

# De Luc et la recherche barométrique

Autor(en): **Archinard, Margarida**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Gesnerus : Swiss Journal of the history of medicine and sciences**

Band (Jahr): **32 (1975)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **27.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-521075>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## De Luc et la recherche barométrique

Par Margarida Archinard

JÉAN-ANDRÉ DE LUC est né à Genève, le 8 février 1727. Elève de Cramer et Jallabert, ami de Mallet et Le Sage, il fait des études approfondies en Physique et Sciences Naturelles. En 1773, il quitte Genève pour des raisons politiques et va s'établir en Angleterre où il est élu membre de la Royal Society et Lecteur de la Reine. Par la suite, il fait quelques séjours à Göttingue, où l'université lui décerne le titre de professeur honoraire en Géologie et Minéralogie, à Berlin et à Brunswick. Mais il retourne en Angleterre, où il vient à mourir, le 7 novembre 1817, dans sa 91<sup>e</sup> année.

Son œuvre est particulièrement variée, mais nous ne porterons notre attention que sur l'ouvrage qu'il présenta en 1762 à l'Académie Royale des Sciences de Paris, et qui s'intitulait *Recherches sur la loi des condensations de l'Atmosphère, et sur la manière de mesurer, par le Baromètre, la hauteur des lieux accessibles*. Nous pouvons lire dans les Registres de l'Académie que celle-ci «... a jugé que cet Ouvrage pouvoit être regardé comme un des meilleurs dont on ait enrichi la Physique depuis longtemps, & qu'il étoit très digne d'être approuvé».

L'année suivante, Lalande en parle dans ces termes : «Mais de tout ce qui a été écrit sur cette matière, je ne connois rien de plus complet, de plus ingénieux & de mieux fait qu'un Traité manuscrit de M.J.A. De Luc, Citoyen de Genève, sur l'atmosphère & sur les Baromètres, qui me fut remis en 1762 pour l'examiner par ordre de l'Académie.»<sup>1</sup>

Après la publication de ce Traité, M.A.Pictet écrit : «C'est en 1772, à l'apparition du grand et célèbre ouvrage de De Luc<sup>2</sup>, que se termine cette longue et humiliante période, ce moyen âge du baromètre, dont nous venons de tracer le tableau.»<sup>3</sup>

Aussi Bernard de Lindenau, astronome à l'Observatoire de Seeberg, près de Gotha, est d'opinion que : «C'est de l'époque de la publication de l'ouvrage de De Luc, que la méthode des mesures barométriques prit un nouvel essor, et c'est de ce temps qu'on doit dater la grande exactitude à laquelle on est parvenu dans ces opérations.»<sup>4</sup>

Cependant, pour mieux comprendre cet ouvrage, il ne sera pas superflu de s'attarder un peu sur l'état du Baromètre au moment où De Luc le prend en main, même s'il écrivit :

«Je résolus donc de fermer les livres & de consulter la nature seule, en la suivant pas à pas aussi loin qu'elle voudroit me conduire.»<sup>5</sup>

Le baromètre inventé par TORRICELLI, en 1643, consistait en un simple tube de verre rempli de mercure et renversé sur un réservoir. La hauteur du mercure dans le tube mesurait la pression atmosphérique.

Mais pendant les quelques 120 années qui séparent son invention des travaux de De Luc, il subit à plusieurs reprises des modifications destinées à la rendre plus précis ou plus maniable. Ainsi, il prit les formes les plus variées et parfois même d'autres fluides, comme l'eau, l'esprit de vin ou des huiles, vinrent s'ajouter au mercure.

Cependant, les deux sortes de baromètre le plus en usage alors étaient toujours le vieux baromètre à réservoir de Torricelli et le baromètre à siphon, aussi à mercure et ainsi appelé à cause de son tube recourbé. La différence des hauteurs de mercure dans les deux branches, la plus petite étant ouverte, donne donc la pression atmosphérique. C'est ce dernier que De Luc a utilisé dans ses recherches.

L'application du Baromètre au calcul des hauteurs des montagnes a été faite d'abord par MARIOTTE ( $\sim 1620-1684$ ), en 1676, bien que déjà en 1648 Pascal, avec sa fameuse expérience au Puy de Dôme, ait montré une relation entre la pression atmosphérique et l'altitude. Mariotte l'a traduite en une loi empirique dont l'application est cependant difficile et mal aisée<sup>6</sup>. C'est HALLEY (1656-1742) qui enfin, en 1685, donne une expression mathématique simple de la hauteur  $X$  de la station  $A$  par rapport à la station plus basse  $A_0$ , en fonction des hauteurs barométriques correspondantes  $H$  et  $H_0$ :

$$X = K \log \frac{H_0}{H}$$

$K$  étant une constante<sup>7</sup>.

Cette formule est, pourtant, passée inaperçue pendant longtemps. Encore en 1733 JACQUES CASSINI, et cinq ans plus tard DANIEL BERNOULLI, faisaient fausse route en la cherchant. Le premier à s'en servir, mais sans citer ses sources, fut Bouguer à l'occasion de son voyage au Pérou en 1749.

De Luc a donc déjà, au départ, le mérite de choisir la formule de Halley pour ses travaux.

Quant à l'utilisation du Baromètre en météorologie, pour la prévision du temps, on la pratiquait bien avant De Luc et celui-ci s'en est aussi

occupé mais nous passerons sous silence cet aspect mineur de son œuvre, où son action ne fut pas déterminante.

Voyons maintenant quel fut l'apport de De Luc.

Nous pouvons schématiser et dire qu'il a touché à quatre points essentiels :

- I – Fabrication d'un baromètre portatif.
- II – Elimination de toute bulle d'air dans le baromètre par ébullition du mercure contenu dans le tube.
- III – Correction à la lecture de la hauteur du mercure dans la baromètre, en fonction de sa température.
- IV – Correction à appliquer dans le calcul des hauteurs des montagnes par le baromètre, pour tenir compte de la température de l'air.

La contribution de De Luc en ce qui concerne les trois premiers points est importante, mais s'insère dans la ligne des travaux effectués par d'autres savants ; par contre, pour le point IV, elle est entièrement originale.

Mais regardons les de plus près.

## I

Le maniement sur place d'un baromètre exigeant déjà beaucoup de précautions, son transport présentait alors les plus grandes difficultés. En effet, le verre du tube risquait de se rompre au moindre mouvement du mercure qu'il contenait.

Rendre les baromètres plus facilement transportables devenait pourtant une condition première à leur utilisation dans la détermination des hauteurs des montagnes.

La première tentative dans ce sens est dûe à Amontons qui, en 1688, invente son « baromètre raccourci » en reliant plusieurs petits tubes remplis alternativement de mercure, comme le premier et le dernier, et d'un autre fluide qui pouvait être, par exemple, l'air. Les pressions s'additionnant, la hauteur du tube d'un baromètre normal, qui est d'environ 80 cm, se trouve ici réduite par le nombre de tubes de mercure de l'appareil. Mais la sensibilité de ce baromètre aux variations de la pression atmosphérique s'en trouve fâcheusement amoindrie.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, on a essayé de retenir le mercure dans le réservoir du baromètre en le fermant par une bande de cuir souple attachée aux bords, avec les résultats incertains que l'on devine.

C'est donc en 1762 que De Luc présente son baromètre à l'Académie des Sciences de Paris. Il s'agissait d'un baromètre à siphon, avec la plus petite branche coupée par un robinet d'ivoire dont la clé, soigneusement ajustée avec du liège, permettait de renfermer le mercure pendant le transport dans l'autre branche, l'empêchant ainsi de bouger et de briser le verre.

Deux thermomètres étaient incorporés à l'appareil. L'un, amovible, était destiné à prendre la température de l'air. L'autre servait à prendre la température du baromètre lui-même. Chaque thermomètre possédait une échelle particulière comme nous le verrons un peu plus loin.

Cet appareil a fait ses preuves. C'est lui que De Luc a utilisé dans ses observations et c'est grâce à sa précision qu'il a découvert qu'il fallait tenir compte de la température de l'air dans le calcul des hauteurs des montagnes.

Dans ses célèbres *Voyages dans les Alpes*, H. B. de Saussure en a emmené deux exemplaires, l'un tout à fait conforme aux plans de De Luc, l'autre portant déjà les quelques perfectionnements ajoutés par M. A. Pictet. Les premières observations barométriques en haut du Mont-Blanc furent donc faites, par Saussure, avec un baromètre de De Luc.

## II

Le Baromètre était déjà vieux d'un siècle quant fut reconnue la nécessité de faire bouillir le mercure dans ces appareils pour les rendre comparables. Et pourtant, la disparité des mesures était telle qu'il est aujourd'hui surprenant de constater que, non seulement aucun physicien pendant longtemps ne s'est attaqué au problème, mais aussi que bien d'autres, dont Amontons, et nous verrons cela plus loin, se sont donnés la peine d'apporter des perfectionnements déjà assez élaborés à des observations barométriques manifestement imprécises par vice de fabrication de l'appareil.

Un exemple important de cette disparité est le baromètre du Chancelier Pontchartrain qui se tenait invariablement à 18 ou 19 lignes (environ 4 cm) au-dessous des autres baromètres de Paris. Pour une fois le fait a intrigué et fut même porté devant l'Académie des Sciences. Nous pouvons lire dans l'Histoire de l'Académie, pour l'année 1705, que « M. Amontons étoit persuadé qu'il entroit de l'air subtil par les pores du tuyau de M. le Chancelier ; & comme c'étoit lui qui en étoit saisi & que le fait avoit d'abord passé par ses mains, il fut chargé par l'Académie d'examiner cette

matière, & il commença par les expériences qui avoient rapport à son opinion». Amontons étant décédé cette même année, l'affaire n'a pas eû de suite.

Paradoxalement, c'est par le biais d'un phénomène tout à fait secondaire qu'est née l'idée de la cuisson des baromètres. L'Abbé Picard avait observé par hasard des lueurs dans son baromètre, une nuit de 1676, alors qu'il le transportait de l'Observatoire de Paris à la porte de St-Michel. Ces lumières, appelées par la suite *phosphore mercuriel*, prirent une grande importance et intriguèrent vivement le monde savant.

Le célèbre mathématicien Jean Bernoulli, par exemple, écrit à trois reprises, en 1700, 1701 et 1719, sur les moyens de rendre les baromètres lumineux et ces traités donnent occasion à une importante polémique; Mairan en déduit que le mercure contient du soufre et remporte en conséquence le prix de l'Académie de Bordeaux pour 1717; Musschenbroek va jusqu'à croire que les baromètres qui donnent de la lumière sont des baromètres nécessairement mal construits; et bien d'autres encore émettent des hypothèses ou donnent des recettes tout aussi inefficaces...

Même DUFAY (1698-1739), pourtant célèbre par sa théorie sur l'électricité, n'a pas sù expliquer ce phénomène. Il a quand même le mérite de présenter, en 1723, un Mémoire à l'Académie des Sciences de Paris avec un procédé «sûr» pour fabriquer des baromètres lumineux, qu'il dit tenir d'un verrier allemand et qui consiste en deux cuissons successives du baromètre, la première avec l'appareil rempli de mercure seulement jusqu'à  $\frac{1}{3}$  de sa hauteur, la deuxième jusqu'à  $\frac{2}{3}$ . A chaque cuisson, on devait introduire et agiter un fil de fer dans le tube, afin de faire sortir toutes les bulles d'air. Pour finir, le dernier tiers de mercure était ajouté sans ébullition.

L'idée de cuisson du baromètre fait donc surface, mais pas encore pour la bonne raison. Il a fallu attendre 17 ans pour que quelqu'un constate que seuls les baromètres qui ont bouilli se tiennent à des hauteurs égales.

Et ce furent CASSINI DE THURY et LE MONNIER qui s'en sont aperçus les premiers, tout à fait par hasard d'ailleurs. Ils préparaient, en 1740, un voyage d'étude dans les Pyrénées et, en remplissant leurs baromètres de mercure, ils eurent la curiosité d'essayer la méthode de Dufay pour voir s'ils produiraient de la lumière. Et pour une fois, la colonne de mercure était sensiblement à la même hauteur dans tous les appareils.

Par la suite, on a commencé enfin à faire bouillir systématiquement le mercure dans les baromètres mais encore très imparfaitement, selon le procédé de Dufay, et en ignorant toujours la raison.

D'après Poggendorff «il était réservé au physicien genevois De Luc de donner la raison si simple de cette concordance, et de montrer la nécessité de faire bouillir les baromètres pour les rendre parfaits». <sup>8</sup>

Mais écoutons-le :

«Lorsque je fis des Baromètres pour la première fois, je remarquai qu'ils se tenoient presque tous à des hauteurs différentes, quoique construits en apparence de la même manière. Cette observation ayant été faite avant moi, je n'en fus pas surpris; mais j'eus lieu de l'être quand je m'aperçus que leurs rapports ne se conservoient pas les mêmes, soit en les laissant dans le même état, soit en les vidant & remplissant à diverses fois. Cette imperfection des Baromètres que l'expérience venoit de m'apprendre, fut la principale cause de l'attention que je donnai à ces instruments, & l'origine de tous mes travaux sur cette matière.» <sup>9</sup>

Pour commencer, il reprend les expériences de Hawksbee, le premier à émettre l'hypothèse que la lumière produite par certains baromètres provenait d'un simple phénomène électrique, dû au frottement du mercure contre les parois en verre du tube <sup>10</sup>, et tranche définitivement le mystère de ces capricieuses lueurs.

Ensuite il explique pourquoi les baromètres ont besoin d'être purgés d'air pour être précis, et comment cette opération doit se dérouler de façon à présenter le plus de garanties possibles. Il est contre le fil de fer de Dufay car «ce moyen, propre seulement à accélérer la sortie des grosses bulles d'air, contribuoit souvent à en faire rétrograder de petites dans l'intérieur du mercure», <sup>11</sup> et préconise naturellement que le mercure soit bouilli tout à la fois.

### III

Le premier physicien qui s'est aperçu de l'influence de la température du mercure du baromètre sur la lecture de sa hauteur dans le tube et qui ait indiqué la nécessité d'une correction qui compenserait la dilatation du mercure, fut non pas De Luc, mais AMONTONS (1663–1705).

De ses expériences faites à Paris, Amontons avait conclu que «... du grand chaud au grand froid de notre climat communément pris, c'est à dire, dans le temps que mes Thermomètres parcourent depuis 50 jusqu'à 58 pouces de leur graduation ( $-7^{\circ}\text{C}$  à  $+30^{\circ}\text{C}$  environ), le mercure augmente son volume d'environ  $\frac{1}{115}$  de celui qu'il avoit dans le grand froid». <sup>12</sup>

Et il établit une table en conséquence, pour une pression atmosphérique  $P$  égale à 28 pouces et 9 lignes (77,8 cm), telle que, quand la température  $T$  augmentait (ou baissait) d'une ligne, à partir de  $T = 50$  pouces, il fallait retrancher (ou ajouter)  $\frac{1}{32}$  de ligne à la lecture du baromètre.



Amontons réduit donc toutes les observations à une température commune, choisie arbitrairement égale à 50 pouces (environ  $-7^{\circ}\text{C}$ ).

Ces chiffres sont assez remarquables pour l'époque et pour le matériel dont disposait Amontons. N'oublions pas que les baromètres n'étaient pas encore purgés d'air par ébullition et que le thermomètre à air, inventé et utilisé par Amontons dans ses mesures, n'avait pas une graduation fixe.

En effet, en cherchant les valeurs correspondantes, d'après les résultats de De Luc et de Laplace, nous trouverions  $1/146$  au lieu de  $1/115$ .

Mais Amontons fut peu suivi. La plupart des physiciens ne reconnaissaient pas l'action de la chaleur. Beigthon croyait même que la cuisson des baromètres les rendaient insensibles aux changements de température : «... ils sont réellement des baromètres et point du tout des thermomètres».<sup>13</sup>

De Luc, 60 ans plus tard, a eû le mérite d'imposer définitivement cette correction, qu'il traduit par des nombres plus exacts, très proches de ceux adoptés ensuite par Laplace.

La température commune, à laquelle toutes les observations barométriques seraient réduites, fut fixée tout aussi arbitrairement par De Luc à  $10^{\circ}$  Réaumur (soit  $12,5^{\circ}\text{C}$ ). Mais il se justifie : «... (cette température) étoit la plus convenable, parce qu'étant probablement la moins éloignée de toutes les observations prises ensemble, s'il y a quelque erreur dans ma division du Thermomètre relativement à son but, elle doit influer par cela même le moins qu'il soit possible».<sup>14</sup>

Par ailleurs, il conclut de ses expériences que, pour une pression atmosphérique  $P = 27$  pouces (environ 73 cm) et «... par une augmentation de chaleur capable de faire monter le thermomètre depuis le point de la glace pilée jusqu'à celui de l'eau bouillante, la hauteur du baromètre augmenteroit de six lignes précisément».<sup>15</sup>

Ces six lignes faisant  $96/16$  de ligne, De Luc construit une échelle spéciale sur le thermomètre destiné à mesurer la température du mercure du baromètre, avec le  $0^{\circ}$  fixé à  $10^{\circ}$  Réaumur et divisée en 96 degrés entre les points fixes, si bien qu'à  $1^{\circ}$  de cette nouvelle échelle correspondra une correction de  $1/16$  de ligne sur le baromètre.

Donc,  $+84^{\circ}$  marquera la température de l'eau bouillante et  $-12^{\circ}$  celle de la glace fondante.

Ainsi par exemple, la température du baromètre étant de  $N$  degrés à l'échelle de De Luc, la correction à apporter à sa lecture sera de signe contraire et égale, en valeur absolue, à  $N/16$  de ligne.

Mais ceci n'est valable que pour  $P = 27$  pouces.



Pour tenir compte des variations de pression, De Luc utilise un graphique, dessiné sur du papier vélin enroulé derrière le thermomètre, avec différentes échelles appropriées à chaque pression atmosphérique. L'échelle désirée s'adapte facilement au thermomètre, en déroulant plus au moins le papier.

Ce procédé, pourtant déjà assez astucieux, fut amélioré par M. A. Pictet<sup>16</sup>. Le tableau est désormais gravé sur une plaque d'ivoire fixe et c'est un index portant un long bras qui, en le parcourant en entier, permet la lecture sur l'échelle intéressée.

C'est un système qui est pratique et d'un emploi facile. L'observateur peut ainsi appliquer cette correction directement, et rapidement, à la lecture qu'il vient d'obtenir.

Une trentaine d'années plus tard, LAPLACE (1749–1827), qui fut le grand successeur de De Luc en cette matière, s'occupe un peu différemment de la question.

N'ayant travaillé sur les observations barométriques que dans le cadre des mesures de hauteur, il peut se débarrasser de l'arbitraire du choix d'une température commune et ramener à chaque fois la température  $t$  du baromètre de la station la plus haute  $A$ , à la température  $t_0$  du baromètre de la station la plus basse  $A_0$ .

Par ailleurs, partant du principe que la variation de  $1^\circ\text{C}$  de température entraîne une variation, dans le même sens, de  $1/5412$  du volume du mercure dans le baromètre (De Luc avait obtenu  $1/5400$ ), Laplace peut introduire directement dans la formule de Halley la hauteur barométrique

$H + \frac{t_0 - t}{5412} H$  qu'aurait la station  $A$  si le baromètre y était à la même température  $t_0$  que dans la station  $A_0$ .

Cette formule, ainsi corrigée par Laplace, devient :

$$X = K \log \frac{H_0}{H + \frac{t_0 - t}{5412} H.}$$

#### IV

La nécessité de cette correction fut donc perçue pour la première fois par De Luc et c'est lui qui en fit les premiers calculs avec une précision, d'ailleurs, à peine contestée par la suite.

Mais laissons-le raconter lui-même sa découverte :

«Les précautions que j'avois prises, pour que des causes étrangères au poids de l'air ne pussent se combiner avec les effets de ce poids sur le Baromètre, me mirent en état d'apercevoir dès le commencement de mes observations, un phénomène intéressant, dont l'étude attentive me fit bientôt connoître que je n'avois pas tout prévu, lorsque j'entrepris ce travail.

Ayant observé deux fois le Baromètre en un même jour, dans un même endroit de la montagne, je trouvai le mercure plus haut la seconde fois que la première. Ce changement ne me surprit point d'abord, persuadé qu'il s'étoit fait de même dans la plaine, où l'on observait en même tems. Mais je fus bien étonné lorsque j'appris que la variation s'étoit faite en sens contraire. Je ne pouvois attribuer cette différence, ni au manque d'exactitude dans les observations, ni à quelque défaut dans les Baromètres, il falloit donc qu'elle vînt de l'air, et il me parut d'autant plus essentiel d'en chercher la cause, que la différence observée étoit assez considérable, pour m'ôter toute espérance de reussir dans mon travail, si je ne trouvois un moyen d'écarter cette cause, ou d'en déterminer les effets.»<sup>17</sup>

Avant De Luc, comme nous venons de le dire, le calcul des hauteurs se faisait donc, au mieux, d'après la formule de HALLEY, mais la détermination de la constante  $K$  étoit encore cause de quelques difficultés. La valeur proposée par Halley, et réduite aux mesures françaises, étoit  $K = 9719$  toises. Cependant, bien des physiciens essayaient de la calculer d'après leurs propres observations et il en est résulté une assez grande diversité de résultats. Le zurichois Scheuchzer, par exemple, emploie  $K = 8338$  toises, sa règle étant, en fait, la formule de Halley avec cette valeur de la constante  $K$ .<sup>18</sup> Bouguer, plus précis, utilise  $K = 9667$  toises.

Une des raisons probables de ces écarts est donc donnée plus haut par De Luc, ce qui revient à dire, en d'autres termes, que la constante  $K$  n'est valable que pour la température de l'air ambiant pour laquelle elle fut calculée. L'air se dilatant par la chaleur, son emploi en dehors de cette température exige alors une correction.

Voici comment De Luc s'y est pris pour la déterminer :

Par souci de simplifier le calcul, il commence par fixer  $K = 10\,000$  toises et cherche en suite la température pour laquelle cette valeur satisfait à la formule de Halley. Il la trouve égale à  $16\frac{3}{4}^{\circ}$  Réaumur (environ  $21^{\circ}\text{C}$ ).

Par ailleurs, il obtient que la dilatation de l'air atmosphérique est telle qu'une colonne d'air s'allonge de  $\frac{1}{215}$  par degré Réaumur.

Au vu de ces résultats, De Luc fabrique une échelle spéciale sur un thermomètre, destiné à mesurer la température de l'air, qu'il place de façon amovible dans son baromètre.

Dans cette échelle, le 0° est donc fixé à 16 3/4° Réaumur et le nouveau degré est tel qu'il représente 1/500 de la dilatation de la colonne d'air.

Au point d'ébullition de l'eau correspondra alors + 147° ; à celui de fusion de la glace, -39°.

Dans l'impossibilité de faire mieux, la température de la colonne d'air comprise entre les deux stations  $A_0$  et  $A$  fut prise égale à la moyenne arithmétique des températures de l'air  $T_0$  et  $T$  dans ces lieux (ou  $T_0'$  et  $T'$  si on les exprime dans la graduation de De Luc).

Ainsi, la formule de Halley devient, d'après De Luc :

$$X = 10000 \left( 1 + \frac{T_0' + T'}{1000} \right) \log \frac{H_0'}{H'} \text{ toises.}$$

$H_0'$  et  $H'$  étant les hauteurs barométriques en  $A_0$  et  $A$ , corrigées de l'action de la chaleur sur le mercure du baromètre selon la méthode de De Luc exposée plus haut.

Cette formule fut utilisée par son auteur dans de très nombreuses observations barométriques aux lieux les plus divers. Mais comme on pouvait s'y attendre, c'est le Salève, montagne toute proche de Genève, qui fut le terrain d'élection de De Luc pour ses expériences. Il y établit 15 stations et fit près de 400 observations. Ces stations sont difficiles à identifier aujourd'hui, sauf celle peut-être qu'il dit être «sur un rocher isolé qui domine toute la montagne»,<sup>19</sup> et que nous pouvons situer, sans grand risque de nous tromper, à l'endroit appelé «Grand Piton», à 1375 m d'altitude. La valeur calculée par De Luc, 4194<sup>10/11</sup> pieds soit 1362,5 m, diffère d'à peine 13 m de celle-là.

La Dôle, dans le Jura vaudois, fit aussi l'objet de ses recherches. Son altitude, que nous savons être de 1677 m, nous l'aurions obtenue égale à 1648 m d'après les résultats de De Luc. Cette valeur, bien qu'assez éloignée encore de la réalité, est pourtant plus précise que celle admise auparavant et qui était due à Fatio de Duillier. En effet, d'après ce dernier, qui la détermina géométriquement, la hauteur de la Dôle au dessus du Lac de Genève était de 3924 pieds (1275 m)<sup>20</sup>, tandis que selon De Luc elle serait de 3948 pieds (1282 m).

Quant à altitude du Mont-Blanc, De Luc, dans l'impossibilité d'aller sur place, a essayé de la déterminer en utilisant conjointement les méthodes barométrique et géométrique. D'abord, il mesure par le baromètre la hauteur du sommet du Glacier de Buet par rapport au niveau du Lac (8229 pieds, soit 2673 m) et, en partant de là, calcule géométriquement

l'altitude du Mont-Blanc, qu'il obtient égale à 4660 m. En fait, le Mont-Blanc est un peu plus haut, à 4807 m au dessus du niveau de la mer.

C'est en 1787, lors de sa fameuse ascension du Mont-Blanc, que H.B. de Saussure fit enfin les premières observations barométriques sur son sommet avec, d'ailleurs, deux baromètres de De Luc, comme nous l'avons précisé plus haut. La formule de De Luc, appliquée alors aux mesures de Saussure, donne une meilleure valeur de l'altitude :

$$2419 \text{ toises, soit } 4715 \text{ m.}^{21}$$

LAPLACE, en reprenant la formule barométrique à la suite de De Luc, n'a pratiquement rien ajouté à cette correction qui, comme nous venons de voir, est entièrement dûe au physicien genevois. Dans sa formule, qui fait autorité encore aujourd'hui, il la présente simplement d'une façon un peu différente. Ne craignant pas, à l'inverse de De Luc, d'alourdir le calcul pour autant que la formule qui l'exprime reste claire à l'esprit, et vivant déjà à l'heure du système métrique et centésimal, Laplace va chercher la valeur de la constante  $K$  pour  $0^\circ\text{C}$  de température et pour une latitude de  $50^\circ$  qui est celle de nos régions.

Il charge Ramond de ce travail et ce dernier obtient :

$$K = 18393 \text{ mètres.}$$

En admettant, en outre, que  $1^\circ\text{C}$  fait varier de  $1/256$  le volume d'une colonne d'air (De Luc aurait trouvé  $1/269$ ) et en prenant, comme De Luc, la moyenne arithmétique des températures de l'air  $T_0$  et  $T$  (exprimées ici en degrés centésimaux) aux stations  $A_0$  et  $A$ , Laplace peut enfin écrire la formule de Halley de la façon suivante :

$$X = 18393 \left( 1 + \frac{2(T_0 + T)}{1000} \right) \log \frac{H_0}{H + \frac{t_0 - t}{5412} H} \quad \text{mètres,}$$

qui est une forme simplifiée de la formule qui porte son nom, où il tient encore compte de deux autres corrections dûes à la variation de la pesanteur avec la latitude et l'altitude<sup>22</sup>.

La complexité de sa phase ultime, et le fait qu'elle sort du cadre de l'influence de De Luc, nous empêche de la rapporter ici. Pourtant, malgré les progrès techniques actuels, dont ceux basés notamment sur le rayon laser, la formule de Laplace est encore employée de nos jours.

La contribution de De Luc à son élaboration fut donc essentielle, ne serait-ce que par la correction en fonction de la température de l'air, qui lui revient en priorité.

Mais Laplace, en reprenant ces questions d'un point de vue plus moderne, la Révolution Française le séparant de l'époque de De Luc, a certainement beaucoup contribué à la méconnaissance actuelle du travail du physicien genevois. Ce dernier, en effet, avec ses résultats en toises, ses deux thermomètres aux échelles spéciales, semble vite démodé devant l'élégance mathématique de la formule de Laplace, exprimée déjà dans le système métrique et centésimal.

De même, sur le plan instrumental, les importants remaniements opérés par De Luc sur le baromètre à siphon, afin de le rendre portatif, furent aussi éclipsés quelques années plus tard par le baromètre de Fortin (1750 à 1831), célèbre par son réservoir en peau de chamois. Un acquis, pourtant : grâce à De Luc, les baromètres de précision seront désormais munis d'un ou deux thermomètres pour la mesure de la température du mercure et de l'air.

Il nous est donc permis de penser que si le mérite de De Luc n'a pas toujours été reconnu avec tout l'éclat qui lui est dû, c'est que ses brillants successeurs ne lui en ont pas laissé le temps.

Mais pouvons-nous deviner ce qu'il serait advenu de la recherche barométrique si De Luc n'avait pas été là avec sa sagacité de physicien, sa ténacité d'observateur, sa virtuosité de technicien, pour faire table rase des erreurs et des imprécisions antérieures et lui permettre de repartir sur une nouvelle base ?

### *Bibliographie*

- 1 LALANDE, JOSEPH-JÉRÔME DE, Du Baromètre, de sa construction et de ses usages. In: *Connaissance des Temps et des Mouvements Célestes pour l'année 1765* (imprimé en 1763).
- 2 DE LUC, JEAN-ANDRÉ, *Recherches sur les modifications de l'Atmosphère*, 1<sup>re</sup> édition, Genève 1772 (2 vol.), 2<sup>e</sup> édition 1784 (4 vol.).
- 3 PICTET, MARC-AUGUSTE, Notice sur les mesures des hauteurs par le Baromètre. In: *Bibliothèque Britannique*, vol. 43, p. 40.
- 4 LINDENAU, BERNARD DE, *Tables Barométriques*, Gotha 1809.
- 5 DE LUC (voir N° 2), § 338.
- 6 MARIOTTE, EDME, *Essai sur la nature de l'air*, Paris 1676.

- 7 HALLEY, EDMOND, Discourse of the rule of the decrease of the height of the mercury in the barometer, according as places are elevated above the surface of the earth. In: *Philosophical Transactions*, No. 181, London 1686.
- 8 POGGENDORFF, JOHANN CHRISTIAN, *Histoire de la Physique*, § 220.
- 9 DE LUC (voir N° 2), § 341.
- 10 HAWKSBEE, FRANCIS, *Mémoires de la Société Royale de Londres*, année 1708.
- 11 DE LUC (voir N° 2), p. 98.
- 12 AMONTONS, GUILLAUME, Que tous les baromètres... agissent non seulement par le plus ou moins de poids de l'air, mais encore par son plus ou moins de chaleur. In: *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris*, année 1704.
- 13 BEICHTON, HENRY, The imperfections of the common barometers and the improvement made in them by Mr. Orme. In: *Philosophical Transactions*, No. 448, London 1738.
- 14 DE LUC (voir N° 2), § 372.
- 15 DE LUC (voir N° 2), § 364.
- 16 PICTET, MARC-AUGUSTE, Description du baromètre portatif de De Luc, amélioré par M. A. Pictet. In: *Bibliothèque Britannique*, vol. 22, p. 309.
- 17 DE LUC (voir N° 2), § 518.
- 18 SCHEUCHZER, in: *Philosophical Transactions*, No. 405, London 1727.
- 19 DE LUC (voir N° 2), § 634/635 (XV station).
- 20 SPON, *Histoire de Genève*, vol. II, p. 457.
- 21 SAUSSURE, HORACE-BÉNÉDICT DE, *Voyages dans les Alpes* (édition Neuchâtel 1794/96, 8 vol.), vol. VII, p. 308.
- 22 LAPLACE, PIERRE-SIMON DE, *Mécanique Céleste*.

### Summary

On the basis of De Luc's work "Researches on the modification of the atmosphere" (presented at the Académie des Sciences of Paris in 1762 and published in 1772) it becomes evident that De Luc was the first who realised the necessity of correcting the calculation of the mountain elevation by the barometer, of taking into consideration the air temperature, and to calculate it. De Luc has also the merit to have produced one the first portable barometers, and to have definitely established the boiling of the mercury to drive out the air, as well as to have corrected barometer readings in relation to the temperature of the mercury.

Madame Margarida Archinard  
 chemin de l'Escalade 1  
 1206 Genève