Les étoiles variables [Schluss]

Autor(en): **Freiburghaus, G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **6 (1961)**

Heft 74

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-900316

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

LES ÉTOILES VARIABLES (fin)[1]

par G. FREIBURGHAUS, assistant à l'Observatoire de Genève

18. – *LES NOVAE*

18. 1. *Généralités*

L'étude systématique et approfondie des Novae et des Supernovae est assez récente et si l'on a découvert et noté une quantité de caractéristiques et de phénomènes, les explications de ceux-ci sont encore loin d'être satisfaisantes et l'on est souvent réduit à des suppositions. Cependant, une première classification a déjà pu se créer dans ces variables explosives au vu de la courbe de lumière.

Lors du phénomène, l'étoile passe toujours par deux stades bien distincts. La *prénova* explose brusquement sous l'effet de conditions physiques encore mystérieuses; son atmosphère extérieure est projetée dans l'espace à des vitesses extraordinaires, de l'ordre de 1000 à 2000 km par seconde; une sorte de nébuleuse enveloppe alors l'étoile comme de la fumée et se dissipe peu à peu sous l'effet de l'expansion. Après quelques dizaines d'années, cette nébulosité est si ténue qu'elle devient indécelable à l'observation. L'étoile qui fut le siège du phénomène devient alors une *postnova*. Souvent cette étoile reste instable pendant très longtemps et paraît ressentir les contre-coups de l'explosion. On cite souvent l'exemple de la Nova Herculis de 1934 (figure 36) qui a encore un frémissement d'une période de 70 secondes.

C'est une véritable catastrophe qui atteint l'étoile puisque l'énergie dégagée au cours du phénomène est de 10^{45} ergs, correspondant à l'énergie rayonnée par le Soleil pendant 10 000 ans. La matière perdue par la Nova est environ la 100 000e partie de la masse entière, ce qui est peu mais équivaudrait, pour une nova de la taille du Soleil à $2 \cdot 10^{22}$ tonnes, soit environ trois fois la masse de la Terre. La variation d'éclat peut atteindre une amplitude d'une douzaine de magnitudes ce qui explique le nom de Nova donné à ces étoiles car des astres invisibles à l'œil nu peuvent atteindre, pendant le phénomène, des magnitudes apparentes de 0 ou –1, ce qui les classe parmi les plus belles étoiles du ciel. A titre d'exemple, la Nova de l'Aigle (figure 37) de 1918 passa de la 11e grandeur à la magnitude –1,5 en trois jours, surpassant ainsi toutes les étoiles visibles dans le ciel.

[1]) Voir «Orion», N° 65 à 72.

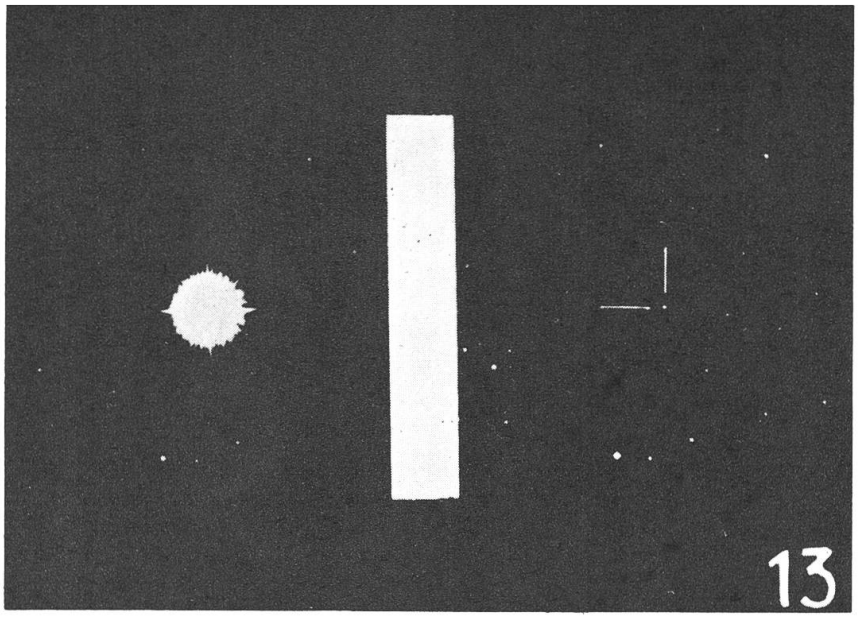

Figure 36 - La Nova Herculis de 1934 au maximum, le 10 mars 1935 (à gauche) et au minimum, le 6 mai 1935 (à droite). Cette photo de l'observatoire de Lick met bien en évidence la grande différence d'éclat.

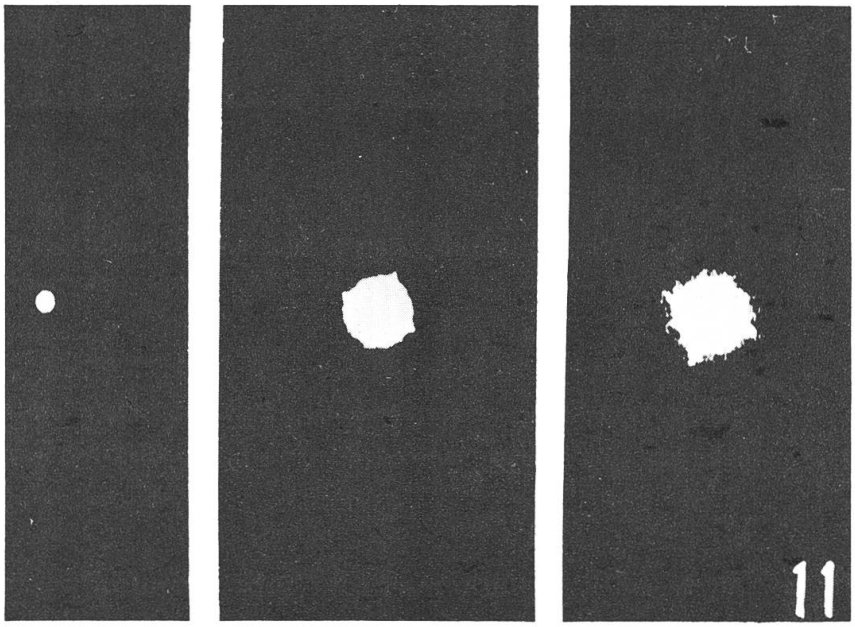

Figure 37 - Trois états successifs de la Nova de l'Aigle de 1918. Le 20 juillet 1922, le 3 septembre 1926 et le 14 août 1931. La masse de gaz en expansion forme une nébulosité bien visible.

18. 2. *La courbe de lumière*

La forme de la courbe de lumière des Novae présente des caractéristiques qui ont permis de les classer dans différentes catégories.

a) Les Novae rapides

Leur augmentation d'éclat est très brusque et très rapide, de quelques heures à quelques jours. L'amplitude est de l'ordre d'une douzaine de magnitudes en général. L'étoile reste quelques jours à son maximum d'éclat puis diminue avec des fluctuations à un certain moment de sa décroissance, c'est la période d'oscillation qui annonce le déclin final beaucoup plus lent jusqu'à l'éclat initial. La Nova de l'Aigle de 1918, citée plus haut, en est un exemple, ainsi que la Nova Lacertae de 1936 (figure 38).

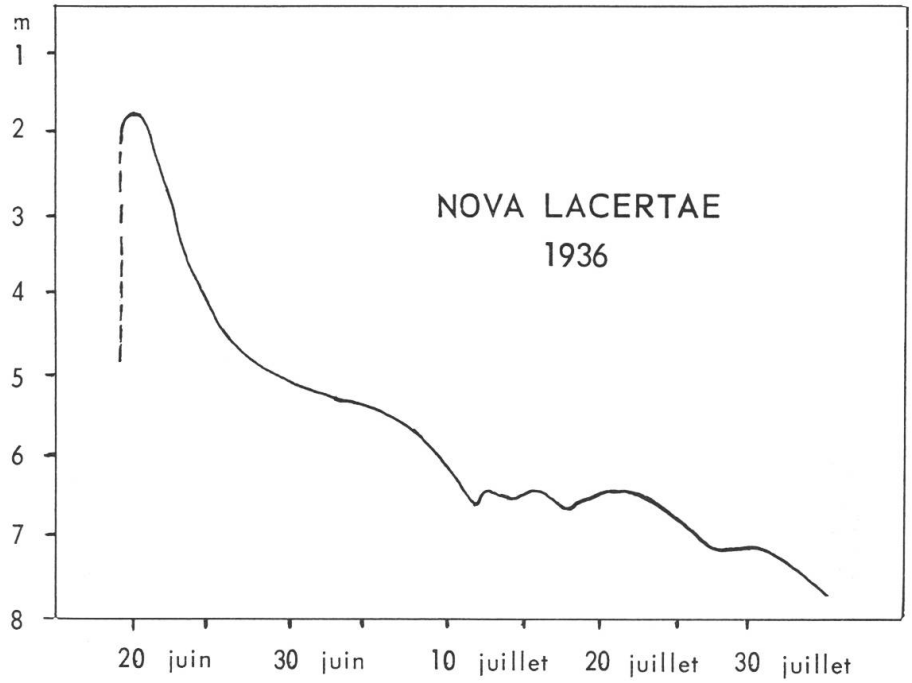

Figure 38 - Courbe de lumière de la Nova Lacertae de 1936. Les différentes phases de l'évolution sont bien visibles : la brusque croissance, la décroissance, la période oscillatoire et le déclin final plus lent. (Observation de S. Gaposchkin.)

b) Les Novae lentes

Après l'augmentation brusque d'éclat, ces Novae restent plusieurs mois à leur maximum, avec des fluctuations relativement importantes pouvant atteindre parfois plusieurs magnitudes. Ensuite la décroissance très lente commence. Certaines de ces Novae présentent une particularité assez curieuse. L'éclat s'effondre soudain de près d'une dizaine de magnitudes pour remonter ensuite à un maximum secondaire, avant d'amorcer la décroissance finale qui est très régulière.

La Nova Herculis de 1934 est un excellent exemple de ce type de variable (figure 39). Certains auteurs ont créé des classes intermédiaires dont l'étude serait trop compliquée ici.

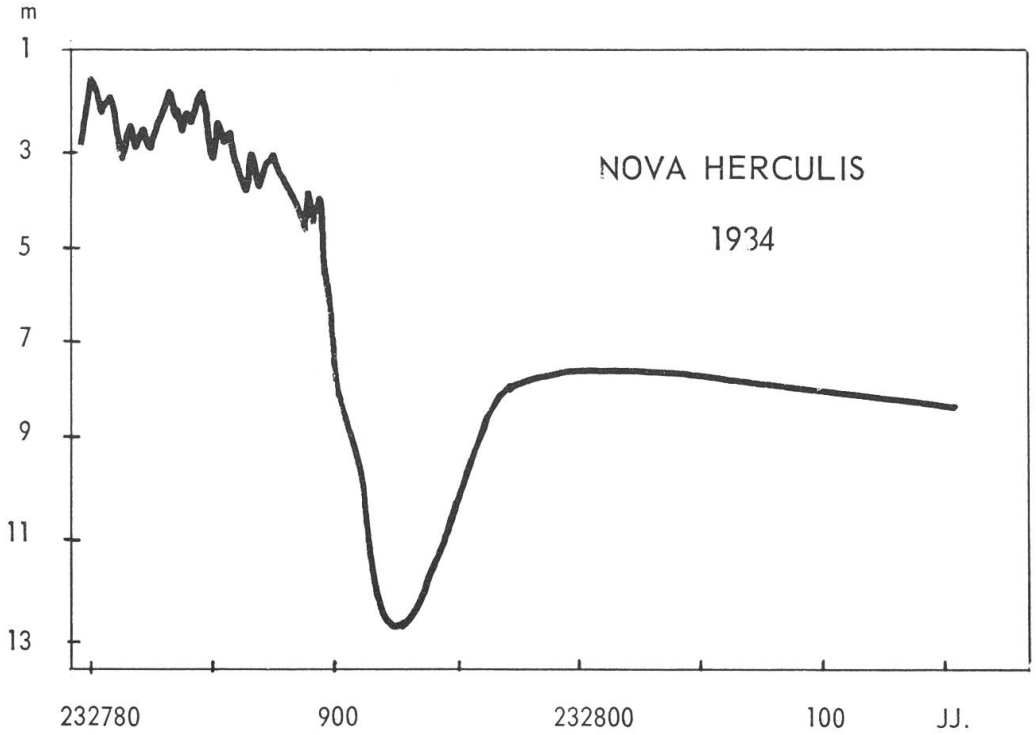

Figure 39 - La courbe de lumière de la Nova Herculis de 1934. Elle montre très bien le maximum principal très instable, la brusque chute d'éclat puis le retour à un maximum secondaire d'où part la décroissance finale très régulière. En abscisses les jours juliens. (Observation S. Gaposchkin.)

18. 3. *Le spectre des Novae*

Le spectre des Novae évolue constamment au cours du phénomène, tantôt spectre d'absorption, tantôt spectre d'émission. Jusque peu après le maximum, on observe un spectre d'absorption mais très rapidement il apparaît des raies d'émission très intenses bordées de raies d'absorption très fortes. D'après le grand déplacement des raies, on déduit une expansion rapide de l'atmosphère de l'étoile. Cette atmosphère va d'ailleurs se transformer en une nébulosité bien visible qui va même cacher l'étoile (figure 40). Cette nébuleuse s'étend rapidement et se dissipe peu à peu en se dilatant, généralement après quelques dizaines d'années. La disparition de la Nova derrière cette nébulosité s'appelle la phase nébulaire. Le spectre de la Nova disparaît complètement pour faire place au spectre caractéristique des nébuleuses gazeuses. Après la dissipation, le spectre de l'étoile reparaît avec toutes les caractéristiques d'une haute température et d'une grande agitation.

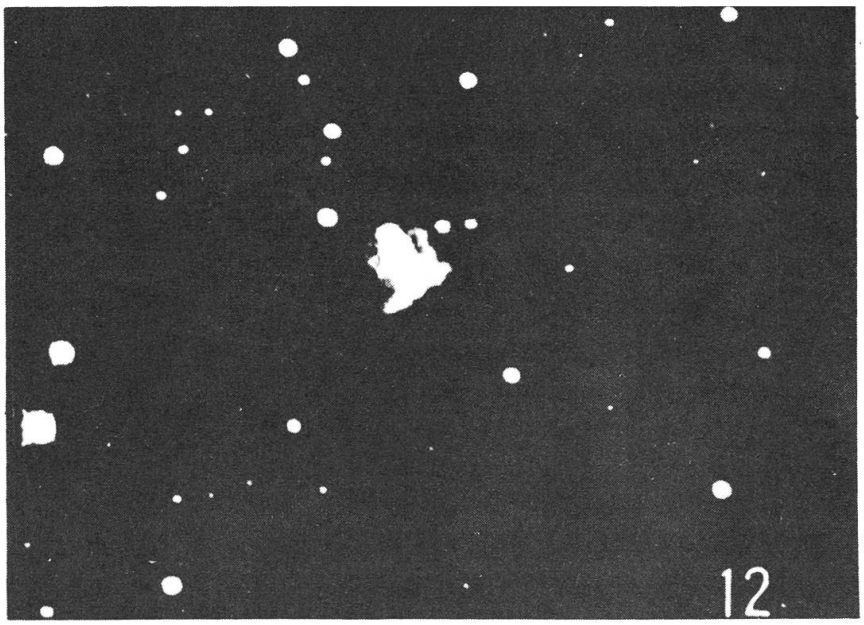

Figure 40 - La nébulosité qui s'est développée autour de la Nova de Persée de 1901, photographiée 16 ans apres l'apparition de la Nova.

18. 4. *Répartition et fréquence*

Depuis 1600, on a observé plus de 160 Novae dans notre galaxie, la dernière l'ayant été en 1960. On estime néanmoins à 30 le nombre annuel de Novae dans notre galaxie et, comme le montre la figure 41, elles se répartissent autour du centre galactique mais en débordant assez largement sur les bras.

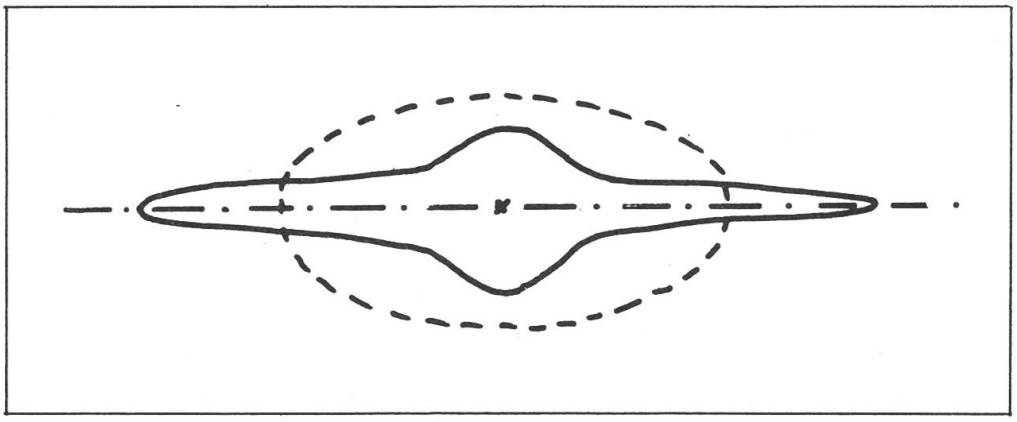

Figure 41 - Schéma de la Galaxie montrant la répartition des Novae, à l'intérieur de la courbe pointillée. (D'apres S. Gaposchkin.)

Du fait de leur grand éclat, les Novae sont visibles dans les galaxies voisines. Par l'étude spectroscopique, on a déduit, pour une Nova rapide, une magnitude absolue M de –8. Il suffit donc de mesurer la magnitude apparente d'une Nova dans une galaxie pour obtenir très facilement le module de distance, m – M, d'où l'on tire la distance de l'étoile, donc de la galaxie. Les observations de ces dernières années ont permis d'évaluer les distances des nébuleuses spirales voisines. Les résultats sont en accord avec ceux donnés par d'autres méthodes et confirment la correction à apporter aux distances évaluées avant 1952 dont l'erreur provenait d'un mauvais étalonnage de la courbe période-luminosité des céphéides (voir «Orion» N° 69, page 907). Les Novae, malgré leur comportement mystérieux sont donc un puissant moyen de mesure de l'univers.

19. – *LES SUPERNOVAE*

19. 1. *Généralités*

Les Supernovae sont aux Novae ce que les grenades à main sont aux bombes. On assiste à peu près au même phénomène lors de l'explosion d'une Nova ou d'une Supernova, mais à une échelle différente. A la place d'un écart d'une douzaine de magnitudes, il s'agit ici d'une vingtaine. Dans le cas des Supernovae les plus remarquables, nous verrons qu'elles sont partagées en deux classes bien distinctes, l'énergie libérée est de l'ordre de 10^{49} ergs, soit 10 000 fois plus grande que celle d'une Nova ordinaire. La Supernova rayonne donc pendant les trois mois qui suivent son maximum autant d'énergie que le Soleil en 100 millions d'années. La vitesse d'éjection des gaz est également effarante, de l'ordre de 5000 à 10 000 km/s. Contrairement aux Novae qui ne perdent qu'une faible partie de leur matière, les Supernovae semblent entièrement volatilisées par l'explosion. L'étude des Supernovae n'a pratiquement débuté qu'en 1930 environ, ce qui explique la rareté des renseignements obtenus et surtout le petit nombre d'étoiles étudiées et encore, si nous sommes déjà parvenus à un résultat, le devons-nous à Baade et Zwicky qui se penchèrent avec ténacité sur le problème.

19. 2. *Courbe de lumière*

D'après leur courbe de lumière, les Supernovae se divisent en deux classes :

Les Supernovae de type I, qui ont toutes des courbes de lumière semblables présentent les mêmes caractéristiques (figure 42). Après un maximum de plusieurs jours, l'éclat décroît pendant quelques mois d'environ 5 magnitudes puis, à partir de ce moment, le déclin devient très lent et très régulier, avec une perte de lumière que l'on estime à 0,014 magnitude par jour. Ce sont les Supernovae les plus brillantes et l'on estime leur magnitude absolue à – 18.

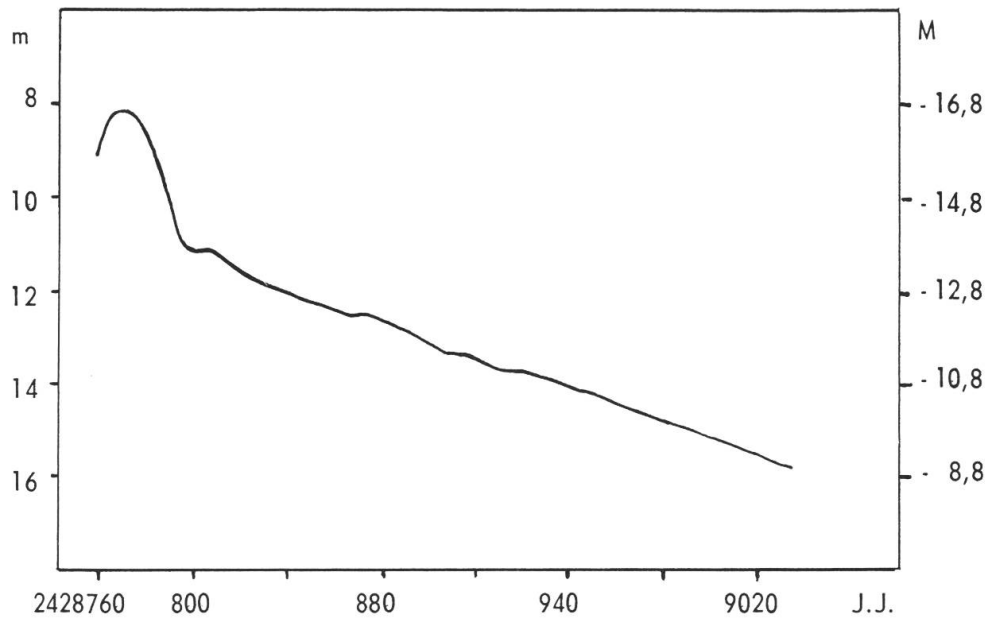

Figure 42 - Courbe de lumière d'une Supernova de type I. On remarquera la première chute d'éclat très rapide, puis le lent déclin très régulier. (D'après Baade et Zwicky.)

Les Supernovae de type II ont beaucoup plus de variété dans leurs courbes de lumière. Certaines d'entre elles ont une bosse pendant le déclin (figure 43). La luminosité est moins grande que pour les Supernovae de type I et la magnitude absolue est de –16, ce qui indique que les étoiles de type II sont cinq à six fois moins brillantes que celles du type I. Elles paraissent donc former un stade intermédiaire entre les Novae et les Supernovae de type I. Les autres caractéristiques physiques telles que les spectres, les vitesses d'expansion, etc. viennent confirmer cette hypothèse.

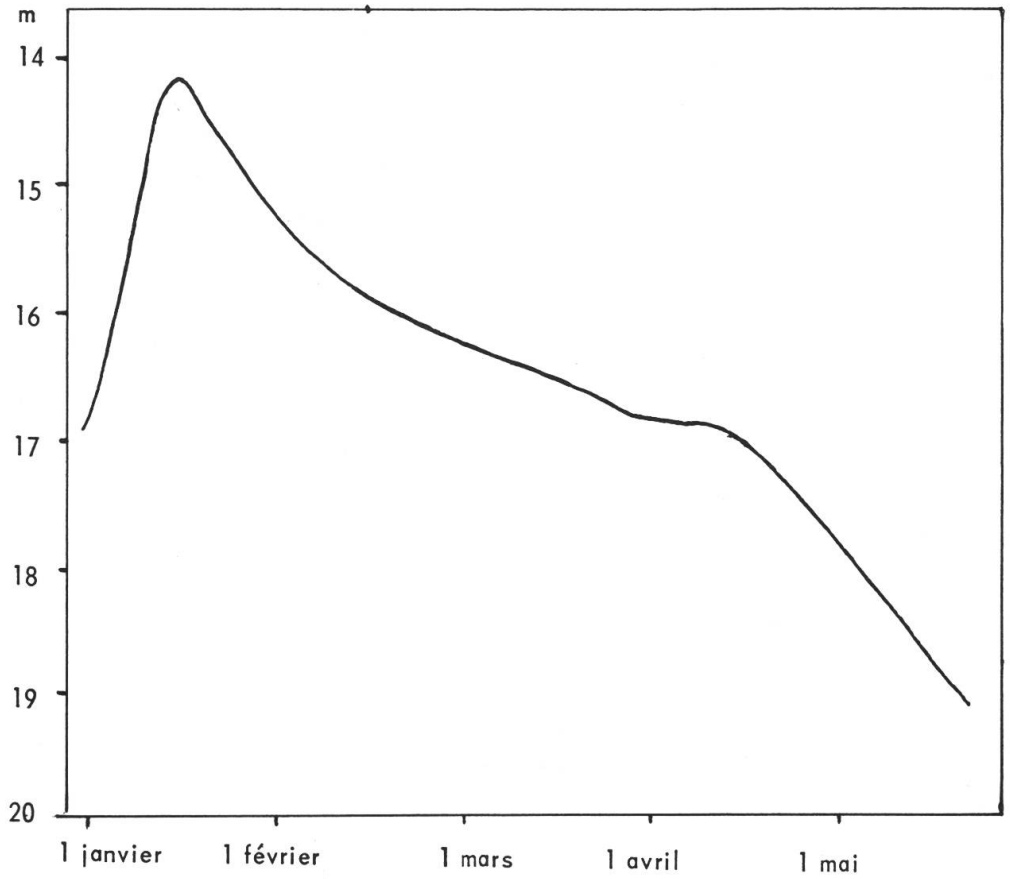

Figure 43 - Courbe de lumière d'une Supernova de type II. La bosse sur le déclin est nettement visible.

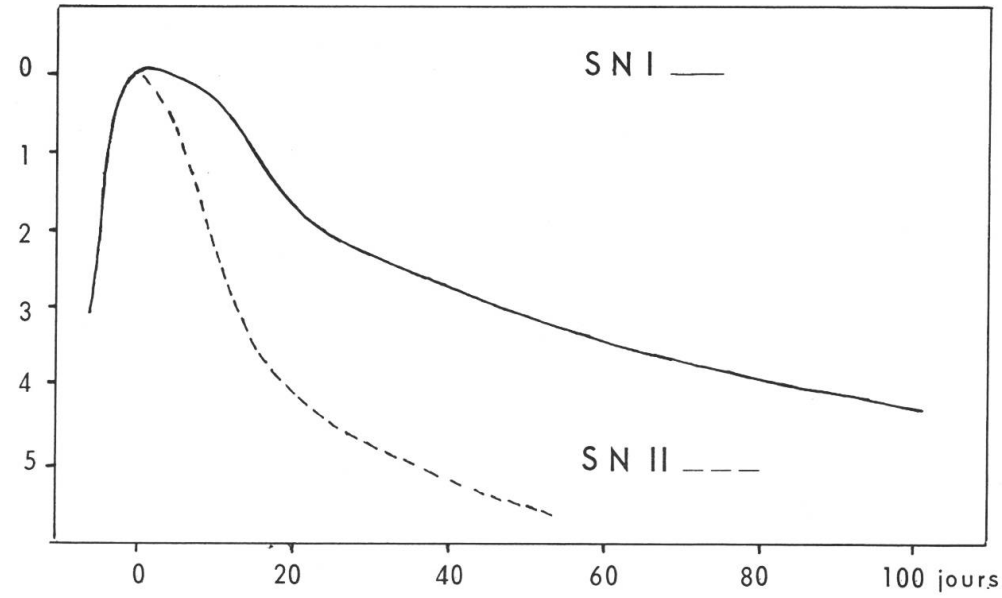

Figure 44 - Comparaison de 2 courbes de lumière de Supernovae de types I et II. Les éclats ont été reportés à un même maximum pour faciliter la comparaison.

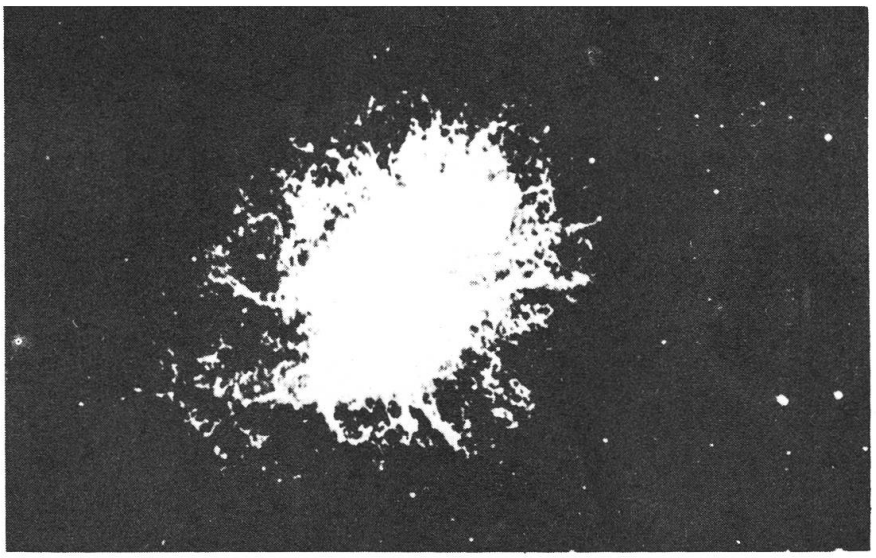

Figure 45 - La célèbre nébuleuse du Crabe, résultat de l'explosion d'une Supernova en 1054.

19. 3. *Autres caractéristiques*

Les deux classes de Supernovae sont encore différenciées par bien d'autres détails. La vitesse d'éjection des gaz pour le type I est voisine de 10 000 km/sec alors que pour le type II elle vaut 5000 à 6000 km/sec (Novae 2000 km/s). Les spectres sont également différents. La répartition des Supernovae dans l'espace montre que celles du type I sont de population II alors que les Supernovae de type II, qui ne sont que la forme géante des Novae, sont de population I. Aucune d'entre elles n'a été découverte dans une nébuleuse elliptique qui, par définition, ne renferme que des étoiles de population II.

La fréquence moyenne des Supernovae est de une tous les 360 ans, d'où l'on déduit qu'il explose en moyenne une Supernova pour 10 000 novae, mais du fait du peu de Supernovae connues et étudiées, ces valeurs sont approximatives et sujettes à caution.

CONCLUSION

L'état des connaissances est, comme le lecteur a pu s'en rendre compte, très inégal suivant la variable considérée. Il a été utilisé au maximum pour toutes les variables étudiées sauf pour les Novae et les Supernovae qui, à elles seules, auraient nécessité toutes ces pages consacrées aux variables. C'est volontairement que l'on a résumé l'exposé de leurs phénomènes, le travail de synthèse des résultats n'ayant pas encore été fait.