

---

## ÉCLIPSE TOTALE DE SOLEIL DU 29-30 AOUT 1905.

---

### OBSERVATIONS FAITES A BORDEAUX ET EN BALLON PENDANT L'ÉCLIPSE DU 30 AOUT 1905 ;

PAR M. ERNEST ESCLANGON.

Astronome adjoint à l'Observatoire de Bordeaux.

---

Les observations de l'éclipse du 30 août 1905 devaient être importantes surtout dans la zone de totalité où s'étaient rendus un grand nombre d'astronomes, mais au point de vue purement scientifique devait-on se désintéresser de l'éclipse dans les zones où elle n'était que partielle ? A Bordeaux, au moment de la plus grande phase, les 923 millièmes de la surface solaire devaient être recouverts par la Lune ; cette circonstance était particulièrement favorable à l'exécution de certaines observations dont je montrerai le but dans un instant.

Aussi M. Rayet, directeur de l'Observatoire, accepta-t-il avec empressement l'offre gracieuse de l'*Aéro-Club* du Sud-Ouest et du journal *La Petite Gironde* de mettre, le jour de l'éclipse, un ballon à la disposition de l'Observatoire.

Avant de quitter Bordeaux pour se rendre à Burgos, M. Rayet voulut bien me confier le soin d'élaborer un programme d'observations.

Après examen, et d'accord avec les aéronautes qui devaient m'accompagner, il fut décidé que nous ferions le 30 août une ascension de grande altitude, condition indispensable pour mener à bien les observations en projet. La conduite de l'aérostat devait être confiée à M. Briol, un des aéronautes les plus distingués de l'*Aéro-Club* et dont la grande habileté, consacrée par de nombreuses ascensions, était pour nous un précieux élément de succès.

L'ascension du 30 août comportait, en effet, des difficultés particulières ; outre la grande altitude à laquelle nous nous proposons de nous élever, il fallait de plus, et au moment de l'éclipse, nous maintenir à une hauteur sensiblement constante. Or, cette condition était précisément très difficile à réaliser, car, outre la difficulté qu'il y a habituellement à se maintenir à un niveau constant, le refroidissement occasionné par l'éclipse devait, d'autre part, avoir comme conséquence immédiate une chute continue de l'aérostat, chute qu'il fallait combattre par un jet de lest continu et bien mesuré.

Enfin, M. Maurice Martin, rédacteur à *La Petite Gironde*, et auquel était due en fait l'initiative de cette ascension scientifique, devait nous accompagner comme représentant de ce journal, et s'offrait gracieusement, du reste, à nous aider dans l'exécution de nos observations.

Les recherches que je m'étais proposé d'entreprendre étaient d'ordres différents.

En premier lieu, j'avais résolu de faire des observations actinométriques à haute altitude au moment de la plus grande phase. L'importance d'une grande altitude dans ce genre d'observations est trop connue pour que je la discute longuement ici. Il suffira de rappeler que l'absorption atmosphérique diminue d'autant plus qu'on s'élève davantage et qu'à 3000<sup>m</sup> elle se trouve déjà réduite dans des proportions considérables. De plus, en opérant en ballon, on évite un inconvénient très fréquent dans les stations élevées, à savoir les courants d'air souvent chargés d'humidité qui, cheminant sur les flancs des montagnes, rendent peu comparables des observations faites même à court intervalle de temps. Quant à l'intérêt des mesures actinométriques obtenues à l'instant de la plus grande phase, il résultait de cette circonstance qu'à ce moment

la partie du Soleil non éclipsée était constituée presque exclusivement par les bords du disque, tout en restant assez importante pour impressionner convenablement les thermomètres actinométriques. De plus, la surface non éclipsée passant par un minimum varie peu au moment de la plus grande phase ; la radiation solaire reste donc sensiblement constante pendant un intervalle de temps assez long pour permettre au thermomètre actinométrique d'atteindre un équilibre suffisant.

Des observations comparatives faites avant et après la fin de l'éclipse auraient donné ensuite la relation existant entre le rayonnement total et le rayonnement particulier aux bords solaires. Comme la hauteur apparente du Soleil devait varier entre ces deux observations extrêmes, il y avait là une nouvelle raison pour opérer à grande altitude de façon à diminuer l'importance de l'absorption atmosphérique qui devenait variable, et pouvoir faire ainsi avec quelque sûreté les corrections nécessaires.

En second lieu, je me proposais d'étudier la polarisation de la lumière émise par la couronne solaire ; mais ici, le fait que l'éclipse n'était pas totale diminuait beaucoup l'intérêt de cette étude qui devait surtout trouver sa place dans la zone de totalité. Enfin, j'avais décidé de rechercher, au cas où j'en aurais le loisir, si la proportion de lumière atmosphérique polarisée reste constante avec la marche de l'éclipse et si la dissymétrie solaire qui en résulte n'introduit pas des perturbations sensibles dans la direction normale des plans de polarisation. Mais, à mon point de vue, ces recherches devaient rester d'ordre secondaire.

Le ballon à bord duquel nous devons prendre place, la *Belle Hélène*, cube 1600<sup>m</sup> et appartient à M. Baudry, président de l'Aéro-Club du Sud Ouest, que je tiens à remercier ici pour l'extrême obligeance dont il fit preuve à notre égard pendant la préparation de notre ascension. Les cordes de suspente durent être allongées de 1<sup>m</sup>,50 afin d'être certains que, de la nacelle, nous verrions le Soleil au commencement de l'éclipse. Le premier contact se produisant à 11<sup>h</sup>43<sup>m</sup> (temps vrai), le Soleil devait se trouver très haut sur l'horizon dans les premières phases de l'éclipse et la précaution n'était pas inutile. Nous comptons atteindre avec un temps favorable une altitude de 3500<sup>m</sup> à 4000<sup>m</sup>.

Le Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers avait bien voulu nous confier l'actinomètre de Violle qui fait partie des collections de cet établissement, et M. Violle lui-même voulut bien, en ces circonstances, nous donner de précieux conseils et d'utiles indications dont nous le remercions vivement. La sphère extérieure de l'actinomètre mesure 0<sup>m</sup>, 30 de diamètre et peut contenir 10<sup>kg</sup> de glace environ, quantité suffisante pour plusieurs heures d'observations. La nacelle de la Belle-Hélène fut aménagée spécialement pour recevoir cet instrument. Dans ce but une petite table, de 0<sup>m</sup>, 40 de côté, fut placée au centre et fixée solidement aux traverses de fond par des vis ; la partie supérieure fut recouverte d'un plateau métallique dont la surface fut plombagée pour faciliter les déplacements horizontaux de l'actinomètre, déplacements que les mouvements de rotation du ballon devaient rendre nécessaires.

Comme polarimètres, j'avais à ma disposition un polarimètre de Cornu, propriété de l'Observatoire, et un polarimètre d'Arago, emprunté à la Faculté des Sciences. Mon intention était de les utiliser presque exclusivement comme polariscopes, et, dans le polarimètre d'Arago, j'avais supprimé la pile de glaces. Une étude préliminaire et comparative de ces instruments m'avait montré que, dans les conditions toutes particulières où nous devions être placés, c'est-à-dire pour observer au voisinage immédiat du disque solaire, le polarimètre d'Arago semblait préférable à celui de Cornu. Avec une lumière un peu vive, on apprécie plus aisément les changements de teinte que les différences d'éclairement, de sorte que le premier de ces deux appareils permet dans ces conditions de déceler des quantités très faibles de lumière polarisée indiscernables avec le second.

Enfin, des baromètres, des thermomètres et des hygromètres enregistreurs complétaient notre outillage scientifique.

Quant aux hauteurs atteintes, la mesure devait en être obtenue par triangulation. Dans ce but, deux stations furent organisées : l'une à l'Observatoire même, sous la direction de M. Kromm ; l'autre, à Bordeaux, sur la terrasse d'un bâtiment appartenant à M. Bayard, architecte, confiée à M. Godard. Ces deux stations étaient séparées par une distance horizontale de 3379<sup>m</sup>,5 ; les instruments employés étaient des théodolites et permettaient d'évaluer simultanément l'azimut et

la hauteur.

Malheureusement, le 30 août fut loin d'être au point de vue du temps ce que nous aurions désiré. Ce fut une journée particulièrement orageuse, coupée d'averses et de bourrasques ; le vent soufflait avec une certaine violence. Le commencement de l'éclipse devant se produire à midi (temps moyen de Paris), nous avons décidé de partir vers 11<sup>h</sup>15<sup>m</sup> de façon à nous équilibrer à la hauteur voulue avant le premier contact. Mais, au moment où le gonflement venait d'être terminé, une forte averse mouilla entièrement le ballon et, outre le retard considérable qu'elle apporta à notre départ, elle devait nous empêcher d'atteindre les altitudes que nous avions espérées, car cette surcharge inattendue diminuait d'autant la quantité de lest que nous pouvions emporter. Après un faux départ, dans lequel une rafale nous ramena assez violemment sur le sol et faillit briser les instruments, nous partîmes enfin à midi dans une éclaircie. La *Belle-Hélène* s'éleva dans une trouée de nuages qui, marchant avec nous, nous permit de voir le Soleil au moins pendant quelque temps. Je montai rapidement l'actinomètre préalablement rempli de glace. Les opérations marchaient régulièrement et je faisais quelques déterminations préliminaires, lorsqu'un accident brisa le thermomètre actinométrique. Je fus mis ainsi dans l'obligation d'interrompre ce genre d'observations. On peut cependant, de ces expériences malheureusement interrompues, tirer cet enseignement important qu'avec un aménagement convenable et une nacelle spacieuse, les observations actinométriques sont parfaitement réalisables en ballon avec l'appareil de Violle, et que, malgré les mouvements de rotation toujours lents de l'aérostat, il est possible de maintenir le tube d'insolation dans la direction de la radiation. Peut-être y aurait-il lieu, toutefois, d'adapter à cet actinomètre un dispositif spécial permettant de lui donner une plus grande mobilité. Il y aurait, de plus, avantage à en réduire les dimensions de façon à le rendre plus maniable, et cela sans nuire beaucoup à la précision qu'il comporte.

L'instant de la plus grande phase approchant, je m'appliquai alors aux observations polarimétriques ; je fis usage du polarimètre d'Arago et observai surtout au voisinage des pointes du croissant solaire. Je me servais de lunettes légèrement fumées et je m'étais assuré par des expériences préalables qu'elles n'introduisaient aucune polarisation étrangère. Malgré la difficulté de l'observation, je pus reconnaître qu'au voisinage immédiat du bord solaire, et par conséquent dans la région coronale, la polarisation était sensible mais peu considérable. Par comparaison avec des observations préliminaires sur la sensibilité de l'instrument que j'utilisais, je trouvai que la proportion de lumière polarisée ne devait pas dépasser 1/20. Des cirrus très élevés que nous ne pûmes surmonter nous cachèrent ensuite le Soleil qui resta voilé jusqu'à la fin de l'éclipse. Ils nous donnèrent l'occasion de contempler une superbe couronne d'interférences que le faible éclat du Soleil éclipsé rendait ainsi très apparente. On sait que c'est là un phénomène assez rare en raison de l'éclairement considérable produit par un Soleil normal. Comme le ciel restait limpide dans le Nord-Est j'en profitai pour faire quelques observations sur la polarisation atmosphérique. J'observai dans une région située à 90° du Soleil et sensiblement dans le même azimut. La quantité de lumière polarisée était relativement faible ce jour-là et de plus elle se montra variable avec la phase de l'éclipse. Voici les résultats obtenus avec le photo-polarimètre de Cornu :

Heures.	Proportion de lumière polarisée.
h m	
1.30.....	0,35
1.50.....	0,29
2.10.....	0,24
2,30.....	0,19

La phase maximum s'étant produite à 1<sup>h</sup>20<sup>m</sup>, on voit que la proportion de lumière polarisée diminuait à mesure que le Soleil reparaisait davantage.

Il est assez difficile d'expliquer cette variation très sensible de la polarisation atmosphérique, d'autant plus que, généralement, la quantité de lumière polarisée augmente graduellement du milieu de la journée au soir. Est-ce là un phénomène constant ou bien doit-il être attribué à des circonstances étrangères à l'éclipse ? Il est à remarquer que la *Belle-*

*Hélène* ne cessa de s'élever à partir de 1<sup>h</sup>20<sup>m</sup>, c'est-à-dire à partir de l'instant correspondant à la phase maximum.

La disparition graduelle du Soleil avait occasionné un refroidissement considérable et une chute continue du ballon qui, en raison de la trop petite quantité de lest dont nous disposions, fut fort difficile à combattre. Voici d'ailleurs un Tableau indiquant les altitudes et les températures correspondant aux heures données dans la première colonne :

Heures. ----- Temps moyen Paris. h m	Altitudes au-dessus du niveau de la mer.	Températures.	
12, 2.....	267	0	
12. 7.....	612	«	
12.15.....	963	«	
12.25.....	1102	«	
12.30.....	1144	11,6	
12.35.....	1198	11,4	
12.45.....	1335	11,0	
12.47.....	1325	10,7	
12.57.....	1194	«	
1. 5.....	1075	0	
1. 8.....	1006	«	
<b>1.14</b> .....	792	«	} phase maximum
<b>1.19</b> .....	846	7,2	
1.25.....	887	10,7	
1.32.....	1140	«	
1.39.....	1140	10,6	
1.45.....	1140	«	
1.47.....	1305	10,8	
1.54.....	1305	9,8	
2. 0.....	2086	9,5	
2. 7.....	2241	«	
2.15.....	1605	9,9	
2.20.....	1470	11,6	
2.27.....	1914	8,0	
2.31.....	2266	6,0	
2.34.....	2504	6,3	
2.42.....	1950	9,4	
3.11.....	Atterrissage.		

On voit combien le refroidissement fut considérable au moment de la plus grande phase. A partir de cet instant le ballon s'éleva pour ainsi dire continuellement pour atteindre sa plus grande hauteur à 2<sup>h</sup>34<sup>m</sup> à la fin de l'éclipse. Les températures étaient évaluées à l'aide d'un thermomètre fronde.

Vers 2h, nous pûmes constater un phénomène fort rare en ballon ; nous ressentîmes un vent assez fort dans la nacelle, et la flamme qui, suspendue au corps de l'aérostat, s'était jusque-là maintenue immobile, s'agita violemment. Nous traversions sans doute une surface de discontinuité séparant deux couches d'air de vitesses différentes, et le vent que nous ressentions prouvait combien peut être limitée la zone de transition, puisque la nacelle et le ballon semblaient se trouver dans deux couches distinctes.

L'atterrissage eut lieu à 3<sup>h</sup>11<sup>m</sup> sous l'habile conduite de notre pilote, au delà de Bergerac, à plus de 120<sup>km</sup>, à l'est exactement du point de départ.

Les hauteurs ont été déduites des indications fournies par un baromètre holostérique et corrigées à l'aide des mesures de triangulation.

Le ballon était pointé simultanément et tous les quarts d'heure par MM. Kromm et Godard. Le premier pointé eut lieu à midi, le dernier 1<sup>h</sup>15<sup>m</sup>. A ce moment, le ballon se trouvait à 40<sup>km</sup> du point de départ. Les hauteurs fournies par la triangulation ne concor-

dent d'ailleurs pas avec les indications barométriques, mais les différences observées se produisent toujours dans le même sens et croissent régulièrement avec l'altitude, ce qui permet de faire dans de bonnes conditions les corrections nécessaires. Les hauteurs déduites de l'observation du baromètre sont trop fortes et l'erreur atteint près de 100<sup>m</sup> à 1000<sup>m</sup> d'altitude. Ceci montre que, dans les ascensions où l'on tient à quelque précision dans l'évaluation des hauteurs, les indications fournies par le baromètre sont insuffisantes et il faut de toute nécessité recourir alors aux méthodes de triangulation.

On vient de voir combien le temps fut défavorable à nos projets et à nos observations. La pluie au départ fut une circonstance particulièrement fâcheuse. Elle nous obligea à mettre dans la nacelle les sacs de lest qui auraient trouvé naturellement leur place sur le pourtour extérieur si le temps eût été sec. L'embarras qui en résulta ne fut pas étranger à l'accident qui amena la rupture du thermomètre actinométrique. De plus, à cause même de la surcharge considérable que nous avons reçue de ce fait, nous ne pûmes monter qu'à 2500<sup>m</sup>, tandis que nous aurions atteint facilement sans cela une altitude de 3500<sup>m</sup> à 4000<sup>m</sup>, et dépassé les couches de nuages qui nous cachèrent le Soleil à partir de 1<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, c'est-à-dire un peu avant l'instant de la plus grande phase.

Mais cette ascension n'aura pas été inutile. En dehors des observations que nous avons pu obtenir, elle nous a convaincu que les mesures actinométriques faites en ballon, surtout par des temps calmes, sont susceptibles d'une précision presque aussi grande que sur la terre ferme. Or l'intérêt de ces mesures en temps ordinaire, et à plus forte raison pendant les éclipses, est indiscutable. M. Violle, dont la grande autorité en cette matière est incontestable, en a, à maintes reprises, signalé l'importance. Aussi j'espère pouvoir, au cours de futures ascensions, entreprendre de nouvelles recherches dans ce sens et faire en ballon, à des intervalles de temps rapprochés et des altitudes différentes, de nombreuses déterminations actinométriques. Peut-être pourrait-on obtenir par cette voie des déterminations plus précises de la constante solaire et de l'absorption atmosphérique.

Je ne terminerai pas sans adresser à l'*Aéro-Club du Sud-Ouest* mes plus vifs remerciements pour l'empressement qu'il voulut bien apporter à l'organisation de cette ascension scientifique. Cette vaillante Société comprit qu'à l'occasion de l'éclipse elle pouvait faire œuvre utile. En mettant à la disposition de l'Observatoire de Bordeaux le plus bel aérostat dont elle dispose elle montra combien elle était désireuse de contribuer, et dans toute la mesure de ses moyens, aux recherches scientifiques dont l'éclipse du 30 août pouvait être l'objet. Nous devrions l'en féliciter si nous n'avions à la remercier.

Pendant que s'accomplissaient dans la nacelle de la *Belle-Hélène* les observations dont on vient de parler, on exécutait à l'Observatoire même des observations d'un autre genre ; mais ici encore le mauvais état du ciel ne permit pas de réaliser le programme que l'on s'était tracé. Outre les nuages existant dans le ciel avant le commencement de l'éclipse, d'autres se formèrent sur place à la faveur du refroidissement qui se produisit au moment de la phase maxima. Le premier contact qui devait se produire à 0<sup>h</sup>0<sup>m</sup>12<sup>s</sup> ne put être observé. Le dernier contact qui, d'après les calculs de M. Kromm, devait avoir lieu à 2<sup>h</sup>35<sup>m</sup>46<sup>s</sup>,6, fut observé par M. Doublet à l'équatorial de 14 pouces et par M. Godard dans une lunette de 108<sup>mm</sup> appartenant à M. Bayard. Ils ont obtenu pour l'heure de ce contact :

	Temps moyen Paris.		
	h	m	s
MM. Doublet .....	2.	35.	43
Godard .....	2.	35.	48

ce qui concorde parfaitement avec l'heure prévue.

Des aides volontaires ayant bien voulu prêter leur concours à l'Observatoire, on put faire également pendant l'éclipse des observations météorologiques et magnétiques dont les résultats sont indiqués dans le Tableau suivant :

Heures --- Temps moyen Paris.	Tempé- rature extérieure <sup>(1)</sup> .	Etat hygromé- trique <sup>(1)</sup> .	Variation de la déclinaison magnétique <sup>(2)</sup> .
h m	o		
11.55 .....	19,4	0,67	+0,1
0. 5 .....	19,4	0,60	-0,1
0.15 .....	19,2	0,58	-0,6
0.25 .....	18,8	0,66	-1,1
0.35 .....	18,4	0,61	-1,3
0.45 .....	18,4	0,59	-0,1
0.55 .....	18,1	0,61	-0,1
1. 5 .....	17,9	0,64	-0,1
<b>1.15</b> .....	17,6	0,65	-0,2 phase maximum
1.25 .....	17,4	0,67	-0,1
1.35 .....	17,0	0,73	+0,2
1.45 .....	17,5	0,68	+0,2
1.55 .....	19,0	0,63	+0,8
2. 5 .....	19,2	0,61	+0,7
2.15 .....	19,4	0,60	-0,1
2.25 .....	19,8	0,57	+0,1
2.35 .....	20,3	0,56	+0,9
2.45 .....	20,4	0,54	+0,9

Le signe – dans la colonne « Variation de la déclinaison magnétique » indique que la déclinaison diminue.

Le refroidissement produit par l'éclipse est nettement caractérisé par un abaissement qui atteint 2° dans la température extérieure, mais l'état hygrométrique a subi des variations irrégulières dues surtout à l'état troublé de l'atmosphère. En particulier, l'averse qui s'est produite à 1<sup>h</sup>30<sup>m</sup> a eu comme conséquence immédiate un relèvement assez brusque de l'état hygrométrique.

Il paraît difficile de dégager une loi dans la variation de la déclinaison magnétique. Il s'est produit un minimum 40 minutes avant la phase maxima, la déclinaison a crû ensuite d'une façon à peu près régulière jusqu'à la fin de l'éclipse.

Le baromètre n'a pas indiqué de variation sensible.

Il a été fait enfin des observations photométriques en vue d'obtenir la variation d'éclairement du ciel avec la phase de l'éclipse. La méthode employée est une méthode photographique, mais les résultats obtenus ont été faussés par une variation continuelle de la nébulosité.

Toutes ces observations ont été considérablement facilitées par le concours complaisant de MM. Bayard, Rivière, Sciota, de M<sup>mes</sup> Baudeuf, Chateney, Ducos, Gelis, et l'Observatoire ne saurait trop les en remercier.

(1) Observations faites par M. Sciota, instituteur.

(2) Observations faites par M. Rivière, instituteur.