

Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Band: 13 (1931)

Artikel: Photométrie spectrographique et extinction atmosphérique
Autor: Rossier, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-742054>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

PHOTOMÉTRIE SPECTROGRAPHIQUE

ET

EXTINCTION ATMOSPHERIQUE

PAR

Paul ROSSIER

(Avec 1 fig.)

I. — INTRODUCTION.

1. *Généralités.* — Dans ses travaux sur les Céphéides, M. Tiercy, Directeur de l'Observatoire de Genève, a attiré, à plus d'une reprise, l'attention des astronomes sur le fait qu'il doit exister une relation entre la magnitude d'une étoile et la longueur d'un spectrogramme stellaire, obtenu au prisme-objectif. Dès 1928, M. Tiercy nous proposait d'étudier cette méthode en l'appliquant à un ensemble d'étoiles de type spectral homogène. Plusieurs années seront encore nécessaires pour l'accomplissement de notre programme. Nous nous proposons d'exposer ci-dessous quelques résultats, fournis par la discussion des mesures effectuées sur les premiers clichés de la série (nos 1 à 200). Plusieurs plaques (surtout celles de faibles numéros) consacrées à des essais ont été éliminées *a priori* de la discussion. Les documents ont été obtenus entre le 12 mai 1928 et le 27 juin 1929.

2. *Instrument, plaques, pose.* — L'appareil utilisé est le prisme-objectif de Schaer, accouplé à l'objectif Boulenger. Rappelons les principales constantes de l'appareil:

Diamètre du prisme:	11 cm
Angle:	15°
Matière:	Flint lourd
Diamètre de l'objectif:	16 cm
Distance focale:	130 cm
Format des plaques:	9 × 12 cm
Champ net:	½ degré environ

L'image présente un peu de coma au bord du champ.

Le tube est monté sur l'équatorial Plantamour ¹.

La dispersion obtenue est la suivante, en angström au millimètre ²:

H _β	161	K	73
H _δ	86	H _γ	57

En général, l'étoile étudiée a passé au méridien pendant l'exposition. Quelques étoiles de déclinaison élevée ont été photographiées hors du méridien, vers 20 à 21 heures d'angle horaire. La région du ciel comprise entre le pôle et le zénith n'est pas accessible à l'instrument, lors de la culmination, car la fente de la coupole n'est pas assez longue.

Afin de permettre certaines comparaisons avec les clichés obtenus par M. Tiercy à Arcetri, nous avons adopté les mêmes plaques que lui, soit des Cappelli-blu.

Le révélateur choisi est le suivant:

A. Eau	500 cm ³	B. Eau	500 cm ³
Métol.	2 gr	Carbonate de	
Hydroquinone . . .	4 gr	soude anhydre . . .	30 gr
Sulfite de soude			
anhydre.	40 gr		
Bromure de potas-			
sium	1-2 gr		

Pour l'emploi, on a pris 1 partie de A, 1 partie de B et 2 parties d'eau. Le développement a été poussé pendant 8 minutes.

¹ Pour la description de l'instrument, voir P. ROSSIER, L'équatorial Plantamour de l'Observatoire de Genève, *Archives* (5), 10, p. 243; le même dans *Publications de l'Observatoire de Genève*, fasc. 4.

² P. ROSSIER, Relation entre les abscisses des extrémités d'un spectrogramme stellaire, appendice, *Archives* (5), 12, p. 369; le même, dans *Publications de l'Observatoire de Genève*, fasc. 13.

Après quelques essais, la pose a été uniformément fixée à 20 minutes. L'élargissement du spectre est très réduit; le fil mobile du micromètre de l'équatorial a été amené à 10" environ d'un fil fixe et pendant la pose l'étoile oscillait de l'un à l'autre.

On obtient ainsi des spectrogrammes dont les plus faibles correspondent à des étoiles de magnitude photographique à peu près égale à 8.

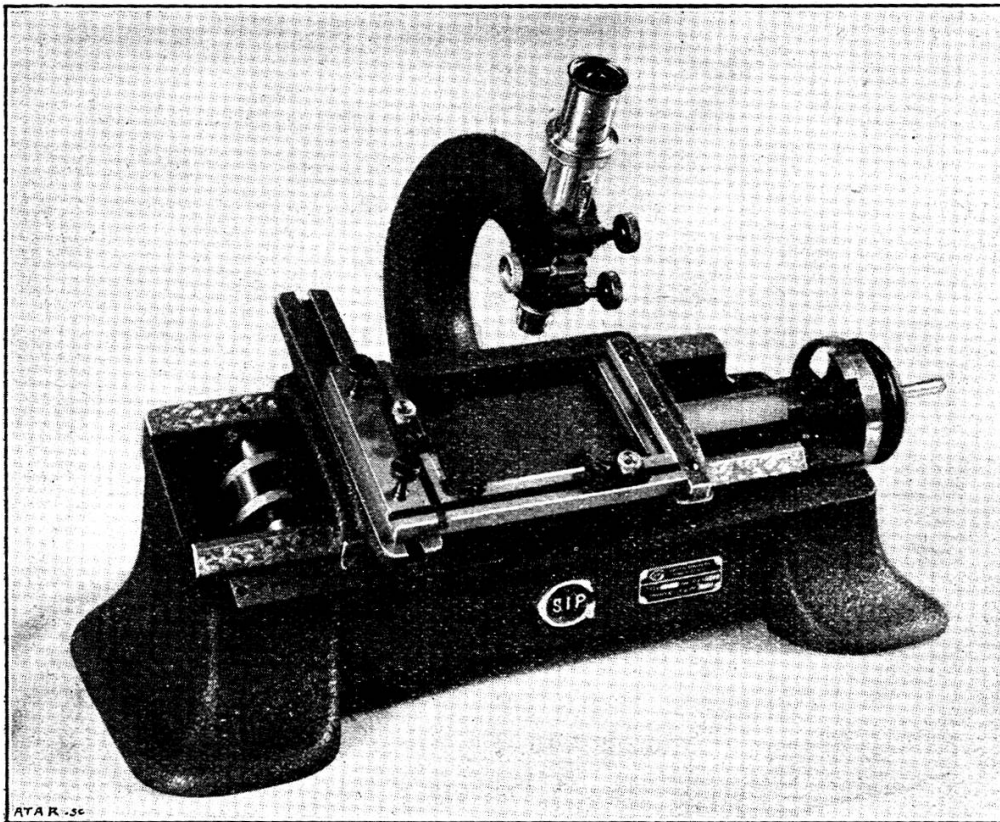
3. *Etoiles.* — Dans son programme de travail, M. Tiercy nous proposait d'étudier, entre autres, une relation entre la longueur du spectrogramme occupée par les raies, et la magnitude. Il était donc logique de commencer le travail sur un ensemble d'étoiles à raies larges et peu nombreuses. On a choisi le type A_0 . Un catalogue de ces étoiles, extrait du *Henry Draper Catalogue* et complété par des données de précession, facilite le travail à l'équatorial. Les limites de ce catalogue sont la magnitude 8 et la déclinaison -40° . Jusqu'à maintenant les étoiles plus brillantes que la 6^{me} magnitude et situées dans l'hémisphère boréal ont presque seules attiré notre attention. Cependant les spectrogrammes d'étoiles plus faibles, de type A_0 ont tout de même été mesurés, lorsqu'ils figurent sur une plaque destinée à un astre plus brillant.

4. *Spectro-comparateur.* — Cet instrument a été offert à l'Observatoire par la *Société académique de Genève*. Il sort des ateliers de la « Société genevoise pour la construction d'instruments de physique ». Il est destiné à des plaques de format 9×12 cm au maximum. La vis a un pas de 2 mm, un tambour divisé en 200 parties y est fixé. Un vernier au dixième permet la lecture des microns. Une échelle donne les millimètres. L'écrou porte une tige, jouant dans une came de correction, pour l'élimination des erreurs de la vis. Le temps perdu de la vis est supprimé, grâce à un ressort qui fait toujours appuyer le coulisseau contre l'écrou et celui-ci sur le même côté du filet de la vis.

Le microscope de pointage est fixé au bâti par un bras recourbé. Le grossissement est de 7,3 et le champ atteint 10 mm. Le réticule est composé de deux fils à 60° .

5. *Apparence d'un spectre.* — Généralement, le spectre s'étend, pour les grandes longueurs d'ondes, jusqu'un peu au delà de H_β , soit vers $\lambda = 0,5 \mu$. A cette extrémité, il présente l'apparence d'une pointe mousse. Pour de faibles magnitudes, H_β constitue la limite du spectre, ou même n'est pas visible.

Les trois raies H_γ , H_δ et $H + H_\epsilon$ sont toujours bien visibles. La plus nette des trois est généralement H_δ . Parfois $H + H_\epsilon$ a présenté une structure plus ou moins compliquée, probablement



en relation avec le fait que, pour la faible dispersion utilisée, il est impossible de séparer nettement le rôle du calcium de celui de l'hydrogène dans la formation de la raie.

La raie K du calcium a été souvent observée, quoique généralement très faible et étroite.

A partir de K, le spectre s'épanouit et la netteté des raies diminue beaucoup. Pour des étoiles suffisamment brillantes, il est facile d'atteindre H_θ et même de la dépasser. Ce n'est qu'avec les étoiles très brillantes qu'on atteint H_λ , donc la longueur d'onde $0,375 \mu$.

6. *Mesures, premières réductions.* — Sur chaque plaque, nous avons tout d'abord identifié les spectres sensibles, d'après le *Henry Draper Catalogue*. Chaque spectre A_0 a été mesuré, en pointant successivement l'extrémité « rouge » du spectre, le bord de chacune des raies, et l'extrémité ultra-violette; les mesures ont été répétées en revenant de l'ultra-violet vers le rouge. Lorsque les deux pointés d'un bord de raie différaient de 20μ ou plus, une troisième mesure a permis de décider s'il s'agissait d'une erreur de lecture des échelles ou, au contraire, d'une erreur accidentelle de pointé. Nous avons toléré des différences plus grandes sur les extrémités du spectrogramme.

Sans enlever la plaque de son support, nous avons calculé la moyenne des deux (ou trois) lectures relatives à chaque bord de raie, puis, pour obtenir un contrôle supplémentaire, nous avons immédiatement établi une fiche auxiliaire donnant:

1° La moyenne des abscisses relatives aux deux bords de chaque raie (abscisse provisoire de la raie),

2° La moyenne des abscisses provisoires des trois raies H_γ , H_δ et $H + H_\epsilon$ (origine des abscisses définitives),

3° La différence entre cette dernière moyenne et les abscisses provisoires de chaque raie (abscisse définitive).

Ces abscisses sont évidemment des constantes, d'où un contrôle de l'ensemble des opérations de mesure, et la possibilité d'une rectification immédiate, puisque le cliché, à cet instant, est encore fixé à son support, sur le spectro-comparateur.

C'est d'après ces valeurs, que M^{lle} Blaser, aide-astronome à l'Observatoire, a établi la courbe de dispersion de notre appareil¹.

Ces fiches ont été complétées, dans la suite, par les indications suivantes:

Largeur de chaque raie,

Somme des largeurs de raies,

Longueurs de la portion dite rouge du spectre (r) et de la portion violette (ν),

Longueur totale L ,

¹ Voir P. ROSSIER, Relation entre les abscisses des extrémités d'un spectrogramme stellaire, *loc. cit.*

Longueur réduite (l), c'est-à-dire longueur de la portion impressionnée sur la plaque, ou L moins somme des largeurs de raies,

Puis les valeurs calculées de ces grandeurs, comme nous le verrons plus bas et enfin

Les différences observation — calcul.

Enfin, la magnitude, compte tenu de l'extinction atmosphérique, a été indiquée sous la désignation « magnitude apparente » m' . Les valeurs de l'extinction ont été extraites des tables de Hambourg ¹.

7. *Exemple de fiches d'observation et auxiliaire.* — Fiche d'observation:

Cliché: B 19

Pose: 20 min.

Date: 26 mai 1928

Heure: de 22 h. 28 min.-48 min.

(TMEC)

Etoile-guide: HD 126200

Etoile étudiée: HD 126128,9

AR (1900): 14 h. 18,5 min.

δ (1900): + 8° 54'

Dist. zénith. au mérid.: 37° 18'

Cos z : 0,795

Magnitude: 4,87

Type: A₀

Remarques: Etoile double.

Désignation	1 ^{re} lecture	2 ^{me} lecture	Moyenne	Remarques
Extr. rouge. . .	69,632	642	69,637	
H ₃	70,872	854	70,863	
	918	927	70,923	
H _γ	74,820	822	74,821	
	858	858	74,858	
H _δ	77,306	310	77,308	
	353	363	77,358	
H	78,924	921	78,923	
	002	003	79,002	
H _ζ	79,964	973	79,968	
	135	143	80,139	
H _η	80,752	743	80,748	
	990	998	80,994	
H _θ	81,327	333	81,330	
	467	450	81,458	
H _ι	81,853	862	81,858	Milieu
Extr. viol. . .	83,104	017	83,060	

¹ *Sammlung von Hilfstafeln der Hamburger Sternwarte in Bergedorf* (1916), p. B 11.

Fiche auxiliaire:

Cliché B 19. — Etoile HD 126128,9.

Raie	Abscisse provisoire	Abscisse définitive	Largeur
H _β	70,893	— 6,152	0,060
H _γ	74,839	— 2,206	0,037
H _δ	77,333	+ 0,288	0,050
H	78,963	+ 1,918	0,079
H _ζ	80,053	+ 3,008	0,171
H _η	80,871	+ 3,826	0,246
H _θ	81,394	+ 4,349	0,128
H _ι	81,858	+ 4,813	—
ΣH _γ +H _δ +H	231,135	Somme 0,771	
Origine:	77,045		

	Valeurs		Différences
	Observées	Calculées	
<i>r</i>	7,408	7,533	— 0,125
<i>ρ</i>	6,015	6,273	— 0,258
<i>L</i>	13,423	13,807	— 0,384
<i>l</i>	12,652	13,215	— 0,563

 Magnitude apparente: $m' = 4,93$.

II. — LONGUEUR ET MAGNITUDE.

8. *Premier essai.* — La longueur d'un spectrogramme et la magnitude de l'étoile varient évidemment en sens inverse, toutes autres circonstances restant identiques. Cherchons tout d'abord la forme de cette relation.

Construisons donc un graphique de la magnitude apparente m' en fonction de la longueur réduite l et cela pour les 256 spectres étudiés. Nous avons éliminé quelques spectrogrammes sujets à des défauts de plaque rendant les mesures incertaines et ceux correspondant à des étoiles dont la magnitude du *Henry Draper Catalogue* est extraite de la *Bonner Durchmusterung*. (Ces échelles de magnitude présentent en effet des

différences systématiques.) Les points obtenus sont placés à l'intérieur d'une bande rectiligne. La relation cherchée est donc linéaire, mais la dispersion des valeurs est considérable. La longueur réduite permet tout au plus de déterminer la magnitude à $\pm 0,5$ magnitude près. Or, l'estimation des magnitudes à l'œil, directement sur le ciel ou sur la plaque par l'appréciation du noircissement, donne des résultats d'une exactitude comparable à la précédente.

La longueur réduite l dépend de tous les pointés effectués sur les bords des raies. Il pourrait y avoir là une cause accidentelle de dispersion des valeurs de l .

Ce n'est pas le cas, car on trouve, pour les valeurs de la magnitude en fonction de la longueur totale L du spectrogramme, un graphique absolument analogue à celui obtenu à partir de l .

Ces conclusions semblent moins encourageantes que les résultats très satisfaisants, obtenus par M. Tiercy en mesurant des longueurs de spectrogrammes photographiés à l'observatoire d'Arcetri, et cela sur des clichés constituant une série moins homogène que la nôtre. Cette différence est très probablement due au fait que M. Tiercy opérait avec un prisme objectif monté sur un miroir; dans ce cas, l'épanouissement du spectre dans l'ultra-violet, qui rend les pointés très peu sûrs et l'extrémité ultra-violette du spectrogramme si délicate à apprécier, est remplacé par une pointe émoussée, analogue à celle qui constitue l'extrémité peu réfrangible du spectrogramme. D'autre part, la série d'Arcetri en question est répartie en groupes, dont chacun concerne une seule étoile variable. Les deux séries ne sont donc pas comparables. En outre le climat de Genève est certainement beaucoup moins régulier que celui de l'Italie, et la transparence de l'atmosphère joue un rôle important dans ces questions, notamment pour l'ultra-violet.

Construisons encore des graphiques analogues aux précédents en portant en abscisses les longueurs ν et r des régions ultra-violette et peu réfrangible du spectrogramme. On constate encore une très grande dispersion de ν en fonction de m' ; pour r , par contre, la répartition des valeurs est plus régulière,

mais r varie beaucoup moins que ν en fonction de la magnitude; ceci est bien naturel, vu le tassement du spectre dans la région des grandes longueurs d'onde.

9. *Discussion numérique.* — Formons tout d'abord des valeurs normales des diverses grandeurs m , r , ν , L , l . Pour cela, classons les spectrogrammes en fonction de la magnitude et faisons des coupures aux valeurs rondes de celle-ci. Nous obtenons les valeurs suivantes pour les moyennes de chaque groupe:

Moyennes de chaque groupe.

Intervalle de m	Nombre d'étoiles	m moyen	r moyen	ν moyen	L moyen	l moyen
≤ 3	3	2,56	8,659	9,067	17,726	17,510
3,01 — 3,99	11	3,77	7,924	7,302	15,226	14,746
4,00 — 4,49	15	4,25	7,875	7,012	14,887	14,412
4,50 — 4,99	13	4,82	7,642	6,304	13,945	13,196
5,00 — 5,24	9	5,12	7,528	6,118	13,646	12,878
5,25 — 5,49	22	5,37	7,374	5,665	13,040	12,248
5,50 — 5,74	38	5,63	7,137	4,972	12,109	11,397
5,75 — 5,99	33	5,87	7,123	5,135	12,257	11,483
6,00 — 6,24	25	6,12	6,813	4,745	11,558	11,588
6,25 — 6,49	26	6,42	6,661	4,168	10,829	9,759
6,50 — 6,74	25	6,62	6,593	4,296	10,889	10,193
6,75 — 6,99	22	6,88	6,509	3,874	10,383	9,713
7,00 — 7,50	13	7,17	6,234	4,077	10,311	9,738
$> 7,50$	4	7,60	5,908	3,404	9,312	8,716

Chaque groupe fournit, pour chacune des grandeurs r , ν , L et l , une équation de la forme:

$$X = am + b,$$

où les coefficients a et b sont inconnus.

De chacune de ces équations, soustrayons l'équation obtenue en prenant la moyenne. b est ainsi éliminé. Il reste alors 14 équations linéaires en a que nous résoudrons en en prenant la somme, après avoir uniformisé les signes. Il semble en effet préférable de ne pas appliquer la méthode des moindres carrés, car alors les équations extrêmes, basées sur un nombre relativement restreint de spectrogrammes, auraient un poids exagéré.

a étant obtenu, l'équation moyenne donne b . On trouve ainsi:

$$\begin{aligned}
 r &= -0,5450 m + 10,188 , \\
 v &= -1,1596 m + 11,920 , \\
 L &= -1,7049 m + 22,110 , \\
 l &= -1,7285 m + 21,633 .
 \end{aligned}$$

10. *Clichés comportant plusieurs étoiles A₀*. — Parmi les causes de dispersion des valeurs trouvées précédemment, on peut citer plusieurs circonstances qui doivent agir uniformément sur tout le cliché: composition et transparence de l'atmosphère, distance zénithale de l'étoile-guide, composition et température des bains de développement, de la couche sensible de la plaque. D'autres tiennent aux étoiles: erreurs sur la magnitude admise, sur le type spectral.

Les ondulations atmosphériques, les accidents de guidage n'ont peut-être pas le même effet sur toute la surface du cliché, à cause du coma que présente l'image au bord du champ. Il est donc intéressant d'étudier l'homogénéité des valeurs fournies par les diverses plaques.

Prenons l'ensemble des clichés sur lesquels figurent plusieurs étoiles A₀, dont la magnitude est donnée dans la *Revised Harvard Photometry*. Formons pour chaque plaque la moyenne des diverses valeurs m , r , v , L et l ; calculons les écarts des valeurs isolées d'avec la moyenne, la somme des valeurs absolues de ces écarts et le quotient de ces sommes par la somme des écarts de magnitude. Nous définissons ainsi les variations des longueurs de spectrogrammes en fonction de la magnitude, variations qui devraient être constantes pour des circonstances suffisamment homogènes.

Donnons un exemple de ce calcul:

Cliché B 21. — Etoile-guide HD 140160.

Etoile	m	r	v	L	l
140160 .	5,30	7,156	5,454	12,610	11,791
141187 .	5,75	6,985	4,288	11,273	10,356
141458 .	6,84	6,578	2,797	9,375	8,654
Sommes.	17,89	20,719	12,539	33,258	30,801
Moyennes	5,96	6,906	4,180	11,086	10,267
Écarts. .	— 0,66	+ 0,250	+ 1,274	+ 1,524	+ 1,524
	— 0,21	+ 0,079	+ 0,108	+ 0,187	+ 0,089
	+ 0,88	— 0,328	— 1,383	— 1,711	— 1,613
Sommes des écarts	1,75	0,657	2,765	3,422	3,226
Quotients		— 0,375	— 1,580	— 1,955	— 1,843

Calculons maintenant les moyennes des 50 valeurs de ces quotients que fournissent l'ensemble des clichés satisfaisants. On trouve:

$$\frac{\Delta r}{\Delta m} = - 0,761 \quad , \quad \frac{\Delta \varphi}{\Delta m} = - 1,375 \quad ,$$

$$\frac{\Delta L}{\Delta m} = - 2,135 \quad , \quad \frac{\Delta l}{\Delta m} = - 2,159 \quad .$$

Sur ces clichés, il y en a 39 où la somme des écarts de magnitude dépasse l'unité. Les moyennes des valeurs correspondantes sont:

$$\frac{\Delta r}{\Delta m} = - 0,658 \quad , \quad \frac{\Delta \varphi}{\Delta m} = - 1,369 \quad ,$$

$$\frac{\Delta L}{\Delta m} = - 2,026 \quad , \quad \frac{\Delta l}{\Delta m} = - 1,920 \quad .$$

Ces valeurs des quotients sont donc elles-mêmes assez mal déterminées.

Ces derniers coefficients sont sensiblement égaux à ceux de m , dans les formules du n° 9, mais multipliés par 1,2 environ. Pour les premières valeurs ci-dessus, ce rapport est voisin de 1,3.

Cette augmentation systématique du coefficient obtenu par cette méthode peut s'expliquer, au moins partiellement, comme suit: en général, sur chaque cliché, c'est l'étoile-guide qui est la plus brillante. Son image est au centre du champ, région où les spectrogrammes doivent être allongés par les causes suivantes: netteté la meilleure, incidence moindre des rayons, faisceau non rétréci par le diaphragme d'entrée. Nous avons discuté à ce point de vue les quelques paires de clichés sur lesquels figurent deux étoiles A_0 , qui ont joué successivement le rôle d'étoile-guide. Les résultats obtenus pour une douzaine de paires sont contradictoires.

Superposons enfin une série de graphiques, établis pour chaque cliché, des longueurs mesurées en fonction de la magnitude. Le parallélisme des courbes obtenues en est très net, tout autant qu'un décalage accidentel de cliché à cliché.

Dans les circonstances où nous opérons, il y a peut-être possibilité d'appliquer la méthode des longueurs de spectre à

des déterminations de magnitude, mais par interpolation seulement et en prenant la précaution de rassembler tous les spectrogrammes au voisinage du centre de la plaque.

III. — RÔLE DE L'HUMIDITÉ ATMOSPHÉRIQUE.

11. *Généralités.* — La plupart des auteurs qui ont étudié expérimentalement l'extinction atmosphérique stellaire ont conclu que les éléments météorologiques (pression et température) sont sans influence sur l'absorption atmosphérique¹. Remarquons qu'ils ne se sont généralement occupés que d'observations visuelles. Le problème de l'absorption des rayons actiniques ne semble guère avoir été abordé. Tout au plus remarque-t-on que l'humidité atmosphérique absorbe passablement l'ultra-violet. Si cela est vrai, nos longueurs de spectrogrammes doivent dépendre de la quantité de vapeur d'eau contenue dans la portion d'atmosphère traversée.

Les renseignements disponibles sur l'état d'humidité de l'atmosphère, au moment de l'observation, sont assez fragmentaires: seule la couche inférieure est régulièrement étudiée. Nous possédons les observations faites au psychromètre, à 21,5 et 22,5 heures en 1928, à 21,5 heures seulement dès 1929. Au moyen de ces documents nous avons déterminé la tension de vapeur d'eau, pendant chaque soirée d'observation.

12. *Discussion.* — Si la tension de vapeur d'eau a une influence, les longueurs de spectrogrammes, totales ou partielles, sont alors fonction de deux variables, magnitude m et tension de vapeur τ . Pour éliminer m , adoptons les formules du n° 9. Calculons les longueurs r , ν , L et l , données par les magnitudes de Harvard et les résidus.

Ceux-ci dépendent, si nos hypothèses sont exactes, de τ et de la distance zénithale au moment de l'observation. La relation entre l'extinction et cet angle est une proportionnalité à la

¹ C. ANDRÉ, *Traité d'astronomie stellaire* (1899), tome I, p. 129. Pour l'absorption solaire voir *Handbuch der Astrophysik*, II/1, p. 203.

sécante de la distance zénithale. Or, nos longueurs étant proportionnelles à la magnitude, les déficits de longueur sont eux-mêmes proportionnels à la sécante de la distance zénithale. Nous réduirons donc nos résidus au zénith en les multipliant par le cosinus de la distance zénithale.

Les résultats, classés en fonction de la distance zénithale, ne montrent pas d'allure systématique. L'hypothèse est donc satisfaisante. Par contre, ces mêmes résidus, ramenés au zénith, et classés en fonction de τ manifestent une dépendance très nette de τ : l'absorption croît avec la tension de vapeur:

13. *Résultats.* — Le tableau suivant donne les moyennes obtenues en groupant les valeurs voisines de τ . Il contient les résultats relatifs à quelques étoiles pour lesquelles L a pu être déterminé, sans que r et ν le soient, ceci pour tenir compte de quelques valeurs importantes de τ , au moins pour L.

τ	Δr	$\Delta \nu$	ΔL	Δl	Nombre d'étoiles
1,75	+ 0,273	+ 0,992	+ 1,264	+ 1,293	14
3,51	+ 0,182	+ 0,380	+ 0,562	+ 0,414	12
5,17	+ 0,186	+ 0,319	+ 0,502	+ 0,446	27
5,67	+ 0,247	+ 0,537	+ 0,782	+ 0,678	25
6,10	+ 0,064	— 0,071	— 0,009	— 0,144	20
6,57	— 0,079	— 0,253	— 0,334	— 0,401	14
7,07	+ 0,298	+ 0,362	+ 0,639	+ 0,591	6
7,62	— 0,096	— 0,252	— 0,348	— 0,393	12
8,52	+ 0,030	— 0,068	— 0,046	— 0,080	18
9,06	+ 0,078	+ 0,005	— 0,039	— 0,115	15
9,71	+ 0,217	— 0,481	— 0,264	— 0,262	11
10,00	+ 0,092	— 0,286	— 0,194	— 0,291	15
10,40	— 0,124	— 0,330	— 0,455	— 0,494	12
10,93	— 0,097	+ 0,116	+ 0,019	+ 0,095	15
11,52	+ 0,186	— 0,216	— 0,030	— 0,011	5
12,60	— 0,038	— 0,089	— 0,127	— 0,182	10
13,20	— 0,077	— 0,544	— 0,621	— 0,738	20
13,86	— 0,335	— 0,746	— 1,081	— 1,043	6
14,96	— 0,141	— 0,568	— 0,827	— 0,741	11

Admettons une relation linéaire entre τ et les grandeurs Δr , $\Delta \nu$, ΔL et Δl . Le tableau précédent fournit alors les

valeurs suivantes pour les quotients des différences. Les variations correspondantes de magnitude ont été calculées d'après les formules du n° 9:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta r}{\Delta \tau} &= -0,049, & \frac{\Delta m}{\Delta \tau} &= 0,090 \frac{\text{mag}}{\text{mm}} \text{ pour } \lambda \approx 0,5 \mu, \\ \frac{\Delta \varphi}{\Delta \tau} &= -0,113, & \frac{\Delta m}{\Delta \tau} &= 0,098 \frac{\text{mag}}{\text{mm}} \text{ pour } \lambda \approx 0,38 \mu, \\ \frac{\Delta L}{\Delta \tau} &= -0,144, & \frac{\Delta m}{\Delta \tau} &= 0,084 \frac{\text{mag}}{\text{mm}}, \\ \frac{\Delta l}{\Delta \tau} &= -0,145, & \frac{\Delta m}{\Delta \tau} &= 0,084 \frac{\text{mag}}{\text{mm}}. \end{aligned}$$

Notre ensemble de mesures nous permet donc de conclure qu'un accroissement de tension de vapeur d'eau de 1 mm, au lieu d'observation, augmente l'extinction zénithale, pour les rayons photographiques, d'une quantité voisine de 0,09 magnitude.

14. *Remarque.* — On pourrait se poser le problème de chercher le rôle de la température ou de la pression. *A priori*, l'intérêt d'une telle étude ne semble pas devoir être très grand; les variations de pression sont en effet relativement réduites, car on observe par beau temps, donc généralement par pression élevée.

Il semble d'autre part difficile de distinguer l'effet de la température de celui de l'absorption par l'eau: les températures élevées correspondent à de fortes tensions, les températures basses, à un air très sec. Quel que soit le mécanisme de l'augmentation de sensibilité constatée, nos mesures semblent déceler, entre l'été et l'hiver une variation d'environ une magnitude, due, au moins apparemment, à l'humidité.

Le phénomène pourrait aussi être expliqué par un manque d'homogénéité du catalogue des magnitudes de Harvard et par une différence systématique entre les ascensions droites d'été et d'hiver. La chose est fort peu probable. Des observations simultanées faites à haute et basse altitude la mettrait hors de doute.

Mag. τ_{mm}	< 3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	5-5,5	5,5-6	6-6,5	6,5-7	7-7,5	7,5-8	8-8,5	$\geq 8,5$	Maximum	
														sans BD ¹	avec BD
1,1 — 3,7	—	—	2	1	1	10	11	4	14	15	15 + 5	4 + 11	8	7,5	7,7
4,8 — 7,1	2	—	6	6	13	22	42	53	65	60 + 2	27 + 18	6 + 28	2 + 12	7	7
7,6 — 11,6	4	1	7	8	17	22	48	52	70	37 + 1	18 + 12	8 + 14	2 + 4	6,7	6,7
12,6 — 16,1	—	2	2	5	7	12	26	29	32 + 2	18 + 1	12 + 6	5	2	6,5	6,7

¹ BD = Bonner Durchmusterung.

15. *Méthode statistique.* — On peut obtenir une confirmation des résultats précédents en déterminant, en fonction de la tension de vapeur, et comme nous l'avons déjà fait pour une autre étude statistique¹, la limite de magnitude atteinte par nos clichés.

Pour cela, établissons pour chaque cliché, le nombre d'étoiles visibles, appartenant à chaque demi-magnitude, en nous basant sur les valeurs photographiques du *Henry Draper Catalogue*: puis formons les totaux pour quatre groupes de clichés, en réunissant les plaques obtenues par des tensions sensiblement constantes. Cette méthode ne peut donner de bons résultats que si la loi des grands nombres s'applique; c'est ce qui oblige à ne considérer qu'un petit nombre de groupes. Le tableau précédent donne les résultats. Les chiffres en italiques concernent des magnitudes extraites de la *Bonner Durchmusterung*.

On trouve dans le tableau un nombre total d'étoiles supérieur à celui de l'article rappelé ci-dessus. C'est que, dans le tableau actuel, quelques étoiles apparaissent à plusieurs reprises.

Le maximum du nombre d'étoiles a une marche très nette: il recule lorsque τ augmente, et d'une quantité de l'ordre de grandeur de 0,08 mag/mm, si nous admettons que τ a varié de 2,4 pour la première ligne à 14,4 pour la dernière. La coïncidence de cette valeur avec celle donnée par l'étude des longueurs de spectrogrammes est frappante.

Observatoire de Genève.

¹ P. ROSSIER et G. TIERCY, Sur la répartition statistique des étoiles en fonction du type spectral, *Archives* (5), 12, suppl. (1930); le même, *Publications de l'Observatoire de Genève*, fasc. 13.