

Note sur les bandes d'émission des spectres de quelques Novæ,

par JEAN GENARD,

Docteur en Sciences physiques et mathématiques.

1. L'étude de certains spectres de novæ inclus dans la collection de l'Observatoire de Meudon nous a permis de déceler visuellement sur certain d'entre eux de notables variations d'intensité à l'intérieur des principales bandes d'émission. Ces variations d'intensité ont été repérées exclusivement sur les clichés peu intenses; une augmentation d'intensité les effaçait toujours.

2. Deux novæ ont pu ainsi être étudiées du point de vue de la structure interne des bandes : Nova Lacertæ (1911) et Nova Cygni (1920). Quelques clichés de Nova Geminorum (1912) ont fait également l'objet de nos recherches. Malheureusement, pour cet astre, tous les spectres étaient particulièrement intenses.

*

Nous n'avons pu, par là, en tirer aucun résultat certain au sujet de la structure interne des bandes.

Tous les clichés employés ont été obtenus soit à l'aide d'une chambre prismatique, soit à l'aide d'un spectrographe à fente adapté à la lunette de Meudon.

ETUDE DES SPECTRES.

3. *Nova Lacertae* 1911.

Première description des clichés : Idrac; *C. R.* de Paris, 23 janvier et 6 février 1911.

Comme dans tous les spectres de novae les raies prédominantes sont celles de l'hydrogène et du nébuleux.

A) *Hydrogène*. — Les plaques employées n'étant pas panchromatiques, la radiation $H_{\alpha} = 6563$ n'est apparue sur aucun des clichés étudiés.

Les bandes observables de la série de Balmer sont comprises entre H_{β} et H_{ζ} . Nous donnons, dans le tableau suivant, les caractéristiques de ces bandes.

| Longueurs d'onde. | Étendue. | Largeur en Å. | Milieu. | Effet Doppler total en km.-sec. | Vitesses d'expansion maximum en km.-sec. | Intensité d'ensemble (1). |
|-----------------------|-------------|---------------|---------|---------------------------------|--|---------------------------|
| $H_{\beta} = 4861$ | 4837 à 4887 | 50 | 4862 | 3085 | 1542 | 10 |
| $H_{\gamma} = 4340$ | 4316 à 4360 | 44 | 4338 | 3043 | 1521 | 8 |
| $H_{\delta} = 4101$ | 4077 à 4119 | 42 | 4098 | 3075 | 1537 | 7 |
| $H_{\epsilon} = 3970$ | 3951 à 3989 | 38 | 3970 | 2872 | 1436 | 5 |
| $H_{\zeta} = 3889$ | 3869 à 3905 | 36 | 3887 | 2778 | 1389 | 4 |

Les clichés employés ont été obtenus à l'aide d'une chambre prismatique.

La précision des mesures est donc relativement faible; en particulier l'erreur probable sur les premières vitesses d'expansion maxima est de l'ordre de 60 à 70 km.-sec.; cette erreur peut encore être plus élevée pour les dernières radiations de la série de Balmer, qui sont beaucoup moins visibles sur les clichés. Il est donc impossible de décider si la vitesse d'expansion maxi-

(1) Estimées visuellement.

imum peut être considérée comme constante pour les diverses radiations de l'hydrogène.

Les clichés que nous avons étudiés ont été pris sur la fin du mois de janvier; ils présentent de notables différences avec ceux obtenus par Wright ⁽¹⁾ au début du même mois. Sur la fin de son travail, celui-ci signale qu'il a pu obtenir un spectre de la nova le 8 février, mais trop faible pour être étudié systématiquement.

La structure interne décrite ci-après correspond au cliché du 29 janvier 1911.

H_{β} = 4861 : Cette bande est très nette, bien piquée. Deux maxima latéraux bien marqués et situés respectivement vers λ 4832 et λ 4870.

Le maximum situé à λ 4832 paraît légèrement plus intense que celui de λ 4870.

H_{γ} = 4340 : Trois maxima visibles : un central et deux latéraux. Le maximum central est légèrement décalé vers les grandes longueurs d'onde.

Positions : λ 4331, λ 4345 et λ 4362. Celui de λ 4345 paraît trois à quatre fois plus intense que les deux autres (intensités sensiblement égales). La radiation λ 4362 doit très probablement être identifiée avec la raie λ 4364 du nébulium.

H_{δ} = 4101 : Deux maxima nettement excentriques par rapport à la longueur d'onde λ 4101; positions : λ 4091 et λ 4110. Le maximum λ 4091 est le plus intense.

H_{ϵ} = 3970 : Deux maxima presque symétriques par rapport à λ 3970 (très léger décalage vers les courtes longueurs d'onde). Intensités sensiblement égales.

H_{ζ} = 3889 : Cette bande est faible sur les clichés sous-exposés; on croit toutefois observer deux maxima latéraux paraissant symétriquement disposés.

B) *Nébulium*. — Les radiations du nébulium sont inférieures en intensité aux raies fortes de l'hydrogène. Deux seulement (λ 5007 et λ 4658) sont bien marquées sur les clichés normaux.

N_1 = 5007 : Cette bande est assez faible sur les clichés sous-exposés. Il doit probablement exister deux maxima sur bords, aux environs de λ 4985 et λ 5030.

N_2 = 4959 : Bande très faible. La structure interne est indiscernable.

(1) WRIGHT, *Lick Observatory Bulletin*, n° 194, 1911.

$\lambda 4658$: Deux maxima latéraux, celui de plus courte longueur d'onde étant quelque peu plus intense que l'autre.

$\lambda 4362$: Faible; elle tombe au voisinage du bord de H_γ .

Il semble résulter que toutes les raies d'émission du spectre de *Nova Lacertae* sont *au moins* doubles. De telles observations de multiplicité ont été signalées d'une façon plus ou moins précise pour d'autres novae, en particulier par Adams et Kohlschutter ⁽¹⁾ et Jenvall ⁽²⁾.

Remarquons que le compte rendu des observations de *Nova Lacertae*, effectuées par Wright au début de janvier 1911, ne signale pas le caractère de multiplicité des raies de l'hydrogène et du nébulium.

D'après les clichés étudiés, les raies du nébulium sont relativement peu importantes; quatre radiations sont seulement apparues : $\lambda 5007 = N_1$, $\lambda 4959 = N_2$, $\lambda 4658$ et $\lambda 4364$.

Les première et troisième sont bien marquées, tandis que les deuxième et quatrième apparaissent très faiblement.

D'après le travail de Wright, les spectres obtenus par lui présentent notablement plus de raies du nébulium que les nôtres. Ceci semble confirmer l'hypothèse d'Adam et Pease ⁽³⁾ suivant laquelle les spectres des novae tendraient vers ceux des étoiles de Wolf-Rayet (bandes atomiques mais disparition du nébulium).

C) *Calcium ionisé*. — Il arrive très souvent que les spectres des novae présentent, en émission et en absorption, les raies H et K du calcium ionisé. Nous nous sommes efforcé, mais sans succès, de déceler ces radiations sur les spectres de *Nova Lacertae*. La raie K étant relativement proche de H_γ , quelques légers doutes pourraient subsister au sujet de sa présence; mais la radiation H est manifestement absente de nos clichés.

Vu la faible intensité du fond continu à cet endroit, il est difficile de décider de la présence ou de l'absence des raies fines d'absorption H et K du calcium interstellaire.

Wright ne signale d'ailleurs aucune de ces deux raies, ni en émission, ni en absorption, lors de ces observations du début du mois.

(1) ADAMS et KOHLSCHUTTER, *Astrophys. Journal*, 36, 293, 1912.

(2) JENVALL, *Astronomiska Iakttagelser och Undersökningar Å Stockholms Observatorium*, band 11, n° 4, 1928.

(3) ADAMS et PEASE, Communication to the National Academy of Sciences. (*U. S. A.*, n° 12, 1915.)

D) *Conclusion.* — Les clichés que nous avons étudiés ont été obtenus à une époque relativement éloignée du maximum de l'astre, alors que la magnitude de ce dernier était comprise entre 8 et 9. Seules les radiations de l'hydrogène et du nébulium ont pu être mises en évidence.

A aucune époque de son évolution, Nova Lacertae n'a d'ailleurs présenté de spectre très complexe. En particulier, sur les différents clichés que nous avons étudiés, les bandes d'émission étaient toujours ou très intenses et bien piquées ou extrêmement faibles.

De plus, les clichés pris sur la fin de janvier 1911 ne présentent pas de bandes d'absorption de l'hydrogène voisines des bandes d'émission.

L'existence de certaines de ces bandes d'absorption avait toutefois été mise en évidence par Wright au début de janvier 1911.

Il paraît cependant intéressant de remarquer que Nova Lacertae n'a jamais manifesté ce caractère de bandes doubles (absorption et émission) *avec forte intensité*. D'autres astres temporaires, au contraire, le présentent nettement; ex. Nova Cygni 1920.

Ajoutons également que les bandes de Nova Lacertae sont parmi les plus larges qu'on ait observées pour de tels astres ce qui correspond donc à des vitesses d'expulsion atomique très grandes.

4. *Nova Geminorum, 1912.*

Courte note de MM. Bosler et Idrac ⁽¹⁾.

Les clichés employés sont moins favorables et moins nombreux que ceux de Nova Lacertae. Les radiations identifiées sont celles de l'hydrogène et du nébulium.

A) *Hydrogène.* — Les bandes de la série de Balmer sont toujours très intenses. Comme pour Nova Lacertae, H_{β} paraît plus piqué que les autres radiations.

Nous avons été frappé par l'étendue, sur les clichés d'exposition normale, de cette série de Balmer. Le dernier terme observé est H_7 .

Les raies d'absorption voisines des raies d'émission sont très peu visibles sur nos clichés.

(1) *C. R. de Paris*, 15 avril 1912.

Ne possédant pas de spectres sous-exposés, nous n'avons pu déterminer la structure interne des bandes.

| Longueurs d'ondes. | Étendue. | Largeur | Milieu. | Effet Doppler maximum. | Vitesse d'expansion non-max. | Intensité d'ensemble. |
|--------------------|-------------|---------|---------|------------------------|------------------------------|-----------------------|
| H β | 4847 à 4873 | 26 | 4860 | 1605 | 802 | 10 |
| H γ | 4328 à 4350 | 22 | 4339 | 1521 | 760 | 9 |
| H δ | 4092 à 4114 | 22 | 4103 | 1608 | 804 | 7 |
| H ϵ | 3962 à 3982 | 20 | 3972 | 1511 | 755 | 5 |
| H ζ | 3880 à 3900 | 20 | 3890 | 1542 | 771 | 4 |
| H η | 3826 à 3846 | 20 | 3836 | 1564 | 782 | 3 |
| H θ | — | — | — | — | — | 1 |
| H ι | — | — | — | — | — | 1 |

B) *Nébulium*. — Les seules radiations nébuleuses observables, tant en absorption qu'en émission, sont λ 4658, N $_1$ = 5007 et de faibles traces de γ 4234 et λ 4181.

La raie N $_2$ = 4959 n'est pas visible sur nos clichés, même sur celui du 9 mars 1912, qui est le meilleur de la série et qui a servi à dresser le tableau ci-dessus relatif aux bandes de l'hydrogène.

Au contraire, un léger affaiblissement du fond continu à l'endroit présumé de N $_2$ semble y indiquer une faible absorption.

Cette bande N $_2$ est d'ailleurs apparue par la suite, puisqu'un cliché obtenu par Adams et Pease le 22 février 1914 (Nova Geminorum as a Wolf-Rayet Star) la présente nettement.

Il semble donc probable que les raies du nébulium ne font leur apparition sur les spectres des novae qu'après celles de l'hydrogène.

Par la suite, ces radiations nébuleuses s'intensifient et finissent par l'emporter sur celles de l'hydrogène (voir à cet effet les clichés d'Adams et Pease cités ci-dessus).

C) *Calcium ionisé*. — Les raies H et K sont totalement absentes de nos clichés.

D) *Conclusion*. — Le spectre de Nova Geminorum, au début de son évolution, ressemble assez fort à celui de Nova Lacertae.

Seuls l'hydrogène et le nébulium sont visibles, mais le rapport d'intensité entre ces deux catégories de radiations est différent d'un astre à l'autre.

Les vitesses d'expansion sont aussi très dissemblables.

5. *Nova Cygni 1920.*

Notes antérieures : d'Azambuja ⁽¹⁾ et Burson ⁽²⁾.

Dès le premier coup d'œil on s'aperçoit que ce spectre est notablement plus complexe que les deux précédents.

Les raies observées appartiennent à l'hydrogène, au nébulium, au calcium ionisé et peut-être à l'hélium.

La plupart des bandes sont doubles : une composante d'émission située à sa position normale (ou très sensiblement) et une composante d'absorption décalée vers le violet. Cette composante d'absorption est en général plus étroite que celle d'émission.

Dans la plupart des cas, la limite ultra-violette des bandes d'émission est assez nettement marquée, vu la proximité de la raie d'absorption; l'autre extrémité est toujours plus floue.

A) *Hydrogène.* — Les radiations de l'hydrogène sont toujours très fortement marquées; on peut les suivre de H_β à H₇, mais les deux dernières sont trop faibles pour être mesurées.

| Longueurs d'onde. | Étendue. | Largeur | Milieu. | Effet Doppler maximum. | Vitesse d'expansion maximum. | Intensité d'ensemble. |
|-------------------|-------------|---------|---------|------------------------|------------------------------|-----------------------|
| H _β | 4849 à 4873 | 24 | 4861 | 1481 | 740 | 10 |
| H _γ | 4330 à 4352 | 22 | 4341 | 1520 | 760 | 9 |
| H _δ | 4091 à 4111 | 20 | 4101 | 1463 | 731 | 9 |
| H _ε | 3939 à 3979 | 20 | 3969 | 1512 | 756 | 7 |
| H _ξ | 3880 à 3898 | 18 | 3889 | 1389 | 694 | 5 |
| H _η | 3826 à 3844 | 18 | 3835 | 1408 | 702 | 3 |
| H _θ | — | — | — | — | — | 1 |
| H _ι | — | — | — | — | — | 1 |

(1) C. R. de Paris, 30 août 1920.

(2) *Idem.*

$H_3 = 4861$: Deux maxima d'émission nettement observables situés à $\lambda 4853$ et $\lambda 4866$. Le maximum de $\lambda 4853$ paraît légèrement plus intense.

$H_7 = 4341$: Deux composantes très nettes, dont les centres sont à $\lambda 4335$ et à $\lambda 4347$. La seconde est quelque peu plus intense.

Mais plusieurs autres composantes plus fines apparaissent à l'intérieur de cette bande.

$H_8 = 4101$: Deux maxima intenses à $\lambda 4090$ et $\lambda 4100$. Un faible maximum central semble apparaître.

$H_8 = 3970$: Cette bande doit également être complexe, mais la proximité de la bande intense H du calcium ionisé ne permet pas de l'isoler.

$H_{\xi} = 3889$: Raie nettement visible mais trop faible pour en déterminer la structure interne.

$H_{\eta} = 3835$: Id.

B) *Nébulium* :

$\lambda 5007$: Raie faible. Structure fine indiscernable.

$\lambda 4658$: Très intense; au moins trois maxima. Le maximum central apparaît nettement plus important.

La raie d'absorption adjacente est très marquée.

$\lambda 4610$: Trois maxima; le dernier, vers les grandes longueurs d'onde, est large et diffus, les autres fins.

$\lambda 4580$: Trois maxima, celui de plus courte longueur d'onde étant plus faible que les deux autres, qui sont d'intensité sensiblement égale.

$\lambda 4549$: Trois maxima d'intensité équivalente.

$\lambda 4306$: Bande large et diffuse.

$\lambda 4234$: Bande large et diffuse.

$\lambda 4181$: Bande large et diffuse, au moins deux maxima.

C) *Calcium ionisé*. — Les radiations H et K du calcium ionisé sont bien observables tant en émission qu'en absorption.

Raie K. — Bande d'émission légèrement plus large que celle de l'hydrogène (26 Å).

À l'inverse des bandes de l'hydrogène, la structure en paraît parfaitement continue.

Sur cette bande d'émission se détache la raie fine d'absorption du calcium interstellaire.

La bande d'absorption voisine est nettement plus étroite que celle d'émission (16 à 18 Å).

L'absorption est d'ailleurs telle que le fond continu est presque entièrement effacé.

Raie H. Même remarque que pour la raie K, mais la bande d'émission se superpose avec H_{β} . Comme la bande d'absorption de H_{β} recouvre une partie de celle d'émission de H, cette dernière est plus difficilement délimitable vers les courtes longueurs d'onde que les autres bandes.

D) *Autre bande intense.* — Une autre bande est visible à λ 4920; son identité est peu certaine. Beaucoup d'observateurs l'attribuent à l'hélium. Deux maxima d'intensité sensiblement équivalente.

E) *Fond continu.* — Le fond continu du spectre de Nova Cygni s'est révélé très intense; il l'emporte de loin sur celui des deux premières novae étudiées. Il faut noter cependant que le fond continu doit varier en même temps que se produit l'évolution de l'astre.

6. Conclusions générales :

Ainsi qu'il résulte des résultats ci-dessus, l'intensité à l'intérieur des bandes d'émission de l'hydrogène et du nébulaire est loin d'être constante comme l'admettent la plupart des théoriciens.

Une étude microphotométrique de ces intensités à l'intérieur des bandes d'émission est d'ailleurs en cours. Elle aura pour but de tenter une discussion d'une hypothèse actuellement en faveur.