



## Recherches expérimentales sur le psychromètre à fronde

J. Macé de Lépinay

### ► To cite this version:

J. Macé de Lépinay. Recherches expérimentales sur le psychromètre à fronde. J. Phys. Theor. Appl., 1881, 10 (1), pp.17-24. <10.1051/jphystap:018810010001701>. <jpa-00237765>

**HAL Id: jpa-00237765**

**<https://hal.science/jpa-00237765v1>**

Submitted on 4 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

---

**RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LE PSYCHROMÈTRE A FRONDE;**

PAR M. J. MACÉ DE LÉPINAY.

Le psychromètre est extrêmement commode pour les usages de la Météorologie; mais, sous sa forme actuelle, il est soumis à de

*J. de Phys.*, t. X. (Janvier 1881.)

2

nombreuses causes d'erreur, qui ont été longuement étudiées par Regnault, et qui sont les suivantes :

1° Dans la formule employée,

$$f' - f = AH(t - t'),$$

où  $t$  et  $t'$  sont les températures indiquées par les deux thermomètres sec et humide,  $f'$  la tension maxima de la vapeur d'eau à la température  $t'$ ,  $f$  la tension actuelle cherchée de la vapeur d'eau dans l'atmosphère,  $H$  la pression atmosphérique mesurée en millimètres de mercure, le coefficient  $A$  dépend essentiellement du lieu où l'on opère. C'est ainsi que, d'après Regnault, ce coefficient varie de 0,00074 à 0,00128, selon qu'on opère à l'air libre ou dans une petite salle fermée (<sup>1</sup>).

2° Ce coefficient dépend également, et dans une forte proportion, de la vitesse avec laquelle l'air circule autour du réservoir du thermomètre mouillé (cette vitesse n'est autre que la vitesse du vent, lorsqu'on opère à l'air libre). Il résulte de là qu'il est impossible d'employer pratiquement le psychromètre à l'air libre, en lui conservant sa forme actuelle.

3° Dans aucun cas, le coefficient  $A$  ne prend la valeur qu'August, de Berlin, a calculée par la théorie ; mais sa valeur déterminée par l'expérience est notablement supérieure à la précédente.

Toutes ces causes d'erreur peuvent disparaître complètement, ainsi que l'expérience a pu le montrer, par l'emploi simultané de deux thermomètres à fronde : l'un sec, destiné à mesurer la température de l'air ambiant ; l'autre, dont le réservoir est entouré de mousseline constamment humide et qui donnera la température  $t'$ . Les considérations qui me conduisirent à cette modification du psychromètre furent les suivantes.

Un thermomètre sec, suspendu à la muraille d'une chambre, est fortement influencé par le rayonnement des corps voisins, tandis qu'un thermomètre à fronde donne seul avec une exactitude suffisante la température de l'air ambiant, ce qui tient à ce qu'un contact plus parfait s'établit entre le réservoir du thermomètre et l'air atmosphérique. Les mêmes considérations sont directement applicables à un thermomètre à réservoir mouillé.

---

(<sup>1</sup>) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. XV.

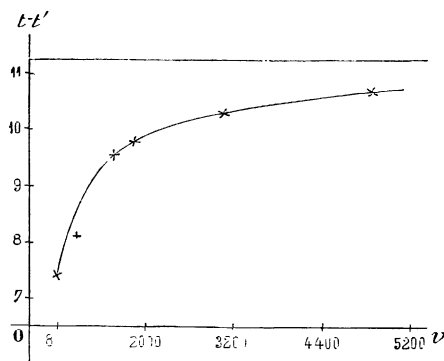
D'autre part, Regnault, en faisant circuler avec une vitesse croissante de l'air sec dans un tube dans lequel était suspendu un psychromètre, obtint pour  $t - t'$  les valeurs suivantes :

$t$ .	$t - t'$ .	Gaz écoulé en une minute.
$14,96^{\circ}$	$7,38^{\circ}$	797 <sup>cc</sup>
"	8,09	1096
"	9,54	1466
"	9,80	1845
"	10,29	3045
"	10,63	5067

La valeur de  $t - t'$ , calculée par la formule d'August, est  $11^{\circ}, 23$ .

Mais traçons une courbe représentative de ces expériences en prenant pour abscisses les volumes du gaz écoulé, pour ordonnées les valeurs de  $t - t'$ . Nous obtiendrons la courbe de la fig. 1. Cette

Fig. 1.



courbe nous montre de suite que, pour des vitesses de déplacement de gaz de plus en plus grandes, la différence  $t - t'$  augmente rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement, et semble tendre vers une valeur limite, peu différente de la valeur théorique lorsque la vitesse du gaz devient assez grande.

Une conséquence immédiate de ces résultats est que, en em-

ployant un thermomètre mouillé à fronde tournant avec une vitesse suffisante, on arrivera à obtenir pour A une valeur sensiblement constante, c'est-à-dire indépendante d'une variation dans la vitesse de rotation de l'appareil, et par suite aussi de la vitesse du vent. C'est ce que l'expérience, comme on le verra plus loin, vérifie complètement.

*Marche des expériences.* — On prit, pour vérifier l'exactitude de ces prévisions, deux thermomètres à fronde, gradués en degrés seulement, mais au moyen desquels on obtenait facilement le dixième de degré. Une plus grande précision des mesures était inutile, car, pendant la durée même d'une expérience, les indications de l'un comme de l'autre des thermomètres éprouvaient parfois des variations qui atteignaient ou dépassaient même 0°, 1.

Le réservoir du thermomètre humide était entouré d'un morceau de mousseline en une seule épaisseur sur toute la longueur du réservoir, mais repliée en une sorte de nœud épais immédiatement au-dessus. Grâce à cette disposition, en imprégnant bien complètement d'eau distillée le morceau de mousseline, l'eau s'écoulait d'une manière continue du nœud sur l'enveloppe du réservoir, et cela partie par capillarité, partie aussi, pendant la rotation, par l'action de la force centrifuge.

On peut constater aisément d'ailleurs que, dans ces conditions, l'enveloppe du réservoir restait parfaitement humectée d'eau même après une ou deux minutes de rotation, temps plus que suffisant pour que la température donnée par le thermomètre mouillé atteignît sa valeur minima. La meilleure preuve que les conditions nécessaires étaient bien remplies se trouve dans ce fait que la température minima, une fois atteinte, restait fixe pendant assez longtemps en continuant le mouvement de rotation. Si l'eau humectant l'enveloppe eût été trop rapidement épuisée, la température n'aurait pas tardé à remonter.

Pour effectuer une expérience, on employait, concurremment au psychromètre à fronde, l'hygromètre à condensation si précis de M. Alluard. On préféra ce mode de mesure de la tension de la vapeur d'eau dans l'atmosphère à l'emploi de l'hygromètre chimique employé par Regnault, parce que ce dernier exige pour une opération complète un laps de temps trop considérable, pendant le-

quel l'état hygrométrique de l'air peut varier notablement, surtout lorsqu'on opère à l'air libre. On eut soin, pour éliminer ces mêmes causes d'erreur, de croiser les expériences, ainsi que le montre le Tableau suivant, relatif aux mesures effectuées le 18 octobre 1880 :

$$\begin{aligned} t' &= 15,65, \\ t &= 19,25, \\ \theta &= 13,35, \\ t &= 19,25, \\ t' &= 15,65. \end{aligned}$$

$\theta$  désigne, dans ce Tableau, la température à laquelle la rosée commence à se déposer sur la plaque dorée de l'hygromètre. De ces mesures on déduit

$$f = 11^{\text{mm}},423, \quad f' = 13^{\text{mm}},243,$$

et l'on obtient, en posant simplement  $f' - f = B(t - t')$ ,

$$B = 0,506.$$

*Résultats obtenus.* — I. On a vu plus haut les raisons pour lesquelles on pouvait espérer, par l'emploi du thermomètre humide à fronde, atteindre un abaissement de température indépendant de la vitesse relative de l'air par rapport au réservoir, par conséquent indépendant de la vitesse du vent lorsqu'on opère à l'air libre.

Pour contrôler l'exactitude de ces prévisions, il suffit, après avoir atteint la température minima  $t'$ , et cela en donnant au thermomètre un mouvement extrêmement rapide, de recommencer immédiatement l'expérience, mais en donnant un mouvement de rotation, le plus lent possible, au thermomètre. *Dans tous les essais qui furent faits, on ne put observer aucune différence entre les deux températures ainsi obtenues.*

Dans les expériences qui suivent (16 octobre 1880), on s'est proposé de suivre de plus près la marche du phénomène, en mesurant chaque fois, d'une part le nombre de tours effectués en une minute par le thermomètre (le mouvement donné étant bien régulier) et d'autre part la température minima obtenue. Les nombres trouvés ainsi furent les suivants :

Nombre de tours en une minute.	Vitesses relatives.	Température $t'$ .
99	248 <sup>m</sup>	15,20 <sup>o</sup>
171	429	15,20
186	467	15,15
240	602	15,30

Les nombres inscrits dans la deuxième colonne du Tableau expriment le chemin parcouru par le réservoir en une minute, ce qu'on obtient en multipliant le nombre de tours par la longueur de la circonférence décrite par ce réservoir (rayon de la circonférence, 0<sup>m</sup>,40 environ). Ces nombres expriment donc la vitesse relative de l'air par rapport au réservoir.

On voit que la température minima obtenue est indépendante, à 0<sup>o</sup>,1 près, de la vitesse de rotation. On peut aller encore plus loin, car les légères variations observées doivent être mises sur le compte des variations possibles de l'état hygrométrique de l'air. En effet, si elles provenaient réellement de l'influence de la vitesse de rotation, la température  $t'$ , au lieu de s'élever légèrement quand la vitesse devient très grande, devrait au contraire s'abaisser.

II. Le plus grand nombre des expériences a été fait dans une salle de faibles dimensions, munie de trois petites fenêtres qui restaient largement ouvertes pendant les mesures. On ne commençait d'ailleurs les expériences qu'après avoir maintenu les fenêtres ouvertes pendant une demi-heure environ, afin de permettre à l'état hygrométrique de la salle de se mettre en équilibre avec celui de l'air extérieur. Les valeurs obtenues pour B furent les suivantes :

$t$ .	$t'$ .	B.
19,35	14,65	0,545
16,45	10,95	0,502
17,15	12,40	0,524
19,25	13,70	0,529
19,25	14,85	0,520
19,25	15,65	0,506
11,25	7,80	0,550
Moyenne...		0,525

On peut conclure de ces expériences que la formule employée,

$$f' - f = B(t - t'),$$

permet de calculer avec une assez grande exactitude la tension actuelle de la vapeur d'eau. En effectuant en effet les calculs pour chaque expérience, et cela en employant la valeur moyenne 0,525 du coefficient, on retrouve la tension  $f$  observée à l'hygromètre à condensation, avec une erreur possible qui atteint au plus 0<sup>mm</sup>,1.

III. Ces mêmes expériences ont été reprises à l'air libre, au centre d'une vaste cour, et cela en profitant de journées où l'air était sensiblement calme. L'expérience a démontré en effet que, lorsque cette dernière condition n'est pas réalisée, les indications de l'hygromètre à condensation subissent de brusques variations, qui montent parfois à 1°.

Je dois ajouter d'ailleurs que le thermomètre humide suivait exactement ces variations, qui, pour lui, atteignaient dans les mêmes conditions 0°,6.

Voici les résultats obtenus dans les circonstances les plus favorables :

$t$ .	$t'$ .	B.
20,35	16,50	0,547
19,85	16,30	0,500
19,25	16,65	0,511
19,35	16,65	0,538
Moyenne...		0,524

On retrouve donc exactement la moyenne obtenue précédemment.

D'autres observations furent également faites dans la chambre où les premières mesures avaient été effectuées, mais dans des conditions différentes des premières : immédiatement après une expérience complète, faite avec toutes fenêtres ouvertes, on fermait rapidement ces dernières et on faisait tourner de suite le thermomètre à fronde humide. On observa constamment que la température minima  $t'$  ainsi obtenue était identique à celle que l'on venait de trouver immédiatement auparavant, les fenêtres étant

ouvertes. Or, dans ces circonstances, ni l'état hygrométrique ni la température de l'air n'avaient eu le temps de varier.

On peut donc conclure de toutes ces expériences que *les indications données par le psychromètre à fronde sont indépendantes du lieu où l'on opère et indépendantes de la vitesse du vent.*

On a donc dans le psychromètre à fronde un appareil extrêmement commode à manier et à transporter, et suffisamment précis, puisqu'il donne la tension de la vapeur d'eau à  $0^{\text{mm}}, 1$  près environ.

IV. De toutes ces expériences on peut tirer encore une autre conclusion, que les expériences de Regnault, discutées plus haut (*voir la fig. 1*), permettent de prévoir. La valeur moyenne de B étant  $0,525$  et la pression moyenne au lieu où furent faites toutes les observations étant  $758^{\text{mm}}$ , on peut calculer la constante A de la formule d'August :

$$f' - f = AH(t - t').$$

On trouve ainsi  $A = 0,000693$ , valeur qui ne diffère que de  $\frac{1}{10}$  environ de la valeur théorique ( $0,000635$ ), calculée par August.

---