

Novae



GK Per (Nova Per 1901) – Crédit : Adam Block/NOAO/AURA/NSF

En Occident, première mention en - 75

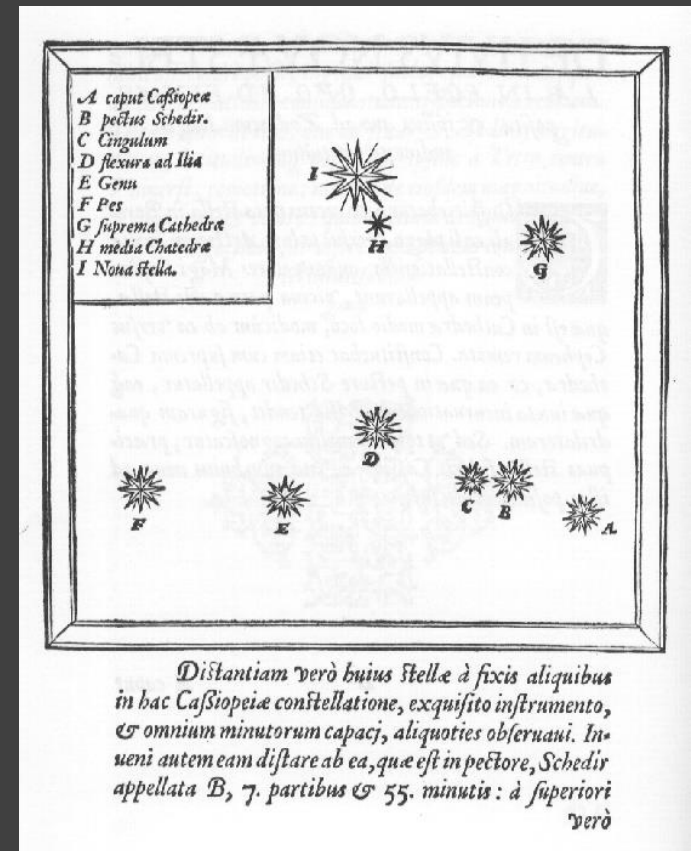


Hipparque

*Idem Hipparchus ... novam stellam
in aevo suo genitamprehendit
Le même Hipparque découvrit une étoile nouvelle*

C. Plinius Secundus, Naturae Historia, ~ 75 av. J.C.

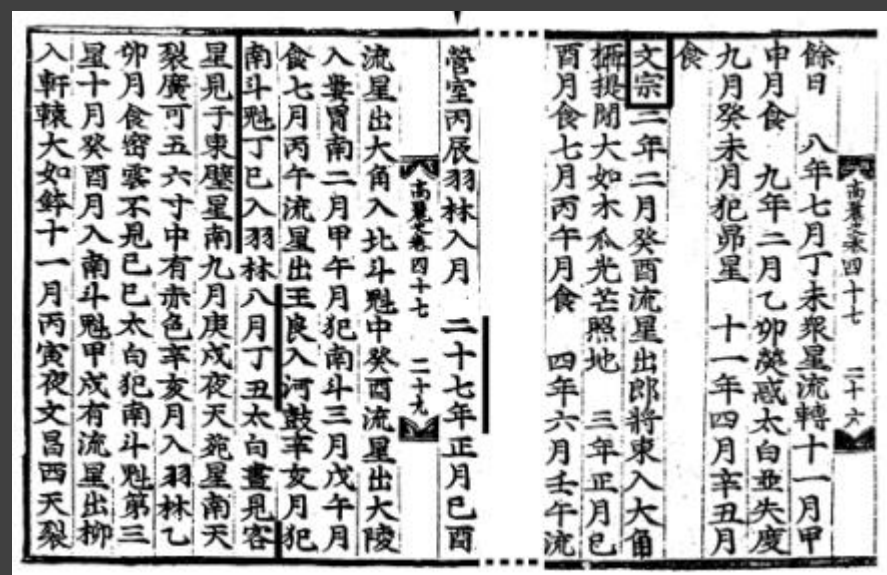
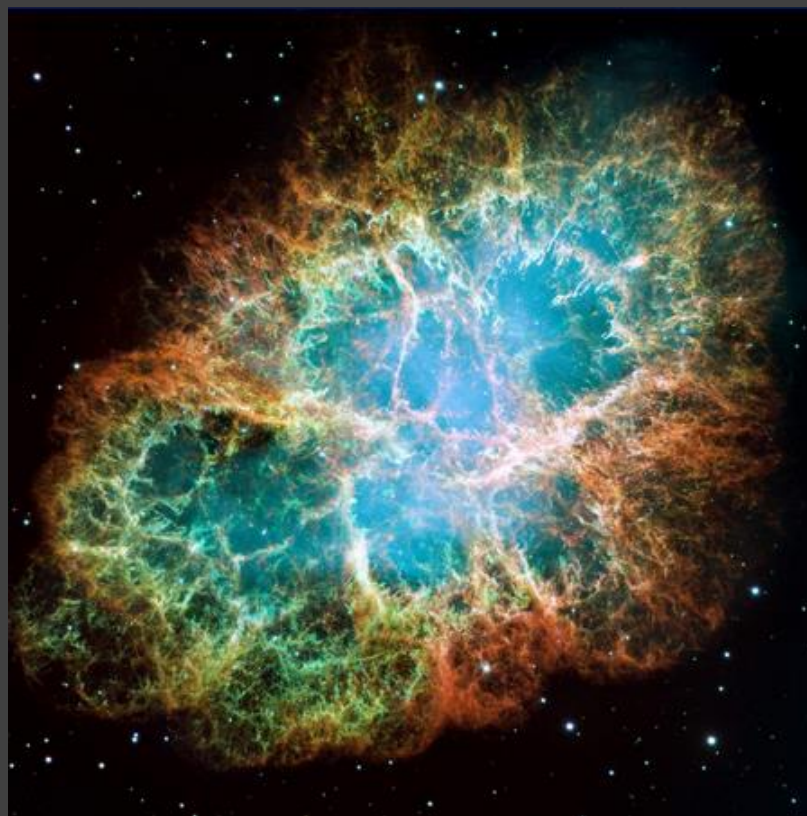
La « nova stella » de Tycho Brahé 1572
(en réalité une supernova)



Pas d'observations jusqu'au XVIème siècle

Pour la pensée d'Aristote, prédominante,
La sphère des étoiles fixes est immuable
Et très peu jusqu'au XIXème

Durant deux millénaires,
nombreuses observations de phénomène temporaires en Asie
Chine, Japon, Corée, Vietnam
Comètes, météores, novae, supernovae ...



Newton (1726)

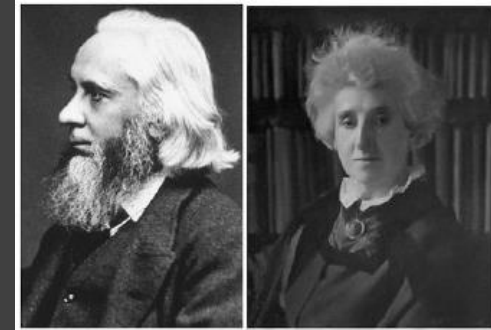
Une intuition géniale

Les étoiles fixes, qui se sont graduellement appauvries en éjectant de la lumière et des vapeurs durant très longtemps peuvent être régénérées par des comètes qui tombent sur elles ; et par cet apport de nouveau carburant ces vieilles étoiles, acquérant une nouvelle splendeur, peuvent passer pour de nouvelles étoiles.



William & Margaret Huggins (1866)

Première observation spectroscopique d'une nova
Une atmosphère en expansion rapide (Pickering, Pike)



Lundmark (1920)

« Le grand débat » « *Great debate* »
Classification des "étoiles nouvelles" en 3 classes :
Super-Novae – Novae classiques – Novae naines





Mc Laughlin

Une étude systématique des propriétés des novae brillantes du XXème siècle – 1935 à 1965

Nova Her 1936

Première publication conjointe des spectres de plusieurs observatoires



Cécilia Payne-Gasposhkin (1957)

Galactic Novae

Le premier livre sur les Novae

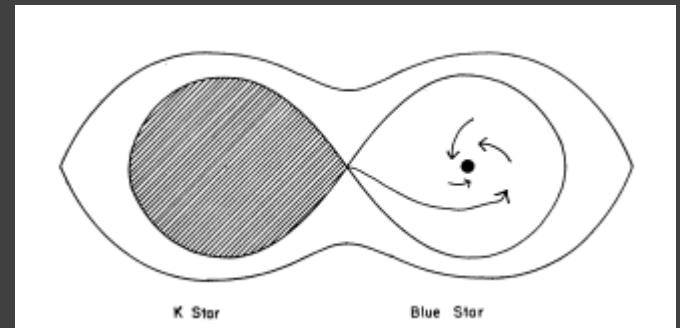


Walker, 1954

DQ Her (Nova Her 1934) est une étoile binaire à éclipses

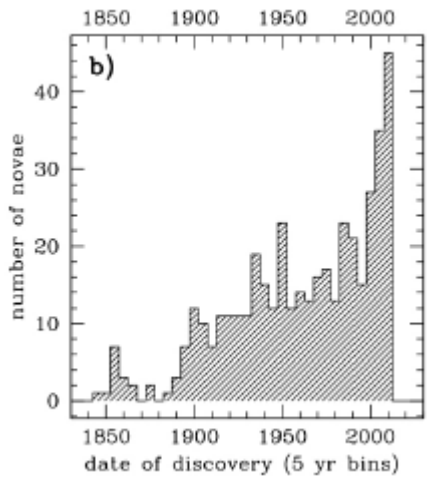
Kraft, 1962

Hypothèse : toutes les étoiles cataclysmiques sont des systèmes binaires
Les novæ sont produites par une explosion thermonucléaire à la surface de la naine blanche



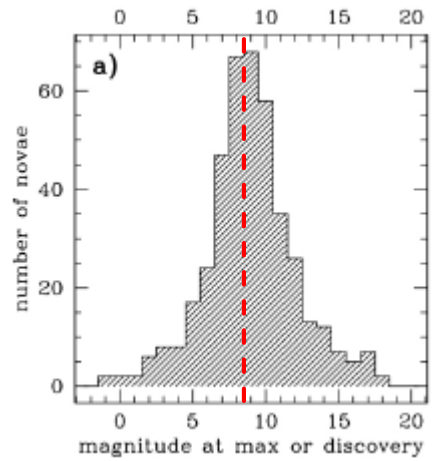
Modèle schématique de AE Aur
Crawford & Kraft, 1956

Nombre de découvertes
Par tranche de 5 ans

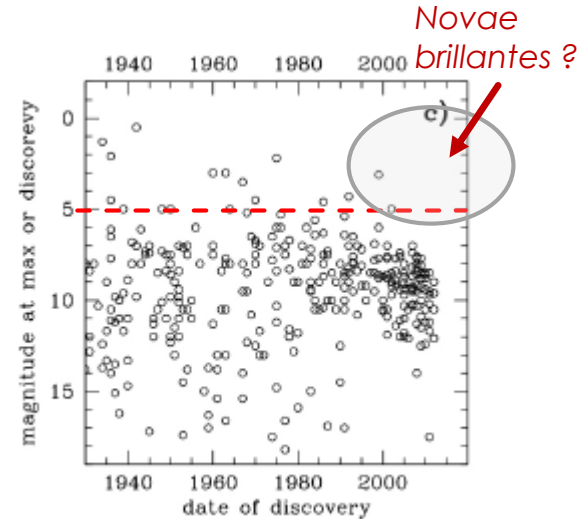


2.5 4 8

Distribution
des magnitudes max
(ou découverte)

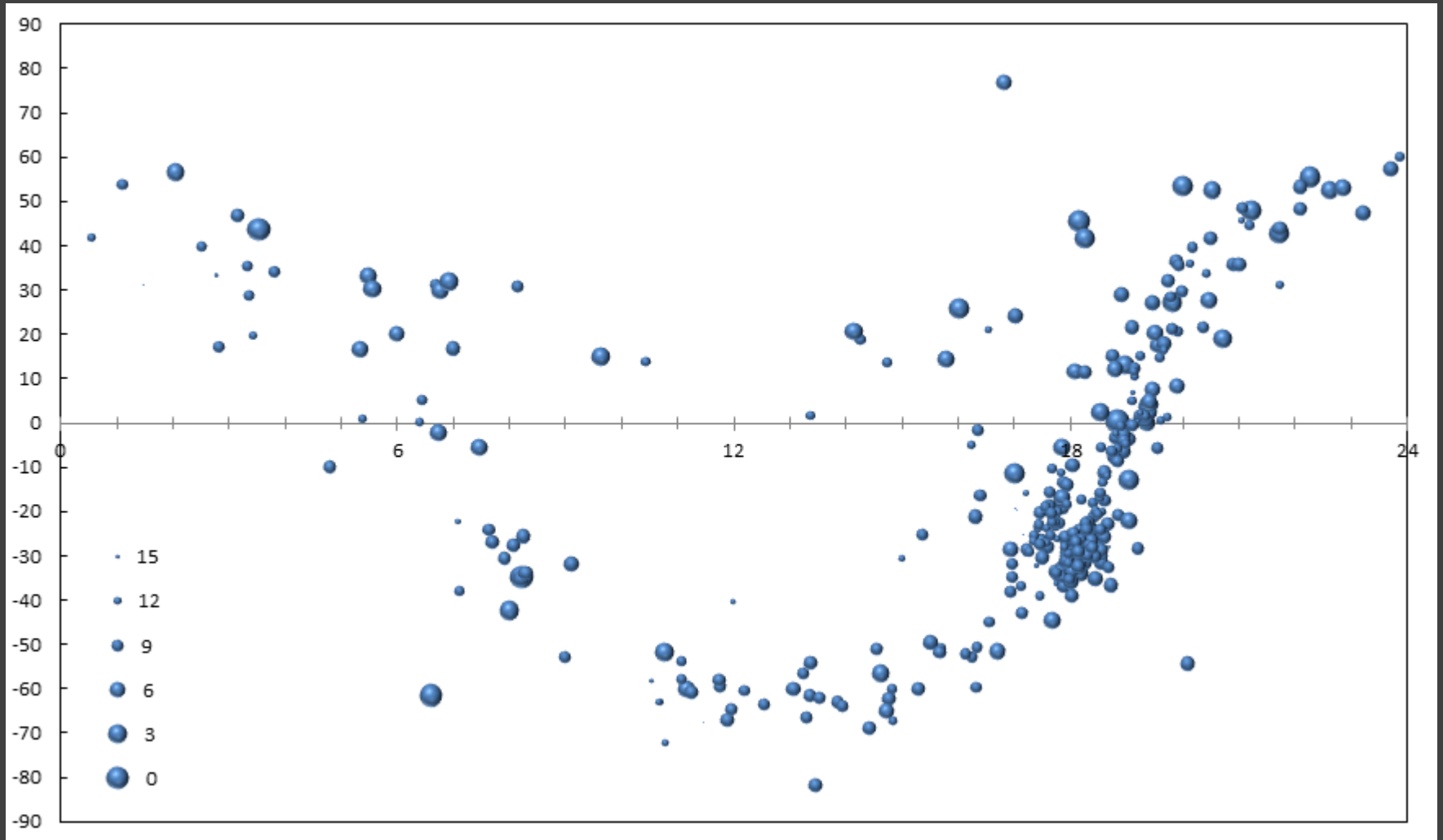


8.7



KT Eri : mag max = 5,5
Découverte à mag 8

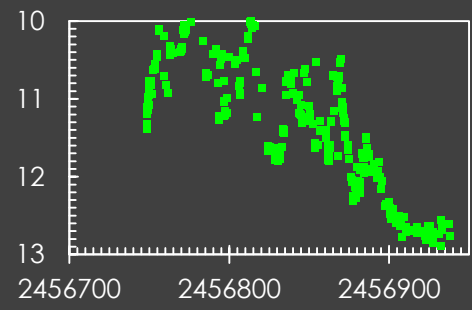
Répartition des 400 novae observées jusqu'en 2010



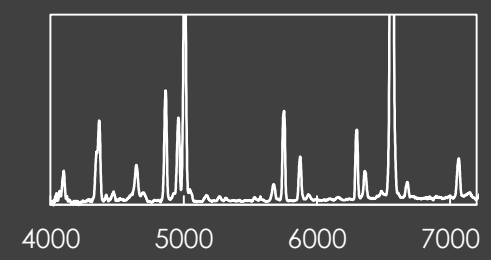
Observations

Dans différentes longueurs d'onde
 γ X UV Visible IR Radio

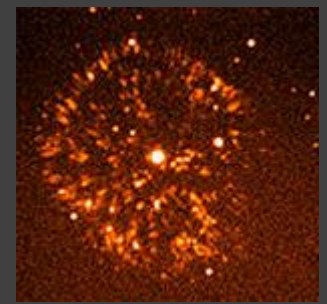
Photométrie



Spectroscopie



Imagerie



(après plusieurs années)

Les moyens pour connaître

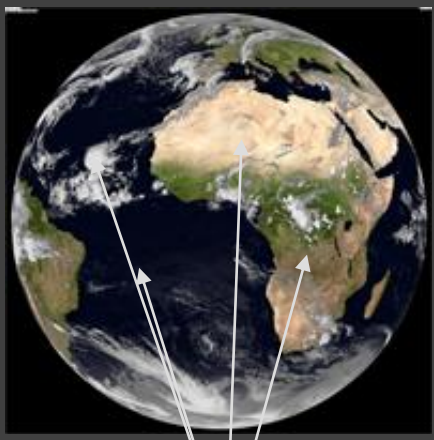
Théorie

Accrétion
Matière condensée
Réactions thermonucléaires
Thermodynamique
Transfert du rayonnement ...

Ce que nous observons

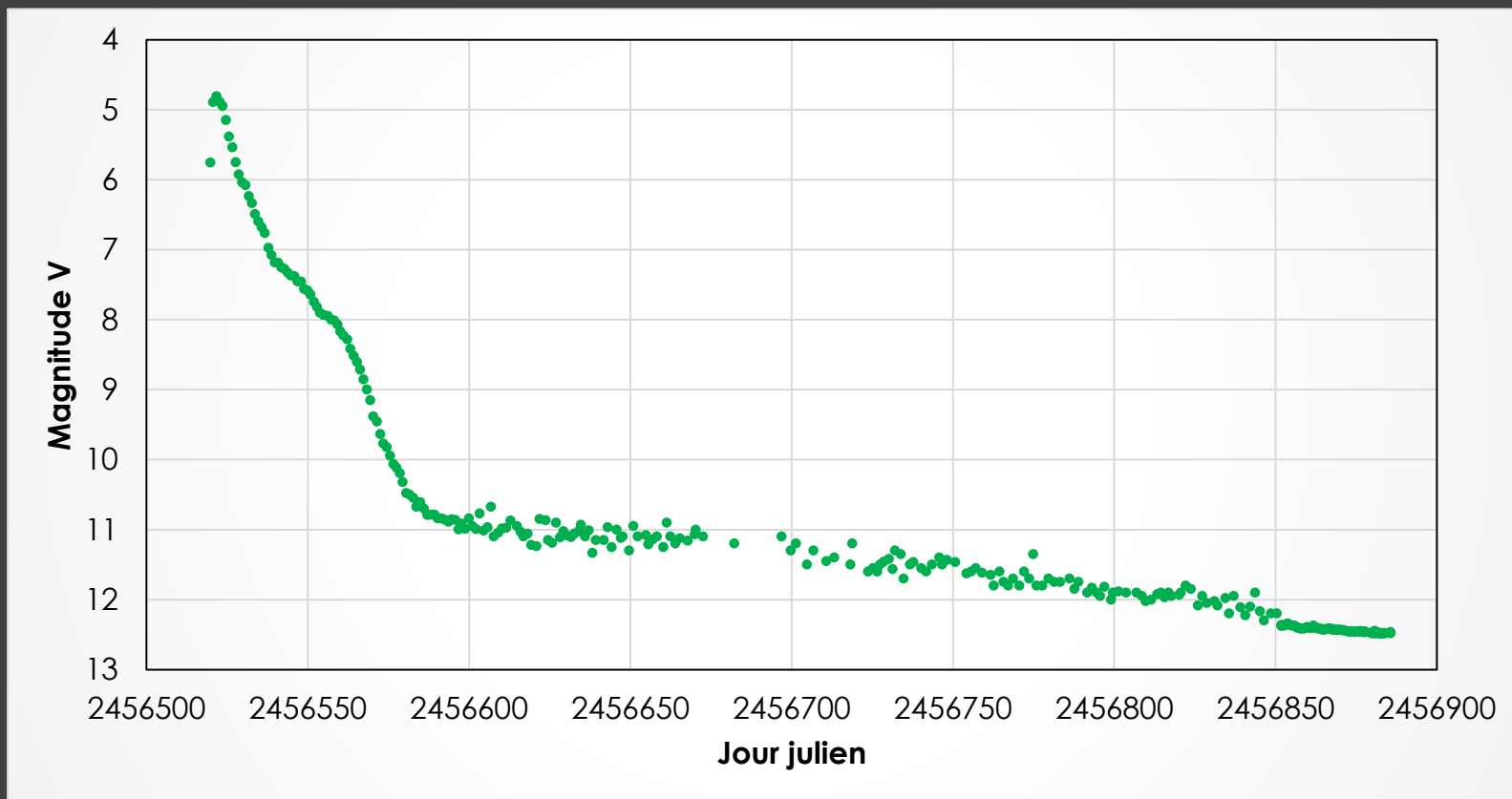


Ce que nous souhaitons connaître



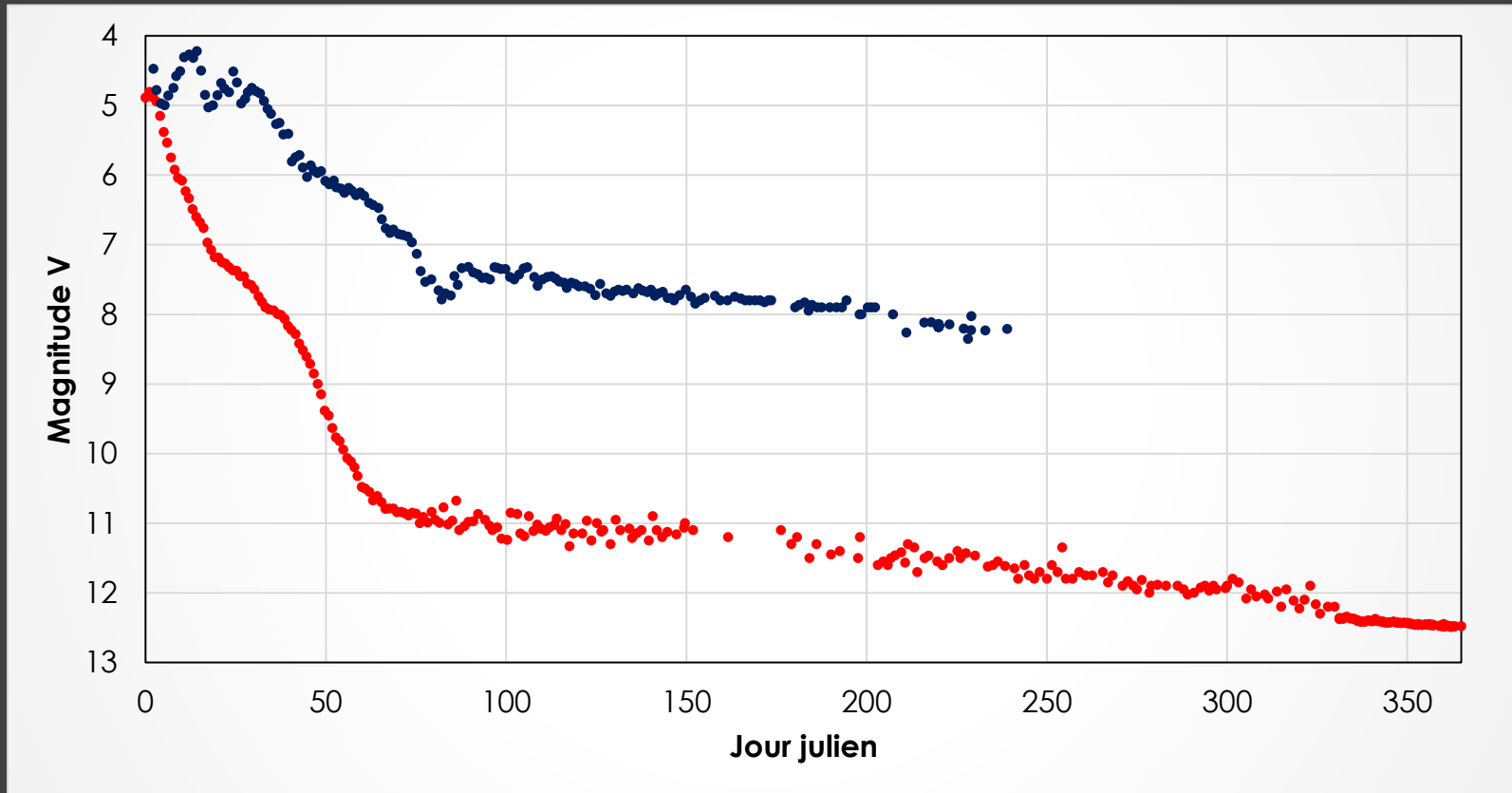
Composition
Température
Energie
Vitesse
...

Courbe de luminosité (V) d'une nova classique : Nova Del 2013



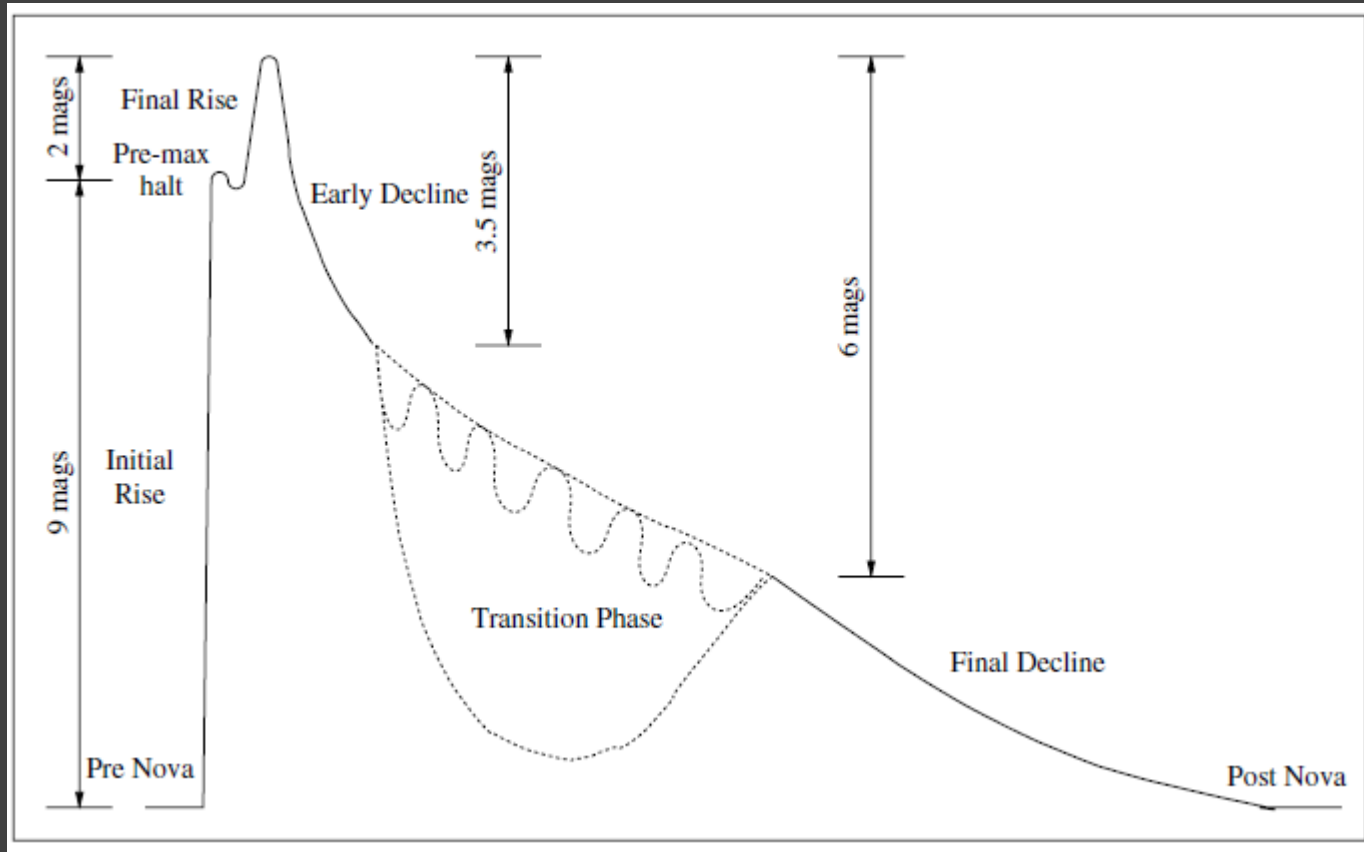
Base de données AAVSO

Comparaison Nova Del 2013 et Nova Cen 2013

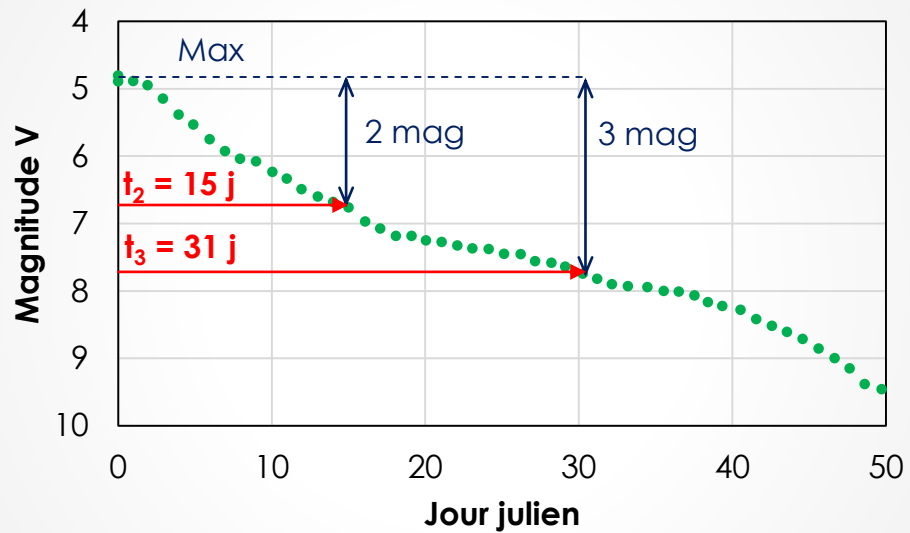


Base de données AAVSO

Courbe de luminosité type



Classical Novae, first edition (Bode & Evans, 1989)
From Mc Laughlin



Relation t_2, t_3

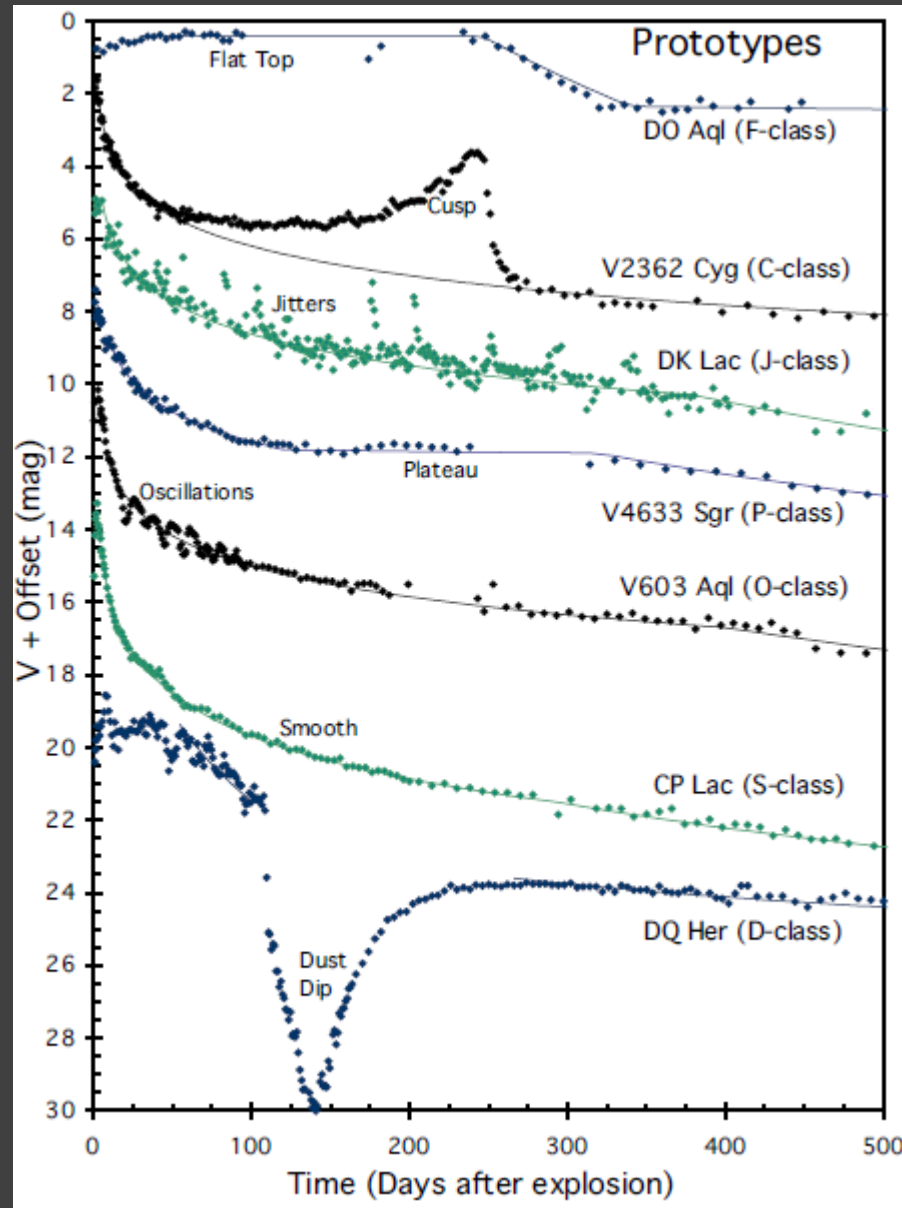
$$t_3 = t_2^{0.88}$$

Warner, 1995

Classes de rapidité

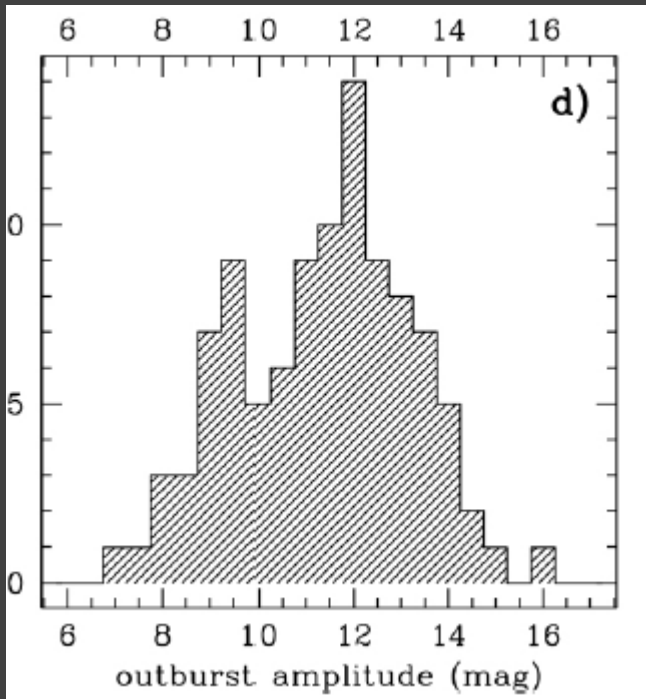
	t_2	t_3
Très rapide	< 10	< 20
Rapide	11-25	21-49
Modérément rapide	26-80	50-140
Lente	81-150	141-264
Très lente	151-250	265-440

Payne-Gaposchkin, 1959

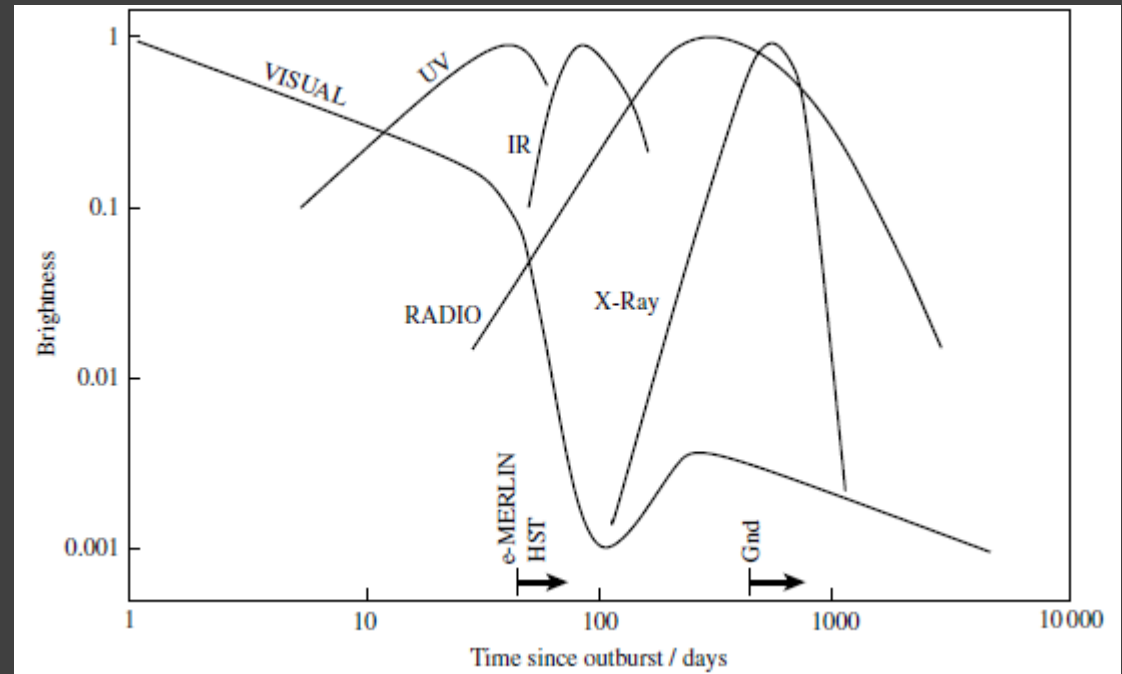


Strope, Shaeffer, Henden, 2010
**Catalog of 93 Nova Light Curves:
 Classification and Properties**

Amplitude de l'outburst



Magnitude bolométrique constante



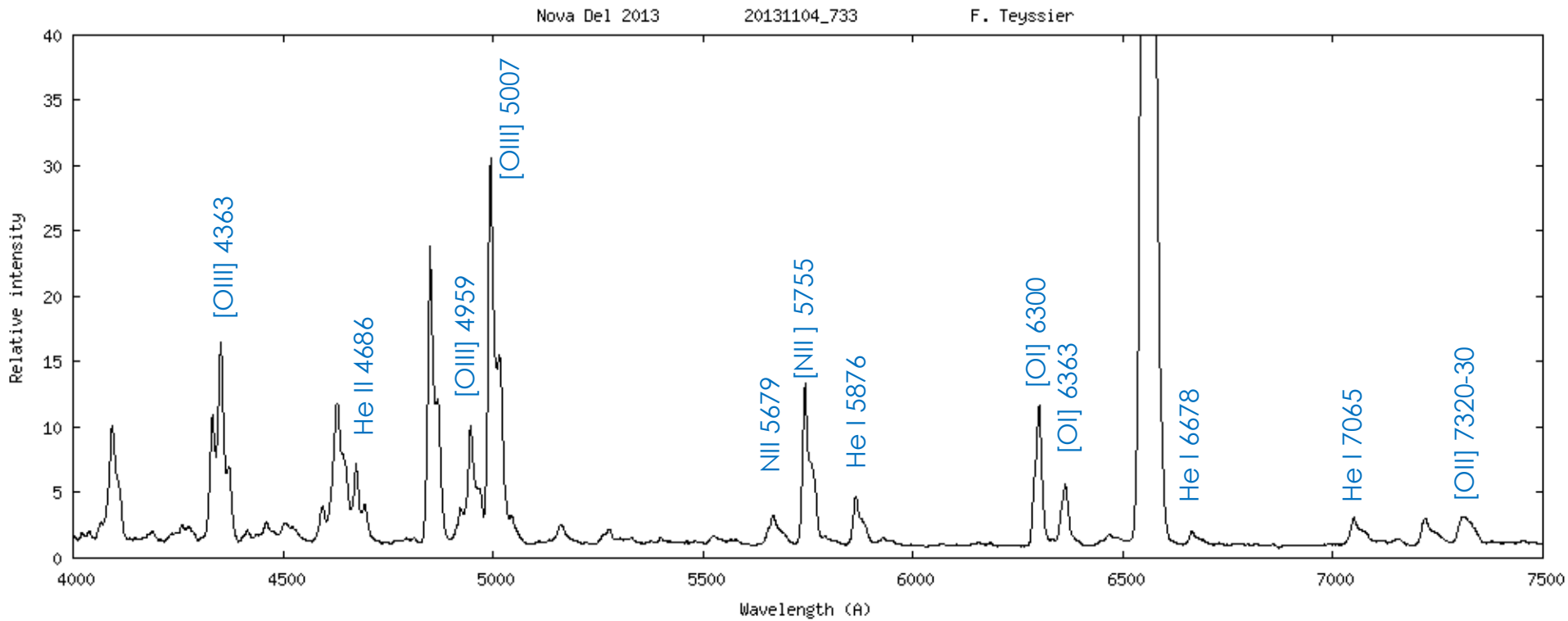
Energie libérée $\sim 10^{46}$ erg (sur 1 an)
 $\sim 100\ 000$ années d'activité solaire

1 erg (cgs) = $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-2} = 10^{-7}$ J

- ❶ Identité des éléments : H He N C O Ar ...
- ❷ Composition relative à l'hydrogène
- ❸ Masse

- ❹ Niveaux d'ionisation → Energie

Ex : $O I = O^0$
 $O II = O^+$
 $O III = O^{2+}$



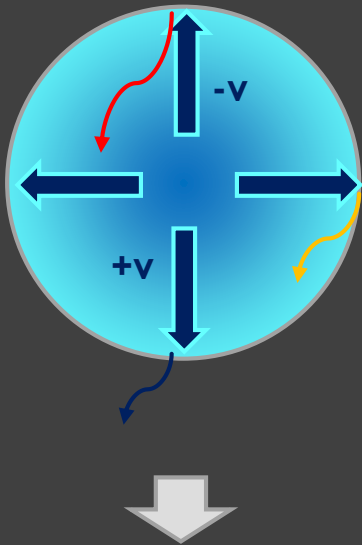
- ❺ Température électronique
 Ex : $[O III] 5007 + [O III] 4959 / [O III] 4363$

- ❻ Vitesses d'expansion
 Effet Doppler
 Ha alpha $V_{max} = 2000 \text{ km.s}^{-1}$

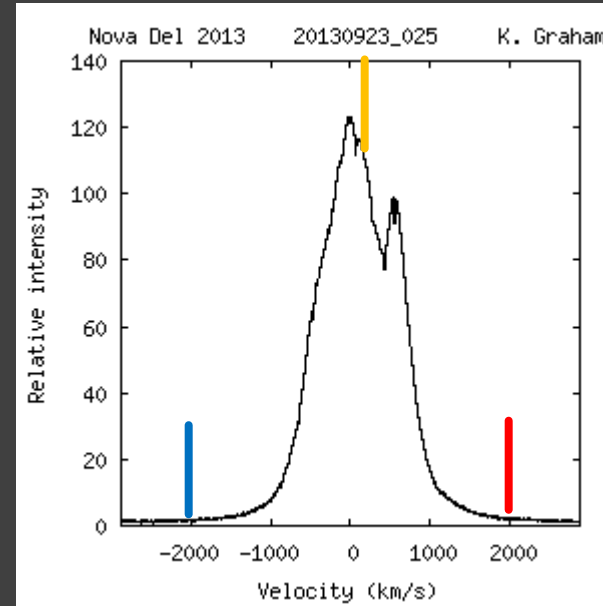
- ❼ Forme : profils des raies

Milieu hétérogène (densité, température)
Généralement non sphérique
En expansion rapide

Effet Doppler



$$v = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot c$$



V = +++ 100 km.s⁻¹
à +++ 1000 km.s⁻¹

	H	He	Z	C	N	O
PW Vul	0.62	0.25	0.14	0.018	0.07	0.04
QU Vul	0.36	0.19	0.14	0.07	0.19	0.038
DQ Her	0.31	0.31	0.38	0.056	0.13	0.20
Soleil	0.71	0.27	0.027	0.0031	0.001	0.01

$$X_{(H)} + Y_{(He)} + Z = 1$$

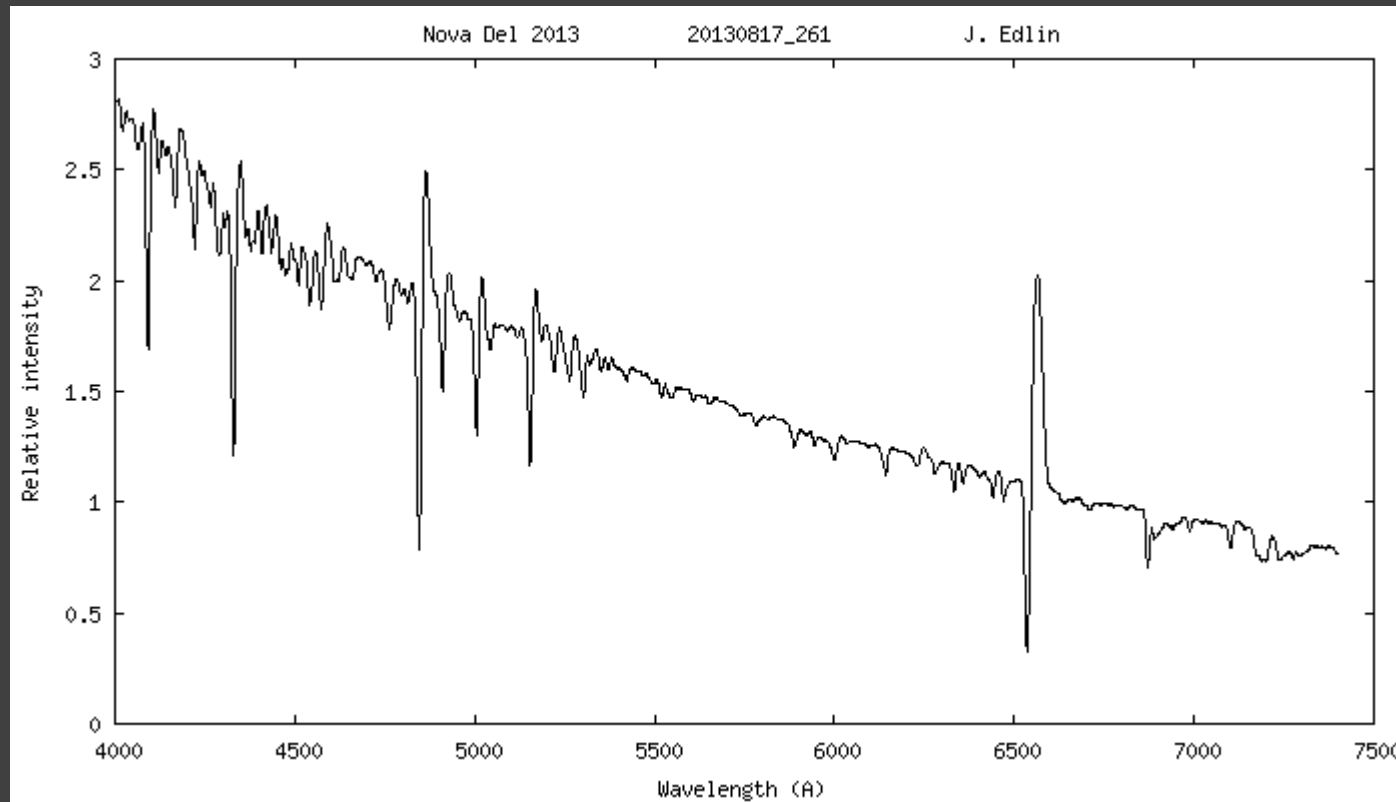
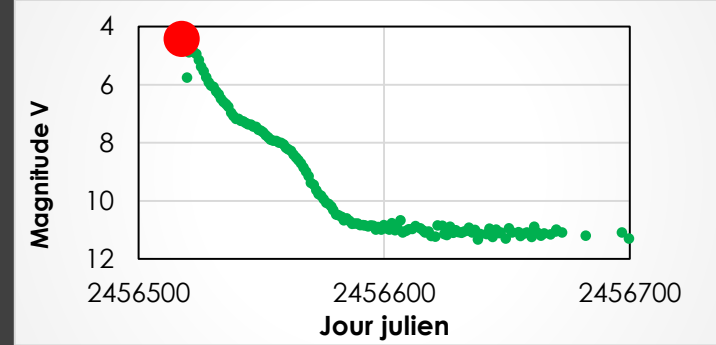
**Forte à très forte augmentation des « métaux » (Z)
Par rapport à la « matière solaire »**

Masse ejecta = $2 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$ (0,1 à $3 \cdot 10^{-5}$)

Evolution

① Maximum

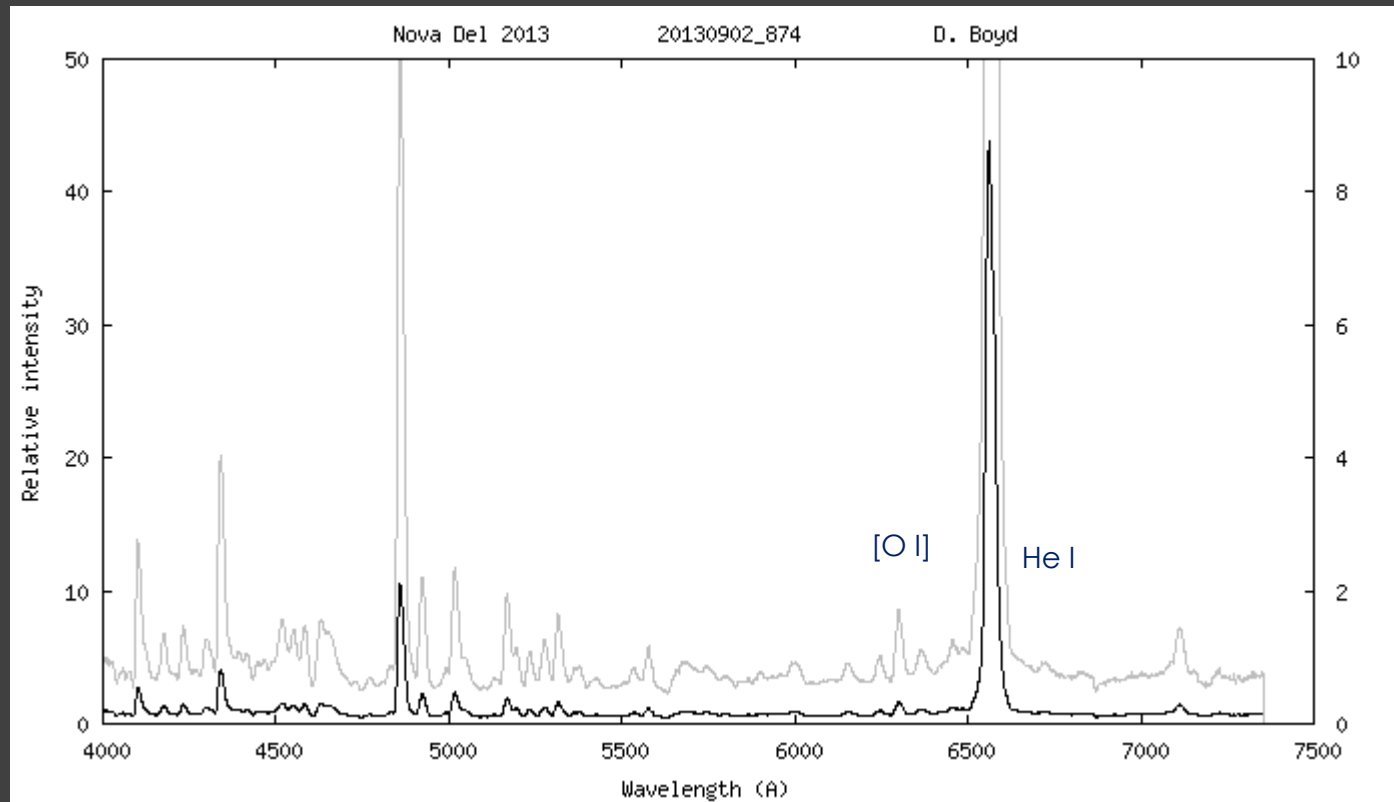
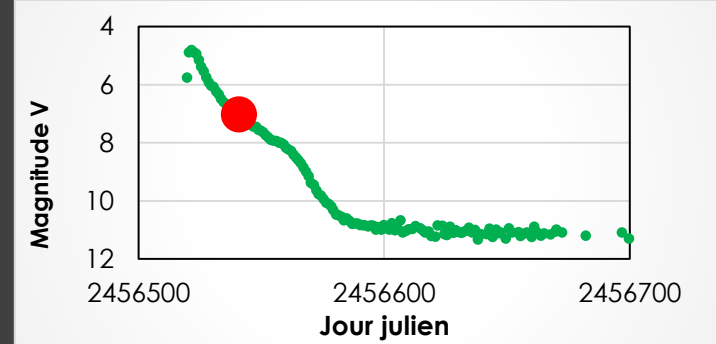
Continuum bleu
Nombreuses raies de métaux en absorption
Faibles émissions
Profil P Cygni



Evolution

② Transition

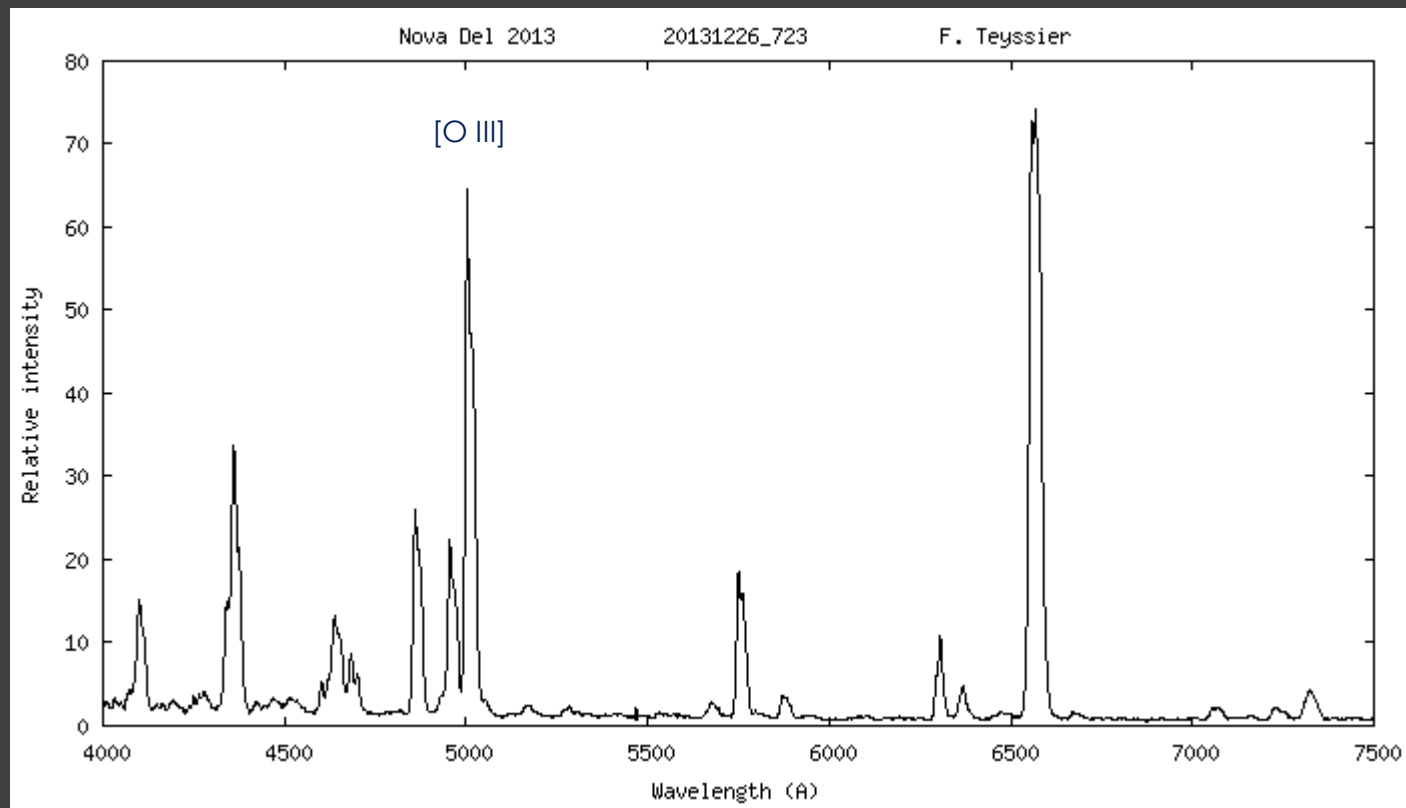
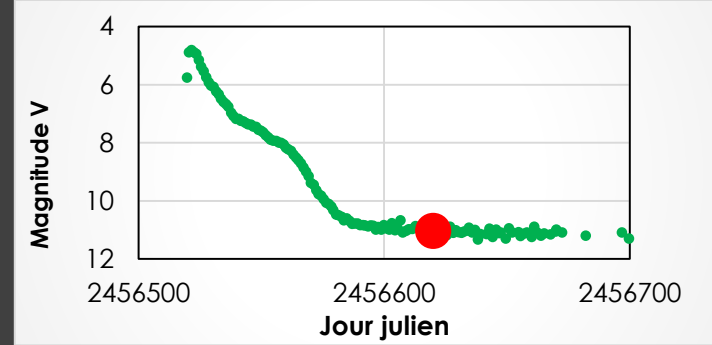
Affaiblissement du continuum
 Intensité des émissions en augmentation
 Apparition raies Helium, Azote ...
 Apparition des « raies interdites »

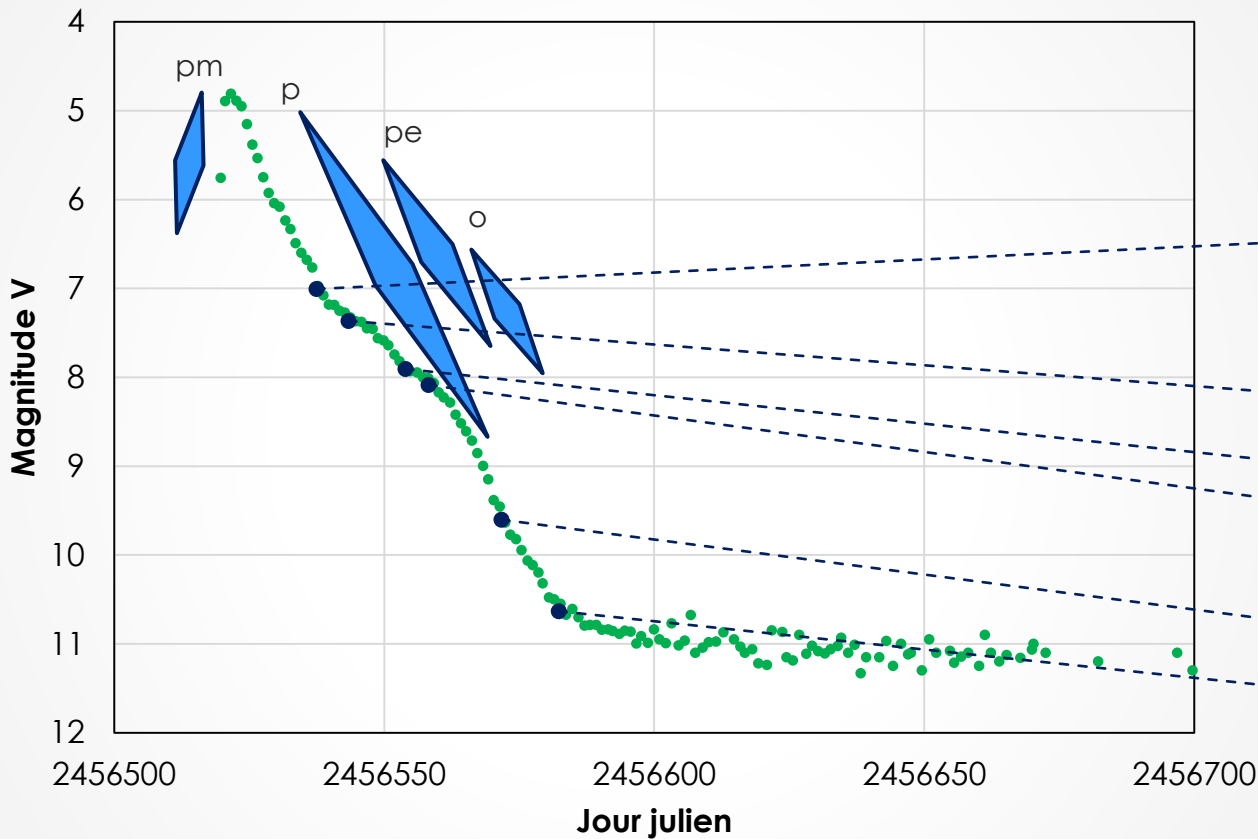


Evolution

③ Phase nébulaire

Continuum très faible
Aspect = nébuleuse planétaire (sauf largeur des raies)
Raies interdites très intenses

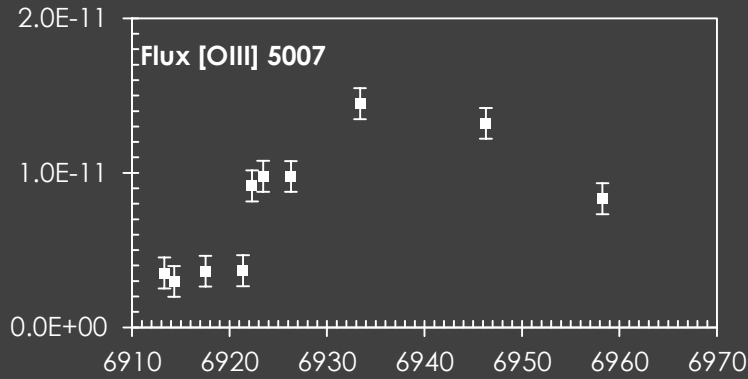




Delta mag/maximum

Premaximum absorption	1.5
Maximum light	0
Principal absorption	0.6
Diffuse enhance absorption	1.2
Maximum diffuse enhanced	2
Orion absorption	2.1
[OI] flash	2.6
Maximum Orion	2.7
Disparition diffuse enhanced	3
4640 emission	3
[NII] flash	3.3
Disparition Orion	3.3
Helium flash	3.6
[OIII]	3.7
Disparition Principal absorption	4.1
Disparition "4640"	4.7
[OIII] 4363 = Hg	4.9
[OIII] 5007 = Hb	5.4
[OIII] 4959 = Hb	5.8
[OIII] 4959/Hb = 1.5	6.4
[OIII] 4959/Hb = 2.0	6.7
[OIII] 4959/Hb = 5.0	8.5
[OIII] max	9.5

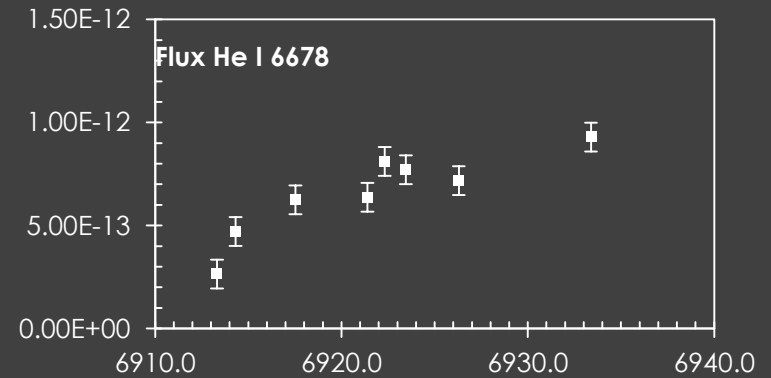
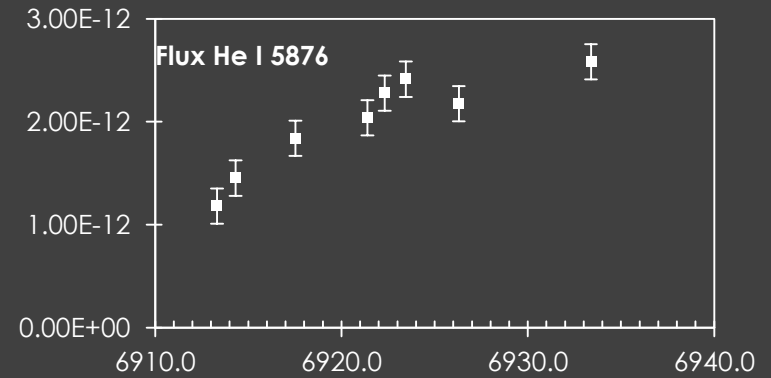
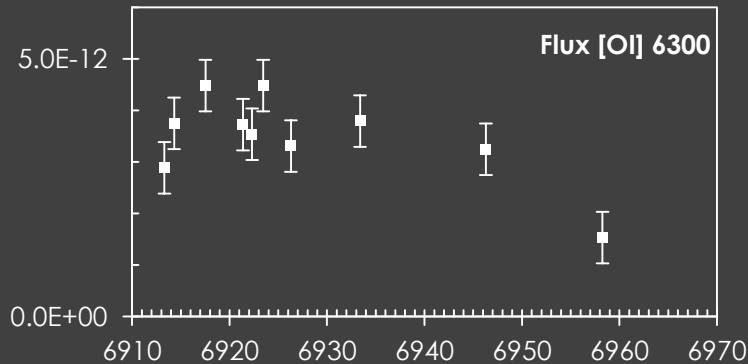
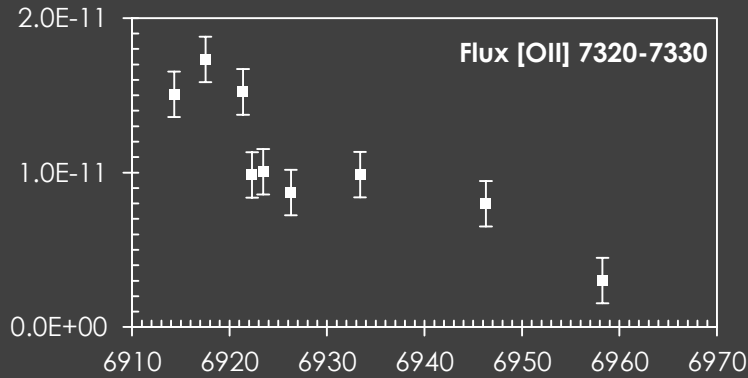
McLaughlin, 1942, 1943

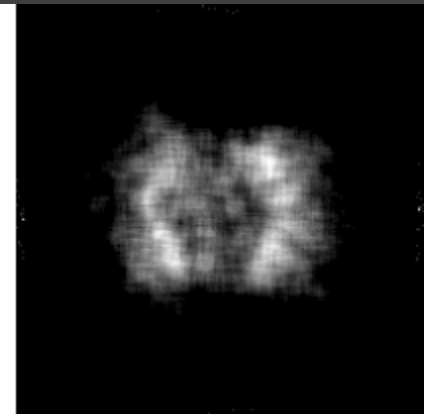
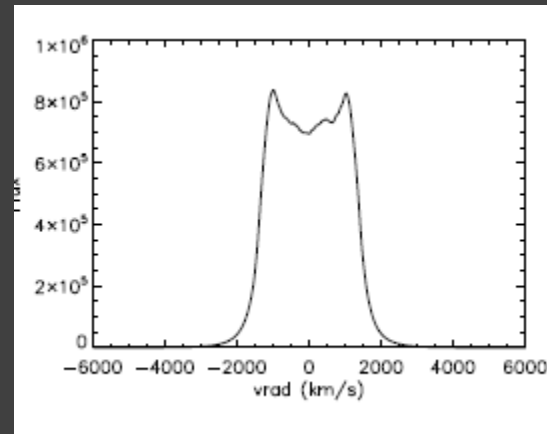
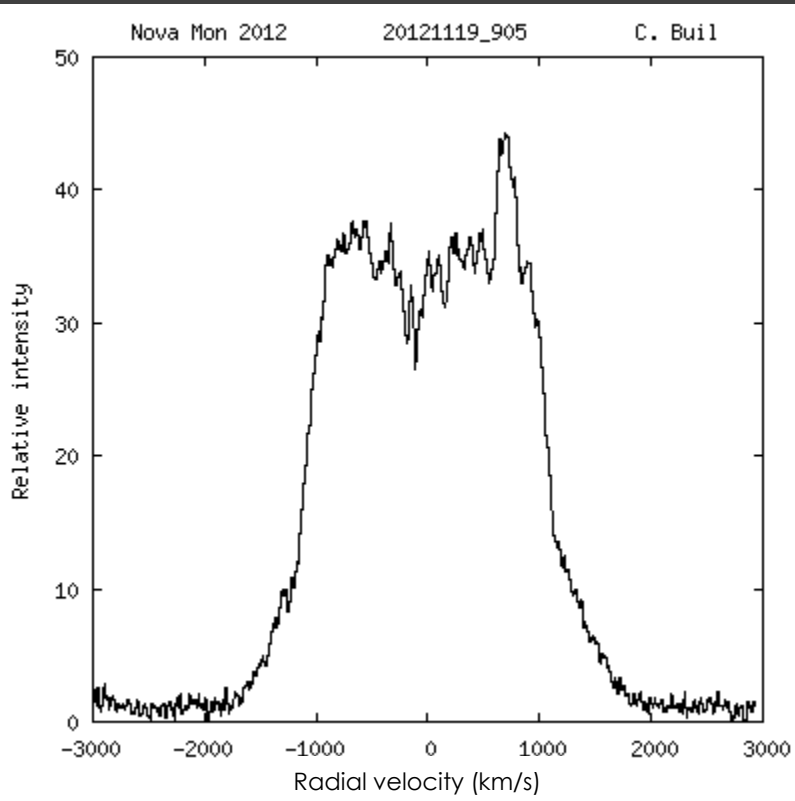


Nova Cyg 2014

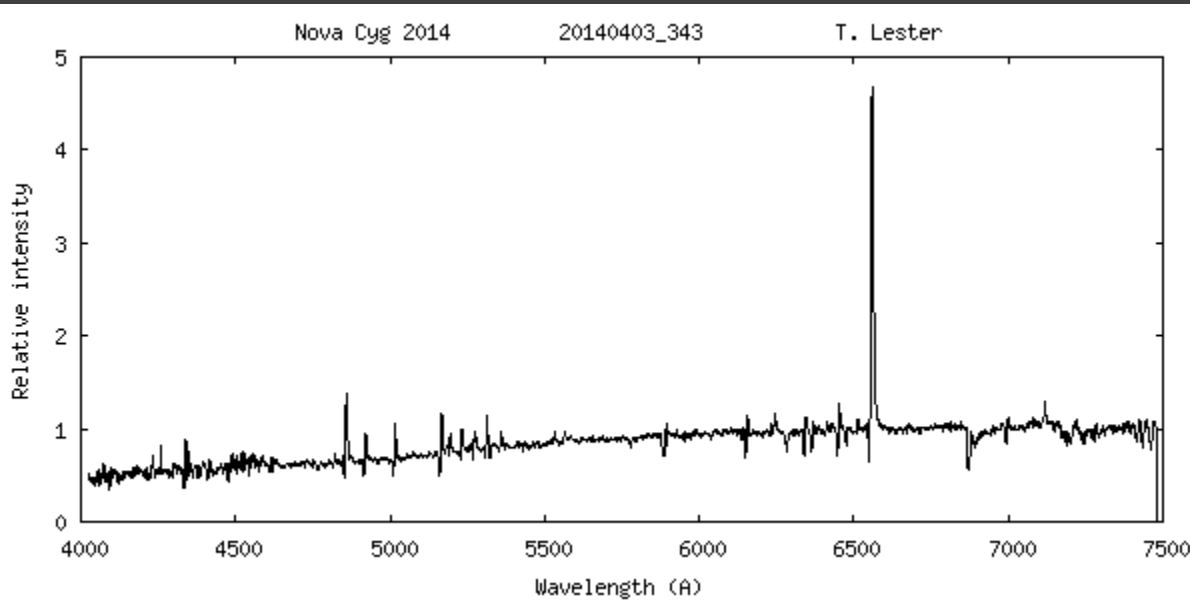
JD - 2450000

Flux en erg.cm⁻².s⁻¹



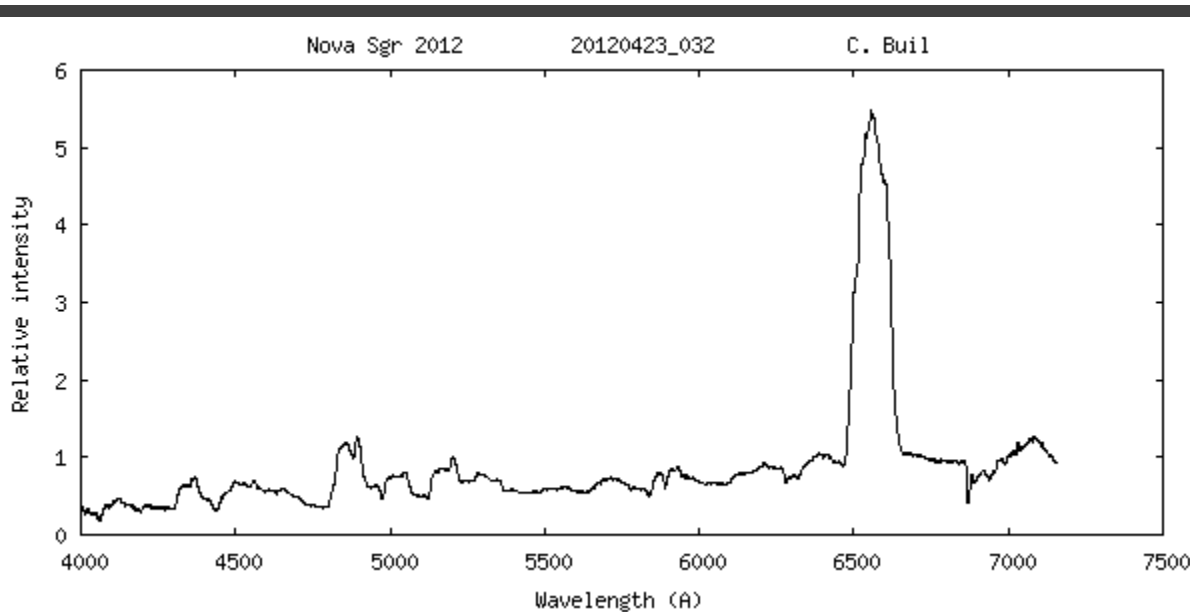


Shore & al., 2012



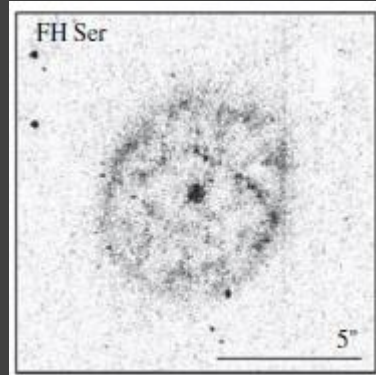
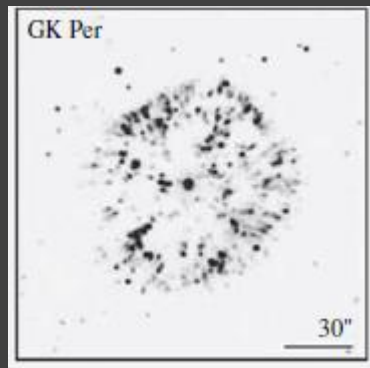
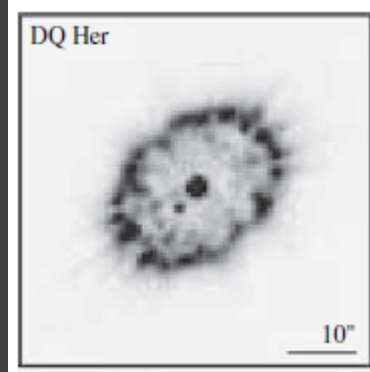
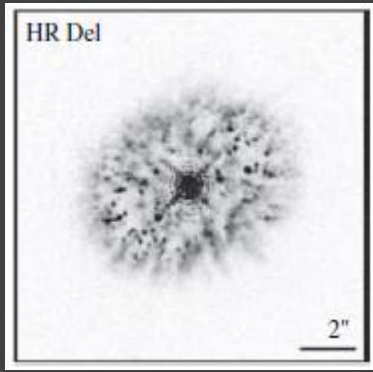
Fe II

Raies étroites – 700 à 2500 km.s⁻¹
 Fe II
 Profils P Cygni
 Novae lentes



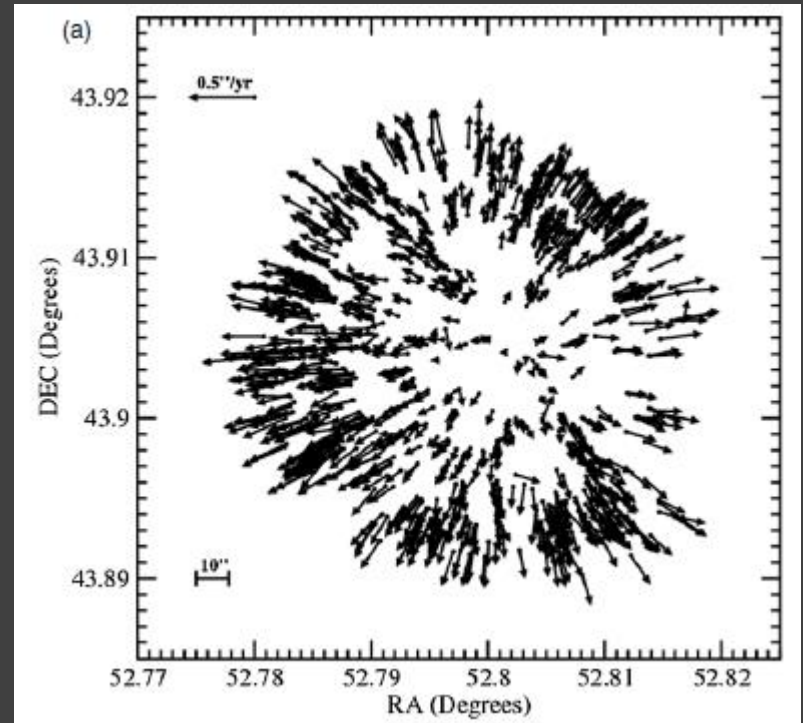
He/N

Raies larges > 2000 km.s⁻¹
 He N
 Novae rapides



Globalement sphériques,
Souvent avec une faible excentricité : 1 à 1.2 (1.4)
Hétérogènes : nœuds et filaments
Parfois anneaux et lobes

GK Per



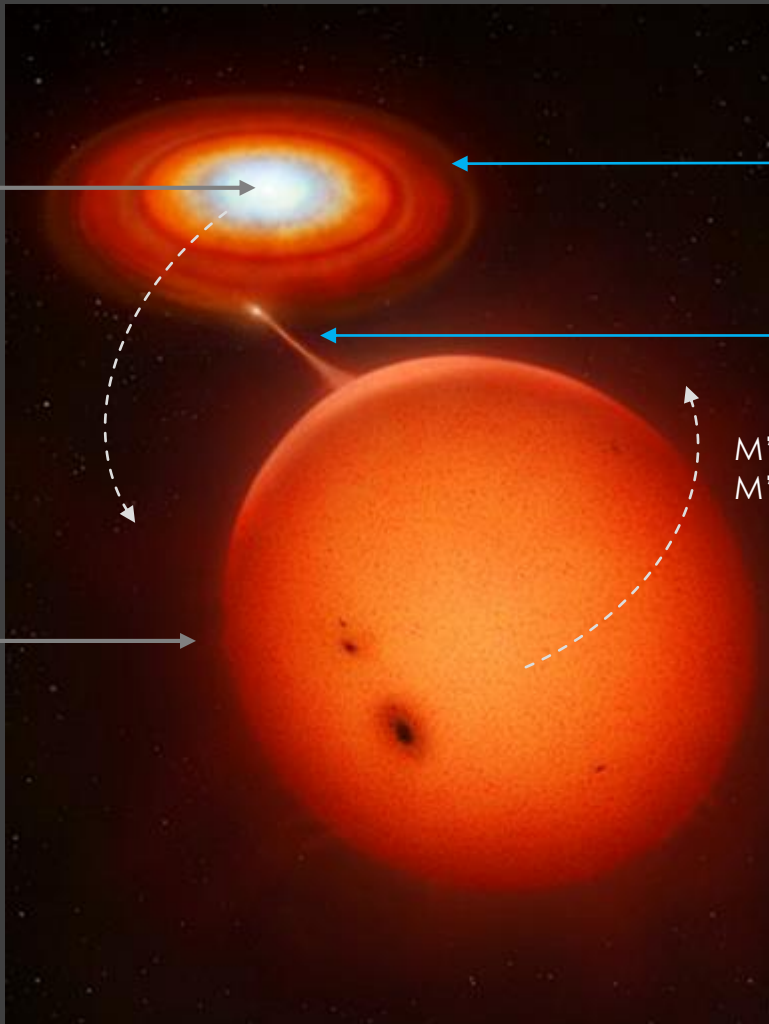
O' Bien & Bode in Classical novae, 2008

Shara & al., 2002 HST

~1 R_⊙

Naine blanche

Etoile
Série principale
Type M-K
(froide, rouge)



Formation
d'un disque d'accrétion
(H, He)

Transfert de matière
De type solaire
(H, He)

M' = 10⁻¹⁰ à 10⁻¹¹ M_⊙/an pour P_{orb} < 3.3 h
M' = 10⁻⁹ à 10⁻¹⁰ M_⊙/an pour P_{orb} > 3.3 h

Période orbitale
~ quelques heures

~1 R_⊙
~ 1 000 000 km

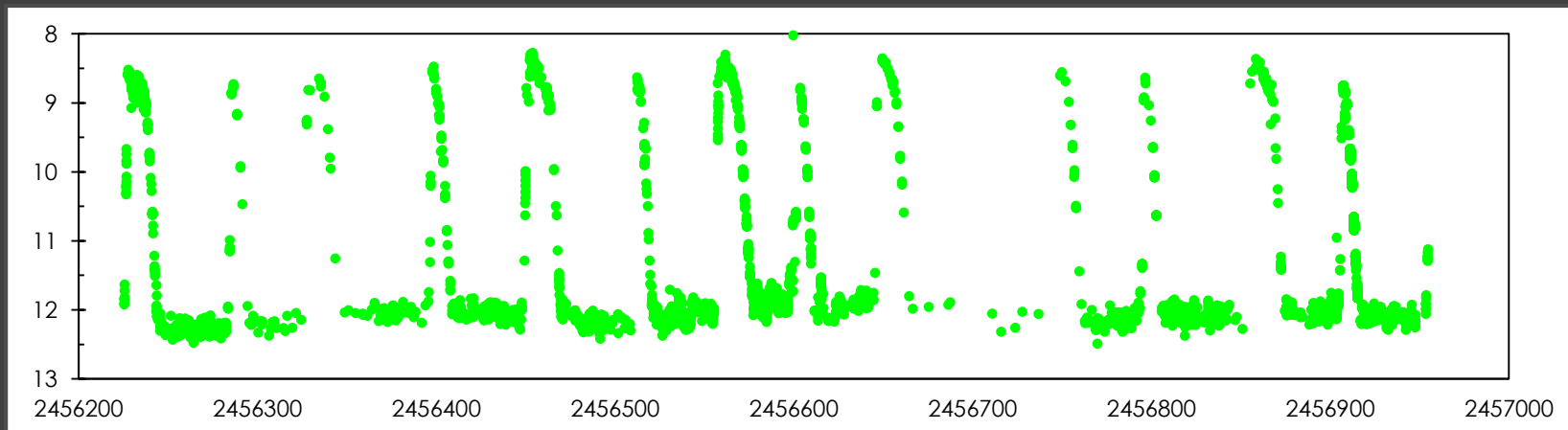
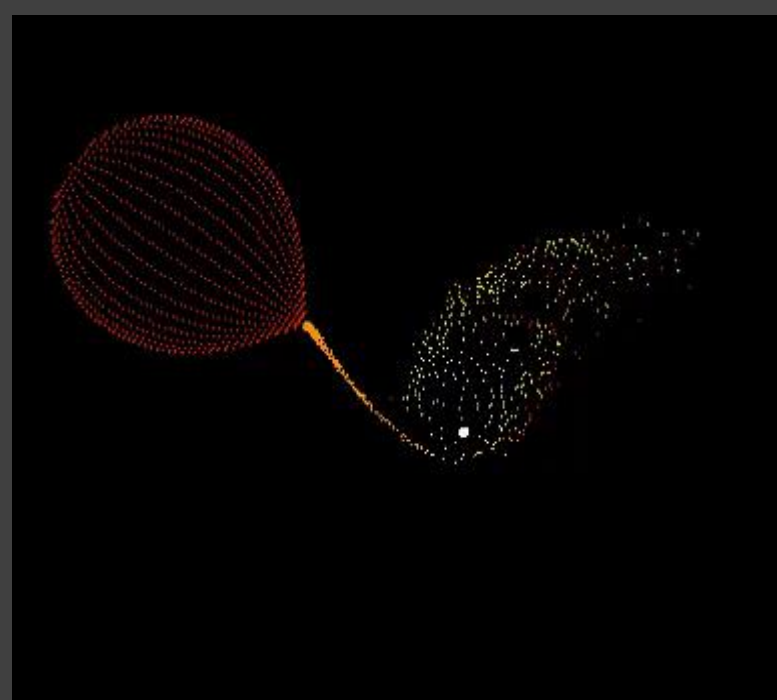
M' 3/10000 à 3/1000000 Mt

Accumulation de matière dans le disque d'accrétion
Augmentation de la viscosité
Brusque augmentation de la température (5000 → 15000 K)

Outburst thermique

Amplitude : 2 à 8 mag
Fréquence : quelques dizaines de jours à quelques années
Augmentation de luminosité ~ 1 jour
Durée : quelques jours

« Nova Naine » « Dwarf nova »

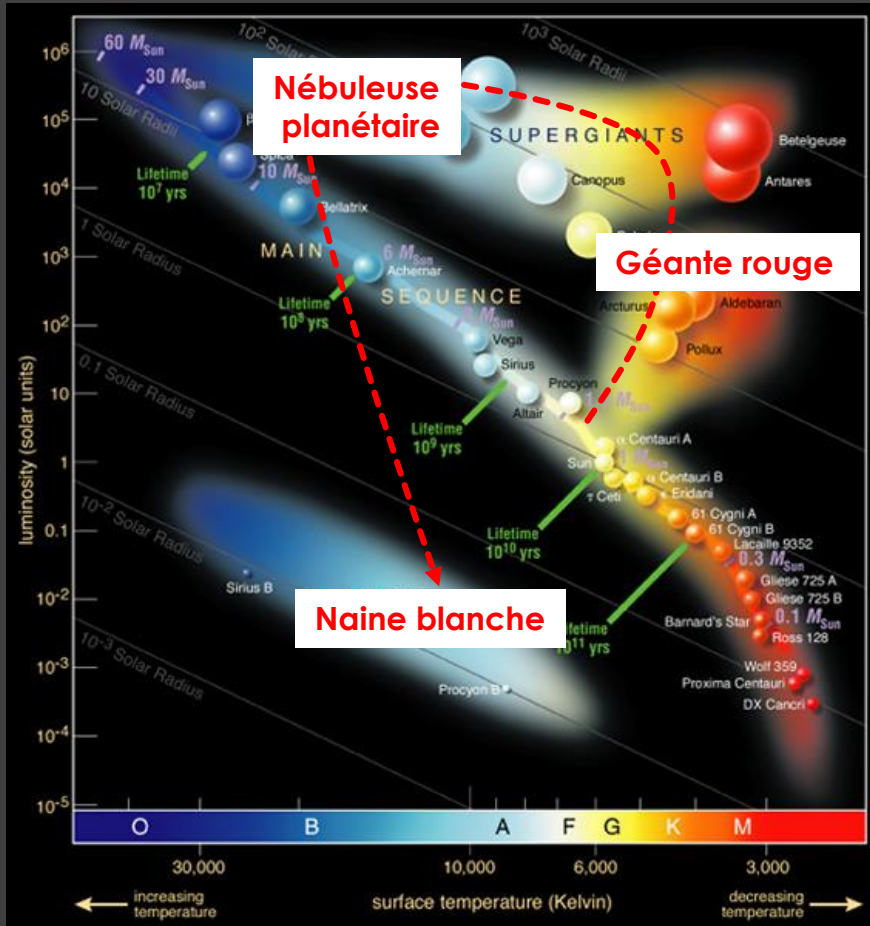


SS Cygni - Courbe de luminosité V - 2 ans - AAVSO

Naine blanche

Stade ultime de l'évolution des étoiles de masse $< 10 M_{\odot}$

Absence de réactions thermonucléaires
Matière condensée
En refroidissement ($100\,000\text{ K} \rightarrow$)



Plusieurs types en fonction de la masse initiale de l'étoile

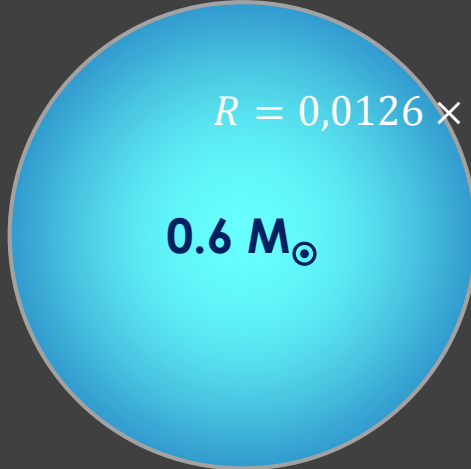
Type	Principaux constituants	Masse initiale	Masse finale
C O	Carbone Oxygène	$< 9 M_{\odot}$	$< 1.1 M_{\odot}$
O Ne	Oxygène Néon	$9 M_{\odot} < M < 11 M_{\odot}$	
He	Hélium		

Valeurs approximatives
Voir Doherty & al., 2010

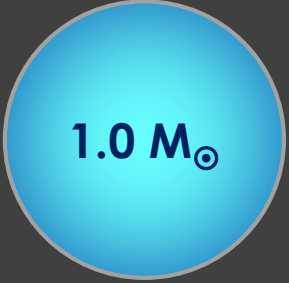
Masse moyenne = $0,6 M_{\odot}$
Si $M > 1,4 M_{\odot}$: effondrement de type supernova la (limite de Chandrasekar)

Naines blanches

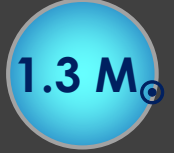
$R = 0,0126 \times \left(\frac{2}{M_e}\right) \times M^{-\frac{1}{3}} \times \left[1 - \left(\frac{M}{M_{Ch}}\right)^{\frac{4}{3}}\right]^{-\frac{1}{2}}$



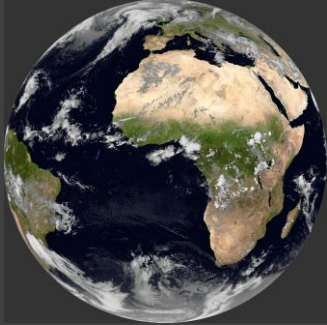
0.6 M_☉

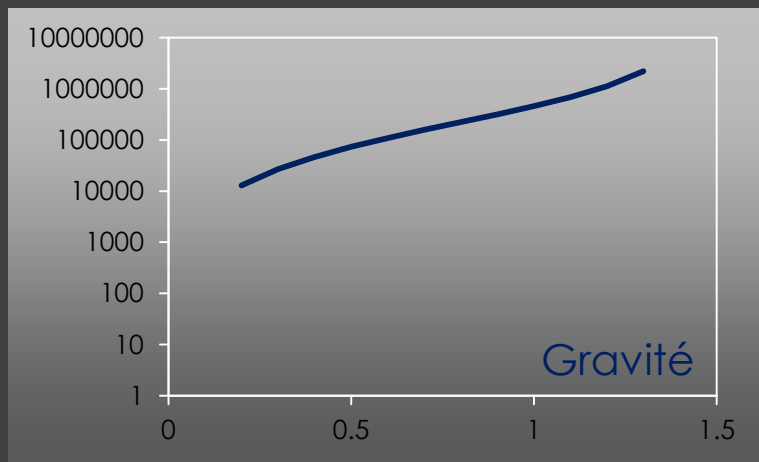
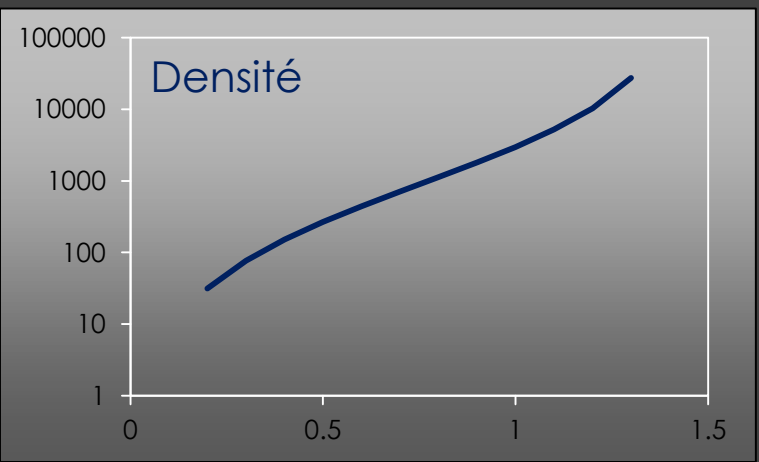
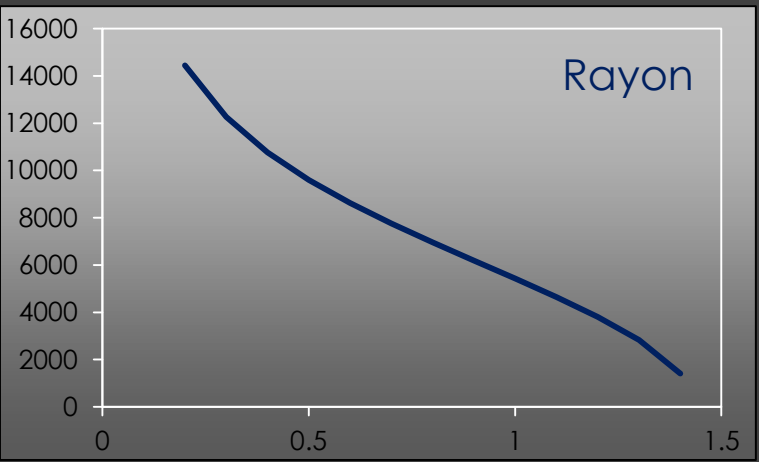


1.0 M_☉



1.3 M_☉





Quelques grandeurs caractéristiques en fonction de la masse de la naine blanche exprimée en masses solaires

Matière « normale »

Loi des gaz parfaits

$$P.V = n.R.T$$

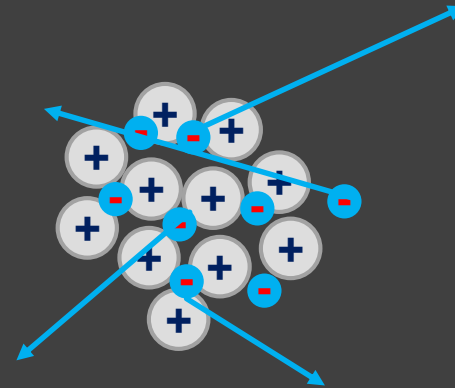
$$P \equiv \rho . T$$

En l'absence de confinement :

Augmentation de température

⇒ Augmentation de volume

Matière « dégénérée »



$$P \equiv \rho^\gamma$$

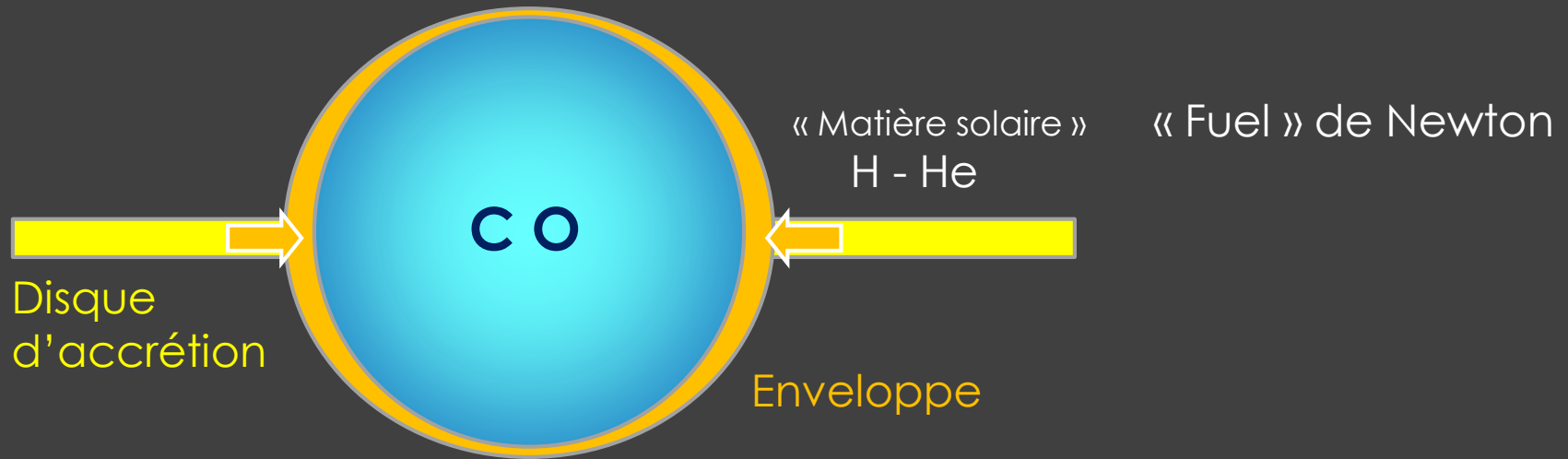
Augmentation de température

⇒ **Pas d' Augmentation de volume**

Energie thermique des électrons < Energie de Fermi

$$3/2 k T < E_f$$

Accrétion
Transfert de matière
Constitution d'une enveloppe H, He
autour de la naine blanche



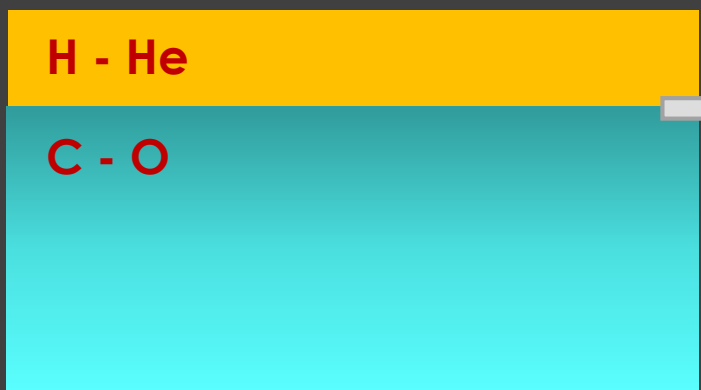
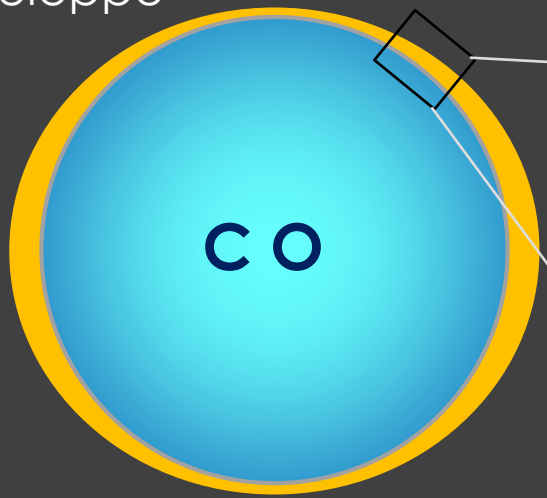
Débit : ?

Accumulation de matière
(+++ 100 années)



Apport d'énergie
Gravitationnelle et cinétique
+ compression

Enveloppe



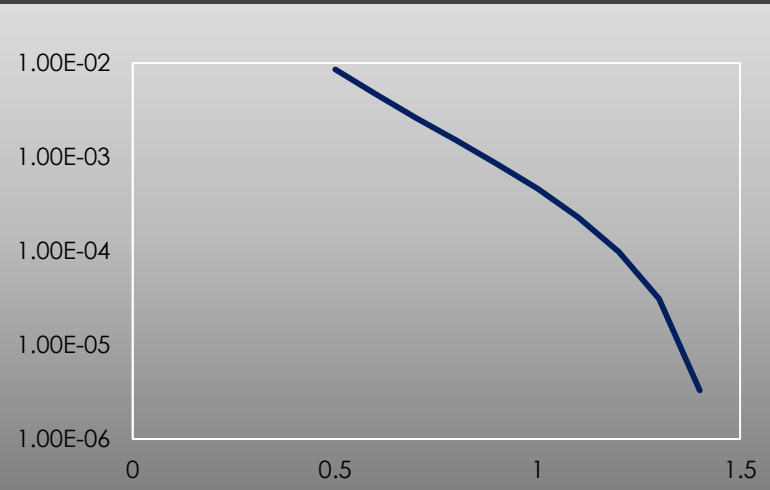
$$P = \frac{G \cdot M_{wd} \cdot M_{env}}{4 \cdot \pi \cdot R_{wd}^4}$$

$$P = M_{wd} \cdot M_{env}$$

P augmente jusqu'à $P_{crit} \sim 10^{19}$ à 10^{20} dyn.cm

- P_{crit} dépend également :
- Composition naine blanche
 - Taux d'accrétion
 - Luminosité de la naine blanche

Masse de l'enveloppe correspondant à $P_{crit} = 10^{20}$ dyn.cm⁻²
En fonction de la masse de la naine blanche
(en masses solaires)



Starrfield, 1989

$$M_{\text{env}} = 10^{-4} M_{\odot}$$

$$M_{\text{wd}} = 1 M_{\odot}$$

Accumulation de matière $M' = 10^{-8}$ à $10^{-9} M_{\odot}/\text{an}$
 (+++ 1000 années)



$T \sim 1.2 \cdot 10^7 \text{ K}$ (12 000 000 K)

$P_{\text{crit}} = 3 \cdot 10^{18} \text{ dyn.cm}^{-2}$ (3.10-12 atm)

Production d'énergie

Chaîne pep

SANS AUGMENTATION DE VOLUME

(matière dégénérée)

Lente augmentation de la température

(+++ années)



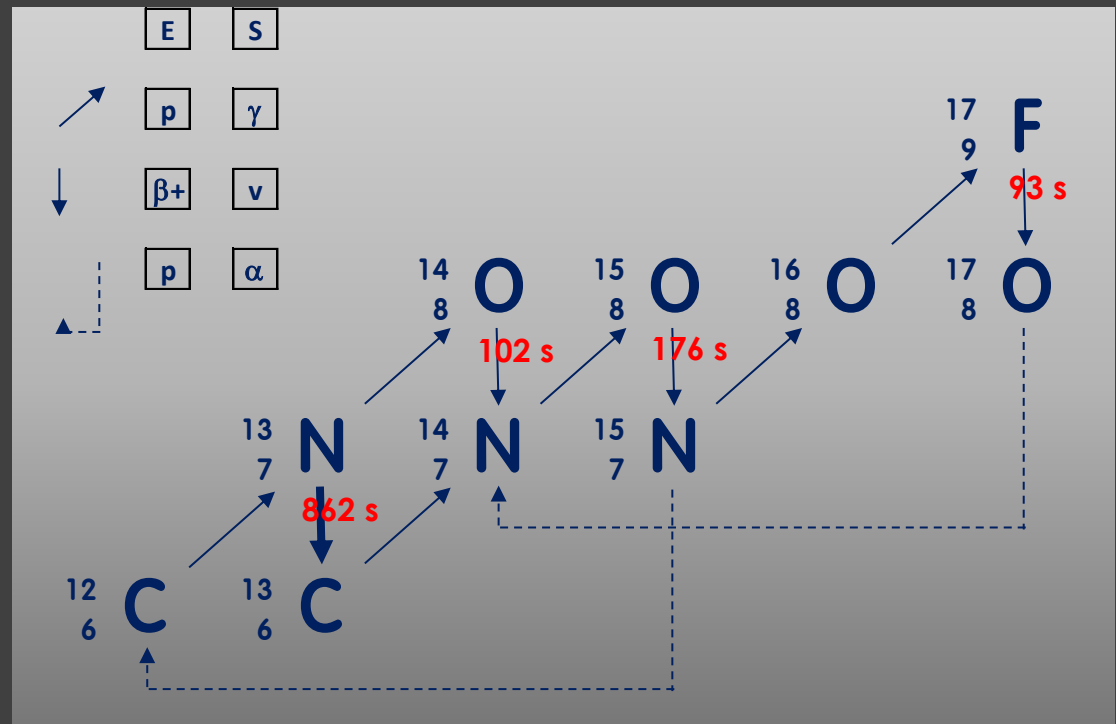
T = - 1 mois à -600 sec

Convection à la base de l'enveloppe

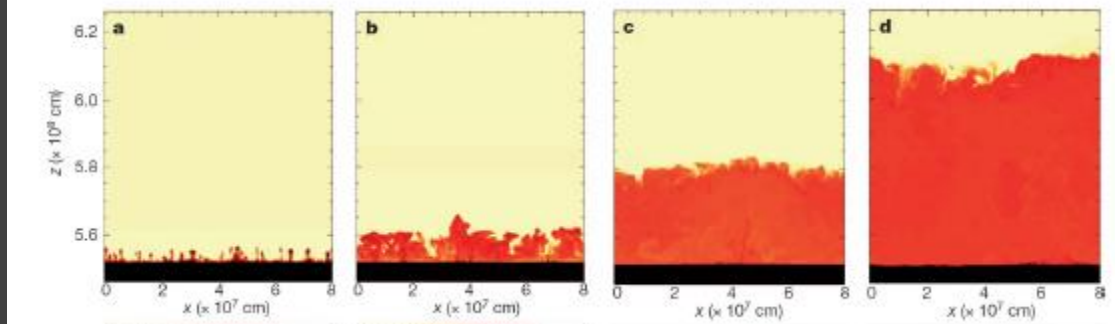


T ~ 2.5 10⁷ K (25 000 000 K)

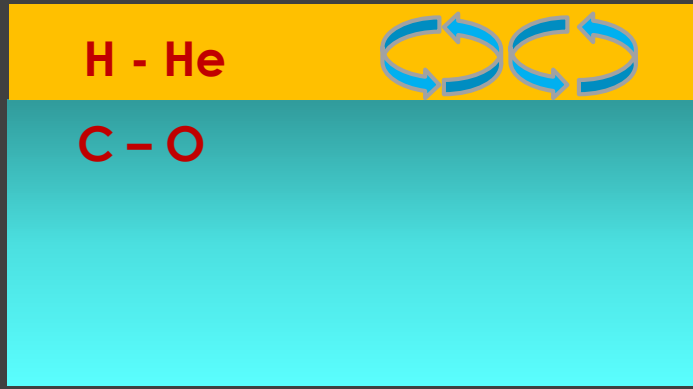
Cycle CNO devient prépondérant
CNO froid



T = 0 sec

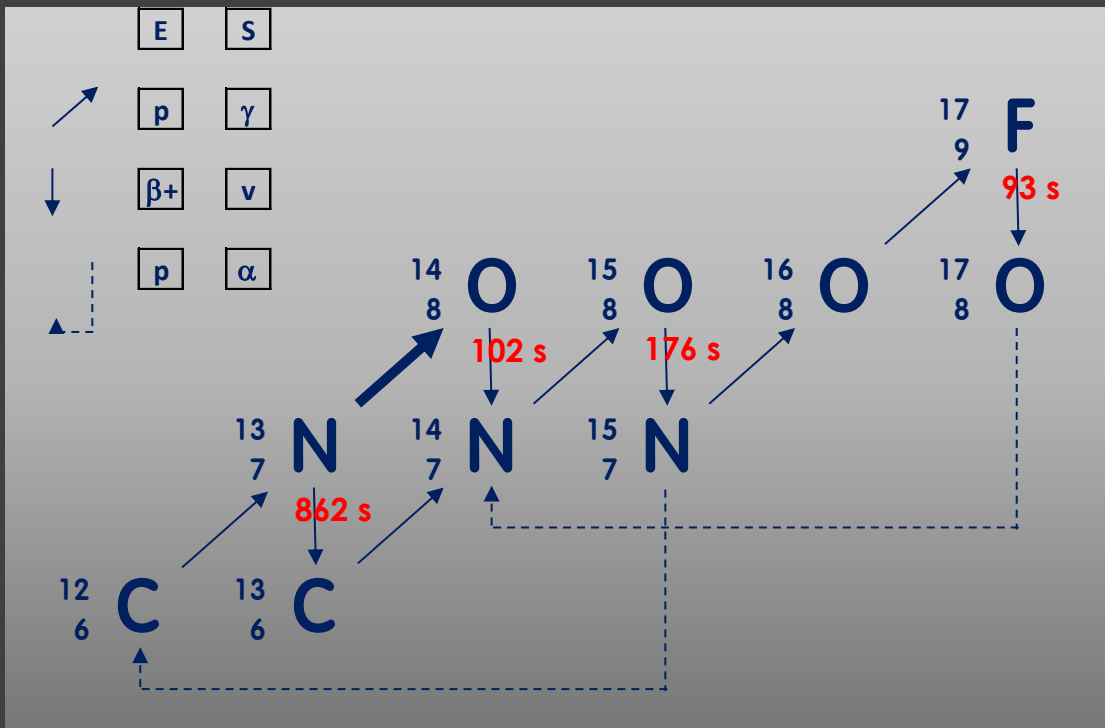


Convection jusqu'à la surface



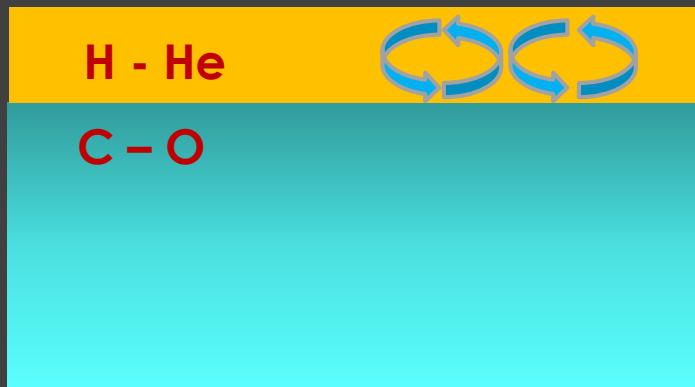
T ~ 6 10^7 K (60 000 000 K)

Cycle CNO devient prépondérant
CNO chaud



$T = 600 \text{ sec}$

$V \sim 10 \text{ km.s}^{-1}$



$T \sim 8 \cdot 10^7 \text{ K (80 000 000 K)}$

$T > \text{Température de Fermi } (T_F)$

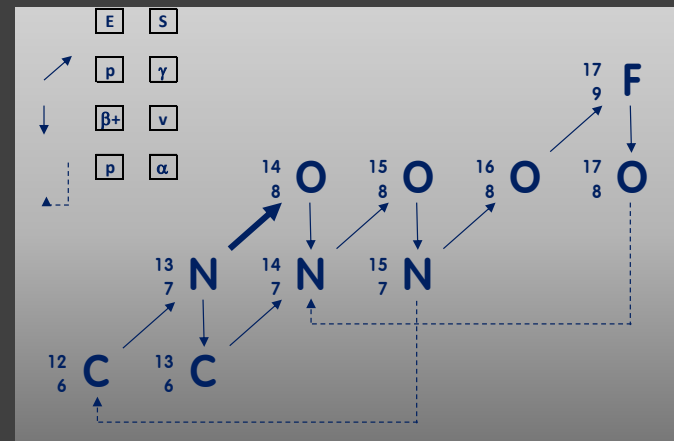
Matière non dégérée

Expansion de l'enveloppe

3D simulation
Casanova & al., 2011

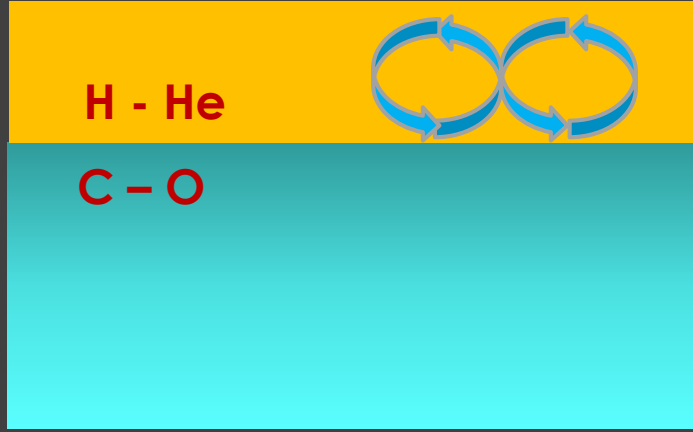
Poursuite production d'énergie
 $\beta+$

$$T_F = 3 \cdot 10^7 \times \left(\frac{\rho^3}{\mu e} \right)^{2/3}$$



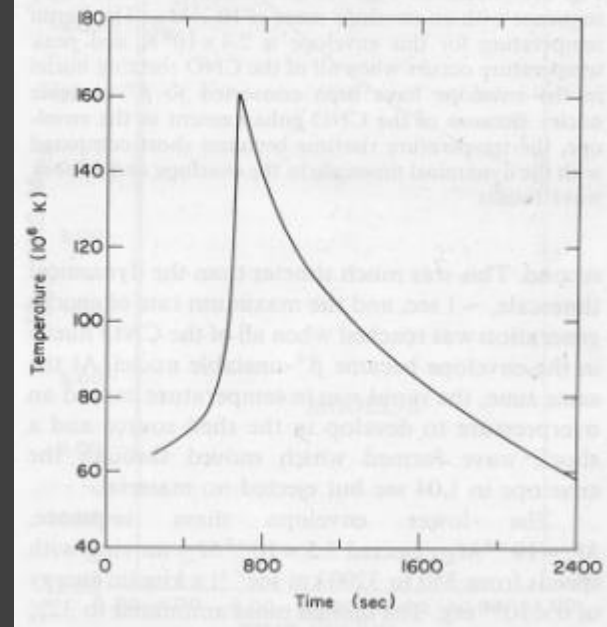
T = 700 sec

V ~ 10 km.s⁻¹



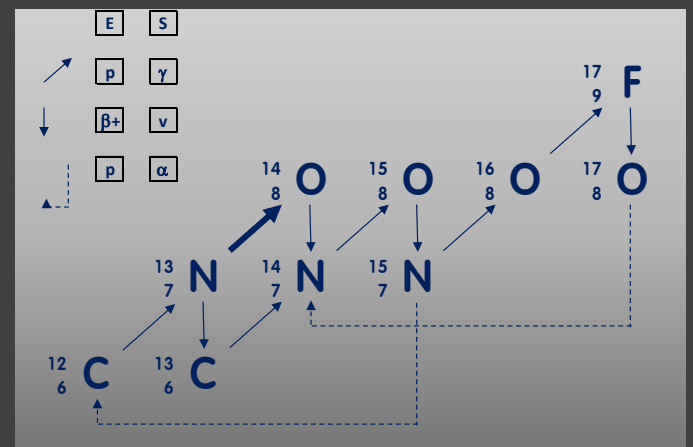
T ~ 1.4 10⁸ K (140 000 000 K)

Maximum température

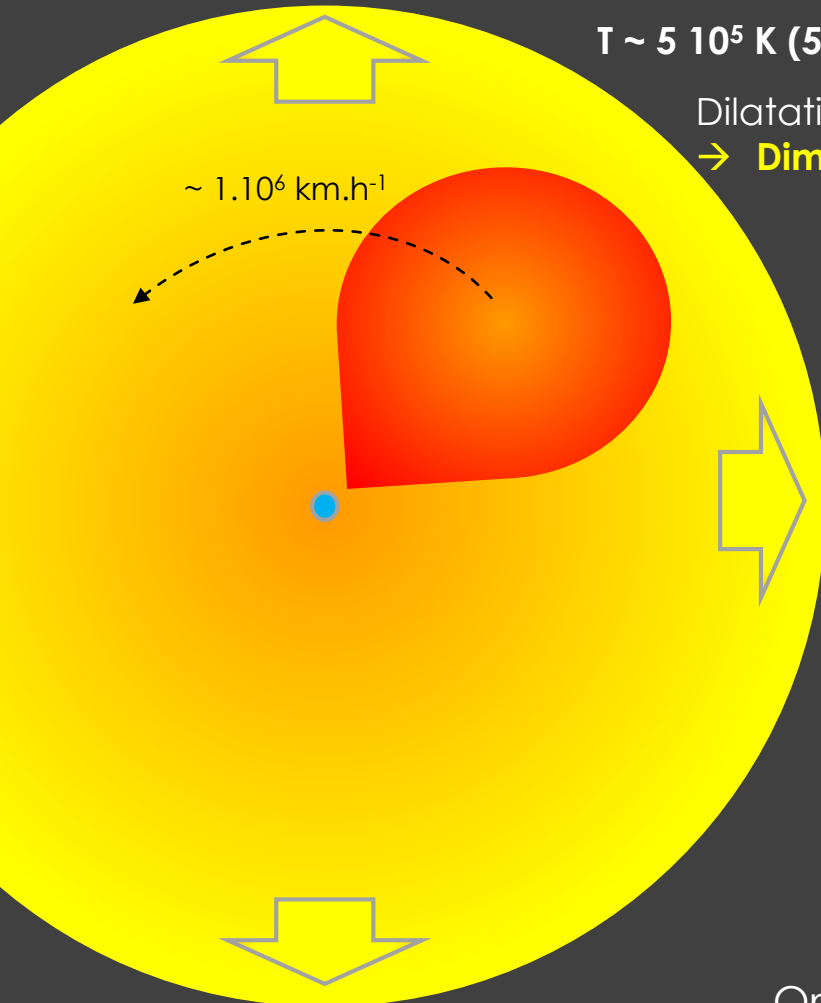


Poursuite production d'énergie
Malgré l'expansion de l'enveloppe

$E = 1 \cdot 10^{15} \text{ erg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (25000 kcal.g⁻¹.s⁻¹)



T =



$T \sim 5 \cdot 10^5 \text{ K (500 000 K)}$

Dilatation de l'enveloppe
→ **Diminution de la température**

$\sim 1.10^6 \text{ km.h}^{-1}$

Luminosité $L \sim 10^5 L_{\odot}$

**Luminosité proche ou supérieure à
Luminosité d'Eddington L_{Edd}
→ Augmentation vitesse d'expansion**

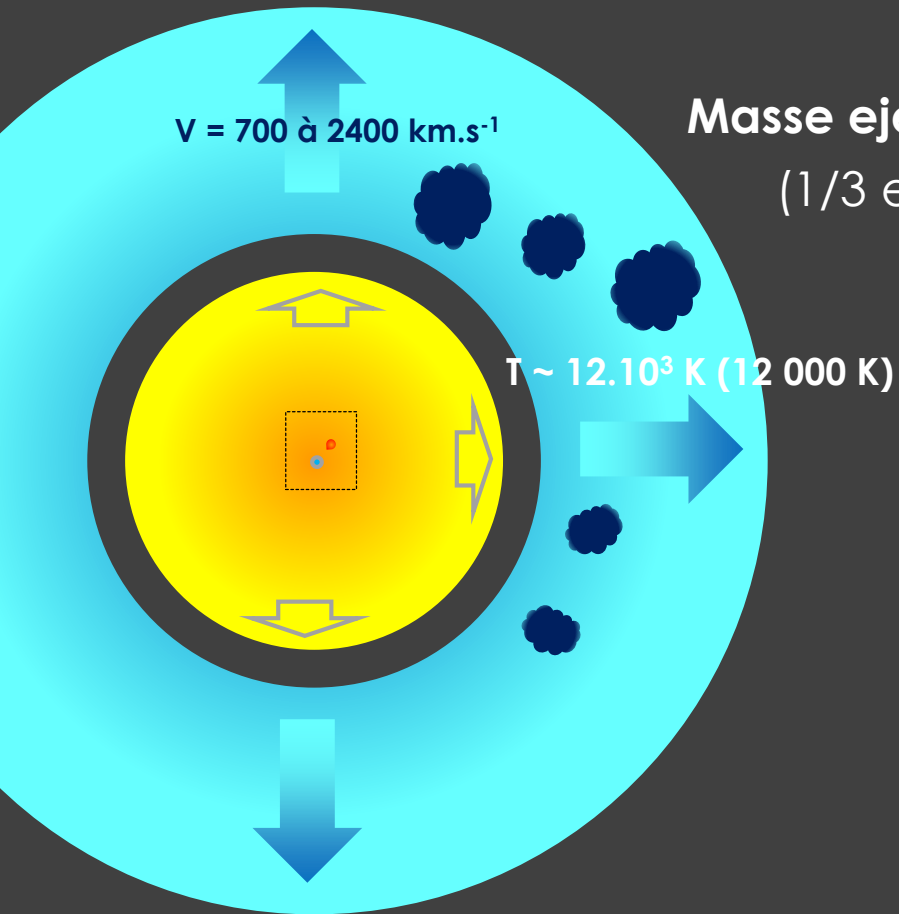
Valeur approximative

$$L_{\text{Edd}} = 3.3 \times 10^4 \left(\frac{M}{M_{\odot}} \right) L_{\odot}$$

Orbite de l'étoile secondaire dans l'enveloppe
→ vitesse, forme éjecta

Echelle ~1 million de km

T ~ 1 jour

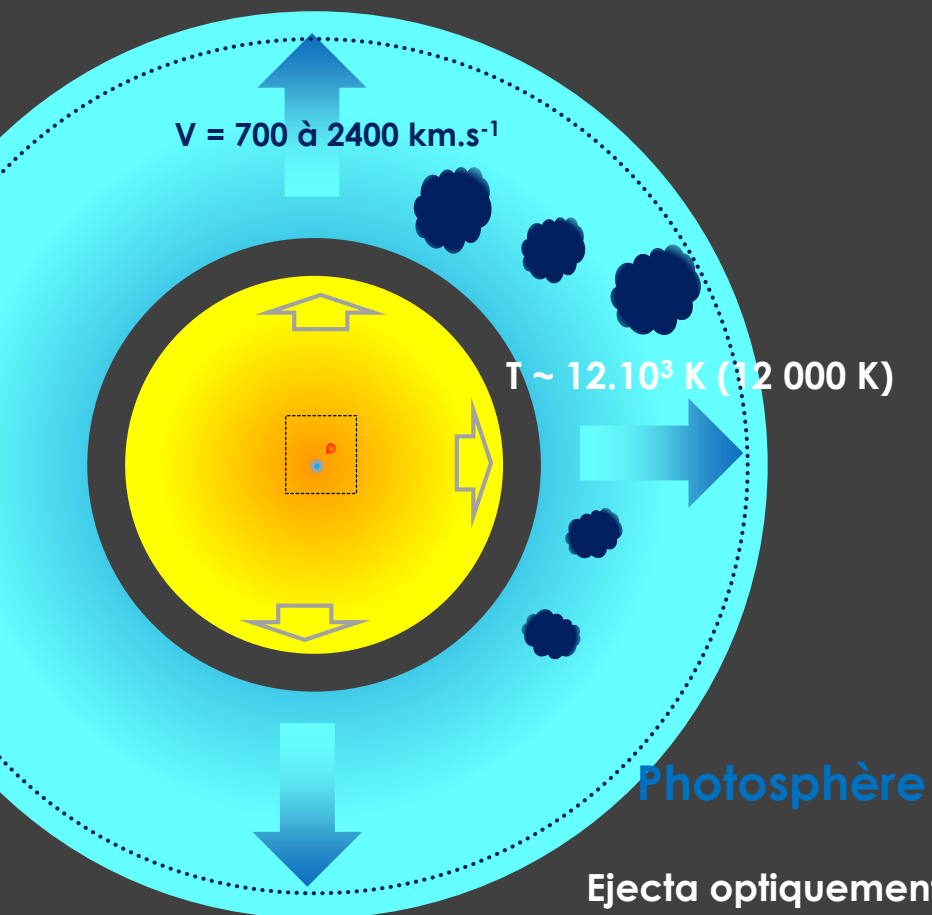


Masse ejecta = $3,5 \cdot 10^{-5} M_{\odot}$
(1/3 enveloppe initiale)

Hétérogénéité
Lobes bipolaires
Anneaux

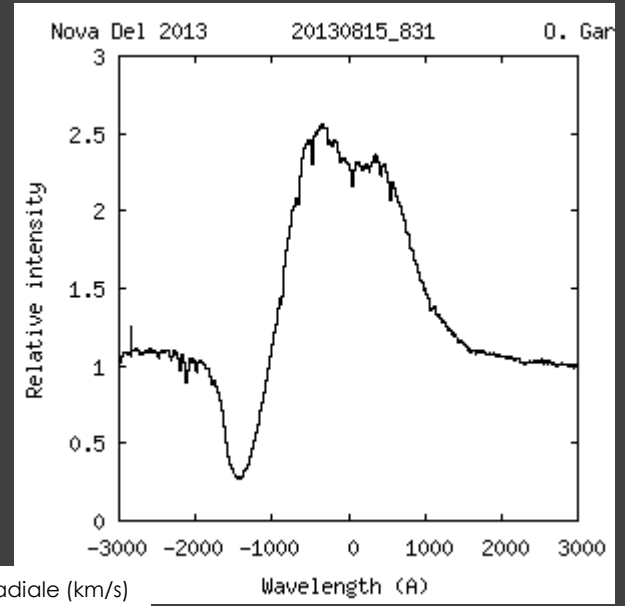
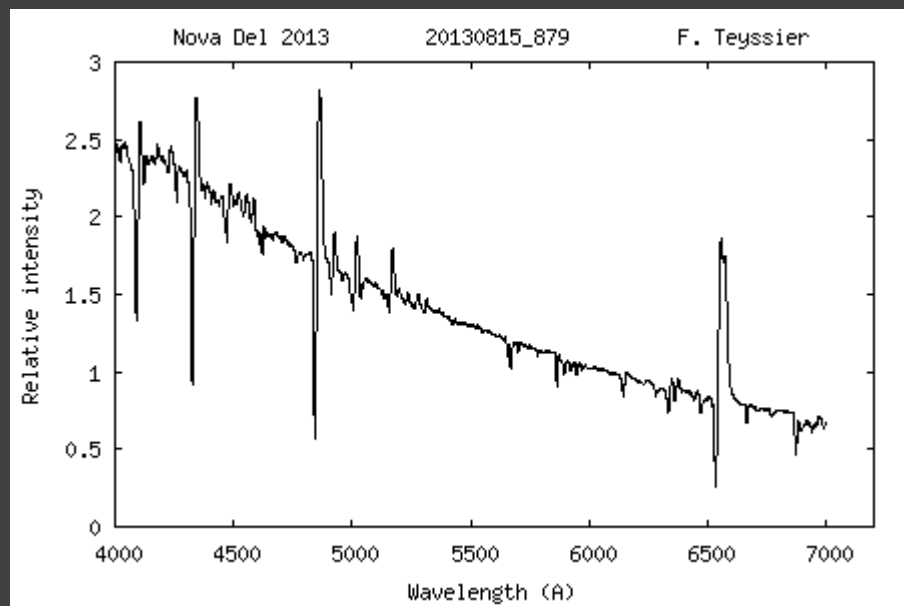
Echelle ~ 50 millions de km

T ~ 1 jour

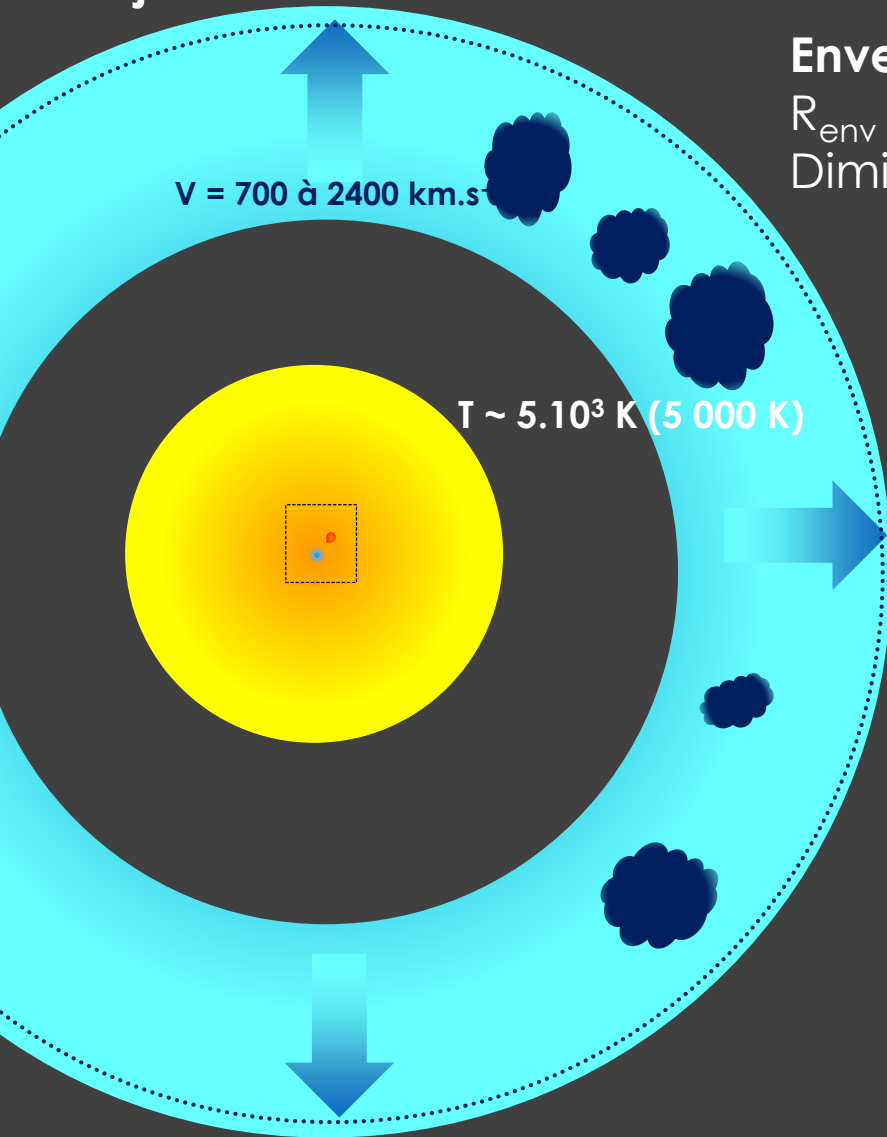


Ejecta optiquement épais
 Nombreuses raies métalliques en absorption
 Fe II émission + P Cygni
 Raies Balmer Profond profil P Cygni

—●—●—
 Echelle ~ 50 millions de km



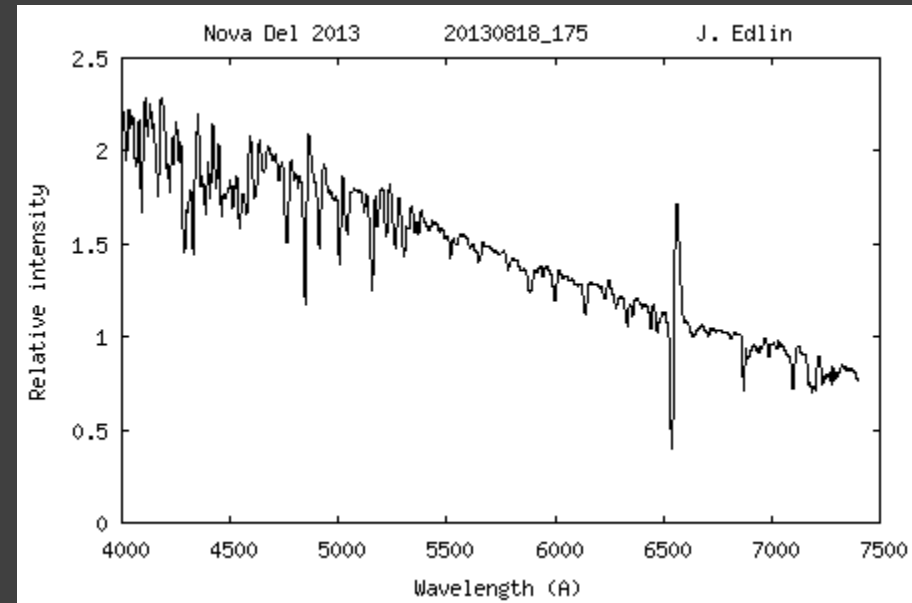
T ~ 5 jours



Enveloppe à son maximum de dilatation

$R_{\text{env}} \sim 300 R_{\odot} (200 \cdot 10^6 \text{ km})$

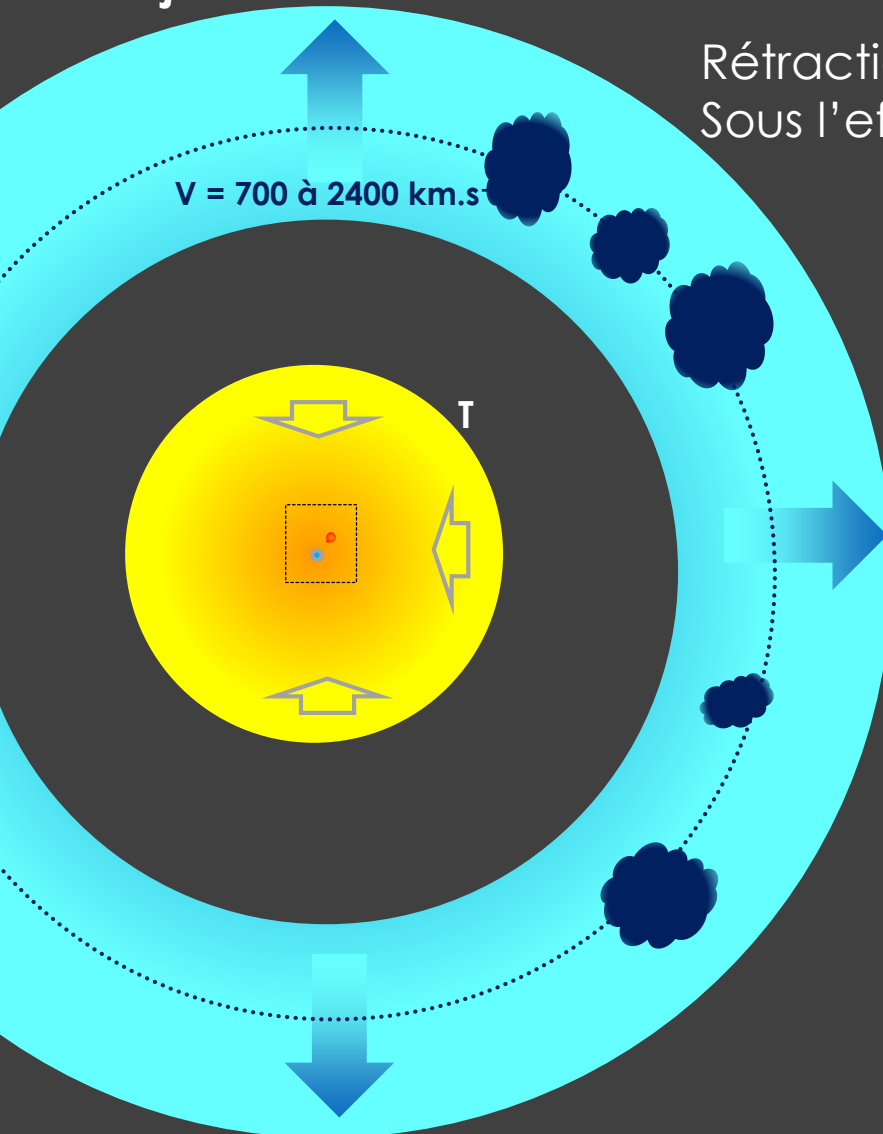
Diminution température



Echelle ~ 100 millions de km

Vitesse radiale (km/s)

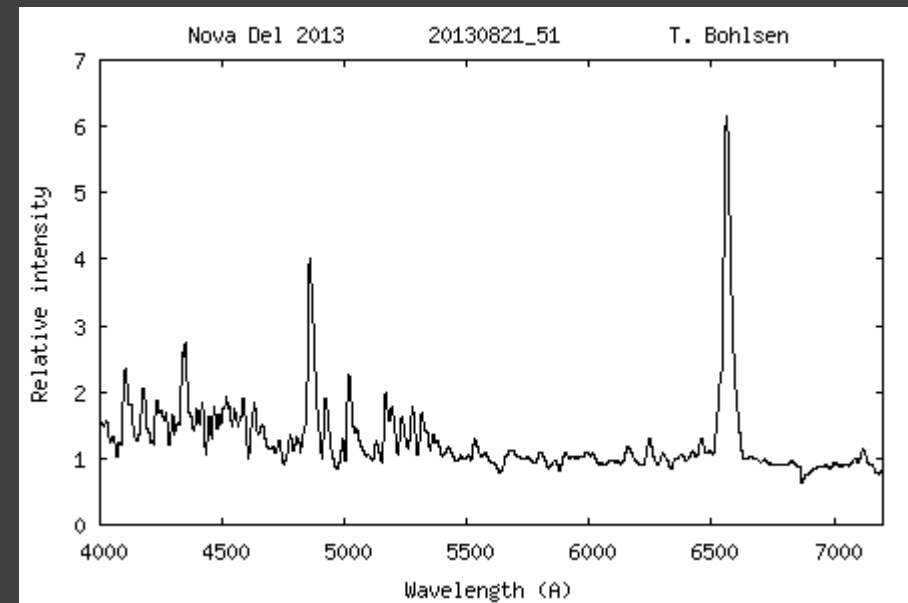
T ~ 10 jours



Rétraction de l'enveloppe
Sous l'effet de la gravité

Dans l'éjecta
Recombinaison
 $H^+ + e^- \rightarrow H^0$

Forte augmentation des raies émission

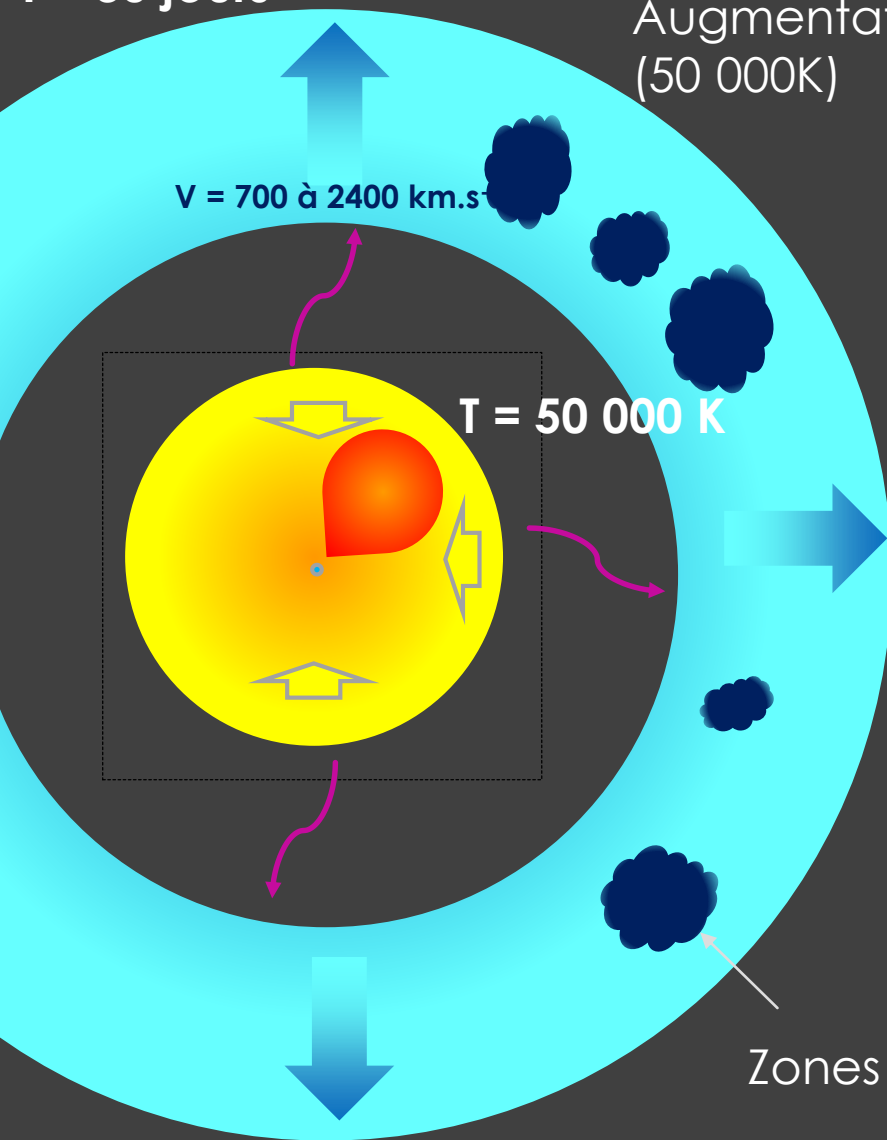


Echelle ~ 100 millions de km

$T \sim 30$ jours

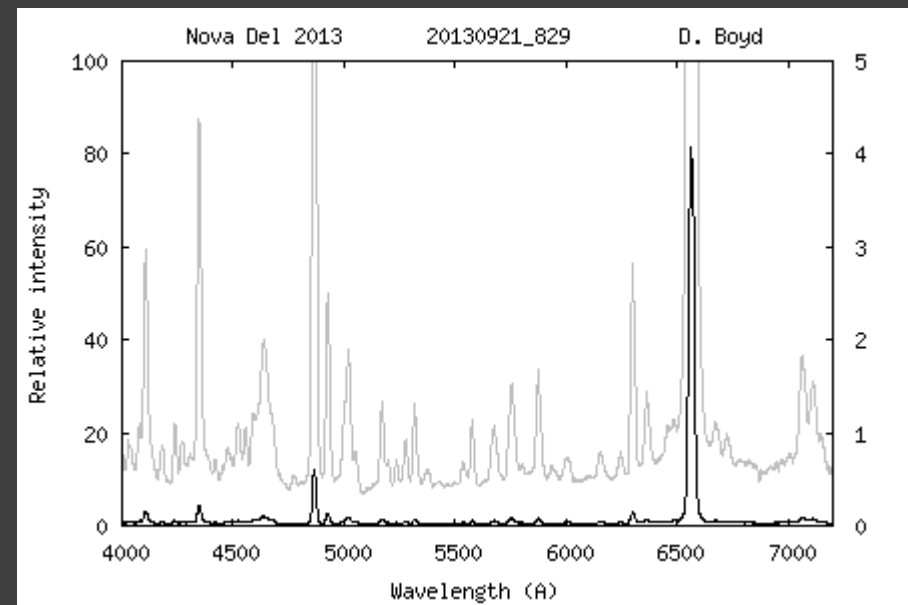
Enveloppe se rétracte

Augmentation température
(50 000K)



Déplacement maximum intensité vers UV

Le continuum visible s'effondre
Ionisation des espèces présentes dans l'éjecta



Diminution de la densité de l'éjecta

Formation des « raies interdites »

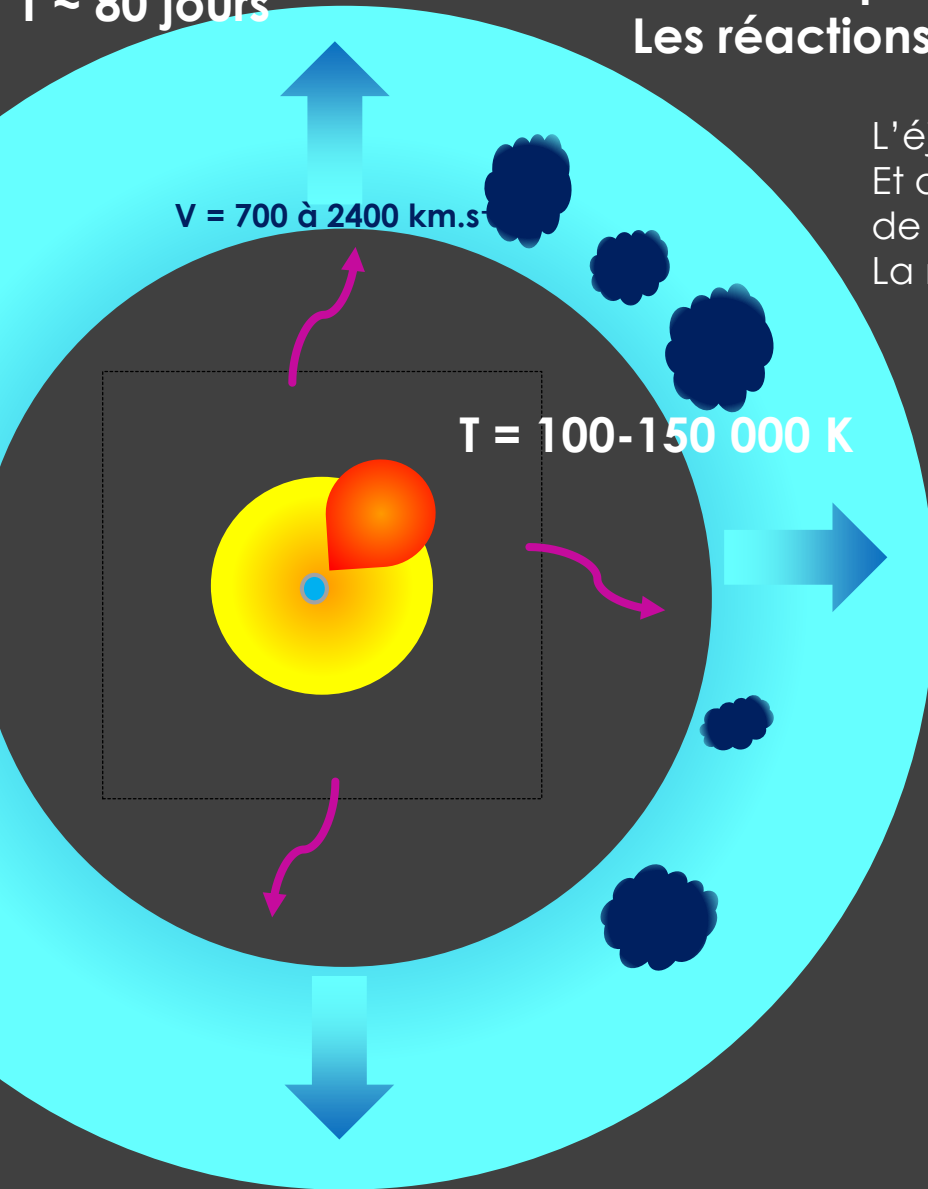
(excitées par collision)

Zones de forte densité

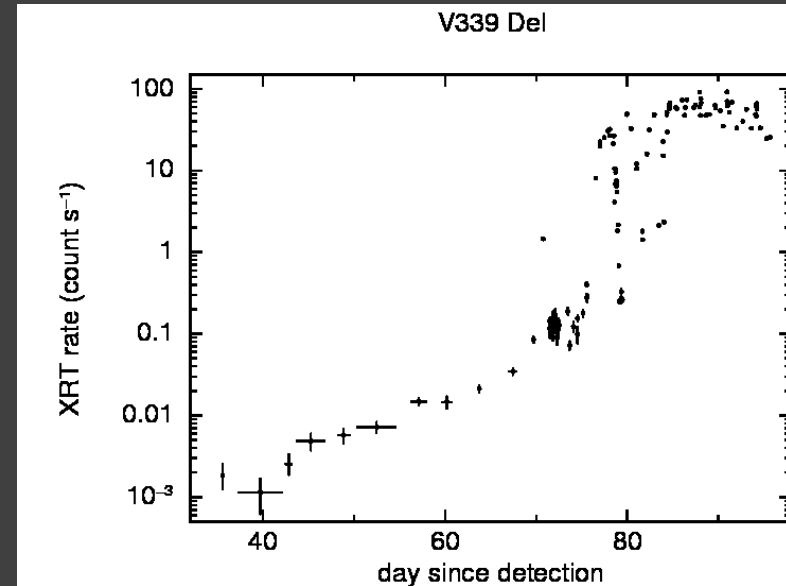
Ejecta optiquement mince

T ~ 80 jours

Nouvel équilibre pour l'enveloppe Les réactions thermonucléaires se poursuivent

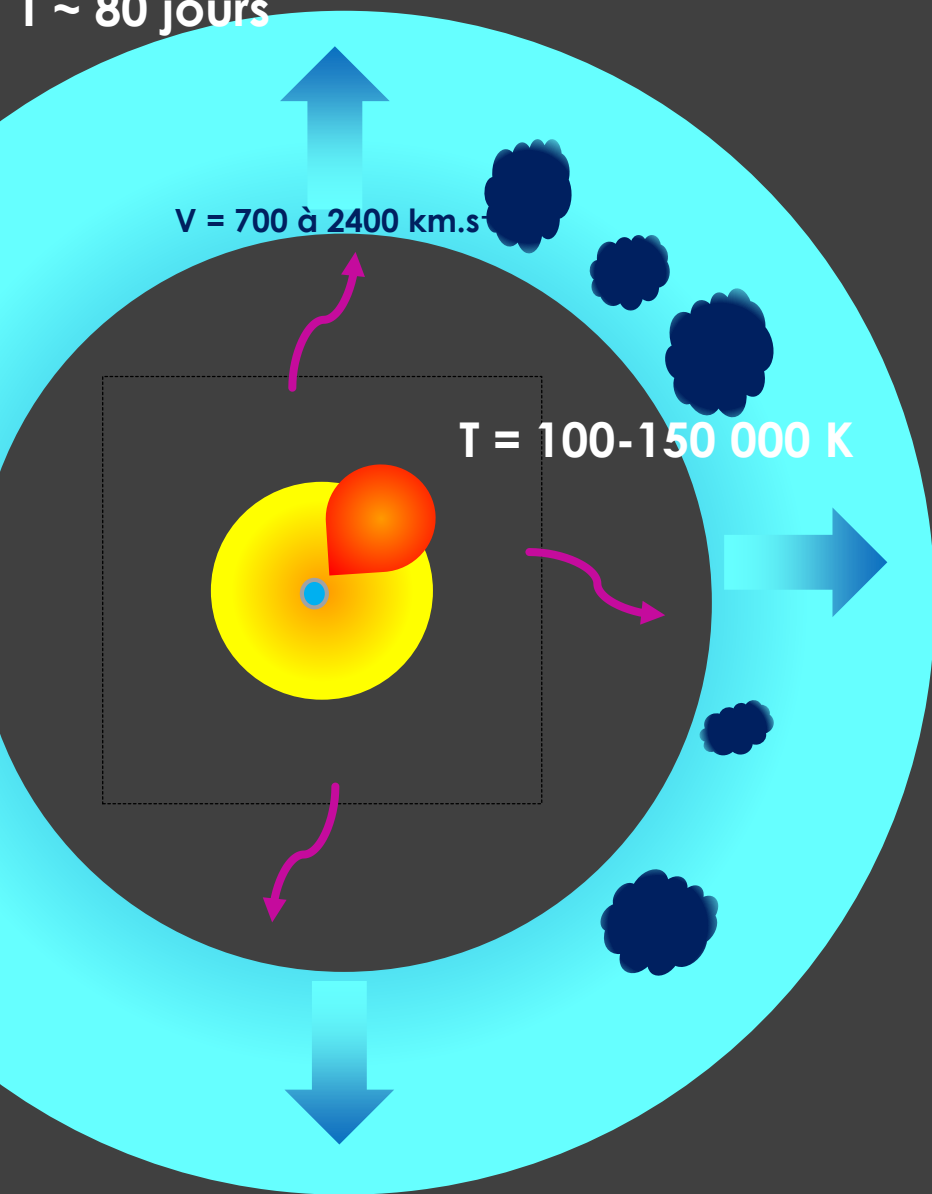


L'éjecta continue à se diluer
Et devient transparent au rayonnement
de forte énergie (100eV à 1keV)
La nova devient une Super Soft Source

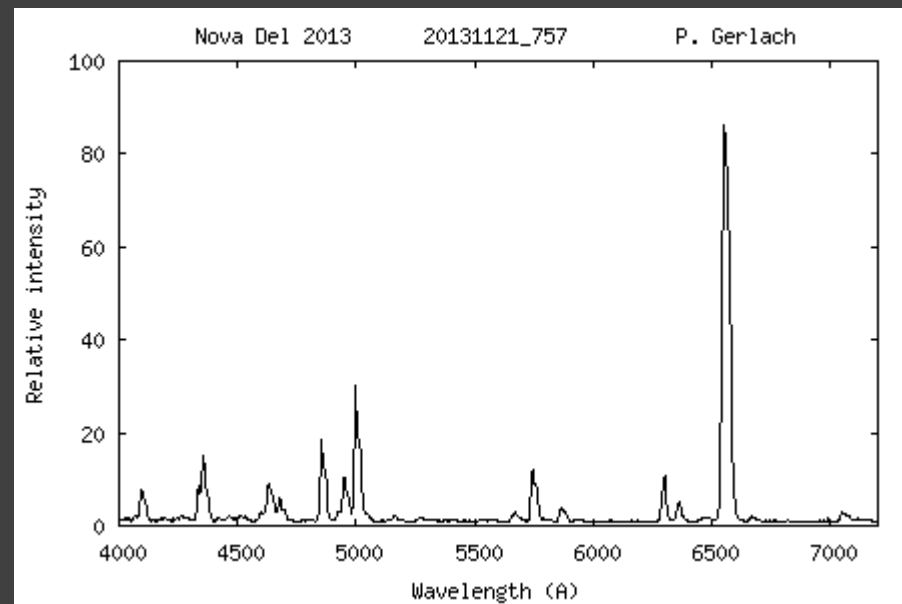


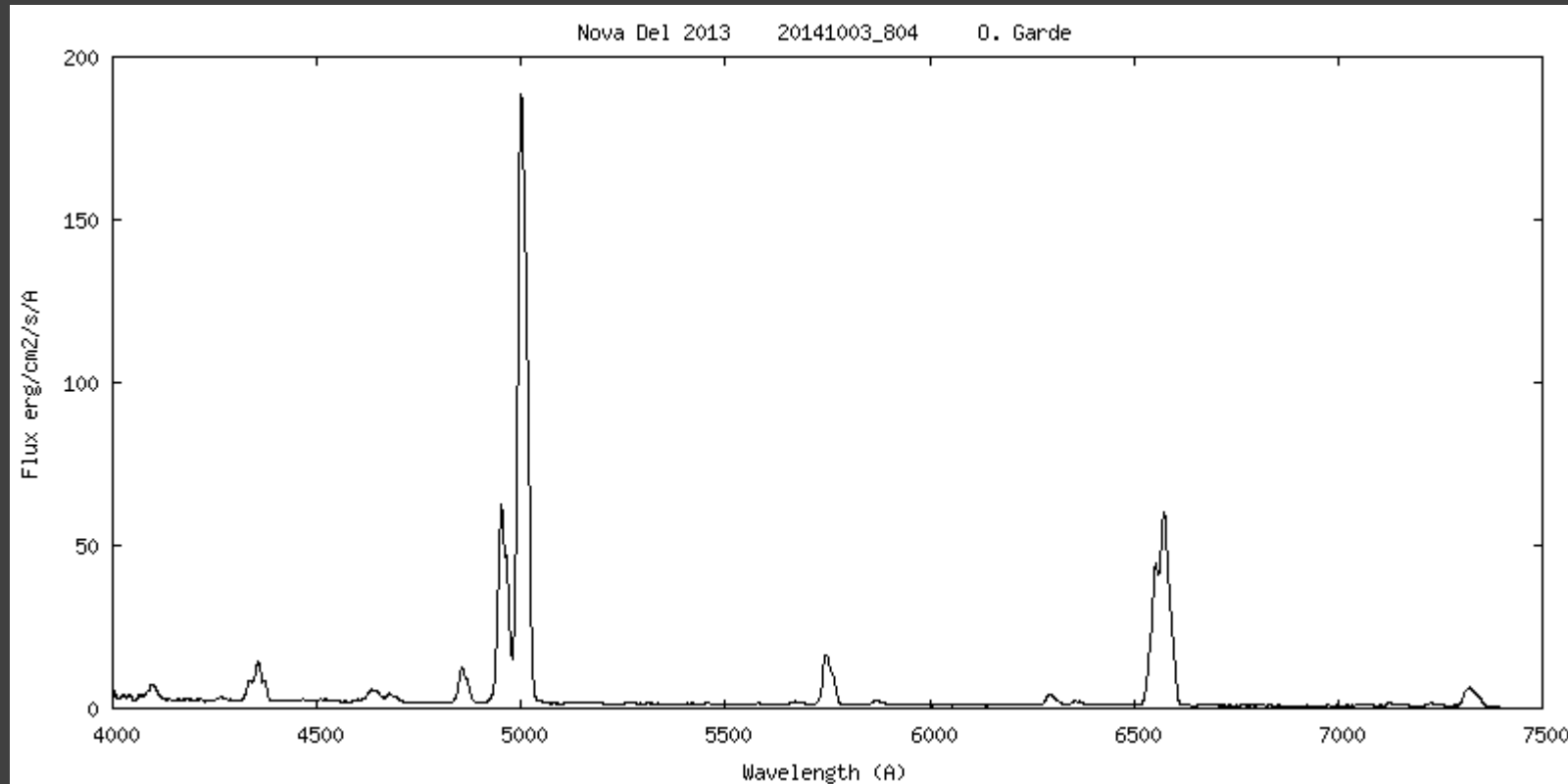
Swift

T ~ 80 jours

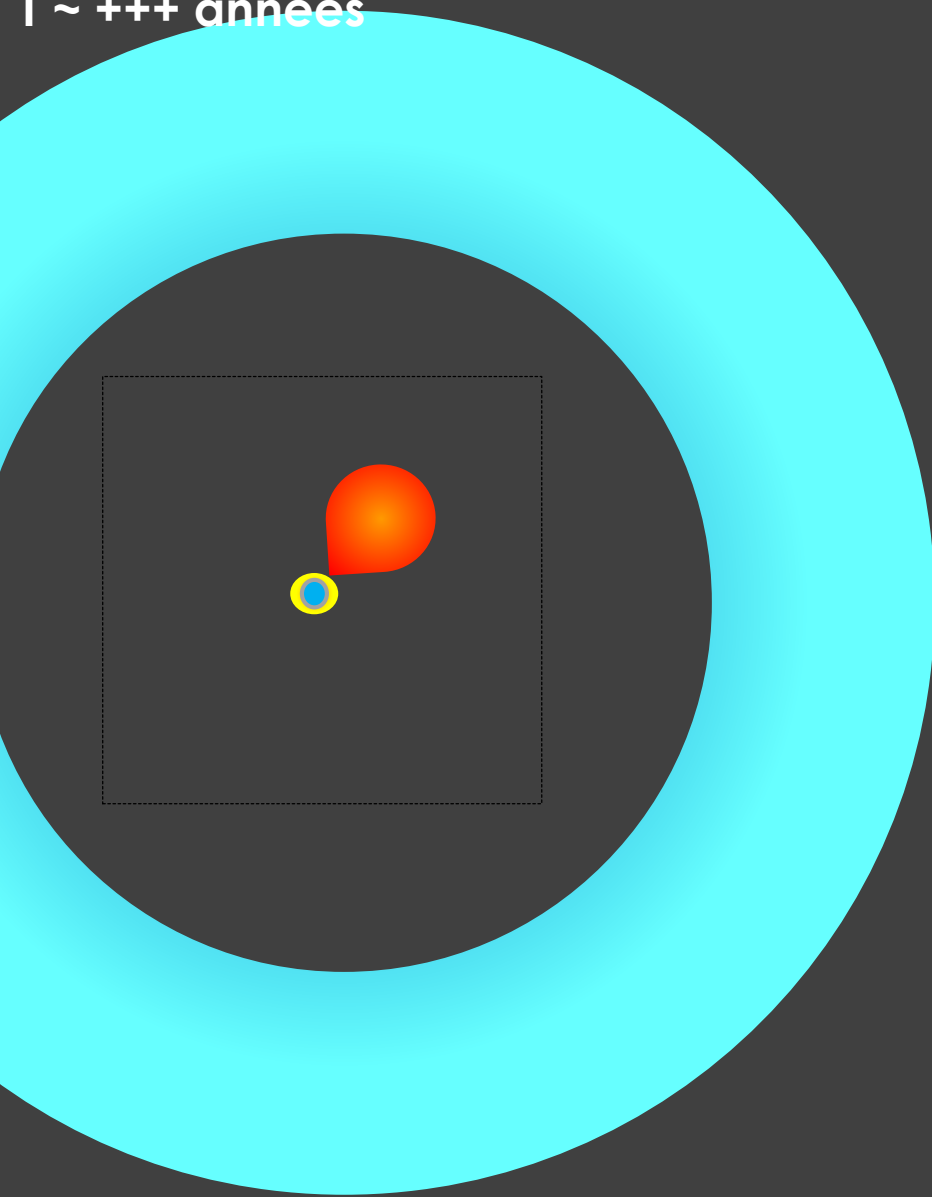


Ejecta optiquement mince
Forte ionisation
[OIII], He II



T ~400 joursAspect nébuleuse planétaire
Avec raies larges

T ~ +++ années



Poursuite des réactions thermonucléaires
Jusqu'au « turn-off »
Reformation du disque d'accrétion

Hibernation ?

Accrétion, outbursts thermiques du disque
Jusqu'au prochain événement nova

*William Thomson (Lord Kelvin), an influential British physicist, famously proclaimed that physics was over, except for **two small clouds on the horizon**. These "clouds" turned out to be the clues that led us to **quantum theory** and **relativity theory**.*

The trouble with physics, Lee Smolin

De nombreuses questions toujours en discussion

Accrétion

Ecart masse observée de l'ejecta et masse prédite

Forte « métallicité » de l'ejecta, mixing

Interaction de l'ejecta avec le compagnon et la matière ejectée

Plusieurs modèles d'ejecta en concurrence

Chandelles cosmique ?

Croissance en masse → Supernovae Ia ?

The sort of program I have in mind could not be accomplished by one person, or even one observatory. [...] It would require co-operation between two or more observatories, and would involve the use of six or more instruments
Aside from the direct comparison feature, has not been done before ? The answer is yes it has in an utterly hapzard and unco-ordinated fashion. Each observer has obtained a record of the nova that served his propose very well. But when any attempt was made to synthesize the material, what a hodgepdge ! There has been cooperation, but only after the nova had run its course.

What is required is pooling the effort and ressources during the observing period.

Image that we were sufficiently clairvoyant to know that a bright nova would appear once year hence. I am sure our approach would be very diffrent from what has carактерized previous observations of novae.

Dean B. Mac Laughlin, Problem in the spectra of novae, 1950, PASP



Pise, Juillet 2013

Observation coordonnée d'une nova classique
dans tous les domaines de longueur d'onde
Gamma, X, UV, Visible, IR, Radio
Une idée émise par Mc Laughlin (1950) ,
mise en œuvre par Steve Shore (2013)



Lyon , Novembre 2013

Observateurs ARAS et Steve Shore à l'occasion du WETAL 2013

Nova Del 2013 = V339 Del

Découverte par Koichi Itagaki (Teppo-cho, Yamagata, Japan),
à mag 6.8 (Unfiltred CCD), 2013 Aug. 14.584 UT



Coordonnées (2000)

R.A. 20 23 30.73

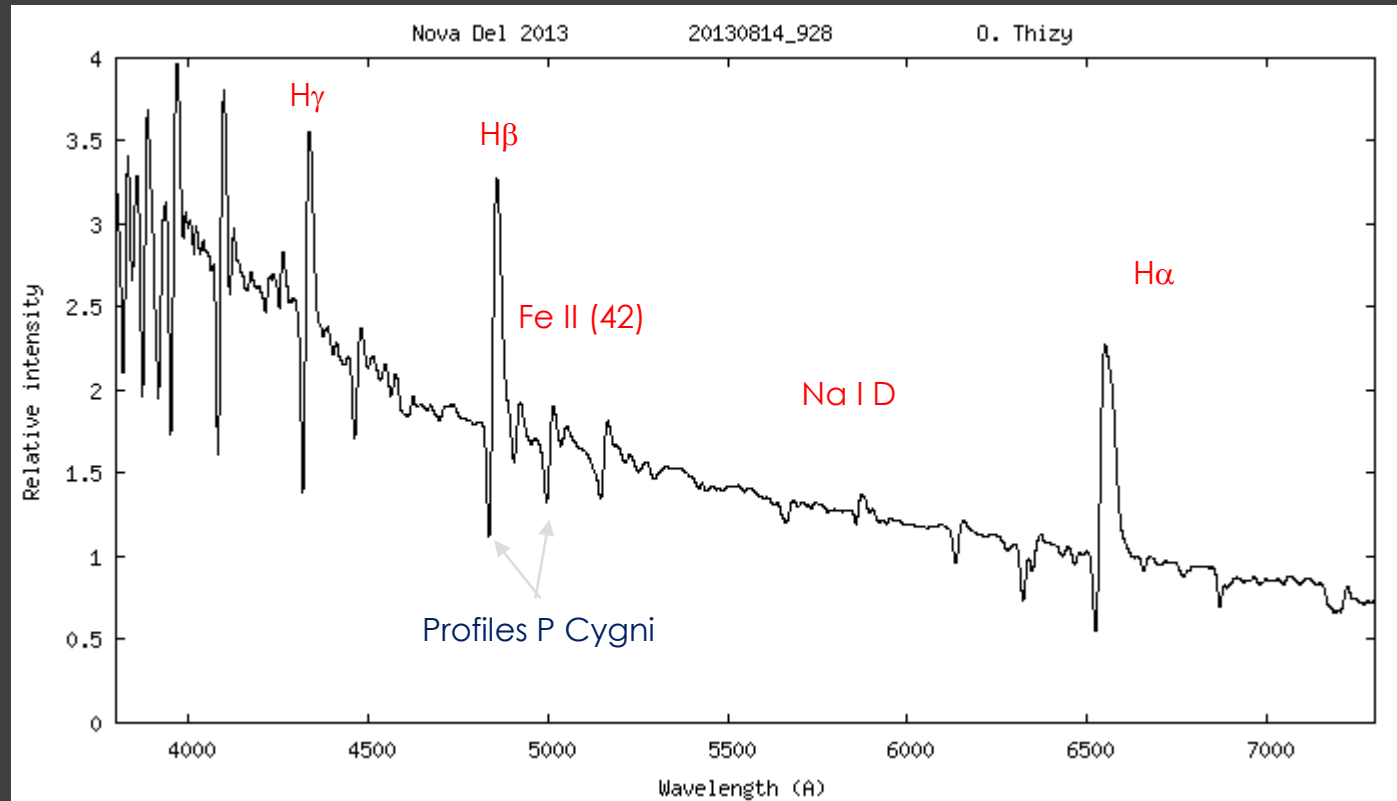
Decl. +20 46 04.1

Mag max = 4.4

August 16th, 03:13 UT

Credit: Efrain Morales/Jaicoa Observatory

Nova classique, CO, proche du maximum de luminosité



Un des premiers spectres de la base ARAS – O. Thizy – Alpy 600 R = 600

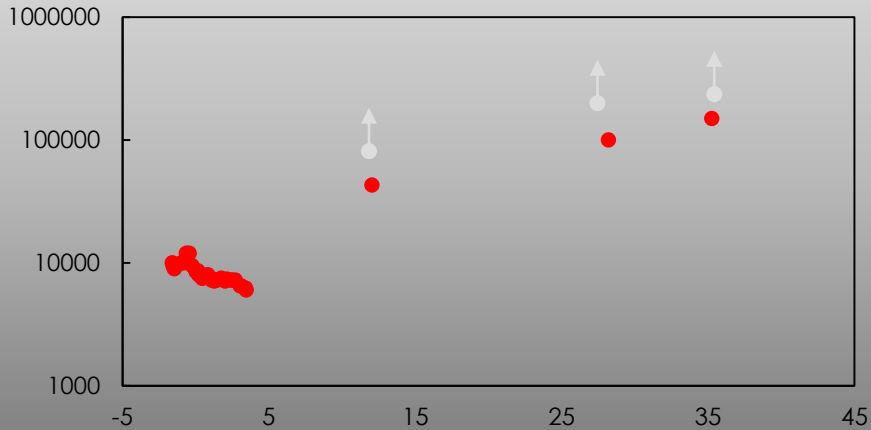
Nova Del 2013 V339 Del :
une densité et diversité d'information extraordinaire
pour une nova ordinaire

- Nova classique, CO
- Prototype (courbe de luminosité, développement spectral)
- 4^{ème} nova observée dans le domaine gamma
- Observations coordonnées (HST, NOT, ...)
- Première nova résolution dans les premiers jours de l'outburst
- Une base spectrale unique en optique
1140 spectres collectés en 1 an et 3 mois
par 40 observateurs ARAS

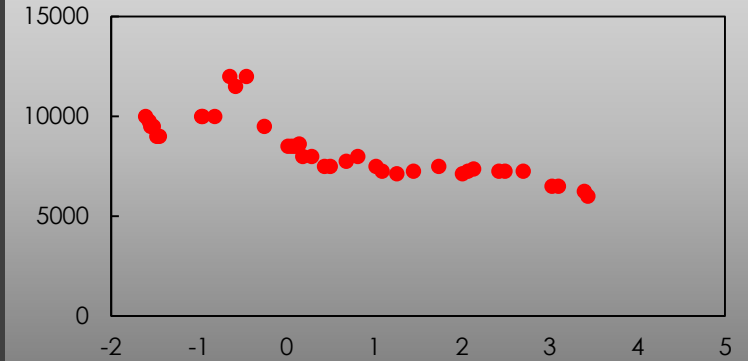
Early evolution of the extraordinary Nova Del 2013 (V339 Del) *

A. Skopal^{1**}, H. Drechsel², T. Tarasova³, T. Kato⁴, M. Fujii⁵, F. Teyssier⁶, O. Garde⁷, J. Guarro⁸, J. Edlin⁹, C. Buil¹⁰,
D. Antao¹¹, J.-N. Terry¹², T. Lemoult¹³, S. Charbonnel¹⁴, T. Bohlens¹⁵, A. Favaro¹⁶, and K. Graham¹⁷

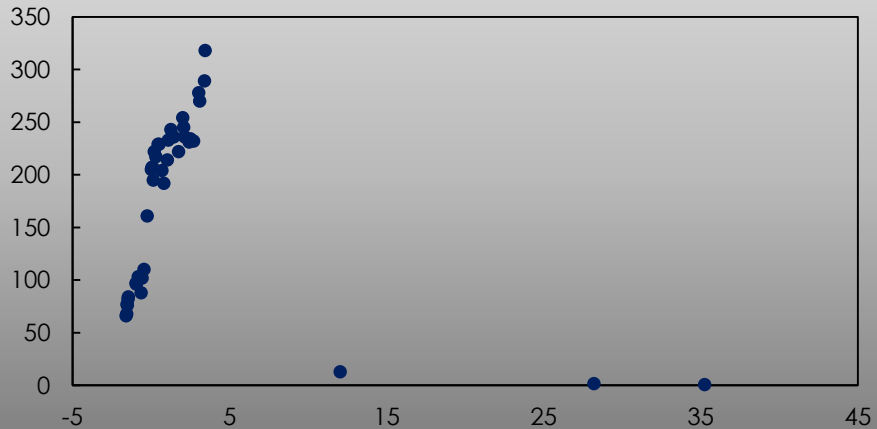
Température [K]



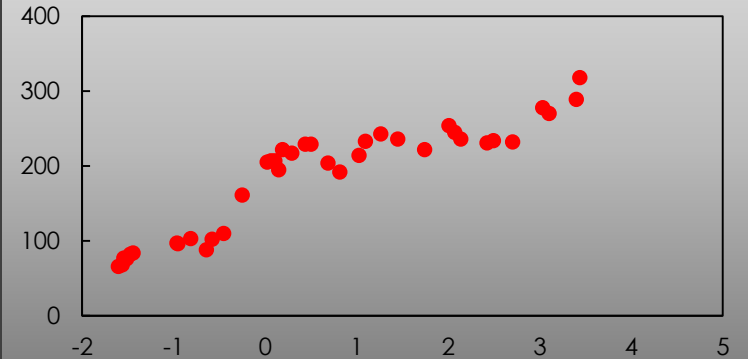
Température [K]

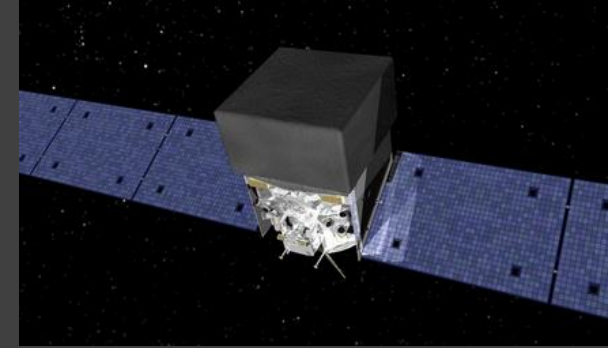


Rayon WD [R_{\odot}]



Rayon WD [R_{\odot}]

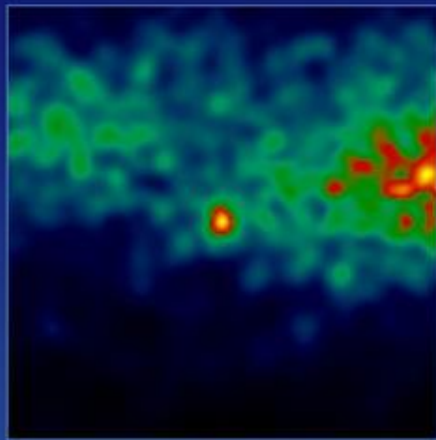




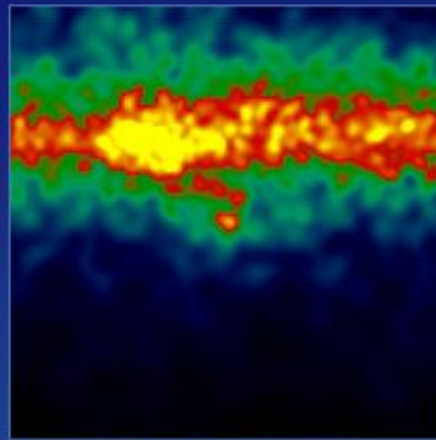
Nova Del 2013

Quatrième nova observée en Gamma, deuxième nova classique

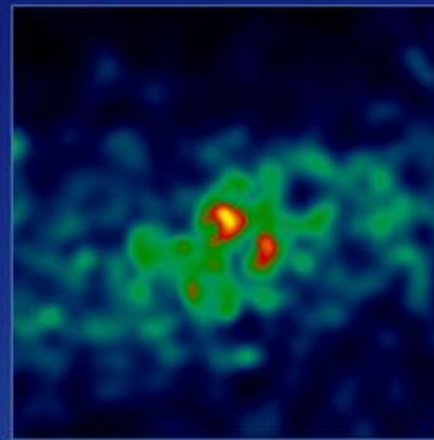
Fermi's Gamma-ray Novae



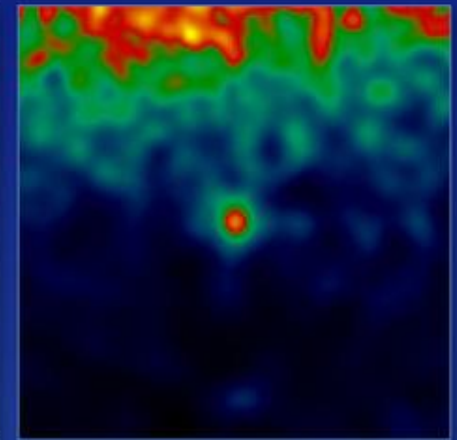
Nova Cygni 2010
(V407 Cyg)



Nova Scorpii 2012
(V1324 Sco)



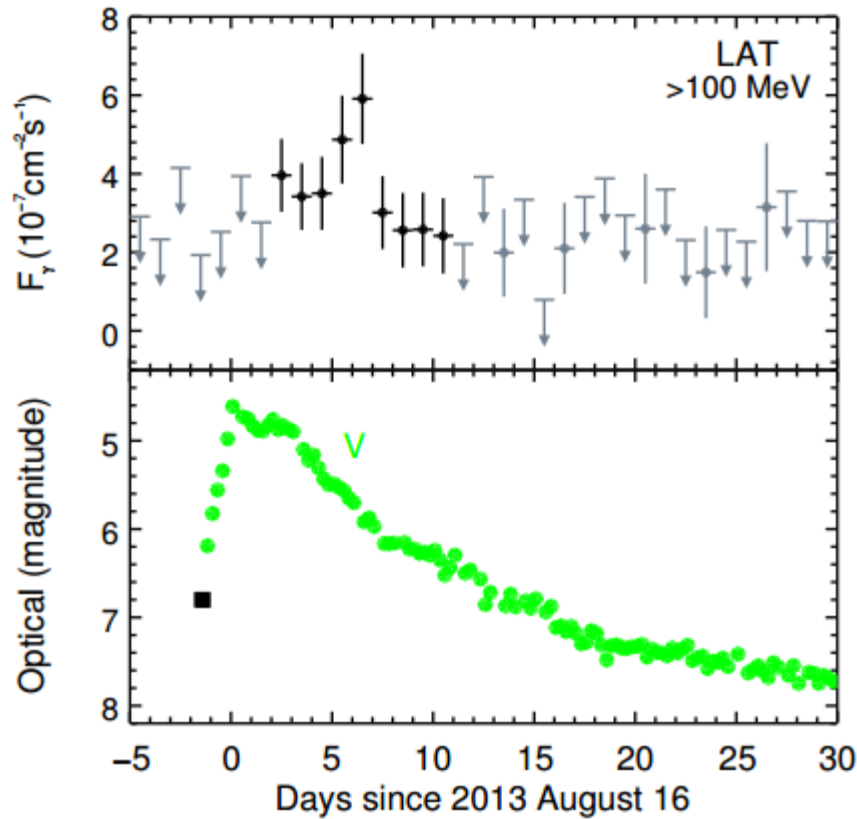
Nova Monocerotis 2012
(V959 Mon)



Nova Delphini 2013
(V339 Del)

5°





Fermi establishes classical novae as a distinct class of gamma-ray sources

Science, Volume 345, Issue 6196, pp. 554-558 (2014)

Emission gamma V339 Del

49. We acknowledge with thanks the variable star observations from the AAVSO International Database contributed by observers worldwide and used in this research, and the dedicated observers of the Astronomical Ring for Access to Spectroscopy (ARAS) group for their tireless and selfless efforts.

Effort inlassable et désintéressé

The expanding fireball of Nova Delphini 2013
 G.H. Shaefer & al.
 26 octobre 2014

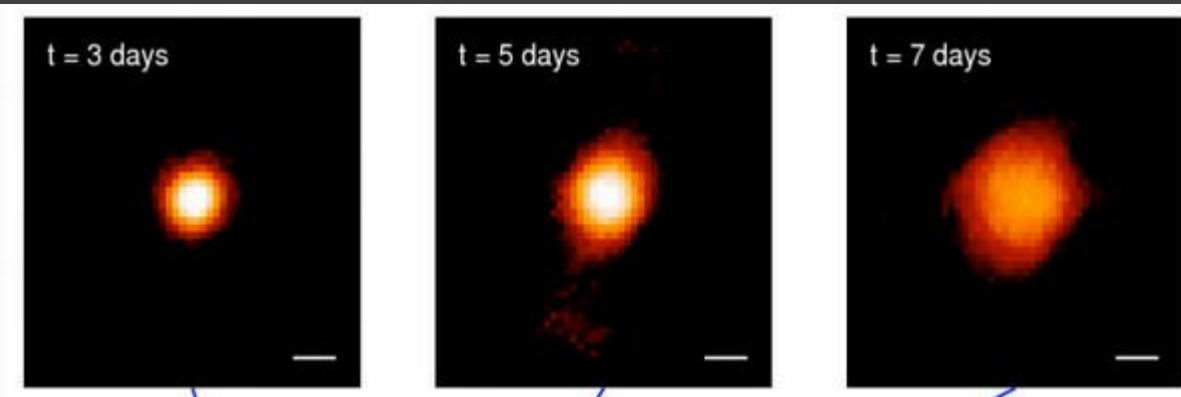
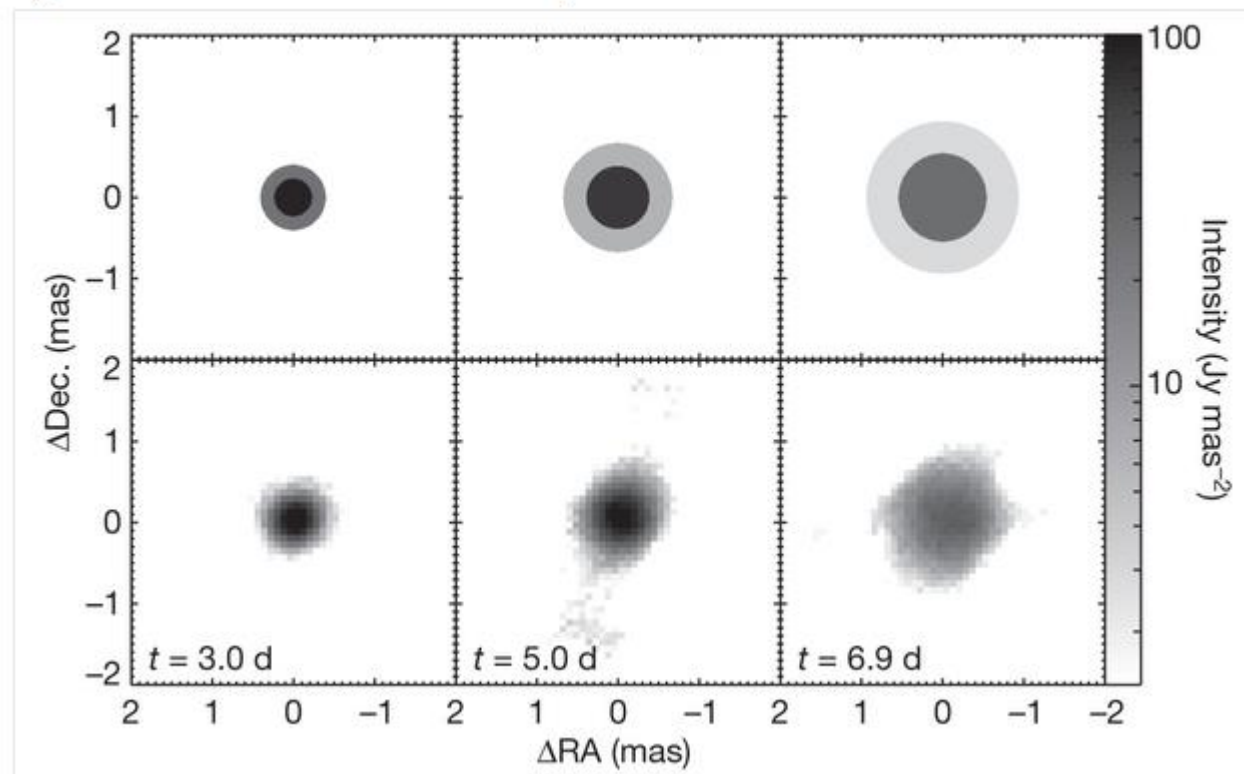


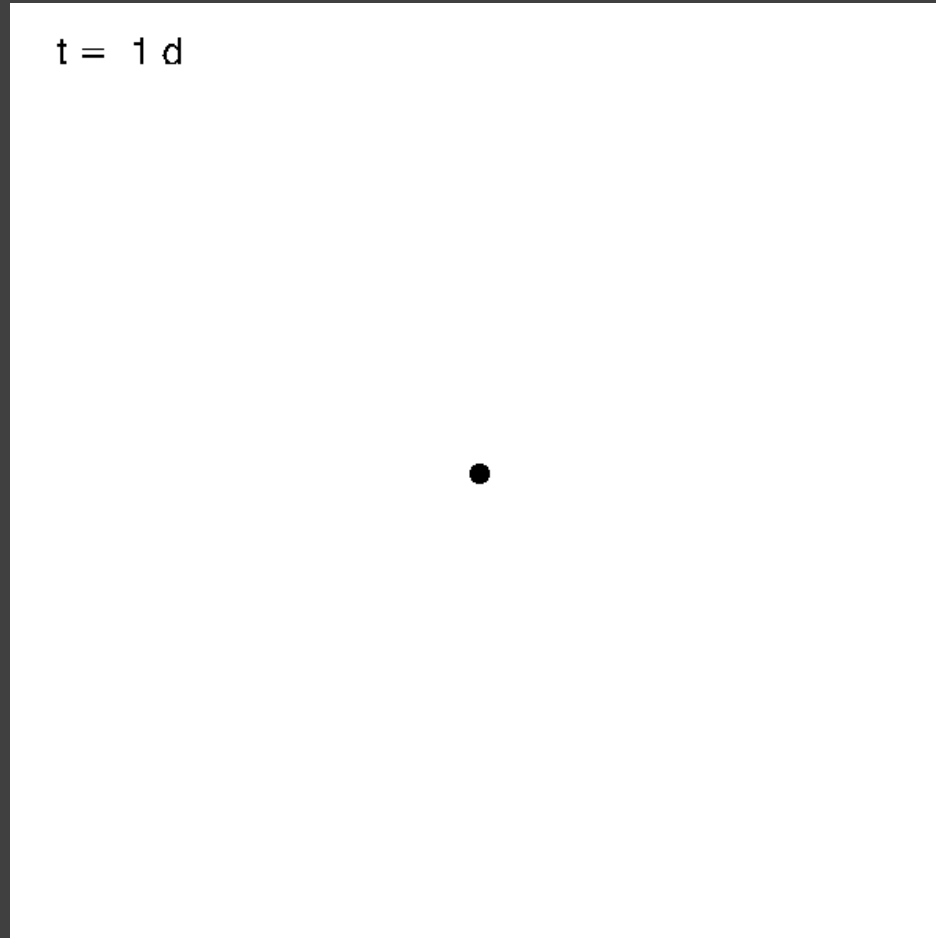
Figure 4: Model and reconstructed images of Nova Del 2013.



The expanding fireball of Nova Delphini 2013

G.H. Shaefer & al.

26 octobre 2014

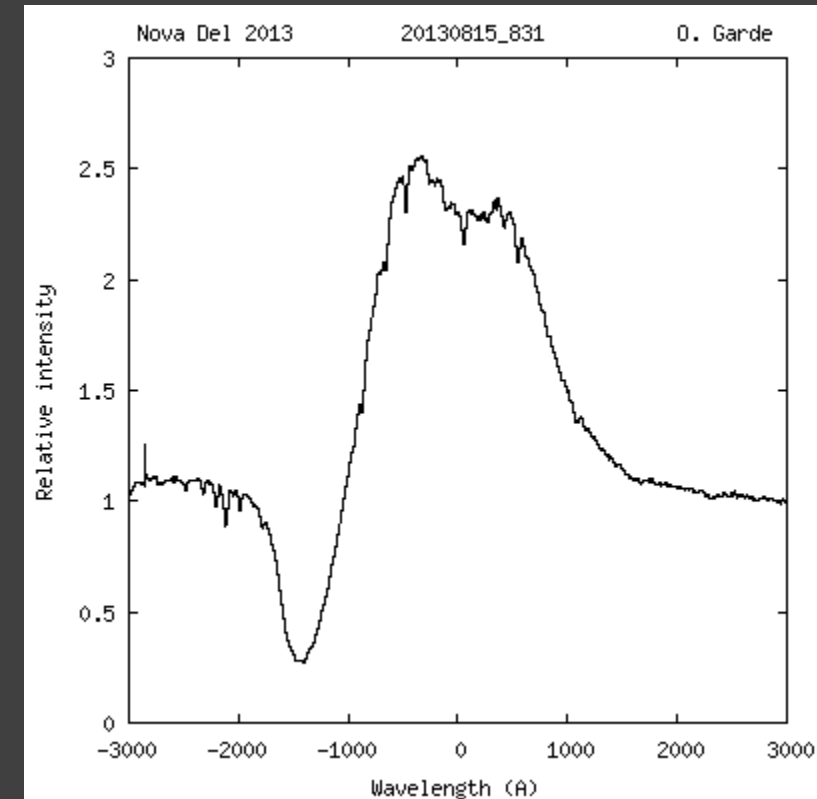


The expanding fireball of Nova Delphini 2013
G.H. Shaefer & al.
26 octobre 2014

From an analysis of spectra downloaded from the archive of the Astronomical Ring for Access to Spectroscopy¹⁷, we estimated the outflow speed near the continuum-forming layer to be $V_{\text{ejection}} = 613 \pm 79 \text{ km s}^{-1}$

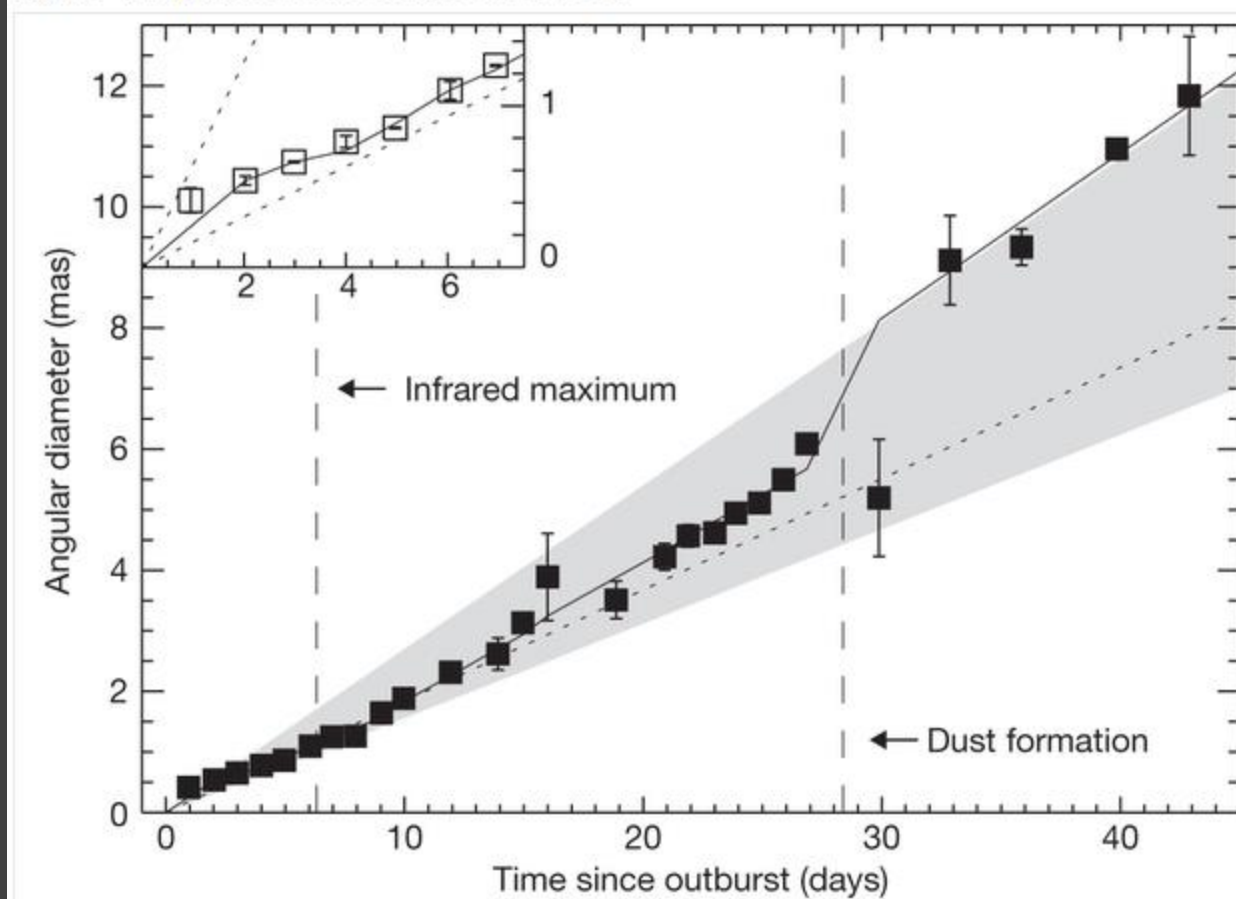
17 Shore, S. N. *et al.* Continuing spectroscopic observations (3500–8800Å) of Nova Del 2013 with the Ondrejov Observatory and the ARAS group. *Astron. Teleg.* **5312**, 1 (2013)

We thank O. Garde and other members of the Astronomical Ring for Access to Spectroscopy for use of their archive of Nova Del 2013 spectra.



The expanding fireball of Nova Delphini 2013
G.H. Shaefer & al.
26 octobre 2014

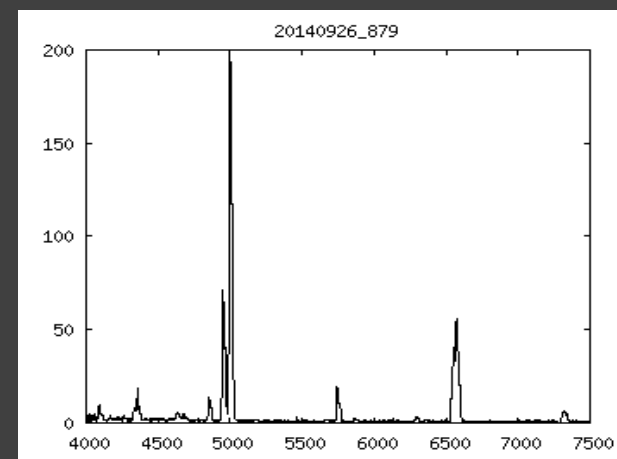
Figure 1: Expansion curve of Nova Del 2013.



distance to the nova of
 4.54 ± 0.59 kiloparsecs from the Sun

Current status

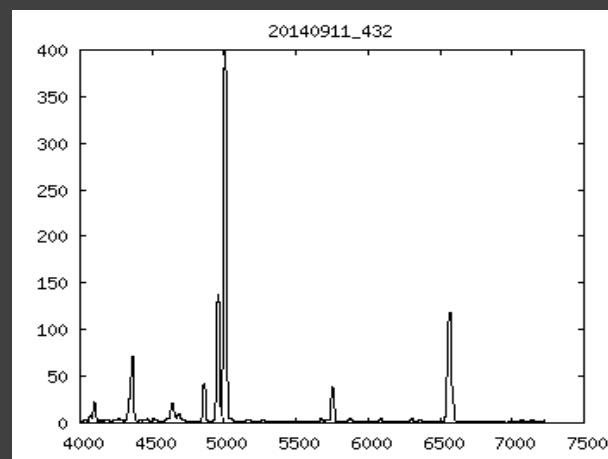
Nova Del 2013



Mag V = 12.8

1 150 spectres

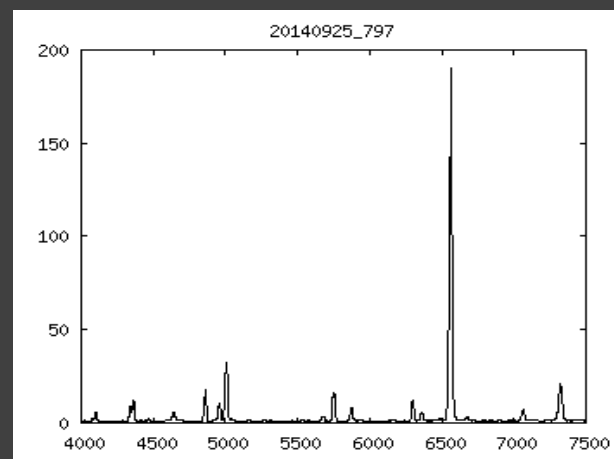
Nova Cen 2013



Mag V = 12.8

1 60 spectres

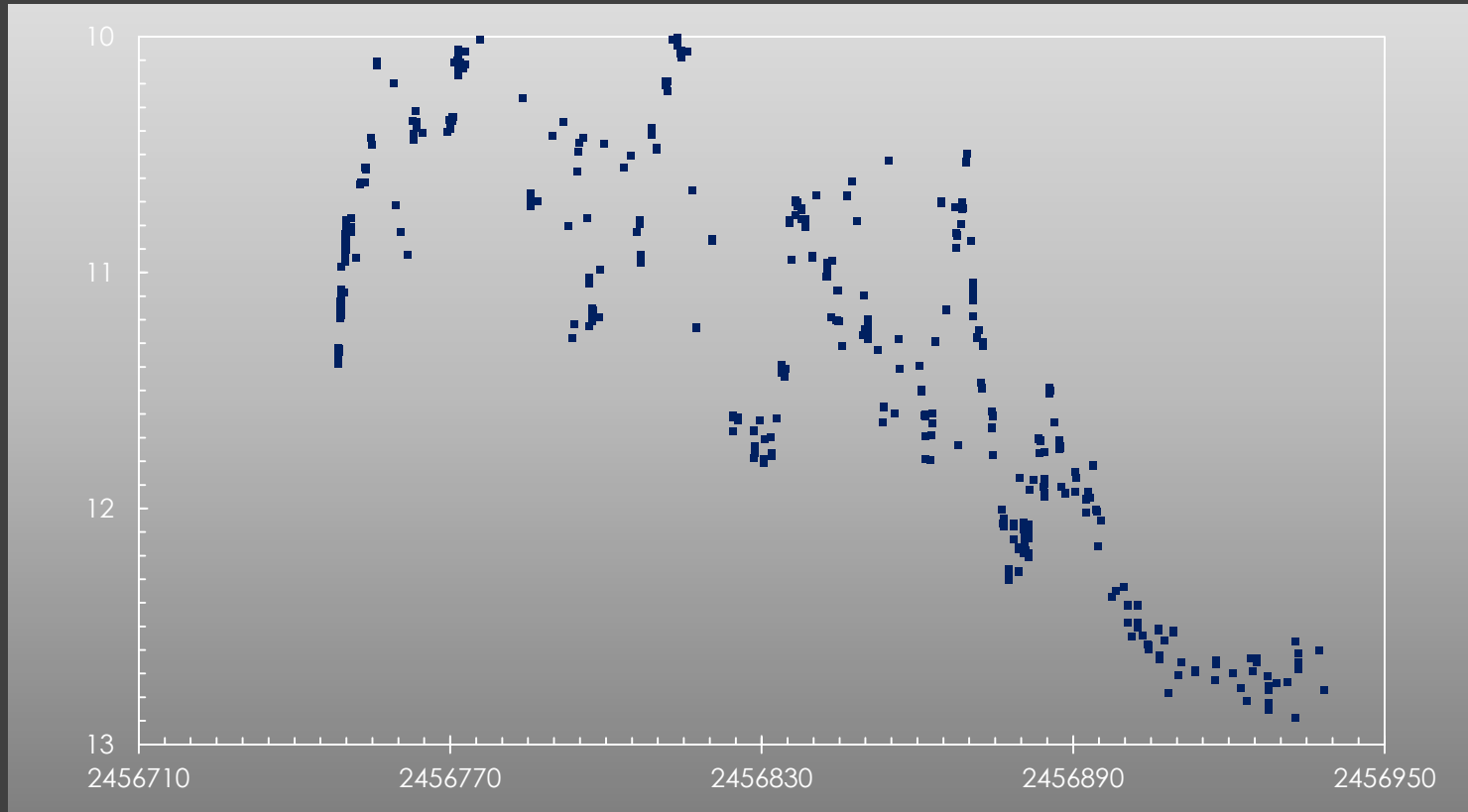
Nova Cyg 2014



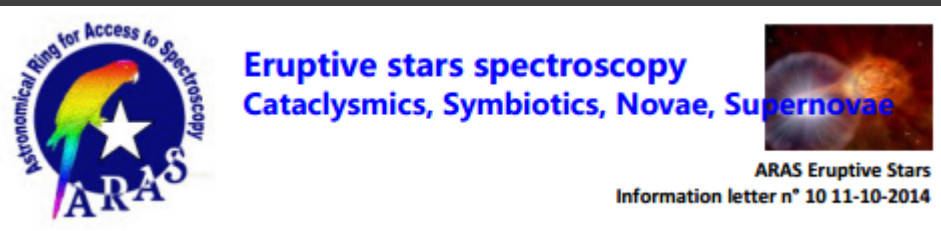
Mag V = 8

204 spectres

Current status

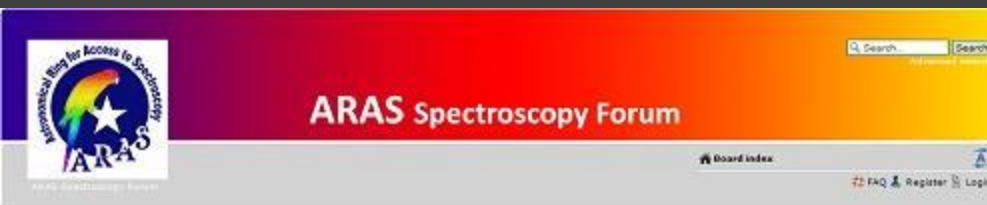


Nova Cyg 2014



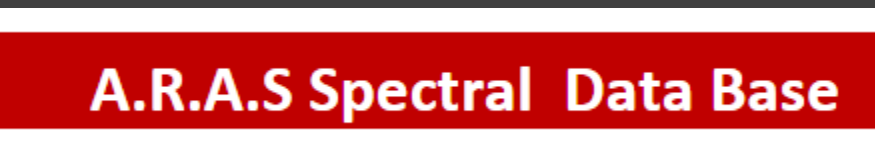
Lettre information mensuelle

<http://www.astrosurf.com/aras/novae/InformationLetter/InformationLetter.html>



Forum ARAS

<http://www.spectro-aras.com/forum/>



Base de données provisoire

http://www.astrosurf.com/aras/Aras_DataBase/DataBase.htm



Pages Web & documents

<http://www.astrosurf.com/aras/novae/Nova2013Del.html>



<http://www.astronomie-amateur.fr/Documents%20Novae/Nova%20delphini%202013.pptx>

Observateurs Base ARAS-Novae

K. Alton	J. Edlin	J.P. Masviel
D. Antao	T. de France	J. Montier
E. Barbotin	A. Favaro	B. Mauclaire
P. Berardi	O. Garde	T. Napoleano & R. Marcon
T. Blank	P. Gerlach	E. Pollmann
T. Bohlsen	K. Graham	M. Potter
F. Boubault	D. Greenan	J. Ribeiro
D. Boyd	J. Guarro	M. Rodriguez
J. Briol	T. Hansen	B. Schram
C. Buil	D. Hyde	P. Somogyi
S. Charbonnel	T. Lemoult	O. Thizy
P. Dubreuil	R. Leadbeater	J.-N. Terry
M. Dubs	G. Martineau & Y. Buchet	F. Teyssier

Merci pour votre attention