

l'ammoniaque , et l'on eut de l'oxyde de fer , qui lavé et grillé , pesa 0,03.

14°. Après avoir de nouveau dissout cet oxyde de fer , et celui du n°. 10 , il resta encore 0,008 de silice.

15°. Le résidu du n°. 13 fut reconnu pour être de la silice pure : après avoir été séché et grillé , il pesa 0,30.

Ainsi 100 parties du minéral contiennent :

Magnésie.	28
Acide carbonique.	27
Silice.	30,8
Oxyde de fer.	11,2
Chaux.	0,8
Eau.	0,3

98,1

Perte. 1,9

Ce qu'il y a de plus remarquable , c'est que ce minéral ne contient point d'alumine , et qu'il renferme une grande quantité de fer. L'aspect extérieur de la masse ferait soupçonner la première substance , et sa couleur claire n'indiquerait pas une aussi grande quantité de la seconde : vraisemblablement l'acide carbonique , en se combinant avec l'oxyde de fer , en masque la présence (1).

(1) M. Klaproth avait déjà analysé un échantillon de ce même schiste , et il y avait trouvé :

Silice.	66,50
Alumine.	7
Magnésie.	1,50
Chaux.	1,25
Oxyde de fer.	2,50
Eau.	19

97,75

Perte. 2,25

JOURNAL DES MINES.

N°. 107. THERMIDOR AN 13.

CONSTRUCTION et usage d'un Baromètre portatif destiné au nivellement , suivis des Résultats des principales observations barométriques qui ont été faites dans les Alpes , le Jura , les Vosges , le Morvant , et dans les plaines qui séparent ces chaînes de montagnes.

Par M. ANDRÉ DE GY, Membre de l'Académie de Cassel , et de la ci-devant Académie de Besançon.

PREMIÈRE PARTIE.

§. 1. CE serait en vain que j'entreprendrais de faire l'histoire du baromètre , et de rapporter les différentes formes qu'on lui a données pour le rendre plus commode et plus précis. Ce sont des choses déjà détaillées fort au long dans plusieurs bons ouvrages. Il ne s'agit ici que de celui dont je me suis servi dans mes voyages.

Ce n'est pas même que je vienne proposer quelque chose d'entièrement nouveau. Non ; car c'est le tube de *Toricelli* , c'est le baromètre à canne connu depuis long-tems ; mais la facilité

Volume 18.

X

de s'en servir, la solidité et la précision où je l'ai amené, m'ont paru dignes de l'attention des savans, des observateurs et des artistes.

Je diviserai en trois chapitres ce que je me propose d'en dire dans cette première partie : 1°. la construction du baromètre ; 2°. les corrections à faire sur les observations immédiates ; 3°. les calculs nécessaires pour trouver la hauteur vraie. Je ferai connaître ensuite dans la seconde partie, les principales hauteurs que j'ai prises dans mes voyages, et que j'ai calculées suivant les principes expliqués dans cet ouvrage.

CHAPITRE PREMIER.

Construction du Baromètre.

§. 2. L'artiste que j'employai pour la construction du premier baromètre dont je me servis, le fit à sa manière, qui était de laisser une petite fenêtre au réservoir, et d'y mastiquer en dedans un petit cylindre de verre, pour qu'on pût y voir le changement du niveau du mercure ; mais le mercure détacha enfin le mastic ; et, pour le contenir, je fus obligé de fermer entièrement la fenêtre. D'ailleurs il était difficile de saisir, avec assez de précision, la variation du niveau du mercure dans le réservoir. C'est pourquoi je ne compte guère sur les observations de mon premier voyage.

§. 3. Je préparai, pour l'année suivante, un autre baromètre, dont le réservoir était plus profond, mais sans fenêtre, et entièrement fermé.

Ce réservoir était cylindrique, en buis sec et sans nœuds. Il avait 0,^{mètre}112292 = 4^p 2^l de profondeur, et 0,^{mètre}031582 = 1^p 2^l de diamètre intérieur (1) : on y fit des vis, en dedans, près du bord, pour recevoir le couvert : on mit une virole de cuivre, en dehors, sur les vis, pour l'empêcher de se fendre. Le bas de ce réservoir était plus gros que le haut : on y fit aussi des vis, en dehors, pour l'arrêter dans une fiole attachée au bâton, et qui lui servait d'enveloppe : enfin on colla un cercle de peau, ou plutôt une circonférence de cercle sur le bord du réservoir.

Le couvert était aussi de buis, long d'environ 18 lignes, de même diamètre que le dehors du réservoir : il était percé dans sa longueur, pour y passer le tube : on y avait ménagé un bouton à l'extrémité du dehors, et on avait fait des vis à l'autre extrémité, qui finissait aussi par un petit bouton. Ces vis entraînent de 3 lignes dans le réservoir. Je collai, sur son rebord, un cercle de peau, qui, serré par le couvert même sur celui du réservoir, fermait exactement toute issue au mercure.

Le tube avait 31 pouces de longueur, 3 lignes de diamètre extérieur à l'extrémité, qui devait plonger dans le mercure du réservoir, et 2^l de diamètre intérieur à l'endroit où le mercure devait jouer : il était fermé hermétiquement aux deux extrémités, mais ouvert sur le côté, près de celle qui devait plonger dans le mercure.

(1) Il y a une table, à la fin de cet ouvrage, pour le rapport des nouvelles et des anciennes mesures.

§. 4. D'après ces dimensions, il s'agissait de savoir combien je mettrais de mercure dans le réservoir, pour que le niveau de ce mercure, relevé par le tube qui y plongerait, et encore par le mercure qui descendrait du tube, laissât cependant assez d'espace entre ce niveau et le couvert du réservoir pour recevoir le mercure qui y descendrait, même sur les hautes montagnes; pour le savoir, il fallait trouver combien ce niveau remonterait par les deux causes que je viens d'indiquer. M. le Monnier, ce savant dont la mémoire me sera toujours chère, pour toutes les bontés qu'il a eues pour moi, souhaitait qu'on se servît pour cela du rapport des cylindres; et c'est ce que j'ai fait.

§. 5. Voici comment : 1°. le tube devait plonger de 18^l dans le mercure du réservoir; mais de combien devait-il en relever le niveau? c'était la première question. Je calculai d'abord la base du cylindre de mercure dans le réservoir; cette base ayant 14^l de diamètre, le calcul me donna 154^l carrées pour sa surface. Le tube devant y plonger de 18^l, ce même cylindre devait avoir 18^l de hauteur avant d'y plonger le tube; et c'est ce cylindre de 154^l carrées de base et de 18^l de hauteur que j'appellerai *le premier* (1).

Je calculai ensuite la base du tube qui avait trois lignes de diamètre, je trouvai 7^l $\frac{1}{2}$ car-

(1) Il devait y avoir plus de 18 lignes de mercure en hauteur dans le réservoir; mais comme le tube ne devait y plonger que de cette quantité, il n'y avait non plus que cette quantité qui dût changer de base et de hauteur: le reste, dans le bas, devait demeurer tel qu'il était.

rées de surface: en négligeant cette petite fraction, le tube plongé dans le mercure devait en diminuer la surface de 7 lignes carrées. Il ne devait donc rester que 147 lignes carrées pour la nouvelle surface du cylindre de mercure; mais en même-tems que la surface devait diminuer, la hauteur devait augmenter, puisque le mercure déplacé par le tube ne devait pas sortir du réservoir, mais y former un nouveau cylindre de même solidité que le premier, quoique de différente surface et de différente hauteur. Je connaissais déjà la base de ce nouveau cylindre; je trouvais sa hauteur par la proportion suivante; la base du nouveau cylindre est à la base du premier, comme la hauteur du premier est à la hauteur du nouveau, ou 147 : 154 :: 18 : $x = 18^l \frac{10}{11} \frac{2}{7}$ la différence entre les deux hauteurs des cylindres, c'est-à-dire, $\frac{10}{11} \frac{2}{7}$ de ligne, fut la quantité dont le niveau du mercure devait remonter dans le réservoir par l'effet du tube.

2°. Restait à trouver de combien le mercure qui devait descendre du tube, pour venir à 27^{po}, devait encore relever le même niveau. Pour cela, j'examinai que le mercure descendant du tube formerait un cylindre dans le réservoir, de même base que celui dont je venais de trouver la hauteur, et de même solidité que le mercure descendu. Il fallait donc trouver la base et la hauteur du cylindre descendu du tube. Or ce tube avait 2 lignes de diamètre intérieur, et par conséquent 3^l $\frac{1}{2}$ carrées de base; et supposant que le mercure dût descendre du tube de 12^{po} = 144^l, j'eus la hauteur et la base du cylindre de mercure descendu du tube; c'était donc trois termes connus qui devaient me donner la hau-

teur du cylindre que ce mercure descendu formerait dans le réservoir. En voici la proportion : la base du cylindre qui sera formé dans le réservoir, est à la base du cylindre qui descendra du tube, comme la hauteur de ce dernier est à la hauteur de l'autre, où $\frac{102}{7} : 144 :: \frac{22}{7} : x = 3^l \frac{4}{12} \frac{102}{1027}$. C'est-à-dire, que si le mercure du tube descendait de $12^{\text{po.}}$ ou 144^l , il releverait le niveau du mercure, dans le réservoir, de $3^l \frac{4}{12} \frac{102}{1027}$.

Je formai une table en conséquence, qui donne les changemens de niveau du mercure dans le réservoir, à proportion du mercure qui descend du tube, et j'eus $\frac{22}{7}$ de ligne pour le baromètre dont il est ici question (1). Réunissant enfin les deux quantités, dont le niveau du mercure devait remonter par les deux causes précédentes, j'eus $1^l \frac{8}{12} \frac{2}{7}$, dont je devais mettre le mercure dans le réservoir plus bas que le point où je voulais qu'il montât quand le baromètre marquerait $27^{\text{po.}}$. Ce point était à 6^l du bord du réservoir, savoir, 3 lignes pour les vis du couvert, et 3 lignes de vide entre ces vis et le mercure relevé, comme il est dit ci-dessus : ce qui donnait $7^l \frac{8}{12}$, dont je devais mettre le mercure plus bas que le bord du réservoir.

§. 6. Je fis bouillir le mercure dans le tube pour le purger d'air : j'attachai le tube aux deux extrémités du couvert avec deux peaux, une à chaque extrémité, et de manière que la

(1) La table est à la fin de cet ouvrage avec les autres. Si on changeait les dimensions du baromètre indiquées ci-dessus, excepté la profondeur du réservoir, il faudrait faire une autre table proportionnelle.

partie du tube, qui devait entrer dans le réservoir, fût $22^l \frac{8}{12}$ hors du couvert, à compter depuis ce couvert jusqu'à l'ouverture du tube : j'eus grand soin qu'il ne restât point d'air à l'extrémité du tube, et je mis une grosse goutte de mercure sur l'ouverture : je mis ensuite le mercure dans le réservoir ; et pour l'y mettre exactement, je me servais d'une carte coupée à angle droit, de la longueur de $7^l \frac{8}{12}$, avec deux tenons pour l'empêcher d'y entrer davantage : cette carte étant dans le réservoir, j'y mis du mercure jusqu'à ce que sa sommité touchât la carte : alors je plongeai le tube dans le réservoir un peu incliné, le plus promptement possible, pour qu'il ne prît point d'air ; et je l'arrêtai par le moyen des vis.

Dans cet arrangement, quand le baromètre était en expérience et à 27 pouces de hauteur, il y avait 3 lignes de vide entre le mercure et le couvert : l'ouverture du tube était $19^l \frac{8}{12}$ dans le mercure : quand on renversait le baromètre, il y avait 4 lignes de vide entre le mercure et le fond du réservoir, et 24^l de mercure au-dessus de l'ouverture du tube, en sorte que le baromètre ne risquait, en aucun cas, de prendre de l'air.

§. 7. On ne pourrait guère retrancher de ces dimensions, quand on voudrait avoir quelque chose de solide et de sûr dans un long voyage et pour des hautes montagnes (1), mais pour des usages ordinaires, on peut diminuer de

(1) Suivant la table citée ci-contre, le mercure du tube peut descendre de 10 pouces 10 lignes plus bas que 27 pouces, c'est-à-dire, à 16 pouces 2 lignes, sans être gêné dans le réservoir ; en sorte que ce baromètre peut servir pour mesurer les plus hautes montagnes d'Europe sans y rien toucher.

beaucoup le réservoir dans sa longueur, et laisser moins de vide entre le couvert et le mercure de ce réservoir. On risquerait cependant que le tube ne prît de l'air, si on donnait moins de deux pouces de profondeur au réservoir.

§. 8. Je craignis, dans les commencemens, que les deux peaux qui attachaient le tube au couvert du réservoir, ne gênassent la communication libre de l'atmosphère avec le mercure du réservoir, mais je m'assurai ensuite, par beaucoup d'observations, qu'elles ne nuisaient en rien à la hauteur du mercure dans le tube. Je perçai, pour cela, le couvert du réservoir à côté du tube : je mis une vis avec une peau pour bien fermer ce trou. J'ôtai la vis et je la remis plusieurs fois de suite, et le baromètre se tint toujours à la même hauteur. Ces expériences me rassurèrent entièrement sur l'inconvénient que je craignais.

§. 9. Restait à mettre le baromètre dans le *bâton* ou la *canne*. Ce bâton ou canne était de trois pièces principales percées dans leur longueur pour recevoir le baromètre. Ces pièces se réunissaient par des vis, et, étant réunies, elles avaient 3 pieds 2 pouces de longueur. La pièce d'en bas était une fiole ou boîte, qui servait d'enveloppe au réservoir du baromètre qui y était attaché par des vis : il y avait une ouverture dans le haut de cette enveloppe, qui répondait au haut du réservoir. La seconde pièce était d'un diamètre bien plus petit, creusée en dehors pour recevoir un thermomètre. La troisième, de même diamètre que la précédente, était évidée pour y placer la graduation. On y ajoutait une quatrième pièce à vis aussi, longue de

de deux pouces et percée sur le côté, près de l'extrémité, pour y passer un ruban ou une corde destinée à suspendre le baromètre.

Je mis le baromètre dans le bâton ainsi préparé ; il s'y trouva arrêté par les vis extérieures du réservoir, et par celles de son enveloppe. Il n'y avait plus que la graduation à faire. Je pris, pour cela, sur le réservoir, vis-à-vis la petite fenêtre de l'enveloppe, 6 lignes depuis le bord : c'était le point qui devait répondre au niveau du mercure dans le réservoir, quand le baromètre marquerait 27^{po} ; depuis ce point je portai, avec un compas à verge, 27^{po} sur les plaques destinées à la graduation, et on partit de là pour les graduer (1).

§. 10. On voit, par cet arrangement, que quand le baromètre est à 27^{po}, il n'y a point de correction à faire pour le changement de niveau du mercure dans le réservoir ; mais quand le baromètre est plus bas ou plus haut que 27^{po}, il faut une correction pour le changement de ce niveau ; c'est pour cela que j'ai fait la première table. Selon cette table, quand le mercure descend du tube de 3 pouces, il monte de $\frac{83}{100}$ ou de $\frac{11}{12}$ de ligne dans le réservoir ; il faut alors retrancher ces $\frac{11}{12}$ de l'observation, parce que le niveau du mercure du réservoir s'est rapproché de cette quantité de celui du mercure du tube : en sorte que quand le baromètre marque au tube 24^{po}, les deux niveaux ne sont réellement

(1) Si la graduation était déjà faite et posée, et que le compas ne tombât pas juste sur le 27^{me} pouce, on pourrait rabaisser ou remonter le baromètre, par le moyen des vis du réservoir.

éloignés l'un de l'autre que de $23^{\text{po}} 11^{\text{l}} \frac{2}{3}$. C'est le contraire, quand le mercure monte dans le tube au-dessus de 27^{po} ; car alors il faut ajouter quelque chose à l'observation, et toujours dans les deux cas, à proportion de ce qu'il descend ou de ce qu'il monte, selon la table faite à ce sujet.

Uniformité et solidité de ce Baromètre.

§. 11. M. Deluc, dans ses *Recherches sur les modifications de l'atmosphère* (art. 404), dit, que les baromètres à réservoir sont précisément dans le cas des thermomètres, parce que la condensation du mercure dans le réservoir devient fort sensible dans le tube. Il est vrai que le mercure se condense par le froid dans le réservoir, que son niveau s'abaisse, et qu'on doit y avoir égard; mais ce n'est pas cette condensation qui est fort sensible dans le tube, c'est celle du mercure du tube même, et les baromètres à réservoir ont cela de commun avec tous les autres; mais ils ne sont pas pour cela dans le cas des thermomètres, parce que le mercure n'est pas gêné dans le réservoir comme dans la boule d'un thermomètre.

M. Deluc, *ibid.* (art. 401), dit aussi que les baromètres, que l'on porte fréquemment sur les montagnes, sur-tout ceux à réservoir, ne conservent pas leur uniformité. Il est vrai, de son aveu, qu'il avait bien de la peine à empêcher le sien de prendre de l'air; mais voici ce que l'expérience m'a appris à l'égard du mien.

En 1782, le 11 juillet, à Dijon, je comparai

mon baromètre avec celui de M. Maret, alors Secrétaire perpétuel de l'Académie de cette ville, et je marquai leur rapport. Après trois mois de voyage, et beaucoup d'observations sur les montagnes, je retournai à Dijon, exprès, pour comparer de nouveau mon baromètre avec celui de M. Maret; je n'y trouvai que $\frac{1}{12}$ de ligne de différence avec la première comparaison.

En 1784, j'avais trois baromètres semblables; un à Besançon, un à la Grand-Combe-des-Bois, dans les hautes montagnes du Jura, et un que je portais dans mes voyages. Je les avais comparés en les entreposant: celui de Besançon y resta trois ans, et celui de la Grand-Combe-des-Bois deux; pendant ce tems-là je comparai le mien plusieurs fois avec les deux autres, en passant dans ces endroits; je n'y trouvai jamais plus de $\frac{1}{12}$ de ligne de différence.

§. 12. Quant à la solidité de ce baromètre, on peut le transporter *renversé*, à pied, à cheval, et même en voiture. Les secousses les plus violentes ne le dérangent pas, pourvu qu'il soit bien arrêté dans sa canne et qu'il n'y balotte pas. Bien des fois, je tombai en descendant des montagnes rapides, sans accident pour le baromètre. Sur-tout une fois au Grand-Saint-Bernard, en traversant une vallée plus rapide qu'un toit, couverte d'une nappe de glace surmontée d'une neige adoucie par le soleil. Un des Messieurs du Saint-Bernard, qui avait la complaisance de me conduire, marchait devant moi, et me marquait des pas; mais au milieu de la traversée, un pied me manqua; je tombai, je glissai l'espace de 50 toises au moins, tantôt la tête, tantôt les pieds devant,

d'autres fois en roulant sans pouvoir m'accrocher à quoi que ce fût, et toujours mon baromètre à mon côté; enfin je tombai dans un petit creux où le soleil avait fondu la neige et un peu la glace à côté d'un gros bloc de pierre: je me trouvai assis sur le bord du creux et les pieds dans le fond. Je ne sentis d'abord aucun mal, mais quand il fallut me remuer, je trouvai que j'avais un pied et un genou foulés et ensanglantés, en sorte que j'eus bien de la peine à retourner à l'Abbaye, dont nous étions éloignés d'une lieue; mais mon baromètre n'eut point de mal.

Je profite de cette occasion pour payer mon tribut de reconnaissance à la charité bienfaisante et déjà connue de tout le monde, de ces MM. les Chanoines du Grand-Saint-Bernard, qui me retinrent pendant quelque tems, me prodiguèrent les secours nécessaires, et ne me laissèrent partir que malgré eux.

Précautions à prendre pour de bonnes observations.

§. 13. 1°. Avoir de bons baromètres et de bons thermomètres *sédentaires* et *portatifs*, entièrement semblables, ou du moins dont on connaisse exactement les rapports.

2°. Choisir un tems où les baromètres soient stables pendant quelques jours, et dans une température de 10 à 12 degrés, sur-tout pour des opérations délicates et intéressantes.

3°. Observer au moins une heure après le lever du soleil; c'est le tems le plus favorable jusqu'à midi,

4°. Placer à l'ombre le baromètre portatif, l'y laisser une demi-heure et même une heure, si on veut avoir quelque chose d'un peu sûr pour la dilatation et la condensation du mercure. Je suspendais le mien à un crochet attaché à mon bâton que je plantais en terre, et le baromètre prenait son *à plomb* de lui-même.

5°. Pendant que le baromètre est en station, marquer le mois, le jour, l'heure, le vent, l'état du ciel, au moment de l'observation.

6°. Après le tems convenable, commencer par observer le thermomètre, crainte de l'échauffer en observant le baromètre: frapper le baromètre d'abord un peu fort, ensuite plus faiblement: marquer les observations plusieurs fois, pendant un quart d'heure, pour en prendre la moyenne.

CHAPITRE SECOND.

Corrections à faire sur les observations immédiates.

§. 14. Le jeu du baromètre consiste dans une colonne d'air et une colonne de mercure qui, étant de même poids, se tiennent en équilibre. Si chaque colonne était toujours de même longueur pour un même poids, il n'y aurait rien à corriger sur les observations immédiates; la règle des logarithmes donnerait, tout de suite, la différence de hauteur des lieux où l'on aurait observé. Mais il s'en faut beaucoup que ces deux colonnes aient un rapport constant en poids et longueur. Tantôt la colonne de mercure est plus longue, tantôt elle est plus courte

pour soutenir la colonne d'air dans un même endroit. La colonne d'air change aussi de poids pour une même longueur.

Cela dépend de plusieurs causes qui influent sur ces deux colonnes, indépendamment de la différence de la hauteur des lieux que l'on veut mesurer. Pour avoir cette vraie différence de hauteur, il faut donc commencer par éliminer les effets de ces causes étrangères, dont les principales sont, 1°. la variation ordinaire des baromètres; 2°. le changement de niveau du mercure dans le réservoir; 3°. la dilatation et la condensation du mercure; 4°. la dilatation et la condensation de l'air. Voilà donc, au moins, quatre corrections à faire sur les observations immédiates (1).

§. 15. Quand les observations n'ont pas été simultanées, et que les baromètres sédentaires ont varié entre les observations, il faut y avoir égard. Alors, si les sédentaires ont monté, on retranche la variation de la seconde observation, ou on l'ajoute à la première: on fait le contraire si les sédentaires ont descendu, c'est-à-dire, qu'on ajoute la variation à la seconde observation, ou on la retranche de la première. Quant au changement de niveau du mercure dans le réservoir, je l'ai déjà expliqué ci-devant

(1) Il y a quelquefois d'autres corrections à faire; par exemple, si un des baromètres était plus fort que l'autre, il faudrait y avoir égard; de même si la station était plus haute ou plus basse que l'objet que l'on voudrait comparer, comme si pour avoir la hauteur d'une montagne, au-dessus du lac de Genève, on voulait se servir d'une observation faite au-dessus de la ville, il faudrait ajouter au résultat la hauteur de la station au-dessus du lac.

(§. 10). Reste donc à parler des deux corrections à faire pour la dilatation et la condensation du mercure et de l'air.

Corrections à faire pour la dilatation et la condensation du mercure.

§. 16. Une des règles les plus nécessaires pour la mesure des hauteurs par le moyen du baromètre, ce serait de connaître exactement la quantité de la condensation et de la dilatation du mercure dans les différentes températures. C'est dans cette vue que plusieurs savans s'en sont occupés. M. Deluc plaça, pour cela, plusieurs baromètres et plusieurs thermomètres dans un cabinet: quand les thermomètres furent d'accord, il marqua le point où ils se tenaient et la hauteur des baromètres: il échauffa ensuite le cabinet jusqu'au plus haut degré de chaleur qu'il put produire: alors il observa de nouveau les thermomètres et les baromètres: son résultat fut que la hauteur des baromètres augmentait de 6 lignes pour 80 degrés, au thermomètre de Réaumur.

Le résultat de M. Deluc prouve, à la vérité, que pendant tout le tems que durèrent ses observations, la hauteur des baromètres augmenta à raison de 6 lignes pour 80 degrés, mais il ne prouve que cela; et ce n'est pas assez, pour la pratique, quand le tems des observations est plus court ou plus long; car la hauteur des baromètres augmenta-t-elle, chaque instant du tems que durèrent ses observations, à même proportion qu'elle se trouva à la fin. C'est ce que ne dit pas son résultat: c'est cependant ce qu'il devrait dire pour faire une

règle générale. Je soupçonnais bien que cette proportion n'avait pas été la même. Je voulus m'en convaincre par l'expérience, et l'expérience me confirma dans mon idée. Je rapporterai mes résultats ci-après.

On peut appliquer ce que je viens de dire de l'expérience de M. Deluc, à celles de Dom Gasbois et de M. de Rocheblave, qui mirent le baromètre successivement à la glace fondante et à l'eau bouillante.

M. Robert, qui voyait beaucoup d'incertitude dans les moyens précédens, réussit mieux par le baromètre seul sans thermomètre. Il se servit du baromètre à deux branches de M. de La-grange, qui est un tube recourbé par une des extrémités, et d'un égal diamètre dans toute sa longueur : il y mit une colonne de mercure de 28 pouces. Toutes les fois que le baromètre se trouvait à la même température où il avait été construit, la colonne était de 28 pouces ; mais, dans toute autre température, la colonne changeait de longueur, et ce changement marquait la condensation ou la dilatation du mercure. C'est là, sûrement, la façon la plus facile et la plus exacte de les connaître ; tout ce qu'il y a de difficile, c'est de rendre portatif ce baromètre à siphon. M. Deluc y a beaucoup travaillé ; mais on n'en a construit que deux que je sache.

§. 17. C'est ce qui m'engagea à faire des observations, pendant 20 jours, dans les grands froids de la fin de l'année 1783 et du commencement de 1784. J'avais deux bons baromètres semblables avec leurs thermomètres : je les mettais tous les deux, contre ma cheminée : j'échauffais la chambre

chambre autant que je pouvais, et je donnais aux baromètres le tems de bien prendre la température. Alors je mettais un des baromètres dehors de la fenêtre, et j'entretenais, pour l'autre, le même degré de chaleur dans la chambre. Dans cet état, j'observais d'abord de quart-d'heure en quart-d'heure, ensuite de demi-heure en demi-heure, et à la fin d'heure en heure, pour la condensation.

Après que le baromètre du dehors avait bien pris la température du grand froid, je le remettais contre la cheminée, à côté de l'autre, et je l'observais, pour la dilatation, de la même manière que je viens de dire pour la condensation.

Je réunis, après cela, toutes les observations qui avaient été faites dans les mêmes intervalles, c'est-à-dire, que je mis ensemble toutes celles qui avaient été faites pendant le premier quart-d'heure de chaque jour : j'en fis autant pour le second quart-d'heure, et autant pour les autres intervalles : j'en dressai une table dont voici les résultats.

Les observations faites à la fin de chaque premier quart-d'heure, me donnèrent le rapport, pour la condensation, à raison de. . . 3^l 10/12 pour 80^d. Ré.

Les observations faites à la fin de chaque demi-heure, me donnèrent le rapport, à raison de. . . 4^l 9/12 — 80^d.

Les observations faites après une heure, donnèrent à raison de. . . 5^l . . . — 80

Celles faites après deux heures, donnèrent à raison de. . . 5^l 5/12 — 80

Ce ne furent enfin que les observations faites après trois heures, qui me donnèrent le rapport à raison de. . . 6^l 1/12 — 88

Les observations, pour la dilatation, me donnèrent à peu près les mêmes résultats pour les mêmes circonstances.

Les observations dont je viens de parler ayant été faites dans une température, en quelque façon artificielle, j'étais curieux de savoir ce qu'il en serait des observations faites en plein air, telles qu'on les fait en parcourant les montagnes. C'est l'expérience que je fis à Gy, sur la fin de messidor et au commencement de thermidor, la seconde année de la République Française, dix ans après les précédentes: je trouvai pour cela, une station des plus aisées et des plus favorables; c'était une terrasse du ci-devant château de Gy; il y avait encore quelques arbres touffus pour tenir mon baromètre à l'ombre, mais trop peu pour empêcher la libre circulation de l'air. A 50 pas de ces arbres il y avait une grande tour contiguë au château, saillante sur la terrasse et tournée au Nord; les murs avaient au moins six pieds d'épaisseur, et dans le bas il n'y avait que trois petites ouvertures: je plaçai mon baromètre sédentaire au bas de cette tour, en dedans: le thermomètre n'y varia presque point pendant tout le tems de mes observations; il se tint constamment de 16 à 17 degrés, quoique celui de la terrasse eût monté quelquefois à 32 deg. Tous les soirs je reportais le baromètre de la terrasse dans la tour, à côté du sédentaire; et tous les matins je le portais sur la terrasse où il restait jusqu'au soir.

J'observai, pendant huit jours, du matin au soir, d'abord, de quart-d'heure en quart-d'heure, et ensuite de demi-heure en demi-heure, et j'avais toujours égard à la variation ordinaire des baromètres; je rassemblai les observations pour chaque intervalle, comme les

précédentes. Après les calculs nécessaires, les observations faites avant les sept heures du matin, ne donnèrent rien de régulier: depuis sept heures jusqu'à midi, elles furent beaucoup plus régulières, et donnèrent quelquefois la dilatation, à raison de 6^l et même 7^l pour 80^d de Réaumur. Depuis une heure jusqu'à quatre heures du soir, le rapport fut bien plus faible et très-variable: enfin, depuis quatre heures jusqu'à une heure avant le coucher du soleil, les rapports furent assez réguliers pour la condensation, et ils allèrent aussi à 6 ou 7^l pour 80^d.

On voit, par ces résultats, qu'il y a des heures dans la journée qui ne sont pas favorables aux observations: cependant le baromètre de la terrasse avait toujours eu le tems de bien prendre la température, puisqu'il restait en station toute la journée. Les observations seraient encore sujettes à de plus grandes erreurs, si en parcourant les montagnes, on ne donnait pas le tems au baromètre portatif de bien prendre la température, sur-tout quand on passe du chaud à un grand froid, ou du froid à un grand chaud.

Dans quelles circonstances doit-on faire une correction pour la dilatation ou la condensation du mercure ?

§. 18. M. Deluc (art. 369) avait pensé d'abord, qu'il n'y avait point de correction à faire, lorsque la température était semblable pour les baromètres de la plaine et de la montagne mais il changea d'avis, et voici les raisons qu'il crut en avoir.

(Art. 370). Il suppose deux baromètres, dont l'un posté sur une montagne, se tient à 14^{po}, pendant que l'autre est au pied à 28^{po}, et que la température est, pour les deux à — 40^d de son thermomètre; il n'y aurait point de correction à faire dans ce cas, suivant sa première idée. Il suppose ensuite que la température change, et que les thermomètres soient à + 40; la chaleur étant encore égale dans les deux stations, il n'y aurait, par la même raison, rien à corriger; cependant de l'une à l'autre supposition, la colonne de 28^{po} se serait allongée de 5 lignes pour 80^d de variation du thermomètre sur son échelle, tandis que la colonne de 14^{po} n'aurait augmentée que de 2^l $\frac{1}{2}$ ou environ, en sorte que le baromètre de la montagne se tiendrait réellement *trop bas* de 2^l $\frac{1}{2}$, relativement à celui de la plaine, sans qu'on pût reconnaître cette erreur par une simple proportion.

Il est vrai que dans la seconde supposition de M. Deluc, le baromètre de la montagne aurait monté réellement de 2^l $\frac{1}{2}$ moins que celui de la plaine, et que cela ferait une nouvelle différence entre les baromètres, respectivement à sa première supposition; mais celui de la montagne ne se trouverait pas *trop bas*; pour cela il n'y aurait point d'erreur à reconnaître ni à corriger: il n'y en aurait point non plus en corrigeant les deux observations, pour les ramener à un point fixe *quelconque*, ni même en supposant la dilatation du mercure plus ou moins forte qu'à raison de 6^l pour 80^d de Réaumur, d'où j'ai tiré les trois propositions suivantes.

§. 19. *A thermomètres égaux aux deux*

stations, 1°. il est indifférent de faire une correction pour la dilatation ou la condensation du mercure ou de n'en point faire; 2°. en cas qu'on veuille faire cette correction, il est indifférent de ramener les observations à un certain point fixe ou à un autre; 3°. il est indifférent que la quantité de la dilatation soit de 6^l pour 80^d ou qu'elle soit moindre ou plus forte.

La preuve de ces trois propositions, c'est que dans tous ces cas, on aurait les mêmes résultats par les logarithmes. En voici des exemples, en me servant des suppositions de M. Deluc.

Exemple pour la dilatation du mercure, à raison de 6^l pour 80^d Réaumur.

1°. Pour thermomètre à — 40^d Deluc, sans correction.

Baro. inf. 28 ^{po} 0 ^l 0 16.	Ther. — 40 ^d 0 ^m .	log. 3,4471580
Baro. sup. 14 0 0	— 40 0	log. 3,1461280
	Résultat.	3010,300
		1000

2°. *Idem*, corrigé et ramené à zéro du ther. Deluc.

Baro. inf. 28 ^{po} 2 ^l 8 16.	Ther. — 40 ^d 0 ^m .	log. 3,4503752
Baro. sup. 14 1 4	— 40 0	log. 3,1463473
	Résultat.	3010,279

3°. Même exemple pour ther. à + 40^d Deluc, sans correction.

Baro. inf. 28 ^{po} 5 ^l 0 16.	Ther. + 40 ^d 0 ^m .	log. 3,4535573
Baro. sup. 14 2 8	+ 40 0	log. 3,1525381
	Résultat.	3010,192

4°. *Idem*, corrigé et ramené à zéro du ther. Deluc.

Baro. inf. 28^{re} 2^l 8|16. Ther. + 40^d 0^m } Même résultat
 Baro. sup. 14 1 4. + 40 0 } que n°. 2.

En ramenant le même exemple à 20 ou à 30^d du thermomètre de M. Deluc, et dans tous les cas, en supposant la dilatation du mercure à raison de 3^l seulement pour 80^d Réau., le calcul m'a toujours donné les mêmes résultats que ci-dessus, à un pied près. Il vaut donc mieux, pour abrégé le travail, ne jamais faire de correction pour la dilatation du mercure à thermomètres égaux.

§. 20. A thermomètres *inégaux* aux deux stations, M. Deluc (art. 371) dit qu'il y a une certaine température à laquelle on ne peut pas se dispenser de ramener toutes les observations comme à un terme fixe de chaleur, même celles qui auraient été faites à température égale aux deux postes, en les corrigeant de la dilatation ou de la condensation du mercure.

Nous venons déjà de voir qu'à température égale aux deux postes, on peut se dispenser de faire cette correction; j'ajoute qu'à température inégale, en faisant cette correction, on n'est pas obligé de ramener les observations à un certain point fixe: c'est ce que les propositions suivantes expliqueront plus au long.

A thermomètres *inégaux* aux deux stations, 1°. il n'est pas indifférent de faire une correction pour la dilatation ou la condensation du mercure, ou de n'en point faire; 2°. pour cette correction, il est indifférent de ramener les observations à un terme fixe du thermo-

mètre, ou de la faire à raison de la seule différence des thermomètres, soit qu'on la fasse toute entière, sur la grande colonne des baromètres ou sur la petite, soit qu'on la fasse par moitié sur chaque colonne, mais en observant de la soustraire de la grande et de l'ajouter à la petite; 3°. de quelque manière qu'on fasse cette correction, il est nécessaire de bien connaître la vraie dilatation absolue et relative du mercure, et de la faire à proportion de la longueur de la colonne que l'on veut corriger.

Voici des exemples dont les résultats serviront de preuve pour tous ces cas.

1°. Sans correction.

Baromètres.	Ther. Deluc.	
Inf. 27 ^{re} 1 ^l 11 16.	+ 27 ^d 0 ^m	log. 3,4336194
Sup. 18 0 12.	+ 12 0	log. 3,2567778
	Résultat.	1768,416
		1000

2°. *Idem*, corrigé sur les deux observations et ramené à un terme fixe, à zéro de M. Deluc.

Inf. 27 ^{re} 0 ^l 0 16.	log. 3,4313638
Sup. 18 0 4.	log. 3,2557740
	Résultat. 1755,898

3°. *Idem*, corrigé sur la grande colonne, à raison de la différence des thermomètres.

Inf. 27 0 ^l 12 16.	log. 3,4323677
Sup. 18 0 12.	log. 3,2567778
	Résultat. 1755,899

4°. *Idem*, corrigé sur la petite colonne, à raison de la différence des thermomètres.

Inf. 27 ^{re} 1 ^l 11 16.	log. 3,4336194
Sup. 18 1 6.	log. 3,2580266
	Résultat. 1755,928

5°. *Idem*, corrigé sur les deux colonnes, par moitié, à raison de la différence des thermomètres.

Baromètres.	Ther. Deluc.	
Inf. 27 ^{po} 1 ^l 13 16 $\frac{1}{2}$	log. 3,4329933	
Sup. 18 1	log. 3,2574027	
	Résultat.	1755,906

On voit que les résultats de ces observations corrigées en quatre manières, diffèrent entre eux au plus, de $\frac{1}{1000}$ de toise, c'est-à-dire, un peu plus de deux pouces; et que les quatre diffèrent chacun d'environ 12 toises 3 pouces du résultat de ces mêmes observations non corrigées. Il n'est donc pas indifférent, à *thermomètres inégaux*, de faire une correction ou de n'en point faire; mais quand on la fait, il n'est pas nécessaire de ramener les observations à une certaine température plutôt qu'à une autre.

Mêmes observations corrigées sur la grande colonne, à différentes dilatations absolues du mercure.

1°. A dilatation ordinaire, 6^l pour 80^d. Réau.

Résultat, 1755,899, comme n°. 3.

2°. A dilatation, double de l'ordinaire, 1^{po} pour 80^d. Réau.

Baro. inf. 26 ^{po} 11 ^l 13 16.	Ther. + 27° 0 ^m .	log. 3,4311134
Baro. sup. 18 0 12.	+ 12 0	log. 3,2567778
	Résultat.	1743,356

3°. A dilatation, moitié de l'ordinaire, 3^l pour 80^d. Réau.

Baro. inf. 27 ^{po} 1 ^l 3 16 $\frac{1}{2}$	log. 3,4329933	
Baro. sup. 18 0 12.	log. 3,2567778	
	Résultat.	1762,155

Ces trois derniers exemples font voir qu'à thermomètres

thermomètres *inégaux*, les résultats sont trop faibles quand on suppose une dilatation trop forte, et *vice, versa* qu'ils sont trop forts quand on suppose une dilatation trop faible. Donc il est nécessaire dans ces cas de bien connaître la dilatation absolue du mercure, et plus encore la dilatation relative à chaque observation, et par conséquent de donner le tems au baromètre de bien prendre la température du lieu.

§. 20. *bis. Nota.* Au lieu de faire une correction sur les observations, pour la dilatation ou la condensation du mercure, même à thermomètres *inégaux*, on pourrait, sans grande erreur, prendre d'abord les logarithmes pour les observations corrigées seulement de la variation des baromètres, et du changement de niveau du mercure dans le réservoir, et retrancher ensuite de la différence des logarithmes, ou y ajouter, selon les cas (1), autant de toises qu'il y aurait de degrés dans la différence des thermomètres. C'est à M. Ramond que je dois cette note. Je l'ai vérifiée par le calcul. En voici l'exemple :

Baro. inf. 27 ^{po} 3 ^l $\frac{7}{12}$.	Ther. 15 ^d 33 ^m .
Baro. sup. 23 6 8.	10 0

1°. Sans correction sur les observations on aurait en décimales :

Baro. inf. 272986, dont log. 4361407	
Baro. sup. 235555.	3720938
	Résultat. 640,469
	En retranchant. 5,500 pr la dilat. du merc.
	Reste. 634,969

(1) On retranche les toises, quand le thermomètre inférieur est le plus fort, on les ajoute quand il est le plus faible.

On a retranché, parce que le thermomètre inférieur était le plus fort.

On a retranché 5,500 ou 5^o. 3^{pi}, parce que la différence des thermomètres était 5^d. 33^m.

2^o. En faisant la correction de la dilatation sur l'observation inférieure, il faudrait retrancher 5/12 pour les 5^d. 33^m, resterait en décimales :

Baro. inf. 27 ^{po} . 3 ^l . $\frac{2}{33}$	272638, dont log. 4355805
Baro. sup. 23 6 8.	235555. log. 3720938
Résultat.	634,867

Différence entre les résultats.

Premier résultat.	634,969
Second résultat	634,867
Différence.	$\frac{102}{1000}$ de toise, environ 7 pouces.

La différence serait encore plus petite pour des colonnes de mercure moindres que 27^{po}. : et même à 22^{po} il n'y aurait point de différence, tout-à-fait ; car alors pour 4^d. 0^m la correction serait 3/12 ; et ces 3/12 donneraient 4 toises, de même pour une colonne de 18^{po}, 5^d. 0^m donneraient 3/12 de correction ; et ces 3/12 vaudraient 5^o ; c'est pourquoi je préférerais cette dernière méthode de faire la correction pour la dilatation du mercure, parce qu'elle serait plus facile.

CHAPITRE TROISIÈME.

Corrections à faire pour la dilatation de l'air.

§. 21. La correction pour la dilatation de l'air est la plus difficile à déterminer. Voici ce qu'en dit M. le Monnier, dans ses *Mémoires de 1781*. « Le module des logarithmes qui représente la » dilatation de l'air, varie suivant le chaud et » le froid : et ce n'est qu'après quantité d'expé- » riences suivies, et à l'aide des meilleurs ins- » trumens, qu'on a enfin découvert, 1^o. que » dans l'état de chaleur marqué 57^d, 3 au ther- » momètre de Fahrenheit, ou 11^d, 25 au ther- » momètre de Réaumur, en supposant uniforme » la densité moyenne de l'air, entre deux sta- » tions, la sous-tangente de ce qui se passe dans » l'état naturel, aurait alors les mêmes dimen- » sions que celles de nos tables ordinaires de lo- » garithmes ; 2^o. que hors de ce point 57, 3, ce » module varie à raison de $\frac{1}{1000}, 41$ de la hauteur » approchée, pour chaque degré de chaleur » moyenne entre les deux stations, soit au- » dessus, soit au - dessous de ce terme fixe ; » 3^o. que cette correction est additive quand la » chaleur moyenne est au-dessus du terme, et » qu'elle est soustractive dans le cas opposé ».

Cette méthode est très-bonne, mais un peu longue et difficile. Le calcul m'a appris qu'en conservant le point fixe, sans correction, à 11^d. 15^m. Réau. on pouvait *beaucoup plus facilement et sans erreur sensible* prendre $\frac{1}{1000}$ pour coefficient en place des $\frac{1}{1000}, 41$ ci-dessus ; en effet, cette seconde méthode ne diffère de la précédente dans ses résultats, que de quelques

lignes, pour des hauteurs de 100 toises; de quelques pouces, pour des hauteurs de 700 et même de 1200 toises.

En préférant le coefficient $\frac{1}{185}$, on divise par 185 la hauteur trouvée par les logarithmes: on ajoute le quotient à cette hauteur ou on le retranche (selon le cas), une fois pour chaque degré de Réaumur, dont la chaleur moyenne entre les deux stations est au-dessus ou au-dessous de $11^{\text{d}} 15^{\text{m}}$. C'est ce que j'appellerai ci-après, *Méthode de M. Roi*, à cause de son point fixe que j'ai conservé à $11^{\text{d}} 15^{\text{m}}$. En voici la formule. Nommant a la hauteur du lieu, b la différence des logarithmes des hauteurs du mercure dans le baromètre (qu'on appelle aussi *résultat par logarithmes ou hauteur approchée*), c le nombre moyen des degrés (Réau.) au-dessus ou au-dessous de $11^{\text{d}} 15^{\text{m}}$, on a $b \pm \frac{b}{185} X C = a$, ou $\pm \frac{b X C}{185} = a$.

M. Deluc, dans ses *Recherches sur les Modifications de l'atmosphère*, a déterminé par ses observations sur le mont Salève, un autre point fixe qui répond à $16^{\text{d}} 45^{\text{m}}$ de Réaumur, où il n'y aurait point de correction à faire. On ne peut pas refuser à cet illustre savant un témoignage honorable et bien mérité par ses travaux immenses, pour accorder ses observations avec ses mesures trigonométriques et avec son nivellement; cependant sa règle s'écarte presque toujours en moins, de la hauteur vraie, même pour des hauteurs bien connues d'ailleurs. Je dois cependant rapporter ici sa formule qui est $b \pm \frac{b}{1009} X 2 c = a$, ou $b \pm \frac{b X 2 c}{1009} = a$,

$2c$ signifie la somme des thermomètres de M. Deluc, destinés à prendre la chaleur de l'air, qui sont divisés en 186^{d} , et dont le zéro de l'échelle répond à $16^{\text{d}} 45^{\text{m}}$ Réau.; en sorte que si on avait pris la chaleur de l'air avec des thermomètres de Réau., il faudrait la réduire en degrés du thermomètre de M. Deluc. TABLE.

M. Deluc dit, en faveur de sa règle, que les résultats de ses observations sur la *Dole*, s'accordent avec ceux des observations de M. de Saussure; mais ces observations calculées selon la même règle de M. Roi, s'accordent aussi avec celles de M. de Saussure, calculées selon la même règle. Cet accord ne prouve donc rien en faveur ni de l'une ni de l'autre règle.

M. Deluc appuie aussi sa mesure de la *Dole*, et la bonté de sa règle sur la mesure géométrique de la même montagne par M. Fatio de Duillier, qui ne diffère des siennes que de 25 pieds; mais M. le Chevalier Schuckburgh, qui a mesuré aussi géométriquement la même montagne, a trouvé la mesure de M. Fatio trop petite de 80 pieds. On voit aussi beaucoup d'autres différences, même considérables, entre des mesures géométriques d'une même montagne. M. Michely donne au mont *Pilate*, proche Lucerne, 1166 toises au-dessus de la mer, et M. le Général Pfyffer lui en donne 1192. Le P. Feuillé en donne 2070 au pic de Ténérif, et M. Borda ne lui en donne que 1743: et même le calcul de ce dernier a varié de 1743 à 1903; ce qui prouve, comme dit M. Trembley, que la mesure géométrique n'est pas encore aussi certaine *dans la pratique* qu'on le désirerait.

C'est ce qui engage M. Trembley à travailler

à une nouvelle méthode. Après bien des calculs, il prit 11^d. 30^m. Réau. pour terme fixe sans correction et $\frac{1}{192}$ pour coefficient; mais cette nouvelle méthode diffère très-peu de celle de M. Roi, comme on verra dans plusieurs exemples rapportés ci-après. Voici cependant sa formule, $b \pm \frac{b}{192} X C = a$, ou $\pm \frac{b X C}{192} = a$.

M. Laplace a travaillé à une méthode toute nouvelle: il a changé les coefficients et les points sans correction des précédentes. Il avait prit d'abord pour coefficient 17971,1^{mét.}: il croit maintenant devoir le porter à 18393^{mét.} d'après les observations de M. Ramond: il part du zéro de Réaumur comme du point sans correction.

Dans cette méthode on multiplie d'abord le coefficient 18393 par le double de la somme des degrés des thermomètres (Réaumur), on divise ensuite le produit par 1000; on ajoute le quotient au coefficient: on multiplie enfin la somme par la différence des logarithmes des hauteurs barométriques. Le résultat donne en mètres la hauteur cherchée, qu'on réduit en toises si on en a besoin. En prenant pour coefficient 9437^{tois.} = 18393^{mét.}, le résultat donnerait des toises immédiatement.

Voici la formule, quand la correction pour la dilatation du mercure est déjà faite, avant le calcul: $x = 18393^{\text{mét.}} \left(1 + \frac{2(T+t)}{1000} (LH - Lh) \right)$. Si la correction pour la dilatation du mercure n'était pas faite, la formule deviendrait,

$$x = 18393^{\text{mét.}} \left(1 + \frac{2(T+t)}{1000} \right) L \left(\frac{H}{h + \frac{(T-t)h}{5412}} \right)$$

§. 22. Application des formules précédentes à plusieurs montagnes de différentes hauteurs.

Nota. La correction pour la dilatation du mercure est faite dans tous les exemples suivants.

1°. La cime du Mont-Blanc mesurée par M. de Saussure, à midi, 4 août 1787.

Observations barométriques.

A Genève.	272238.	log. 4349488
Au Mont-Blanc.	160729.	2060940
Différence des logar.		2288548

Thermomètres de Réaumur.

Inf. + 22 ^d . 6 ^m . degré. } 10 ^d . 15 = 10 ^d . 9 ^m . 2 (T+t) = 40 ^d . $\frac{60}{100}$
Sup. — 2. 3 moyen. }

Résultats.

Au-dessus du lac de Genève.

Selon la méthode de M. Roi.	2288 ^{toises.}
de M. Trembley.	2286
de M. Laplace.	2261
de M. Deluc.	2233

2°. Le Grand-St.-Bernard, par une moyenne entre cinq observations.

Observations barométriques.

A Genève (lac).	271652.	log. 4340127
Au G ^d . St.-Bernard.	213236.	3288591
Différence des logar.		1051636

Thermomètres de Réaumur.

Inf. 18 ^d . 15 ^m . degré. } 14 ^d . 57 ^m . . . 2 (T+t) = 59, $\frac{80}{100}$
Sup. 11 39 moyen. }

Résultats.

Au-dessus du lac de Genève.

Selon la méthode de M. Roi.	1072 ^{toises.}
de M. Trembley.	1070
de M. Laplace.	1051
de M. Deluc.	1050

3°. Le Saint-Gothard, par une moyenne entre 38 observations.

Observations barométriques.

A Genève (lac) . . . 270416 log. 4320323
 Au Saint-Gothard . . . 219513 3414609
 Différence des logar. 905714

Thermomètres de Réaumur.

Inf. + 15^{d.} 0^{m.} degré. } 11^{d.} 15^{m.} . . . 2 (T+t) = 45^{d.}
 Sup. + 7 30 moyen. }

Résultats.

Selon la méthode de M. Roi 905^{to.} . . . 3^{pi.}
 de M. Trembley 904 . . . 3
 de M. Laplace 893 . . . 0
 de M. Deluc 882 . . . 4

4°. La Dole, 667^{to.} 2^{pi.} au-dessus du lac de Genève, géométriquement par M. le Chevalier Schuckburgh.

Voyez les calculs détaillés, §. 23, p. 12 et 20.

Résultats.

Selon la méthode de M. Roi 674^{to.} . . . 2^{pi.}
 de M. Trembley 672 . . . 0
 de M. Laplace 660 . . . 1
 de M. Deluc 655 . . . 2

Les trois hauteurs suivantes sont bien connues, d'une autre manière que par le baromètre, c'est pourquoi elles sont plus propres que les précédentes pour faire connaître la bonté des différentes méthodes.

5°. La grande tour des arcades de Marly. Dans le tems de la construction de la machine de Marly, on trouva 83 toises 4 pieds, ou 502 pieds de hauteur perpendiculaire entre la Seine et le haut de la grande tour des arcades.

Moyenne

Moyenne entre cinq observations.

Observations barométriques.

Sur le bord de la Seine . . . 281573 log. 4495899
 Au-dessus de la tour . . . 276420 4415730
 Différence des logar. 80,169

Thermomètres de Réaumur.

Inf. 14^{d.} 13^{m.} degré. } 14^{d.} 3^{m.} 30^{s.} 2 (T+t) = 56^{d.}, $\frac{23}{100}$
 Sup. 13 54 moyen. }

Résultats.

Selon la méthode de M. Roi 81^{to.} . . . 2^{pi.}
 de M. Trembley 81 . . . 1
 de M. Laplace 79 . . . 1
 de M. Deluc 79 . . . 1

Pour le même endroit, par l'observation des cinq où il faisait le plus chaud : ther. inf. 19^{d.} 0^{m.} sup. 16^{d.} 40^{m.}

Résultats.

Selon la méthode de M. Roi 83^{to.} . . . 5^{pi.}
 de M. Trembley 83 . . . 4
 de M. Laplace 81 . . . 5
 de M. Deluc 81 . . . 2

Pour le même endroit, par l'observation des cinq où il faisait le plus froid : ther. inf. 7^{d.} 30^{m.} sup. 12^{d.} 0^{m.}

Résultats.

Selon la méthode de M. Roi 83^{to.} . . . 1^{pi.}
 de M. Trembley 83 . . . 0
 de M. Laplace 82 . . . 1
 de M. Deluc 81 . . . 5

6°. Rez-de-chaussée du château de Versailles. En 1674, M. Picard trouva deux fois, par le nivellement, 60^{to.} 3^{pi.} pour la hauteur du rez-de-chaussée du château de Versailles, au-dessus des eaux de la Seine, près des moulineaux, à 18^{pi.} plus bas que le pied du mur.

Volume 18.

B b

Moyenne entre quatre observations.

Observations barométriques.

Sur le bord de la Seine. . . 281599. log. 4496306
 Au rez-de-chaussée. . . . 277800. 4437322
 Différence des logar. 0058984

Thermomètres de Réaumur.

Inf. 15^d. 46^m. 15ⁱ. deg. } 5^d. 55^m. 2 (T+t) 63^d. 40^m. = 63^d. $\frac{66}{100}$ ³
 Sup. 16 3 45 moy. }

Résultats.

Selon la méthode de M. Roi. 60^{to}. . . . 2^{pi}.
 de M. Trembley. 60. 1
 de M. Laplace. 59. 1
 de M. Deluc. 58. 5

Pour le même endroit, par l'observation des quatre où il faisait le plus chaud : ther. inf. 20^d. 20^m. sup. 21^d. 19^m.

Résultats.

Selon la méthode de M. Roi. 59^{to}. . . . 5^{pi}.
 de M. Trembley. 59. 4
 de M. Laplace. 58. 1
 de M. Deluc. 57. 5

Pour le même endroit, par une observation, où il faisait un très-grand froid, et que je n'ai pas mise dans la moyenne des quatre : ther. inf. 7^d. 20^m. sup. 2^d. 30^m.

Résultats.

Selon la méthode de M. Roi. 58^{to}. . . . 5^{pi}.
 de M. Trembley. 58. 0
 de M. Laplace. 58. 3
 de M. Deluc. 57. 1

7°. Le bas de la lanterne de la tour de Strasbourg, au-dessus du pavé de l'Église. Par une moyenne entre différentes mesures, on avait trouvé le bas de la lanterne au-dessus du pavé de l'Église, de 393^{pi}. 2^{po}. En 1785, le premier octobre, je mesurai la même hauteur par les marches et au baromètre. Il y a 605 marches, depuis le pavé de l'Église jusqu'à la lanterne,

savoir, 328 jusqu'à la plate-forme; 181, depuis la plate-forme jusqu'au-dessus des tourelles; et 96, depuis le dessus des tourelles jusqu'à la lanterne.

Les marches, depuis le pavé de l'Église jusqu'à la plate-forme, sont un peu inégales pour la hauteur; c'est pourquoi je les partageai en trois classes; et par le grand nombre que j'en mesurai, il ne peut pas y avoir grande erreur. Les autres marches sont assez uniformes. J'eus soin d'ôter les ordures qui auraient pu empêcher l'exactitude, et de mesurer les marches dans les endroits où elles n'étaient pas usées. Et pour m'assurer de l'opération, je les comptai et je les mesurai deux fois.

Les 328 marches entre le pavé del'Église et la plate-forme. } me donnèrent 204 ^{pi} . 2 ^{po} . 4 ^{li} .	
Les 181 entre la plate-forme et le dessus des tourelles. . . } 123 9 3	
Les 96 entre le dessus des tou- relles et le pas de la lanterne. } 72 0 0	
Total.	399 11 7

Moyenne entre deux observations.

Observations barométriques.

Au pied de la tour. . . 278402. log. 4446724
 Au bas de la lanterne. 274130. 4379569
 Différence des logar. 0067155

Thermomètres de Réaumur.

Inf. 11^d. 40^m. degré. } 11^d. 0^m. 2 (T+t) = 44^d.
 Sup. 10 20 moyen. }

Résultats.

Selon la méthode de M. Roi. 402^{pi}. . . . 5^{po}.
 de M. Trembley. 401. 11
 de M. Laplace. 397. 0
 de M. Deluc. 392. 8

Voilà des faits qui peuvent faire connaître la différence des principales méthodes usitées jusqu'à présent; c'est à chacun à choisir celle qu'il croira la moins défectueuse. Pour moi il y a long-tems que je me suis déterminé pour celle de M. Roi, comme la plus conforme à des hauteurs bien connues d'ailleurs, telles que celles que j'ai rapportées ci-dessus sous les n^{os}. 5, 6 et 7.

Je me suis bien aperçu très-souvent, dans les calculs, que le 10^{me} degré serait peut-être plus propre pour le point fixe sans correction, que le 11^{me} 15^{me} de M. Roi; mais je me contente de l'indiquer à l'examen et à la pratique des savans, sans prétendre l'ériger en règle générale.

On pourrait peut-être me dire que les grandes hauteurs que j'ai calculées, ne sont pas encore assez connues d'ailleurs, pour qu'elles puissent faire règle de préférence entre les différentes méthodes; et d'autant moins que ceux qui les ont mesurées autrement que par le baromètre disent, *tous*, y avoir apporté les précautions les plus scrupuleuses; quoique cependant ils ne s'accordent pas entre eux.

C'est là un des grands obstacles au progrès des sciences, que ces variantes dans la pratique qui refuse une exactitude uniforme aux soins les plus exacts des savans; mais si on ne peut pas encore avoir une entière certitude de la hauteur absolue des grandes montagnes, du moins on peut déjà la connaître à quelques toises près; et quelques toises de plus ou de moins sur une hauteur de 1500 ou de 2000 toises, sont peu de chose. D'ailleurs un nivellement d'une ou de plusieurs chaînes de montagnes pris avec les

mêmes instrumens (pourvu qu'ils soient bons), et calculé selon la même méthode, donnerait avec assez de précision, sinon la hauteur *absolue*, du moins la hauteur *relative* de ces montagnes les unes à l'égard des autres, ce qui serait beaucoup pour la géologie: tel a été le but des hauteurs rapportées à la fin de ce Mémoire.

Réunion et application de toutes les corrections à faire sur les observations barométriques pour trouver la hauteur d'une montagne.

§. 23. Je prendrai pour exemple une montagne mesurée une fois par M. de Saussure, deux fois par M. Deluc, et que j'ai mesurée aussi trois fois, c'est la Dole, montagne du Jura qui domine sur Nion.

Du 22 août 1782.

Observations immédiates (1).

	Baromètres.	Ther. Réau.	Degré moyen des ther.
A Nion, sur le bord du lac.	6 ^h . 30 ^m . M. 27 ^{po} . 1 ^l . 1 12. 17 ^d . 0 ^m .		} 16 ^d . 22 ^m . 30 ^s . 5 ^d . 7 ^m . } 30 ⁺ plus que 11 ^d . 15 ^m .
Au sommet de la Dole.	4 30 S. 25 3 9. . . 15 45. .		

Les baromètres descendirent de 812 de ligne = 0^{po}, 0555 entre les deux observations. On doit ajouter cette variation à la seconde observation ou la retrancher de la première. En faisant cette

(1) Observations immédiates; ce sont les observations telles qu'on les trouve aux deux stations, et sur lesquelles on n'a point encore fait de correction.

correction sur la seconde, on a pour la Dole $23^{\text{po}}. 4^{\text{l}}. 5\frac{1}{12} = 23^{\text{po}}. 3680$. (On retrancherait de la seconde ou on ajouterait à la première, si les baromètres avaient monté entre les observations).

Le mercure qui descendit dans le tube, à la Dole, par l'effet de la hauteur de la montagne, de $3^{\text{po}}. 8^{\text{l}}. \frac{8}{12} = 3^{\text{po}}. 7221$ plus que sur le bord du lac, releva le niveau du mercure dans le réservoir de $1^{\text{l}}. 0\frac{1}{12}. \frac{2}{3} = 0^{\text{po}}. 0856$, qu'on doit retrancher de cette observation, reste donc pour la Dole $23^{\text{po}}. 3^{\text{l}}. 4\frac{1}{12}. \frac{2}{3} = 23^{\text{po}}. 2824$, ainsi

A Nion, bar. $27^{\text{po}}. 1^{\text{l}}. \frac{1}{12}$	}	C'est ce qu'on ap- pelle <i>observations</i> corrigées (1), dont	log. 4328122
$= 27^{\text{po}}. 0902$			log. 3670277
A la Dole, ba. $23^{\text{po}}. 3^{\text{l}}. 4\frac{2}{3}$			log. 2824
Différence des logar. . . .			657,845

Le thermomètre inférieur étant plus fort de $1^{\text{d}}. 15^{\text{m}}$ que le supérieur, il donne une toise un pied six pouces ou $\frac{2249}{1000}$ selon la table, à retrancher de la différence des logarithmes; reste donc 656596 pour la hauteur trouvée par les logarithmes qu'on appelle aussi *hauteur approchée*.

Divisant ce dernier nombre, savoir, 656596 par 185, et multipliant le quotient par $5^{\text{d}}. 7^{\text{m}}. 30^{\text{s}}$ (2), on a pour produit $18^{\text{lo}}. 1^{\text{pi}}. 1^{\text{po}}. 6^{\text{l}}$ qu'on

(1) Observations corrigées; ce sont les observations immédiates sur lesquelles on a corrigé, *seulement*, la variation des baromètres, et le changement de niveau du mercure dans le réservoir.

(2) On multiplie d'abord tout le quotient par 5, on prend ensuite la huitième partie, parce que $7^{\text{m}}. 30^{\text{s}}$ sont la huitième partie d'un degré; et on ajoute cette huitième partie au premier produit.

doit ajouter à la hauteur approchée, parce que le degré moyen des thermomètres est $5^{\text{d}}. 7^{\text{m}}. 30^{\text{s}}$ au-dessus de $11^{\text{d}}. 15^{\text{m}}$. (On retrancherait ce produit si les $5^{\text{d}}. 7^{\text{m}}. 30^{\text{s}}$ étaient au-dessus du point fixe sans correction) (1).

Ainsi {	Hauteur approchée. $656^{\text{lo}}. 3^{\text{pi}}. 7^{\text{po}}. 0^{\text{l}}$
{	Correction additive. $18 \quad 1 \quad 1 \quad 6$

Total. $674 \quad 4 \quad 8 \quad 6$ qui est la hauteur de la Dole, au-dessus du lac de Genève.

On voit, par cet exemple, que le calcul, pour trouver la hauteur d'une montagne, devient très-court et très-facile, au moyen de ces explications et des tables.

Nota. Si on n'avait des tables de logarithmes que pour quatre chiffres naturels, et qu'on eût besoin de trouver le logarithme pour six chiffres, par exemple, pour 232824 ci-dessus, on chercherait le logarithme des quatre premiers chiffres, savoir de 2328, et celui du nombre suivant 2329: on en prendrait la différence qui serait 1865: on prendrait aussi la différence entre 232824 et 2328 qui serait 24: alors on ferait la proportion suivante $100 : 1865 :: 24 : x = 447, \frac{60}{100}$ logarithme de 24 qu'on ajouterait à celui de 2328; et on aurait 3670277 pour logarithme de 232824.

§. 24. Malgré toutes les corrections précédentes, il y a des circonstances où il vaudrait peut-

(1) On pourrait se servir de la cinquième table pour avoir ce dernier produit.

être mieux s'en tenir à la méthode simple (1) ; sur-tout pour de hautes montagnes, et quand les stations sont bien éloignées horizontalement ; car alors il arrive fréquemment que la correction employée pour la chaleur de l'air augmentel'erreur au lieu de la diminuer, comme le remarque très-bien M. de Saussure (art. 1122). La raison qu'en donne ce savant physicien, c'est que les variations de la chaleur tenant souvent à des causes purement locales, qui ne s'étendent pas à d'aussi grandes distances, la moyenne entre les thermomètres observés au deux stations, n'exprime pas la chaleur moyenne des colonnes d'air qui pèsent sur les deux baromètres : il en cite un exemple où dans un même intervalle de tems, le thermomètre baissa à Genève de 16^{d.}, 2 à 11^{d.}, tandis qu'au pied du Mont-Blanc il monta au contraire de 3^{d.}, 5 à 3^{d.}, 7. Cela arrive souvent ; j'en ai vu beaucoup d'exemples en comparant 435 observations faites en même tems à Besançon et au Saint-Gothard.

§. 25. Quant aux variations du baromètre, ajoute M. de Saussure (*ibid.* p. 577), il paraît qu'elles sont uniformes ou à peu près telles, à de grandes distances. L'expérience m'a convaincu du contraire, dans la comparaison des observations dont je viens de parler. Les baromètres commencent quelquefois à monter dans les plaines, tandis qu'ils continuent à descendre sur les montagnes : d'autres fois les montagnes

(1) *Méthode simple* ; ce sont les observations corrigées, même de la dilatation ou condensation du mercure, et dont le résultat, par les logarithmes, donne ce qu'on appelle *hauteur approchée*, mais sans avoir égard à la dilatation de l'air. prennent

prennent l'initiative, et il s'en faut beaucoup que les variations soient égales.

M. de Saussure (art. 1123) observe que pour la justesse des résultats des observations barométriques, à l'égard des hauteurs des montagnes, il faudrait que les variations des baromètres, à la plaine et à la montagne, fussent proportionnelles à la longueur de la colonne du mercure de chaque baromètre, en sorte que dans le cas où le baromètre de la plaine serait à 27^{po.} et celui de la montagne à 18^{po.}, il faudrait que dans le tems où celui de la plaine descendrait d'un pouce, celui de la montagne descendît précisément de $\frac{2}{3}$ de pouce, et qu'en conséquence, dans le cas où cette proportion n'aurait pas lieu, il faudrait une correction pour cet objet.

Cette observation est fondée en principes ; et je suis étonné, avec son auteur, que l'on n'ait point encore songé à son influence sur la mesure des hauteurs par le baromètre. Je crois qu'à l'avenir on y aura égard ; mais il faudra auparavant constater, par de bonnes expériences, la marche de ces variations. M. de Saussure (*ibid.* p. 578), après les observations de MM. Bouguer, Daniel Bernouilli et Lambert, regarde comme un fait *bien constaté* et *bien connu*, que les variations du baromètre sur la montagne, sont *toujours* plus petites qu'en raison de la colonne du mercure ; mais il s'est un peu trop pressé de généraliser les observations de ces savans ; car beaucoup d'autres expériences prouvent que les variations du baromètre de la montagne augmentent *souvent* beaucoup plus que dans le rapport de la colonne

du mercure. Je vais en rapporter quelques exemples pris dans les 435 observations que j'ai comparées pour le Saint-Gothard et pour Besançon.

Le rapport entre ces deux endroits, pour la hauteur de la colonne du mercure dans le baromètre, est à peu près comme 405; et voici l'étendue des variations, en prenant pour chaque endroit, la plus haute et la plus basse de ces observations corrigées, même de la dilatation du mercure comme pour la méthode simple.

Besançon.	{	La plus haute.	Baro. 27 ^{po.}	8 ^{l.}	6 ^{l.}	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$
		La plus basse.	Baro. 26	10	9		3 ^{l.}
		Différence.		9	9 ^{l.}	1 ^{l.}	8
St-Gothard.	{	La plus haute.	Baro. 22 ^{po.}	4 ^{l.}	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$	
		La plus basse.	Baro. 21	6	1		3 ^{l.}
		Différence.		9	$\frac{1}{12}$		3 ^{l.}

On voit que la variation est plus grande au Saint-Gothard qu'à Besançon; mais crainte qu'il n'y ait eu quelque défaut dans les observations, j'ai pris une moyenne entre les trois plus hautes et les trois plus basses pour chaque station.

Besançon	{	Entre les 3 plus hautes.	Baro. 27 ^{po.}	8 ^{l.}	5 ^{l.}	$\frac{1}{12}$	1 ^{l.}	8
		Entre les 3 plus basses.	Baro. 26	11	10		2	
		Différence.		8	$\frac{1}{12}$		7 ^{l.}	8
St-Goth.	{	Entre les 3 plus hautes.	Baro. 22 ^{po.}	3 ^{l.}	$\frac{4}{12}$	$\frac{1}{8}$		
		Entre les 3 plus basses.	Baro. 21	6	3		$\frac{1}{8}$	
		Différence.		9	$\frac{1}{12}$		$\frac{3}{4}$	

La variation est encore ici plus grande au Saint-Gothard qu'à Besançon; cependant, dans la totalité d'une suite un peu longue d'observations, il y a plus de variation à Besançon

qu'au Saint-Gothard; mais dans le détail journalier, assez souvent la variation est plus grande au Saint-Gothard: j'ai comparé, pour m'en convaincre, six mois d'observations faites en même tems en ces deux endroits: je vais rapporter pour exemple les variations du mois de juin 1786.

§. 26. *Etat des variations du baromètre, à Besançon et au Saint-Gothard, pendant le mois de juin 1786, exprimées en douzièmes de ligne.*

	Besan.		St-Goth.			Besan.		St-Goth.			
	Matin.	—	6	—	3	Matin.	—	6	—	3	
1	Midi.	+	4	+	2	9	Midi.	—	7	—	6
	Soir.	+	2	+	3		Soir.	—	4	—	6
	Matin.	+	5	+	6		Matin.	+	3	—	2
2	Midi.	+	2	+	4	10	Midi.	+	1	—	2
	Soir.	—	4	+	2		Soir.	+	1	—	6
	Matin.	..	0	—	6		Matin.	+	7	..	0
3	Midi.	+	1	+	10	11	Midi.	—	1	+	4
	Soir.	—	6	+	5		Soir.	..	0	+	5
	Matin.	+	4	—	3		Matin.	+	11	..	0
4	Midi.	—	2	+	1	12	Midi.	+	2	+	2
	Soir.	—	3	+	2		Soir.	..	0	+	4
	Matin.	+	8	—	4		Matin.	—	4	+	6
5	Midi.	+	3	—	2	13	Midi.	—	5	+	1
	Soir.	..	0	+	2		Soir.	+	2	—	5
	Matin.	—	4	..	0		Matin.	—	2	—	3
6	Midi.	—	3	+	2	14	Midi.	—	8	+	4
	Soir.	—	6	+	3		Soir.	..	0	—	1
	Matin.	—	5	—	1		Matin.	+	8	+	3
7	Midi.	—	4	—	1	15	Midi.	—	5	—	1
	Soir.	—	5	—	3		Soir.	..	0	—	1
	Matin.	—	6	—	3		Matin.	..	0	+	2
8	Midi.	—	6	..	0	16	Midi.	—	3	+	3
	Soir.	—	10	—	1		Soir.	+	2	+	2

	Besan.	St-Goth.		Besan.	St-Goth.
17	Matin. + 8	+ 4	24	Matin. + 12	- 7
	Midi. - 3	.. 0		Midi. + 2	+ 5
	Soir. - 9	+ 1		Soir. + 3	+ 4
18	Matin. - 4	- 6	25	Matin. + 10	+ 4
	Midi. - 7	- 7		Midi. .. 0	+ 10
	Soir. + 2	.. 0		Soir. + 3	+ 3
19	Matin. + 7	- 4	26	Matin. .. 0	+ 2
	Midi. + 6	+ 5		Midi. - 9	- 1
	Soir. .. 0	+ 3		Soir. - 5	.. 0
20	Matin. + 9	+ 1	27	Matin. - 4	- 3
	Midi. + 3	+ 4		Midi. - 10	- 1
	Soir. .. 0	+ 2		Soir. .. 0	- 7
21	Matin. + 5	.. 0	28	Matin. + 15	.. 0
	Midi. - 5	+ 2		Midi. + 8	+ 8
	Soir. - 2	+ 1		Soir. + 9	+ 5
22	Matin. + 4	- 1	29	Matin. + 7	+ 9
	Midi. - 2	- 7		Midi. - 4	- 10
	Soir. - 4	.. 0		Soir. - 5	+ 3
23	Matin. - 1	- 6	30	Matin. + 4	- 2
	Midi. - 2	.. 0		Midi. - 1	+ 2
	Soir. .. 0	- 3		Soir. - 8	- 1

Variations en plus.

Dans le tableau précédent il y a { Le St-Goth. 43 vari. et $\frac{256}{12}$ } dont le rapport des moyennes est comme $3 \frac{27}{43}$ à $5 \frac{2}{43}$.
 pour { Besan. . . . 35. . . . 183 }

Variations en moins.

Pour { Le St-Goth. 35 vari. et $\frac{216}{12}$ } dont le rapport des moyennes est comme $3 \frac{11}{35}$ à $4 \frac{30}{47}$.
 { Besan. . . . 41. . . . 194 }

En mettant ensemble toutes les variations en plus et en moins.

On a pour { Le St-Goth. 78 vari. et $\frac{272}{12}$ } dont le rapport des moyennes est comme $3 \frac{18}{78}$ à $4 \frac{73}{76}$.
 { Besan. . . . 76. . . . 377 }

Ces trois rapports sont plus petits que celui des deux colonnes de mercure des baromètres

au Saint-Gothard et à Besançon. Voilà ce que disent aussi les observations citées par M. de Saussure *prises en totalité*; mais pour le détail, on voit dans le tableau ci-dessus, qu'assez souvent les variations sont plus grandes au Saint-Gothard; c'est cependant du détail dont on se sert ordinairement pour la mesure des hauteurs.

Les deux stations citées dans l'exemple précédent étant fort éloignées horizontalement et à grandes différence de hauteur, la matière m'a paru assez importante pour prendre un autre exemple dont les stations soient plus rapprochées; ce sont Besançon et la Grand-Combedes-Bois, village du Département du Doubs, éloigné de Besançon de sept à huit lieues anciennes, et où le baromètre se tient ordinairement à 2^{po} 4^{li} plus bas qu'à Besançon; en sorte que le rapport des colonnes de mercure des deux baromètres est, à très-peu de chose près, comme 19 à 21. Les baromètres étaient entièrement semblables; je les avais faits sur les principes établis ci-dessus, et je les avais confiés, pendant mes voyages, à des observateurs intelligens et exacts. J'ai comparé les observations faites pendant douze mois, en différentes années, dans ces deux endroits. Voici celles du mois de juillet 1785.

S. 27. *Etat des variations du baromètre, à Besançon et à la Grand-Combe-des-Bois, pendant le mois de juillet 1785, exprimées en douzième de ligne.*

	Besan.	Grand-Combe.		Besan.	Grand-Combe.
1	Matin. + 10	+ 11	17	Matin. + 3	+ 6
	Soir. . . 0	- 1		Soir. . .	
2	Matin. + 2	+ 2	18	Matin. - 4	- 3
	Soir. . . - 3	- 2		Soir. . . - 15	- 8
3	Matin. + 26	+ 21	19	Matin. - 15	- 13
	Soir. . . - 3	- 1		Soir. . . - 17	- 10
4	Matin. - 8	- 2	20	Matin. - 11	- 15
	Soir. . . - 6	- 14		Soir. . . + 4	- 4
5	Matin. - 7	- 9	21	Matin. - 16	- 22
	Soir. . . - 8	- 7		Soir. . . + 2	+ 3
6	Matin. + 4	- 1	22	Matin. + 26	+ 17
	Soir. . . + 5	+ 3		Soir. . . + 10	+ 16
7	Matin. . . 0	+ 1	23	Matin. + 32	+ 22
	Soir. . . - 2	- 1		Soir. . . + 8	+ 15
8	Matin. + 9	+ 1	24	Matin. + 12	+ 16
	Soir. . . + 10	+ 14		Soir. . . + 3	+ 1
9	Matin. + 11	+ 13	25	Matin. - 3	+ 9
	Soir. . . + 2	+ 5		Soir. . . - 16	- 4
10	Matin. - 16	- 12	26	Matin. - 12	- 16
	Soir. . . - 6	- 1		Soir. . . - 14	- 7
11	Matin. + 2	- 11	27	Matin. - 5	- 10
	Soir. . . - 5	- 3		Soir. . . + 4	- 15
12	Matin. - 9	- 13	28	Matin. + 7	- 1
	Soir. . . - 11	- 2		Soir. . . + 10	+ 12
13	Matin. - 7	- 7	29	Matin. + 7	+ 5
	Soir. . . - 5	+ 1		Soir. . . - 2	+ 6
14	Matin. + 9	+ 4	30	Matin. - 3	- 6
	Soir. . . - 2	+ 6		Soir. . . - 3	- 1
15	Matin. + 11	+ 4	31	Matin. - 1	. . 0
	Soir. . . + 5	+ 1		Soir. . . - 3	- 2
16	Matin. + 10	+ 9			
	Soir. . . + 8	+ 7			

En calculant les variations de ce second tableau comme celles du premier, on a pour les variations *en plus*, la moyenne de la Grand-Combe à celle de Besançon, comme 33 à 36; pour les variations *en moins*, comme 21 à 23; et pour toutes les variations ensemble, comme 30 à 33.

Quant aux différences entre la plus haute et la plus basse observation en chaque endroit, pendant le mois de juillet 1785, on a celle de la Grand-Combe à celle de Besançon, comme 90 à 92; et pour les différences entre la plus haute et la plus basse de 702 observations qui ont été faites en chaque endroit, on a comme 118 à 122.

Tous ces rapports sont ici plus grands que celui des deux colonnes de mercure des baromètres à la Grand-Combe et à Besançon, et par conséquent la totalité des variations est plus grande aussi.

Au milieu de toutes ces difficultés et de ces incertitudes qui se trouvent encore dans les corrections à faire, sur les observations barométriques, pour les hauteurs vraies dans le nivellement des montagnes, je conclus avec MM. de Saussure et Trembley, *qu'il n'est pas encore tems de construire des échelles et des tables générales, mais qu'il faut continuer d'interroger la nature par des observations exactes et multipliées.*

On peut cependant déjà avoir quelque confiance à des résultats fondés sur des observations simultanées, bien faites, dans des tems favorables, avec de bons instrumens et bien calculées. Nous en avons vu des exemples pour

les deux hauteurs rapportées à la p. 357, et si quelques résultats s'écartent un peu de la vérité, on ne doit pas s'en étonner quand on considère qu'il ne faut que $\frac{1}{12}$ de ligne dans le baromètre pour une différence de six pieds dans le résultat. Pour s'assurer davantage de son opération, dans le cas où il s'agirait d'un nivellement intéressant, ou si les stations étaient éloignées, il faudrait tâcher d'avoir des moyennes entre plusieurs observations.

I^{re} TABLE.

§, 28. *Changement de niveau du mercure dans le réservoir du baromètre, par l'effet du mercure qui descend du tube.*

Lignes.	100 ^{mes} de ligne.	Pouces.	Lignes et 100 ^{mes} de lig.	
Pour 1 ^{re}	.. 2	Pour 1 ^{re}	0. . . 28	$\frac{100}{100} = \frac{12}{12} = 1$ li.
2.	.. 4	2.	0. . . 55	
3.	.. 7	3.	0. . . 83	$\frac{50}{100} = \frac{6}{12}$
4.	.. 9	4.	1. . . 11	$\frac{25}{100} = \frac{3}{12}$
5.	.. 11	5.	1. . . 38	$\frac{3 \frac{1}{2}}{100} = \frac{1}{12}$
6.	.. 14	6.	1. . . 66	
7.	.. 16	7.	1. . . 93	
8.	.. 18	8.	2. . . 21	
9.	.. 21	9.	2. . . 50	
10.	.. 23	10.	2. . . 78	
11.	.. 25	11.	3. . . 5	
12.	.. 28	12.	3. . . 33 $\frac{1}{2}$	

II

Il devrait y avoir des fractions d'environ $\frac{1}{3}$ d'un 100^{me} de ligne : on les a négligées sur les deux premières lignes, et on a ajouté $\frac{1}{100}$ à la troisième, ainsi on a 2, 4, 7, etc.

Si on changeait les dimensions du baromètre, il faudrait aussi changer cette table à proportion.

II^{me} TABLE.

Dilatation et condensation du mercure dans le baromètre, sur une colonne de 27 pouces.

Pour 80 ^d Réau.	6 ^{li}
40.	3
20.	1 $\frac{1}{2}$ = 18 12
10.	9
5.	4 $\frac{1}{2}$
4 26 ^m 40 ^s	4
3 20 0.	3
2 13 20.	2
1 6 40.	1

Si dans la suite on fixe la dilatation du mercure plus ou moins forte qu'à raison de 6^{li} pour 80^d de Réaumur, on dressera une autre table.

SUITE DE LA II^m. TABLE

Pour différentes longueurs de la colonne du mercure dans le baromètre.

Baromètre.	De lig.	Réaumur.
A 28 ^{po}	1 12 pour	1 ^d . 4 ^m . 17 ^s . $\frac{48}{336}$
A 27. . . 6 ^{li}	1 12. . .	1 5 27 $\frac{90}{330}$
A 27.	1 12. . .	1 6 40
A 26.	1 12. . .	1 9 13 $\frac{264}{342}$
A 25. . . 3. . 9 12	1 12. . .	1 11 6 2430 3645
A 24. . . 5. . 7	1 12. . .	1 13 33 5589 7047
A 23. . . 7. . 6	1 12. . .	1 16 11 1458 3402
A 22. . . 6.	1 12. . .	1 20
A 21. . . 4. . 6	1 12. . .	1 24 12 $\frac{1944}{3072}$
A 20. . . 3.	1 12. . .	1 28 53 $\frac{972}{2916}$
A 19. . . 1. . 6	1 12. . .	1 34 7 $\frac{162}{2754}$
A 18.	1 12. . .	1 40 0
A 16. . . 10. . 6	1 12. . .	1 46 40
A 15. . . 9.	1 12. . .	1 54 17 $\frac{27}{289}$

III^m. TABLE.

Réduction des lignes et des douzièmes de ligne en décimales.

Lignes.	Décimales.	12 ^m es de ligne.	Décimales.
	Pouce.		Pouce.
1 =	0,083333	$\frac{1}{12}$ =	0,006944
2 =	0,166666	2 =	0,013888
3 =	0,250000	3 =	0,020833
4 =	0,333333	4 =	0,027777
5 =	0,416666	5 =	0,034722
6 =	0,500000	6 =	0,041666
7 =	0,583333	7 =	0,048610
8 =	0,666666	8 =	0,055555
9 =	0,750000	9 =	0,062499
10 =	0,833333	10 =	0,069444
11 =	0,916666	11 =	0,076388
12 =	1,000000	12 =	0,083333

IV^m. TABLE.

Réduction de millièmes de toise de la hauteur
approchée en pieds et en pouces.

Millièmes de toise.	Pouces.	Millièmes de toise.	Pieds.
0,013. . . . 8 9	1	0,166. . . 6 9	1
0,027. . . . 7..	2	0,333. . . 3..	2
0,041. . . . 6..	3	0,500. . . 0..	3
0,055. . . . 5..	4	0,666. . . 6..	4
0,069. . . . 4..	5	0,833. . . 3..	5
0,083. . . . 3..	6	1,000. . . 0..	6 ou
0,097. . . . 2..	7		1 toise.
0,111. . . . 1..	8		
0,125. . . . 0..	9		
0,138. . . . 8..	10		
0,152. . . . 7..	11		
0,166. . . . 6..	12		

V^m. TABLE.

Quantité que l'on doit ajouter à la hauteur approchée ou
en retrancher, pour chaque degré de différence entre le
degré moyen des thermomètres et le point fixe sans cor-
rection, en supposant qu'on se serve du coefficient $\frac{1}{185}$.

Hauteur approchée.	Quantité à retrancher ou à ajouter pour un degré.
25 ^{lo} . .	0 ^{lo} 0 ^{pi} 9 ^{po} 8 ^l . . . $\frac{3}{4}$
50. .	0. . . . 1. . . . 7. . . . 5. . . $\frac{3}{4}$
75. .	0. . . . 2. . . . 5. . . . 2. . . 1 4
100. .	0. . . . 3. . . . 2. . . . 11
200. .	1. . . . 0. . . . 5. . . . 10
300. .	1. . . . 3. . . . 8. . . . 9
400. .	2. . . . 0. . . . 11. . . . 8
500. .	2. . . . 4. . . . 2. . . . 7
600. .	3. . . . 1. . . . 5. . . . 6
700. .	3. . . . 4. . . . 8. . . . 5
800. .	4. . . . 1. . . . 11. . . . 4
900. .	4. . . . 5. . . . 2. . . . 3
1000. .	5. . . . 2. . . . 5. . . . 2
1100. .	5. . . . 5. . . . 8. . . . 1
1200. .	6. . . . 2. . . . 11. . . . 0
1300. .	7. . . . 0. . . . 1. . . . 11
1400. .	7. . . . 3. . . . 4. . . . 10
1500. .	8. . . . 0. . . . 7. . . . 9
1600. .	8. . . . 3. . . . 10. . . . 8
1700. .	9. . . . 1. . . . 1. . . . 7
1800. .	9. . . . 4. . . . 4. . . . 6
1900. .	10. . . . 1. . . . 7. . . . 5
2000. .	10. . . . 4. . . . 10. . . . 4

V I^{me} TABLE.

Rapport du Thermomètre de Réaumur avec le Thermomètre centigrade, et avec ceux de MM. de Lalande, Deluc et Fahrenheit.

Thermo. de Réaumur.	Thermomètre centigrade.	Thermo. de Lalande.	Thermomètres Deluc.			Thermom. de Fahrenheit.	Ther. de Réau.
			Di. en 96.	Divisé en 186.			
d.	d. m.	d.	d. m.	d. m.	d. m.	d.	
80.	100 0.	+132,2	+34 0	+147 3 22 1/2	+212 0	80	
40.	50 0.	57,4	36 0	54 3 22 1/2	122 0	40	
30.	37 50.	38,4	24 0	36 8 22 1/2	99 30	30	
29.	36 25.	36,6	22 48	28 28 52 1/2	97 15	29	
28.	35 0.	34,7	21 36	26 9 22 1/2	95 0	28	
27.	33 75.	32,8	20 24	23 49 52 1/2	92 45	27	
26.	32 50.	31,0	19 12	21 30 22 1/2	90 30	26	
25.	31 25.	29,1	18 0	19 10 52 1/2	88 15	25	
24.	30 0.	27,2	16 48	16 52 22 1/2	86 0	24	
23.	28 75.	25,3	15 36	14 31 52 1/2	83 45	23	
22.	27 50.	23,4	14 24	12 12 22 1/2	81 30	22	
21.	26 25.	21,6	13 12	9 52 52 1/2	79 15	21	
20.	25 0.	19,7	12 0	7 33 22 1/2	77 0	20	
19.	23 75.	17,8	10 48	5 13 52 1/2	74 45	19	
18.	22 50.	16,0	9 36	2 54 22 1/2	72 30	18	
17.	21 25.	14,1	8 24	0 34 52 1/2	70 15	17	
16 1/4	20 9 3/4	13,6	8 0	0 0 0	69 44 3/4	16 3/4	
16.	20 0.	12,2	7 12	1 44 37 1/2	68 0	16	
15.	18 75.	10,3	6 0	4 4 7 1/2	65 45	15	
14.	17 50.	8,4	4 48	6 23 37 1/2	63 30	14	
13.	16 25.	6,6	3 36	8 13 7 1/2	61 15	13	
12.	15 0.	4,7	2 24	11 2 37 1/2	59 0	12	
11.	13 75.	2,8	+ 1 12	13 22 7 1/2	56 45	11	
10.	12 50.	+ 1,0	0 0	15 11 37 1/2	54 30	10	
9 1/2	11 87 50	0,0	0 36	16 51 22 1/2	53 24 45	9 1/2	
9.	11 25.	- 1,0	1 12	18 1 7 1/2	52 15	9	
8.	10 0.	2,8	2 24	20 20 37 1/2	50 0	8	
7.	8 75.	4,7	3 36	22 40 7 1/2	47 45	7	
6.	7 50.	6,6	4 48	24 59 37 1/2	45 30	6	
5.	6 25.	8,4	6 0	27 19 7 1/2	43 15	5	
4.	5 0.	10,3	7 12	29 38 37 1/2	41 0	4	
3.	3 75.	12,2	8 24	31 58 7 1/2	38 45	3	
2.	2 50.	14,1	9 36	34 17 37 1/2	36 30	2	
1.	1 25.	16,0	10 48	36 37 7 1/2	34 15	1	
0.	0 0.	17,8	12 0	38 56 37 1/2	+ 32 0	0	

Réaur.	centigrade.	Lalande.	Deluc.	Fahrenheit.	Réaur.
1d. =	1d. 25 centigrade.	1d. centigrade. =	48m.		
1d. =	1d. 875 Lalande.	1d. Lalande. =	32m.		
1d. =	1d. 12m. Deluc. . 96	1d. Deluc. 96 =	50m.		
1d. =	2d. 19m. 30s. Deluc. 186	1d. Deluc. 186 =	25m. 2 1/2		
1d. =	2d. 15m. Fahrenheit.	1d. Fahrenheit =	26m. 10		

M. Deluc, art. 610, p. 143 de ses *Recherches sur les Modifications de l'atmosphère*, dit que la proportion 80 : 186 :: 16 1/4 : x lui donna 39, et qu'en conséquence son zéro ou son point sans correction répondent à 16^d. 314 de Réaumur; — 39^d. de son thermomètre divisé en 186, doit répondre à l'eau, à la glace, ou au zéro de Réaumur, et 147^d. à l'eau bouillante.

Ce calcul n'est pas de la dernière exactitude; car la proportion donne $x = 38^d. 56^m. 37^s. \frac{1}{2}$: en sorte qu'en plaçant zéro Deluc à 16^d. 314 Réaumur, on doit placer 38^d. 56^m. 37^s. 1/2 à l'eau, à la glace, et 147^d. 3^m. 22^s. 1/2 à l'eau bouillante.

Il est vrai que cette différence ne peut pas causer de grandes erreurs dans la pratique; mais je n'ai pas dû la négliger dans le rapport des thermomètres.

V I I^{me} TABLE.

Pour convertir les toises, pieds, pouces et lignes, en mètres et parties décimales du mètre.

Toises.	Mètres.	Pieds.	Mètres.	Pouces.	Mètres.	Lignes.	Mètres.
1.	1,949036	1.	0,324839	1.	0,027070	1.	0,002256
2.	3,898073	2.	0,649679	2.	0,054140	2.	0,004512
3.	5,847109	3.	0,974518	3.	0,081210	3.	0,006767
4.	7,796145	4.	1,299358	4.	0,108280	4.	0,009023
5.	9,745182	5.	1,624197	5.	0,135350	5.	0,011279
6.	11,694218	6.	1,949036	6.	0,162420	6.	0,013535
7.	13,643254	7.	0,189410	7.	0,015791		
8.	15,592290	8.	0,216560	8.	0,018047		
9.	17,541327	9.	0,243630	9.	0,020302		
10.	19,490363	10.	0,270699	10.	0,022556		
20.	38,980726	11.	0,297769	11.	0,024814		
30.	58,471089	12.	0,324839	12.	0,027070		

VIII^{me} TABLE.

On demande quelquefois combien une ligne de différence, dans la hauteur du mercure des baromètres, donne de toises entre les hauteurs des stations; par exemple, de deux baromètres *entièrement semblables*, on en place un au pied d'une montagne, et l'autre dans un endroit plus élevé; celui du bas marque constamment une ligne plus que celui du haut; combien y a-t-il de toises, en hauteur verticale, entre les deux stations?

Cela dépend de la hauteur absolue des baromètres à l'endroit des stations, c'est-à-dire, savoir s'ils se soutiennent à 28^{po}. ou à 27 ou à 26, etc. et supposé aussi qu'aux deux stations les degrés de chaleur soient à 11^d. 25^m. de Réaumur, ou qu'on les y ait ramenés, alors pour 28^{po}. et 28^{po}. 1^{li}.

On a $\left\{ \begin{array}{l} 28^{\text{po. 1}^{\text{li.}}} \dots 280833, \text{ dont log. } 4484509 \\ 28 \text{ o} \dots 280000. \dots \dots 4471580 \end{array} \right.$
 Différence des logar. . . 12,929 = $12^{\text{to.}} \frac{929}{1000}$,
 près de 13^{to}. pour une ligne.

Baro.	pour une ligne.	Baro.	pour une ligne.
A 27 ^{po} . on a 13 ^{to.} ,	$\frac{376}{1000}$	A 23 ^{po} . on a 15 ^{to.} ,	$\frac{699}{1000}$
A 26. 13,	$\frac{891}{1000}$	A 22. 16,	$\frac{406}{1000}$
A 25. 14,	$\frac{442}{1000}$	A 21. 17,	$\frac{186}{1000}$
A 24. 15,	$\frac{045}{1000}$	A 20. 18,	$\frac{060}{1000}$

On ne donne pas cette règle comme étant de la dernière exactitude; mais il y en a assez pour contenter la curiosité de ceux qui n'auraient pas d'autres moyens de mieux faire.

(La Suite au Numéro prochain.)

JOURNAL DES MINES.

N^o. 108. FRUCTIDOR AN 13.

CONSTRUCTION et usage d'un Baromètre portatif, etc. (SUITE.)

Par M. ANDRÉ DE GY, Membre de l'Académie de Cassel, et de la ci-devant Académie de Besançon.

SECONDE PARTIE.

Résultats des principales observations barométriques faites dans les Alpes, le Jura, les Vosges, le Morvant, et dans les plaines qui séparent ces chaînes de montagnes.

DANS le calcul de ces observations, j'ai suivi exactement les principes énoncés dans ce Mémoire, en me conformant à la formule indiquée, art. 21, pour la condensation et la dilatation de l'air: j'ai rapporté les hauteurs au lac de Genève, en y ajoutant 193 toises 4 pieds (1), pour avoir leur rapport avec le niveau de la mer. Ce n'est pas que j'aie rapporté immédiatement au lac de Genève chaque observation en particulier, il y en a qui en étaient trop

(1) A côté des hauteurs des grandes montagnes, j'ai placé celles des rivières ou des plaines qui sont à leur pied, pour qu'on puisse mieux juger de leur hauteur respective à leur sol.