Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 17 (1964)

Heft: 1

Artikel: Positions des étoiles métalliques et des sous-naines dans le diagramme , g : note 3

Autor: Golay, Marcel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739869

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

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

POSITIONS DES ÉTOILES MÉTALLIQUES ET DES SOUS-NAINES DANS LE DIAGRAMME Δ, g

NOTE 3

PAR

Marcel GOLAY

RÉSUMÉ

Nous montrons que les étoiles métalliques doivent se trouver au-dessus (du côté des g croissants) du lieu des étoiles de la séquence principale dans le diagramme Δ, g. Les sous-naines par contre, se situent au-dessous de cette séquence. Les mesures effectuées confirment ce fait en ce qui concerne les étoiles à raies métalliques. Un programme d'observation des sous-naines est projeté en vue de les situer dans le diagramme Δ, g.

1. INTRODUCTION

Dans un précédent travail [1], nous avons montré que le paramètre g, du système photométrique Δ, g établi à l'aide de 5 couleurs, était particulièrement sensible à l'effet des raies d'absorption contenues dans le spectre. Il en est de même pour le paramètre Δ, mais ceci est plus difficile à établir car les études spectrophotométriques de la région 3000-3700 Å sont rares. Nous avons procédé comme dans [1] et nous avons essayé d'estimer l'effet cumulatif des raies métalliques sur g. L'article de Jesse L. Greenstein [2] donne les largeurs équivalentes d'un grand nombre de raies de l'étoile métallique τ UMa entre 4017 Å et 4823 Å. D'autres étoiles normales sont aussi étudiées ce qui permet des comparaisons. Les largeurs équivalentes des raies de deux autres étoiles métalliques, 8 Com. et 15 Vul., sont données dans l'article de G. R. Miczaika, F. A. Franklin, A. J. Deutsch, J. L. Greenstein [3] pour un grand nombre de raies comprises entre 3709 et 6587 Å (15 Vul.) et entre 3850 et 4652 Å (8 Com.). Enfin une sous-naine *HD* 19445 fait l'objet de l'article de R. L. Wildey, E. M. Burbidge, A. R. Sandage, G. R. Burbidge [4]. Ces auteurs donnent la fraction du rayonnement absorbée par les raies dans une suite d'intervalles de 25 Å entre 3300 et 6350. Le même travail est également fait pour des étoiles normales.

2. ÉTOILES A RAIES MÉTALLIQUES

L'article de J. L. Greenstein [2] donne les largeurs équivalentes d'un grand nombres de raies de l'étoile à raies métalliques τ UMa ainsi que de ρ Pup (F_6 II) de θ UMa (F_5 III) de α CMi (F_6 IV) de α Per (F_1 Ib). Cette étoile est classée A 5 selon la raie K, $F0$ selon les raies H et $F6$ II selon les raies métalliques. Les raies étudiées étant comprises entre 4017 et 4823 Å, il n'est donc pas possible d'établir l'effet des raies sur chacun des filtres utilisés à l'établissement du paramètre g. Nous sommes donc réduits à introduire des hypothèses simplificatrices. Il faut remarquer aussi que [2] ne donne pas les largeurs équivalentes de toutes les raies, ce qui nous oblige à effectuer des extrapolations. Nous remarquons que l'absorption par les raies recensées dans [2] représente en magnitude sur les filtres B_1 et B_2 (B_1 s'étend de 3650 à 4550 et B_2 de 4150 à 4900).

	ΔB_1	ΔB_2	$\Delta B_2/\Delta B_1$
τ UMa	0,073	0,092	1,25
ρ Pup (F_6 II)	0,051	0,091	1,78
θ UMa (F_6 III)	0,038	0,062	1,62
α CMi (F_5 IV)	0,059	0,074	1,25
α Per (F_5 Ib)	0,059	0,084	1,42

Note : Les valeurs données ci-dessus sont obtenues en utilisant toutes les raies de largeurs équivalentes connues à l'exception des raies de l'hydrogène. Par homogénéité avec les résultats suivants nous avons tenu compte des raies, H_γ, H_δ.
Sachant que ces pertes de magnitude sont, pour autant que ΔB_1 et ΔB_2 soient très petits, approximativement égales à la fraction du flux perdue dans les raies, nous pouvons comparer les fractions perdues ΔB_2 par rapport à ΔB_1. C'est ce qu'exprime le rapport $\Delta B_2/\Delta B_1$. Or les étoiles α CMi et α Per ont aussi été étudiées par N. Milford [5]. N. Milford a mesuré la fraction absorbée par toutes les raies dans des intervalles de 25 et 50 Å. Les mesures commencent aussi à 4000 Å. L'absorption par ces raies sur les filtres B_1 et B_2 est alors

	ΔB_1 (Milford)	ΔB_2 (Milford)	$\Delta B_2/\Delta B_1$ (Milford)
α CMi (F_5 IV)	0,148	0,178	1,2
α Per (F_5 Ib)	0,225	0,279	1,25

Les rapports obtenues à l'aide des mesures de Milford sont assez proches de ceux calculés avec les mesures de Greenstein. Donc, on peut admettre que les raies négligées par Greenstein l'ont été proportionnellement aux absorptions dans B_1 et B_2. Ceci nous permet de calculer le ΔB_2 et le ΔB_1 selon Milford des étoiles observées par

Greenstein. Il suffit de multiplier les valeurs obtenues à l'aide des résultats de Greenstein par $\frac{0{,}178}{0{,}074} = 2{,}4$

D'où:

	ΔB_1 corrigé	ΔB_2 corrigé
τ UMa	0,175	0,22
ρ Pup (F_6 II)	0,12	0,22
θ UMa (F_6 III)	0,09	0,15
α CMi (F_5 IV)	0,18	0,178
α Per (F_5 Ib)	0,14	0,20

Il faut tenir compte maintenant du fait que les déterminations tant de Greenstein que de Milford ne commencent qu'à 4000 Å. Pour essayer d'établir un ordre de grandeur de g, nous devons essayer d'avoir une idée de la contribution des raies d'absorption sur la partie du filtre B_1 comprise entre 3650 et 4000 Å. Nous nous appuyons sur l'article [4] qui donne l'absorption par les raies dans des intervalles de 25 Å de 3300 à 6350 Å particulièrement pour l'étoile ξ Peg de type spectral F_7 V. En admettant la même distribution de l'absorption dans l'intervalle 3650-4000 pour ξ Peg que pour α CMi nous pouvons calculer la valeur de ΔB_1 définitif. Ceci nous conduit à ΔB_1 définitif 0,308. Il serait facile de corriger encore la différence d'intensité des raies d'absorption de l'hydrogène entre les types spectraux F_7 V et F_5 IV. Cette correction n'est pas nécessaire vu l'approximation réalisée. Le calcul de ΔB_1 définitif pour d'autres étoiles dont nous avons l'absorption des raies par intervalle de 25 ou 50 Å nous montre que pour les types spectraux envisagés nous pouvons poser:

$$\Delta B_1 \text{ définitif} = 2{,}1 \cdot \Delta B_1 \text{ corrigé} \left(2{,}1 = \frac{0{,}308}{0{,}148}\right)$$

Il est probable que ce rapport est plus grand pour une étoile à raie métallique. Il reste encore une hypothèse à faire, c'est de supposer que $V_1 - G$ est peu sensible à la composition chimique et de situer les étoiles de Greenstein dans la graphique $\delta g = f(D)$ de [1] par rapport à l'étoile α CMi (F_5 IV). Nous donnons aux étoiles non métalliques pour valeur de la discontinuité D celles prises dans les diagrammes de D. Chalonge comme nous l'exposons dans [1]. La discontinuité de τ UMa est celle mesurée par J. Berger, A.-M. Fringant, C. Menneret [6] soit 0,282. Nous obtenons les résultats suivants:

	ΔB_1 définitif	ΔB_2	$d\delta g$	D
τ UMa	0,37	0,22	+ 0,04	0,28
ρ Pup (F_6 II)	0,25	0,22	− 0,08	0,30
θ UMa (F_6 III)	0,19	0,15	− 0,075	0,22
α CMi (F_5 IV)	0,295	0,18	0	0,2
α Per (F_5 Ib)	0,295	0,20	− 0,02	0,4

Nous remarquons que l'étoile métallique τ UMa est la plus éloignée de la position de l'étoile α CMi, F_5 IV. Il est probable que l'ordre de grandeur ainsi obtenu soit trop élevé, ce qui se manifeste par le fait que les positions relatives de F_6 III et F_6 V sont un peu exagérées, il n'en reste pas moins le fait que les étoiles à raies métalliques doivent se placer au-dessus de la courbe relative à la séquence moyenne.

Le calcul de l'effet des raies dont les largeurs équivalentes ont été mesurées et publiées dans [3] donne:

8 Com	$\Delta B_1 = 0{,}106$	$\Delta B_2 = 0{,}084$	pour des raies de $\lambda > 3850$
15 Vul	$\Delta B_1 = 0{,}084$	$\Delta B_2 = 0{,}065$	pour des raies de $\lambda > 3799$

Note : En introduisant l'absorption des raies H_γ, H_δ de l'hydrogène,

Rappelons que

8 Com classée A_3 à l'aide des raies d'hydrogène
15 Vul classée A_8 à l'aide des raies d'hydrogène
A_6 avec la raie K et F_5 IV ou F_0 II-III à l'aide des raies métalliques.

Nous voyons que comme c'est le cas pour τ UMa, ΔB_1 est nettement supérieur à celui des étoiles normales et ceci bien que ΔB_2 reste comparable.

Pour situer 8 Com et 15 Vul, il faut essayer de réduire les mesures aux mêmes conditions que celles effectuées pour τ UMa. Cette opération est assez difficile du fait que l'article [3] ne donne pas d'informations sur des étoiles normales. Les raies métalliques paraissent uniformément réparties sur l'intervalle du filtre B_1. De plus en s'appuyant sur l'absorption par intervalle de 25 Å publiée dans [4], il semble que l'on peut admettre que l'absorption par les raies dans des intervalles de 25 Å est pratiquement constante entre 2650 et 4550 Å. La contribution des raies (raies de corps autres que l'hydrogène) à l'absorption est donc proportionnelle aux rapport des surfaces des parties utilisées de la courbe de transmission du filtre B_1. La surface totale de la courbe de transmission de B_1 est de 270 unités, les mesures de Greenstein étant comprises entre 4017 et 4823 Å, elles couvrent une surface de 163 unités, celles relatives à 15 Vul couvrent pratiquement la surface totale, il faut donc réduire l'absorption par les raies dans le rapport $\frac{270-163}{163} = 0{,}66$ pour rendre les mesures de 15 Vul comparables à celles de τ UMa. Le domaine des mesures de 8 Com commence à 3850 Å, ce qui correspond à une aire d'utilisation de la courbe de transmission de 246 unités. Les mesures de 8 Com doivent être réduites dans le rapport de

$$\frac{246-163}{163} = 0{,}51$$

Nous obtenons les résultats suivants:

		ΔB_1	ΔB_2
1. UMa,	contribution de H_γ, H_δ	0,030	0,025
	contribution des autres raies.	0,043	0,067
	(classee F_0 selon raie H) Total	0,073	0,092
2. 8 Com,	contribution de H_γ, H_δ	0,05	0,034
	contribution des autres raies.	0,037	0,050
	(classee A_3 selon raie H) Total	0,087	0,084
3. 15 Vul,	contribution de H_γ, H_δ	0,04	0,025
	contribution des autres raies.	0,022	0,040
	(classee A_8 selon raie H) Total	0,062	0,065

Il suffit maintenant de poursuivre de la même façon que pour τ UMa. (Multiplier les ΔB_1 et ΔB_2 par 2,4 pour englober l'effet de toutes les raies, puis ΔB_1 par 2,1 pour étendre à tout l'intervalle de transmission du filtre B_1). D'où:

	ΔB_1 définitif	ΔB_2	$d\delta g$	D
τ UMa	0,37	0,22	+ 0,04	0,28
α CMi (F_5 IV)	0,295	0,18	0	0,2
8 Com	0,43	0,20	+ 0,11	0,5
15 Vul	0,31	0,16	+ 0,04	0,35

Les discontinuités adoptées sont celles en accord avec le type spectral fourni par les raies d'hydrogène (à l'exception de τ UMa dont la valeur de D est prise dans [6]. La figure 1 représente les positions d'étoiles étudiées ici par rapport à la trace de la séquence moyenne du diagramme $\delta g = f(D)$. Nous pouvons donc affirmer que les étoiles métalliques se trouvent au-dessus de la séquence des étoiles de classe V dans le diagramme g, Δ. En supposant qu'il n'y a pas d'effet de sélection dans l'étude des spectres, nous pouvons alors admettre que le degré de métallicité est proportionnel au rapport des contributions des raies autres que celles de l'hydrogène dans les filtre B_1 et dans B_2. En utilisant les chiffres des tableaux précédents, nous obtenons:

$$\Delta B_1 \text{ (sans } H)/\Delta B_2 \text{ (sans } H)$$

$$15 \text{ Vul} = \frac{0{,}022}{0{,}040} = 0{,}55$$

$$\tau \text{ UMa} = \frac{0{,}043}{0{,}067} = 0{,}64$$

$$8 \text{ Com} = \frac{0{,}037}{0{,}050} = 0{,}74$$

Ces grandeurs sont corrélatives à la distance comprise entre le point représentatif de l'étoile métallique et la courbe de la séquence moyenne dans le diagramme $\delta g = f(D)$ de la fig. 1. Nous pouvons donc supposer que dans le diagramme $g = f(\Delta)$, l'écart à la séquence principale (du côté des valeurs de g plus grandes) est une mesure du

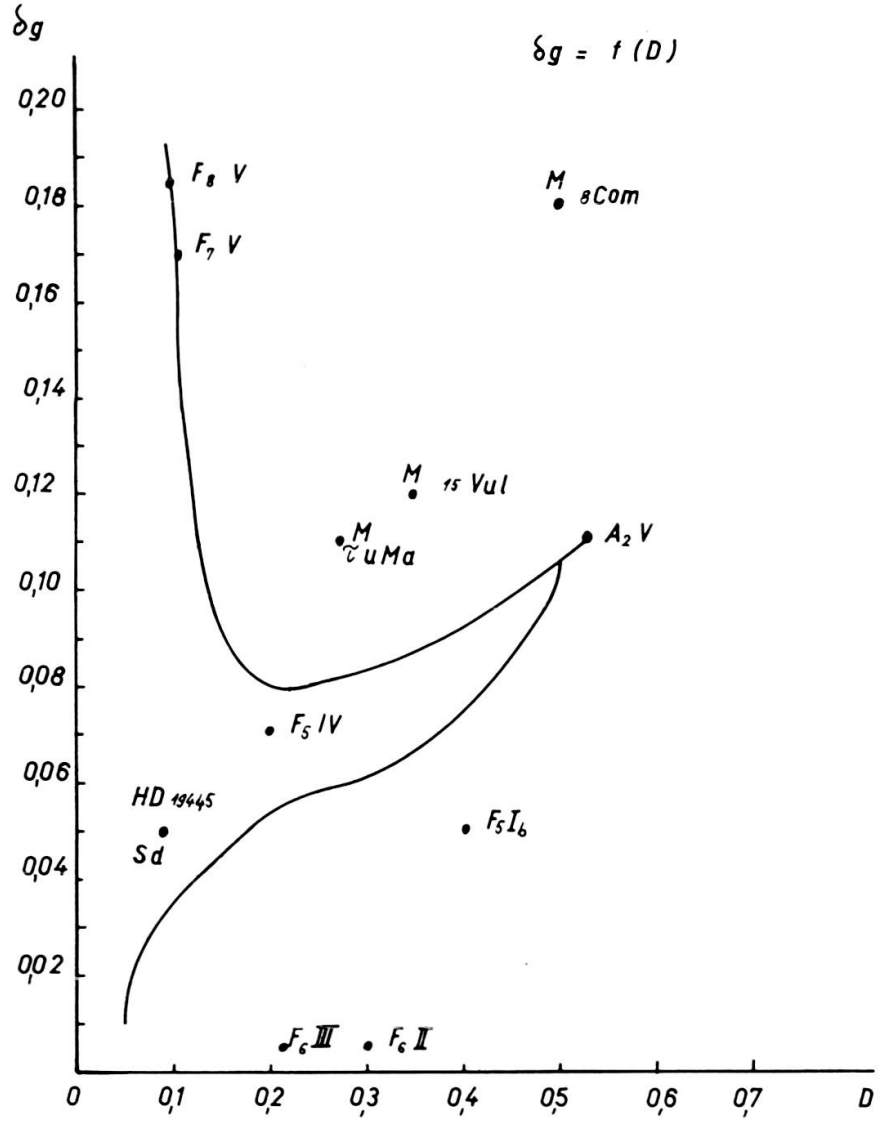

Fig. 1

degré de métallicité. Il faut évidemment reprendre plus systématiquement les observations photométriques des étoiles métalliques pour confirmer ce fait.

3. SOUS-NAINE

L'article [4] qui nous a déjà servi à situer plusieurs étoiles sur le diagramme $\delta g = f(D)$ nous permet encore de placer une sous-naine, *HD* 19445. L'effet cumulé

des raies (hydrogène et autres) donne les écarts de magnitude suivants sur les différents filtres:

$$\Delta B_1 = 0{,}116$$
$$\Delta B_2 = 0{,}051$$
$$\Delta V_1 = 0{,}033$$
$$\Delta G = 0{,}023$$

Rappelons que l'article [4] donne les largeurs équivalentes des raies de *HD* 19445 dans un intervalle de longueurs d'ondes compris entre 3400 Å et 6350 Å. L'écart δg a alors pour valeur 0,05. Donc, l'écart par rapport à α CMi pris comme élément de comparaison dans cet article est $-$ 0,02. Pour D nous adoptons la valeur publiée par L. Divan, soit 0,094. Nous constatons que cette sous-naine se place nettement au-dessous de la séquence principale des étoiles F.

4. QUELQUES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

La fig. 2 donne les positions d'étoiles bien connues et brillantes de la séquence principale ainsi que quelques étoiles métalliques extraites de [6]. Ces étoiles sont:

	Classification d'après			
	Raies K	Raies H	Raies Métalliques	Φ_b—Φ_b (Σ)
63 Tau	A_1	F_0	F_5 IV	0,33
16 Ori	A_2	A_9	F_2 IV	0,28
15 UMa	A_2	F_0	F_5 IV	0,19
HR 1403	A_5	F_0	F_2	0,13
8 Com	étudiée dans cet article			

En admettant que $\Phi_b - \Phi_b(\Sigma)$ (Φ_b = « gradient bleu » de D. Chalonge) de [6] exprime le degré de métallicité alors la distance du point représentatif de l'étoile à sa position, dans le plan Δ, g de son type spectral donné par les raies d'hydrogène est une fonction de $\Phi_b - \Phi_b(\Sigma)$. En principe, nous ignorons ce type spectral et il serait important de pouvoir mesurer le degré de métallicité seulement en partant de la position de l'étoile. Ceci entraîne la nécessité d'introduire une troisième dimension.

5. CONCLUSIONS

Il apparaît que le diagramme Δ, g résulte de la projection d'une surface (comme le λ_1, D de D. Chalonge) sur un plan. Cette surface pour l'instant n'est pas définie. En s'appuyant sur la représentation tridimensionnelle des étoiles de D. Chalonge et sur les positions particulières des étoiles métalliques et sous-naines dans le plan Δ, g, nous pouvons penser que la forme de cette surface va varier avec la composition

chimique des étoiles qui y sont portées. Il se pose alors le problème délicat d'établir le critère de sélection des étoiles qui doivent se trouver sur la surface. Les autres étoiles étant alors considérées comme plus ou moins sous-naines ou plus ou moins métalliques.

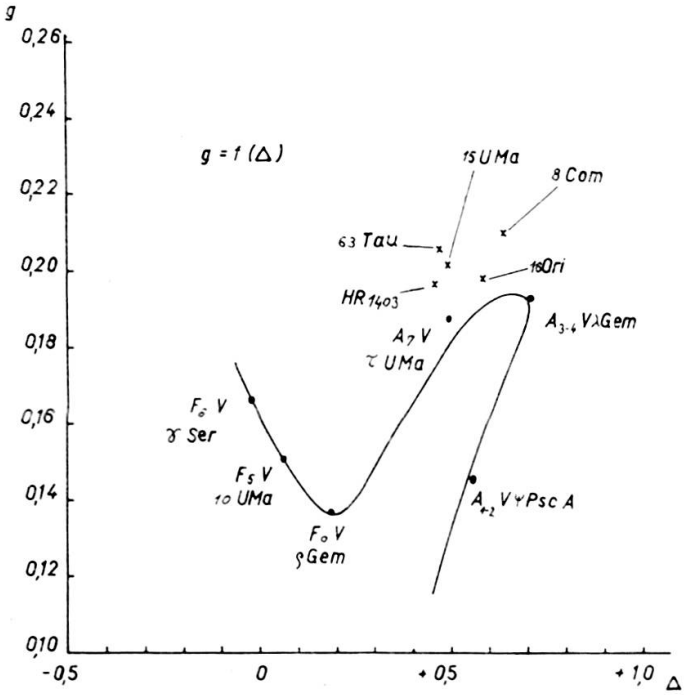

Fig. 2

La forme du diagramme Δ, g relatif à un échantillon de population stellaire sera une information sur la composition chimique des étoiles qui composent cet échantillon. Pour cette raison nous tenterons d'établir le diagramme Δ, g de quelques amas galactiques.

Les nombreux calculs ainsi que les programmations nécessaires à la réalisation de ce travail ont été effectués sous la direction de M. Hauck à l'Observatoire de Genève.

Observatoire de Genève
novembre 1963

BIBLIOGRAPHIE

1. Golay, M. *Publ. Obs. Genève*, n° 66.
2. Greenstein, J. L. Apj., vol. 107 p. 151.
3. Miczaika, G. R., Franklin, F. A., Deutsch, A. J., Greenstein, J. L. Apj, 124, p. 134.
4. Wildey, R. L., Burbidge, E. M., Sandage, A. R., Burbidge, G. R. Apj. 135, p. 94.
5. Milford, Nevil. *Annales d'astrophysique*, tome 13.
6. Berger, J., Fringant, A. M., Menneret, C. *Annales d'astrophysique*, tome 19.
7. Sinnerstad, U. *Stockholms Obs. Annales*, B. 21, n° 6.
8. Divan, L. *Annales d'astrophysique*, tome 19.