a que 18 pouces de hauteur, & qui parcourt 6 pieds de chemin du beau temps au mauvais temps. Il assure qu'il avoit trouvé le moyen de rendre un baromètre quinze cents fois plus sensible que le baromètre ordinaire; de manière que pour une ligne, on auroit 9 pieds de chemin. Il est fâcheux que cet ingénieur Mécanicien soit mort sans donner de description plus détaillée de ses ouvrages marqués tous au coin du génie: au reste, il a formé un Élève qui paroît avoir bien profité des leçons d'un Maître aussi habile.

A R T I C L E V.

Baromètre simple.

J'AI donné dans les articles précédens, la description de toutes les espèces de baromètres que j'ai pu découvrir dans les ouvrages de Physique que j'ai consultés sur cette matière (*z*). Peut-être y en a-t-il encore d'autres qui ne sont pas venus à ma connoissance, mais je crois pouvoir assurer sans témérité qu'ils sont tous, aussi bien que ceux que j'ai décrits, fort inférieurs au *baromètre simple*.

(*y*) Description & usage de divers Ouvrages, page 68.

(*z*) Comme je n'ai en vue ici que les baromètres destinés aux observations Météorologiques, je n'ai point parlé de celui qu'on appelle *baromètre d'épreuve*, inventé par M. de Mairan; son usage

est de faire connaître les degrés de raréfaction que l'air éprouve dans le vide. On peut voir la description qu'en donne M. l'abbé Noller, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1741, page 340.

J'y reviens donc comme au plus parfait, & je crois ne pouvoir rien faire de mieux que d'en parler d'après un excellent Traité sur l'atmosphère & sur les baromètres, qui vient de paroître, dont l'auteur est M. J. A. de Luc, citoyen de Genève, Correspondant de l'Académie. « Cet ouvrage, dit M. de la Lande, qui fut chargé en 1763 par l'Académie de l'examiner (*a*), cet ouvrage renferme toute la sagacité & l'exactitude qu'on peut mettre dans les expériences, avec tout l'esprit & le savoir nécessaires pour en tirer les résultats les plus curieux. Je ne me flatte, continue M. de la Lande, que d'en donner une légère idée; c'est dans le livre même qu'il faudra voir les détails, les preuves, les expériences & les explications. » C'est de l'extrait qu'en a fait ce savant Astronome que je tire ce que je vais en dire ici.

UNE première précaution qu'on doit apporter à la construction du baromètre simple, c'est de faire bouillir le mercure dans le tube même; car on remarque que des baromètres, quoique construits de la même manière, se tiennent presque toujours à des hauteurs différentes, lorsqu'on n'a pas eu cette attention: l'air qui s'attache aux parois du tube, & celui qui s'échappe du mercure même, forme des inégalités considérables qui varient suivant les temps, 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 les autres descendant; ce qui vient de ce que l'air dans ces derniers s'élève dans la partie vide du tube, & la chaleur venant à le dilater, son volume augmente, 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 y est sensible en le faisant monter dans cette partie vide d'air.

Comme le seul moyen de purger d'air le mercure est de le faire bouillir dans le tube même, cette précaution est donc bien essentielle. On remplit pour cela le tube de manière que l'extrémité

Précautions
à prendre dans
la construction.

(*a*) Connoissance des Mouvements célestes, année 1765, page 200.

d'air de dedans le mercure, & plus le mercure descend, plus il s'en dégage d'air. C'est un petit inconvénient qu'on ne peut prévenir, qu'en faisant rebouillir de temps en temps le mercure.

J'ajouterais à toutes les attentions dont je viens de parler, que le mercure employé doit être bien pur, car on y est souvent trompé; les marchands sont dans l'habitude d'y mêler une certaine quantité de plomb. Le mercure revivifié de cinabre est le meilleur & le plus pur (*c*). Pour n'y être pas trompé, on en répandra un peu sur du papier blanc; & en le faisant couler, s'il laisse des filets qui s'attachent au papier, c'est une preuve qu'il n'est pas pur. Il faut aussi que le tube soit bien nettoyé en dedans avec de l'esprit-de-vin rectifié, & avec un piston de peau pour détacher l'air qui se colle aux parois du verre; il doit être séché devant le feu, & chauffé avant d'y introduire le mercure. Le calibre ou le diamètre du tube n'est pas non plus indifférent (*d*); les tubes dont le diamètre intérieur est trop petit, ne laissent pas monter le mercure aussi haut que les autres; quand l'extrémité supérieure du tube est plus évasée que le reste de sa longueur, le mercure y monte plus haut. C'est ce qui a engagé le sieur Cappi, Émailleur, connu des Physiciens, à évaser, dans les baromètres qu'il construit, la partie du tube où s'exécutent les variations du mercure. Une autre attention qu'il ne faut pas négliger, c'est de laisser toujours deux pouces de tube libre au-dessus de la colonne du mercure; car si la surface de cette colonne approche du sommet du tube à la distance de 2 ou 3 lignes, par exemple, la hauteur du mercure augmenteroit d'une demi-ligne, sans que la pesanteur

(c) Le mercure se combine quelquefois avec le soufre, avec lequel il forme une masse rouge qu'on appelle *cinabre*; on peut alors revivifier le mercure, c'est-à-dire, le débarrasser de ses entraves, au moyen d'un intermédiaire qui ait plus d'affinité avec le soufre minéralisateur qu'avec le mercure; on dit alors que ce mercure est *revivifié de cinabre*. Voy. le *Dictionnaire de Chimie* de M. Macquer, au mot *cinabre*.

(d) On trouvera des détails fort

intéressans sur toutes ces précautions dont je parle, dans un bon Mémoire que M.^{sr} le Cardinal de Luynes a donné sur cette matière en 1768, & qui se trouve dans les Mémoires de l'Académie pour cette même année, page 247.

Il faudra aussi consulter les procédés que suivoit M. l'abbé Nollet dans la construction du baromètre. *Art des Expériences, tome II, page 307.*

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 du charbon le bout du tube, & se garantir des vapeurs qui sortent du mercure, parce qu'elles sont très-dangereuses. 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 paraît 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 dans la flamme. 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, & il s'agit après cela de le plonger dans un réservoir (*b*) où l'on a mis une suffisante 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 que lorsque le mercure du réservoir a recouvert entièrement environ 1 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, & cela à cause de la parfaite contiguïté des parties du mercure avec les parois du tube; mais cette adhésion cesse dès qu'on a secoué le baromètre & qu'on a fait descendre la colonne, parce qu'il s'élève une petite quantité

(*b*) On peut, au lieu d'un réservoir séparé du tube, souffler, au bout du tube, une boule terminée par un petit tuyau. Lorsque le mercure a bouilli, on coude le tube un peu au-dessus de

la boule, & on ouvre le bout du tuyau qui y est soudé, afin que l'air agisse sur le mercure de la boule. Tels sont tous les baromètres qu'on trouve chez les Émailleurs.

de l'air y eût aucune part ; effet qu'on attribue à l'attraction du verre. Il seroit aussi à souhaiter que l'échelle des variations 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, à Montmorenci, par exemple, où j'observe, & qui est élevé de près de 400 pieds au-dessus de la mer, il est certain que le point du *variable* doit être d'environ 6 lignes plus bas, c'est-à-dire à $27\frac{1}{2}$ pouces. Or, si l'échelle des variations étoit mobile, il seroit aisè de la régler sur les différentes éléвations de chaque pays. Enfin, on ne peut pas prendre non plus trop de précautions pour bien caller le baromètre, de manière que la colonne de mercure soit parfaitement verticale ; ce qui n'est pas aussi aisè qu'on le croiroit d'abord.

Inconvénients
des réservoirs.

* Planche X,
fig. 10, 11
& 12.

JE dois avertir aussi que les baromètres à réservoir * usités jusqu'à présent, sont sujets à plusieurs inconvénients.

Le premier, c'est qu'il est presque impossible de pouvoir mesurer l'effet de la chaleur qui agit toujours 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 de cet instrument.

Le second inconvénient des réservoirs, est la figure que la surface du mercure y prend, quelquefois convexe & quelquefois concave, suivant la figure du réservoir & la manière dont le verre agit sur le mercure, cette irrégularité rend la surface du mercure très-difficile à constater, & varie d'ailleurs suivant que le réservoir est plus ou moins rempli, d'où résultent, dans la hauteur du mercure, des inégalités qu'on ne sauroit calculer ; voilà encore ce qui augmente la difficulté de caller exactement le baromètre dont je parlois tout-à-l'heure.

Le troisième inconvénient des réservoirs dans les baromètres, c'est l'élévation ou l'abaissement 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 ; or, parmi nos Artistes, je ne connois que le Sieur Cappi, dont j'ai parlé plus haut, qui ait cette attention dans les *baromètres*

trempés qu'il fait. Les autres mettent dans le réservoir une surface de mercure qui a à peine 7 à 8 lignes de large ; il est évident que cette surface doit descendre d'une manière sensible lorsque le mercure monte dans le tube, d'où il s'en suit que la marche est beaucoup plus petite qu'elle ne feroit sans cet inconvénient : les plus grands réservoirs même conservent toujours une partie de cet inconvénient. On y remédie en mettant sur le mercure du réservoir un petit corps léger, un *index* dont la pointe supérieure marque sur une division particulière, le mouvement du mercure dans le réservoir au-dessus d'un terme fixe marqué sur la planche ; on ajoute 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.

Peut-être est-ce dans l'intention de remédier à l'inconvénient dont je parle, qu'on a imaginé de construire le baromètre simple de façon que les variations du mercure eussent lieu dans la petite branche *. Le tube, comme on le voit dans la figure, est coudé en *C* & composé de deux branches dont la plus petite a la moitié de la grandeur de l'autre ; on y fait deux fioles ou deux renflements en *A* & en *B*. La fiole *A* est pleine de mercure aux deux tiers ou aux trois quarts, & les variations du mercure s'exécutent dans la petite branche *BD*. L'air agit sur le mercure en entrant par la petite ouverture *D* pratiquée dans la petite fiole qui termine le tube. On conçoit aisément que l'effet de la pesanteur de l'air sur le tube, doit avoir lieu ici dans un sens contraire à celui qu'on remarque dans le baromètre ordinaire, c'est-à-dire que l'élévation du mercure indique la pluie, & son abaissement le beau temps.

Mais cette construction ne remédie pas du tout à l'inconvénient général des réservoirs, parce que le mercure ne peut descendre ou monter dans la petite branche, qu'il ne monte ou qu'il ne descende proportionnellement dans la fiole *A*. Pour que cet effet fut insensible, il faudroit que cette fiole fût d'un diamètre démesuré par rapport à celui du tube *BD*, ou bien on pourroit multiplier ces fioles & en faire huit ou dix dans la longueur du

* Pl. x,
fig. 12.

Construction
selon
les principes
de M. de Luc.

tube *AC*, & alors le mouvement du mercure seroit gêné.

M. DE LUC, frappé de tous ces inconvénients des réservoirs; imagina de les supprimer, en composant ses baromètres d'un seul tube recourbé par son extrémité, & d'un calibre uniforme dans les deux branches. On trouvera dans son ouvrage un ample détail des moyens qu'on doit employer pour y parvenir; je me contenterai d'indiquer ici les principales attentions qu'exige un excellent baromètre.

Dans le baromètre composé suivant les principes de M. de Luc *, il y a deux échelles, une à chaque branche: la division de la plus longue branche va en montant, & l'autre en descendant; l'une & l'autre 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. Voici comment M. de Luc s'y prend pour assortir un petit tube au grand.

Ayant choisi un grand tube, il place le point de zéro à 22 pouces de l'extrémité supérieure; il introduit dans le tube un petit bouchon de liège attaché au bout d'un cordon, afin de pouvoir le retirer. Il le pousse avec un fil-de-fer jusqu'au point destiné pour le zéro; il verse ensuite par le bout opposé deux ou plusieurs quantités de mercure de poids égaux & connus capables d'occuper une étendue de 8 pouces dans le tube; il observe si chaque portion introduite séparément, occupe la même étendue; & si cela n'est pas, il note les différences qui doivent être petites si le tube est bien choisi. Il cherche ensuite un autre tube où la même quantité de mercure occupe la même longueur; pour y réussir plus aisément, il prend de longs tubes dans lesquels il met un bouchon de liège qu'il pousse avec un fil-de-fer, & qu'il retire avec un petit cordon; il le pousse jusqu'à ce qu'il ait trouvé un point où la totalité du mercure qui suit le bouchon occupe la longueur convenable. Quand ce point est trouvé pour le tout, il mesure les parties en détail, & il continue cette opération jusqu'à

ce

ce qu'il ait trouvé une portion de tube où tout soit semblable à celle qui doit lui correspondre dans la grande branche du baromètre : alors on coupe le tube aux deux extrémités de la colonne de mercure qui a servi à le calibrer ; mais s'il y a quelques inégalités , on le coupe de manière que les diamètres correspondans dans les deux branches soient égaux.

Le baromètre formé d'un tuyau recourbé , comme je l'ai dit , doit être à moitié logé dans une planche de sapin où l'on fait une rainure carrée avec un bouvet , afin que le papier dont elle sera tapissée , & les divisions qui y seront marquées , soient appliquées immédiatement au tube. On ajuste sur la boîte un papier enduit de colle , on place le tube sur le papier , il entraîne le papier dans la rainure , & il s'y moule exactement. Il est à propos de ne tracer les divisions sur le papier , que lorsqu'il est collé & séché , parce qu'autrement la colle augmenteroit ses dimensions en l'étendant , & les divisions ne seroient plus exactes.

LE baromètre portatif que décrit M. de Luc a deux branches , l'une de 34 pouces , & l'autre de 8 ; il est divisé en deux pièces qui communiquent l'une à l'autre par le moyen d'un robinet destiné à retenir le mercure dans le baromètre quand on veut le transporter. Cette méthode est préférable au piston de chanvre dont on s'est servi jusqu'à présent pour tenir la colonne de mercure appliquée contre l'extrémité supérieure du tube. Le robinet est d'ivoire , mais la clé est formée de liège le plus compact & le plus compressible , arrondi sur le tour au moyen d'une lime douce , & dont le diamètre est plus grand d'une ligne que celui du trou dans lequel il doit entrer. Au travers du liège , est un trou bien net par lequel peut passer le mercure ; ce trou se peut faire d'abord avec un foret , ensuite avec une lime ronde ; il est garni dans l'intérieur d'un petit bout de tuyau de plume à écrire : ce tuyau de plume se présente , quand on veut , vis-à-vis les deux ouvertures pratiquées dans la boîte du robinet , pour établir la communication entre les deux tubes du baromètre ; au contraire , quand on veut l'interrompre , on tourne la clé du robinet , & le liège ferme exactement les deux tubes dont l'un contient tout le mercure , l'autre étant destiné à le recevoir pendant l'expérience. Pour faire

Construction
du baromètre
portatif.

entrer les deux tuyaux dans la boîte du robinet, il faut les enjouer d'un morceau de vessie collé avec de la colle de poisson, par ce moyen ils s'appliquent exactement, & ne laissent point échapper le mercure.

Ces baromètres que l'on veut rendre portatifs, exigent mille autres précautions que M. de Luc détaillle dans son ouvrage. Ils sont sujets à prendre de l'air avec le temps ; il est donc nécessaire de les comparer quelquefois avec des baromètres fixes, & même de faire rebouillir le mercure. Il faut aussi nettoyer de temps en temps la surface du mercure avec une éponge pour ôter la viscosité, la pellicule & la poussière qui s'y attache.

On peut juger par l'idée que je viens de donner du baromètre de M. de Luc, combien il l'emporte sur le baromètre ordinaire dont il ne diffère cependant que par les précautions que ce Savant apporte à sa construction, mais précautions absolument nécessaires, puisque de-là dépend la confiance qu'on doit avoir aux résultats que donne cet instrument dans l'usage qu'on en fait pour mesurer les hauteurs. M. de Luc s'est assuré par plus de quatre cents expériences, que son baromètre ne le trompoit pas de plus de 4 à 5 pieds sur toutes les hauteurs qu'il a mesurées : chose incroyable, si elle n'étoit confirmée par les preuves les plus authentiques.

A R T I C L E VI.

Usage du Baromètre pour mesurer les hauteurs.

AVANT de détailler les procédés ingénieux que suit M. de Luc, dans l'application qu'il fait de son baromètre à la mesure des hauteurs, il seroit peut-être à propos de parler des premières tentatives qu'on a faites dans cette vue : on en peut voir le détail dans les Leçons de M. l'abbé Nollet (*e*), où l'on trouvera une histoire critique de tout ce qui est contenu dans les Mémoires de l'Académie à ce sujet (*f*). Je me contenterai de dire un mot de la manière dont on s'y prend pour faire l'expérience.

(*e*) Leçons de Physique, tome III, page 353.

(*f*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1703, page 239. — 1712, page 108. — 1713, page 54. — 1733, page 40. — 1740, page 73.

ON a deux baromètres dont la marche est égale ; une personne placée au bas de la montagne ou de la tour qu'on veut mesurer , observe l'un de ces baromètres pour tenir compte des variations qui peuvent survenir pendant l'expérience : un autre Observateur porte le second baromètre sur le sommet de la montagne ou de la tour , & marque le point où le mercure s'arrête ; il compare son observation avec celle qui a été faite au bas , & il en conclut la hauteur de la montagne ou de la tour. S'il y a , par exemple , 3 lignes de différence, il comptera 13 toises d'élévation pour chaque ligne d'abaisslement du mercure dans le second baromètre. Ainsi il conclura la hauteur de 39 toises.

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. Toute la théorie du baromètre dans cet usage qu'on en fait , dépend de la loi des densités de l'air trouvée par M^{rs} Mariotte & Boyle : il est donc à propos d'en dire un mot (g).

ON démontre , par l'expérience , que le volume de l'air est toujours en raison inverse des poids qui le compriment. Je prends un tuyau de baromètre fermé par le haut , mais de manière qu'on puisse l'ouvrir ; je le remplis de mercure , & l'ayant plongé dans un vase aussi plein de mercure , la colonne du tuyau se soutient à 28 pouces. Je suppose que la partie du tuyau qui reste vide au-dessus du mercure soit de 2 pouces , je ferme avec le doigt l'extrémité inférieure du tuyau qui plonge dans le mercure , & j'ouvre la partie supérieure du tube pour y faire entrer de l'air qui , dans son état naturel & comprimé par le poids de l'atmosphère , occupera cet espace de 2 pouces ; je ferme alors la partie supérieure , & j'ouvre de nouveau la partie inférieure du tuyau qui plonge dans le mercure ; alors les deux pouces d'air se dilatent & font descendre le mercure du tube de $6\frac{1}{2}$ pouces , c'est-à-dire , de manière que les $21\frac{1}{2}$ pouces restans , joints avec ces 2 pouces étendus & dilatés sur un espace de $8\frac{1}{2}$ pouces , soient en équilibre avec la colonne d'atmosphère , équivalente à 28 pouces. Dans

Loi des densités
de l'air.

(g) Connoissance des Mouvements célestes , année 1765 , page 209 .

cet état , l'air contenu dans le baromètre est comprimé par une force qui n'équivaut qu'à $6\frac{1}{2}$ pouces de mercure ; car puisque la colonne entière de l'atmosphère n'équivaut qu'à 28 pouces de mercure , & qu'il en reste $21\frac{1}{2}$ pouces dans le baromètre pour s'opposer au poids de l'atmosphère , il ne reste dans l'atmosphère que l'équivalent de $6\frac{1}{2}$ pouces pour agir sur l'air qui remplit le reste de l'espace du baromètre. Cette pression de $6\frac{1}{2}$ pouces est plus petite que celle de 28 , à proportion de ce que le volume de 2 pouces d'air est moindre que celui de $8\frac{1}{2}$ pouces qu'il occupe dans le nouvel état ; car $8\frac{1}{2} : 2 :: 28 : 6\frac{1}{2} + 6\frac{1}{10}$. C'est ainsi que l'expérience a toujours prouvé que la densité de l'air au niveau de la mer , comme au sommet des plus hautes montagnes , étoit proportionnelle à la force qui le comprimoit. M. Bouguer a vérifié cette règle jusqu'à une hauteur de 2484 toises où le baromètre n'avoit que 15 pouces 11 lignes d élévation ; on n'a jamais fait d'expérience à une plus grande hauteur. « J'ai toujours trouvé , dit ce savant Académicien , que les élasticités suivoient également le rapport de ses densités (*h*). » Ainsi , quoique cette règle ne soit peut - être pas exacte au - delà d'une certaine compression , elle l'est au moins dans toutes les observations du baromètre.

Rapport
des densités
de l'air avec
les hauteurs
du baromètre.

LA densité de l'air étant proportionnelle au poids qui le comprime , il en résulte une progression géométrique dans les hauteurs du baromètre , c'est - à - dire , que la hauteur du baromètre doit diminuer en progression géométrique , quand on s'élève en progression arithmétique ou par degrés égaux ; ou , pour parler plus clairement , les abaissemens du baromètre sont en progression géométrique , tandis que les hauteurs des montagnes sont en progression arithmétique. M. Bouguer remarque en effet , que si l'on exprimoit en lignes les hauteurs du baromètre , & en toises les hauteurs des montagnes , la différence des logarithmes des hauteurs du baromètre , donnoit l'intervalle correspondant dans la ligne verticale , ou la différence en hauteur des deux stations où ces hauteurs du baromètre avoient été observées. Il y a cependant quelques

(*h*) Mém. de l'Acad. des Sciences , année 1753 , page 516.

exceptions fort singulières & fort remarquables, dont il faut voir le détail dans le volume de la *Connoissance des Mouvements célestes*, cité plus haut. Je passe maintenant à la Règle que M. de Luc a trouvé par ses calculs & ses expériences.

RÈGLE.

LA différence des logarithmes des deux hauteurs du baromètre observées en lignes, donne la différence des deux stations en toises, si les logarithmes n'ont que cinq chiffres y compris la caractéristique, & que le thermomètre soit à $16\frac{3}{4}$ degrés au-dessus de la congélation. Dans les autres températures il faut ôter de la hauteur trouvée $\frac{1}{215}$ ^{me} pour chaque degré du thermomètre de M. de Reaumur au-dessous de $16\frac{3}{4}$ degrés, ou ajouter $\frac{1}{215}$ pour chaque degré au-dessus de $16\frac{3}{4}$ degrés.

Règle trouvée
par M. de Luc.

Exemple.

Le thermomètre étant à $8\frac{1}{2}$ degrés ; la hauteur du baromètre sur la tour de Saint-Pierre à Genève étoit de $321,18$ ^{lignes} ; & au bas de la Tour $323,87$ ^{lignes}. Pour faire l'opération avec plus d'exactitude, j'emploierai six chiffres dans les logarithmes ; mais le dernier chiffre indiquera les dixièmes de toise, & je multiplierai la différence trouvée par 6, pour en faire des pieds.

Logarithme de $323,87$ ^{lignes}	<u>25104,1.</u>
Logarithme de $321,18$ ^{lignes}	<u>25067,7.</u>
Différence d'élévation en toises & dixièmes de toise.....	<u>36,4.</u>
Multipliés par 6, pour avoir les pieds & les dixièmes de pied.....	<u>218,4.</u>

Le thermomètre s'étant trouvé à $8\frac{1}{2}$ degrés, c'est-à-dire $8\frac{1}{4}$ au-dessous du terme fixe de $16\frac{3}{4}$, je multiplie $\frac{1}{215}$ par $8\frac{1}{4}$ ou $\frac{33}{4}$, & j'ai $\frac{33}{860}$ qui, multipliés par la hauteur trouvée $218,4$,

donne $\frac{7107,2}{860}$ ou $8 \frac{4}{10}$ pieds à retrancher de la hauteur trouvée 218,4, & l'on aura 210 pieds pour la véritable hauteur de la tour de Saint-Pierre, qui ne s'est pas trouvée différer de 5 pouces de la hauteur actuellement mesurée par d'exactes opérations : exactitude inespérée, dit M. de la Lande, & presque incompréhensible. La correction précédente qui dépend du thermomètre, peut encore se faire par le moyen des logarithmes, comme l'enseigne M. de la Lande (*page 216*).

Cette correction qui dépend du thermomètre, est fondée sur un fait que l'expérience a appris ; savoir, que l'augmentation que la chaleur produit dans deux colonnes de mercure sur une étendue de 28 pouces, feroit d'environ 6 lignes depuis la congélation jusqu'à l'eau bouillante ; mais quelqu'exacte que soit cette correction, il arrive encore des circonstances dont il est plus difficile de tenir compte. Souvent le baromètre qui est sur une montagne, monte quand celui de la plaine descend, & cela par une expansion latérale de l'air, semblable à celle qui produit ordinairement le vent d'Est au lever du Soleil, mais qui est moins sensible dans la région supérieure de l'atmosphère. Certains vents, tels que le vent d'Est qui souffle le matin, font baisser le baromètre. C'est vers la cinquième partie de la journée, à compter du lever du Soleil, que M. de Luc a trouvé les effets les plus réguliers & les plus constants dans la comparaison des baromètres de la montagne & de la plaine. Il faut avoir soin de les placer bien verticalement, de les garantir du Soleil, & d'y joindre un thermomètre dont la boule ne soit pas plus grosse que le tube du baromètre. Quant à la manière de l'observer, on peut se servir d'une loupe, comme on fait à l'Observatoire royal d'Angleterre, où l'on se sert aussi d'un *nonnius* adapté au baromètre (*i*). Par ce moyen,

(*i*) La division de *nonnius* ou plutôt de *vernier*, s'applique ordinairement aux quarts-de-cercle. C'est une pièce de cuivre dont la longueur est divisée en vingt parties égales ; elle est placée sur une portion du limbe qui contient vingt-un divisions, c'est-à-dire qu'on

a pris la longueur de vingt-un divisions du quart-de-cercle, & qu'on a divisé cette longueur en vingt parties seulement ; de manière que la première division du vernier est un peu en arrière de la première division du limbe, & cela de la vingtième partie d'une

on observe facilement à $\frac{1}{10}$.^{me} de ligne la hauteur du baromètre, on y peut même estimer jusqu'aux centièmes de ligne. Cependant il ne faut pas espérer de s'affûter des hauteurs absolues mieux qu'à $\frac{1}{10}$.^{me} de ligne; les meilleurs baromètres différeront toujours entre eux de cette quantité, parce qu'il est trop difficile & trop rare d'avoir des tubes d'un calibre parfaitement uniforme.

Voici une Table que M. de la Lande a dressée, où l'on trouve la correction des hauteurs en toises seulement, & de 5 en 5 degrés du thermomètre de M. de Reaumur : elle suffira à ceux qui n'auront pas besoin de recourir à l'exacitude du calcul.

DEGRÉS du THERMOMÈTRE	C O R R E C T I O N D E S H A U T E U R S trouvées par la règle précédente.	
Degrés de chaleur.	Ajoutez $\frac{1}{16}$ Ajoutez $\frac{1}{26}$ Ajoutez $\frac{1}{66}$ Otez $\frac{1}{123}$ Otez $\frac{1}{32}$ Otez $\frac{1}{18}$	ou une toise sur { 16. 26. 66. 123. 32. 18.
Degrés de froid.	Otez $\frac{1}{13}$ Otez $\frac{1}{10}$ Otez $\frac{1}{8}$ Otez $\frac{1}{7}$	{ 13. 10. 8. 7.

des divisions du limbe, ce qui fait 15 secondes. La seconde division du vernier est à gauche de la seconde division du limbe, & cela du double de la première différence ou de 30 secondes, & ainsi de suite jusqu'à la vingtième & dernière division à gauche de la pièce du vernier; laquelle ayant retardé vingt fois de la vingtième partie

d'une division du limbe, se trouve exactement d'accord avec la vingtunième division du limbe du quart-de-cercle. Par ce moyen, on distingue aisément un centième de ligne du quart-de-cercle. (*Astronomie de M. de la Lande, tome II, page 859, art. MDCCCLVII de la 1^{re} édition*).

On trouvera encore d'autres méthodes pour parvenir au même but dans le volume de la *Connoissance des mouemens Célestes* déjà cité. Je les supprime ici pour ne pas être trop long. Je remarquerai seulement que les différentes expériences que M. de Luc a faites, lui ont appris que la hauteur de l'atmosphère jusqu'au point où le baromètre n'auroit qu'une ligne d'élévation, étoit de 26094 pieds; ce nombre divisé par 28 pouces ou 336 lignes, donne 78 pieds: c'est la quantité de hauteur qui répond à une ligne de variation du baromètre lorsqu'il est aux environs de 28 pouces, & lorsque le thermomètre est à $16\frac{3}{4}$ degrés au-dessus de la congélation, suivant la division de M. de Reaumur; résultat un peu différent, comme on le voit, de celui auquel on s'en étoit tenu jusqu'à présent, en n'assignant qu'environ 60 pieds d'élévation pour une ligne d'abaissement du mercure. L'exactitude & la précision que M. de Luc a apportées à son expérience, ne permettent pas de douter de la justesse de son résultat, qui s'est trouvé si parfaitemment d'accord avec les mesures géométriques.

Précautions
qu'on doit
apporter
à ces sortes
d'expériences,

OUTRE les précautions qu'on doit apporter à ces sortes d'expériences, & dont j'ai déjà parlé, je me crois obligé d'ajouter que pour réussir & pour éviter les sources d'erreurs qui rendent si souvent fautives des expériences aussi délicates que celles-là, on ne doit point négliger certaines précautions moins essentielles, à la vérité, que celles dont j'ai fait mention plus haut, mais qu'un exact Observateur se reprocheroit cependant d'avoir omises.

Il faut, par exemple, qu'il ait attention de ne point employer pour ses baromètres, des tubes trop étroits; car on a remarqué qu'à une certaine hauteur, le mercure se tenoit plus bas dans des tuyaux étroits que dans d'autres plus larges. C'est M. de Plantade qui a fait le premier cette remarque intéressante (*k*). Dans les différentes expériences qu'il fit pour mesurer les montagnes du Languedoc, il avoit eu soin de porter des baromètres dont les tuyaux étoient de différens diamètres, & il a observé que quand il étoit à une hauteur qui n'excédoit pas 1000 toises, le mercure

(*k*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1733, page 40.

se tenoit plus bas dans les tuyaux étroits, & qu'à une certaine hauteur, il étoit au même niveau dans tous (1) : cette observation a été invariable sur seize montagnes. « Cela, dit M. de Fontenelle, auroit-il quelque liaison avec la propriété connue du mercure, de se tenir, au contraire de l'eau, toujours plus bas que le niveau dans « les tuyaux capillaires? »

La différente manière dont on charge les tuyaux ou dont on les remplit, produit aussi des différences dans l'élévation du mercure. Ainsi dans les tuyaux chargés au feu, le mercure se tient plus haut de près de deux lignes, que dans d'autres tuyaux de même diamètre & de même longueur chargés à froid, c'est-à-dire, sans avoir fait bouillir le mercure. C'est une observation qui a été faite par M.^{rs} Cassini & le Monnier dans les expériences qu'ils firent pour mesurer les montagnes d'Auvergne (m), & en dernier lieu par M.^{gr} le Cardinal de Luynes (n). M.^{rs} Cassini & le Monnier mirent en expérience trois baromètres, dont l'un avoit été chargé au feu, & l'autre à froid; le troisième avoit un tube capillaire : ils trouvèrent toujours près de 2 lignes de différence entre les deux premiers, c'est-à-dire que celui qui avoit été chargé au feu, se tenoit toujours deux lignes plus haut, & il est certain qu'on devoit s'en rapporter à celui-ci, comme étant mieux purgé d'air. Le troisième baromètre dont le tube étoit capillaire, se trouvoit de trois lignes plus bas que celui qui avoit été chargé au feu, & d'une ligne seulement plus bas que celui qui avoit été chargé à froid. On voit par-là, qu'il est essentiel de se servir de tubes dont le diamètre soit un peu grand, parce que les mouvements du mercure sont bien plus libres dans de pareils

(1) Cette égalité de hauteur ne dépendroit-elle pas de quelque petite circonstance particulière que M. de Plantade n'a pas faisi! Les Académiciens de Bologne ont fait, à l'occasion de cette obserivation, l'expérience suivante. Ils ont renfermé sous un récipient, trois tubes de diamètres inégaux, & dans lesquels le mercure se soutenoit à des hauteurs inégales ; après avoir raréfié l'air par le moyen de la machine

pneumatique, ils ont remarqué que dans le moment où on faisoit agir le piston (action qui imprimoit un certain mouvement à la machine & à l'air du récipient), la hauteur du mercure étoit égale dans les trois tubes ; l'inégalité reparoissoit bientôt après, lorsqu'on laisseoit l'air & le piston en repos.

(m) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1740, page 73.

(n) Ibid. Année 1768, page 247.

tuyaux que dans ceux qui sont plus étroits. On ne doit pas manquer non plus, comme je l'ai recommandé, de faire bouillir le mercure dans le tube, c'est le seul moyen de le bien purger d'air.

Je ne parle point de l'usage qu'on pourroit faire du baromètre pour connoître les changemens qui arrivent dans les réfractio ns astronomiques (*o*), parce que cela dépend de deux causes qui influent, à la vérité, sur le baromètre; mais non pas peut-être sur la réfraction astronomique, je veux dire, la hauteur des lieux & la présence des vapeurs. M. de Luc a entrepris des expériences très-délicates sur cet objet, & il y a tout lieu d'en bien augurer.
 « C'est sur-tout, dit M. de la Lande, dans la couche inférieure de l'atmosphère qu'il importe de répéter l'observation, parce qu'il paroît que c'est la seule qui détermine les changemens de réfraction; la région des météores y influe beaucoup moins, quoiqu'elle soit sujette elle-même à d'autres vicissitudes de dilatation & de condensation qui n'ont pas lieu dans la région inférieure. »

ARTICLE VII.

Cause de la variation du mercure dans le Baromètre.

UNE question fort intéressante, & qui ne paroît pas cependant encore bien décidée, c'est de savoir quel est le principe & la cause de la variation du mercure dans le baromètre. Il y a lieu, en effet, d'être surpris au premier coup-d'œil, de voir le mercure descendre lorsqu'il doit pleuvoir, & monter lorsqu'il doit faire beau temps: il semble que cette variation de l'atmosphère devroit produire un effet tout contraire. L'air ne doit-il pas être plus pesant lorsqu'il est chargé de vapeurs, & par conséquent faire monter le mercure par l'augmentation de son poids? Sa pesanteur au contraire ne devroit-elle pas diminuer lorsqu'il est pur, & diminuer aussi la hauteur de la colonne de mercure? N'éprouvet-on pas tous les jours que la respiration est gênée à l'approche d'un orage, & qu'elle est très-libre au contraire lorsque l'orage est

(*o*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1756, page 547.

passé? d'où on pourroit conclure, ce semble, que dans ce dernier cas l'air est plus rarefié, & en conséquence moins pesant qu'il n'étoit auparavant. (On voit bien que j'emprunte ici le langage du peuple, qui ne juge jamais que d'après ses sensations.)

Quelque évident que soit l'effet contraire, la cause n'en est pas moins incertaine. Plusieurs Physiciens essayant de l'expliquer, ont dit (*p.*), que dans le lieu où il pleut, l'air a perdu de sa pesanteur & de sa masse, parce que les vents en ont transporté ailleurs une partie. Il faut avouer que cette première explication n'est pas fort satisfaisante, car on voit souvent le baromètre baisser beaucoup, sans que cet abaissement ait été précédé par des vents qui aient pu rompre l'équilibre de l'atmosphère.

M. LÉIBNITZ a essayé d'expliquer cette cause d'une manière plus ingénieuse & plus neuve (*q.*). Il prétend qu'un corps étranger qui est dans un liquide, pèse avec ce liquide, & fait partie de son poids total tant qu'il y est soutenu; mais que s'il cesse de l'être, & s'il vient à tomber, son poids ne fait plus partie du poids du liquide, qui par-là vient à peser moins. Cela s'applique de soi-même aux parcelles d'eau; elles augmentent le poids de l'air s'il les soutient, & le diminuent s'il les laisse tomber; & comme il peut arriver souvent que les parcelles d'eau les plus élevées tombent quelque temps considérable avant que de se joindre aux inférieures, la pesanteur de l'air diminue avant qu'il pleuve, & le baromètre prédit.

M. LÉIBNITZ, pour appuyer son idée, proposoit une expérience: il falloit attacher aux deux bouts d'un fil, deux corps; l'un plus pesant, l'autre plus léger que l'eau, & tels que tous deux ensemble, ils flottassent sur l'eau; les mettre dans un tuyau plein d'eau, suspendre ce tuyau à une balance où il fut exactement en équilibre avec un poids, & ensuite couper le fil où seroient attachés les deux corps de pesanteur inégale, ce qui obligeroit le plus pesant à tomber. M. Léibnitz soutenoit que le tuyau ne

Sentiment
de
M. Léibnitz.

(*p.*) Hist. de l'Acad. des Sciences, année 1711, page 3.

(*q.*) Ibid. page 4.

feroit plus en équilibre, mais que le poids qui lui étoit égal au paravant, l'emporteroit & le feroit monter, parce que le fond de ce tuyau feroit moins charge.

Cette expérience que M. Léibnitz se contentoit d'indiquer, fut faite par M. Ramassini, Professeur à Padoue; elle lui réussit après quelques tentatives inutiles. M. de Reaumur la répéta avec un égal succès. M. Hooke l'avoit déjà faite quarante ans auparavant, mais dans d'autres vues (*r*). J'ai répété aussi cette expérience en 1770; je l'ai faite de plusieurs façons, c'est-à-dire que j'ai varié le poids & le volume des corps que je faisois descendre dans le tuyau. J'ai presque toujours vu, dans le moment où je brûlois la soie qui soutenoit les petits corps, l'équilibre rompu de manière que le tube devenoit plus léger; mais cet effet n'avoit lieu que dans le moment où je brûlois la soie, car l'équilibre se rétablissoit aussitôt, même pendant la chute du corps. Cela venoit-il d'un frottement insensible du petit corps contre les parois du tube qui avoit 8 lignes de diamètre sur 3 pieds de longueur? J'aurois voulu pouvoir me procurer un tube plus long & d'un plus grand diamètre, tel en un mot que celui dont M. de Reaumur se servit, & qui avoit 10 pieds de longueur.

Quoi qu'il en soit, il faut avouer que cette expérience est extrêmement délicate; je fais, pour l'avoir éprouvée, qu'elle dépend d'un tour de main, & je ne suis pas surpris qu'elle ait réussi dans certaines circonstances dont on n'aura pas saisi tous les petits détails qui n'auroient peut-être pas été favorables au résultat qu'on avoit principalement en vue. C'est aussi le sentiment de M. Muschenbroek (*s*), qui a répété cette expérience sans succès. Le doute qu'elle laisse encore dans l'esprit, influe nécessairement sur l'effet qu'on prétendoit prouver.

Sentiment
du
P. Asclepi.

LE P. Asclepi, Jésuite, dans le Programme d'un Exercice soutenu au collège Romain dans le mois de Septembre 1771 (*pages 16 & suivantes*), donne une explication de la variation du baromètre qui est ingénieuse, & qui pourroit bien être la

(*r*) Essai de Physique, tome I, page 132.

(*s*) Ibid. tome II, page 641.

véritable, si son hypothèse sur l'existence de deux airs différens, l'un pénétrable, l'autre impénétrable, étoit bien prouvée. Il établit d'abord que le vent, quelque violent qu'il soit, à moins qu'il ne dégénère en tourbillon, n'apporte presqu'aucun changement à l'élévation du mercure. Il le prouve par l'expérience suivante : « Si l'on ouvre, dit-il, les fenêtres d'une chambre dont les portes restent fermées dans le temps où il souffle un vent violent, » il se fait alors des oscillations dans le baromètre, qui vont tout au plus à $\frac{1}{10}$.^{me} de ligne ; ces oscillations cessent dès qu'on donne « un libre passage au vent en ouvrant les portes de la chambre. Or « si le vent dont on a ainsi augmenté la force en le recevant dans « une chambre fermée, ne produit presque point d'effet sur le ba- « romètre, à plus forte raison son action fera-t-elle nulle, si on le « suppose libre, comme il l'est toujours dans son état naturel. »

Le savant Professeur de Rome remarque ensuite que les observations du baromètre faites dans des lieux très-éloignés, prouvent que les variations se correspondent. Il donne à la fin de son Programme une Table des hauteurs du mercure, observées en même temps à Rome & à Padoue, deux villes distantes l'une de l'autre de $3\frac{1}{2}$ degrés. Il résulte de ces observations, que la plus grande hauteur du mercure dans les deux mois de Janvier & de Février 1769, a eu lieu à Rome & à Padoue le même jour ; & qu'à l'égard de la moindre élévation, il n'y a eu qu'un jour de différence ; que les autres élévations grandes & petites ont été à peu près les mêmes aux mêmes jours, avec une différence moyenne de 2,9 lignes dont le mercure a toujours été plus élevé à Rome qu'à Padoue ; différence qui est dûe, soit à la moindre élévation de Rome au-dessus du niveau de la mer, soit à la différence des baromètres qui ont été observés, soit à quelqu'autre cause particulière.

Cette uniformité dans les élévations du mercure, donne lieu au P. Asclepi de chercher une cause principale & universelle qui produit son effet à de très-grandes distances & qui est indépendante des causes particulières à chaque pays ; telles que les vents, la pluie, les vapeurs, l'humidité, la chaleur, l'élasticité plus ou moins grande de l'air ,&c. Il suppose donc que l'atmosphère

qui pèse sur le mercure, est composé de deux airs différens; l'un *pénétrable*, c'est-à-dire qui passe à travers les pores du verre, l'autre *impénétrable*. L'action du premier est, selon lui, la cause de la suspension du mercure dans le tube: l'air pénétrable ne peut augmenter, que l'impénétrable ne diminue, & de-là l'abaissement du mercure; au contraire l'air impénétrable augmentant, celui qui est pénétrable diminue, & de-là l'élévation du mercure. Tout dépend donc de la plus grande & de la moindre abondance d'air pénétrable. Cette théorie est fondée sur des expériences fort ingénieuses faites par le P. Asclepi avec des tubes où le mercure se soutenoit beaucoup au-dessus de 28 pouces, selon que les liqueurs dont il se servoit pour remplir ces tubes étoient plus ou moins purgées d'air; effet que l'Auteur ne croit pouvoir attribuer ni à la pression de l'air qui ne soutient le mercure qu'à la hauteur de 28 pouces, ni à l'attraction du verre, &c. mais il l'attribue à l'action d'un fluide qui presse extérieurement le mercure. Entendons-le s'expliquer lui-même (*page 6*): *Illud igitur tantum supereſt ut id fiat à fluido quodam exterius mercurium premente, quod cum penetret vitrum in communibus barometris; pressione interiori exteriorē deſtructe, ſeſe nullā viā nobis prodit: at in tubo ſuſpento, huic fluido intercluditur aditus, adeoque cum exterior preſſio eadem perſeveret, ac deficiat interior, mercurius ad multò majorem altitudinem aſcendat, neceſſe eſt. Fluidum hunc aërem penetrabilem dixi, aërem alterum omnibus notum, impene- trabilem.* Cet air pénétrable ressemble beaucoup à la matière subtile ou électrique, dont les Physiciens ont toujours fait un si grand usage dans l'explication des météores.

Le P. Asclepi regarde le pôle comme la principale source; *fontem primarium*, de cet air pénétrable, parce que c'est dans cette partie de la terre que les variations du baromètre sont les plus grandes, & qu'elles vont toujours en diminuant à mesure qu'on s'approche de l'Équateur. Il dit qu'il y a encore sur la surface de la terre quelques sources particulières de cet air pénétrable, & il les appelle sources secondaires, *fontes secundarios*. C'est à ces amas particuliers d'air pénétrable qu'il attribue les variations locales du mercure. Il se sert aussi du même principe pour expliquer

le rapport des élévemens & des abaissemens du mercure avec le beau temps & la pluie.

VOICI une explication de ce phénomène, qui me paroît assez naturelle. Je me fonde d'abord sur deux principes que personne ne conteste. 1.^o Les vapeurs ne s'élèvent dans l'atmosphère que parce qu'elles sont plus légères que l'air dont elles enflent les petits globules, & en font comme autant de petits ballons, de manière que l'air augmente alors de volume sans que sa pesanteur soit plus grande. 2.^o Nous avons vu que, suivant M. de Mairan (*t*) & tous les Physiciens, la portion d'atmosphère qui pèse sur le baromètre ne s'étend guère qu'à deux ou trois lieues; de sorte que la pesanteur de l'air qui est au-dessus de cet espace, est nulle par rapport au baromètre (*u*).

Sentiment
de
l'Auteur.

Ces deux principes établis, je suppose que la portion d'atmosphère qui pèse sur le baromètre, est précisément de deux lieues, je suppose encore que les vapeurs qui s'élèvent dans l'air occupent l'espace d'une demi-lieu, je conçois alors que quand les vapeurs se mêlent avec l'air, elles en augmentent le volume, comme je l'ai dit plus haut: or, en augmentant le volume de la première demi-lieu d'atmosphère, par exemple, il est certain que les couches supérieures doivent s'élever, de sorte que la portion d'atmosphère qui pèse sur le baromètre, & qui n'avoit d'abord que deux lieues d'étendue, en occupera environ deux & demi après ce mélange de vapeurs. Mais j'ai remarqué que l'air qui se trouve au-dessus des deux premières lieues de notre atmosphère, n'influoit en rien sur la variation du mercure; voilà donc environ une demi-lieu d'air que le mercure a de moins à soutenir; il est vrai que cet air a été remplacé par des vapeurs qui, par elles-mêmes, ont une certaine pesanteur, mais beaucoup moindre que celle de l'air qu'elles ont déplacé, puisqu'elles ont pu s'élever dans l'atmosphère, & que d'ailleurs la figure qu'elles affectent lorsqu'elles sont

(*t*) Traité de l'Aurore boréale, page 252 de la 1.^{re} édition.

(*u*) Nous avons vu dans l'article précédent, que suivant les expériences de M. de Luc, la hauteur de l'atmo-

sphère jusqu'au point où le mercure n'auroit qu'une ligne d'élévation, étoit de 26094 pieds ou 4349 toises, ce qui ne fait pas deux lieues, en estimant la lieue de 2282 toises.

incorporées avec l'air, augmentent leur volume, sans augmenter leur pesanteur. La portion d'atmosphère qui pèse alors sur le baromètre, est donc plus légère qu'elle n'étoit auparavant, & le mercure doit baïsser.

Mais ces vapeurs en se réunissant & se condensant, deviennent plus pesantes qu'un égal volume d'air; elles ne tardent pas à se résoudre en pluie; & du moment où elles sont tombées, l'air se remet en équilibre, c'est-à-dire, que les petits ballons d'air qui portoient les vapeurs étant crevés, le volume de l'atmosphère diminue, & alors la demi-lieu d'air qui s'étoit élevée au-dessus de la portion de l'atmosphère qui agit sur le baromètre, retombe pour prendre la place des vapeurs. Le même espace de deux lieues se trouve donc alors rempli par un plus grand nombre de parties propres d'air qu'il ne l'étoit auparavant, d'où il suit que l'atmosphère doit devenir plus pesante, & qu'elle doit indiquer cet excès de pesanteur en faisant monter le mercure dans le baromètre.

J'ai trouvé, avec plaisir, dans l'extrait que M. de la Lande a fait de l'Ouvrage de M. de Luc, un mot qui me fait croire que je me suis rencontré avec cet habile Physicien: il dit que les vapeurs dont l'atmosphère est si souvent chargée, sont de petits corpuscules d'eau & de feu, par conséquent plus légers que l'air; d'où il conclut que l'abondance des vapeurs dans l'air, doit rendre la colonne de l'atmosphère plus légère, & faire descendre le baromètre. Il faut nécessairement supposer, comme on le voit, un déplacement dans une partie de l'atmosphère; déplacement qui la met dans le cas de ne plus peser sur le baromètre, sans cela le poids des vapeurs ajouté à celui de l'air qui agissoit déjà sur le baromètre avant ce mélange, devroit le faire monter, bien loin de le faire baïsser; les variations du baromètre dépendent donc de la quantité plus ou moins grande de parties propres de l'air, qui agissent sur le mercure selon différentes circonstances.

Influence
du vent sur les
variations
du baromètre.

Ces variations, causées par la présence des vapeurs, seroient constantes & uniformes, si les vents n'influoient pas aussi sur l'action du mercure dans le baromètre. Il arrive assez souvent que le mercure descend de plusieurs lignes, quoique l'air paroisse très-pur & très-fec; cette variation extraordinaire dépend d'une cause éloignée

Éloignée dont je vais parler, lorsque j'aurai rendu compte de l'observation qui a donné lieu à cette remarque.

Le 1.^{er} Janvier 1768, j'observai à Montmorenci, & M. Messier l'observa aussi à Paris, que le mercure du baromètre étoit descendu de $9\frac{1}{2}$ lignes dans l'espace de 24 heures, & qu'il se trouvoit ce jour - là même à 8 heures du soir à 27 pouces $\frac{1}{2}$ ligne, c'est-à-dire, environ 7 lignes au-dessous de son terme moyen; cependant il geloit très-fort alors, le thermomètre de M. de Reaumur marquoit 6 degrés au - dessous du terme de la congélation: le vent qui étoit foible, souffloit du nord-est, deux causes qui dans le cours ordinaire font beaucoup monter le mercure.

Pour trouver la raison de cette espèce de contradiction du baromètre avec le temps qu'il faisoit, il faut la chercher, dit M. Piston (*x*), dans des causes éloignées. Ce Physicien observe que pendant que le temps étoit si calme à Paris, il y eut à Marseille le 2 Janvier vers les $5\frac{1}{2}$ heures du soir, un coup de vent des plus violents & des plus froids qu'on y ait effuyé depuis long-temps. Ce coup de vent passa à Malte la nuit suivante avec la même violence; il pénétra jusque dans le fond du Levant, où la tempête causa plusieurs naufrages; il se fit sentir dans le même temps en Barbarie, & parcourut ainsi une étendue de sept à huit cents lieues du nord-ouest au sud-ouest.

D'après cette observation, M. Piston pense que l'épuisement d'air qu'un vent aussi impétueux occasionnoit dans notre atmosphère en partant de nos côtes, a produit le débandement du ressort de l'air de l'atmosphère de Paris, & conséquemment la descente du baromètre, quoique le temps y fût sec & calme. Cette cause ne détruit pas celle que j'ai indiquée plus haut; elle prouve seulement que plusieurs causes peuvent concourir à rompre l'équilibre de l'air.

On doit conclure de tout ceci, que le baromètre ne prouve & ne mesure autre chose que la pesanteur de l'air. Cependant

(*x*) M. Piston est un Physicien fixé à Marseille, où il s'occupe des observations météorologiques; on trouvera l'extrait du Mémoire dont je parle, dans l'*Ayant-coureur*, année 1768, n.^o 12.

tout le monde consulte le baromètre pour juger du beau temps & de la pluie ; mais ce signe est assez souvent équivoque, il réussit néanmoins ordinairement, parce que l'air pèse moins quand il est agité par le vent, chargé de vapeurs & disposé à la pluie, & parce que son élasticité diminue par l'humidité. J'aurai occasion de revenir encore sur cet article dans le Livre IV.^{me}

**Étendue
de la variation
du baromètre.**

LES bornes de la variation du baromètre ne sont pas les mêmes dans tous les pays. On a remarqué que plus on s'éloignoit de l'Équateur, plus elles s'étendoient. La plus grande variation du baromètre entre les tropiques n'est que de 5 ou 6 lignes ; à Gènes elle est de 15 lignes, à Genève de 20 lignes, en France de 24 lignes (c'est de Paris que je veux parler, car elle est moindre dans les provinces méridionales de la France, & plus grande dans les provinces septentrionales) ; en Hollande elle est de 3 pouces, à Pétersbourg de $2 \frac{7}{100.mes}$ pouces ; on a observé dans cette ville la plus grande élévation $29 \frac{12}{100.mes}$ pouces, & la plus petite élévation $26 \frac{41}{100.mes}$ pouces.

La plus grande variation observée à Paris, au Collège royal, par M. de l'Isle, a été de 2 pouces $1 \frac{5}{100.mes}$ ligne, c'est-à-dire, que la plus grande élévation du baromètre dans l'espace de douze ans, a été de 28 pouces $8 \frac{1}{100.mes}$ lignes, & sa moindre élévation de 26 pouces $6 \frac{3}{5.mes}$ lignes. M. du Hamel l'a observé au plus bas dans son château de Denainvilliers en Gâtinois, à 26 pouces 3 lignes. Je l'ai vu monter à Montmorenci dans sa plus grande élévation, à 28 pouces 5 lignes, & descendre dans son plus grand abaissement à 26 pouces 4 lignes.

**Rapport
des variations
du baromètre
avec les phas̄es
de la Lune.**

QUELQUES Phyisiens prétendent qu'il y a une correspondance entre les différentes phases de la Lune, & la somme des éléveations du mercure dans les différens temps qui y correspondent ; ils croient que la somme des éléveations est plus forte dans le temps des syzygies que dans celui des quadratures, parce que dans le premier cas, la Lune pèse davantage sur l'atmosphère. Cela peut

avoir lieu sous la Ligne, où, comme je l'ai dit, la variation du baromètre est très-petite, & plus dégagée des circonstances locales qui influent dans ce pays-ci sur le mouvement du mercure; je puis assurer, pour l'avoir vérifié sur douze années d'observation, que cette correspondance n'est point du tout constante dans notre zone tempérée. Je crois que pour constater cette correspondance, supposé qu'elle existe, il faudroit prendre la somme des élévations des jours même où la Lune entre en syzygie ou en quadrature, & non pas la somme des élévations de tous les jours qui s'écoulent entre chacune de ces phases.

ARTICLE VIII.

Baromètre lumineux.

POUR ne rien omettre de ce qui regarde les baromètres, je finirai ce Chapitre en disant quelque chose de la lumière présente phénomérique qu'on aperçoit dans certains baromètres, lorsqu'on balance le mercure dans le tube. C'est une découverte qui est dûe au hasard, dit M. Dufay, & que l'art dans la suite a tâché de perfectionner (*y*). M. Picard, en 1675, transportant son baromètre dans un lieu obscur, aperçut une lumière dans l'espace vide qui est au-dessus du mercure; il remarqua de plus qu'en le secouant fortement il en rendoit davantage, & qu'elle ne paroiffoit qu'à la descente du mercure. Les Actes de Léipsick & les autres Journaux, firent mention de cette découverte, & exhortèrent les Savans à travailler à la recherche d'un phénomène aussi singulier. On tenta en vain la même expérience sur plusieurs baromètres, à peine s'en trouva-t-il deux ou trois qui rendissent quelques faibles éclats de lumière, de façon que cette recherche fut comme abandonnée jusqu'en 1700, que M. Bernoulli ayant lu ce fait dans un petit Traité des baromètres & notiomètres ou hygromètres, résolut de suivre cette découverte, & fit sur cela plusieurs expériences qui lui furent d'abord assez inutiles; il parvint enfin à trouver une pratique sûre pour les rendre lumineux. On en peut voir le détail dans une lettre qu'il écrivit à ce sujet à

(y) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1723, page 295.

M. Varignon, & qui est insérée dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1700 (z).

Voici en peu de mots quel étoit son principe. Il avoit remarqué que le mercure, en passant par l'air, contractoit une pellicule livide qui s'attachoit à la surface supérieure de la colonne dans le baromètre, & qui, selon lui, nuisoit extrêmement à l'émanation de cette matière lumineuse qui devoit sortir du mercure pour remplir la partie vide du tuyau. Il avoit imaginé, pour remédier à cet inconvénient, plusieurs moyens très-ingénieux de charger les baromètres sans que le mercure traversât l'air, & il poussa le scrupule jusqu'à fermer le réservoir de ses baromètres, de manière que l'air n'agissoit sur le mercure qu'en entrant par les pores du bois. Il fit part à l'Académie de toute la suite de cette découverte; mais comme l'Académie voulut être instruite par elle-même, on y fit les mêmes opérations que demandoit M. Bernoulli, & on reconnut que les baromètres construits de cette façon, n'étoient pas toujours lumineux, & que ceux même qui l'étoient, ne répondroient pas à l'effet qu'on en attendoit; ainsi on ne put pas entièrement approuver les observations de M. Bernoulli. Il répondit par une seconde lettre, aux difficultés qu'on lui avoit faites; il soutint toujours son opinion, & l'appuya même par la nouvelle découverte qu'il fit d'un autre phosphore qu'il composoit en mettant du mercure très-pur, dans une fiole nette & fort sèche, & pompoit ensuite l'air le plus exactement qu'il étoit possible. Cette expérience tentée par l'Académie, ne réussit pas d'abord aussi parfaitement qu'à M. Bernoulli, mais elle fut confirmée ensuite par plusieurs épreuves qu'on en fit (a).

En 1706, M. Dutil, Médecin, fit insérer dans les *Nouvelles de la république des Lettres*, un Mémoire dans lequel il confirme la réussite des opérations de M. Bernoulli, & sur-tout celle du mercure dans la fiole vide d'air grossier.

En 1708, M. Hauksbée, dans les *Transactions philosophiques*, après avoir décrit un phosphore construit avec un globe vide d'air,

(z) Ibid. Année 1700, page 178.

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1701, pages 1 & 137.

qu'il faisoit tourner rapidement sur son axe, & qui par ce moyen rendoit beaucoup de lumière lorsqu'on en approchoit la main, dit qu'il croit que la lumière du baromètre n'est causée que par le frottement du mercure contre les parois intérieures du tube vide d'air grossier.

En 1710, M. Hartsoëker, dans un livre intitulé : *Éclaircissements sur les conjectures Physiques*, écrivit contre les expériences & le système de M. Bernoulli, niant la vérité des faits, & combattant les raisons qu'en apportoit M. Bernoulli, sans en donner d'autres lui-même que la pureté du mercure & la netteté du tuyau, ce qui ne suffit cependant pas, comme on s'en est assuré par l'expérience.

En 1715, Jean-Frédéric Weidler, fit imprimer une Dissertation sur la même matière, dans laquelle il combat aussi le sentiment de M. Bernoulli, disant que la pellicule que contracte le mercure en passant par l'air, ne nuit en rien à la lumière, dont il pense que la seule cause est la répercussion des rayons de la matière lumineuse, qui, quoique dans l'obscurité, conservent leur même tension & leur même ressort.

En 1716, Michel Heusinger donna une Dissertation qui a pour titre : *De Noctilucâ Mercuriali*. Il y rapporte qu'ayant chargé un baromètre si exactement, qu'en l'inclinant on n'apercevoit en haut aucune bulle d'air, il s'étoit trouvé fort lumineux; mais que cependant ce vide exact n'étoit pas absolument nécessaire, puisque d'autres baromètres, dans lesquels on remarquoit sensiblement un peu d'air, ne laissoient pas d'être lumineux, quoiqu'à la vérité ils le fussent moins que ceux qui étoient absolument vides d'air grossier. Il remarqua même que les bulles d'air qui se sont rencontrées à diverses hauteurs dans la colonne de mercure, ont jeté quelques éclats de lumière. Il ajoute que la pureté du mercure n'est pas absolument nécessaire, puisqu'ayant fait un amalgame de vingt-trois parties de mercure & de cinq parties de plomb, le baromètre qu'il construisit avec ce mélange fut lumineux.

Cet Auteur rend ensuite raison de ces phénomènes; il établit d'abord, que les parties du mercure sont extrêmement divisibles, & de figure sphérique, & que dans les interstices que laissent entre eux ces petits globules, est contenue une grande quantité de

matière subtile qui s'exprime, pour ainsi dire, & sort du mercure lorsqu'on l'agit, ce qui produit la lumière que nous voyons. Il ajoute, que si le mercure n'est lumineux que lorsqu'il descend, c'est qu'alors il abandonne la matière lumineuse qui étoit contenue dans ses pores, au lieu qu'en remontant, il la suit & en absorbe une partie, chassant l'autre par les pores du verre avant qu'elle ait pu produire son effet. Il termine son ouvrage en recommandant de bien purger d'air le mercure, & sur-tout de ne pas y laisser la moindre humidité, qu'il dit être un obstacle insurmontable à la lumière.

En 1717, M. de Mairan, dans une Dissertation *sur les Phosphores*, qui remporta le Prix à l'Académie de Bordeaux, attribue cette lumière au soufre du mercure qui est en mouvement : il dit qu'elle seroit beaucoup plus vive, s'il ne refloit pas dans le vide des baromètres les plus exactement chargés, & dans les fioles dont on a pompé l'air, une matière différente de l'air commun, de la matière subtile qui arrête le mouvement de ce soufre, & la lumière qui en résulte, ce qui arrive sur-tout lorsque le mercure monte; au lieu que quand il descend, il y a une partie du tuyau la plus proche de la surface du mercure qui reste, au moins pour un moment, libre de cette matière, qui ne peut pas suivre le mercure avec assez de rapidité, & qui par ce moyen donne lieu à son soufre de se développer.

Enfin, M. Dufay, en 1723, apprit d'un Vitrier allemand, la manière de rendre sûrement les baromètres lumineux. Les conditions absolument nécessaires, selon lui, sont que le tuyau soit bien sec, le mercure bien net & bien purgé d'air, la moindre humidité gâteroit tout; mais M. Dufay a remarqué qu'il n'y avoit de nuisible que l'humidité qui se trouvoit dans la partie vide du tuyau. Pour rendre le mercure bien net, on le fait passer dans un cornet de papier dont l'embouchure soit étroite, ou bien dans une peau de chamois. J'ai décrit plus haut la manière de le purger d'air, & il est bon de remarquer que cette opération ne diminue pas le volume du mercure: « apparemment, dit M. Dufay, que » la grande pesanteur de ses parties les ferre les unes contre les autres » autant qu'elles peuvent l'être, & leur rondeur ne leur permet que

certains interstices déterminés qui ne peuvent diminuer ». Au reste, M. Dufay croit que l'expulsion de l'air ne fert au phénomène, que parce qu'il est remplacé par la matière subtile, & c'est à cette seule cause qu'il attribue tout l'effet des baromètres lumineux.

Il n'est plus douteux à présent que ce phénomène appartient entièrement à l'électricité. Cette lumière que rend le mercure lorsqu'on le balance dans le baromètre, vient du frottement que le verre éprouve de la part du mercure dans ces balancemens. Toutes les expériences qu'on a faites sur les baromètres lumineux depuis M. Dufay, confirment cette théorie.

La précaution qu'exigeoit M. Bernoulli, de bien purger d'air le mercure & le tube pour réussir à rendre les baromètres lumineux, n'est point du tout essentielle, on a même reconnu que la lumière électrique du baromètre exigeoit une petite quantité d'air. M. de la Lande assure (*b*) que M. Wilson, célèbre Physicien de Londres, lui a fait voir des expériences qui prouvent clairement contre l'opinion commune, qu'un baromètre excellent qui n'est point lumineux, peut le devenir en y introduisant une petite portion d'air. M.^{gr} le Cardinal de Luynes a aussi observé (*c*), qu'un baromètre dont le tube étoit fêlé, donna de la lumière, même lorsque l'air y fut entré en assez grande quantité pendant un certain temps, pour réduire la colonne à n'avoir plus que quatre pouces de hauteur. Il y a plus, M. de Montvalon, Conseiller au Parlement d'Aix, remarqua en 1730 (*d*), qu'une petite bulle d'air qui s'étoit introduite dans un de ses baromètres, & qui en séparoit le mercure d'une ligne, paroiffoit lumineuse pendant la nuit; pour peu qu'il fut secoué, il paroiffoit en même temps une autre lumière au haut du tube. Ainsi voilà deux espèces de phosphores, l'une dans l'air comprimé, celui-ci étoit très-vif, l'autre dans le vide, ou plutôt dans un air fort dilaté. On ne doit donc plus regarder les baromètres lumineux comme les meilleurs pour

(*b*) Connoissance des Mouvements célestes, année 1765, page 202.

(*c*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1768, page 256.

(*d*) Ibid. Année 1731, page 4.

l'observation, puisqu'ils ne sont lumineux que parce qu'ils n'ont pas été purgés d'air assez parfaitement (*e*). M. de la Hire ayant déjà fait cette remarque en 1706 (*f*).

Les baromètres lumineux ont encore une qualité remarquable, dont le premier Observateur est inconnu ; on ne trouve aucune mention de cette observation avant celle que Hamberger en a faite dans ses *Elémens de Physique*. Voici le fait : Si l'on approche de l'extrémité du baromètre quelque pendule léger, il est attiré pendant que le mercure descend, & repoussé lorsqu'il remonte. Il est évident que l'électricité doit faire les frais de l'explication de ce phénomène. M. Æpinus, savant Académicien de Saint-Pétersbourg, en a fait le sujet d'un bon Mémoire, qui se trouve dans les *nouveaux Mémoires* de cette Académie, publiés en 1770. M. Æpinus y démontre, par des expériences ingénieuses, que ces attractions & ces répulsions ne peuvent être que l'effet de l'électricité. Il a imité pour cela l'expérience foudroyante de Leyde, en couvrant par-dehors l'extrémité du baromètre, vide de mercure, de feuilles de métal très-mince, au moyen de quoi toute l'électricité du tuyau de verre s'est concentrée dans le métal, & alors elle s'est trouvée assez efficace pour fournir des expériences qui ne laissent aucun sujet de douter que l'explication de cette force attractive ne doive être déduite de l'électricité. Ceux qui pourront se procurer la lecture du Mémoire de M. Æpinus, verront que ce Savant a conduit toute la théorie de la lumière & de l'attraction des baromètres à un degré de netteté & de précision qui ne laisse rien à désirer.

(*e*) *Essai de Physique, tome II, page 656.*

(*f*) *Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1706, page 5.*

C H A P I T R E III.

Des Hygromètres.

LES Instrumens météorologiques que j'ai décrits jusqu'à présent, servent à faire connoître la pesanteur de l'atmosphère, & ses différens degrés de froid & de chaud; mais comme il est toujours plus ou moins chargé de vapeurs qui font varier ses degrés de sécheresse & d'humidité, on a été bien aise de connoître aussi l'étendue de ces sortes de variations. On a imaginé pour cela un Instrument qu'on a appelé *Hygromètre (a)* ou *Notiomètre (b)*. On a donné à cet Instrument beaucoup de formes différentes; mais il consiste principalement en une corde de chanvre ou de boyaux, qui marque, en s'allongeant & en se raccourcissant, ou bien en se tordant & en se détordant, s'il règne dans l'air plus ou moins d'humidité (c).

LE plus simple de tous, se fait * avec une corde de dix à douze pieds, que l'on tend faiblement dans une situation horizontale, & dans un endroit à couvert de la pluie, quoiqu'exposé à l'air libre: on attache au milieu un fil de fer mince, au bout duquel on fait pendre un petit poids qui sert d'*index*, & qui marque, sur une échelle divisée en pouces & en lignes, les degrés d'humidité en montant, & ceux de la sécheresse en descendant.

MAIS les cordes dont on se sert sont sujettes à un inconvénient; car comme leurs fils sont entrelacés les uns dans les autres, ils se lâchent & se détendent d'eux-mêmes; si les cordes deviennent plus humides, les fils se détordent davantage, mais non pas à proportion des vapeurs qu'elles reçoivent. Un hygromètre composé de cette façon, réussit assez bien pendant les premiers mois, mais il devient ensuite d'un usage fort incertain.

Description
de
l'hygromètre
ordinaire.

* Pl. xi,
fig. 1.

Défauts.

(a) Υγρός, humide; & μέτρον, mesure.

(b) Νεῦς, humidité.

(c) Leçons de Physique, tome III, page 170.

Description
des
hygromètres
faits avec des
cordes à boyaux.

* Pl. XI,
fig. 2.

* Pl. XI,
fig. 3.

ON fait aussi des hygromètres avec un bout de corde de boyaux *, que l'on fixe d'un côté à quelque chose de solide, & que l'on attache de l'autre perpendiculairement à une petite traverse qui tourne à mesure que la corde se tord ou se détord, & qui marque, par le moyen d'une aiguille, sur la circonference d'un cadran, les degrés de sécheresse & d'humidité; ou bien on place sur les extrémités de la petite barre *, deux figures humaines de carton ou d'email, dont l'une rentre & l'autre sort d'une petite maison qui a deux portiques, lorsque la sécheresse ou l'humidité fait tourner la corde. On fait porter un petit parapluie à celle des deux figures que le mouvement de la corde fait sortir lorsque l'humidité augmente.

Défauts.

LES hygromètres que l'on fait de cette façon, ou d'une manière équivalente, en cachant la corde pour y mettre un air de mystère, ne sont bons, dit M. l'abbé Nollet, que pour amuser les enfans, & l'on ne doit pas s'attendre qu'ils apprennent quel est l'état actuel de l'atmosphère par rapport à l'humidité & à la sécheresse, parce qu'on les garde dans des appartemens fermés; & que la corde, qui en est l'ame, est contenue comme dans un étui où l'air ne se renouvelle que peu ou point. Ajoutez à cela, que les cordes à boyaux deviennent trop courtes lorsqu'elles ne sont que peu humides, & trop longues lorsqu'elles se trouvent chargées de beaucoup de vapeurs. Dans une grande sécheresse, elles sont beaucoup plus courtes qu'elles ne devroient être, ou bien elles se tordent lorsqu'on les tient tendues à l'aide d'un petit poids, & comme les cordes de chanvre, elles ne sont plus de service au bout d'un certain temps.

Description
de
l'hygromètre
des
Académiciens
de Florence.

Défauts.

LES Académiciens de Florence se servoient pour hygromètre d'un verre rempli de glace ou de neige, & terminé en bas en manière de cône ouvert par son extrémité. L'air & les vapeurs que produissoit cette neige ou cette glace étant moins froides que le verre, elles s'attachoient à sa surface, couloient le long du cône, & se déchargeoient dans un verre qui servoit à en mesurer la quantité. Cet instrument est sujet à plusieurs défauts que M. Muffichenbroek a très-bien relevés dans le Commentaire & les

notes qu'il a ajoutées aux expériences de l'Académie *del Cimento*; on peut consulter cet Ouvrage.

ON a employé encore pour faire des hygromètres, le *bois*, le *parchemin*, l'*éponge*, le *cuir*, le *coton*, les tuyaux d'épi de blé, &c. Autre espèce d'hygromètres & leurs défauts.
Il me suffira de dire un mot de ces différentes espèces d'hygromètres, pour en faire remarquer les défauts essentiels (*d*).

Les hygromètres faits avec du *bois verd* ne peuvent servir que pendant le temps qu'il est vert; car, à mesure qu'il se sèche, il se resserre davantage, & n'attire plus l'humidité, comme il faisoit auparavant.

Le *parchemin* n'est pas assez épais pour pouvoir se charger de toute l'humidité de l'air lorsqu'elle est grande; il se dessèche trop facilement, & n'a point assez de mouvement pour que les effets de la sécheresse & de l'humidité soient bien sensibles.

Le *coton* que l'on suspend à une balance, devient à la vérité plus pesant lorsque l'air est humide; mais il absorbe tellement cette humidité, qu'il lui en reste toujours un peu, même dans les temps secs: de sorte qu'il est alors plus pesant qu'il ne devroit être. D'ailleurs son poids dépend aussi de la différente pesanteur de l'air & de la poussière qui s'y attache. Voilà donc des sources d'erreurs qui rendent cet instrument inutile.

On a imaginé aussi de tremper une *éponge* dans du vinaigre où l'on a fait dissoudre du sel ammoniac & du sel marin, & de suspendre cette éponge à une balance * ou à un cône taillé en vis *, après l'avoir pressé pour en faire sortir la liqueur. On fait que les sels absorbent très-facilement l'humidité de l'air; aussi l'hygromètre dont je parle est-il de quelque service quand il est nouvellement construit: mais par la suite le sel devient volatil, il s'évapore avec l'humidité; de sorte que l'instrument n'est plus le même après un certain temps.

On a fait grand cas aussi du *cuir* de brebis trempé dans la liqueur dont je viens de parler; mais, outre que ce cuir est sujet comme l'éponge à perdre le sel dont il étoit imprégné, parce

* Pl. XI,
fig. 4.

* fig. 5.

qu'il se volatilise, il arrive aussi que lorsqu'il fait un temps humide, ce cuir s'allonge & s'humecte trop : si le temps devient extrêmement humide, le cuir se charge de tous côtés d'une quantité prodigieuse de gouttes d'eau qui en découlent ; de sorte qu'il devient plus court au lieu de s'allonger.

Enfin le tuyau d'épi de blé dont on se sert aussi, tourne à la vérité en se tortillant, tant qu'il est vert ; mais ce petit phénomène ne dure pas long-temps, & l'épi cesse de se mouvoir dès qu'il est sec.

Imperfections
des
hygromètres
en général.

JE conclus de tout ceci, qu'il est très - difficile de construire un hygromètre qui puisse servir à faire des observations sûres. Le meilleur de ces instrumens n'apprend presque rien autre chose, dit M. l'abbé Nollet, sinon que la corde est mouillée ou qu'elle est sèche ; car 1.° l'humidité qui l'a une fois pénétrée, n'en sort que peu à peu, & selon l'exposition du lieu, le calme ou le vent qui règne, & bien souvent il arrive que l'atmosphère a déjà perdu une grande partie de son humidité avant que la corde en puisse donner aucun signe. 2.° Tout ce qu'on peut attendre d'un hygromètre à corde, & de toute autre espèce d'hygromètre, c'est qu'il fasse connoître s'il y a plus ou moins d'humidité dans l'air, par comparaison au jour précédent, & l'on fait cela par tant de signes, qu'il est assez inutile de faire une machine qui n'apprend rien de plus. Ce qu'il importeroit de savoir, c'est de combien l'humidité ou la sécheresse augmente ou diminue d'un temps à l'autre, & de pouvoir rendre ces sortes d'instrumens comparables comme les thermomètres. Sans cet avantage que les hygromètres n'auront probablement jamais, ils ne méritent guère qu'on les compte au nombre des Instrumens météorologiques ; & si j'en ai parlé, c'est pour ne rien omettre dans un Traité complet de Météorologie (e).

(e) On peut consulter sur cette matière, un Mémoire de M. Lambert, Membre de l'Académie des Sciences de Berlin, & qui se trouve dans le

Recueil des Mémoires de cette Académie, pour l'année 1769, sous le titre d'*Essai d'Hygrométrie, ou sur la mesure de l'humidité.*

C H A P I T R E IV.

Des Anémomètres.

ON ne s'est pas contenté de chercher à connoître les degrés de température, de pesanteur & d'humidité de l'atmosphère, on a encore voulu déterminer les différens degrés de vitesse ou de force relative de ces courans d'air qu'on appelle *vent*, dont j'ai parlé dans le livre précédent*. Comme la variation des vents influe * *Page 31.* beaucoup sur la pesanteur actuelle de l'atmosphère, on en a fait un objet d'observation qu'on a eu soin de joindre à celle du baromètre; & pour faire commodément & d'une manière sûre cette observation, on a cru que la direction des girouettes ne suffissoit pas pour indiquer la vraie situation du vent; on a donc imaginé des machines auxquelles on a donné le nom d'*anémomètres* (*a*), qui servissoient à indiquer les variations du vent. Parmi ces différentes machines, les unes indiquent seulement les variations du vent, les autres en marquent la vitesse ou la force relative; d'autres enfin en désignent en même temps & la variation & la vitesse. Je vais donner la description de ces différentes machines (*b*).

Pp * est une planche chantournée & bien unie, qui a environ 20 pouces de hauteur & 8 pouces au plus large, sur laquelle on a peint un cadran des vents. Cette planche est traversée au centre du cadran par l'axe d'une roue qui a $3\frac{1}{2}$ pouces de diamètre, & qui est soutenue par un coq. Une autre roue *r* à cheville & de même grandeur, s'engraîne dans la première, & fait tourner une aiguille *S* qui parcourt le cadran. Les dents de ces roues ne sont pas assujetties à un certain nombre, mais il faut qu'elles en aient autant l'une que l'autre: dans le modèle que je décris, elles en ont chacune quarante-six.

La tige de la roue *r*, qui est verticale, a par en bas un pivot

Description
de
l'anémomètre
qui marque
la direction
du vent.

* Pl. XII,
fig. 1.

(*a*) Αἴρεις, *vent*; & μέτρον, *mesure*.

(*b*) Art des Expériences, tome III, page 60.

qui tourne librement dans une petite platine de cuivre attachée sur la traverse Tt , & elle est prise au-dessus de la roue par un coq qui l'empêche de remonter ; elle est limée carrément par le bout d'en haut , & elle reçoit une autre tige au bout de laquelle est fixée une girouette.

U^sage.

IL est ais^e de voir que quand la girouette tourne , elle mène la roue r , qui fait faire à la roue q , autant de révolutions qu'elle en fait elle - même . L'aiguille S , montée sur un petit canon qui fait ressort , est placée sur le bout de l'axe qui déborde un peu le cadran , elle fait par ce moyen autant de tours que la girouette , & indique sur le cadran les différentes directions du vent sur l'horizon , quand la machine est faite en grand , & que la girouette est exposée en plein air .

Voici une seconde machine qui sert à faire connoître la force du vent .

Description
de
l'anémomètre
qui marque la
force du vent.

* Pl. XII ,
fig. 2.

Aa^* est une planche qui a un pied en quarré ; la tige B , au bout de laquelle elle est attachée par le milieu est aussi quarrée ; elle entre & glisse librement dans une boîte longue C qui est fermée en D . Entre le bout de la tige B & le fond D , est un ressort à boudin , qui cède quand on pousse la planche ; & afin qu'on ait le temps de voir de combien le ressort a été plié par le degré de force avec lequel la planche a été poussée , un des côtés de la tige B est taillé en crêmaillère , & chaque dent en entrant dans la boîte , soulève une petite bride à ressort foible , qui retombe aussitôt & l'empêche de revenir , de sorte que l'on peut voir tout à son aise par le nombre des dents qui sont entrées , ou par des marques faites sur un des côtés de la tige , de combien la planche a cédé à la force impulsive qu'on a fait agir sur elle .

Pour évaluer par des poids connus , cette force impulsive , on tiendra la boîte & la tige dans une situation verticale , & l'on placera sur la planche successivement , des poids qui iront en augmentant comme les nombres naturels 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , &c. & on marquera par un chiffre , sur un des côtés de la tige , l'endroit qui répondra alors à l'entrée de la boîte ; quand cette graduation sera faite , si l'on tient cette machine à la main , de

manière que la face antérieure de la planche se présente perpendiculairement à la direction du vent, on pourra estimer la force actuelle par le chiffre qui sera arrivé au bord de la boîte.

Le ressort à boudin sera fait avec un fil d'acier tourné en tire-bourre, & il faudra qu'il soit trempé, afin qu'il conserve plus long-temps son degré d'élasticité. La boîte se fera de deux pièces, dans chacune desquelles on creusera de quoi loger la moitié du carré de la tige, & que l'on collera ensuite à plat-joint avec un lien de métal, si l'on veut, au bout qui reçoit la tige : le fond que l'on collera à feuillure en *D*, suffira pour assurer la jonction des deux pièces.

Cette machine, à la vérité, ne mesurera pas avec une grande précision la force actuelle du vent; mais comme cette force varie elle-même d'un instant à l'autre, on peut se contenter d'un à-peu-près.

LE troisième anémomètre que j'ai dit réunir les deux avantages de ceux que je viens de décrire, est de l'invention de M. d'Ons-en-Bray. Il l'appelle *anémomètre à pendule* pour le distinguer de plusieurs autres qu'il ne fait qu'annoncer dans les Mémoires de l'Académie (*c*), & dont la description se trouve dans le Recueil des Machines dont ce Savant a fait présent à l'Académie.

Anémomètre
de M. d'Ons-
en - Bray , qui
marque la
direction & la
vitesse du vent,

La première de ces machines, qu'il nomme *anémomètre à levier*, devoit servir à faire connoître la force relative du vent.

La seconde, qu'il nomme *anémomètre à fusée*, étoit destinée à en déterminer la force absolue.

La troisième étoit une espèce de *romaine* avec laquelle on pouvoit peser, pour ainsi dire, la force absolue du vent, ou la force de son impulsion sur la surface d'un pied carré. C'est celle dont je viens de donner la description *.

La quatrième étoit faite pour l'usage de la Navigation, afin de connoître sur un Vaisseau la vitesse ou la force du vent sur les voiles.

* Pl. XII,
fig. 2.

(c) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1734, page 124.

Enfin, la cinquième est l'*anémomètre à pendule*, dont cet Académicien donne la description. Il est composé de deux parties dont les différentes pièces sont menées par la roue des heures d'une pendule placée entre les deux, & qui va trente heures.

« Ce qu'il y a de plus singulier dans cet anémomètre, dit M. d'Ons-en-Bray, c'est qu'on n'a pas besoin de se tenir auprès pour l'observer, & qu'on trouve marqués sur le papier tous les changemens qui sont arrivés, soit de direction, soit de vitesse du vent, l'heure de ces changemens, & la durée de chaque vent.

« On verra, par exemple, à quelle heure un vent a commencé à souffler, son nom & sa direction, sa vitesse relative, combien il aura continué, & combien il se sera passé de temps sans qu'il y ait eu de vent il se placera dans une chambre ou un cabinet où il fera ornement, sans qu'on soit obligé de le tenir à l'air. »

M. d'Ons-en-Bray passe ensuite à la description de cet anémomètre, je renvoie entièrement au Mémoire cité plus haut qui la contient, parce que je ne pourrois la donner ici sans être obligé de copier ce Mémoire même tout entier, qui est accompagné de six planches, où l'on a gravé, dans un très-grand détail, toutes les différentes pièces de cette machine.

On comprend bien qu'une machine qui produit tant d'effets à la fois, doit être nécessairement compliquée dans la construction & coûteuse, & qu'elle demande à être dirigée dans son exécution & dans l'usage qu'on en fait, par une personne intelligente, sans quoi on courroit risque de ne pas en tirer tout le parti qu'on devroit en attendre.

CHAPITRE V.

Des Udomètres.

S'IL étoit intéressant de connoître les différens degrés de chaleur & de froid, & les variations qu'éprouve la pesanteur de l'atmosphère; il ne l'étoit pas moins de connoître aussi les quantités plus ou moins grandes de pluie qui tombe sur la surface de la terre, afin de se mettre en état par-là, après un certain nombre d'années d'observation, de connoître la quantité moyenne de pluie qui suffit à l'entretien des rivières & des fontaines, & à la végétation des plantes. On a donc imaginé pour cet effet des machines auxquelles je donne le nom d'*udomètre* (*a*). Rien de plus simple que ces machines: il me suffira d'en donner ici la description, sans qu'il soit besoin d'y joindre de figures (*b*).

ON place dans un endroit isolé, bien à découvert, & cependant à l'abri du vent, une cuvette de fer-blanc de 4 pieds ou environ de superficie, & qui ait des rebords tout autour de 6 pouces de hauteur: ce vaisseau doit avoir un peu de pente vers l'un de ses angles, où il y a une petite ouverture avec un bout de tuyau qui conduit toute l'eau qui tombe sur la surface du vaisseau dans une cruche que l'on place au-dessous, & si l'on veut dans un endroit à couvert.

Descriptioп.

Aussitôt qu'il a plu, on mesure avec soin toute l'eau qui s'est amassée dans la cruche, & on se fert pour cela d'un petit vase de figure cubique, qui a 3 pouces en tout sens, de manière que 32 lignes de hauteur d'eau dans ce petit vase, valent une demi-ligne de hauteur sur la superficie du grand vaisseau de fer-blanc. On trace pour cet effet, à 4 lignes au-dessous du bord de ce petit vase cubique, une ligne qui règne tout autour, afin qu'en le remplissant jusqu'à la hauteur de cette ligne, on ait la valeur d'une

(*a*) Υδωρ, eau; & μέτρον, mesure.

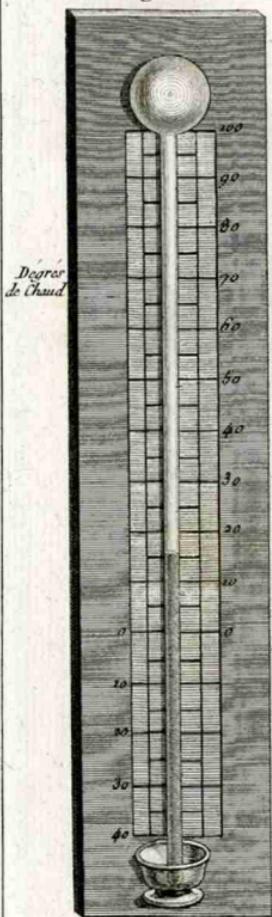
(*b*) Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1700, page 6.

demi-ligne de hauteur d'eau qui est tombée, & on a soin d'écrire cette hauteur dans un registre particulier.

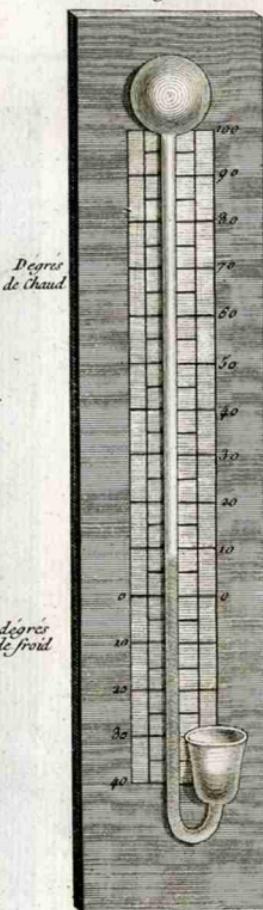
Il est aisé, d'après cette description, d'imaginer d'autres machines à - peu - près semblables, & qui puissent servir au même usage. La plus simple, & celle dont on fit usage lorsqu'on commença à faire ces sortes d'observations, consistoit en un vase cylindrique dont les parois intérieures étoient graduées & divisées par pouces & par lignes ; on plaçoit ce vase à découvert sur une terrasse ou au milieu d'un jardin, & à chaque fois qu'il pleuvoit, on tenoit compte de la quantité d'eau tombée dans ce vase. Un vaisseau de cette espèce, & placé à l'abri de la pluie, pourroit servir à mesurer l'évaporation de l'eau; tel est celui dont je me sers pour cela.

THERMOMÈTRES.

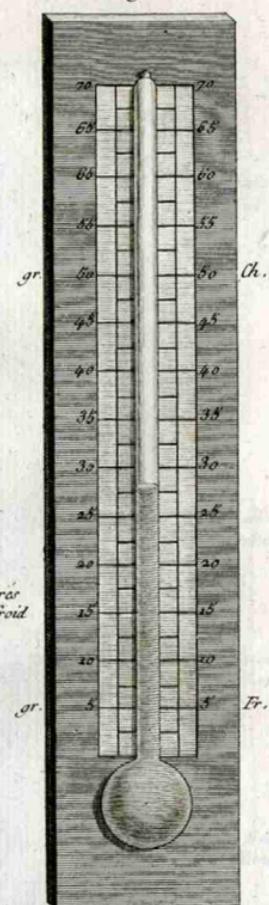
Drebbel.

Fig. 1.

Sanctorius.

Fig. 2.

Florence.

Fig. 3.

THERMOMETRES

amontons

Fig. 4.

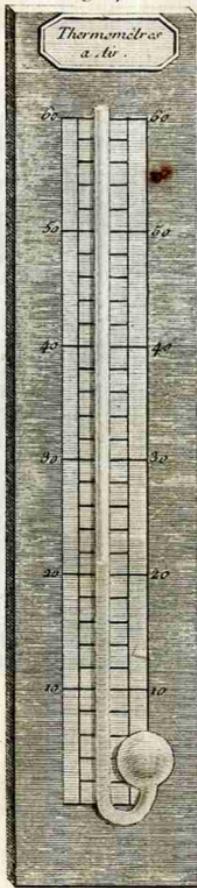
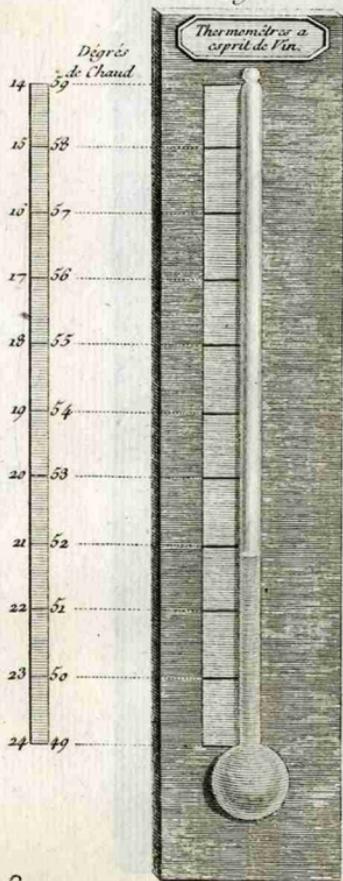


Fig. 5.

Congélation
du SufGrandes chaleurs
du 8^e climatCavas de
l'ObservatoireCongélation
de l'EauGrandes froides
du 8^e climat

THERMOMETRES.

Fahrenheit

Fig. 7.

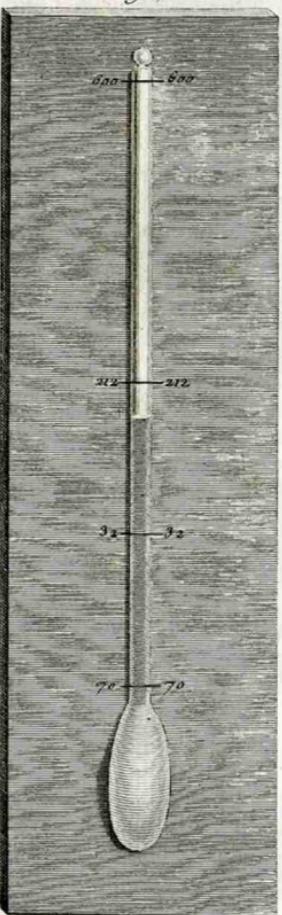


Fig. 6.

Nuguet

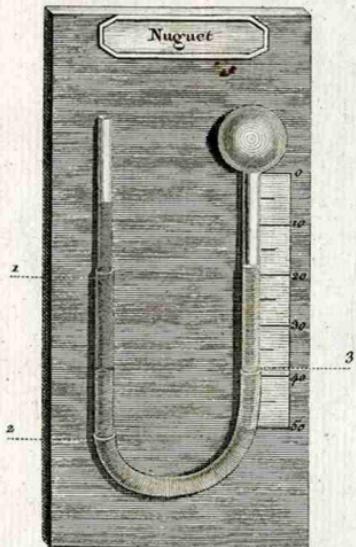


Fig. 9.

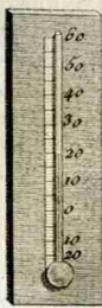


Fig. 10.

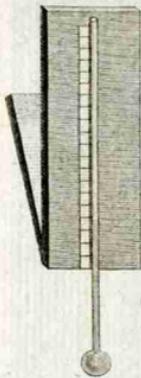


Fig. 11.



THERMOMÈTRES.

Reaumur

Fig. 8.

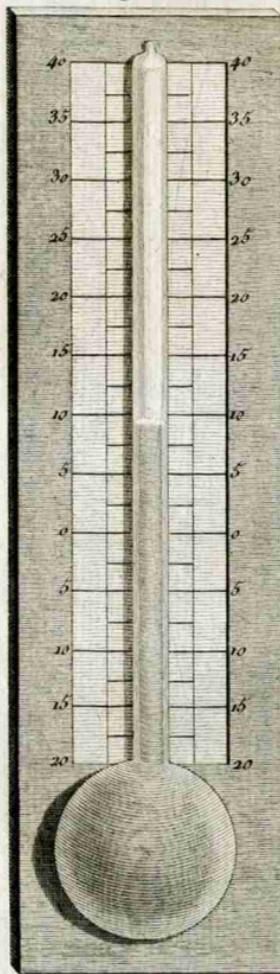
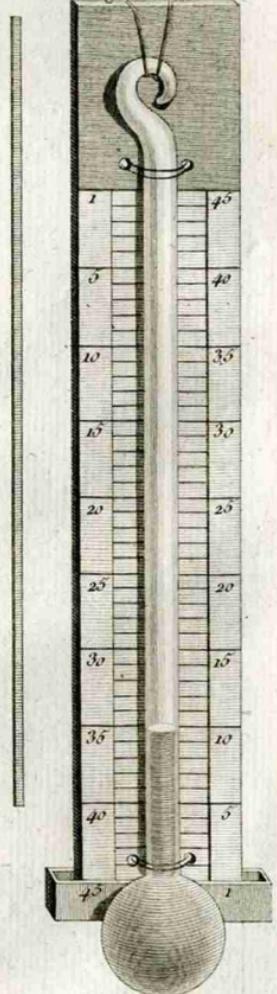


Fig. 12.



THERMOMÈTRE ROYAL.

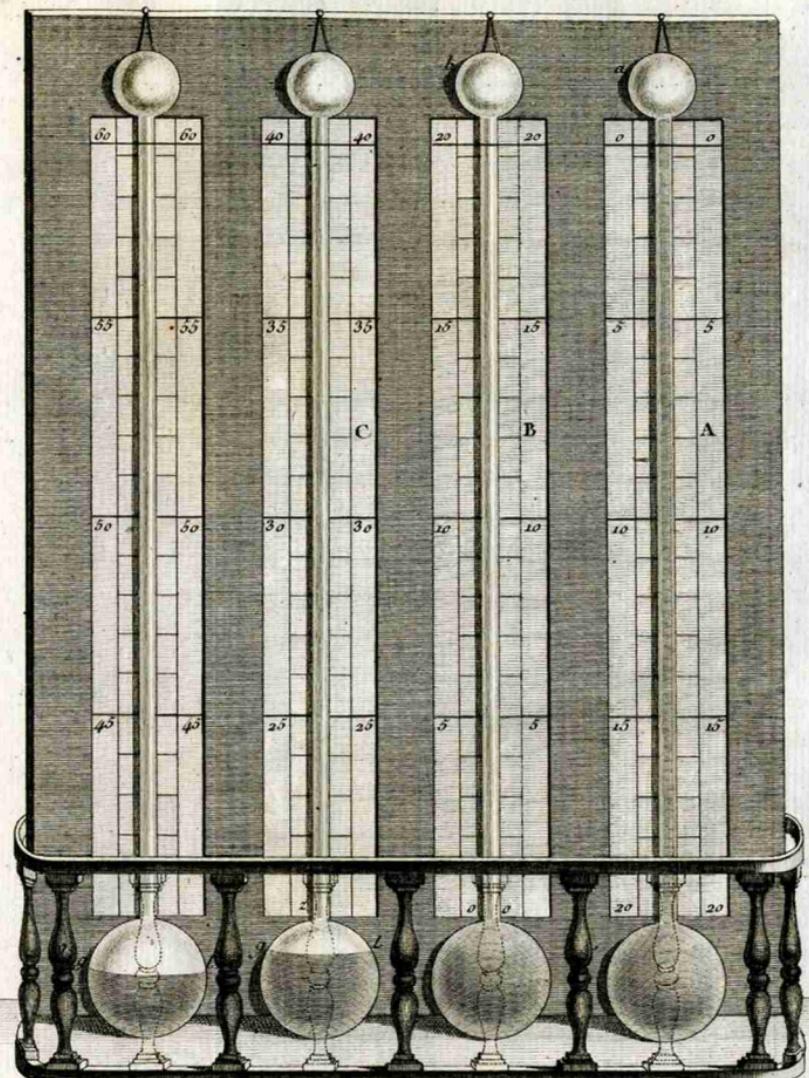
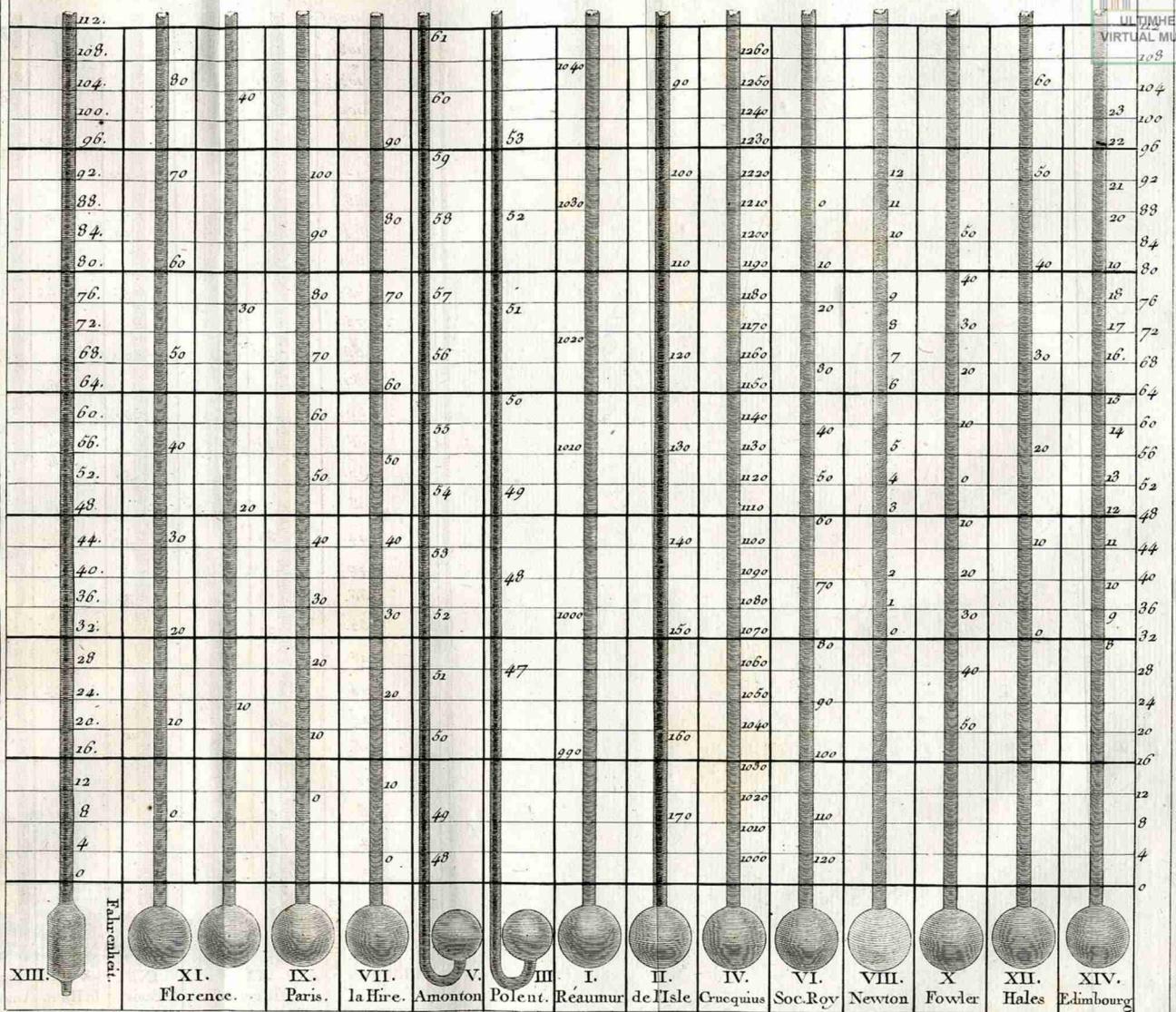


Fig. 12.



BAROMÈTRES

Fig. 1.

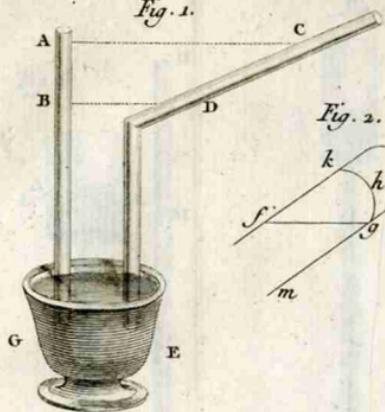


Fig. 2.

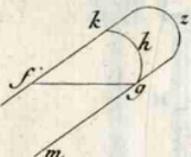


Fig. 3.

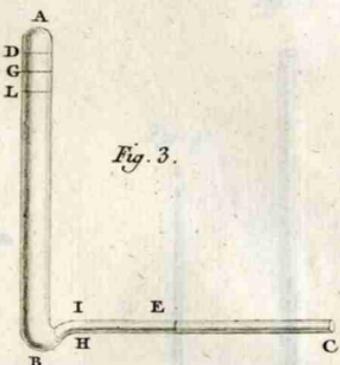


Fig. 4.

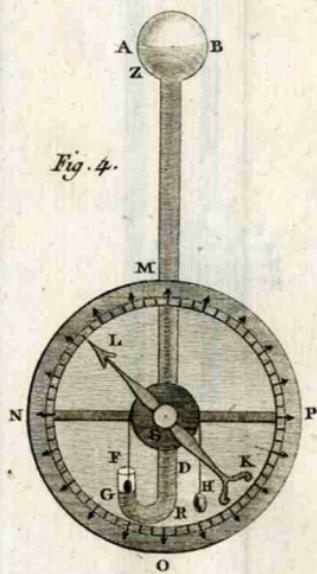
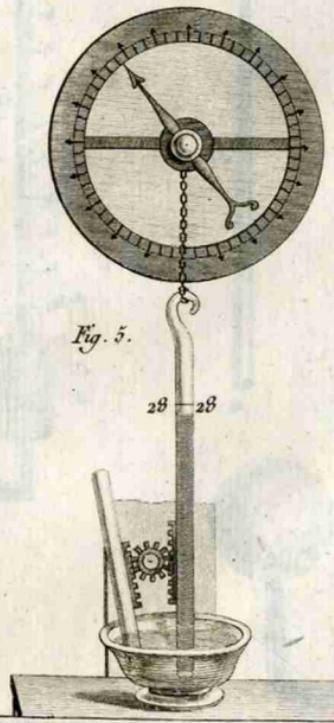


Fig. 5.



BAROMETRES.

Fig. 6.

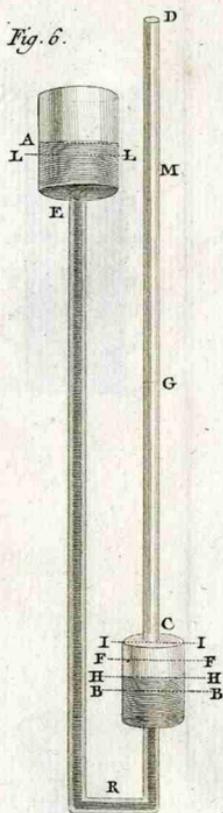


Fig. 7.

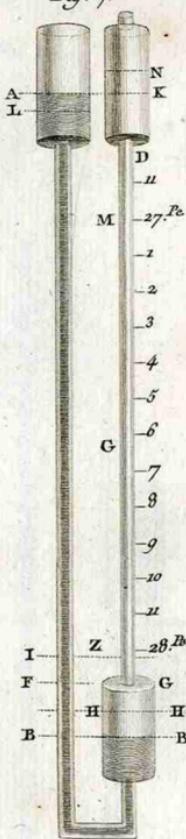
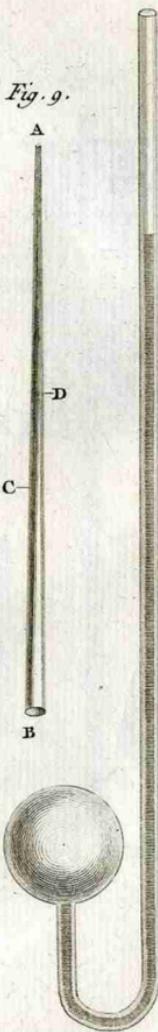


Fig. 8.



BAROMÈTRES.

Fig. 12.



Fig. 10.

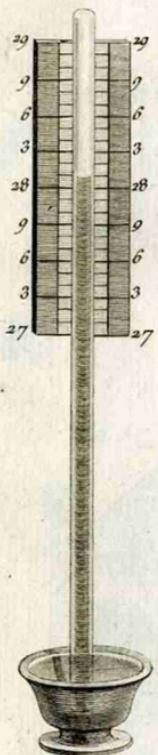


Fig. 13.

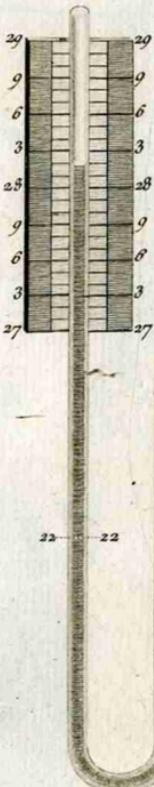
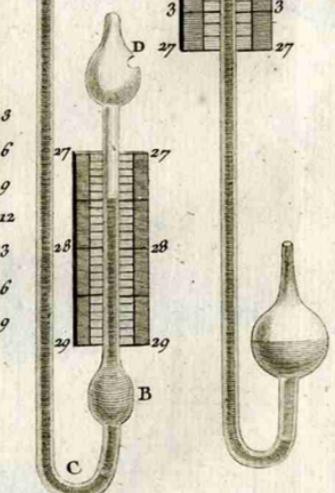
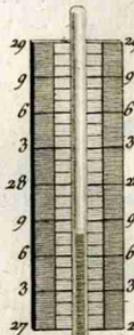


Fig. 11.



HYGROMÈTRES.

Fig. 1.

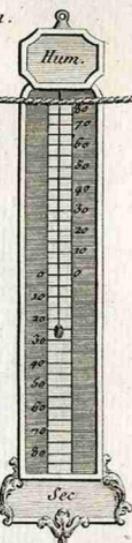


Fig. 4.

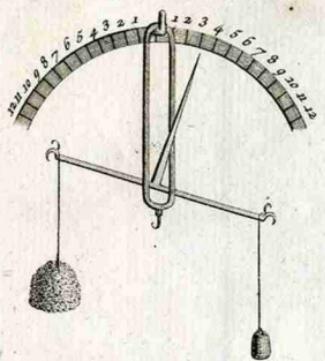


Fig. 3.

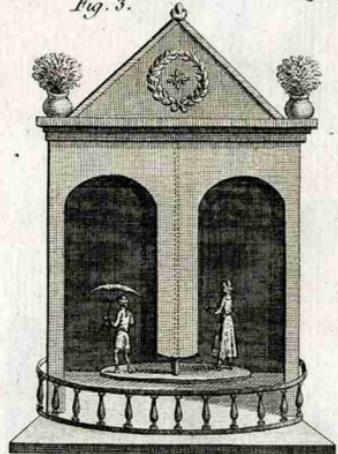


Fig. 2.

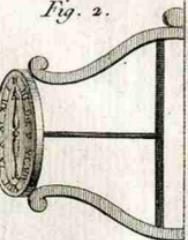
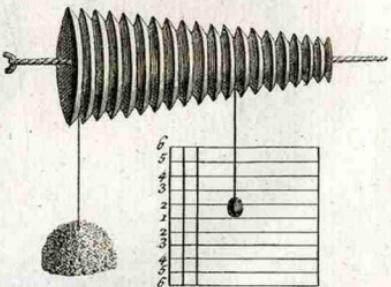


Fig. 5.



ANEMOMÈTRES.

Plan

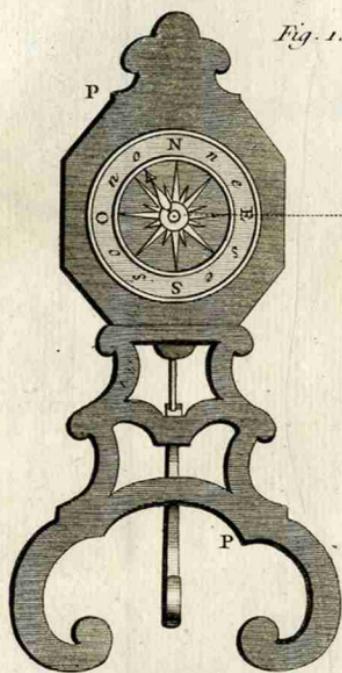
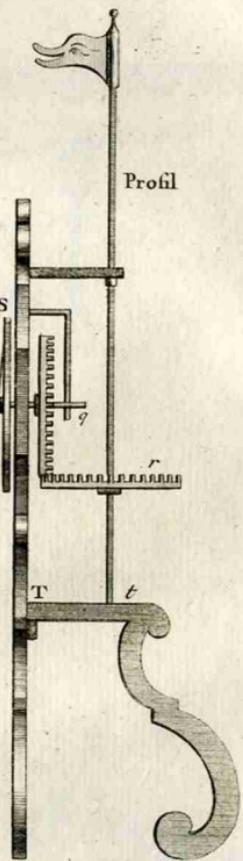


Fig. 1.



Profil

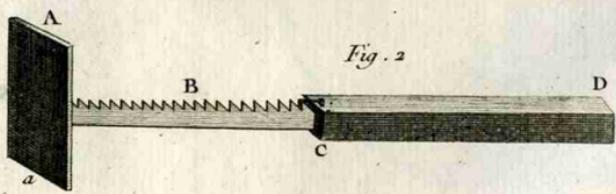


Fig. 2