HAL
open science

Actinométrie

M. Marié-Davy

To cite this version:

M. Marié-Davy. Actinométrie. J. Phys. Theor. Appl., 1875, 4 (1), pp.1-6. 10.1051/jphystap:0187500400100 . jpa-00237050

HAL Id: jpa-00237050
https://hal.science/jpa-00237050

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.

JOURNAL

DE PHYSIQUE

THÉORIQUE ET APPLIQUÉE.

ACTINOMÉTRIE;

PAR M. MARIÉ-DAVY,
Directeur de l'Observatoire météorologique de Montsouris.

L'actinométrie est entrée dans le cadre des observations régulières de la plupart des observatoires. Si les pluies fournissent aux plantes l'eau nécessaire à leur alimentation, si la chaleur met leurs organes dans des conditions favorables à l'exercice de leurs fonctions vitales et à la formation des produits organiques qu'on attend d'elles, c'est la lumière ou la chaleur rayonnante, d'origine solaire, qui seule fournit à leur travail la somme de force vive qu'elles y emmagasinent. Il est des récoltes qui, pour mûrir, exigent une température élevée; mais la plupart de celles qu'on demande au sol de la France ont surtout besoin d'un ciel clair et lumineux. Le degré d'éclairement du ciel est donc un des éléments les plus importants d'un climat.

Il ne s'agit plus ici, on le comprend, d'études théoriques sur la température du Soleil, sur la somme de rayons qu'il répand dans l'espace, sur les propriétés de ces rayons. Ces divers points formeront longtemps encore un sujet de travaux de laboratoire exigeant des appareils spéciaux et particulièrement, croyons-nous, la pile thermo-électrique. Ce qu'il nous faut, c'est un instrument d'observation courante comme le thermomètre ordinaire.

Article published online by EDP Sciences and available at http://dx.doi.org/10.1051/jphystap:0187500400100

L'actinomètre généralement employé en Angleterre est le thermomètre d'Herschel. Il se compose d'un thermomètre à mercure, à réservoir sphérique noirci au noir de fumée et renfermé dans un tube de verre renflé à son extrémité en un petit ballon dont le centre coïncide avec le centre du réservoir. Le vide est fait dans l'enveloppe autour du thermomètre. L'instrument est généralement couché à la surface d'un gazon bien découvert et loin de tout abri.

La loi du refroidissement de Newton est, dans ce cas, sensiblement vraie. En admettant que la boule noircie perde, par rayonnement, une quantité de chaleur proportionnelle à l'excès de sa température sur celle de l'enveloppe de verre, cet excès peut servir de mesure à la somme de rayons que reçoit la boule au travers de l'enveloppe vitreuse. Cette dernière en arrête, pour son propre compte, une proportion variable avec la nature et l'origine des rayons reçus, ce qui avait fait condamner par Arago ce genre d'appareils, qui n'est qu'une transformation du photomètre de Leslie. Arago avait raison sans doute de repousser le photomètre de Leslie en tant que photomètre général; mais l'objection perd à peu près toute sa valeur quand on applique l'instrument à la mesure de rayons ayant une même origine, le Soleil, malgré les altérations que l'état variable de l'atmosphère apporte à leur composition.

Le thermomètre d'Herschel nous paraît toutefois insuffisant, parce qu'on n'y connaît point la température de l'enveloppe vitreuse et que la mesure actinométrique se trouve ainsi fournie par une différence de deux nombres, dont un seul est exactement connu.

L'actinomètre de l'observatoire de Montsouris se compose de deux thermomètres semblables à celui d'Herschel; mais l'un d'eux seulement a sa boule noircie au noir de fumée; l'autre est à boule nue. Ces deux instruments sont portés par un même pied, à une hauteur d'environ $1^{m},80$ au-dessus d'un sol gazonné, dans un endroit bien découvert; leurs réservoirs sont à une distance l'un de l'autre juste suffisante, 30 à 40 centimètres, pour que la lumière réfléchie par l'un d'eux n'influence pas sensiblement l'autre.

Ces deux instruments marchent d'accord dans l'obscurité; dès qu'ils sont frappés par la lumière du jour, le noir marque un degré qui dépasse l'autre d'un nombre d'autant plus élevé que la lumière est plus vive. C'est la différence des deux températures que l'on prend pour degré actinométrique.

Cet actinomètre présente toutefois un grave défaut qu'il importe d'écarter. S'il est exactement comparable à lui-même, il ne l'est pas nécessairement à un autre semblable. La nature du verre et surtout les dimensions des thermomètres et de leurs enveloppes ont une influence marquée sur leurs indications, en sorte que, si l'on opère sans précaution, on s'expose à introduire dans la science des séries de nombres ayant chacune leur valeur individuelle, mais n'en ayant aucune comme données d'ensemble. D'un autre côté, les données actinométriques trouvent surtout leur intérêt actuel dans la comparaison entre la quantité de rayons qui nous parvient réellement et celle qui nous parviendrait si l'atmosphère était pure.

A mesure que le Soleil s'incline vers l'horizon dans sa course diurne ou annuelle, l'épaisseur de la couche atmosphérique traversée par ses rayons va croissant suivant une loi que Lambert a exprimée par la formule

$$\varepsilon = \sqrt{2rh + h^2 + r^2 \cos^2 z} - r \cos z,$$

dans laquelle r est le rayon terrestre, h la hauteur verticale de l'atmosphère et z la distance du Soleil au zénith. On trouvera, dans l'*Annuaire météorologique et agricole de Montsouris,* pour l'année 1875, la Table des valeurs de ε, calculées pour des distances zénithales z variant de dix en dix minutes de 10 à 90 degrés, ou pour des hauteurs H du Soleil au-dessus de l'horizon, allant de 80 degrés à zéro.

Le degré actinométrique théorique est, d'autre part, donné par la formule de Bouguer

$$\theta = A p^{\varepsilon},$$

dans laquelle A est la constante solaire compliquée de la constante instrumentale, et p la constante atmosphérique. Afin de vérifier si cette formule est applicable à l'actinomètre de Montsouris, on a choisi, parmi deux années d'observations, les jours pendant lesquels l'atmosphère s'est montrée le plus pure. En voici le tableau par ordre des valeurs décroissantes de ε :

Dates.	θ	ε	Moyennes. θ	Moyennes. ε
27 janvier 1873.....	12,2	2,496	12,2	2,496
24 septembre 1873. ..	13,7	1,524	13,7	1,524
25 mars 1873.....	14,0	1,455	14,0	1,455
21 avril 1874..... .	14,7	1,247	14,55	1,242
23 avril 1874	14,4	1,237		
27 avril 1874..... .	14,6	1,217	14,5	1,217
15 août 1873.....	14,4	1,216		
21 mai 1874.	14,9	1,138	14,7	1,138
20 juillet 1873.	14,5	1,134		

De ces six valeurs moyennes de θ et ε, transportées dans la formule de Bouguer, on tire les cinq valeurs suivantes de p :

0,8875, 0,8762, 0,8661, 0,8737, 0,8719,

moyenne $p = 0,875$, à laquelle correspond $A = 17^{\circ},0$.

La constante atmosphérique $p = 0,875$, qui mesure le degré moyen de transparence de l'atmosphère dans les jours de l'observation, est essentiellement variable d'un jour et même d'une heure à l'autre, sous l'influence de la vapeur d'eau contenue dans l'air; elle est notablement plus forte que celles qui ont été données par les divers physiciens, et dont voici le relevé :

D'après	Bouguer.....	$p = 0,8123$
»	Lambert.....	$p = 0,5889$
»	Leslie...	$p = 0,7500$
»	Pouillet.....	$p = 0,75$ à $0,82$
»	Forbes.....	$p = 0,685$
»	Quetelet.....	$p = 0,62$

Le dernier nombre de Quetelet est déduit des données fournies par l'actinomètre d'Herschel. Ces grandes divergences tiennent à la diversité des lieux d'observation, et surtout à la diversité des méthodes. Le nombre fourni par l'actinomètre de Montsouris est, en particulier, plus élevé que ceux de Pouillet, parce que Pouillet recevait directement les rayons solaires sur une surface noircie, sans interposition de lame de verre qui intercepte une fraction des rayons

les moins transmissibles au travers de l'atmosphère, et aussi parce que Pouillet ne mesurait que les rayons directs du Soleil, tandis que l'actinomètre de Montsouris mesure les rayons qui viennent de tous les points du ciel. Quand la transparence de l'atmosphère diminue, son pouvoir diffusif augmente, et le dernier effet compense en partie le premier.

La constante solaire $A = 17^{\circ},0$ étant affectée d'une constante instrumentale qu'il est essentiel d'écarter, on prend à Montsouris $A = 100$, sauf à multiplier tous les résultats obtenus par 5,88, quotient de 100 divisé par 17. C'est ce facteur 5,88 qui, changeant avec l'instrument, doit être déterminé avec soin, soit par une comparaison directe que l'observatoire de Montsouris fait à toute demande, soit par la détermination de la constante solaire propre à l'instrument, comme il a été indiqué plus haut.

L'*Annuaire de Montsouris* pour 1875 contient :

1° Une Table des degrés actinométriques déduits de la formule $\theta = 100 p^{\varepsilon}$, pour l'heure de midi moyen, les 1er, 11 et 21 de chaque mois de l'année pour des latitudes variant de degré en degré, de 42 à 51 degrés : elle est donc applicable à toute la France ;

2° Une Table des moyennes des degrés actinométriques calculés pour les observations de 6 et 9 heures du matin, midi, 3 et 6 heures du soir : c'est la moyenne diurne pour les 1er, 11 et 21 de chaque mois et pour les latitudes de 42 à 51 degrés ;

3° Enfin une troisième Table donne les valeurs de $100\, p^{\varepsilon}$, l'argument ε variant de 2 en 2 centièmes, depuis 1,00 jusqu'à 3,98. Cette Table est destinée aux observateurs qui voudraient opérer à une heure quelconque, en prenant le soin de mesurer, avec un cercle vertical muni d'une simple alidade, la hauteur H du Soleil au-dessus de l'horizon au moment de la lecture de l'actinomètre.

On trouvera dans l'*Annuaire* les résultats de la comparaison faite entre les degrés actinométriques calculés et les degrés actinométriques observés pour chaque jour de l'année ; nous en extrayons seulement les moyennes mensuelles contenues dans le tableau suivant.

Si l'atmosphère était douée d'une transparence parfaite, auquel cas p serait égal à 1, et si, durant toute l'année, le jour était de douze heures, le degré actinométrique moyen serait toujours égal à 100. Les nombres contenus dans la première colonne du tableau mon-

trent dans quelle proportion ce degré théorique est abaissé par l'influence d'une atmosphère réelle supposée pure et par les inégalités des jours dans les diverses saisons.

Mois.	Degré moyen calculé.	Degré moyen observé.	Rapport.	Total des degrés moyens observés.
Octobre 1873...	43,3	19,3	0,45	598
Novembre.....	36,1	14,0	0,39	420
Décembre.....	31,3	9,1	0,29	282
Janvier 1874....	34,4	12,8	0,37	397
Février.....	41,1	17,5	0,43	490
Mars.....	51,1	28,1	0,55	871
Avril.....	66,7	38,4	0,58	1152
Mai.....	74,3	46,5	0,63	1442
Juin.....	76,7	52,2	0,68	1566
Juillet.....	75,6	51,3	0,68	1590
Août.....	69,9	42,3	0,61	1311
Septembre.....	57,2	31,5	0,55	940

En décembre, l'éclairement calculé est réduit à moins du tiers 0,313; en juin, il s'élève à 0,767. L'éclairement observé est encore plus faible. En décembre 1873, il a été de 0,29 de l'éclairement calculé; en juin et juillet il en a été les 0,68. Or l'année 1873-1874 a été remarquable moins par sa température, qui est ordinaire, que par son éclairement. La somme des degrés actinométriques, depuis les semailles jusqu'au 1er août 1874, est à très-peu près égale à la somme des degrés de l'année précédente, depuis la même époque des semailles jusqu'au 15 ou 16 août 1873. Sous le rapport de la somme de lumière reçue, l'année 1874 était donc d'une quinzaine de jours en avance sur l'année 1873, et les récoltes ont présenté à peu près la même avance.

Toute expérience de Physiologie végétale portant sur l'action de la lumière doit être accompagnée de la mesure directe de la totalité des rayons que reçoit la plante en observation.