

**Quelques considérations à propos des bandes ultra-violettes
de GN dans les spectres stellaires,**

par P. SWINGS (*).

1. On sait qu'un spectre stellaire dépend surtout de deux facteurs physiques : d'une part, la température de la photosphère et de l'atmosphère; d'autre part, l'intensité de la gravité à la surface. Le type spectral est déterminé par l'ensemble de ces facteurs, le plus important étant le premier cité; le second facteur sert surtout à distinguer les étoiles naines et géantes. Cette distinction se fait spectroscopiquement (méthode des parallaxes spectroscopiques) en sélectionnant des couples de raies dont l'intensité relative est fortement fonction de la pression; moyennant le tracé préalable de « courbes de calibrage » partant d'étoiles connues, on peut alors, en mesurant les rapports d'intensité des composantes de ces couples dans les différents spectres, déterminer avec une certaine approximation les parallaxes, donc les magnitudes absolues. Ainsi, par exemple, dans une étoile naine KO, les raies $\lambda 3944$ et $\lambda 3961$ de Al I sont beaucoup plus

(*). Présenté par M. Dehau.



intenses que dans une géante KO, alors que l'inverse se produit pour les raies $\lambda 4077$ et $\lambda 4215$ de Sr II.

2. En partant de deux spectres KO pris à Harvard au prisme-objectif (spectre de l'étoile naine τ Ceti et de la géante β Sagittae), Russell, Dugan et Stewart (*) arrivent à la conclusion que les bandes ultra-violettes du cyanogène (de $\lambda 3780$ à $\lambda 3880$) sont plus intenses dans l'étoile géante que dans la naine.

A première vue, cela paraît assez bizarre, comme il résulte d'ailleurs aussi du calcul suivant.

Considérons deux étoiles de même température atmosphérique T, mais dont les atmosphères ont des densités très différentes, par exemple une naine et une géante de même température. Il a été montré (*) que la formation et la décomposition des molécules CN sont régies par la loi d'équilibre

$$\log K_p = -\frac{210000}{4,544 T} + 1,5 \log T + \log \left(1 - e^{-\frac{29,65}{T}} \right) + 0,07, \quad (1)$$

T étant la température absolue et K_p le coefficient d'équilibre à pression constante

$$K_p = \frac{p_C \cdot p_N}{p_{CN}}, \quad (2)$$

les pressions partielles p_C, p_N, p_{CN} étant exprimées en atmosphères.

K_p , étant seulement fonction de T, sera le même pour les deux étoiles ; on en déduit

$$\frac{p_{CN}^g}{p_C^g \cdot p_N^g} = \frac{p_{CN}^n}{p_C^n \cdot p_N^n}, \quad (3)$$

les indices g et n se rapportant respectivement à la géante et à la naine. Les pressions étant plus fortes dans la naine, la relation (3) conduit à

$$p_{CN}^g > p_{CN}^n;$$

les bandes d'absorption de CN seraient plus intenses dans la naine que dans la géante.

Remarquons d'ailleurs qu'un tel effet « normal » de magnitude absolue (bande plus intense dans la naine) a été observé par

(*) RUSSELL, DUGAN and STEWART, *Astronomy*, II, p. 728.

(2) P. SWINGS and O. STRUVE, *Physical Review*, 30, 142, 1932; P. SWINGS, *Monthly Notices of the R. A. S.*, 92, 140, 1931.

P. Swings et O. Struve (*), par comparaison notamment des spectres de α Aquarii (géante G0) et du Soleil (nain G0), et aussi par P. Swings (**), en comparant δ Cephei à son minimum (super-géante G6) avec le Soleil. Ces comparaisons portaient sur les bandes de CH ; mais il a été montré que les bandes de CH et celles de CN se comportent de façon tout à fait semblable (**).

3. Comment alors expliquer le fait observé par Russell, Dugan et Stewart ? Evidemment, il se pourrait que dans β Sagittae, il y eut une abondance relative exceptionnelle de CN (c'est-à-dire de C et de N) plus grande que dans τ Ceti. Mais le facteur température peut à lui seul expliquer le phénomène. Rappelons qu'entre les étoiles géantes et naines d'un même type spectral, il y a des différences de température ; le tableau I donne quelques températures citées dans le Traité de Russell, Dugan and Stewart.

TABLEAU I.

Type spectral.	Étoiles géantes.	Étoiles naines.
G0	5600°	6000°
G5	4700	5600
K0	4200	5100
K5	3400	4400
M.	3000	3400

En particulier, entre une géante et une naine K0, il peut y avoir une différence de température de l'ordre de 900° C, la géante étant la plus froide.

Calculons, au moyen de l'équation (1), les coefficients K_p correspondant à T = 4200° et T = 5100°. On trouve

$$\log K_p^g = -5,803 \quad \text{et} \quad \log K_p^n = -3,797.$$

D'où l'on tire

$$\frac{p_{CN}^g}{p_C^g \cdot p_N^g} = 6,33 \cdot 10^3 \quad \text{et} \quad \frac{p_{CN}^n}{p_C^n \cdot p_N^n} = 9,10^3.$$

A pressions p_C et p_N égales, il y aurait dans la géante 70 fois plus de molécules CN que dans la naine. Mais en fait on a

$$\frac{p_{CN}^g}{p_{CN}^n} = 70 \cdot \frac{p_C^g \cdot p_N^g}{p_C^n \cdot p_N^n}.$$

(*) P. SWINGS and O. STRUVE, *loc. cit.*

(2) P. SWINGS, *loc. cit.*

(3) P. SWINGS and O. STRUVE, *loc. cit.*

Le fait indiqué par Russell, Dugan et Stewart correspond donc simplement à ce que dans l'exemple indiqué le rapport

$$\frac{p_{\lambda} \cdot p_{\lambda}}{p_{\lambda}^2 \cdot p_{\lambda}^2}$$

est supérieur à $\frac{1}{70}$ ce qui est très plausible.

4. A propos de ces bandes de CN, remarquons encore qu'un examen de leur intensité doit être entouré de beaucoup de précautions si l'on ne veut pas arriver à des résultats fantaisistes. Nous avons déjà indiqué antérieurement (1) combien, dans la question des bandes stellaires moléculaires, on doit soigneusement éviter les superpositions de raies atomiques. Quoique les bandes ultra-violettes de CN soient relativement intenses, elles exigent néanmoins les mêmes soins.

Nous avons examiné la région du spectre solaire (2) (nain GO) comprise entre λ 3780 et λ 3884; cette région est, de tout le spectre, la plus riche en raies de molécules CN. On a obtenu le tableau II suivant :

TABLEAU II.

A. — Raies solaires atomiques comprises entre λ 3750 et λ 3884.

Intensité (de Rowland)	Nombre de raies.	Spécification.
25	2	Fe 3820,438 et Mg 3838,304.
20	2	Fe 3825,898 et Fe 3859,924.
15	3	Mg 3832,312 et Fe 3845,653.
12	1	Ti+ 3759,901.
10	5	4 Fe et 1 Mg.
9	1	1 Fe.
8	8	7 Fe et 1 Co.
7	6	3 Fe, 1 Ti+ et 2 Ni.
6	11	6 Fe, 1 Fe-Ti, 3 Ni, 4 Cr.
5	7	7 Fe.
4	25	15 Fe, 1 Ti, 1 Ti+, 1 V, 1 Ni, 3 Mn, 3 Co.
3	40	29 Fe, 2 Ti+, 1 Ni+, 1 V+, 1 V, 1 Ni-Co, 2 Cr, 1 Ni+, 1 Co.
2	78	
1	131	
0	124	
-1	83	

(1) Notes citées précédemment.

(2) D'après la Revision of Rowland's Preliminary Table of Solar Spectrum Wavelengths.

B. — Raies solaires dues aux molécules CN (même région du spectre).

Intensité (de Rowland)	Non superposées avec des raies atomiques.	Superposées avec des raies atomiques.
4 et plus.	0	2
3	4	9
2	16	43
1	64	48
0	149	25
-1		151

5. L'examen de ce tableau montre que la contribution des raies atomiques est beaucoup plus importante que celle des raies moléculaires. En particulier, on rencontre un nombre important de raies très intenses de l'atome neutre de Fe; il y a aussi quelques fortes raies de Mg I, de Ni I, de Co I, de Ti II. On en peut conclure que si l'on veut examiner les bandes ultra-violettes de CN, en vue d'une détermination spectroscopique de parallaxes, le prisme-objectif est à déconseiller. Il y a lieu soit d'utiliser une très forte dispersion, soit une moyenne dispersion avec plaques à grain très fin et en choisissant une étroite zone spectrale, ne comportant que des raies de CN, sans superposition de raies atomiques. Sinon, l'effet primordial sera dû aux raies des atomes neutres de Fe et Mg et les mesures ne correspondront à rien de physique.

**

Ces considérations m'ont été suggérées par des conversations que j'ai eu l'honneur d'avoir avec le professeur Russell, à l'Observatoire du Mont Wilson; je profite de cette occasion pour remercier bien sincèrement M. H. N. Russell pour son amabilité et ses bons conseils.

Institut d'Astrophysique de l'Université de Liège,
mars 1932.

M. HAYEZ, imprimeur de l'Académie royale de Belgique, 119, rue de Louvain, Bruxelles