

Les deux thermomètres de l'expérience de Pregny

Autor(en): **Talas, Sofia**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société**

Band (Jahr): **49 (1996)**

Heft 3: **Archives des Sciences**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740425>

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.

LES DEUX THERMOMETRES DE L'EXPERIENCE DE PREGNY

PAR

Sofia TALAS**(Ms soumis le 3.6.1996, accepté le 4.11.1996)*

ABSTRACT

The two thermometers used in the Pregny experiment (1833). - In this article, we describe how, starting with the study of a mysterious thermometer of the Musée d'Histoire des Sciences de Genève, we were led to find out various interesting facts. First of all, we learned that this thermometer was built by the genevan optician Artaria especially for an experiment carried out in 1833 in Pregny, near Geneva, by Auguste de la Rive and François Marcet. By studying this experiment, we discovered that de la Rive and Marcet also used, for their measures in Pregny, a thermometer made by Bellani, and we managed to identify this instrument with a thermometer which is also kept at the Musée d'Histoire des Sciences de Genève. Finally, the analysis of the documents we collected led us to point out the importance of the Pregny experiment, which was very appreciated by the scientific community at that time.

I — INTRODUCTION

Les thermomètres, depuis leur invention au XVII^e siècle et jusqu'à nos jours, ont toujours été caractérisés par la multiplicité et la diversité de leurs domaines d'utilisation. Par exemple, ils furent et demeurent indispensables en météorologie, en physique, en médecine et en chimie. Le savant batave J.H. Swinden écrivait à ce propos en 1778: "De tous les instrumens de Physique, il n'y en a pas de plus universellement employés que les Thermomètres..." [1], et il ajoutait "... & peut-être n'en est-il pas qui soient moins bien connus." [2], mettant par là l'accent sur les difficultés rencontrées pendant longtemps pour dégager les principes de la construction de thermomètres fiables et comparables entre eux.

Le Musée d'Histoire des Sciences de Genève regroupe, au sein de ses collections, plusieurs thermomètres de type différent. L'un d'entre eux (n° inv. 587) nous a frappés à cause de sa monture étrangement robuste. Aucune donnée n'était connue sur cet instrument, et il nous a semblé fort intéressant de tenter de déterminer dans quel domaine et pour quel type de mesures ce thermomètre avait été utilisé. Ainsi, nos recherches sur cette pièce ont commencé et nous ont conduits à découvrir l'expérience dans laquelle cet instrument avait été employé. L'étude de cette expérience nous a alors amenés, ainsi que nous le verrons, à recueillir d'importantes informations sur un autre thermomètre du Musée de Genève, un thermomètre à index de mercure fait et inventé par Bellani (n° inv. 582).

* Musée d'Histoire des sciences, Villa Bartholoni, 128, rue de Lausanne, CH-1202 Genève.



FIG. 1.

Le thermomètre à maximum signé "Artaria Opticien, Plee du Rhône A GENEVE", utilisé par Auguste de la Rive et François Marcat lors de l'expérience de physique terrestre de Pregny. Conservé au Musée d'Histoire des Sciences de Genève (n° inv. 587).

II — LE THERMOMETRE D'ARTARIA DU MUSEE D'HISTOIRE DES SCIENCES DE GENEVE

Le thermomètre du Musée d'Histoire des Sciences de Genève qui a attiré notre attention (n° inv. 587) est un modèle particulier de thermomètre à maximum vertical qui contient, au sommet de la colonne de mercure, un petit cylindre métallique relié à un ressort à crin. Ce petit cylindre est poussé vers le haut lorsque le mercure monte dans le tube, et il demeure en place, grâce au ressort, lorsque le mercure descend; sa position marque donc la température la plus haute à laquelle l'instrument a été exposé.

Comme nous l'avons déjà dit, le thermomètre que nous étudions est caractérisé par une structure particulièrement massive (fig. 1). En effet, le réservoir à mercure, cylindrique et plutôt grand, est enfermé dans un cylindre en laiton percé de trous, à l'intérieur duquel il est bien protégé par un morceau de feutrine posé sur un support en bois et par quelques anneaux de liège, qui lui évitent tout contact direct autant avec le fond qu'avec les parois du cylindre en laiton. Le tube capillaire, lui, est fixé sur une épaisse plaque en laiton nickelé sur laquelle est gravée l'échelle en degrés Réaumur. Quant à l'étui de ce thermomètre, constitué de deux parties qui se vissent l'une à l'autre, il est construit en cuivre plein, il est donc lourd et surprend, comme le thermomètre, par sa solidité.

Pourquoi, alors, une monture et un étui aussi massifs et inhabituels pour ce thermomètre?

La question apparaît d'autant plus intéressante que le thermomètre, datant vraisemblablement de la première moitié du XIX^e siècle, est signé "Artaria Opticien, Plce du Rhône A GENEVE", et est donc de fabrication genevoise. Le fait est plutôt rare car, d'après le savant genevois Jacques Louis Soret, il y avait peu de constructeurs d'instruments scientifiques à Genève à cette époque. Soret écrivait en effet, en 1877, que "Dans le cours de ses travaux, [Auguste] de la Rive avait eu souvent à souffrir de ne pas avoir sous la main d'habiles constructeurs d'instruments et d'être obligé de recourir constamment à l'étranger pour les objets dont il avait besoin. De longue date déjà, il avait encouragé les essais de quelques mécaniciens genevois dans cette branche industrielle. [...] Mais fonder un véritable atelier d'instruments de précision exige, à côté d'une forte instruction scientifique, des capitaux de quelque importance pour pourvoir à un outillage coûteux; [...] Il n'y a pas lieu d'être surpris qu'aucun mécanicien n'eût réellement réussi à Genève dans cette direction." [3]. Ce fut d'ailleurs pour faire face à ce problème que naquit, en 1862, sous l'impulsion de de la Rive justement, la Société d'Instruments de Physique de Genève, la SIP.

Mais revenons au thermomètre de facture genevoise qui nous intéresse ici (n° inv. 587). Il figure parmi les pièces données au Musée d'Histoire des Sciences par l'Institut de Physique de Genève, lui-même héritier, en 1872, des instruments du Musée Académique. Ce dernier avait été créé en 1818 pour être à la fois lieu de conservation des collections genevoises d'instruments scientifiques et laboratoire d'expériences pour les cours, jusqu'alors seulement théoriques, de l'Académie de Genève [4]. Le Musée Académique avait donc acheté ou reçu en donation, au cours du XIX^e siècle, la plupart

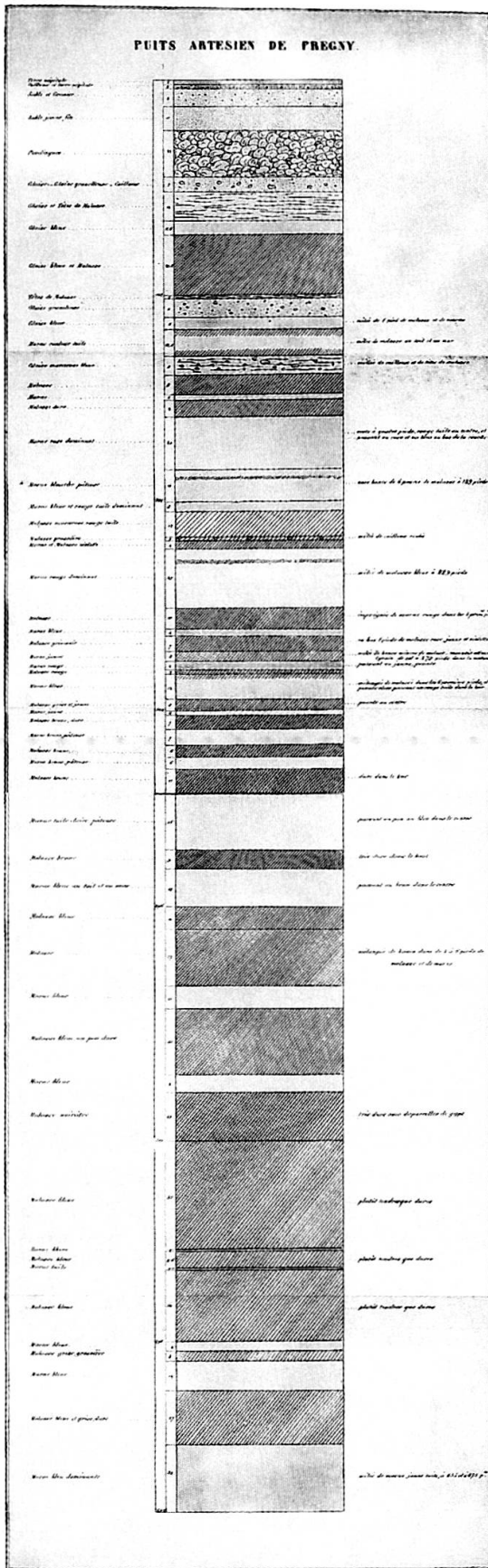


FIG. 2.

Planche montrant les diverses couches de terrain à l'intérieur du puits de Pregny (De la Rive et Marcet, "Quelques Observations de Physique Terrestre...", in Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, vol. 6 (1833), pp. 503-528.)

des Cabinets de physique genevois, comme le Cabinet de Marc-Auguste Pictet et le Cabinet de Chapeaurouge. Précisons que la Collection de Saussure, réunissant les instruments des divers savants de la famille, fut conservée par les descendants d'Horace-Bénédict de Saussure qui l'offrirent eux-mêmes, en 1964, au Musée d'Histoire des Sciences.

Par bonheur, il existe un ancien catalogue des instruments ayant appartenu au Musée Académique [5] et cette liste, bien que ne fournissant pas un inventaire complet et précis, permet néanmoins de découvrir l'origine de certaines pièces se trouvant aujourd'hui au Musée de Genève. L'identification peut parfois se faire avec certitude, car une partie de la liste est numérotée et quelques instruments du Musée d'Histoire des Sciences portent encore de nos jours la trace du numéro que leur avait attribué le Musée Académique.

En ce qui concerne le thermomètre que nous présentons (n° inv. 587), le numéro "353" est écrit, à l'encre rouge, derrière le support du tube capillaire. Or, dans le catalogue du Musée Académique, il est question d'un "Etui en cuivre avec thermomètre n° 353 à maximum pour la chaleur terrestre (appareil qui a servi aux expériences de Pregny) [construit par] Artaria [et donné au Musée Académique en] 1834 [par] MMs de la Rive et Marcet" [6]. Sans aucun doute, il s'agit bien là de notre thermomètre, qui fut donc utilisé par Auguste de la Rive et François Marcet pour des recherches, effectuées à Pregny, sur la chaleur terrestre.

Rappelons qu'Auguste de la Rive (1801–1873) fut un illustre personnage du monde de la physique. Il apporta d'importantes contributions principalement dans les domaines de l'électricité et du magnétisme, mais s'intéressa aussi à de nombreux autres sujets, comme la calorimétrie ou la physique terrestre par exemple. Très réputé aussi bien à Genève qu'à l'étranger, de la Rive entretint, durant toute sa vie, d'étroites relations avec la plupart des grands scientifiques de son époque, dont Ampère, Arago, Faraday et Regnault.

Quant à François Marcet (1803–1883), issu d'une famille genevoise versée dans les sciences [7], il se dédia dès sa jeunesse à la physique et à la chimie. Il s'appliqua notamment, avec succès, à l'étude de la physique du globe, des phénomènes de l'ébullition, de l'évaporation et du rayonnement.

François Marcet et Auguste de la Rive travaillèrent souvent ensemble et menèrent à bien, en particulier, d'intéressantes recherches concernant les chaleurs spécifiques et la physique terrestre. Les expériences de Pregny, au cours desquelles fut utilisé le thermomètre d'Artaria du Musée d'Histoire des Sciences de Genève (n° inv. 587), portaient justement, ainsi que nous l'avons vu [8], sur la physique terrestre. Mais en quoi ces expériences consistèrent-elles exactement?

III — LES EXPERIENCES DE PREGNY

La biographie d'Auguste de la Rive écrite par J.L. Soret en 1877 nous apprend que les expériences de Pregny eurent leur origine en 1831, lorsqu'un agronome, à la recherche d'une source d'eau jaillissante, décida de tenter le forage d'un puits artésien dans sa propriété de Pregny, près de Genève [9]. Ayant atteint une profondeur de 547

pieds (180 mètres environ) sans trouver de source jaillissante, l'agronome renonça à l'entreprise, mais "... il fit savoir qu'il était prêt à faciliter la continuation du travail aux personnes qui pourraient être disposées à pousser plus loin l'expérience. MM. de la Rive et Marcet comprirent, qu'outre l'intérêt s'attachant à la question principale, celle de la possibilité de trouver de l'eau, il y avait là une occasion de recherches scientifiques d'une grande valeur." [10]. Auguste de la Rive et François Marcet décidèrent donc de poursuivre le forage et relatèrent les expériences qu'ils réalisèrent en cette occasion dans un Mémoire, lu le 18 avril 1834 à la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève [11].

Dans ce mémoire, qui constitue une documentation extrêmement précieuse, les auteurs précisent les raisons scientifiques qui les poussèrent à s'intéresser au puits de Pregny. Pour eux, c'était "... une occasion peut-être unique de faire dans notre pays quelques recherches scientifiques de physique terrestre qui pouvaient ne pas être sans intérêt, dans ce moment surtout où les questions de ce genre occupent beaucoup les savans. La détermination de la température de notre sol à des profondeurs considérables, de la loi que cette température suit dans ses variations; la connaissance de la constitution géologique de notre bassin, l'influence du magnétisme terrestre sur des barres de fer très longues, et pénétrant fort avant dans le sol, tels étaient quelques-uns des points qui, indépendamment de ceux relatifs au niveau de l'eau dans le puits foré, nous paraissaient dignes d'être explorés avec attention." [12].

De la Rive et Marcet se lancèrent donc dans ces différentes expériences. Ils étudièrent le puits, les "... variations du niveau de l'eau dans son intérieur." [13], effectuèrent un "Examen géologique des couches de terrain traversées par la sonde." [14] (fig. 2), et examinèrent l'effet du magnétisme terrestre sur des aiguilles de fer placées au fond du puits. Cependant, la partie principale de leurs travaux à Pregny fut consacrée à la mesure de "... la température du puits à différentes profondeurs." [15], sujet qui nous concerne tout spécialement dans le cadre des recherches sur le thermomètre d'Artaria du Musée de Genève (n° inv. 587).

IV — LES MESURES DE TEMPERATURE TERRESTRE REALISEES A PREGNY ET LE THERMOMETRE D'ARTARIA

A l'époque de l'expérience de Pregny, l'étude de la température de l'écorce terrestre était une question qui passionnait le monde scientifique dans le cadre des recherches sur la terre et son origine. En effet, plusieurs savants, dont Descartes au XVII^e siècle [16], Buffon au XVIII^e siècle [17], et encore Fourier au début du XIX^e siècle [18], avaient supposé l'existence d'un feu central au coeur de notre planète, qu'ils considéraient comme étant en cours de refroidissement. Or, pour asseoir ces théories, il était capital de connaître la température interne de la terre.

Diverses mesures de température terrestre avaient donc été réalisées, notamment dans des mines, et ces relèvements, bien que rendus fort imprécis par la circulation de



FIG. 3.

Le thermomètre à maximum et minimum à index de mercure signé "Termometrografo per luoghi inaccessibili Bellani inventò e fece", utilisé par de la Rive et Marcet à Pregny. Conservé au Musée d'Histoire des Sciences de Genève (n° inv. 582).

l'air et par les travaux d'exploitation des mines mêmes, avaient montré qu'à partir d'une profondeur d'une vingtaine de mètres, la température du sol demeurait invariable toute l'année, et que la température augmentait avec la profondeur [19].

Pour obtenir des données plus exactes, François Arago, astronome et physicien français de renom, s'était attaché à mesurer, à partir de 1820 et pendant plus de vingt ans, la température de l'eau jaillissante à la surface des puits artésiens, et il en déduisait la température de la terre à la profondeur du puits considéré. Ses résultats confirmaient l'existence de températures plus élevées à partir d'une certaine profondeur [20].

Cependant, les lois d'après lesquelles la température terrestre variait restaient obscures [21], et tout nouveau relèvement de température terrestre était donc naturellement fort bienvenu. C'est dans ce contexte que se situent les mesures de Pregny. Dans leur mémoire, Auguste de la Rive et François Marcet confirment qu'il y avait "... encore beaucoup d'incertitude, [...] sur la véritable progression que suit l'accroissement de la température de la terre à des profondeurs toujours plus grandes." [22], et ils ajoutent "S'il est vrai surtout que la loi de l'augmentation soit différente suivant le pays, c'était un motif de plus de chercher dans une occasion semblable à celle qui se présentait à nous, à déterminer cet élément dans un pays de montagnes comme le nôtre, où il ne l'avait point encore été." [23].

En outre, les conditions de mesure qui se présentaient aux deux genevois étaient particulièrement favorables puisque, d'après eux, "... aucune des sources d'erreur que nous avons signalées ne pouvait se présenter ici. L'accès de l'air intérieur ne peut avoir lieu, puisque le puits est rempli d'eau, et l'on se trouve ainsi à l'abri de l'influence de la circulation des couches d'air inégalement chaudes; d'un autre côté le petit diamètre du puits nous garantit que l'eau ou plutôt l'espèce de boue dont il est rempli, est bien en équilibre de température à chaque profondeur avec la couche de terrain correspondante. Enfin l'absence même si fâcheuse sous d'autres rapports d'eau jaillissante, nous met à l'abri des changemens de température qui peuvent provenir des courans d'eau intérieurs. Ce puits est pour ainsi dire un trou pratiqué dans la terre à différentes profondeurs successives, exactement de la dimension suffisante pour y introduire un thermomètre, et pour déterminer à chaque augmentation de profondeur la température du fond." [24].

Du point de vue pratique, l'un des problèmes qui préoccupèrent le plus de la Rive et Marcet fut la recherche d'un thermomètre approprié et nous retrouvons, dans le mémoire des deux savants [25], le thermomètre d'Artaria (n° inv. 587) dont l'aspect si massif a motivé notre recherche.

De la Rive et Marcet expliquent: "Nous avons d'abord essayé de faire usage d'un thermomètre dont la boule garnie de cire et autres substances très peu conductrices du calorique, pourrait conserver long-temps la température qu'elle aurait acquise; plongeant ce thermomètre à une certaine profondeur, et le laissant le temps suffisant pour qu'il se fût mis en équilibre de température avec la couche dans laquelle il était placé, nous le retirions ensuite promptement afin qu'il n'eût pas le temps de se refroidir. Mais ce procédé ne pouvait être employé pour des profondeurs qui dépassaient 200 ou 300 pieds; car on ne pouvait ni retirer le thermomètre assez vite à cause de la boue épaisse qui

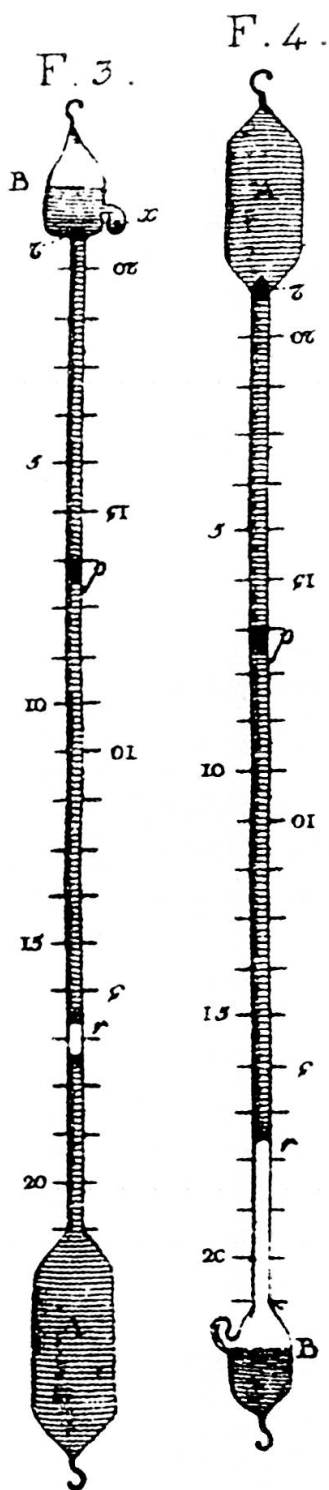


FIG. 4.

Schéma du thermomètre à index de mercure de Bellani montrant, à gauche, son emploi en tant que thermomètre à maximum et, à droite, son usage en tant que thermomètre à minimum (Bellani, "Memoria sopra Un nuovo Termometrografo...", in Giornale di fisica, chimica e storia naturale del regno italico, vol. 4 (1811), pp. 89-110.)

remplissait le petit trou, ni à cause du diamètre trop petit du puits, entourer la boule de l'instrument d'une couche isolante assez considérable pour qu'elle pût conserver la température qu'elle avait acquise. Nous nous vîmes donc obligés de recourir à un thermomètre à maximum; mais, comme d'un autre côté il nous était impossible d'éviter toute secousse en remontant l'instrument, nous ne pouvions employer les thermomètres ordinaires à curseur. Nous essayâmes de leur substituer celui de M. Bellani dans lequel le curseur en acier, retenu par un crin qui fait l'office d'un ressort, se trouve placé dans une colonne d'alcool et poussé par celle de mercure. Le mélange du mercure et de l'alcool pouvant donner lieu facilement à quelques dérangemens dans l'instrument, nous fîmes, après quelques essais, construire un gros thermomètre à mercure dans lequel le curseur, poussé par la colonne thermométrique dans l'espace vide placé au-dessus, s'arrêtait à la plus grande hauteur à laquelle cette colonne était parvenue. Il y demeurait fixe malgré de très-fortes secousses, par l'effet du petit ressort en crin, dont la force était calculée de manière à produire ce résultat, sans cependant opposer une résistance trop grande à l'action impulsive de la colonne de mercure. Nous dûmes à l'adresse et à la persévérance de M. Artaria plusieurs thermomètres qui remplissaient parfaitement bien cette condition importante." [26].

Voilà donc les circonstances dans lesquelles fut construit le thermomètre robuste et particulier qui nous intriguait tant (n° inv. 587).

Toujours dans leur mémoire, de la Rive et Marcet précisent aussi que "Pour pouvoir descendre les thermomètres dans le puits, nous les avons d'abord enfermés dans des étuis de fer-blanc, mais la pression de l'eau qui, à une certaine profondeur, brisait les étuis et l'instrument qu'ils renfermaient, nous obligea de recourir à des étuis en cuivre beaucoup plus forts, qui résistèrent très-bien à la pression, sans laisser néanmoins pénétrer la plus petite quantité d'eau dans leur intérieur, tant ils étaient hermétiquement fermés." [27].

Ainsi, l'étui du thermomètre d'Artaria conservé au Musée d'Histoire des Sciences de Genève revit dans ces lignes et il constitue, comme le thermomètre même, un précieux et vivant témoignage de l'expérience de Pregny.

V — LE THERMOMETRE DE BELLANI UTILISE A PREGNY

En fait, le mémoire de de la Rive et Marcet [28], qui s'est révélé être une source d'informations extrêmement précieuse, devait encore nous réserver une agréable surprise.

Il nous apprend que les deux scientifiques utilisèrent à Pregny un deuxième thermomètre qu'ils décrivent en ces termes: "Nous avons aussi fait usage, mais seulement vers la fin de nos observations, d'un thermomètre à maximum de M. Bellani, fondé sur un principe complètement différent, et sur les indications duquel les secousses ne pouvaient avoir aucune espèce d'influence. Dans ce thermomètre une petite bulle de mercure placée au milieu de la colonne d'alcool indiquait par sa position quelle était la

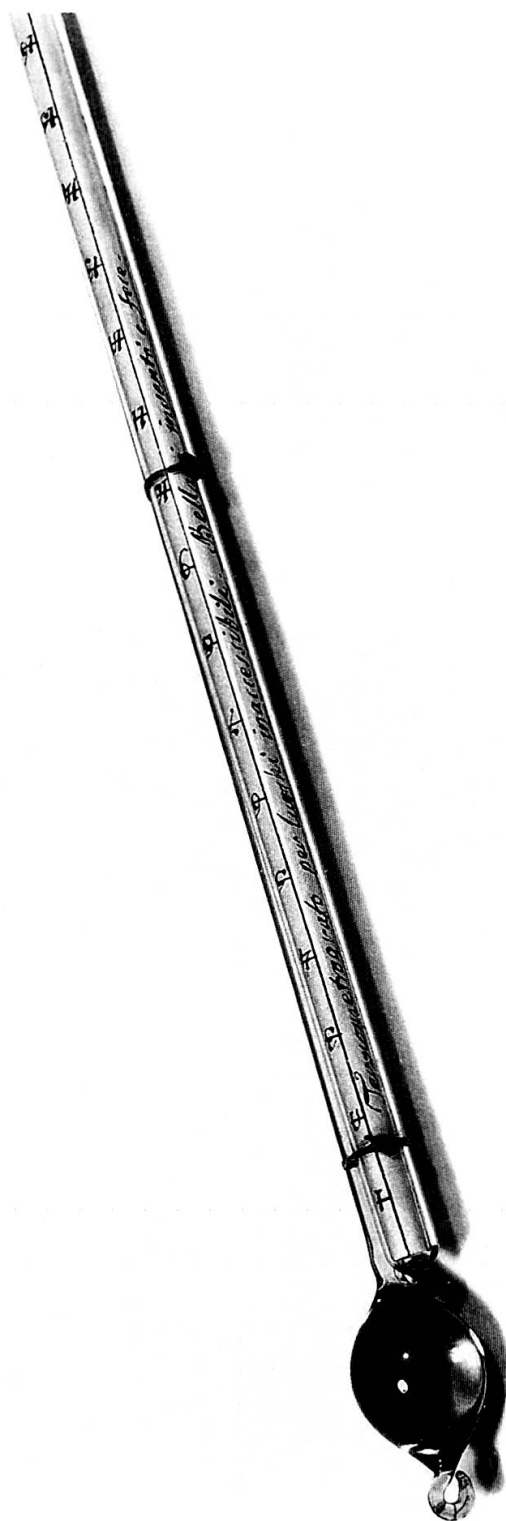


FIG. 5.

Détail du thermomètre à index de mercure de Bellani utilisé par de la Rive et Marcet à Pregny (n° inv. 582).

quantité de liquide qui était sortie de cette colonne, et par conséquent quelle avait été la température la plus élevée à laquelle l'instrument avait été exposé." [29].

Or, le Musée d'Histoire des Sciences de Genève possède un thermomètre (n° inv. 582) qui correspond exactement à cette description (fig. 3 et 5). Cette pièce, signée "Termometrografo per luoghi inaccessibili Bellani inventò e fece", date de la première moitié du XIX^e siècle. Elle fut donnée au Musée d'Histoire des Sciences par l'Institut de Physique de Genève, qui avait lui-même hérité, en 1872, les instruments du Musée Académique [30]. Ce thermomètre faisait donc très vraisemblablement partie des collections du Musée Académique et on peut certainement l'identifier avec la pièce inventoriée dans le catalogue du Musée Académique sous le nom de "Thermomètre à alcool avec index de mercure [construit par] Bellani [et entré au Musée Académique en] 1833" [31]. Ainsi, il est à remarquer que ce thermomètre de Bellani (n° inv. 582) entra au Musée Académique exactement à l'époque de l'expérience de Pregny et, par conséquent, tout porte à croire qu'il s'agit bien là du deuxième thermomètre employé par de la Rive et Marcet.

Précisons que ce thermomètre de Bellani est constitué d'un tube capillaire terminé de chaque côté par un récipient (fig. 4). Il contient de l'alcool, un peu d'air raréfié et une gouttelette de mercure de diamètre supérieur à celui du tube. Pour mesurer la température maximale à laquelle l'instrument allait être exposé, le thermomètre était placé verticalement et la goutte de mercure était située dans le récipient supérieur, au début du tube capillaire. Lorsque la température augmentait, l'alcool se dilatait et montait dans le récipient supérieur sans déplacer la goutte puis, lorsque la température diminuait, l'alcool, en se contractant, entraînait la goutte dans le tube capillaire. Le déplacement de la goutte de mercure dans le tube indiquait la différence entre la température maximale rencontrée et les températures initiale et finale, supposées connues et égales entre elles. Ce thermomètre permettait également, via quelques manipulations supplémentaires, de déterminer les températures minimales auxquelles il était exposé.

Angelo Bellani (1776–1852), physicien de renom, décrivit ce thermomètre dans un mémoire publié en 1811 [32], en précisant toutefois qu'il avait inventé cet instrument quelques années auparavant [33]. Le savant italien destinait ce thermomètre à la mesure des températures des lieux inaccessibles à l'homme et, d'après lui, "Nè solamente si potrà impiegare questo Termometrografo ne' mari, ne' laghi, stagni, o acque correnti, ma nelle fessure della terra eziandio, e delle ghiacciaje perpetue, e potrassi innalzare ne' globi aereostatici senza bisogno d'osservatore per indicare le temperature delle maggiori altezze..." [34].

Ajoutons que Bellani étudia en profondeur, au cours de son existence, le fonctionnement pratique de divers types de thermomètres et qu'il créa en Italie l'industrie de ces instruments. Il mena aussi des recherches sur l'ébullition des liquides, inventa divers appareils et laissa de remarquables écrits sur plusieurs sujets.

Nous avons déjà dit que l'exemplaire de thermomètre à index de mercure du Musée de Genève (n° inv. 582) était signé par Bellani. Il fut donc construit par son inventeur même, ce qui lui confère des lettres de noblesse très appréciées par les historiens des

instruments scientifiques anciens. Ainsi, cet instrument constitue en soi une pièce très intéressante, de par son principe de fonctionnement très original et de par sa signature. De plus, son rôle dans l'expérience de physique terrestre de Pregny est désormais dévoilé, ce qui ne peut qu'accroître le prestige de ce thermomètre.

Remarquons que de la Rive et Marcet, en scientifiques consciencieux, utilisèrent deux thermomètres, celui d'Artaria et celui de Bellani, de type différent l'un de l'autre, afin de vérifier soigneusement leurs mesures et, d'après eux, "Le parfait accord que nous avons trouvé entre les indications de ces instrumens employés soit simultanément, soit successivement, ne nous laisse aucun doute sur l'exactitude des résultats auxquels nous sommes parvenus..." [35].

VI — LES RESULTATS OBTENUS A PREGNY ET LEUR IMPORTANCE

Avec les deux thermomètres que nous avons étudiés (n° inv. 582 et 587), de la Rive et Marcet relevèrent la température du sol tous les 50 pieds (15 mètres environ), à partir de 30 jusqu'à 680 pieds (de 10 à 220 mètres environ) de profondeur. Ils répétèrent leurs relevements après quelque temps, obtenant finalement deux séries d'une quinzaine de mesures chacune, parfaitement en accord l'une avec l'autre. Les deux genevois conclurent que "... à partir d'une profondeur de 100 pieds au-dessous de la surface du sol, profondeur à laquelle le thermomètre se tient à $8^{\circ},75^{\circ}\text{R}$., l'accroissement de la température suit jusqu'à 680 pieds une progression uniforme et parfaitement régulière, et [...] il est d'un peu moins de 1°R ., exactement de $0^{\circ},875^{\circ} [\text{R}]$, pour chaque enfoncement de 100 pieds." [36]. Ainsi, d'après de la Rive et Marcet, la température de la terre augmente proportionnellement à la profondeur à raison de 1°C tous les 29,7 mètres (nous avons utilisé pour la conversion $80^{\circ}\text{R} = 100^{\circ}\text{C}$ et $100 \text{ pieds} = 32,484 \text{ mètres}$).

Nous avons déjà observé que les savants, au début du XIX^e siècle, étaient fort intéressés par l'étude de la température terrestre et en fait, l'impact de l'expérience de Pregny sur le monde scientifique de l'époque fut loin d'être négligeable. On peut en juger, notamment, par le fait que Siméon Denis Poisson (1781–1840), éminent mathématicien et physicien, l'un des pères de la physique mathématique, utilisa pour ses propres calculs les températures relevées à Pregny par de la Rive et Marcet.

Dans son célèbre ouvrage "Théorie mathématique de la chaleur" datant de 1835 [37], Poisson représente la température terrestre u par la formule $u = f + gx$ (où x correspond à la profondeur, f à la température à la surface et g à l'accroissement de température par mètre de profondeur), et il écrit que "Pour exemple de la détermination des deux inconnues f et g , je prendrai les observations que M. A. De La Rive a faites dans une campagne près de Genève, [...] Le plus grand nombre de ces températures ont été mesurées deux fois: j'ai pris alors pour la valeur de u , la demi-somme des deux valeurs observées, et qui étaient peu différentes l'une de l'autre; il en est résulté dix-huit équations de condition en employant seulement les températures mesurées à des profondeurs d'environ 20 mètres et au-delà." [38]. Poisson conclut "... par la méthode des moindres

carrés, [...] qu'aux environs de Genève la température de la terre augmente de $0^{\circ}.0307^{\circ}$ [C] pour chaque mètre de profondeur, ou d'un degré [centigrade] pour 32m.55" [39].

Ce résultat diffère de celui de de la Rive et Marcet, d'après lesquels l'augmentation était de 1° C tous les 29,7 mètres. Nous avons refait les calculs de linéarisation suivant exactement les mêmes étapes que Poisson et avons obtenu une augmentation de température de $0,0337^{\circ}$ C par mètre, c'est-à-dire 1° C tous les 29,7 mètres, ce qui confirme le résultat des deux savants genevois. La différence entre le coefficient de proportionnalité correct, $0,0337^{\circ}$ C par mètre, et le coefficient fourni par Poisson, $0,0307^{\circ}$ C par mètre, pourrait vraisemblablement être due à une erreur de transcription dans l'ouvrage de Poisson, ce qui paraît d'autant plus plausible que le mathématicien n'exécuta pas les calculs lui-même. Il précise en effet que "Tous les calculs numériques dont les résultats sont donnés dans ce chapitre, ont été faits par le neveu de M. Bouvard, actuellement élève de l'Observatoire." [40].

De son temps, l'expérience de Pregny ne jouit pas seulement de la considération de Poisson mais aussi de celle d'Alexander von Humboldt, ainsi qu'en témoigne en 1883 le scientifique genevois Charles Cellierier: "... le résultat obtenu à Pregny fut [...] de suite signalé par Humboldt comme préférable à tout autre." [41]. Rappelons qu'Alexander von Humboldt (1769–1859) fut un célèbre naturaliste, savant et voyageur prussien, dont les travaux contribuèrent au développement de la géologie, de la biogéographie, de la climatologie et de l'océanographie.

En particulier, Humboldt parle de l'expérience de de la Rive et Marcet dans une lettre adressée le 6 septembre 1843 à François Arago; cette lettre fut publiée parmi les Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris [42]. Dans ce document, le savant prussien présente les températures relevées en 1843 dans le puits artésien de New-Salzwerck, en Westphalie, et il les compare avec celles mesurées par Arago à la même époque dans un puits artésien en France, et avec celles obtenues par de la Rive et Marcet à Pregny en 1833. Il constate que "M. de la Rive trouve, pour un puits de 221 mètres de profondeur avec un thermomètre à maximum de Bellani, $0^{\circ}.875^{\circ}$ du thermomètre de Réaumur pour chaque enfoncement de 100 pieds; ce qui fait, si je calcule bien, 29m,6 pour 1 degré centigrade..." [43].

Dans cette lettre à Arago, l'opinion de Humboldt sur le travail de de la Rive et Marcet se révèle clairement: "Le nombre d'observations dignes de foi et faites dans des circonstances semblables est encore bien petit; j'ose te rappeler que les résultats publiés par MM. de la Rive et Marcet, en 1837 [erreur de Humboldt, la date effective est 1833], s'accordent singulièrement avec celles de New-Salzwerck, faites sans doute avec moins de précision." [44]. Il s'agit là d'un remarquable compliment pour les deux scientifiques genevois!

En outre, Humboldt fait référence à l'expérience de Pregny dans "Kosmos" [45], son œuvre principale où il expose sa description et sa conception de l'ensemble du monde physique.

Le premier volume de cet ouvrage contient, entre autres, une étude de la température interne de la terre, et le savant prussien observe que "D'après les expériences assez

concordantes auxquelles on a soumis l'eau de divers puits artésiens, il paraît qu'en moyenne la température de l'écorce terrestre augmente dans le sens vertical, avec la profondeur, à raison de 1° du thermomètre centigrade pour 92 pieds de Paris (30 mètres)." [46]. Ces propos sont illustrés par trois exemples de puits situés à diverses altitudes par rapport au niveau de la mer: "L'accroissement de chaleur indiqué par le puits de Grenelle, à Paris, est de 1° pour 32 m.; par le puits artésien de Neu-Salzwerk, près de Minden, en Prusse, de 1° pour 29m,6; à Prégny, près de Genève, l'orifice du puits artésien est situé à 490 m au-dessus du niveau de la mer, et pourtant l'accroissement y est encore de 1° pour 29m,6 d'après Auguste De la Rive et Marcet." [47].

Dans le quatrième tome de "Kosmos", Humboldt reprend son étude de la chaleur terrestre et il précise encore une fois, au sujet des puits de Grenelle et de Neu-Salzwerk: "J'ai déjà fait remarquer ailleurs qu'Auguste de la Rive et Marcet ont constaté un résultat identique dans le puits artésien de Brégny, près de Genève, dont la profondeur n'est que de 221 m. (680 p.), bien qu'il soit à plus de 1500 pieds au-dessus de la mer Méditerranée." [48]. Le savant prussien ajoute que "La comparaison d'un grand nombre de puits artésiens, situés aux environs de Lille avec ceux de Saint-Ouen et de Genève permettrait d'attribuer une plus grande influence à la conductibilité des roches et des couches terrestres, si l'on pouvait avoir une égale confiance dans la justesse de tous les résultats." [49]. Ainsi Humboldt, qui tenait en une grande estime les mesures de Pregny, n'avait apparemment pas la même considération pour toutes les autres expériences de ce type.

Les résultats de Pregny furent donc fort appréciés à leur époque et ils méritent effectivement beaucoup d'attention, vu le sérieux et le soin avec lequel ils furent obtenus. D'ailleurs, de nos jours, les mesures de la température interne de la terre sont encore considérées comme fort délicates, notamment à cause de difficultés déjà signalées, pour la plupart, par Auguste de la Rive et François Marcet.

VII — CONCLUSION

Ainsi que nous l'avons vu, le point de départ de la recherche présentée dans cet article a été l'étude d'un thermomètre du Musée d'Histoire des Sciences de Genève, le thermomètre à maximum d'Artaria (n° inv. 587), dont l'histoire a pu être retracée. A partir de là, d'autres faits intéressants ont pu être découverts et les informations recueillies ont, en particulier, permis de mettre en évidence le rôle joué dans l'expérience de Pregny par un autre thermomètre du Musée de Genève, le thermomètre à index de mercure de Bellani (n° inv. 582). Enfin, l'expérience de Pregny, réalisée par Auguste de la Rive et François Marcet, s'est révélée très intéressante et, à travers les écrits des scientifiques de l'époque, nous avons pu mettre en valeur le succès qu'elle remporta en son temps.

Ainsi, les thermomètres d'Artaria et de Bellani du Musée de Genève furent protagonistes d'une expérience remarquable ce qui, sans aucun doute, revêt ces deux pièces, fort peu connues jusqu'à maintenant, d'un intérêt nouveau.

RÉSUMÉ

Dans cet article, nous montrons comment, à partir de l'étude d'un mystérieux thermomètre, qui ne ressemble à aucun autre, du Musée d'Histoire des Sciences de Genève, nous avons été amenés à découvrir plusieurs faits intéressants. En premier lieu, nous avons appris que ce thermomètre avait été construit par l'opticien genevois Artaria spécialement pour une expérience réalisée en 1833 à Pregny, près de Genève, par Auguste de la Rive et François Marcet. En étudiant cette expérience, nous avons constaté que de la Rive et Marcet avaient également employé, pour leurs mesures de Pregny, un thermomètre de Bellani, et nous avons pu identifier ce thermomètre, actuellement conservé, lui aussi, au Musée d'Histoire des Sciences de Genève. Enfin, l'analyse de la documentation que nous avons réunie a permis de mettre en valeur l'importance de l'expérience de Pregny, peu connue de nos jours, mais qui remporta un vif succès dans le monde scientifique de l'époque.

NOTES

1. Jan Hendrik VAN SWINDEN, *Dissertation sur la comparaison des thermomètres* (Amsterdam, 1778), p. 3.
2. *Ibid.*
3. Jacques Louis SORET, *Auguste de la Rive* (Genève, 1877), p. 194.
4. Margarida ARCHINARD, "A la recherche des collections perdues à Genève", in *Musées de Genève*, n° 276 (juin 1987), pp. 3–9.
5. MS Genève, Musée d'Histoire des Sciences, Z 278, "Musée Académique — Catalogue du Cabinet de Physique".
6. *Ibid.*, p. 8.
7. Charles CELLERIER, "Rapport du Président de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève pour l'Année 1883", in *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, vol. 28 (1883–1884), pp. I–XX (pp. II–VI).
8. MS Genève, Musée d'Histoire des Sciences, Z 278 (voir note 5), p. 8.
9. Soret (voir note 3).
10. *Ibid.*, p. 80.
11. Auguste DE LA RIVE et François MARCET, "Quelques Observations de Physique Terrestre, faites à l'occasion de la perforation d'un puits artésien, et relatives principalement à la température de la terre à différentes profondeurs", in *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, vol. 6 (1833), pp. 503–528.
12. *Ibid.*, p. 504.
13. *Ibid.*, p. 506.
14. *Ibid.*, p. 509.
15. *Ibid.*, p. 510.
16. René DESCARTES, *Principia philosophiae* (Amsterdam, 1644).
17. Georges Louis LECLERC, comte de BUFFON, *Supplément à l'Histoire naturelle, générale et particulière*, 7 vols (Paris, 1774–1789), t. II (1775).
18. Joseph FOURIER, *Théorie analytique de la chaleur* (Paris, 1822).

19. L. CORDIER, "Essai sur la température de l'intérieur de la terre", in *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de l'Institut de France*, vol. 7 (1827), pp. 473–555.
20. François ARAGO, "Sur les puits forés, connus sous le nom de puits artésiens, de fontaines artésiennes, ou de fontaines jaillissantes", in *Annuaire pour l'An 1835, présenté au Roi par le Bureau des Longitudes* (1834), pp. 181–258.
21. Cordier (voir note 19).
22. De la Rive et Marcet (voir note 11), p. 515.
23. *Ibid.*, p. 516.
24. *Ibid.*
25. *Ibid.*
26. *Ibid.*, p. 518.
27. *Ibid.*, p. 520.
28. *Ibid.*
29. *Ibid.*, p. 519.
30. Archinard (voir note 4).
31. MS Genève, Musée d'Histoire des Sciences, Z 278 (voir note 5), p. 9.
32. Angelo BELLANI, "Memoria sopra Un nuovo Termometrografo ossia Termometro per luoghi inaccessibili", in *Giornale di fisica, chimica e storia naturale del regno italico*, vol. 4 (1811), pp. 89–110.
33. Il est intéressant de noter que Middleton, dans son livre "A History of the Thermometer and Its Use in Meteorology" (Baltimore, 1966), attribue l'invention des thermomètres à index de mercure à Marsiglio Landriani. En fait, dans son mémoire (voir note 32), Bellani écrit que Landriani avait fait construire des thermomètres basés sur ce principe peut-être même avant lui mais, d'après Bellani, dans le seul but de rendre visible le mouvement de l'alcool dans des tubes extrêmement capillaires grâce à la gouttelette de mercure. D'ailleurs, Landriani présenta deux thermomètres à index de mercure, l'un à maximum et l'autre à minimum, dans un article publié en 1818 seulement, c'est-à-dire sept ans après le mémoire de Bellani (Marsiglio LANDRIANI, "Descrizione Di due Termometri che in assenza dell'osservatore uno indica il massimo, e l'altro il minimo di calore; e del Lucimetro", in *Giornale di fisica, chimica, storia naturale, medicina ed arte*, Decade II, vol. 1 (1818), pp. 413–420). L'invention des thermomètres à index de mercure semble donc pouvoir être certainement attribuée à Angelo Bellani.
34. Bellani (voir note 32), p. 17. Traduction: "Non seulement ce Thermomètre pourra être employé dans les mers, dans les lacs, étangs, ou eaux courantes, mais également dans les fissures de la terre et des glaciers perpétuels, et il pourra s'élever dans les globes aérostatiques sans besoin d'observateur pour indiquer les températures des plus grandes hauteurs...".
35. De la Rive et Marcet (voir note 11), p. 519.
36. *Ibid.*, p. 525.
37. Siméon Denis POISSON, *Théorie mathématique de la Chaleur* (Paris, 1835).
38. *Ibid.*, p. 418.
39. *Ibid.*
40. *Ibid.*
41. Cellierier (voir note 7), p. III.
42. Alexandre de HUMBOLDT, "Température des eaux fournies par le puits artésien de New-Salswerck, en Westphalie. (Extrait d'une Lettre de M. de Humboldt à M. Arago)", in *Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, vol. 17 (2e semestre 1843), pp. 600–603.
43. *Ibid.*, p. 602.
44. *Ibid.*
45. Alexander von HUMBOLDT, *Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, 5 vols (Stuttgart und Tübingen, 1845–1862).

46. Alexandre de HUMBOLDT, *Cosmos, Essai d'une description physique du monde*, 5 vols (Paris, 1846–1859), t. 1, 1^{ère} partie (1846), p. 196.
47. *Ibid.*, p. 498.
48. Humboldt (voir note 46), t. 4 (1859), p. 41.
49. *Ibid.*, p. 547.