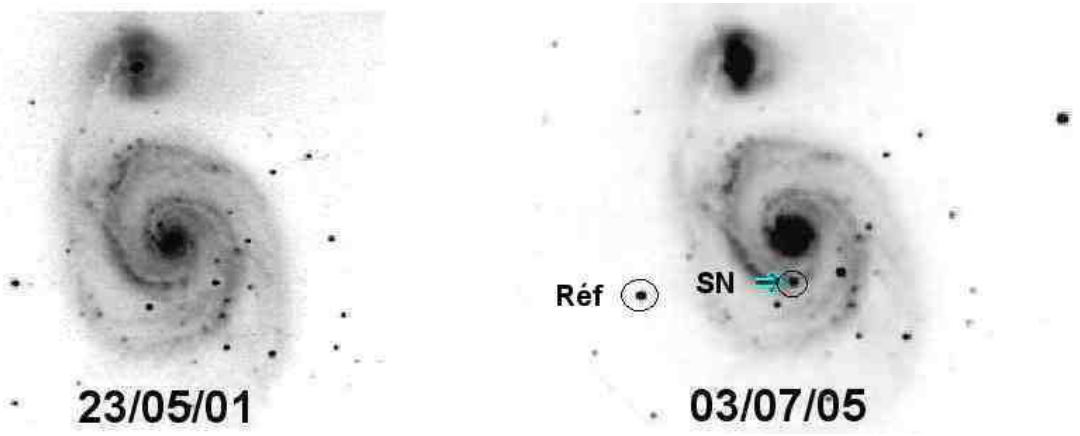
Etude photométrique de supernovae

Je poursuis l'exploration des différents domaines pour lesquels les astronomes amateurs – en collaboration avec des professionnels - peuvent contribuer à faire progresser la connaissance de phénomènes astrophysiques. Parmi ceux-ci, l'étude des supernovae (SN) occupe une place particulière. Je m'y suis essayé, et c'est le résultat de ma modeste expérience que je voudrais vous faire partager.

Une supernova, qu'est-ce que c'est ?

Une supernova résulte de l'explosion d'une étoile massive qui augmente sa luminosité de manière incroyable (parfois la valeur de 200 millions de soleils – aussi brillante qu'une petite galaxie), ce qui explique qu'elle devienne visible dans les jours et semaines qui suivent l'explosion, alors qu'elle était beaucoup trop faible pour pouvoir être perceptible auparavant. C'est un événement rare : en moyenne une supernova explose tous les 20 à 30 ans dans une galaxie donnée. Dans notre Voie Lactée, seules 8 observations sûres ont été rapportées en 2000 ans (la plupart ne sont probablement pas détectées, car leur lumière est absorbée par les poussières du disque galactique). L'observation historique la plus célèbre est sans aucun doute celle rapportée par les Chinois en 1054, et qui a donné naissance à la fameuse nébuleuse du Crabe M1, dans la constellation du Taureau. Les dernières SN identifieés dans notre galaxie ont été observées par Tycho Brahe en 1572 et par Kepler en 1604 ; elles étaient si brillantes qu'elles étaient visibles en plein jour (magnitude voisine de celle de Vénus).



SN dans la galaxie M51 des Chiens de Chasse (images CCD FVDA)

Un peu d'histoire…

Ce sont les astronomes **Walter Baade** (1893-1960, allemand émigré aux USA en 1931) et **Fritz Swicky** (1898-1974, américano-suisse), qui, les premiers, suggérèrent que ces « étoiles nouvelles » - à laquelles ils donnèrent le nom de « supernovae » - étaient en réalité des étoiles mourantes qui terminaient leur vie dans un effondrement gravitationnel cataclysmique. Zwicky postula – les faits lui ont donné raison – que, de l'explosion d'une supernova, ne devait subsister qu'une « étoile à neutrons », et que ce cataclysme devait produire d'énormes quantités de rayons cosmiques. Pour étayer sa thèse, Zwicky se lança dans la recherche de supernovae ; en 50 ans, il en a ainsi découvert près de 120. Actuellement, plusieurs centaines de SN sont dévouvertes chaque année (572 pour la seule année 2007).

Numérotation des SN

Les supernovae sont baptisées par le Bureau des Télégrammes Astronomiques selon l'année de leur découverte suivie d'une lettre donnée dans l'ordre où les découvertes sont annoncées: la première supernova de l'année 2008 s'appelle ainsi SN2008A, la seconde SN2008B, et ainsi de suite. Une fois arrivé à Z, on enchaîne avec aa, ab, ac... (en minuscules cette fois).

M1, Nébuleuse du Crabe, rémanent de la Supernova de 1054

Intérêt de l'étude des supernovae

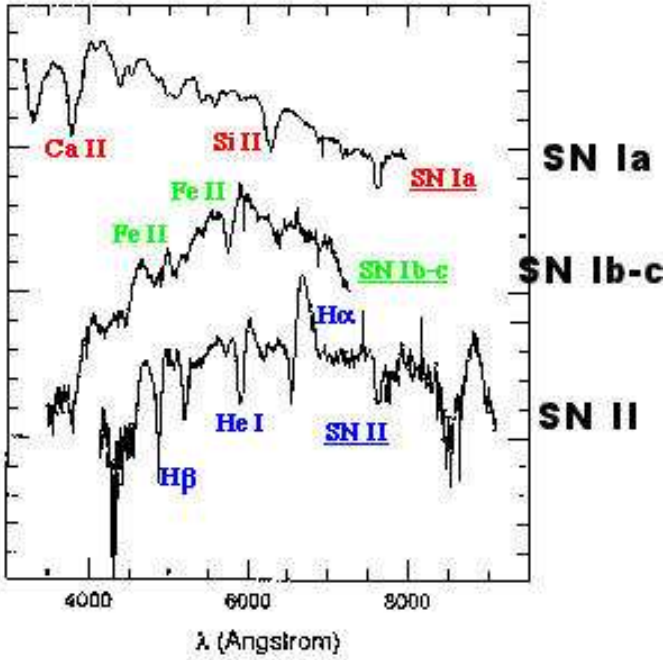
L'étude des SN présente différents intérêts cruciaux pour l'astronomie :

1. En cosmologie, les SN sont d'excellents indicateurs de distance.

2. Les supernovae enrichissent le milieu interstellaire en éléments lourds (du carbone au fer et à l'uranium), et les ondes de choc de leurs explosions déclenchent la formation de nouvelles étoiles.
3. Elles permettent de mieux comprendre la physique de l'évolution des étoiles.
4. En physique des particules, les propriétés des neutrinos jouent un grand rôle dans le mécanisme d'explosion des SN.

Classification des supernovae

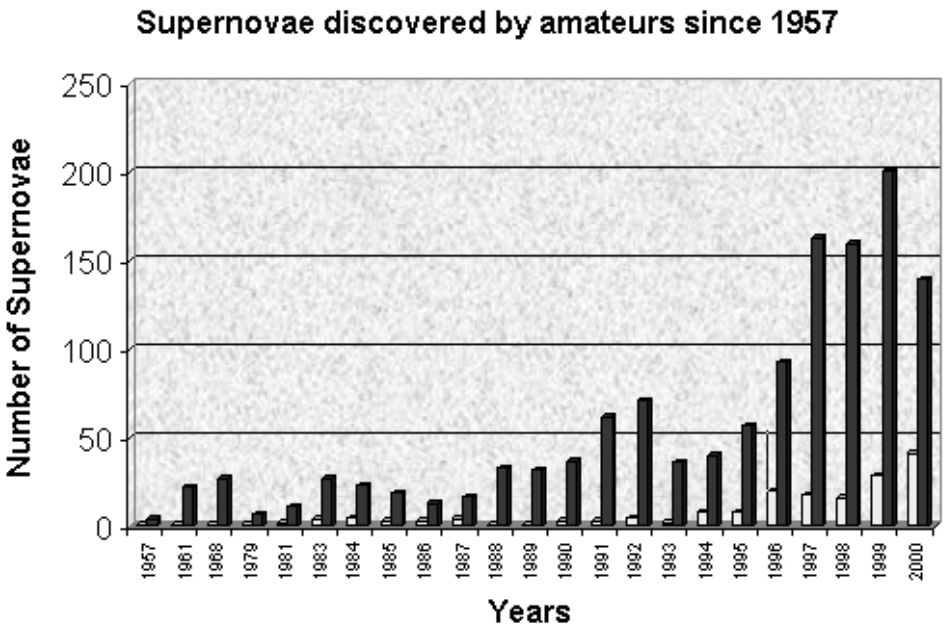
Les SN sont classées selon leur spectre ; celles de type I sont caractérisées par l'absence des raies de l'hydrogène, tandis que celles de type II en sont pourvues. Les supernovae les plus fréquentes sont de type Ia (présence des raies du silicium).



Spectre des différents types de SN (graphe Collège de France)

Rôle des astronomes amateurs

1. Dans la découverte : la contribution des amateurs dans la découverte des SN n'est pas négligeable ; elle demande méthode et persévérance. Une automatisation des observations et du dépouillement des images est un gage de succès : il s'agit de photographier des galaxies (selon une méthode de balayage du ciel) et de comparer les images obtenues avec des images de référence : si une étoile nouvelle apparaît sur les clichés (sous réserve de vérification), bingo !

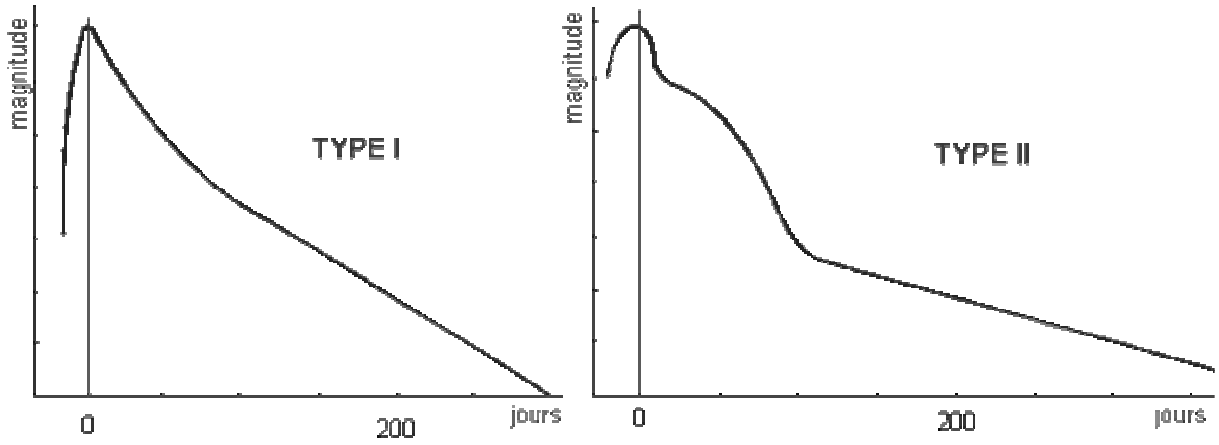


Découverte de SN depuis 1950 (en blanc, les découvertes par des amateurs)

2. Dans le suivi photométrique des SN découvertes, pour autant que leur magnitude soit accessible aux instruments typiquement utilisés par les amateurs. Les professionnels en effet ne disposent généralement pas des temps d'observation requis pour suivre l'évolution de toutes les SN observables. Cette collaboration amateurs-professionnels permet d'élaborer des courbes de lumière, dont le profil sera essentiel (en complément de l'analyse spectrale) pour déterminer à quel type appartient la SN étudiée.

Courbes de lumière

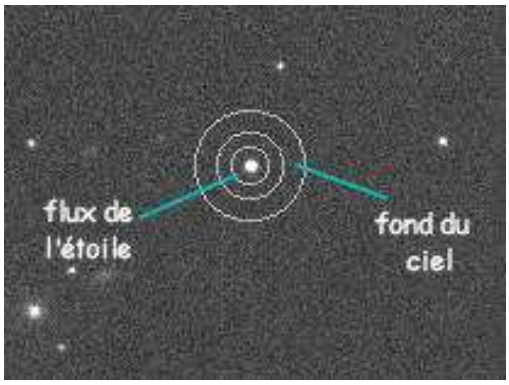
Les courbes de lumière permettent de visualiser la magnitude des SN en fonction du temps ; les SN de type II présentent des paliers caractéristiques.



Courbes de lumière des supernovae

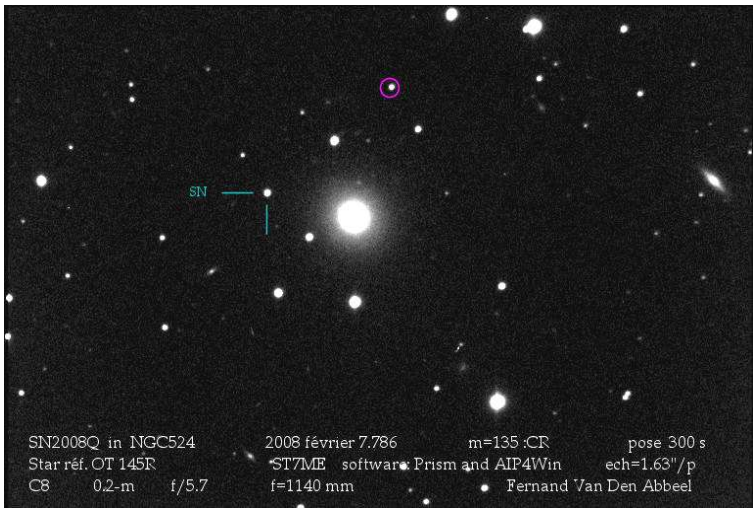
Mes observations : SN 2008Q et SN 2008L

J'ai observé ces deux SN les 2 février et 7 février, dans NGC 524 (Poissons) pour SN2008Q et NGC 1259 (Persée) pour SN2008L. Les étoiles de référence utilisées (réputées non variables et issues d'un catalogue fiable en photométrie) sont attribuées par les associations de variabilistes. Les mesures ont été réalisées sans filtre, en pleine résolution (binning 1x1). Le temps de pose doit être suffisamment long pour avoir un bon signal, mais pas trop pour éviter toute saturation du capteur CCD. J'ai utilisé le logiciel AIP4Win pour la réduction, en appliquant une photométrie d'ouverture (consiste à intégrer tout le flux dans une ouverture donnée autour de l'objet et de retirer ensuite le fond de ciel calculé entre deux autres cercles).

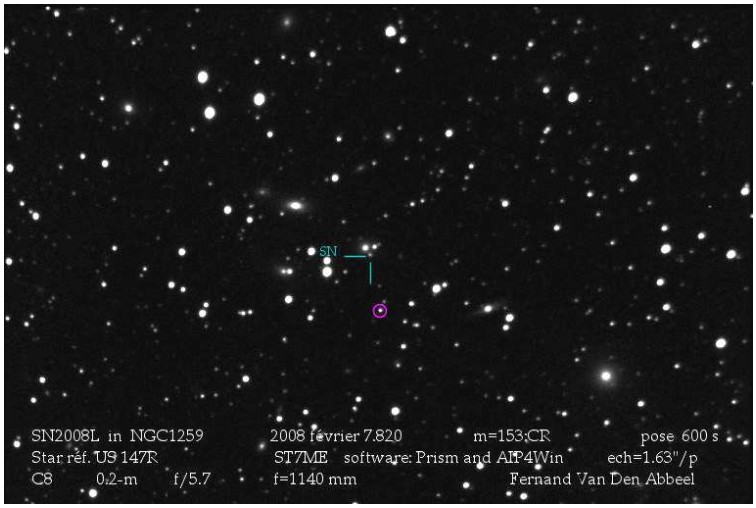


Principe de la photométrie d'ouverture

	Date	Temps de pose	Magnitude
SN2008Q	02/02/2008	5 x 60 sec	14.0
	07/02/2008	5 x 60 sec	13.5
SN2008L	02/02/2008	10 x 60 sec	14.7
	07/02/2008	10 x 60 sec	15.3

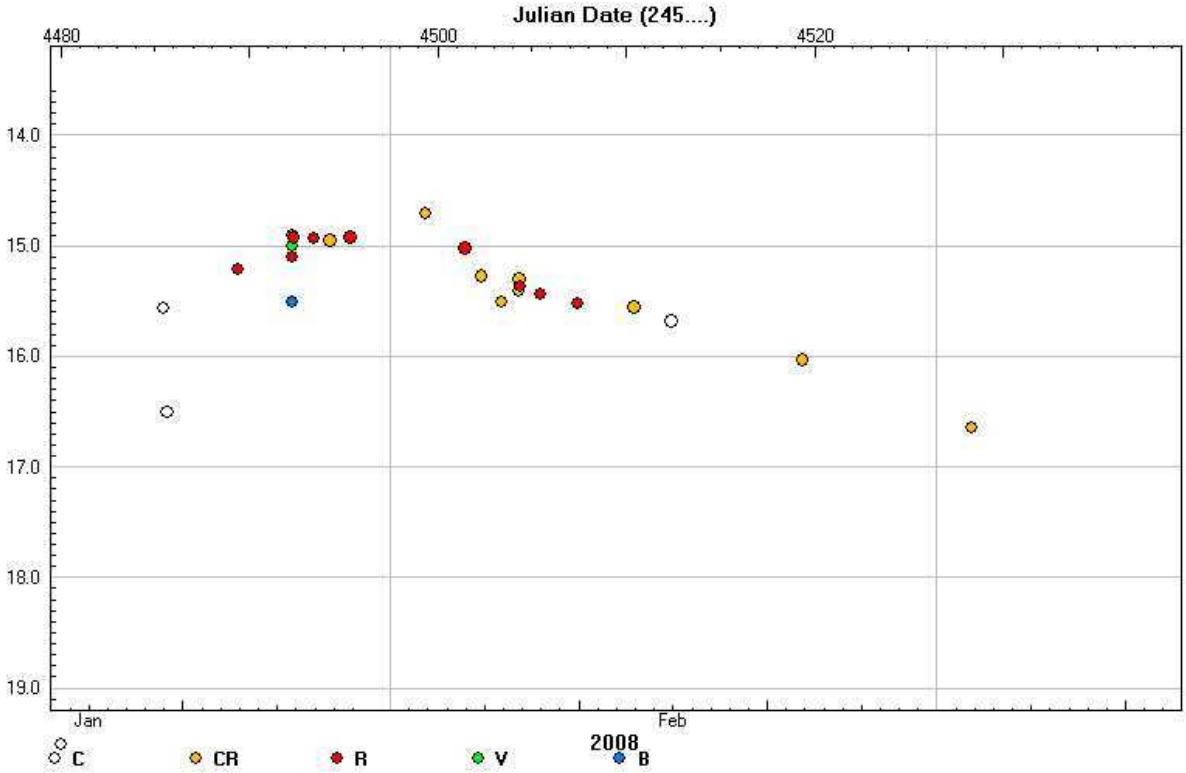


SN2008Q, le 07/02/08 (mag. 13.5)



SN2008L, le 07/02/08 (mag. 15.3)

J'ai envoyé mes mesures au groupe « SNAude » (http://astrosurf.com/snaude/), qui regroupe principalement des observateurs français. Le site de Rochester regroupe quant à lui les observations provenant de tous les coins du monde (http://www.supernovae.net/).



Courbe de lumière de SN2008L

Fernand Van Den Abbeel