

Problèmes Physiques des Atmosphères des Novae et des Astres présentant des Analogies Spectrales avec les Novae.

par P. SWINGS.

D'après sa place dans le programme du Colloque, et à la suite des remarquables rapports précédents, la tâche de ce rapport semble consister essentiellement à faire le point et à préparer la voie à l'exposé théorique du Dr STRÖMGREN. Passons donc brièvement en revue les diverses questions importantes en vue de la théorie des Novae, en essayant soit de synthétiser nos connaissances, soit de préciser ou de compléter quelques points qui n'ont pas été développés antérieurement.

L'auteur comptait considérer un grand nombre de questions dans le cas où ses prédécesseurs n'auraient pas eu l'occasion de les étudier dans les séances antérieures. En fait, la plupart de ces points ont maintenant déjà été discutés, et, dans tous ces cas, quelques mots suffiront.

Tout d'abord, on devrait attirer l'attention sur la question de la constitution chimique des couches éjectées, responsables à la fois des raies d'émission et d'absorption. Il paraît difficile de ne pas admettre que les Novae présentent des abondances anormales de certains éléments. Insistons par exemple sur la très grande intensité des raies de [FeVII] dans la nébulosité de Nova Pictoris 1925, durant les dernières années d'observation [1] ; ces raies sont de loin les plus intenses de tout le spectre. Qu'on se rappelle aussi l'intensité très grande de [NeIII] dans Nova Persi 1904 où ces raies furent et sont encore les plus fortes du spectre de la matière éjectée. Il existe encore d'autres exemples.

Certes, il est encore actuellement impossible de faire, en toute rigueur, une comparaison entre les intensités de raies permises et

interdites en vue des abondances des éléments ; mais alors, qu'on pense aussi à l'intensité considérable des raies d'absorption de OI et CI dans Nova Herculis [2].

Une étude des abondances relatives de l'hydrogène et des éléments plus lourds, en partant des spectres des Novae — en supposant qu'une telle étude soit possible ! — serait très utile. En tout cas il ne paraît pas exclu, à l'heure actuelle, d'admettre que la matière éjectée présente une déficience en hydrogène, comparée aux atmosphères des étoiles normales. Il est donc nécessaire d'envisager avec quelque prudence certaines interprétations théoriques de phénomènes de Novae basées essentiellement sur une prédominance de l'hydrogène.

En ces derniers temps, nous nous sommes d'ailleurs habitués à des différences d'abondances chimiques dans les diverses étoiles, et, hier encore, le Dr BEALS nous a très bien illustré les deux séquences d'étoiles de Wolf Rayet.

D'autre part, de nombreuses recherches récentes nous ont accoutumés aussi à l'idée que l'abondance en hydrogène constitue un facteur primordial dans les questions de structure stellaire. Il serait donc utile d'envisager la question de la déficience en hydrogène, ne fût-ce même que pour susciter une discussion de ce problème !

Il ne paraît plus utile de revenir à la question du stade initial, antérieur à l'éruption, qui a déjà suscité tant de discussions. En ce qui concerne les couches en expansion, rappelons-nous seulement que la surface photosphérique effective est une pure notion optique : c'est une zone de l'atmosphère en expansion où l'opacité est suffisamment grande (≈ 1) pour arrêter tout rayonnement venant de l'intérieur. Dans la période pré-maximum, presque toute la luminosité provient du spectre continu et est donc essentiellement déterminée par le diamètre et la température de cette photosphère non statique. Par exemple, le maximum de lumière se présente quand l'effet combiné de ces deux facteurs atteint son maximum. Des estimations numériques de l'épaisseur optique de la couche totale expulsée ont été effectuées et confirment ce point de vue [3]. Elles postulent d'habitude une haute teneur en hydrogène. Naturellement, si on adopte une valeur de la parallaxe, on pourra, aussi longtemps que la luminosité est essentiellement due au spectre continu, déterminer l'évolution du rayon de la photosphère effective. Dans le cas de Nova Herculis, si on retient une distance de 415 parsecs

(Beileke), on constate que le rayon de la photosphère passe de 80 R \odot au maximum, à 60 R \odot au milieu de janvier et 10 R \odot à la fin de mars [4].

En 1936, Mme GAPOCHKIN et le Dr WHIPPLE [5] ont appliqué au cas de Nova Herculis le modèle de la photosphère en expansion étudié par CHANDRASEKHAR et KOSTREY, modèle fournissant un rayonnement ultraviolet extrême en grand excès sur celui du corps noir.

En ce qui concerne les raies d'émission, diverses observations de LINDBLAD-OHMAN, de Mme GAPOCHKIN et WHIPPLE et d'autres semblent bien confirmer l'opinion, déjà émise en 1892 par BELOPOLSKY pour Nova Aurigae, que les raies permises sont produites dans des régions plus intérieures que les raies d'absorption. Mme GAPOCHKIN et WHIPPLE ont donné une tentative d'interprétation de ce phénomène [6].

La question des asymétries d'éjection n'a plus besoin, non plus, d'être discutée aujourd'hui [7]. Mais il est peut être utile de signaler que la masse totale éjectée par une Nova est extrêmement faible comparée à la masse du Soleil. De nombreuses estimations [8] ont été faites qui, toutes, fournissent des valeurs de l'ordre de 10^{-6} M \odot . Si l'éjection s'arrête subitement, nous aurons une véritable enveloppe en expansion ; la surface photosphérique atteindra sa dimension maximum lorsque l'opacité de la couche gazeuse qui la recouvre aura diminué jusqu'à devenir inférieure à une valeur critique, disons un. Le rayon photosphérique diminuera alors subitement. La photosphère pourra, au contraire, devenir quasi-statique ou bien diminuer de rayon très lentement si l'éjection se continue à un rythme tel qu'il passe, à chaque instant, à travers la surface photosphérique, un nombre d'atomes à peu près suffisant pour compenser la diminution d'opacité due à l'éloignement [des atomes expulsés les plus éloignés. Bref, compte tenu de la durée de propagation des matières éjectées, le rayon et la température de la surface photosphérique sont essentiellement fonctions de la quantité de matière expulsée à chaque instant par l'étoile et de sa vitesse. Un déplacement subit de la photosphère peut donc résulter d'une irrégularité de l'éjection et, dans certains cas, un tel déplacement pourra subitement révéler certaines nouvelles couches d'absorption.

Ce mécanisme peut, en particulier, être précisé dans le cas de

Nova Herculis où l'éjection de matière est restée pratiquement constante jusqu'au début de février 1935 ; après quoi elle a décliné lentement en mars, puis beaucoup plus rapidement ensuite. Au contraire, pour la plupart des Novae, l'éjection diminue très fort vers l'époque du maximum. La différence entre les deux types de Novae est sans doute due au genre de phénomène responsable de l'éruption.

Après toutes les discussions des jours derniers, il paraît vraiment superflu de revenir à la question de la grande descente rapide et du profond minimum.

En ce qui concerne les études spectrophotométriques des raies d'émission, Mme GAPOSHKIN nous a fourni d'amples informations et il semble que, dans leurs grandes lignes, les observations puissent recevoir une bonne interprétation.

Pour les raies interdites, l'attention devrait être attirée sur la théorie de WURM de l'excitation par chocs électroniques, qui explique que bien comment les raies interdites de FeII peuvent avoir des intensités analogues ou même très supérieures à celles des raies permises dont le niveau supérieur n'est cependant pas beaucoup plus élevé. A moins qu'un collègue ne le désire, cette théorie, qui prendrait beaucoup de temps, ne sera toutefois pas exposée. Il y a lieu aussi de considérer le fait que les raies interdites de FeII sont apparues très en retard sur celles de OI. Au moins en première approximation, ce phénomène peut être expliqué par les effets d'absorption à partir des états métastables [10]. L'effet des collisions sur les intensités relatives des transitions de type auroral et nébulaire a souvent déjà été discuté.

On a parlé antérieurement, à plusieurs reprises, de l'application de la théorie de ZANSTRA sous l'une ou l'autre forme. Cette théorie a été suivie par de nombreux auteurs pour calculer les températures de photoionisation des Novae. Peut-être est-il bon de rappeler, même si on n'envisage qu'une atmosphère d'hydrogène, qu'une hypothèse de base implique l'absorption complète par l'enveloppe gazeuse des longueurs d'onde plus courtes que la limite de la série de LYMAN. Pour que l'application de la théorie de ZANSTRA soit admissible, il faut, entre autres conditions, que celle-ci soit remplie, ce qu'on peut constater par la considération des ionisations observées.

Passon maintenant aux astres présentant des analogies spec-

trales avec les Novae. Beaucoup ont été considérés déjà les jours derniers par les Drs GAPOSHKIN et BEALS. Somme toute, les étoiles Be présentent aussi une certaine analogie avec les Novae ; l'exemple de γ Cassiopeiæ fait même penser que les étoiles Be pourraient bien alterner entre la constance et la variabilité et que la couche extérieure ne serait pas un caractère permanent. L'exposé complet de la théorie des étoiles Be sortirait naturellement du cadre de ce Colloque. Ce n'est pas la place non plus, semble-t-il, de discuter en détail ces étoiles anormales, comme XX Ophiuchi, dont le spectre subit des transformations bizarres ; H. D. 190073 où MERRILL trouve des raies de CaII décalées de 3 Å vers le violet, etc. ; ni non plus les déplacements systématiques vers le violet et les asymétries des raies de NaI et de CaII de plusieurs supergéantes, indiquant une expansion atmosphérique.

Les mouvements turbulents qui ont fait l'objet de remarquables recherches de STRUYE pourraient, par suite de « l'effet de gradient » expliquer que seules apparaissent les raies d'absorption les plus intenses des différents éléments [11] ; mais il serait prématuré de considérer ceci comme établi. On a déjà eu l'occasion de parler de l'effet de dilution du rayonnement sur le spectre d'absorption et des intéressantes conclusions encore inédites qu'en a tirées STRUYE (cf. Annexe I, pp. 157-159).

On a déjà dit aussi quelques mots antérieurement des Novae dans les systèmes doubles, à l'occasion de Nova Coronae Borealis 1866 et de son accroissement récent d'éclat, accompagné de fortes raies d'émission de H, HeII, et [NIII]. Cette augmentation récente de luminosité a été étudiée très soigneusement par O. HACKENBERG et P. WELLMANN. La conclusion des auteurs est que cet astre est composé d'une étoile M et d'une étoile bleue qui est responsable de l'éruption. On peut alors expliquer de façon convenable, non seulement la faible amplitude du maximum de 1938, mais encore tous les faits spectroscopiques : la modification du fond continu total et les raies d'émission. Ce spectre de Nova dans un système double nous fait évidemment penser à Z. Andromedae, étudiée par H. H. PLASKETT (voir Annexe II, pp. 159-161).

CONSIDÉRATIONS D'ÉNERGIE.

On calcule aisément l'énergie dissipée par une Nova durant son éruption. L'enveloppe expulsée possède une énergie cinétique (tous jours de l'ordre de 10^{44} ergs), une énergie potentielle (du même ordre), et une énergie d'ionisation (d'habitude beaucoup plus faible). L'énergie totale rayonnée par l'étoile durant toute son éruption est calculée aisément aussi et est trouvée [12] de l'ordre de 10^{45} ergs.

Cette énergie dissipée est extrêmement faible comparée à l'énergie de gravitation de l'étoile, qu'on calcule facilement être de l'ordre de 10^{50} ergs.

MILNE [13] a déjà observé, en 1934, que le phénomène d'éruption d'une Nova ne donne lieu qu'à une expulsion d'énergie extrêmement faible par rapport à l'énergie de gravitation de l'étoile initiale.

LES NOVAE RÉCURRENTES.

Ces astres, déjà considérés par le Dr GAPOSCHKIN, présentent une importance capitale, car leur existence s'oppose à toute théorie qui impliquerait une transformation radicale de l'astre, comme, par exemple, le passage d'une configuration stellaire normale à une Naine Blanche. Au contraire, elles ajoutent un argument essentiel à l'hypothèse suivant laquelle une explosion de Nova ne serait en somme qu'un phénomène plutôt superficiel.

Il y a plusieurs Novae récurrentes certaines :

- a. Nova T Pyridis 1890 dont trois maxima vers 7^m5 furent observés en 1890, 1902, et 1920 avec brillance à peu près constante (43^m5) dans les intervalles ;
- b. Nova RS Ophiuchi dont on a observé deux maxima (1890, 1933) ;
- c. Nova Coronae 1866.

LE STADE ULTIME DES NOVAE.

A leur stade final, après retour à la magnitude originale, les Novae présentent habituellement des spectres sans caractère bien net, montrant seulement parfois des bandes faibles de Wolf Rayet ; l'in-

tensité du fond continu dans l'ultraviolet indique une température élevée. Ces spectres rappellent fortement ceux des noyaux de nébuleuses planétaires.

Le spectre nébulaire d'une Nova ne dure jamais que quelques années, sauf cas exceptionnel comme Nova Persei 1904 : dans ce cas, le noyau fournit un spectre continu et l'aurole un spectre nébulaire. La disparition du spectre nébulaire résulte simplement de la dissipation de la matière.

Comme le signalent le Dr et Mme GAPOSCHKIN [14], les Novae, après leur définitif déclin, ne peuvent être distinguées par leurs propriétés spectroscopiques essentielles des noyaux de nébuleuses planétaires. Si on ne connaissait pas l'histoire de Nova Persei 1904, son spectre actuel placerait cet astre dans la catégorie des nébuleuses planétaires.

Quelques Novae se sont arrêtées à un stade antérieur à celui d'étoile Wolf Rayet : c'est le cas de P Cygni (Nova Cygni 1600) et de η Carinae (Nova Carinae 1843). Le cas souvent cité de Nova Coronae 1866 est d'un type tout à fait différent.

BANDES MOLÉCULAIRES DANS LES NOVAE.

Nova Herculis 1934 a manifesté pendant quelques jours (du 24 au 31 décembre 1934) des bandes moléculaires (CN, C₂, CH) ; les bandes de CN ont aussi été observées dans Nova Persei, Nova Aquilae 1918, et d'autres. Dans le cas de Nova Herculis, les bandes de CN ont été observées par de très nombreux astronomes (bandes violettes et ultra-violettes en 4216, 3883, et 3560, la bande 3883 étant naturellement la plus contrastée ; bandes du domaine visible). La mesure photométrique du spectre continu à cette époque donnait une température photosphérique [15] de l'ordre de 7000°. On se rappellera que, dans Nova Herculis, on a constaté la présence de raies fortes de OI jusque là non reconnues dans les spectres stellaires ; CI a aussi été particulièrement intense. Il se pourrait donc que les abondances relatives de H, C, O, et N soient bien différentes des étoiles normales, ce qui modifierait l'équilibre de dissociation.

Pendant un jour ou deux, lors du maximum d'intensité des bandes de CN, le spectre devint presque de type R. On ne connaît guère les conditions physiques de la couche absorbante qui a fourni les bandes carbonées et, de ce point de vue, il serait utile de tenter

une étude photométrique de la distribution sur les niveaux de vibration et de rotation, ce qui fournirait la température des molécules. A cause de cette ignorance des conditions physiques effectives, il paraît un peu prématuré de se livrer à des discussions concernant l'apparition des bandes carbonées alors que l'oxygène est sûrement abondant dans l'atmosphère. On sait que les étoiles carbonées sont caractérisées par une abondance en oxygène beaucoup plus faible par rapport au carbone que les étoiles M; la présence d'oxygène conduit à la formation abondante de la molécule CO de haute chaleur de dissociation; et de ce fait, il reste trop peu d'atomes libres de carbone pour donner des bandes intenses de C₂. CECCHINI et GRANTON ont pensé à l'action possible du rayonnement ultraviolet beaucoup plus riche que pour le corps noir; cet excès ultraviolet donnerait lieu à une dissociation beaucoup plus grande du composé CO le plus stable, les molécules carbonées moins stables étant comparativement moins dissociées. Dans ces conditions, l'oxygène et les molécules carbonées ne seraient pas incompatibles.

CONCLUSIONS.

Puisque son devoir est de préparer l'exposé théorique final, il faut bien que l'auteur émette les conclusions générales qu'il croit pouvoir tirer et qui sont liées à l'interprétation théorique des phénomènes. Le Dr BEALS a bien défini les deux points de vue opposés auxquels on peut se placer. L'auteur a choisi celui qu'il tenait avant ce Colloque; mais si on lui démontre qu'il s'est trompé, il est tout prêt à franchir la clôture.

La masse totale éjectée lors de l'explosion d'une Nova est extrêmement faible par rapport à l'étoile, le rapport étant de l'ordre de 10⁻⁵. D'autre part, l'énergie cinétique et rayonnante expulsée pendant la durée de l'explosion de la Nova est extrêmement petite par rapport à l'énergie potentielle et thermique totale de l'étoile. D'ailleurs, des explosions de Nova typiques peuvent se présenter à plusieurs reprises pour le même astre. Enfin, lorsqu'elle est connue, la magnitude absolue photographique d'une prénova coïncide sensiblement avec celle de la postnova. De l'ensemble de ces considérations, il paraît résulter que :

1. La température effective, le rayon et la masse de la prénova et de la postnova ne diffèrent pas fortement.

2. L'explosion de la Nova résulte sans doute de modifications concernant seulement une région restreinte de l'étoile; le passage d'une configuration normale prénova à une Naine Blanche postnova est en tout cas exclu et une altération fondamentale de l'étoile ne peut être ni la cause, ni la conséquence d'une éruption de Nova.

Annexe I.

EFFETS DE DILUTION DU RAYONNEMENT SUR LE SPECTRE D'ABSORPTION.

L'importante voie — inaugurée par O. STRUVE et approfondie par O. STRUVE et K. WURM [16] — de l'excitation des raies d'absorption dans les enveloppes atmosphériques extérieures des étoiles, permet d'intéressantes applications au cas des Novae. Il est certain en effet que, en certaines zones absorbantes de la Nova, la dilution du rayonnement photosphérique doit être appréciable.

Soit, en un point déterminé, W le coefficient de dilution d'un rayonnement noir de température T. STRUVE et WURM ont calculé, pour Hel, suivant la méthode de ROSSELAND, la population des niveaux excités métastables (2¹S et 2³S) et ordinaires (2¹P et 2³P) en considérant un cycle avec six états (le niveau normal 4¹S, les quatre termes indiqués ci-dessus et le niveau ionisé). Le résultat général est que, en cas de dilution du rayonnement, les populations des niveaux métastables sont très fortement privilégiées par rapport à celles des niveaux excités ordinaires; l'effet se fait sentir déjà pour des dilutions assez faibles. L'effet de la dilution du rayonnement est d'ailleurs différent pour chaque niveau. STRUVE et WURM ont trouvé de belles applications astronomiques de cet effet et leurs observations essentielles ont été confirmées par BIERMANN et HACKENBERG [17]. Qualitativement, ces résultats peuvent être considérés comme généraux. Si donc, pour un atome, par exemple FeI, on considère des raies d'absorption dont les niveaux inférieurs soient les uns métastables, les autres ordinaires, on doit s'attendre à des modifications de leurs intensités relatives pour des dilutions différentes, c'est-à-dire pour des phases différentes; ces modifications se manifesteront surtout en comparant des raies, l'une à niveau inférieur métastable, l'autre à niveau excité ordinaire [18].

Dans un remarquable mémoire qui va paraître incessamment, O. STRUVE a développé les multiples applications des phénomènes de déviation par rapport à l'équilibre thermodynamique, qui sont présents lorsque le rayonnement est dilué. Le cas des raies d'absorption dans les Novae est particulièrement intéressant et STRUVE a étudié pour Nova Herculis, l'évolution d'intensité des raies d'absorption provenant de niveaux inférieurs métastables ou de niveaux directement connectés au niveau normal : dans Nova Herculis, il a retenu le spectre d'absorption désigné par II par Mc LAUGHLIN qui dura de fin décembre à fin mars. Les éléments envisagés sont :

a. MgII, dont on explique la rapide décroissance de $\lambda 4481$, par le fait que le niveau inférieur de cette raie est reliée au niveau normal par une transition permise ; les autres facteurs (diminution de T, changement d'ionisation) sont exclus d'après le comportement du rapport FeII/FeI et des intensités de raies de bas niveaux. Le cas de SiII confirme celui de MgII et montre que la radiation est rapidement diluée après formation de la couche II.

b. FeI, qui possède des raies d'absorption des deux types (et même de type intermédiaire, « quasi-métastable »). STRUVE discute successivement chacun des principaux multiplets et explique son évolution d'intensité. L'atome LaII possède aussi des niveaux des deux types.

c. FeII, TiII, CrII, VII, ZrII, NiII, YII, SeII ; toutes les raies observables partent de niveaux métastables et persistent très longtemps.

d. CrI (raie de résonance) MnI (id.), CaI (id.), SrII (id.) se comportent comme prévu par la théorie.

e. Dans le multiplet $4P^2-4D$ de CaI, $\lambda 4435$ a un niveau inférieur normal et 4455-4425 ont des niveaux inférieurs métastables ; les résultats sont ici incertains et devraient être réétudiés à une prochaine Nova lente.

Les estimations de facteur de dilution basées sur les intensités de raies de FeI, MgII, etc... sont compatibles avec l'image que l'on se fait de l'évolution de Nova Herculis (par exemple, $\beta \approx 10^{-6}$ en fin mars).

STRUVE a d'ailleurs appliqué des considérations analogues à une série d'autres étoiles (composante infra rouge de ϵ Aurigae, 17 Leporis, composante B5 de β Lyrae, P Cygni).

L'effet étudié par STRUVE devrait être considéré lorsqu'on discute le comportement des intensités de raies d'absorption diverses en fonction de la phase de la Nova.

Annexe II.

NOVAE DANS LES SYSTÈMES DOUBLES.

Plusieurs découvertes récentes nous ont montré que les systèmes doubles composés d'une géante de type avancé et d'une étoile très chaude ne sont pas du tout rares. Il n'y aurait rien d'anormal à ce qu'une Nova se produise dans un tel système. Il semble bien en tout cas que ce soit ce qui se passe dans Nova T Coronae Borealis 1866 et peut-être encore dans d'autres.

Nova Coronae Borealis 1866 est la seule Nova qui, en fin d'évolution, a montré un spectre M ; en 1914, son spectre paraissait KO (Miss Cannon) ; en 1921, la classe était Ma avec nombreuses raies brillantes, notamment H et $\lambda 4686$ HeII (LUNDMARK, ADAMS, JOY). En 1932, BERMAN attribue le type gM^2 ; seule H β est accompagnée d'une faible émission ; la température est d'environ 3000°. L'intervalle global de variation d'éclat lors du maximum est beaucoup plus petit que d'habitude. Frappé par ces caractères anormaux, BERMAN a déjà suggéré que l'astre serait composé d'une géante rouge et d'un compagnon bien responsable de l'explosion. On remarquera aussi la similitude avec l'étoile Z Andromedae, étudiée par H. H. PLASKETT et, sur laquelle nous reviendrons plus loin : l'étoile Z Andromedae montre aussi un continuum correspondant à une température d'environ 5200° superposé à un spectre d'émission de très haute température.

L'accroissement nouveau d'une magnitude survenu en mai 1936 et juin 1938 et accompagné de fortes raies d'émission (H α à H γ , HeII 4686 ; NiII 4634,1-4640,8) a été étudié tout récemment par O. HACKENBERG et P. WELLMANN [49]. Les raies de [OIII] sont absentes ; la distribution totale d'intensité correspond à une étoile GO à environ 5800°.

L'étude du spectre continu fournit les renseignements suivants. Un accroissement de température de 3000° à 6000° impliquerait une augmentation de m_{bol} de 3 m_0 et une augmentation de m_{phot} de 5 m_5

(au lieu de 1^m0 observée) si toutes les autres circonstances restent identiques. Comme il semble peu vraisemblable que le rayon se soit subitement contracté dans le rapport de 1 à 50, on arrive à la conclusion que le continuum GO ne serait qu'apparent et qu'il proviendrait de la superposition d'un continuum M et d'une étoile variable plus chaude. On pourrait, dans ce cas, expliquer une grande différence de gradient, associée à une faible différence d'éclat total, par la luminosité additionnelle amortit l'amplitude, comptée en grandeurs.

Nous arriverons au même résultat à partir des raies d'émission. HACKENBERG et WELLMANN remarquent d'abord que le décretement de BALMER est fort analogue à celui mesuré par PLASKETT dans Z Andromedae. Ils estiment ensuite, par trois méthodes différentes — l'examen de l'ionisation de He, de l'intensité de NIII et de l'absence de [OIII] — la température réglant l'ionisation et l'excitation et obtiennent une valeur de l'ordre de 13.000°. L'application de la théorie de ZANSTRA (suivant la méthode d'AMBARZUMIAN, en mesurant le rapport d'intensité de H β et de H α 4686) fournirait une température de 86.000°, ce qui semble bien indiquer que cette application n'est pas autorisée dans ce cas. En fait, les auteurs font une estimation numérique de l'épaisseur optique de la couche nébulaire pour les longueurs d'onde du domaine de LYMAN et ils trouvent une valeur très faible (de l'ordre de $\tau \approx 10^{-3}$); ceci signifie que la condition d'absorption de tous les quanta ultraviolets n'est sûrement pas réalisée et que la théorie de ZANSTRA n'est donc pas applicable dans le cas actuel. La température d'excitation de l'atmosphère est donc très différente de la température photosphérique.

Dans le cas de Z Andromedae, H. H. PLASKETT n'avait pas exclu la possibilité d'une coïncidence purement fortuite entre une étoile normale et une nébuleuse de très faible extension apparente. Il serait bien extraordinaire qu'une telle coïncidence se reproduise pour T Coronae Borealis. Il paraît bien plus vraisemblable que la Nova possédait au moment de la prise des spectrogrammes, une température de l'ordre de 13.000°, et qu'elle formait un système double avec une géante M normale. Les changements de luminosité seraient essentiellement dus à l'étoile bleue qui, au moment du maximum de 1938, était au voisinage de 4000 Å, d'éclat comparable à celui de l'étoile M; au minimum, seule l'étoile M serait observée dans le domaine photographique ou visuel. On comprend aisément

alors la faible amplitude des maxima de 1866 et 1938. En 1907, BARNARD vit l'étoile associée à une faible nébulosité de 14^e ou 15^e magnitude.

Les observations de HACKENBERG et WELLMANN appuient donc l'hypothèse d'un compagnon de température élevée, déjà suggérée par PLASKETT pour Z Andromedae et par BERMAN pour la même Nova.

Nova Sagittarius 1936.32 pourrait bien présenter un cas analogue; l'étoile K observée antérieurement ne serait pas la source de l'explosion de la Nova qui, comme on sait, a présenté un intervalle d'éclat de 6 magnitudes seulement, c'est-à-dire relativement étroit.

BIBLIOGRAPHIE

1. Voir rapport de B. EDLEN à ce Colloque.
2. D'après STRATTON et A. BEER, *M. N. R. A. S.*, 95, 432, 1935.
3. A. R. SAYER, *H. A.*, 105, 21, 1937.
4. F. BEILEKE, *Die Sterne*, 17, 25, 1937; W. GROTRIAN, *Zs. f. Ap.*, 13, 245, 1937.
5. F. L. WHIPPLE and C. P. GAPOSCHKIN, *H. C.*, 443, 1936; G. CACCHINI et L. GRAYTON, *Mem. R. Accad. Italia*, vol. VIII, 1937.
6. F. L. WHIPPLE and C. P. GAPOSCHKIN, *P. N. A. S.*, 22, 195, 1936.
7. D. H. MENZEL and C. H. PAYNE, *P. N. A. S.*, 19, 644, 1933; STRATTON, *M. N. R. A. S.*, 80, 540, 1920; G. P. KUIPER, *ApJ.*, 86, 402, 1937; F. L. WHIPPLE and C. P. GAPOSCHKIN, *P. N. A. S.*, 22, 195, 1936; McLAUGHLIN, *Pub. Mich.*, vol. VI, n° 12, 208, etc...
8. W. GROTRIAN, *Zs. f. Ap.*, 13, 245, 1937; F. L. WHIPPLE and C. P. GAPOSCHKIN, *H. C.*, 443, 1936; A. R. SAYER, *H. A.*, 105, 21, 1937; M. AMBARZUMIAN and KOSIREV, *Zs. f. Ap.*, 7, 320, 1933; Sh. G. GORDELADSE, *Abst. Bull.*, N° 1, 55-85, 1939.
9. K. WURM, *Zs. f. Ap.*, 14, 321, 1927.
10. W. GROTRIAN, *loc. cit.*
11. McLAUGHLIN, *Pop. Astr.*, 46, 1938.
12. Cf. par ex UNSOLD, *Zs. f. Ap.*, 1, 147, 1930; W. GROTRIAN, *ibid.*, 14, 129, 1937.
13. MILNE, *Observ.*, 14, 144, 1931.
14. C. P. and S. GAPOSCHKIN, *Variable Stars*, 1939.
15. Cf. par ex., I. A. BALANOWSKI, *Pulk. Circ.*, N° 16, 11-14-12.
16. O. STRUVE and K. WURM, *ApJ.*, 88, 84, 1938.
17. BERGMAN und HACKENBERG, *Zs. f. Ap.*, 18, 89, 1939.
18. *Proc. Am. Phil. Soc.*, 1939, sous presse; l'auteur remercie le Pr. O. STRUVE d'avoir bien voulu lui communiquer son manuscrit.
19. O. HACKENBERG und P. WELLMANN, *Zs. f. Ap.*, 17, 246, 1939.

Discussion du Rapport du Dr. Swings.

Au cours de la discussion, limitée par le temps, le Dr GAPOCHKIN montre une courbe de Z Andromedae, illustrant un troisième grand maximum en 1938 ; Harvard ne possède pas de documents spectroscopiques relatifs à ce maximum, mais il pourrait y en avoir dans d'autres observatoires.

Le Dr KUIPER apprend, grâce au Dr BAADE, que l'instrument dont s'est servi le Dr HUMASON dans ses études sur le spectre de la postnova avait une dispersion — 500 Å/mm — insuffisante pour résoudre les fines raies nébulaires. Les raies d'absorption des étoiles Be sont difficiles à résoudre, mais leurs raies d'émission sont très visibles. Le Dr HUMASON a l'intention de répéter ses observations pour essayer de trouver les raies d'absorption.

Le Dr KUIPER demande si les données disponibles sur ces étoiles sont de nature à nous permettre de les distinguer des noyaux de nébuleuses planétaires en température et en luminosité. Le Dr BAADE pense que non, car les spectres que l'on a ont seulement été comparés d'après leur distribution d'énergie dans le continuum, ce qui est très difficile à voir.

Le Dr STRATTON demande si on connaît la raison du déficit en hydrogène observé dans les Novae ; le Dr Swings souligne l'abondance parfois très grande d'éléments plus lourds que l'hydrogène, fait qui est bien illustré par la grande intensité des raies d'oxygène et de carbone neutre dans Nova Herulis. D'après les observations du Dr STRATTON lui-même, ces raies sont plus intenses que dans n'importe quel autre spectre stellaire. Le Dr BEALS généralise la question en demandant la signification du déficit en hydrogène dans les Supernovae. Le Dr BAADE lui répond que la preuve de cette pauvreté se trouve dans l'intensité relative des parties bleues et rouges du spectre. En l'absence d'une partie rouge, s'il n'y a pas de raie H α visible, on peut dire que l'hydrogène est absent, en émission tout au moins.



Théories du Mécanisme Interne des Novae.

par BENGT STRÖMGREN.

INTRODUCTION.

Nos renseignements sur les Novae et les interprétations des observations photométriques et spectroscopiques ont fait, au cours des deux ou trois dernières décades, de très importants progrès. Par conséquent, nous possédons à présent une image détaillée des états successifs des parties directement observables de la Nova durant l'explosion. De plus, nos informations générales sur la catégorie des Novae se sont accrues régulièrement. Nous avons donc à présent une base empirique excellente pour les recherches de la théorie du mécanisme interne de ces astres.

Les théories du mécanisme interne des Novae (plus brièvement, théories de Novae) se divisent naturellement en trois classes :

1. Les théories selon lesquelles l'explosion de la Nova est le résultat d'une action extérieure sur une étoile, normale par ailleurs.
2. Les théories d'après lesquelles l'explosion serait une conséquence de l'instabilité interne de l'étoile.
3. Les théories d'après lesquelles l'explosion est le résultat d'une petite perturbation extérieure agissant sur une étoile qui est à la limite de l'instabilité interne.

Nous nous bornerons à discuter les théories des deux dernières classes. Il est clair, *à priori*, que ces deux ordres de théories présenteront des analogies et qu'il n'est pas nécessaire d'introduire, au début, de séparation nette entre elles.

Nous exclurons de cette discussion les Supernovae ainsi que les Novae ou les classes de Novae exceptionnelles, en nous limitant seulement à la classe restreinte des Novae typiques.