

# Novae



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

## En Occident, première mention en - 75

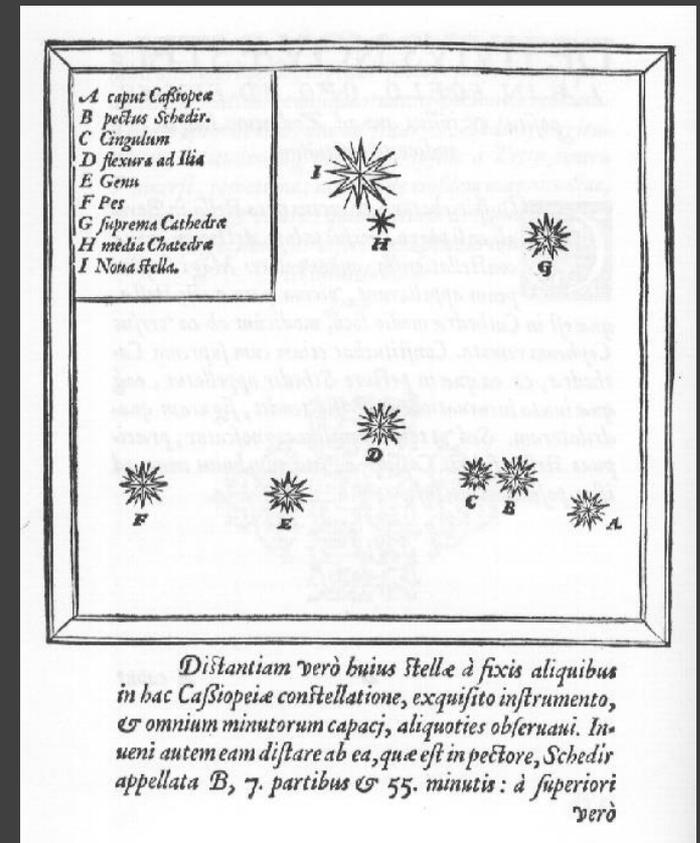


Hipparque

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

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

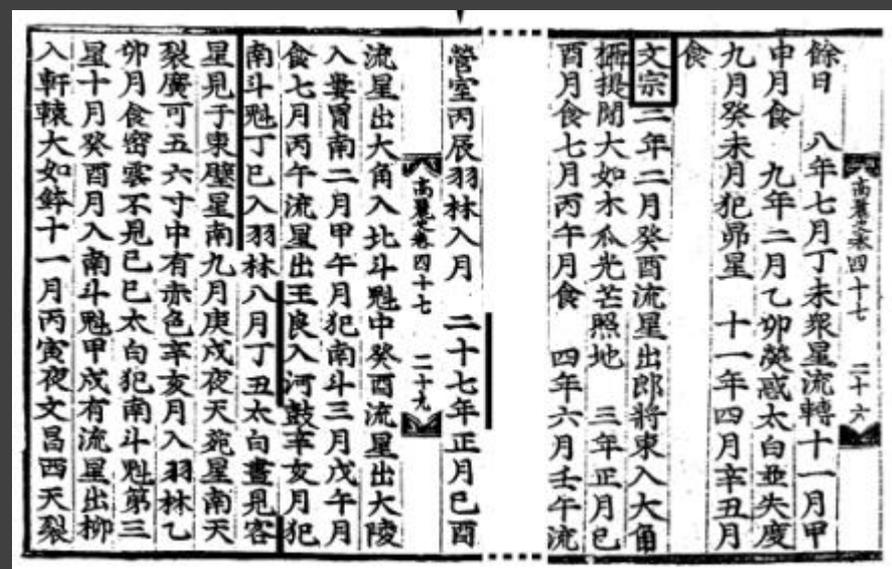
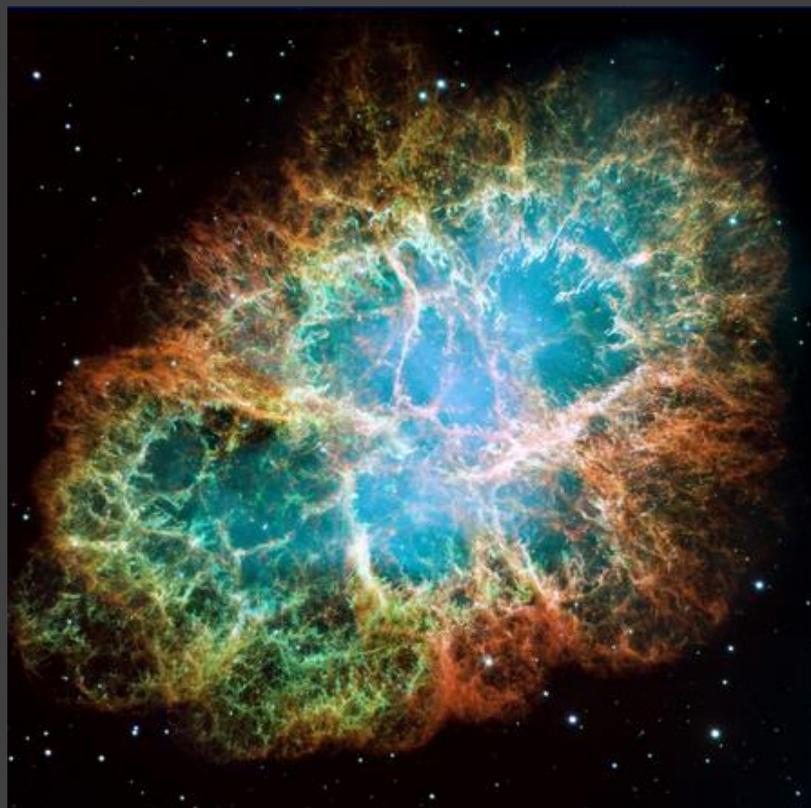
La « nova stella » de Tycho Brahé 1572  
(en réalité une supernova)



## 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 ...





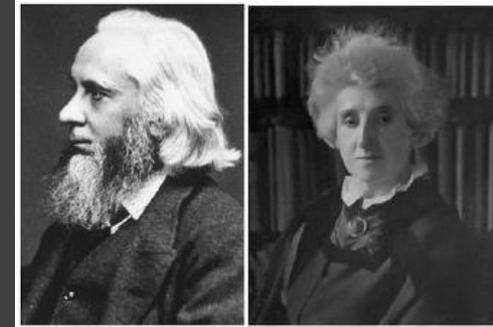
## Newton (1726)

### 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

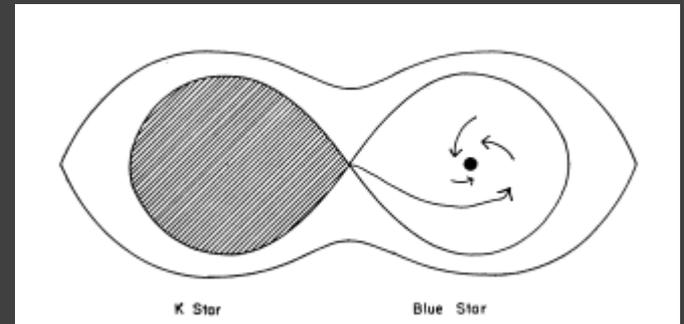


## Walker, 1954

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

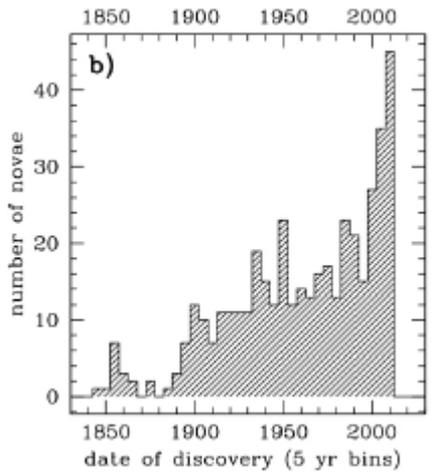
## Kraft, 1962

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



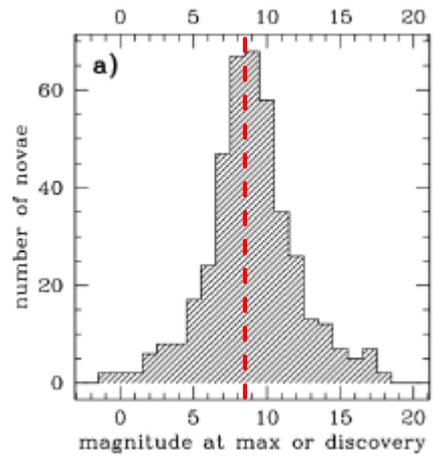
Modèle schématique de AE Aur  
Crawford & Kraft, 1956

Nombre de découvertes  
Par tranche de 5 ans

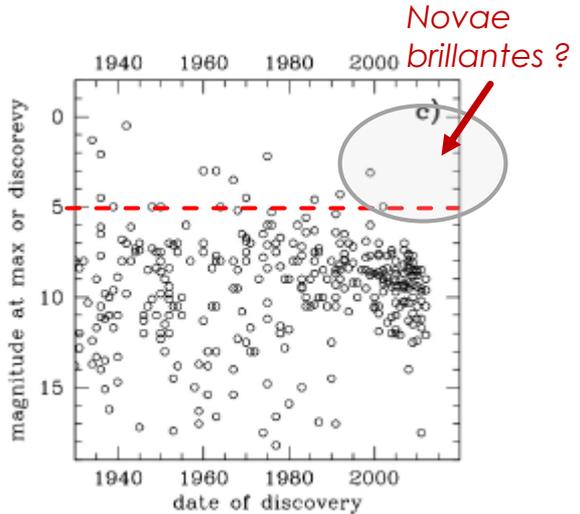


2.5      4      8

Distribution  
des magnitudes max  
(ou découverte)

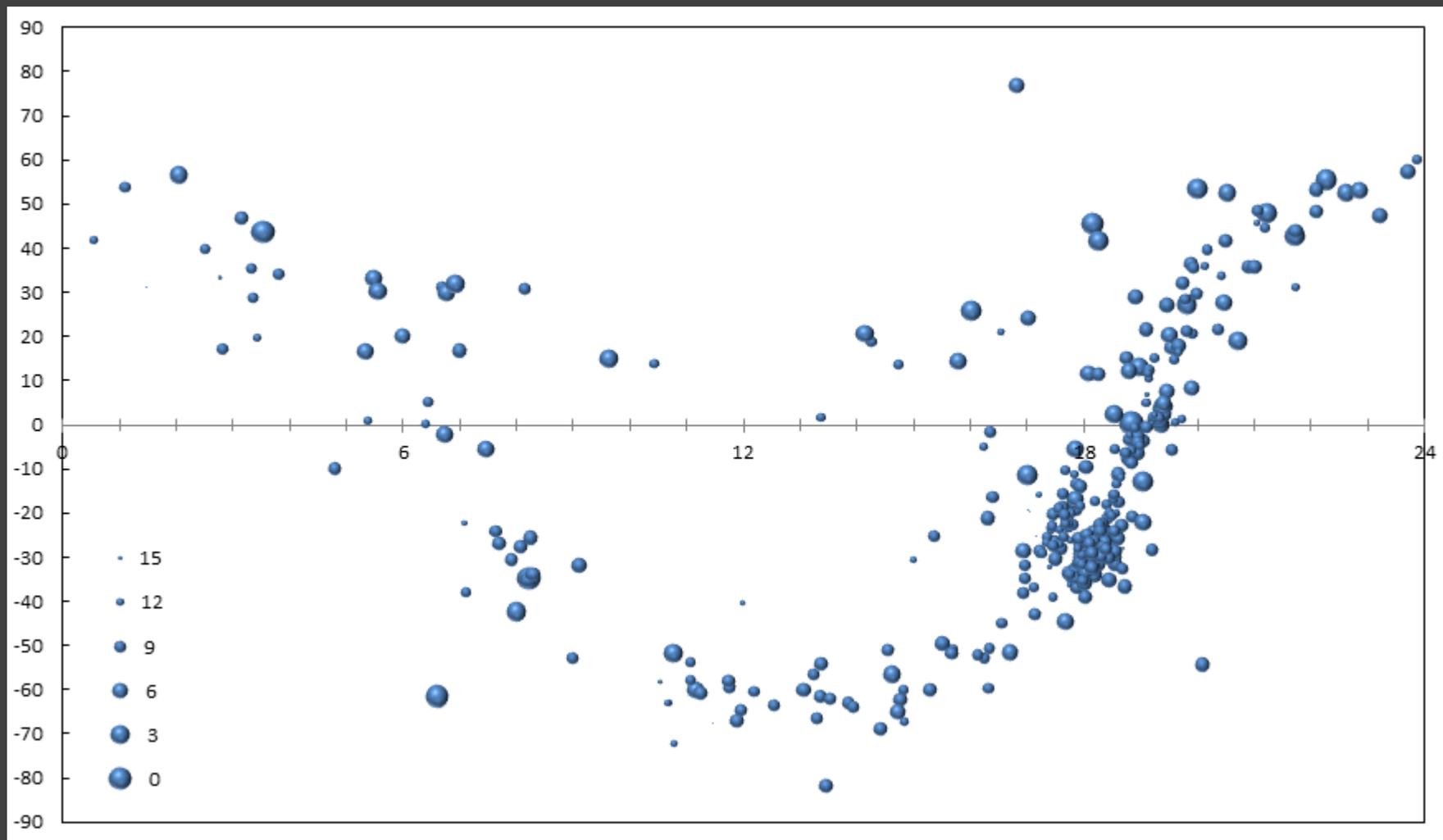


8.7



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

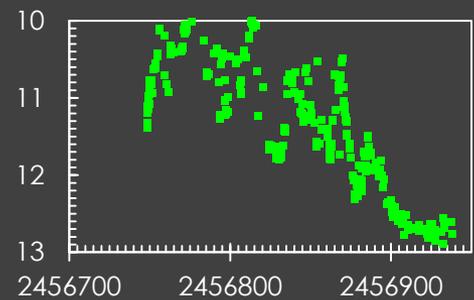
## Répartition des 400 novae observées jusqu'en 2010



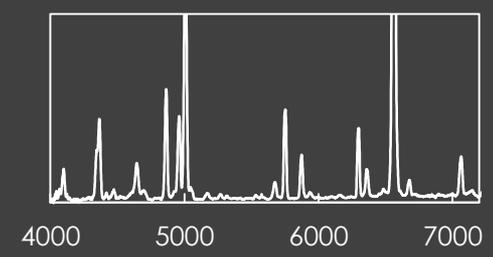
### Observations

Dans différentes longueurs d'onde  
 $\gamma$  X UV Visible IR Radio

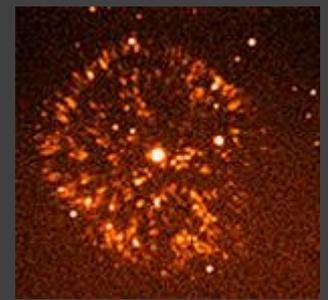
### Photométrie



### Spectroscopie



### Imagerie



Les moyens pour connaître

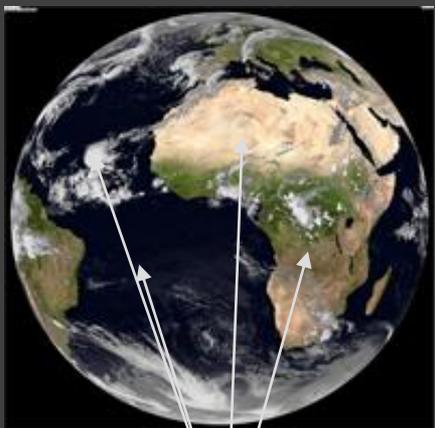
### Théorie

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

Ce que nous observons

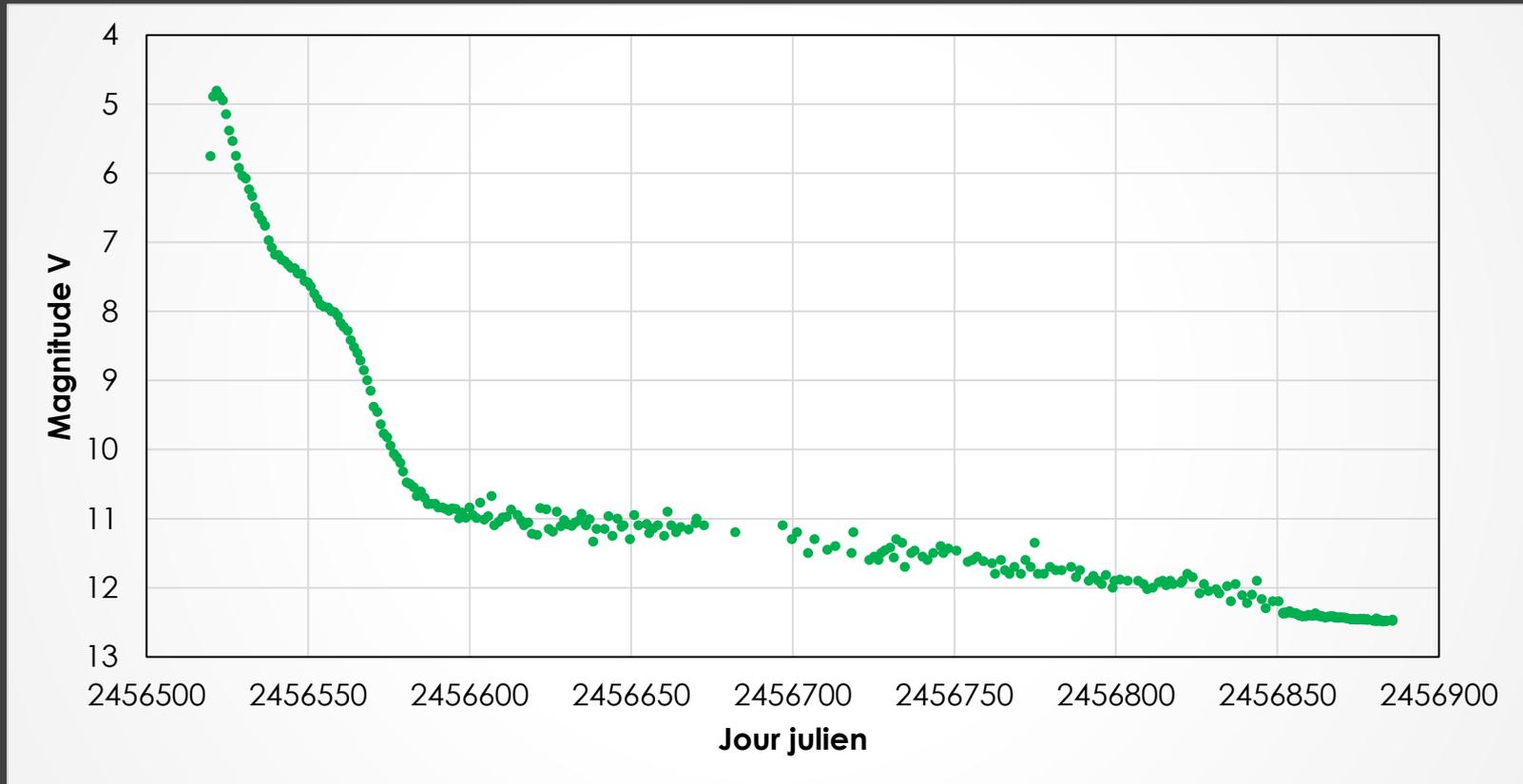


Ce que nous souhaitons connaître



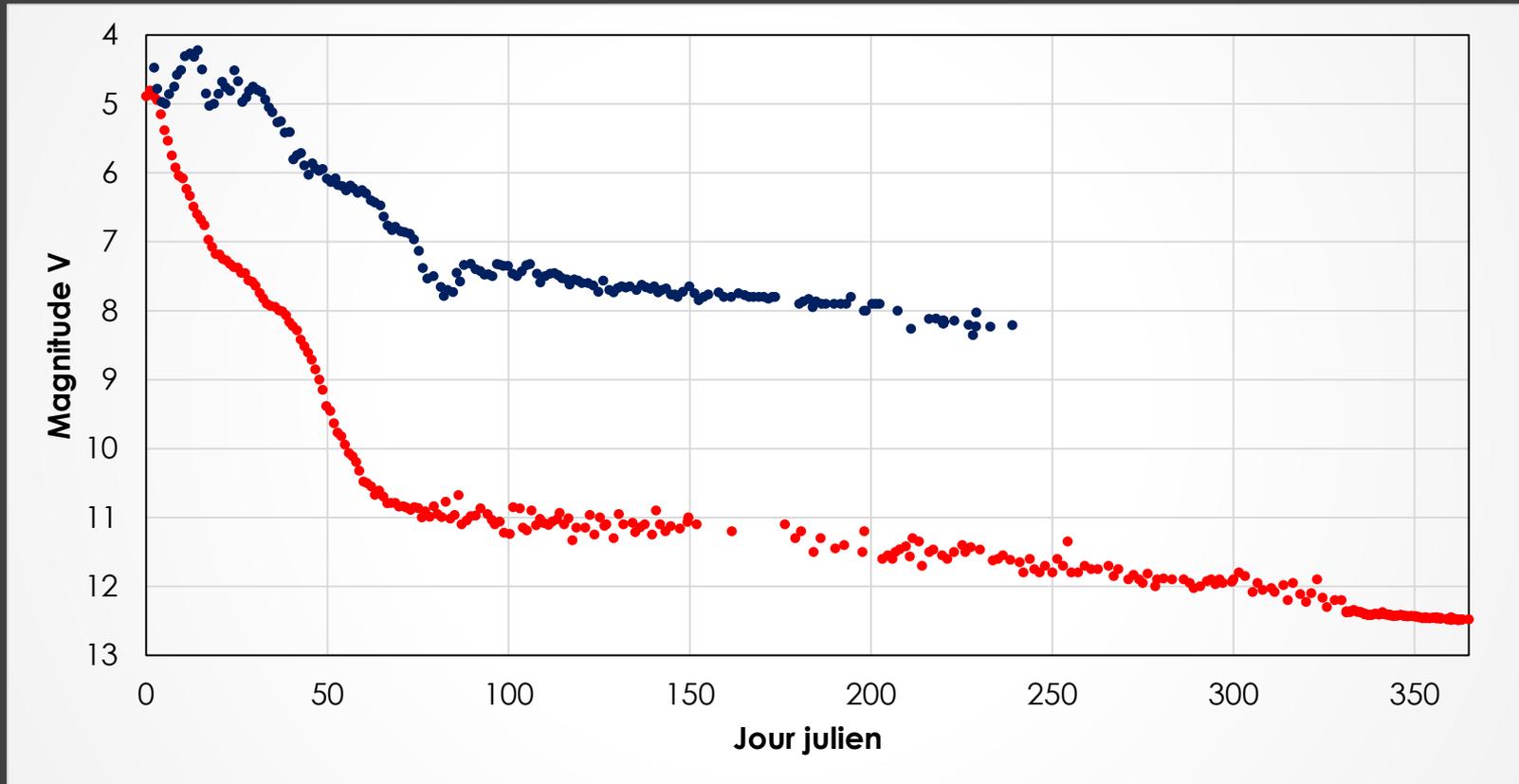
Composition  
Température  
Énergie  
Vitesse  
...

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



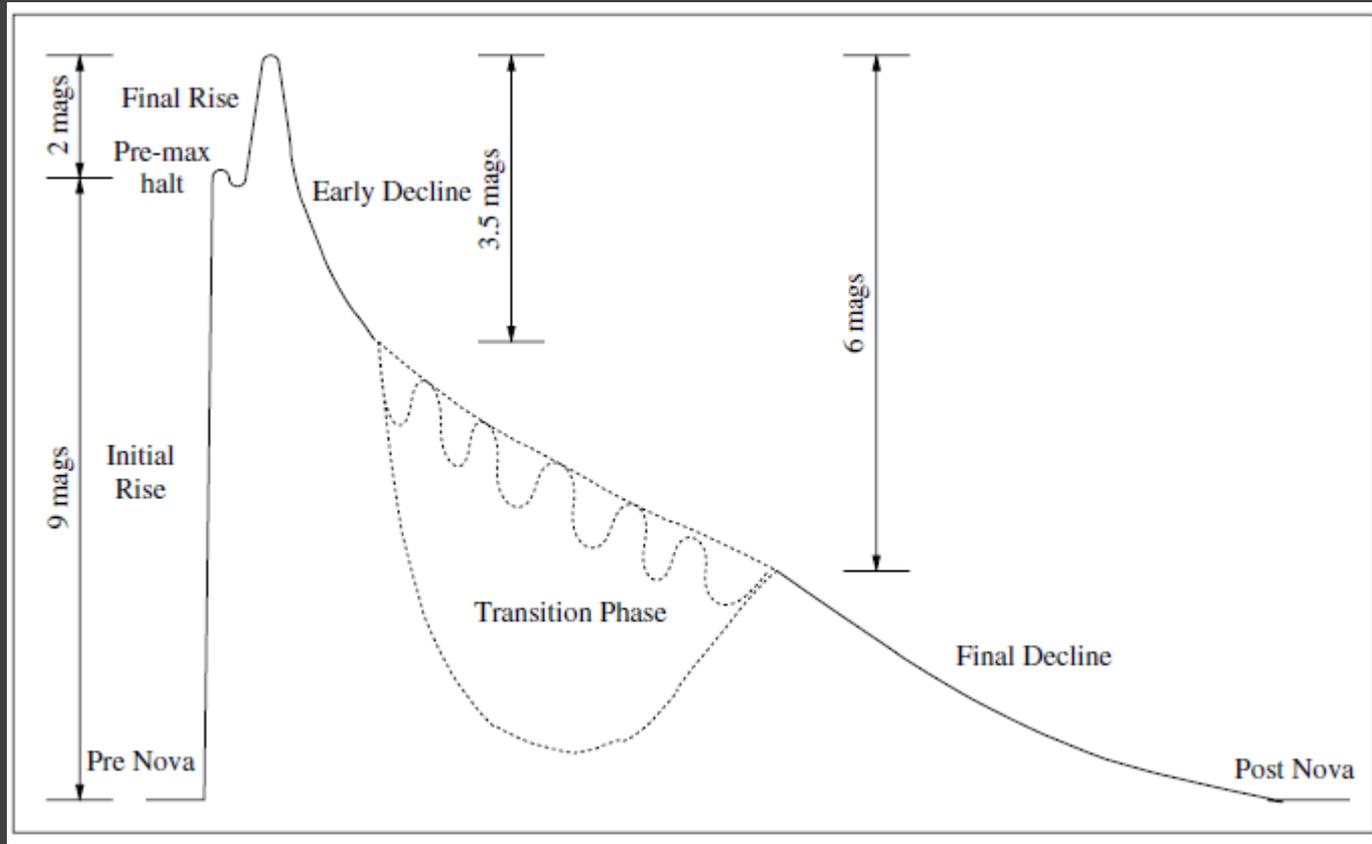
Base de données AAVSO

## Comparaison Nova Del 2013 et Nova Cen 2013

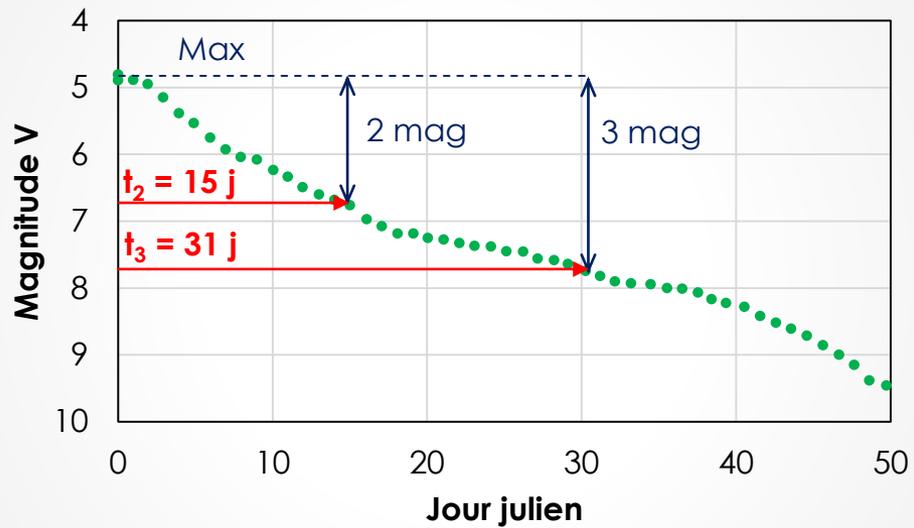


Base de données AAVSO

## Courbe de luminosité type



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



Relation  $t_2, t_3$

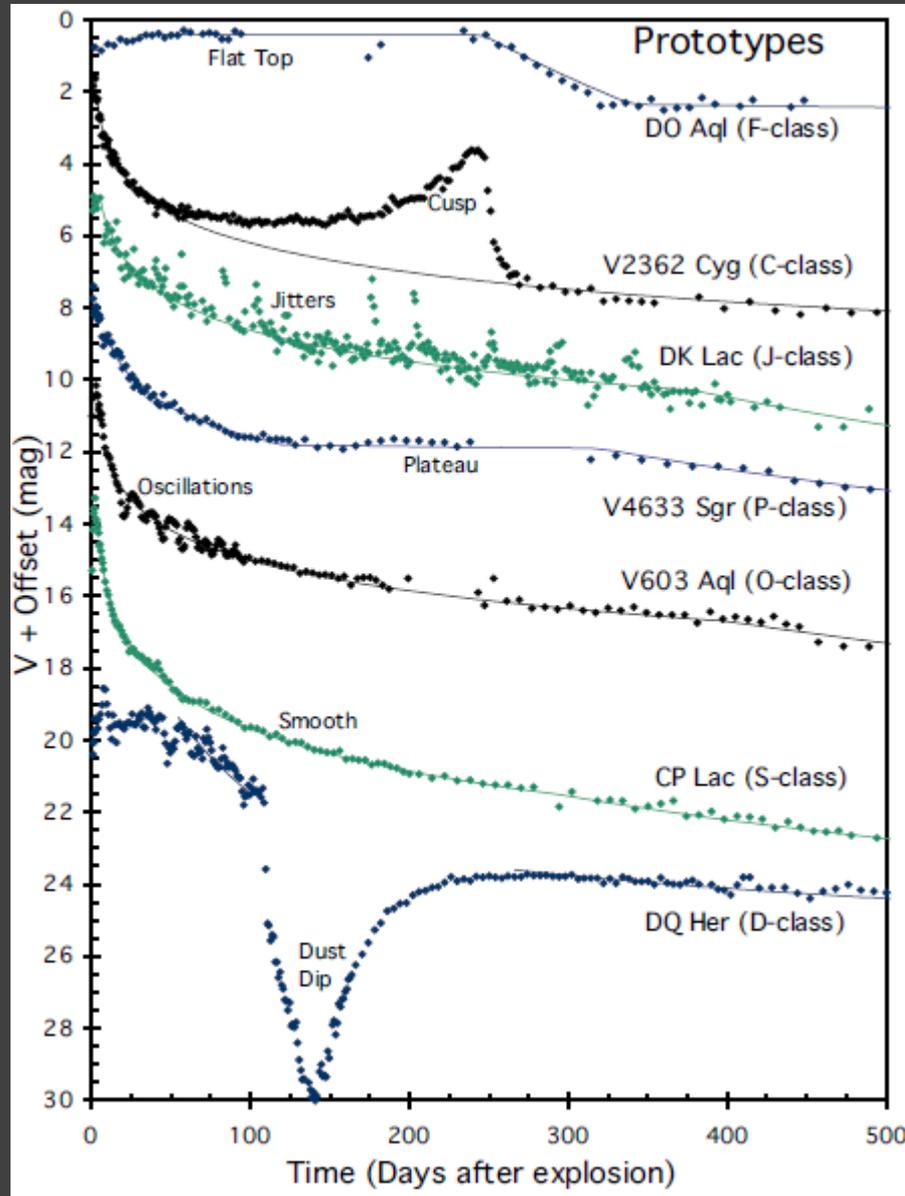
$$t_3 = t_2^{0.88}$$

Warner, 1995

## Classes de rapidité

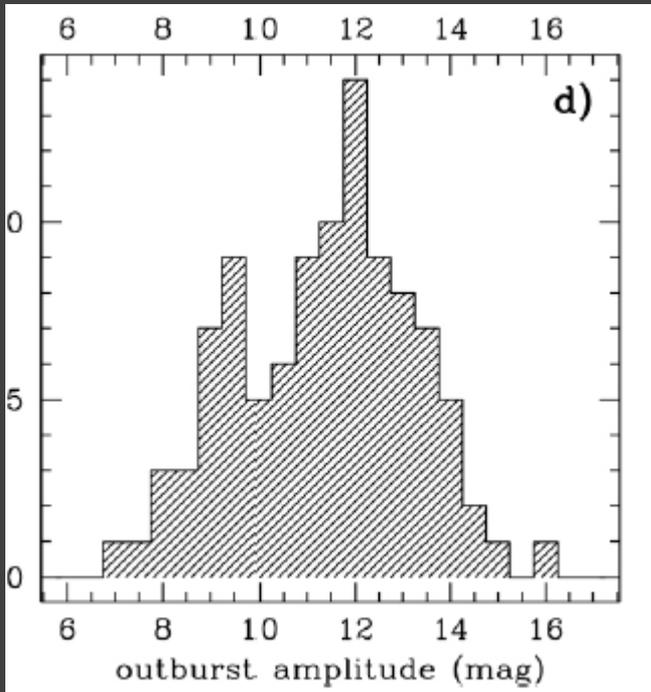
	$t_2$	$t_3$
<b>Très rapide</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>&lt; 20</b>
<b>Rapide</b>	<b>11-25</b>	<b>21-49</b>
<b>Modérément rapide</b>	<b>26-80</b>	<b>50-140</b>
<b>Lente</b>	<b>81-150</b>	<b>141-264</b>
<b>Très lente</b>	<b>151-250</b>	<b>265-440</b>

Payne-Gaposchkin, 1959

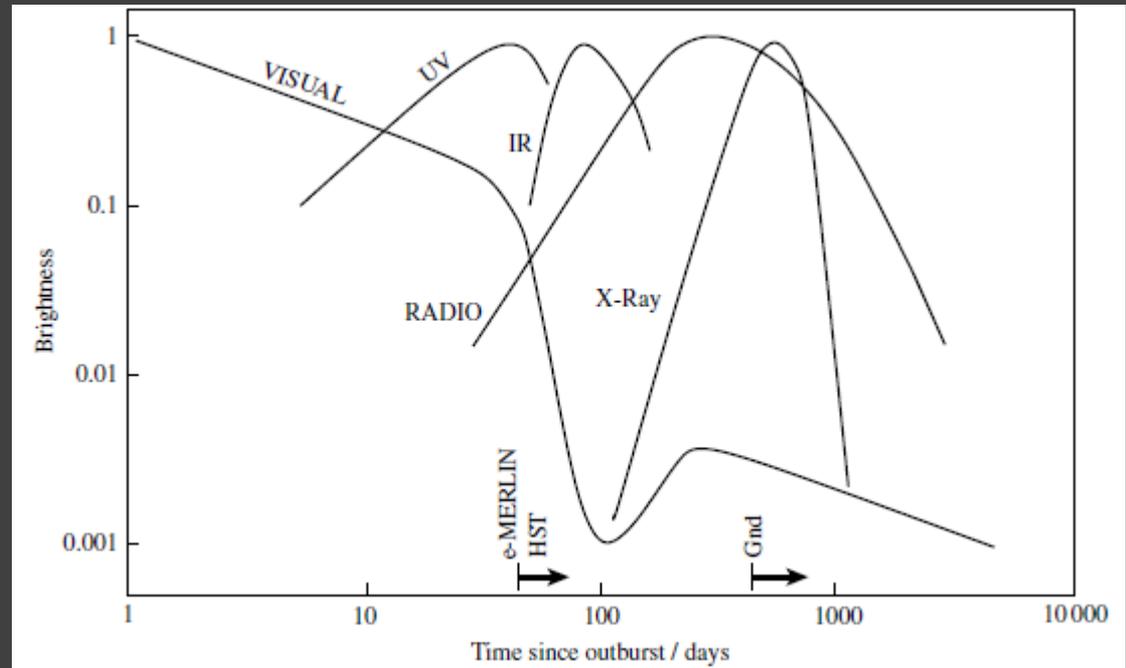


Strope, Shaeffer, Henden, 2010  
**Catalog of 93 Nova Light Curves:  
 Classification and Properties**

## Amplitude de l'outburst



## Magnitude bolométrique constante



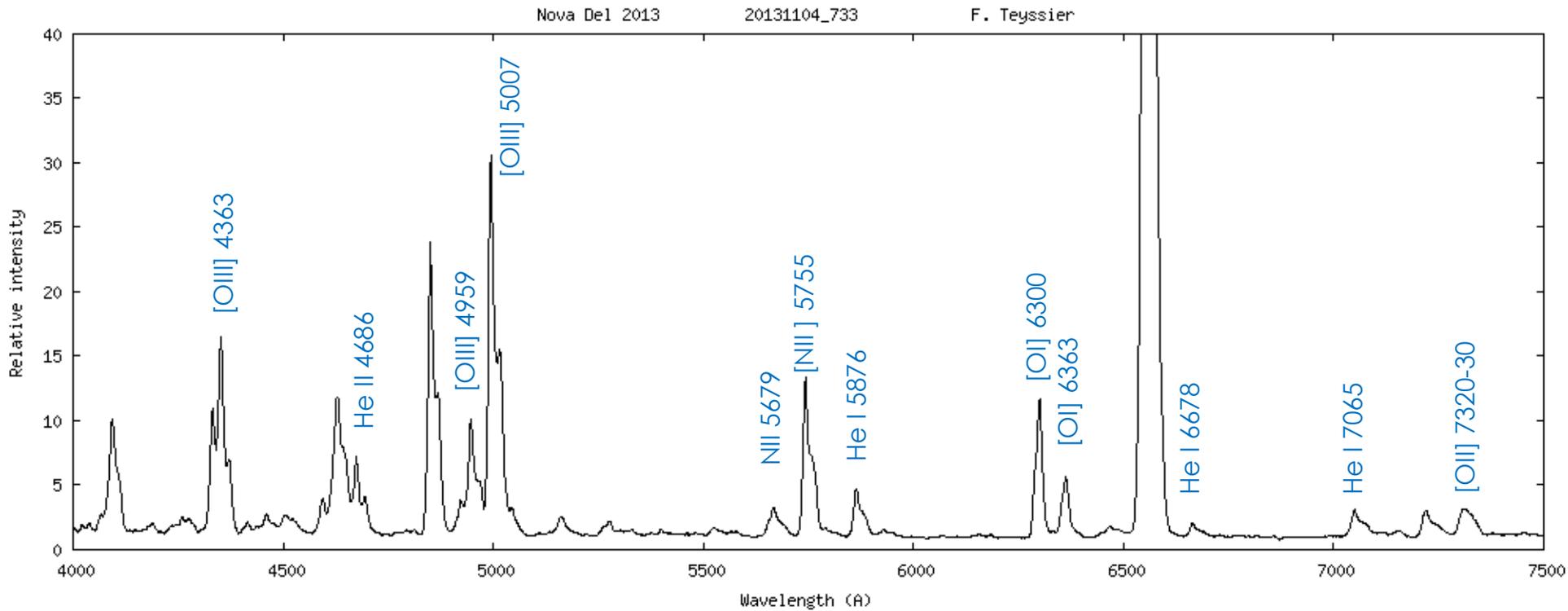
Energie libérée  $\sim 10^{46}$  erg (sur 1 an)  
 $\sim 100\ 000$  années d'activité solaire

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



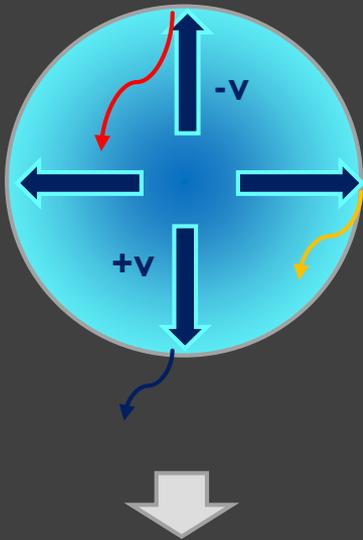
❺ Température électronique  
 Ex :  $[O III] 5007 + [O III] 4959 / [O III] 4363$

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

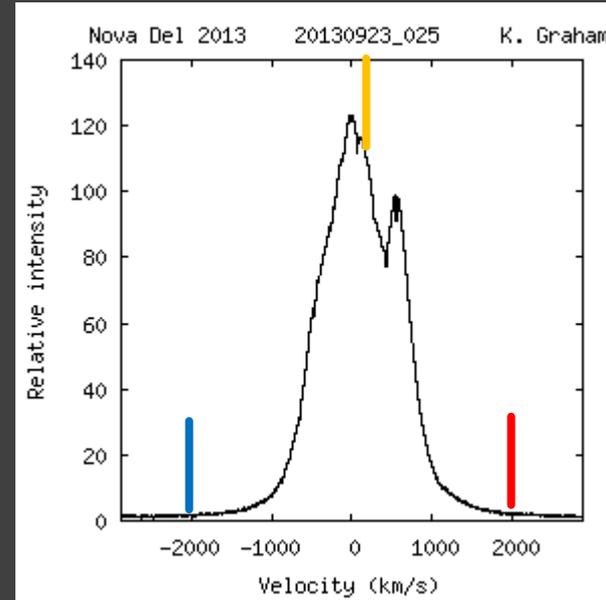
❼ Forme : profils des raies

**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<sup>-1</sup>  
à +++ 1000 km.s<sup>-1</sup>

	<b>H</b>	<b>He</b>	<b>Z</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>
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

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

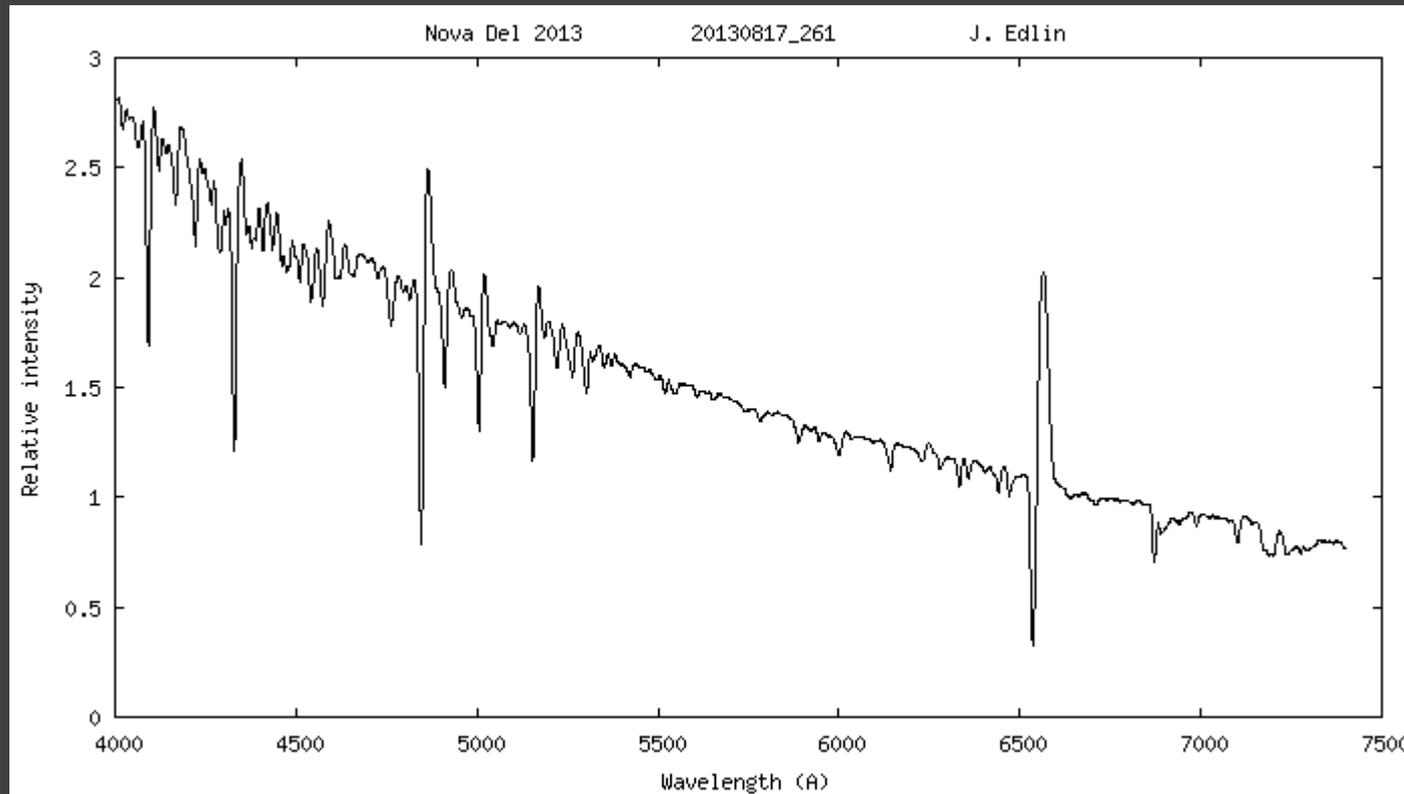
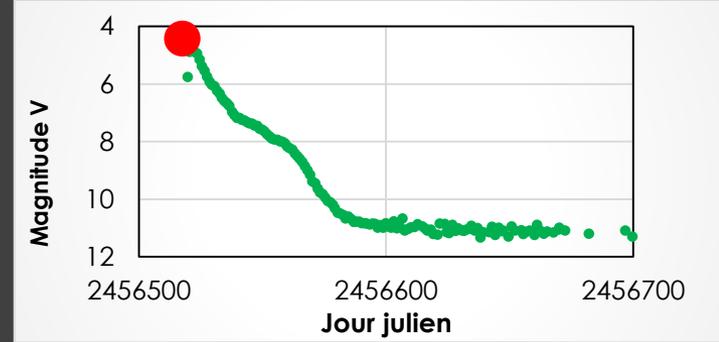
**Forte à très forte augmentation des « métaux » (Z)  
Par rapport à la « matière solaire »**

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

# Evolution

## ① Maximum

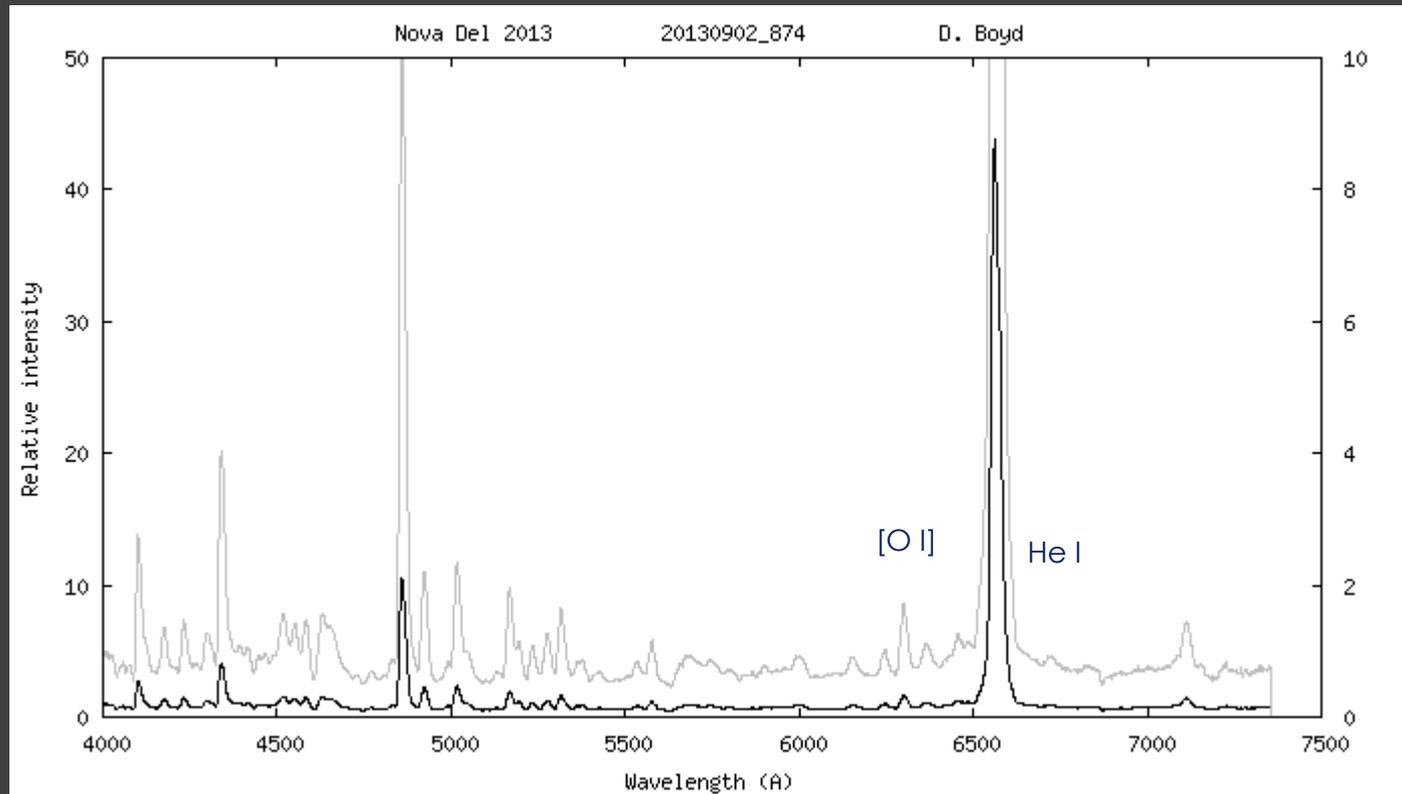
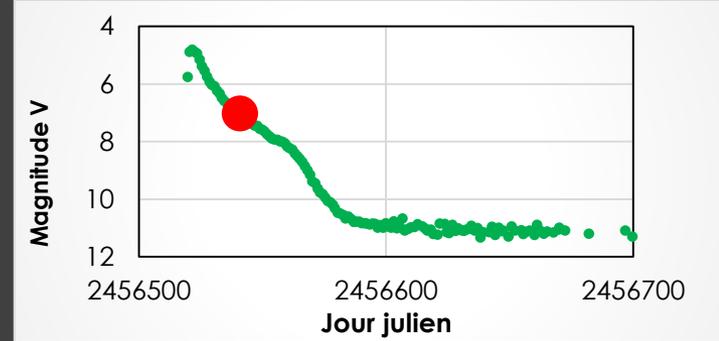
Continuum bleu  
Nombreuses raies de métaux en absorption  
Faibles émissions  
Profil P Cygni



# Evolution

## ② Transition

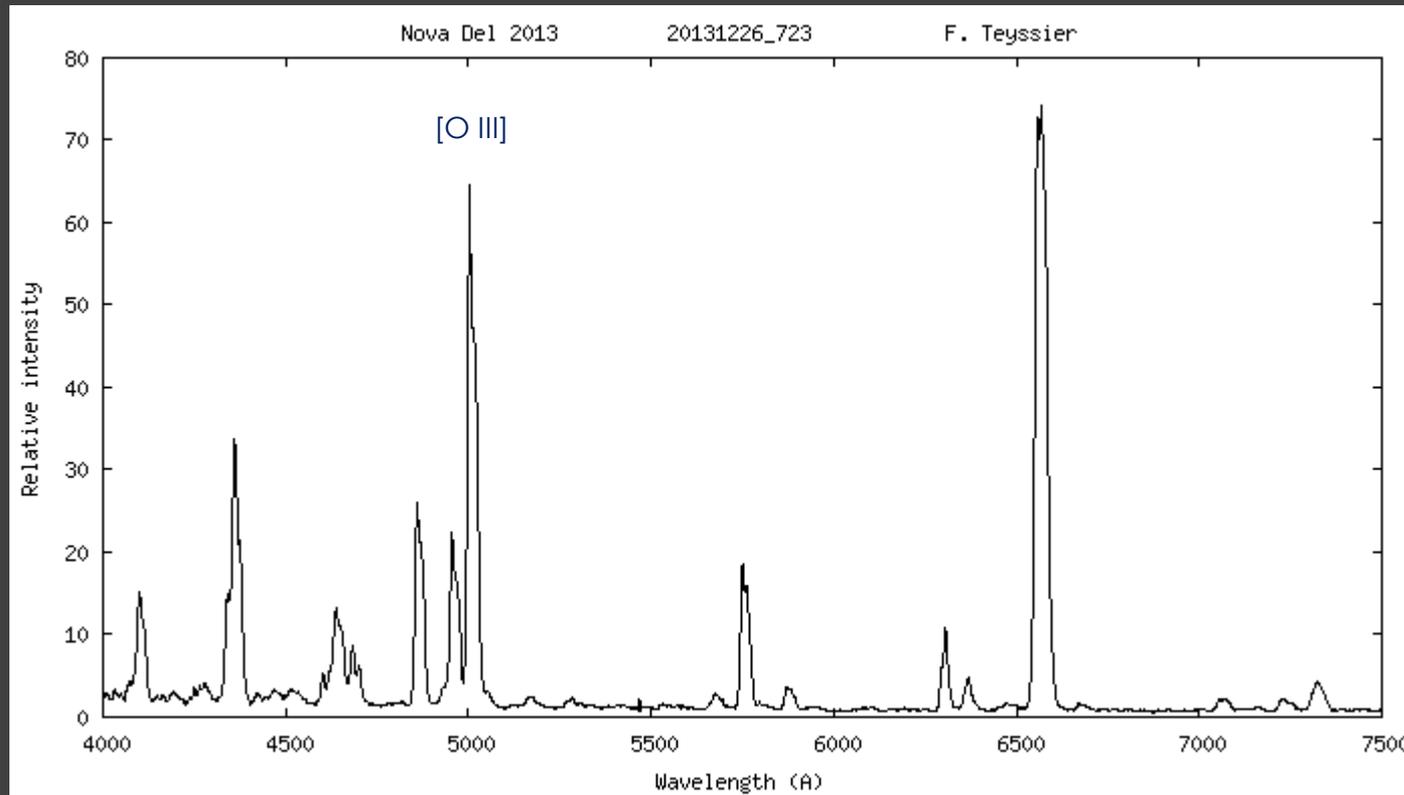
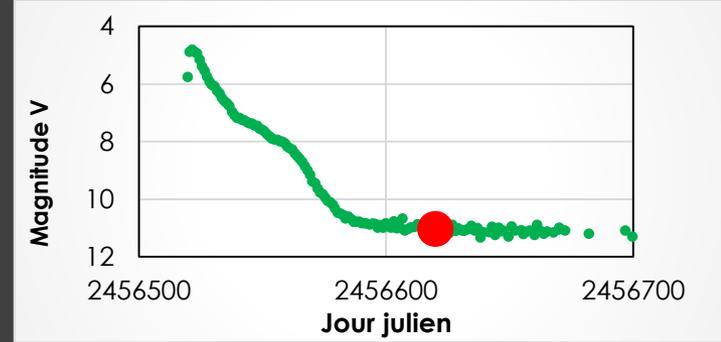
Affaiblissement du continuum  
 Intensité des émissions en augmentation  
 Apparition raies Helium, Azote ...  
 Apparition des « raies interdites »

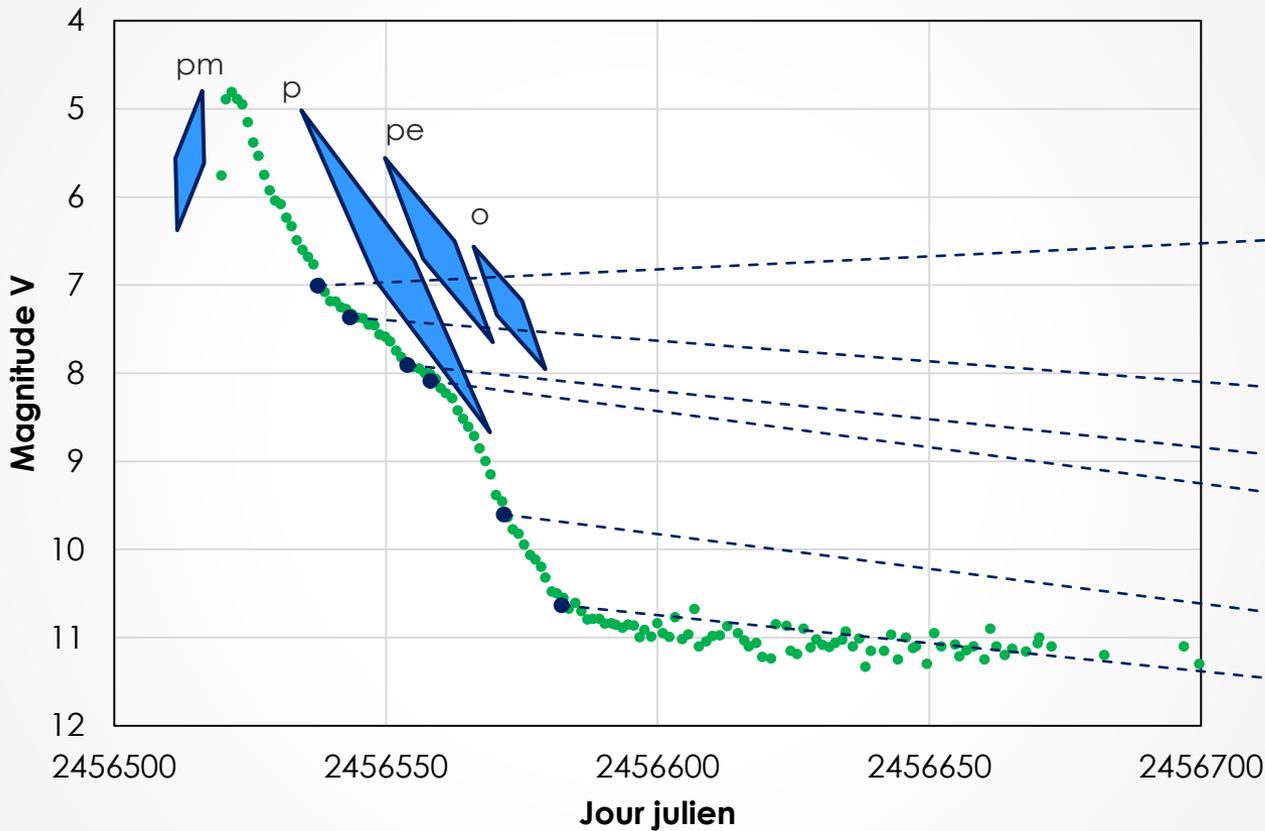


# Evolution

## ③ Phase nébulaire

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

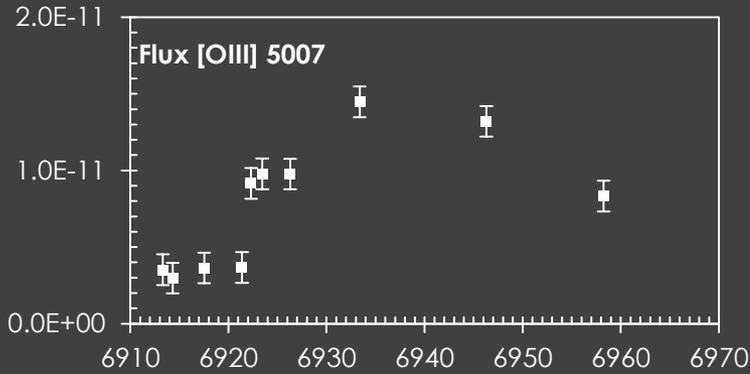




Delta mag/maximum

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

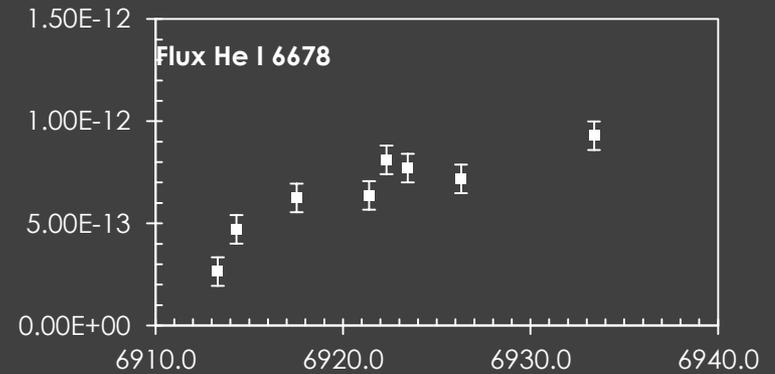
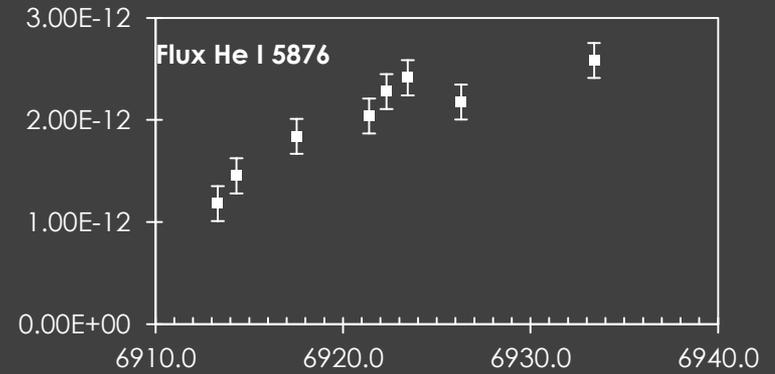
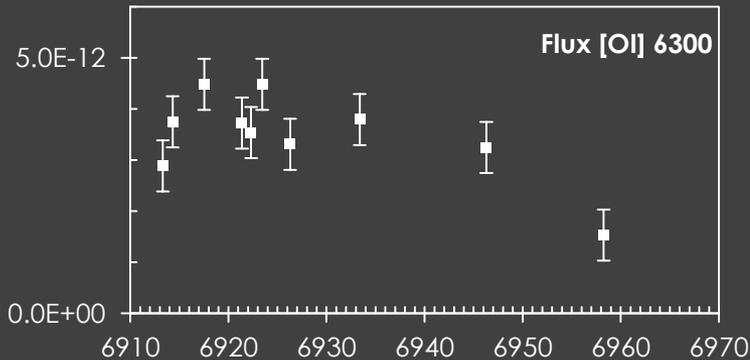
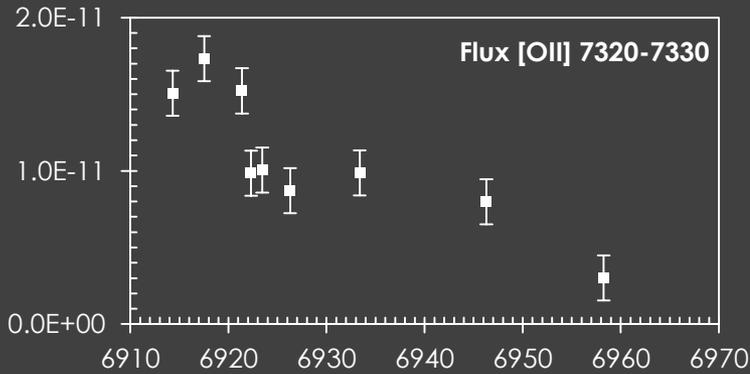
McLaughlin, 1942, 1943

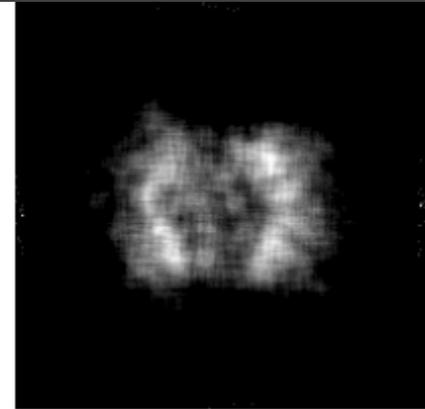
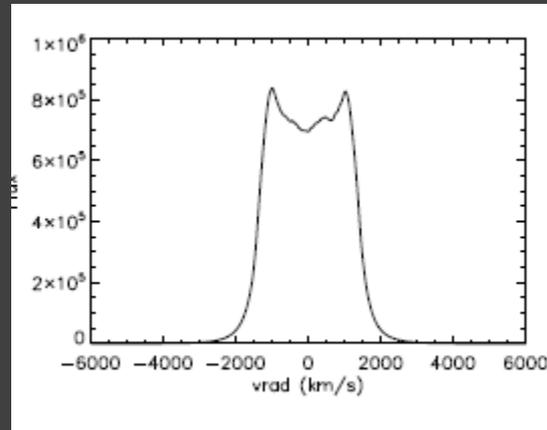
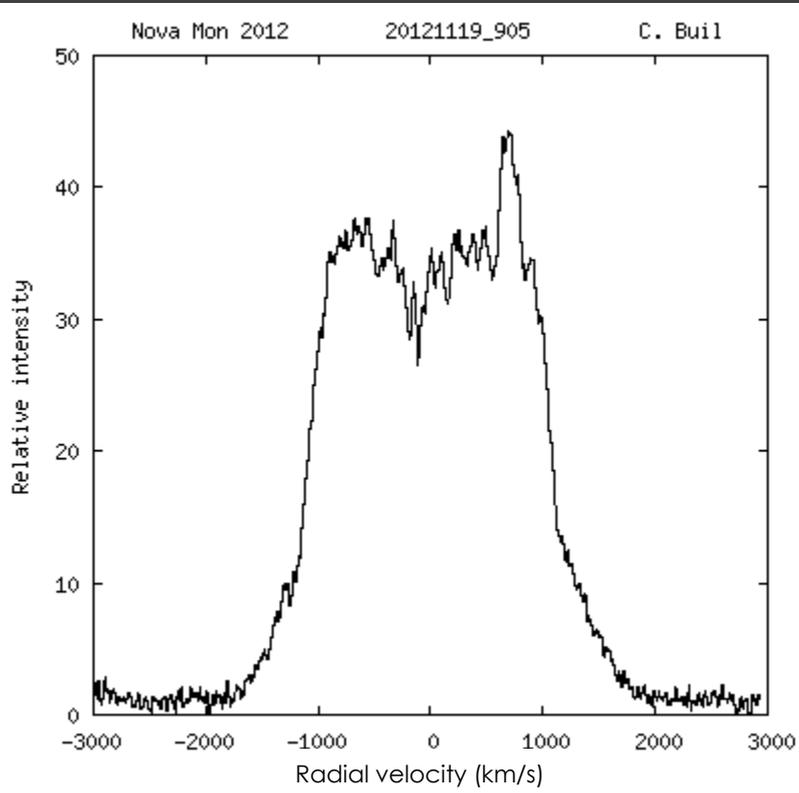


**Nova Cyg 2014**

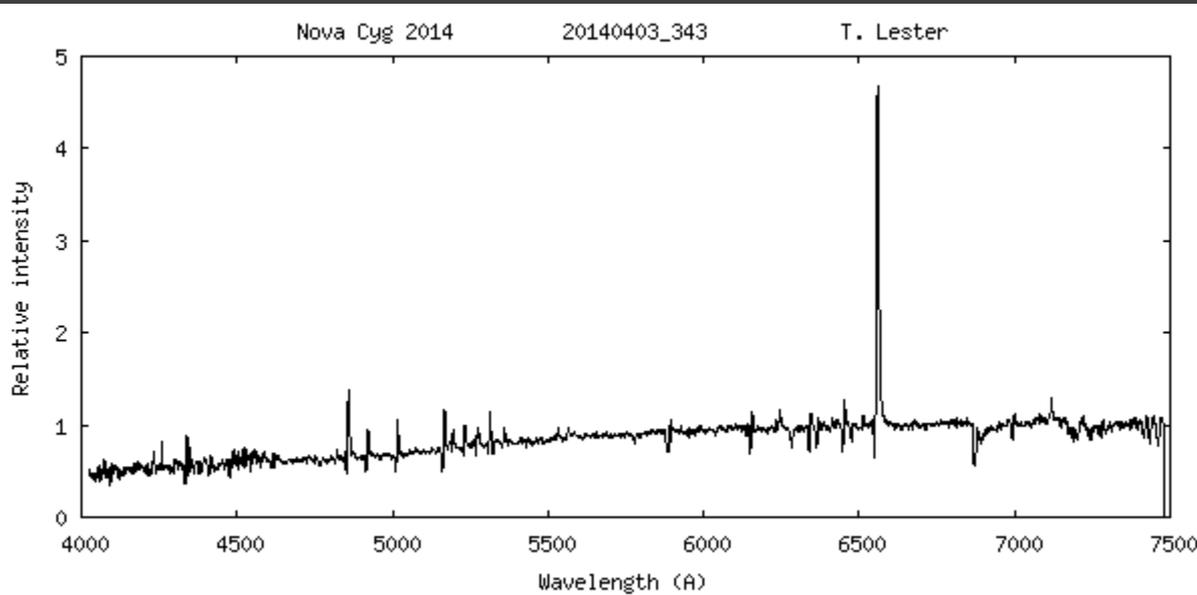
JD - 2450000

Flux en erg.cm<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>





Shore & al., 2012



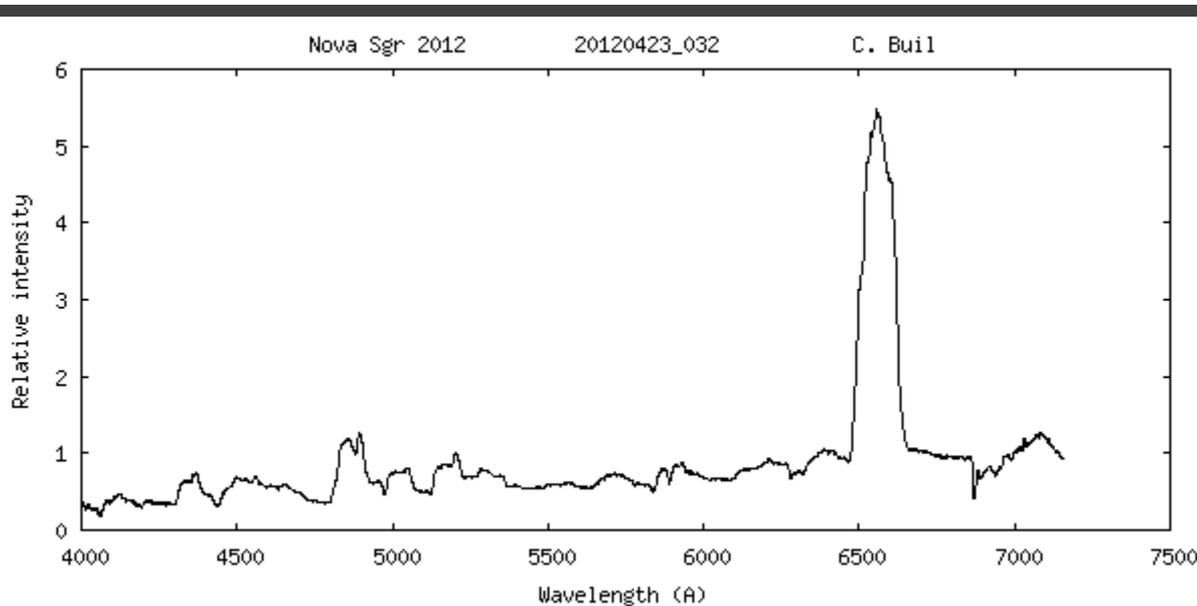
## Fe II

Raies étroites – 700 à 2500 km.s<sup>-1</sup>

Fe II

Profils P Cygni

Novae lentes

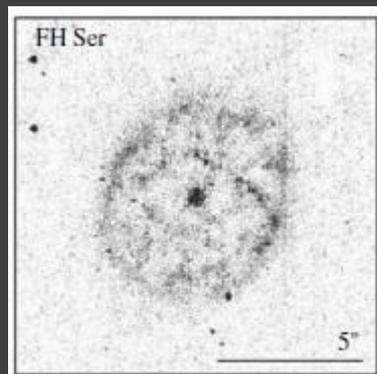
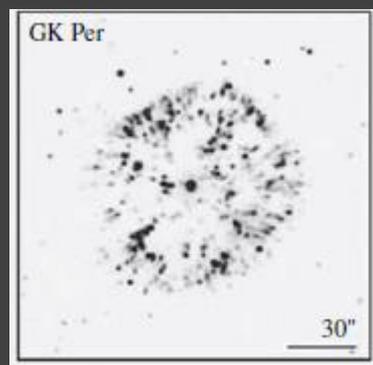
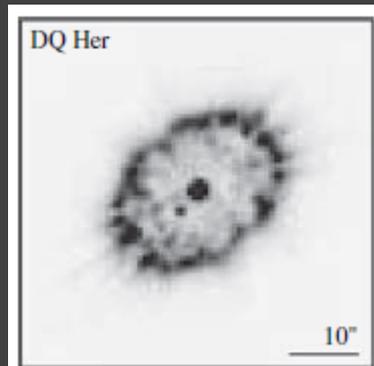
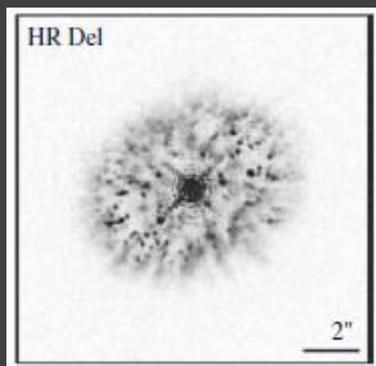


## He/N

Raies larges > 2000 km.s<sup>-1</sup>

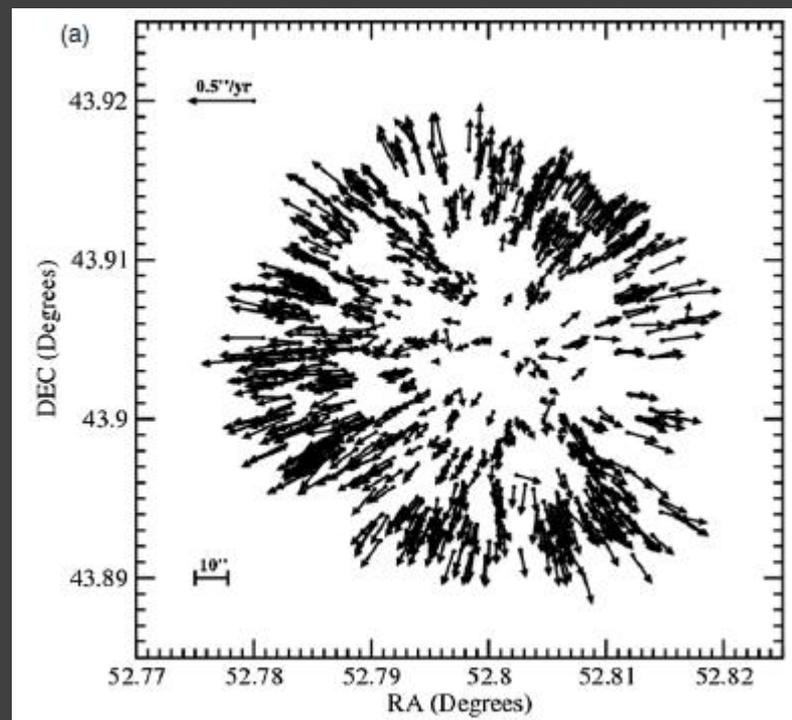
He N

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<sub>⊙</sub>

Naine blanche

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

Transfert de matière De type solaire (H, He)

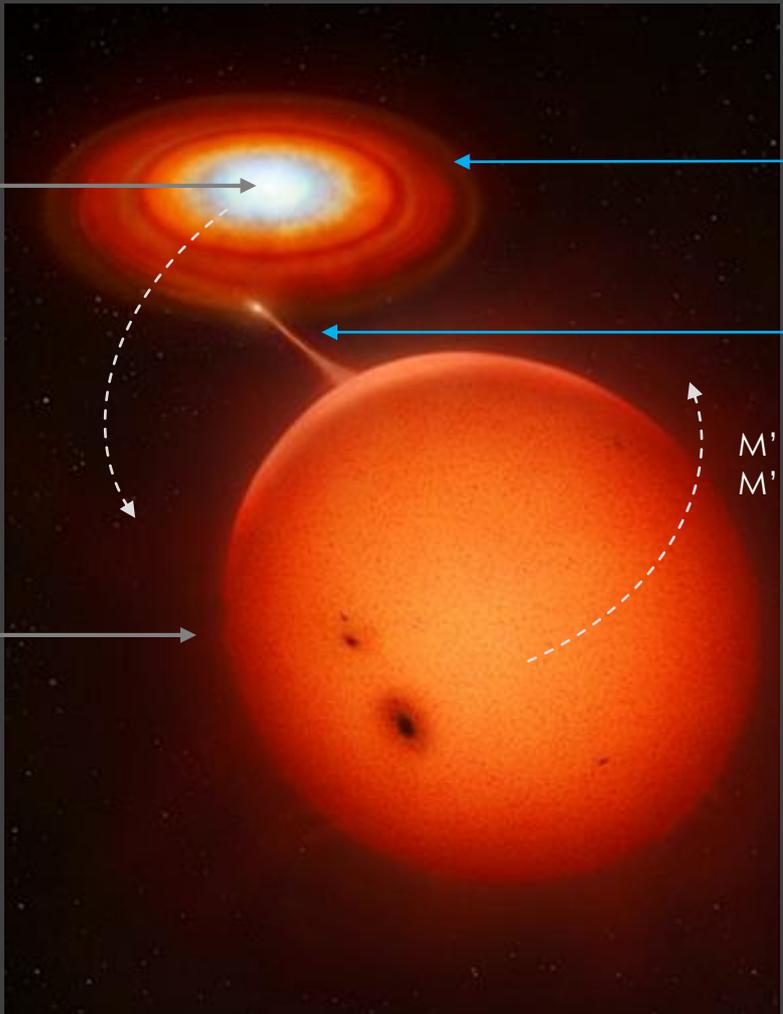
M' = 10<sup>-10</sup> à 10<sup>-11</sup> M<sub>⊙</sub>/an pour P<sub>orb</sub> < 3.3 h  
M' = 10<sup>-9</sup> à 10<sup>-10</sup> M<sub>⊙</sub>/an pour P<sub>orb</sub> > 3.3 h

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

Période orbitale ~ quelques heures

~1 R<sub>⊙</sub>  
~ 1 000 000 km

M' 3/10000 à 3/1000000 Mt



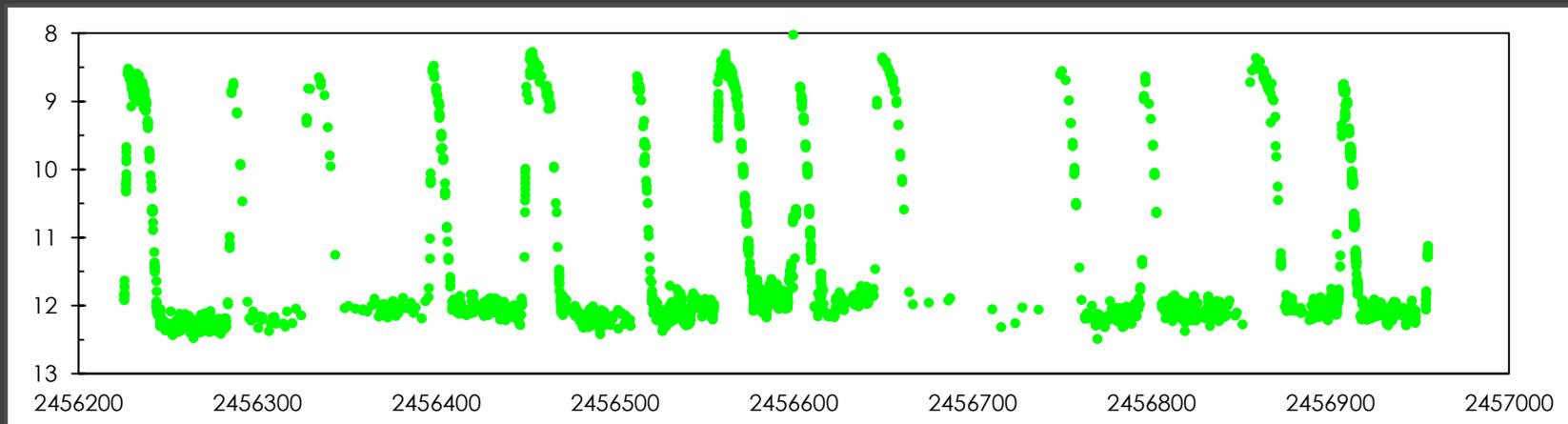
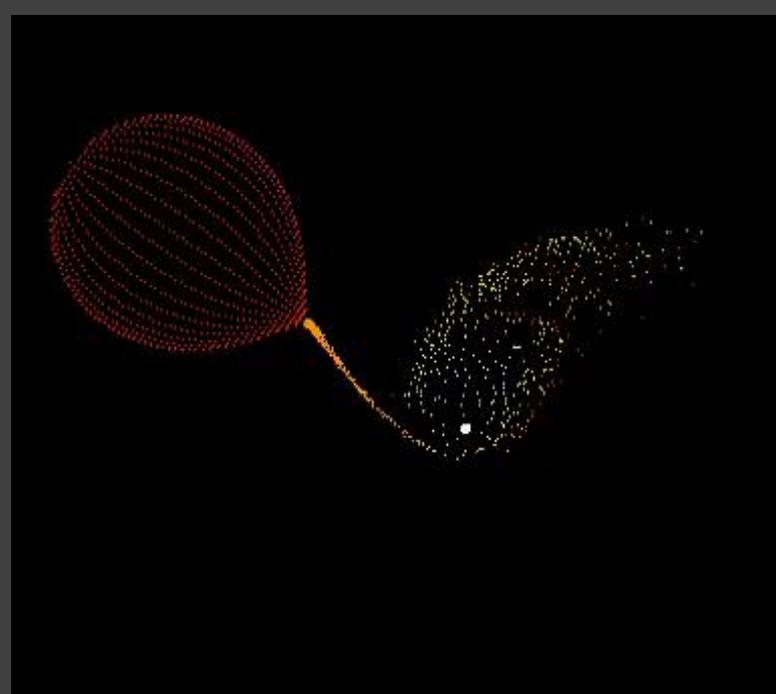
© Mark A. Garlick space-art.co.uk

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 »

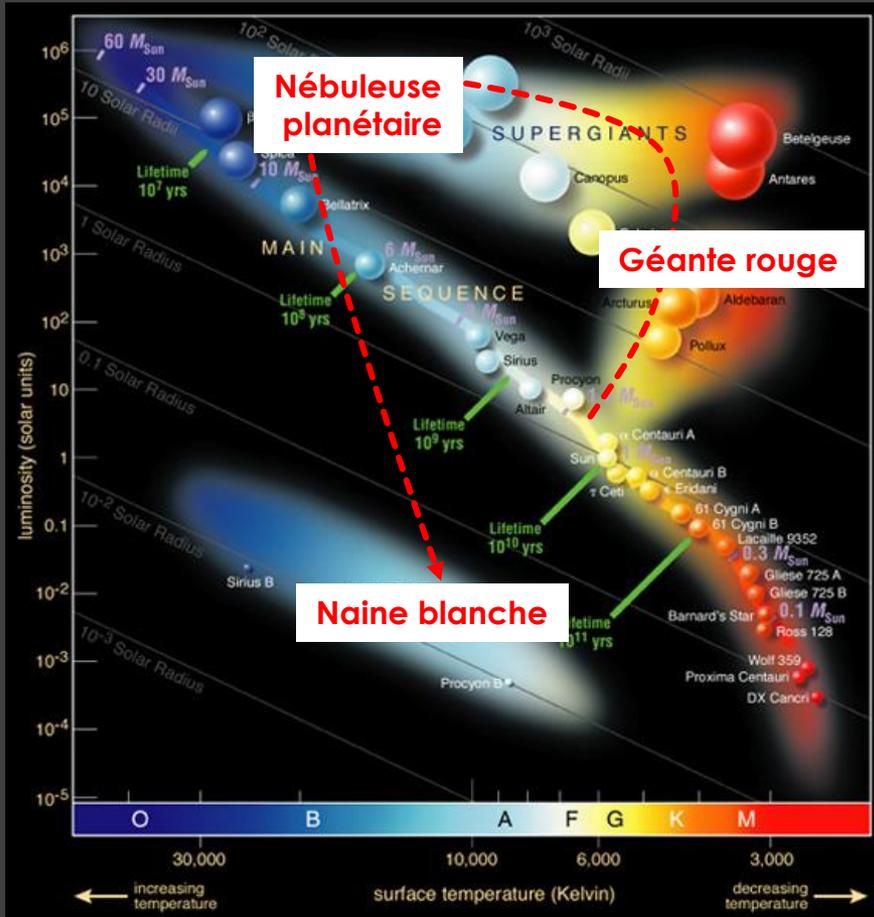


SS Cygni - Courbe de luminosité V - 2 ans - AAVSO

# Naine blanche

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

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



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)

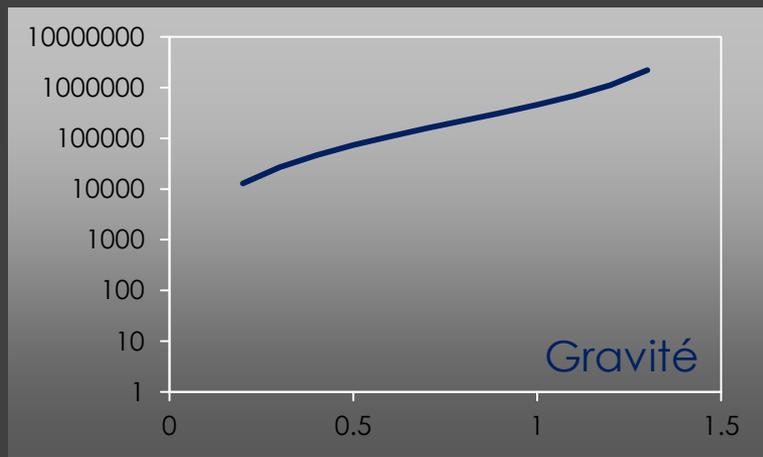
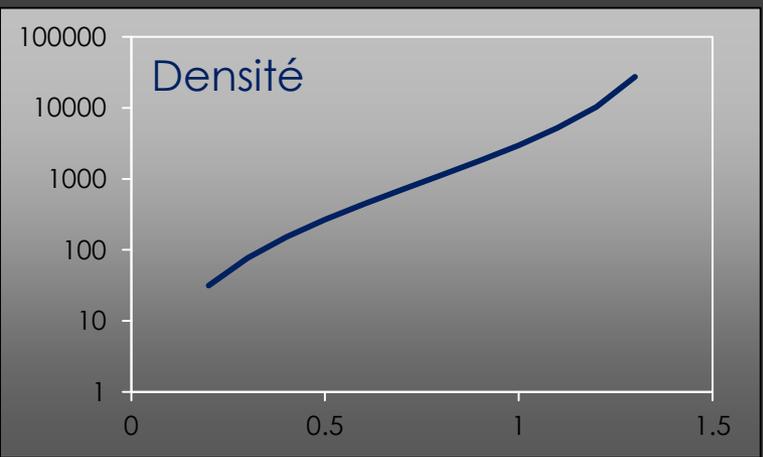
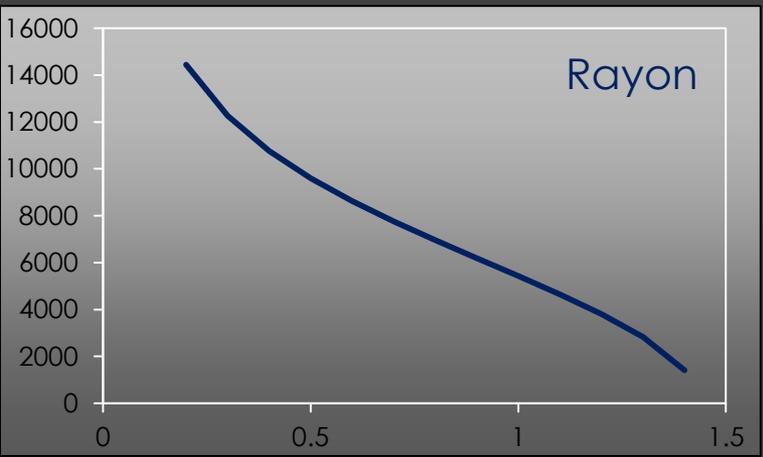
# Naines blanches

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

**0.6 M<sub>⊙</sub>**

**1.0 M<sub>⊙</sub>**

**1.3 M<sub>⊙</sub>**



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

## Matière « normale »

Loi des gaz parfaits

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

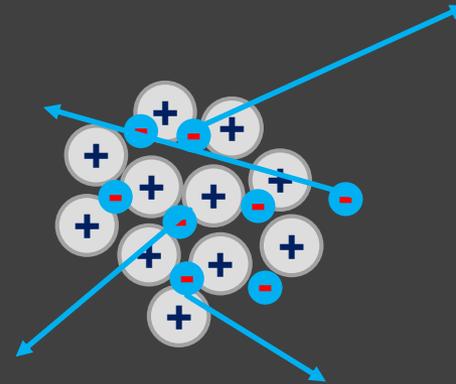
$$P \equiv \rho . T$$

En l'absence de confinement :

Augmentation de température

⇒ Augmentation de volume

## Matière « dégénérée »



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

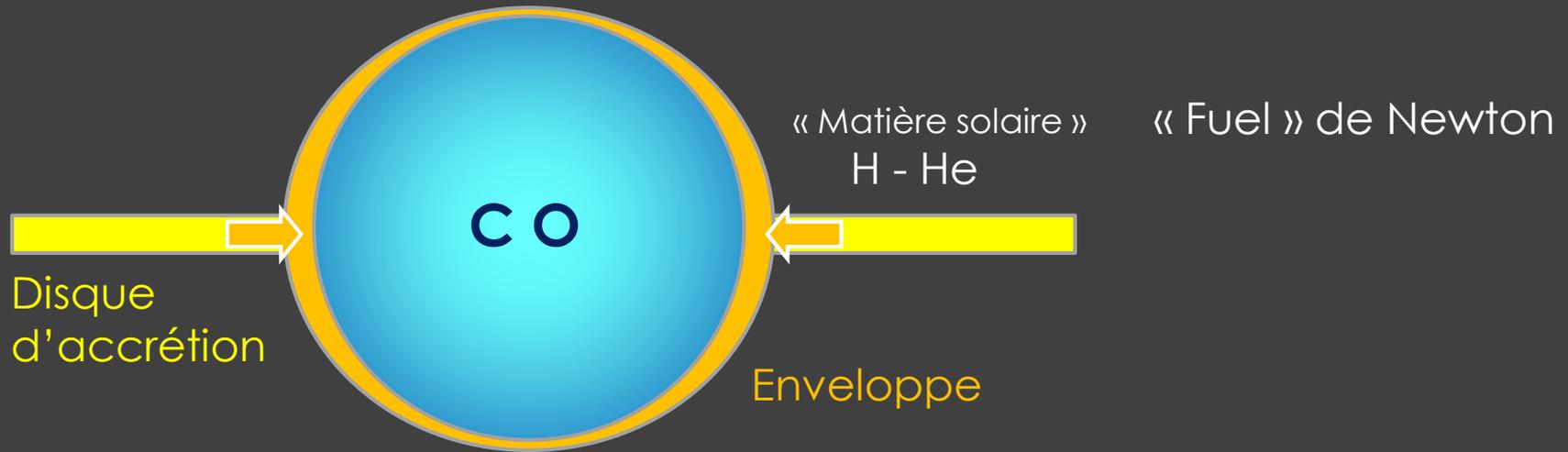
Augmentation de température

⇒ **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



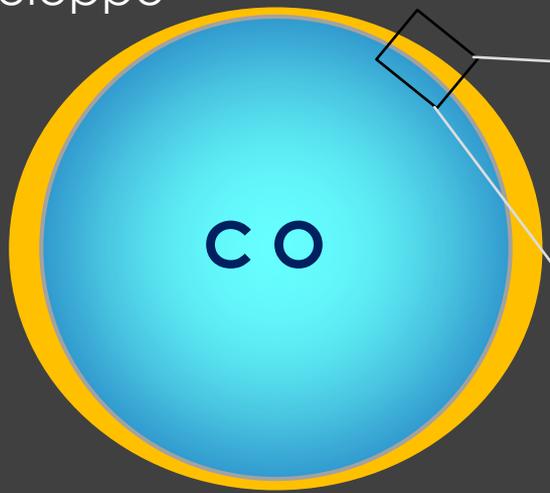
Débit : ?

Accumulation de matière  
(+++ 100 années)



Apport d'énergie  
Gravitationnelle et cinétique  
+ compression

Enveloppe



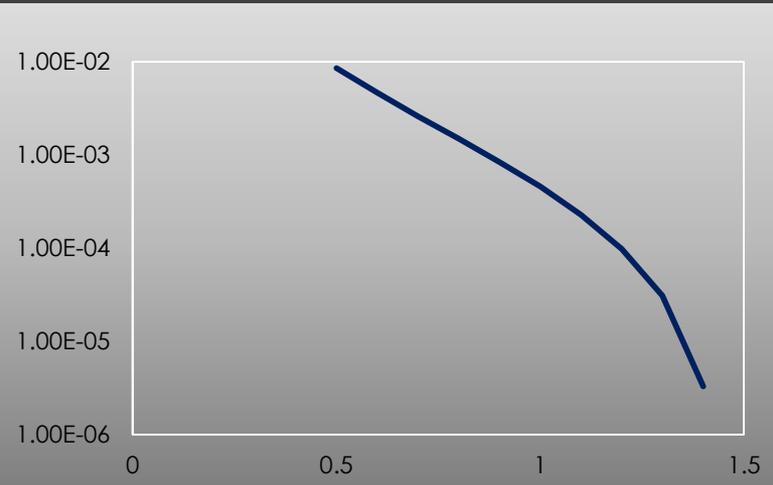
$$P = \frac{G \cdot M_{wd} \cdot M_{env}}{4 \cdot \pi \cdot R_{wd}^4}$$

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

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<sup>-2</sup>  
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)



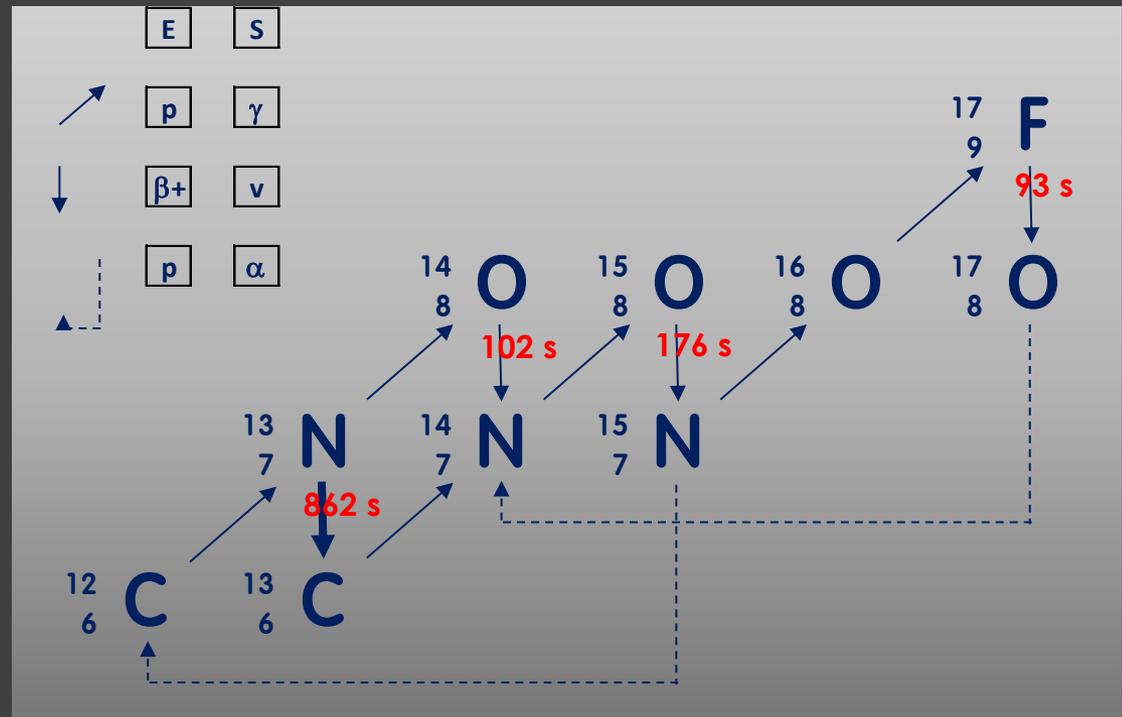
T = - 1 mois à -600 sec

Convection à la base de l'enveloppe

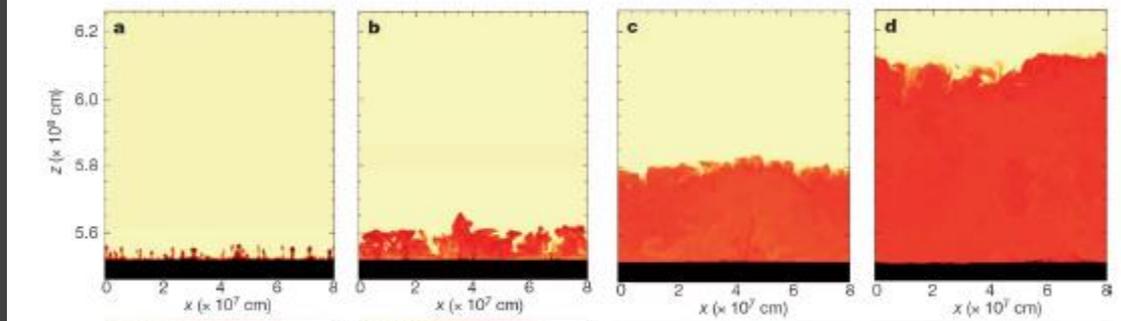


T ~ 2.5 10<sup>7</sup> K (25 000 000 K)

Cycle CNO devient prépondérant  
CNO froid



T = 0 sec

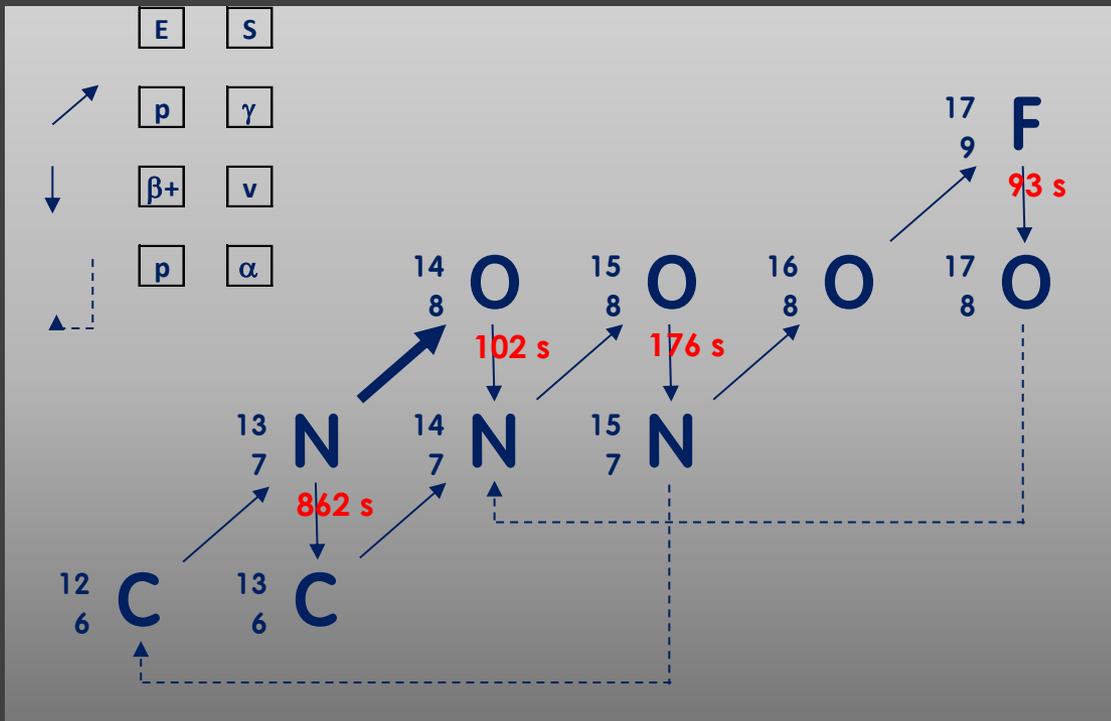


Convection jusqu'à la surface



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

Cycle CNO devient prépondérant  
CNO chaud



$T = 600 \text{ sec}$

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



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

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

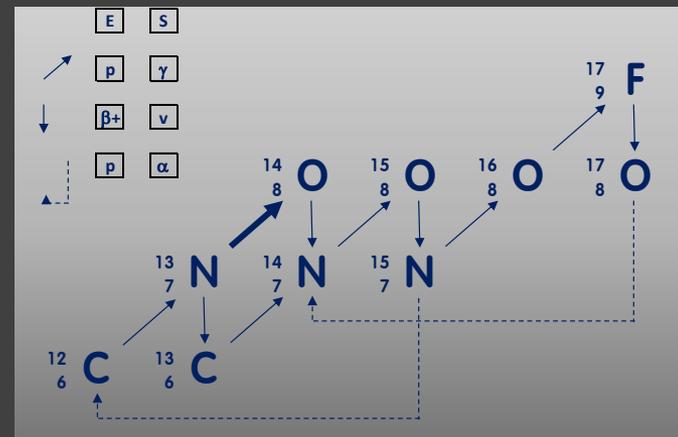
Matière non dégérée

**Expansion de l'enveloppe**

3D simulation  
Casanova & al., 2011

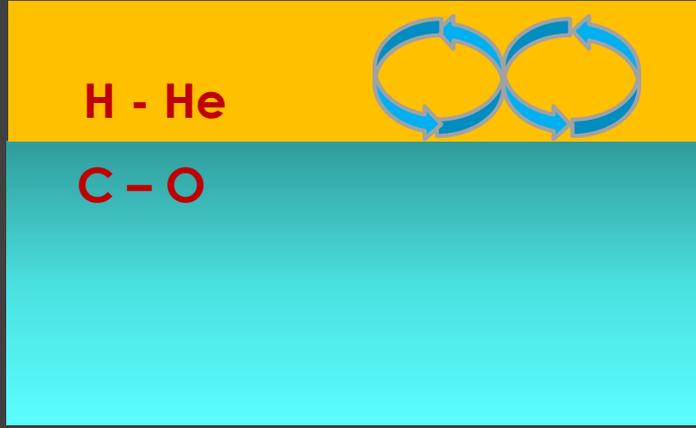
**Poursuite production d'énergie**  
 $\beta^+$

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



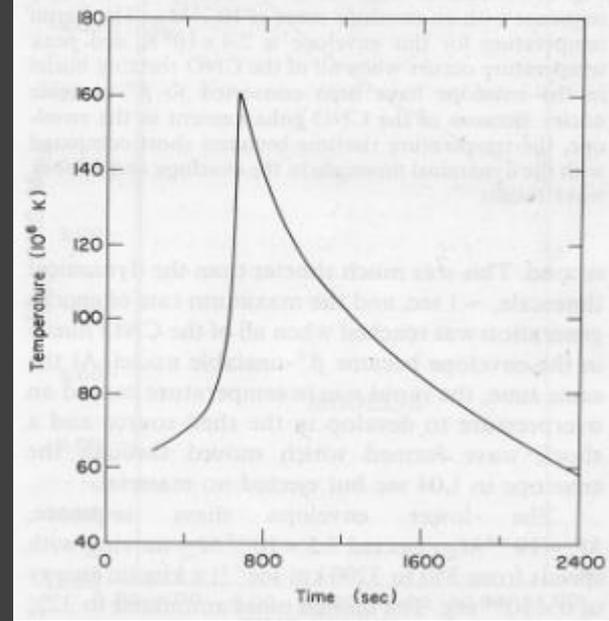
T = 700 sec

V ~ 10 km.s<sup>-1</sup>



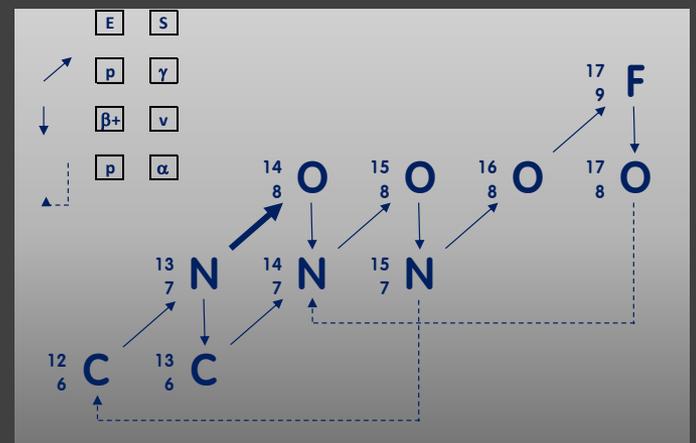
T ~ 1.4 10<sup>8</sup> K (140 000 000 K)

Maximum température

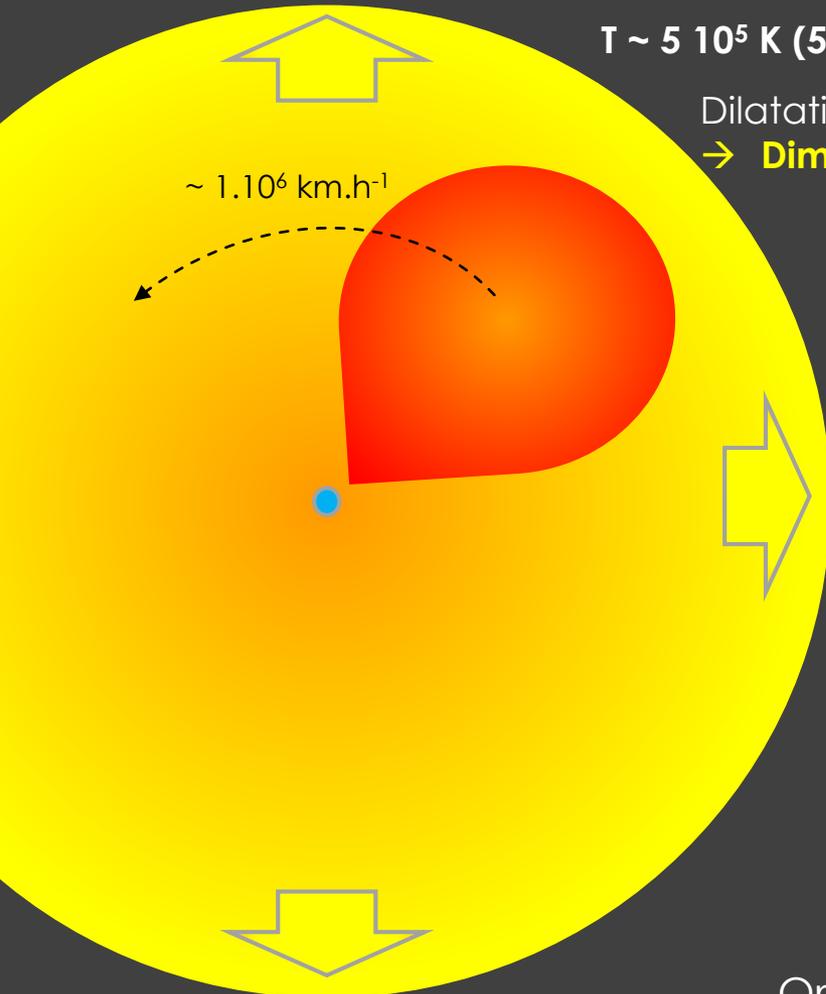


Poursuite production d'énergie  
Malgré l'expansion de l'enveloppe

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



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  $L_{\text{Edd}}$   
→ Augmentation vitesse d'expansion**

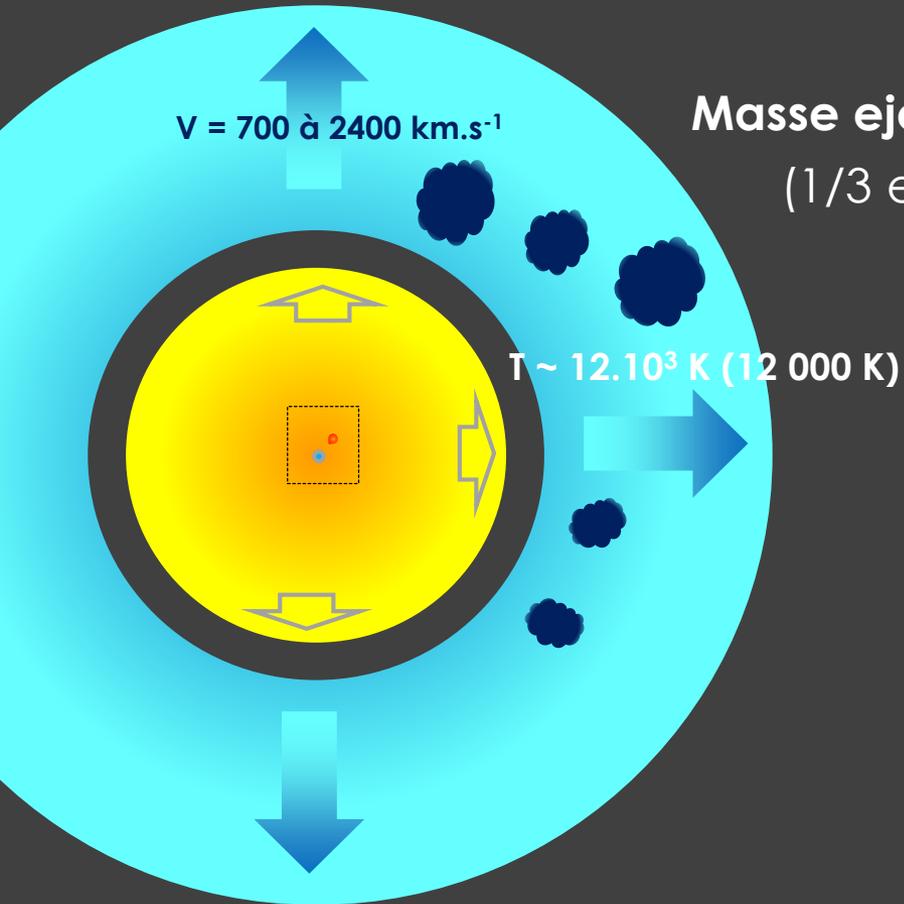
Valeur approximative

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

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

Echelle ~1 million de km

T ~ 1 jour

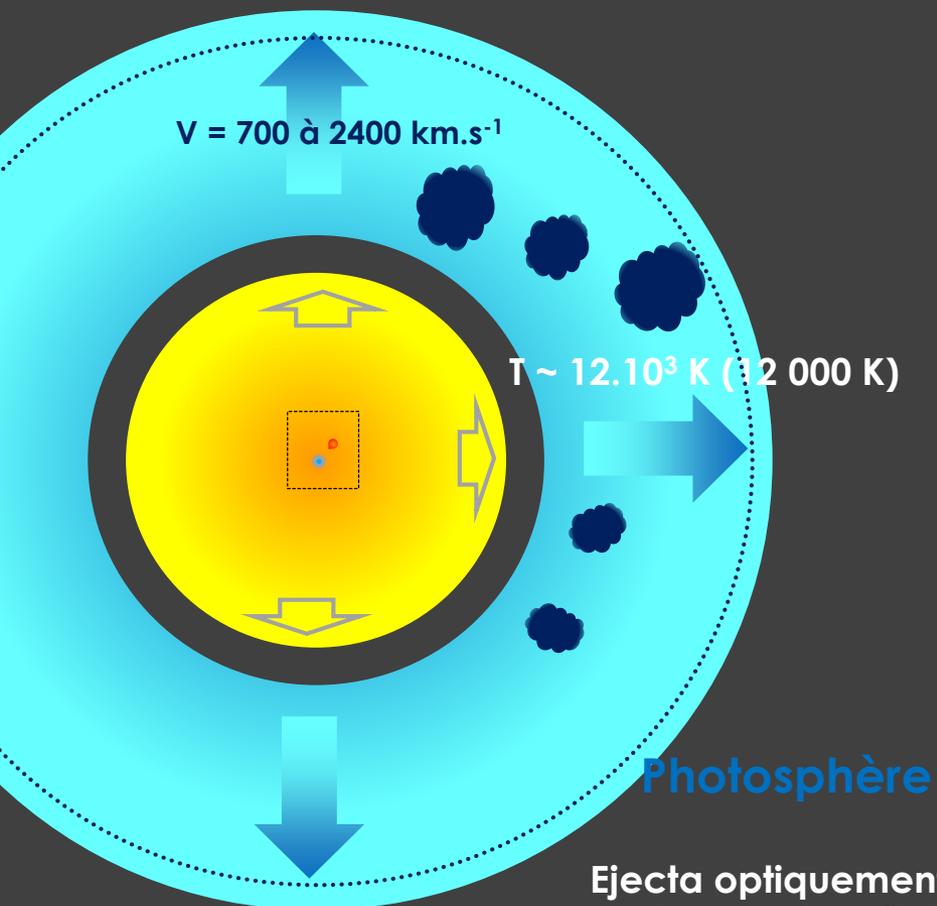


Masse ejecta =  $3,5 \cdot 10^{-5} M_{\odot}$   
(1/3 enveloppe initiale)

Hétérogénéité  
Lobes bipolaires  
Anneaux

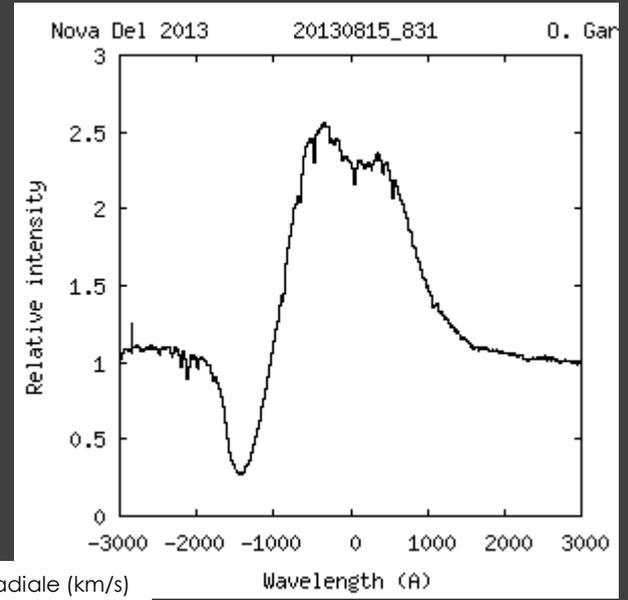
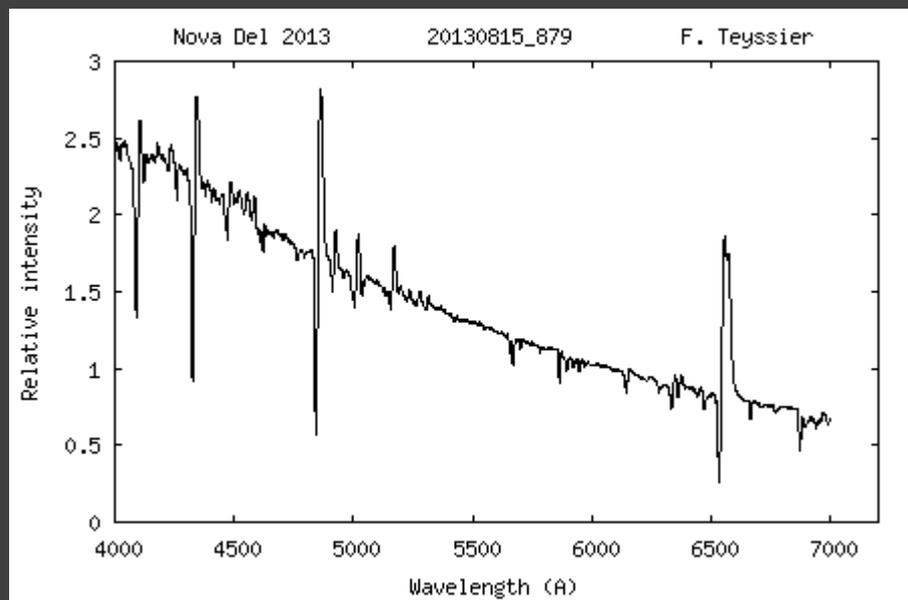
Echelle ~ 50 millions de km

T ~ 1 jour



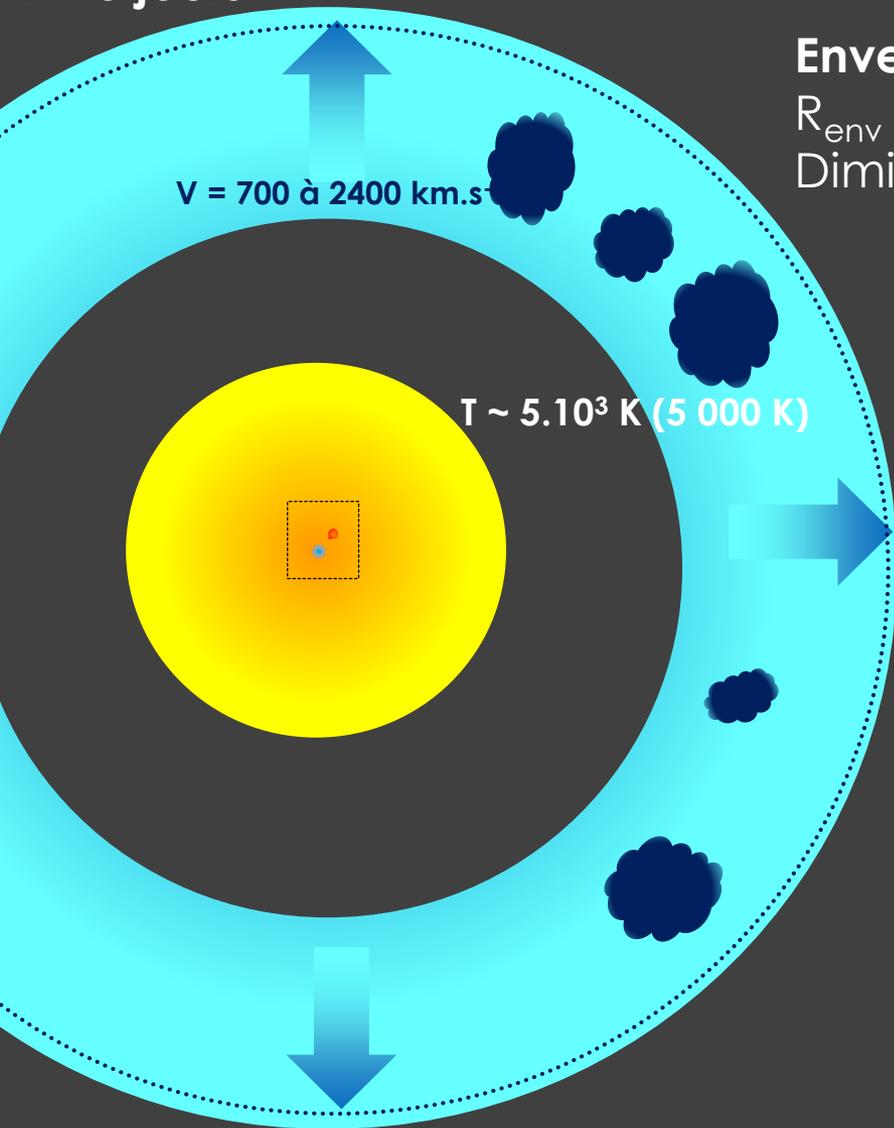
**Ejecta optiquement épais**  
 Nombreuses raies métalliques en absorption  
 Fe II émission + P Cygni  
 Raies Balmer Profond profil P Cygni

—●—●—  
 Echelle ~ 50 millions de km



Vitesse radiale (km/s)

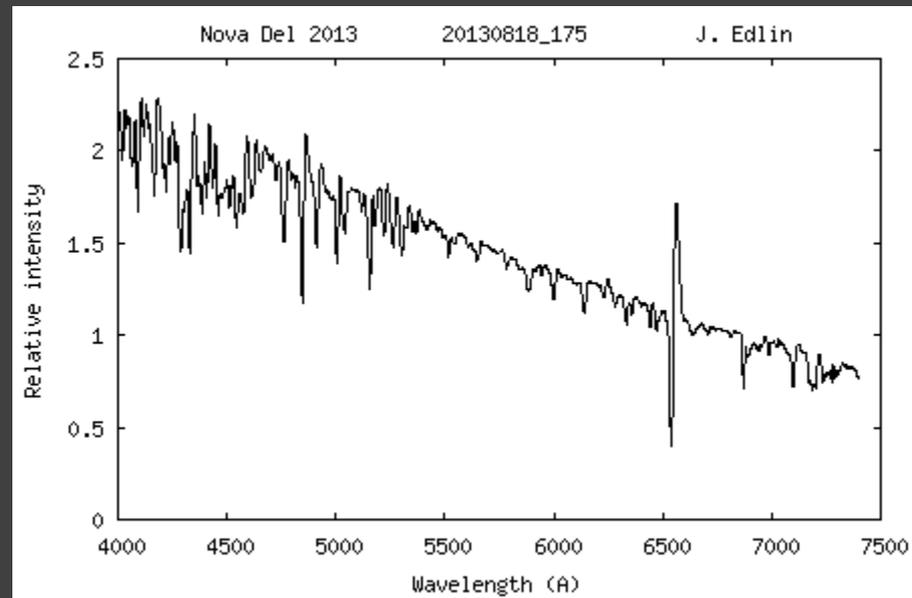
T ~ 5 jours



Enveloppe à son maximum de dilatation

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

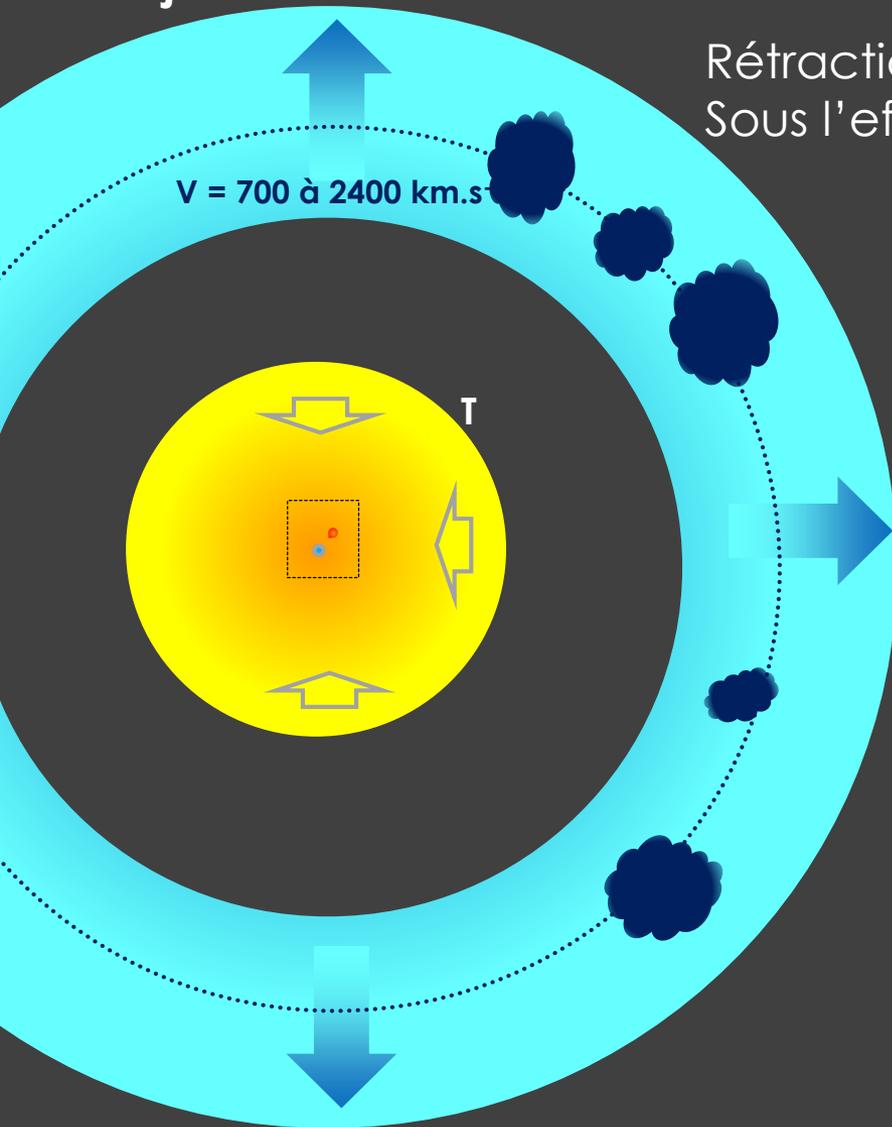
Diminution température



Echelle ~ 100 millions de km

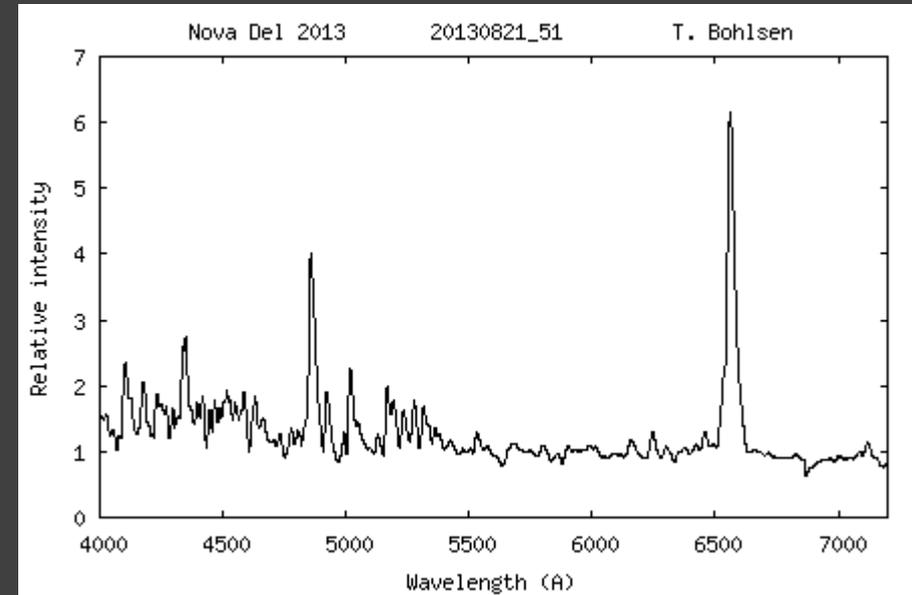
Vitesse radiale (km/s)

T ~ 10 jours



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

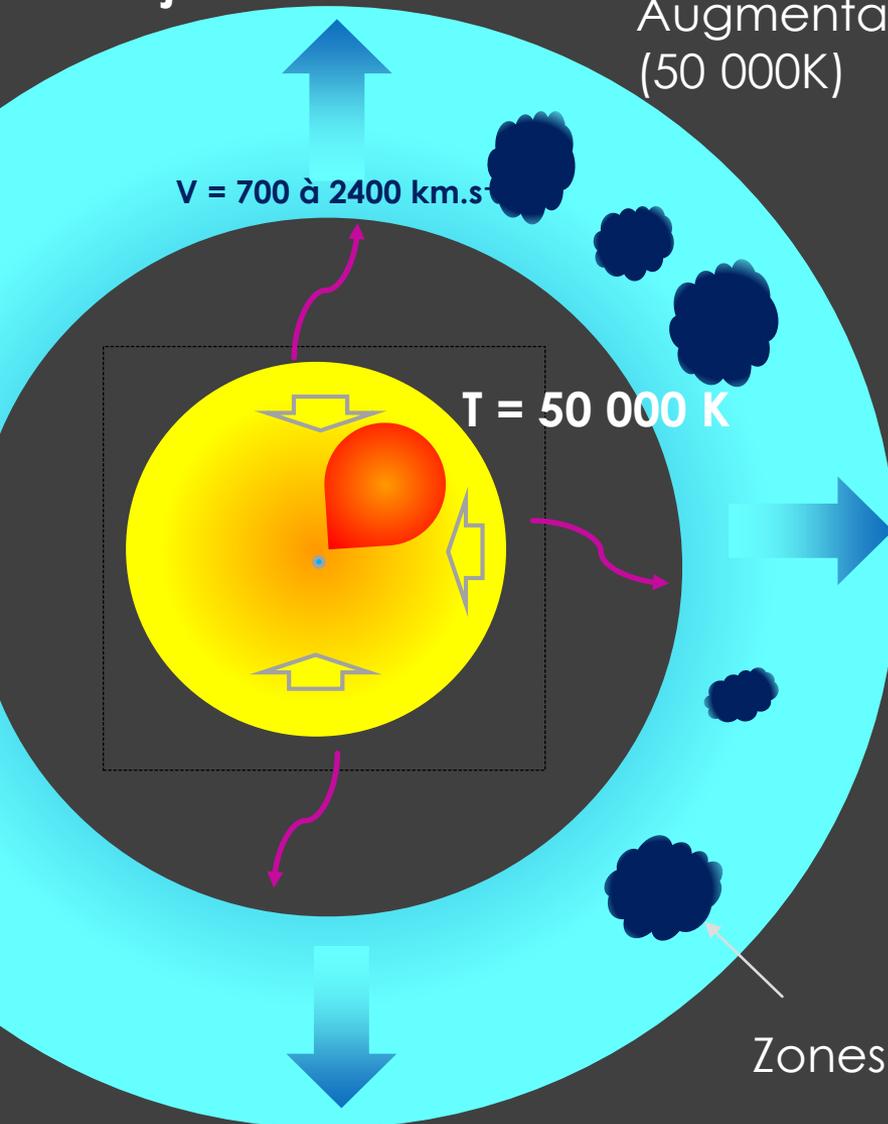
Forte augmentation des raies émission



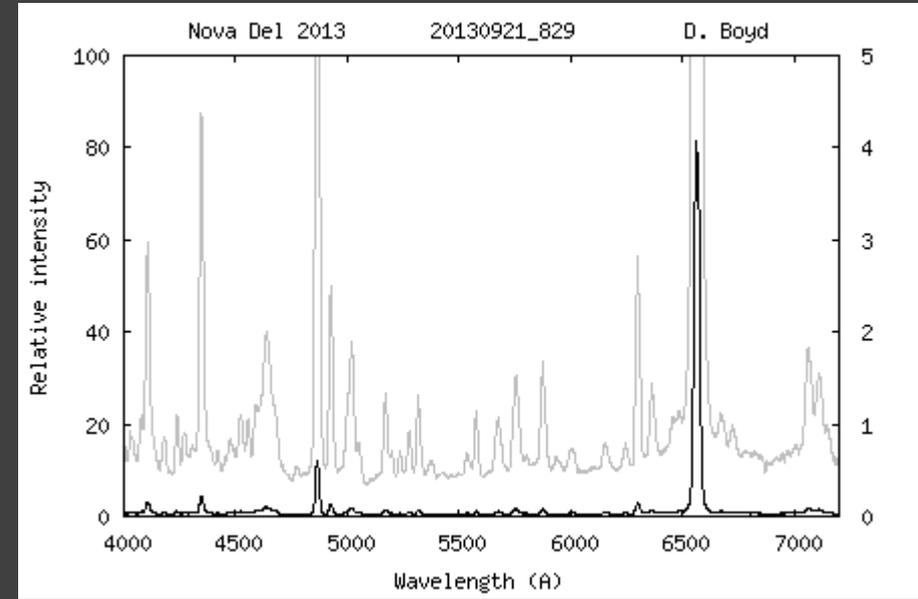
Echelle ~ 100 millions de km

$T \sim 30$  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



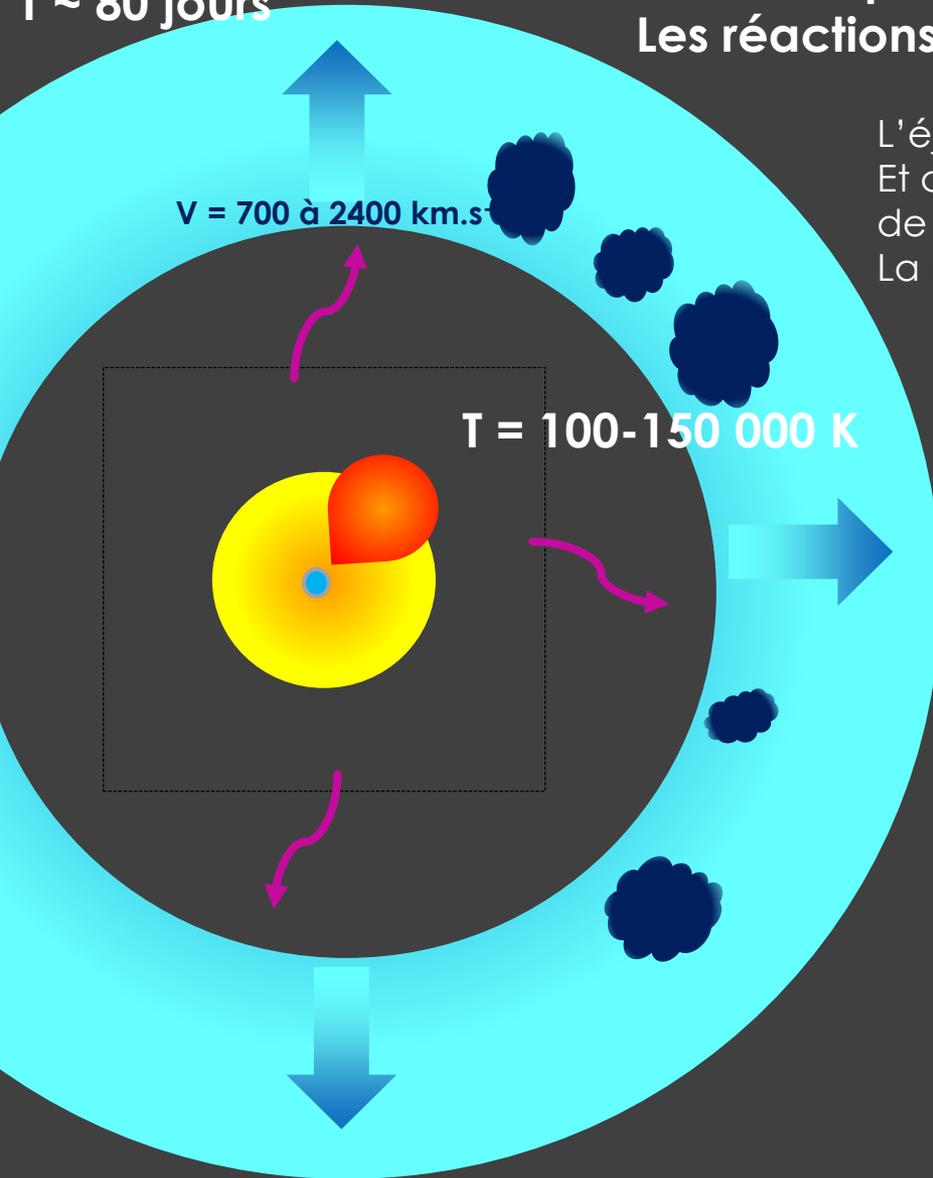
**Diminution de la densité de l'ejecta**  
**Formation des « raies interdites »**  
(excitées par collision)

Zones de forte densité

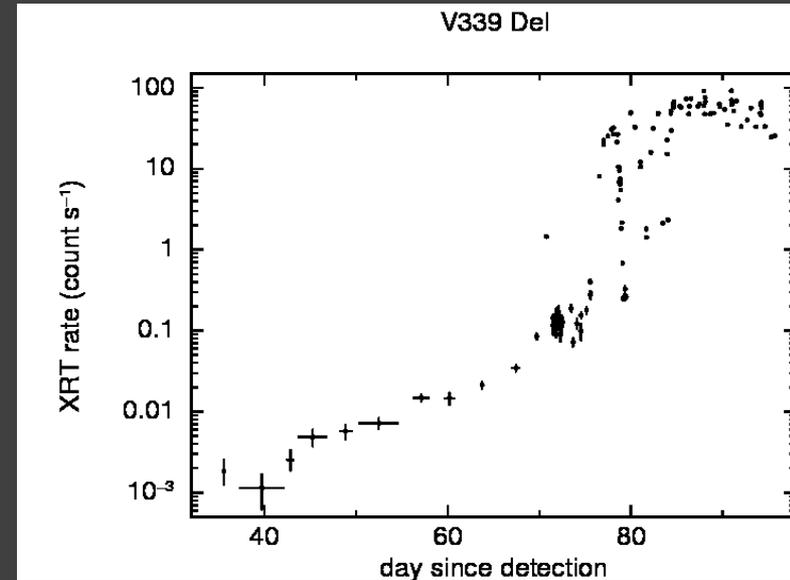
**Ejecta optiquement mince**

T ~ 80 jours

# Nouvel équilibre pour l'enveloppe Les réactions thermonucléaires se poursuivent

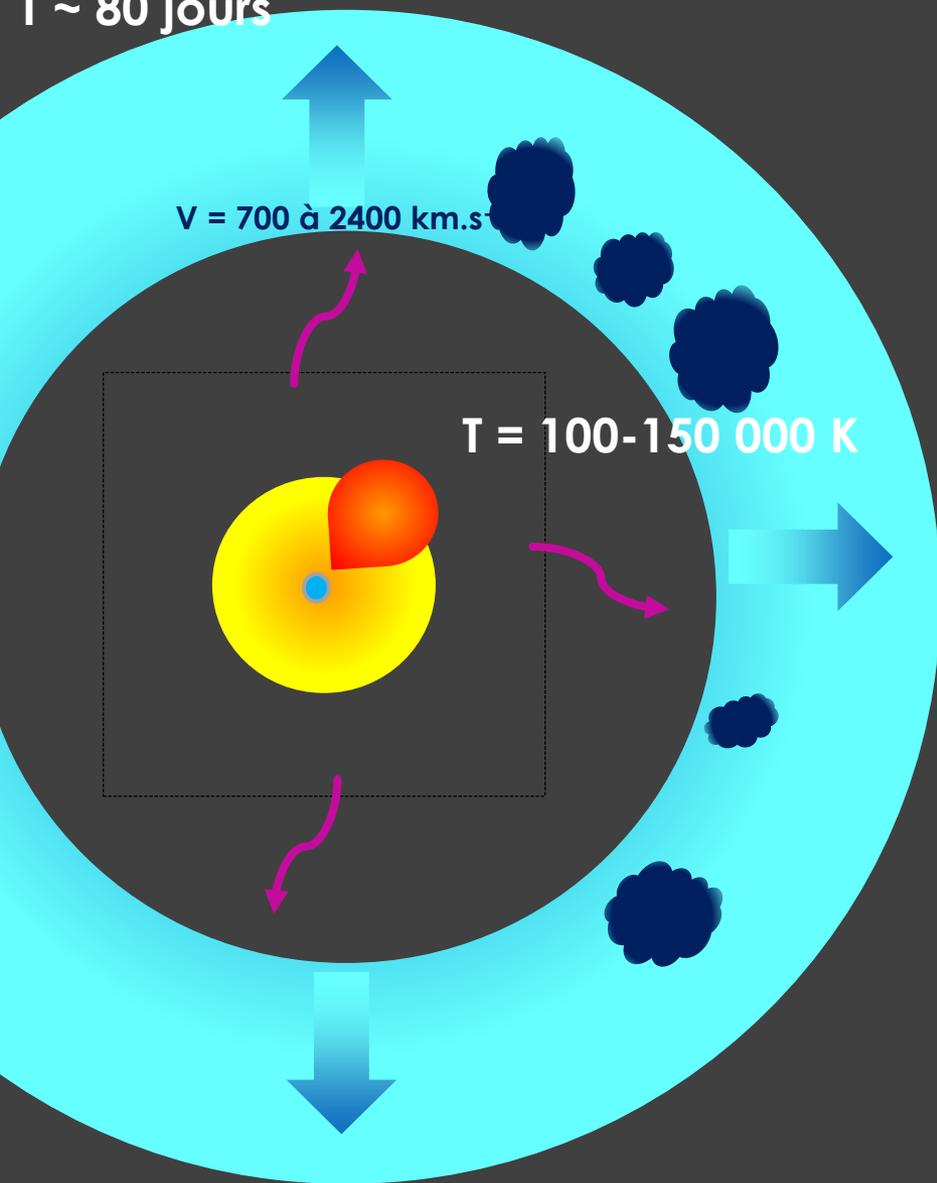


L'éjecta continue à se diluer  
Et devient transparent au rayonnement  
de forte énergie (100eV à 1keV)  
La nova devient une Super Soft Source

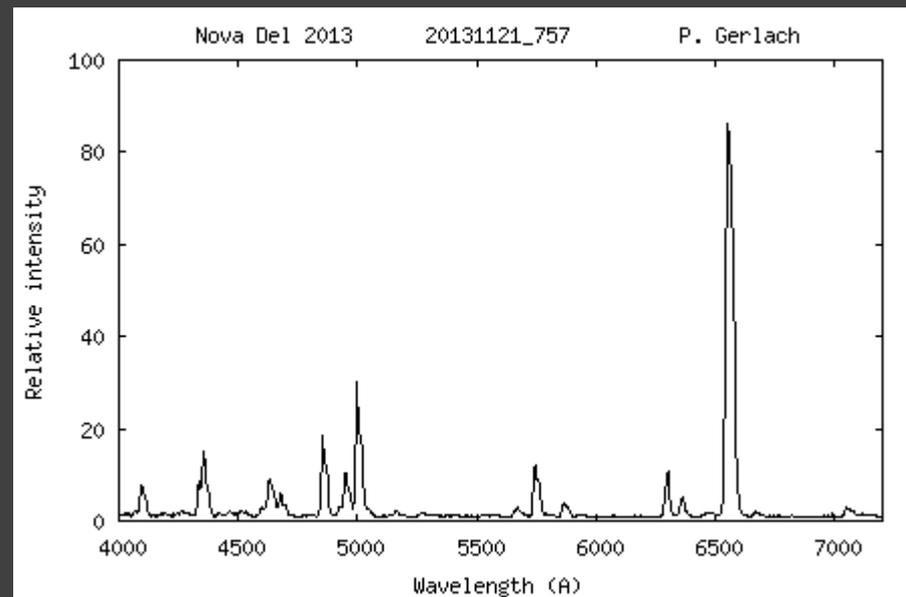


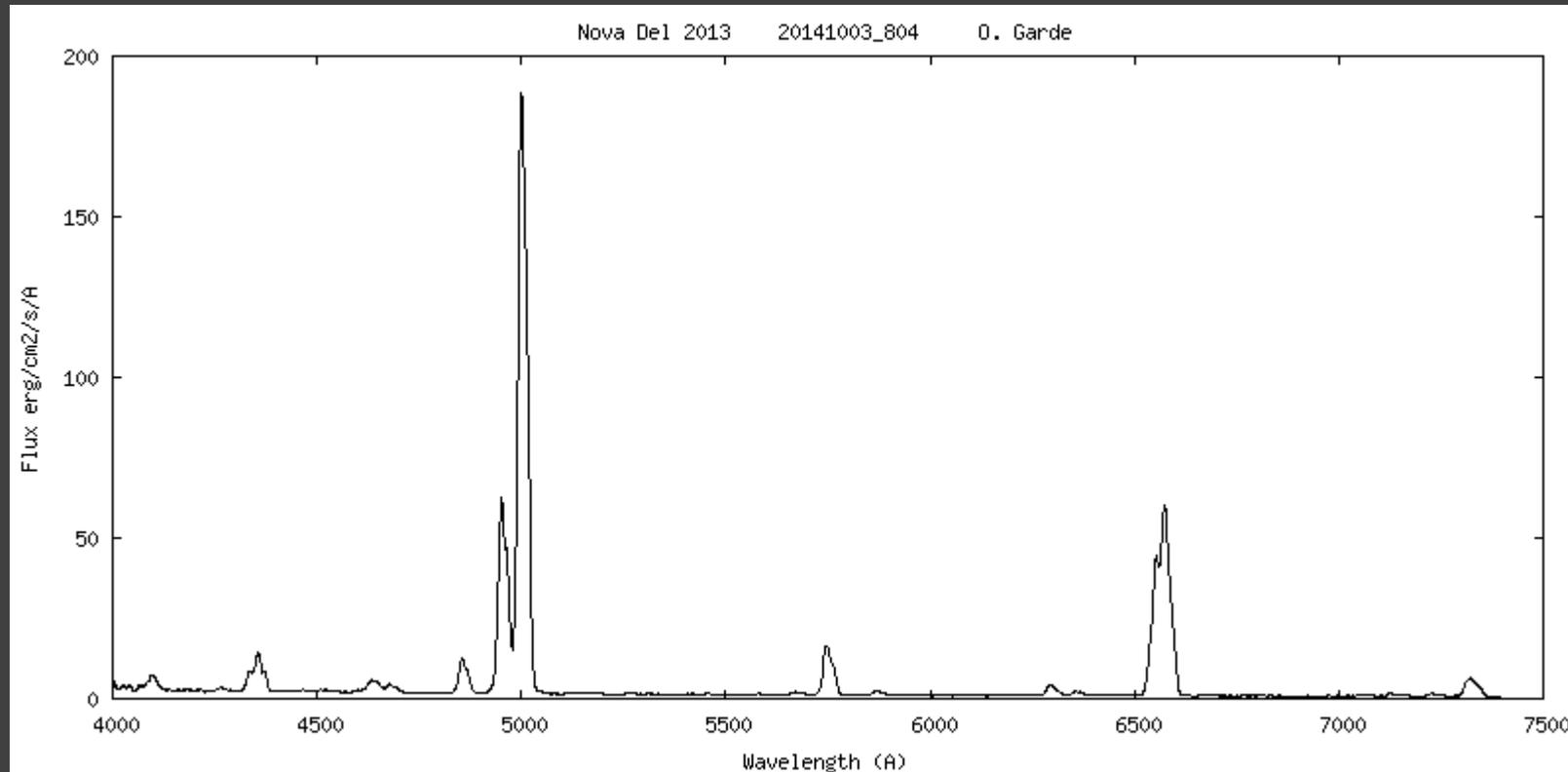
Swift

T ~ 80 jours

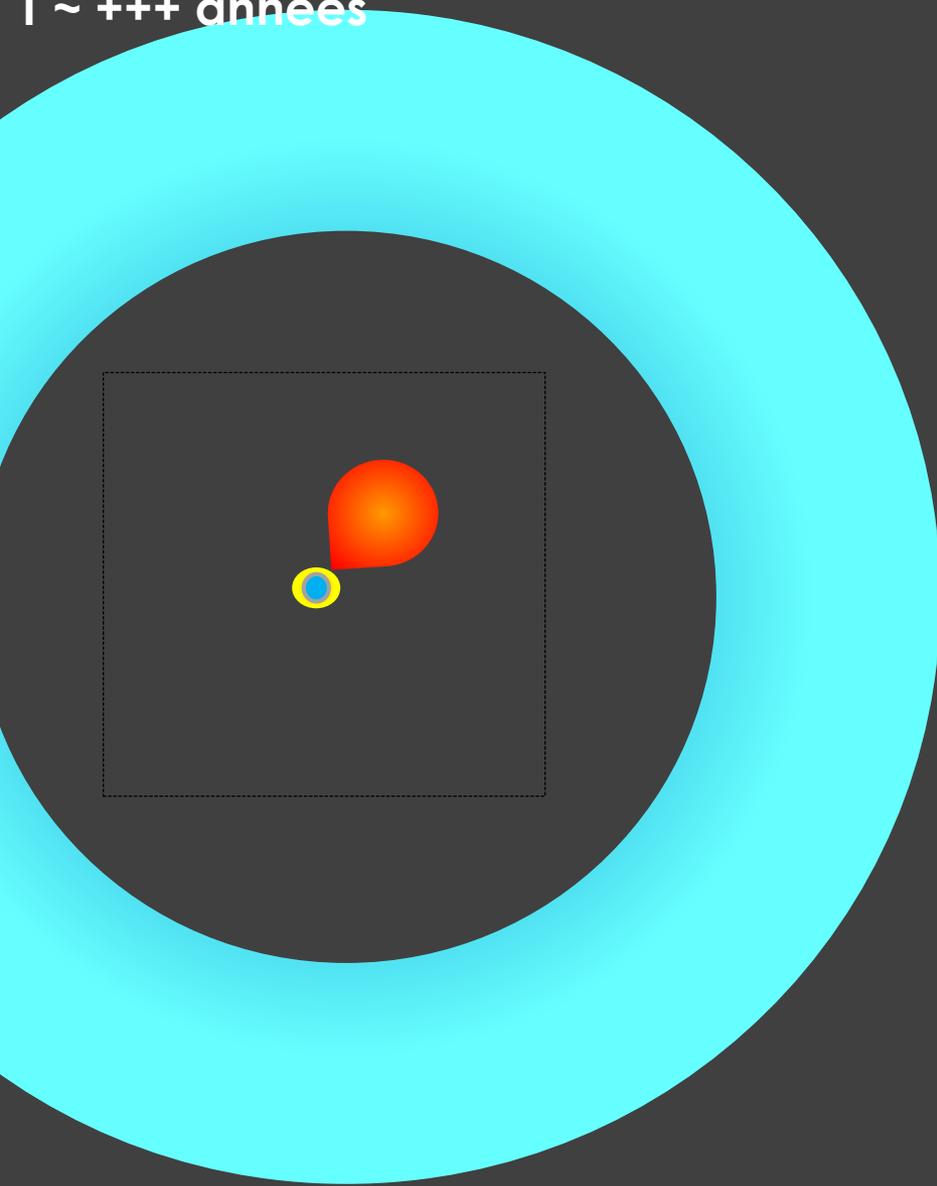


Ejecta optiquement mince  
Forte ionisation  
[OIII], He II



**T ~400 jours**Aspect 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

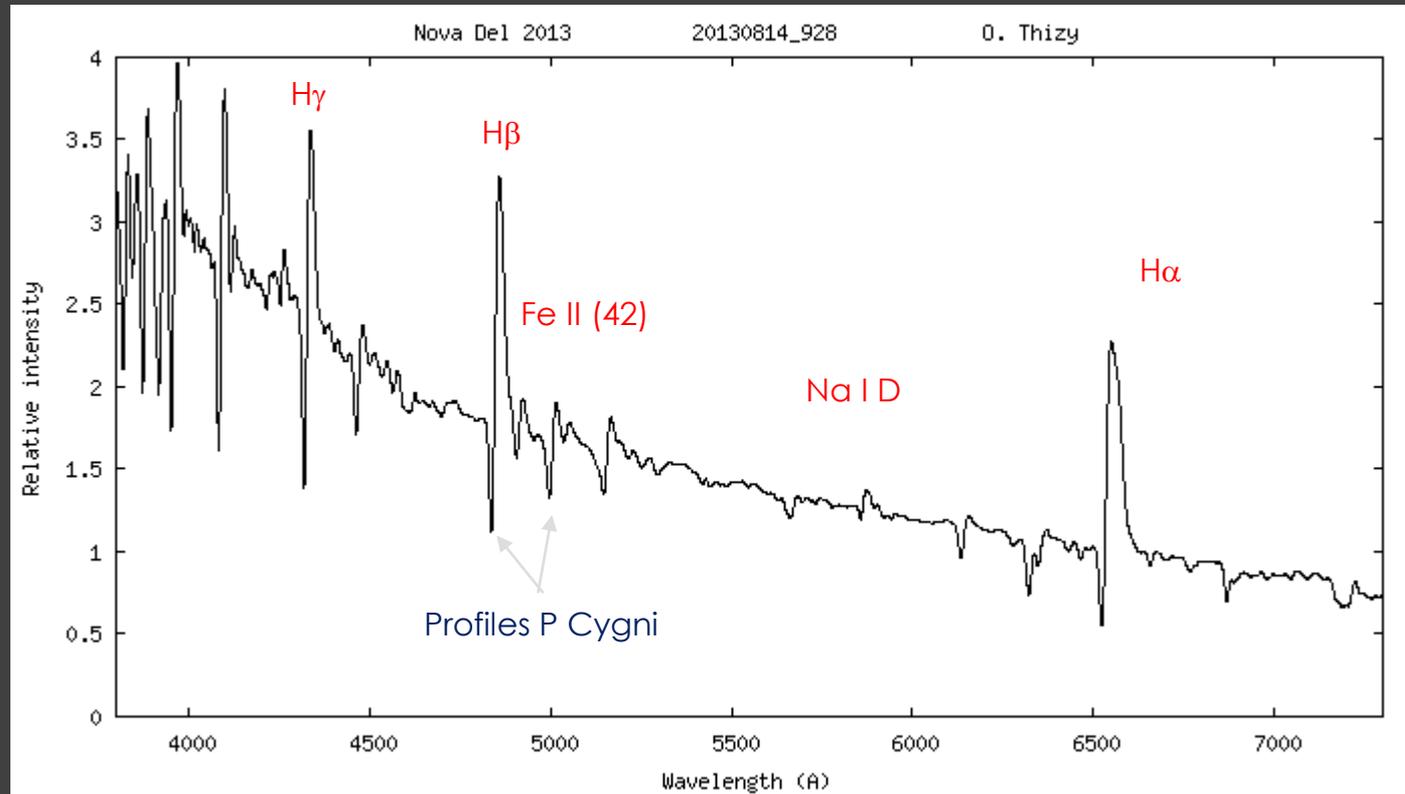
Decl. +20 46 04.1

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**

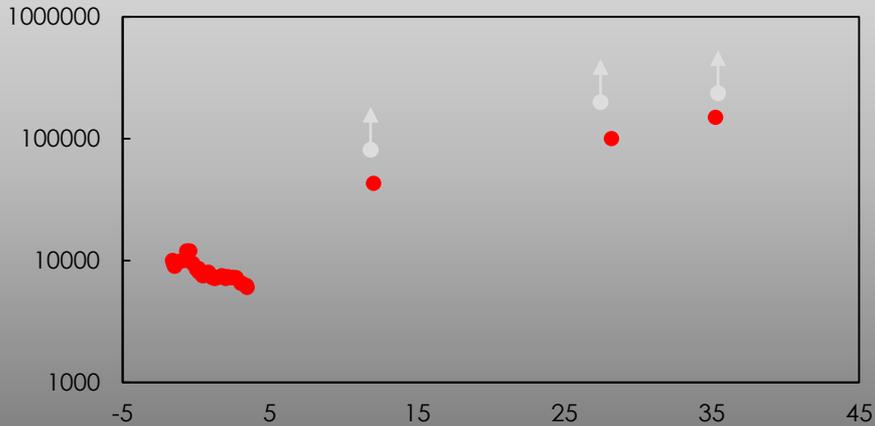
- Nova classique, CO
- Prototype (courbe de luminosité, développement spectral)
- 4<sup>ème</sup> nova observée dans le domaine gamma
- Observations coordonnées (HST, NOT, ...)
- Première nova résolution dans les premiers jours de l'outburst
- Une base spectrale unique en optique  
1140 spectres collectés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



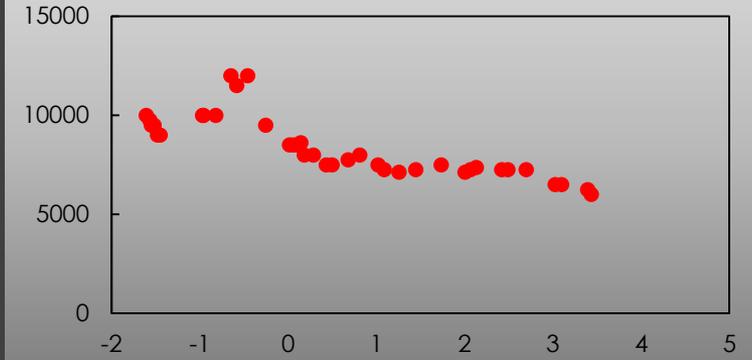
**Early evolution of the extraordinary Nova Del 2013 (V339 Del) \***

A. Skopal<sup>1\*\*</sup>, H. Drechsel<sup>2</sup>, T. Tarasova<sup>3</sup>, T. Kato<sup>4</sup>, M. Fujii<sup>5</sup>, F. Teyssier<sup>6</sup>, O. Garde<sup>7</sup>, J. Guarro<sup>8</sup>, J. Edlin<sup>9</sup>, C. Buil<sup>10</sup>,  
D. Antao<sup>11</sup>, J.-N. Terry<sup>12</sup>, T. Lemoult<sup>13</sup>, S. Charbonnel<sup>14</sup>, T. Bohlens<sup>15</sup>, A. Favaro<sup>16</sup>, and K. Graham<sup>17</sup>

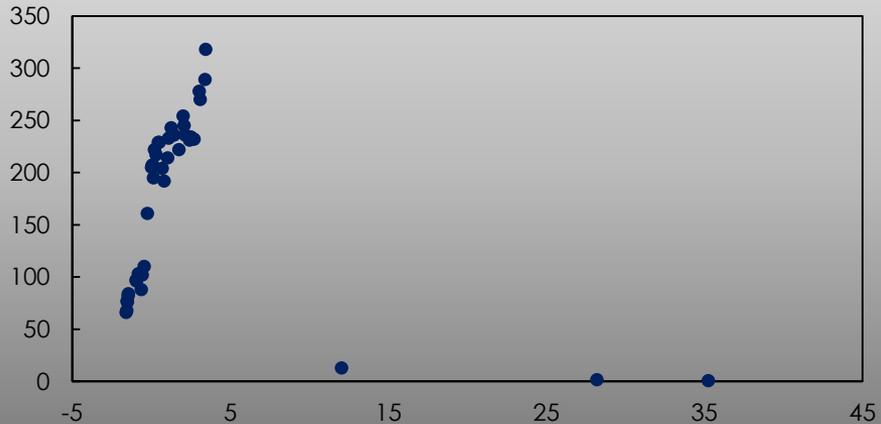
Température [K]



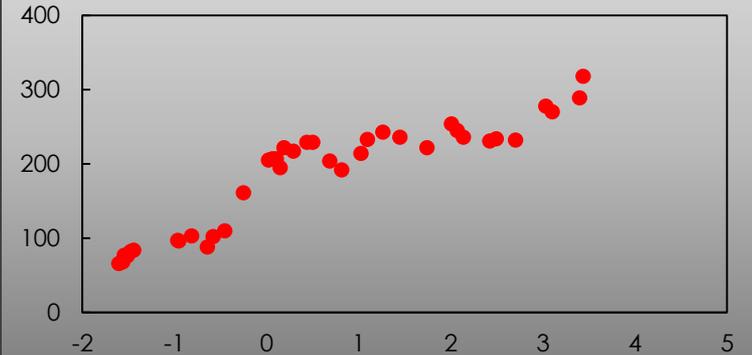
Température [K]

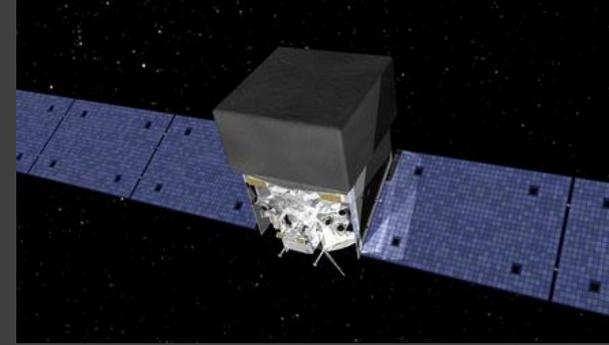


Rayon WD [ $R_{\odot}$ ]



Rayon WD [ $R_{\odot}$ ]

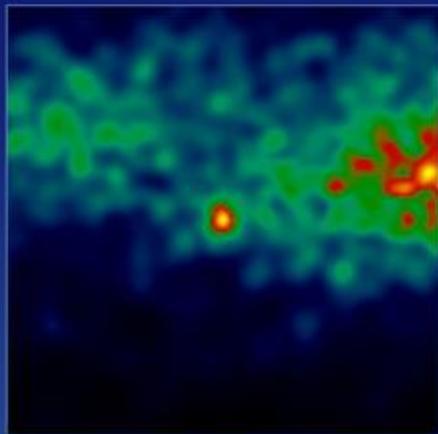




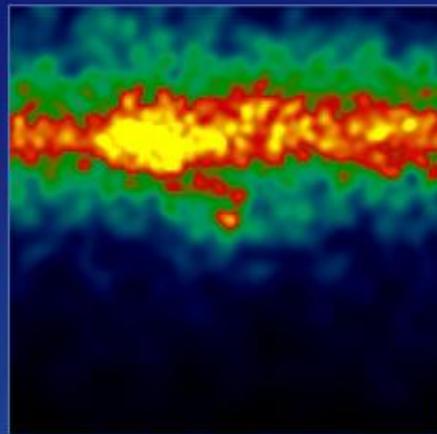
## Nova Del 2013

Quatrième nova observée en Gamma, deuxième nova classique

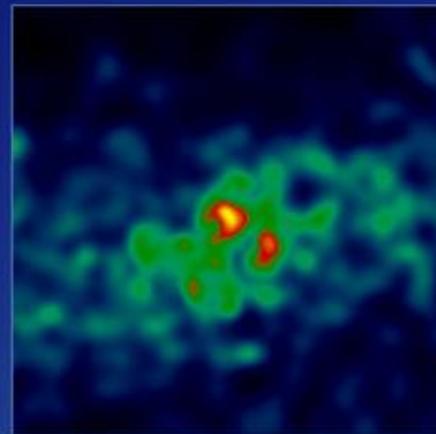
### Fermi's Gamma-ray Novae



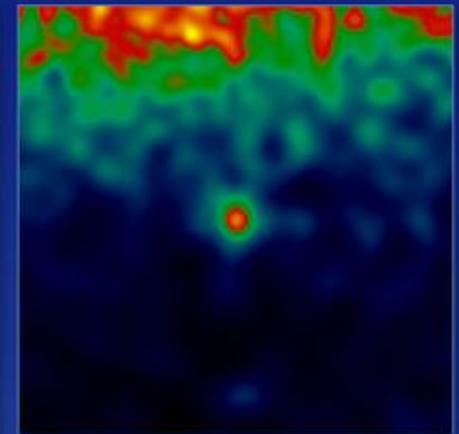
Nova Cygni 2010  
(V407 Cyg)



Nova Scorpii 2012  
(V1324 Sco)



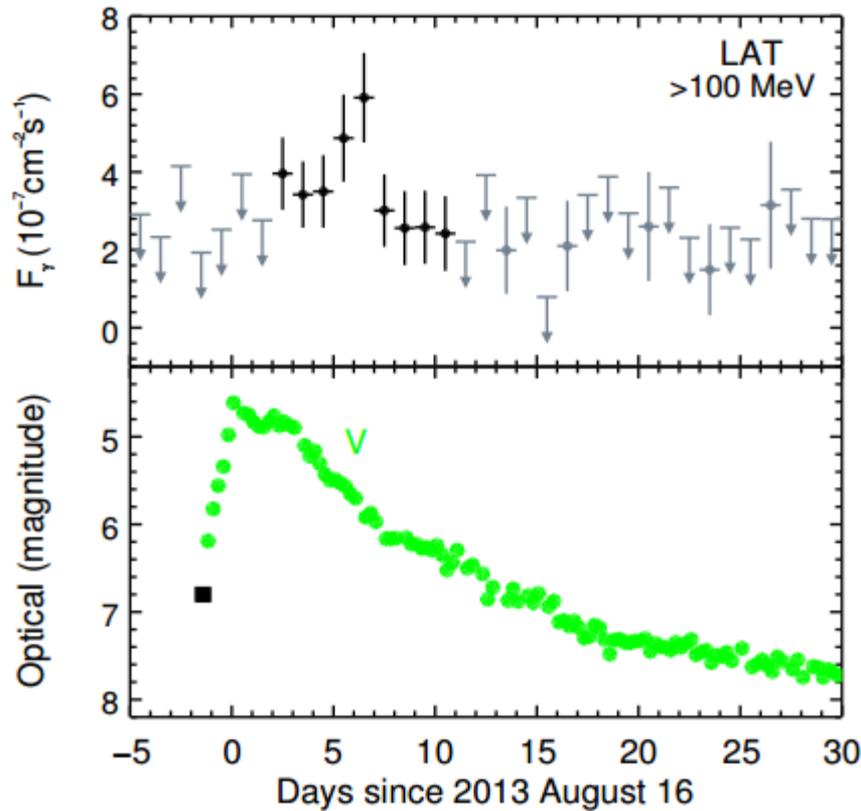
Nova Monocerotis 2012  
(V959 Mon)



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

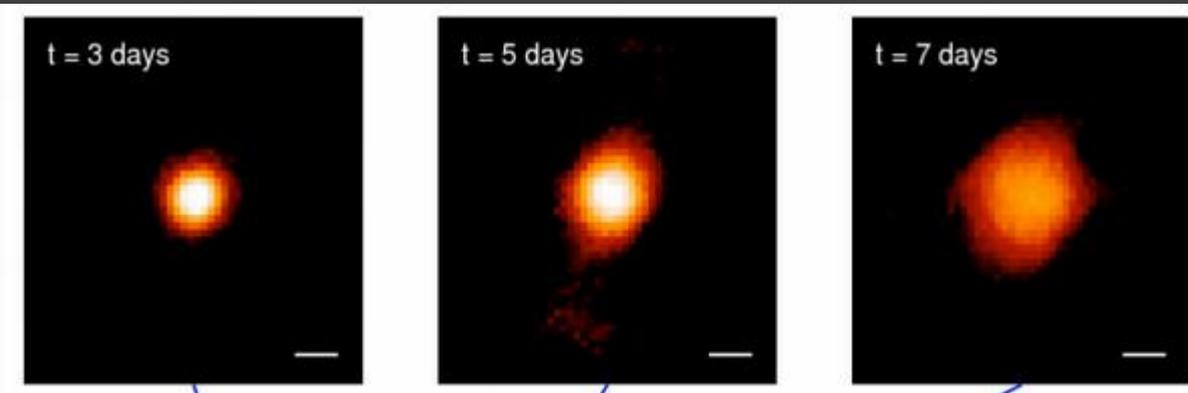
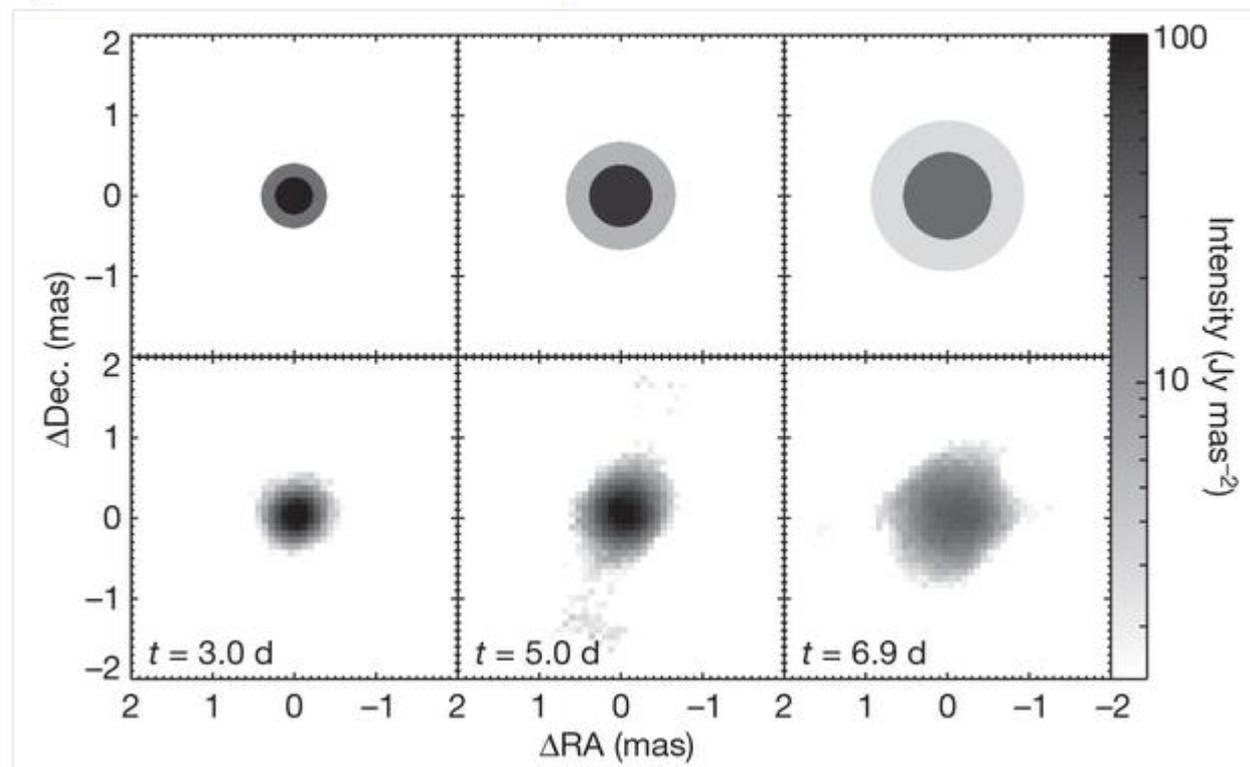


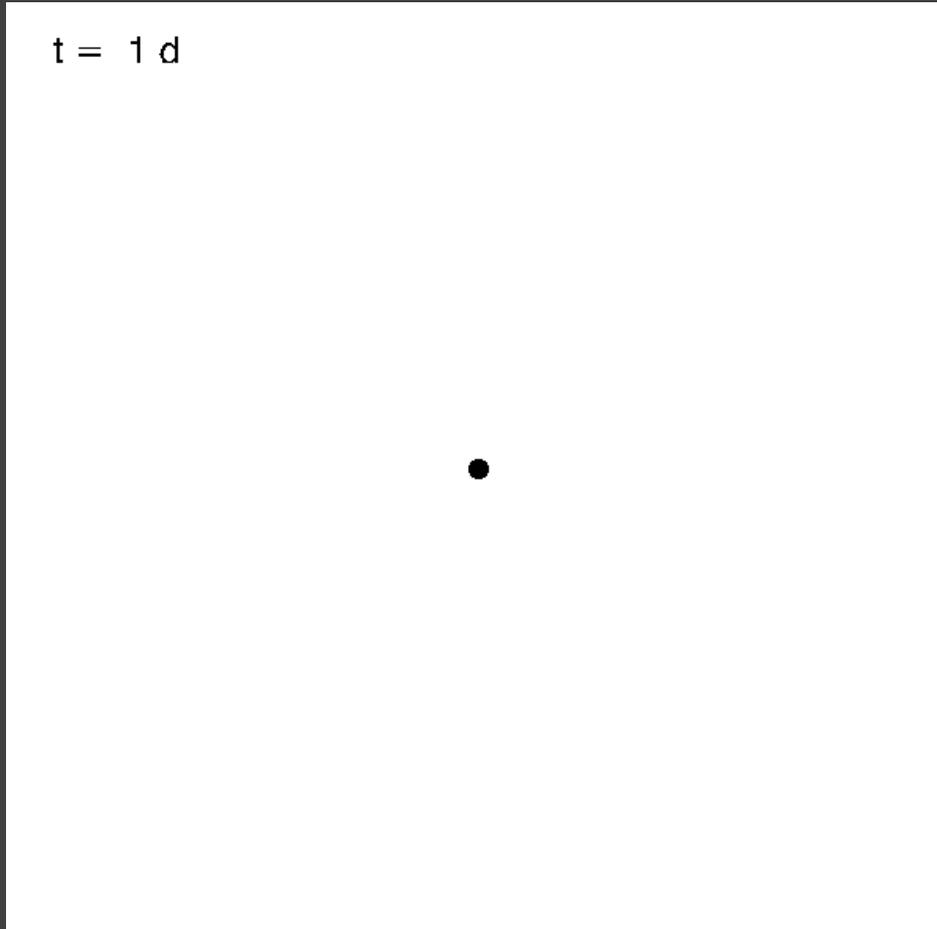
Figure 4: Model and reconstructed images of Nova Del 2013.



The expanding fireball of Nova Delphini 2013

G.H. Shaefer & al.

26 octobre 2014

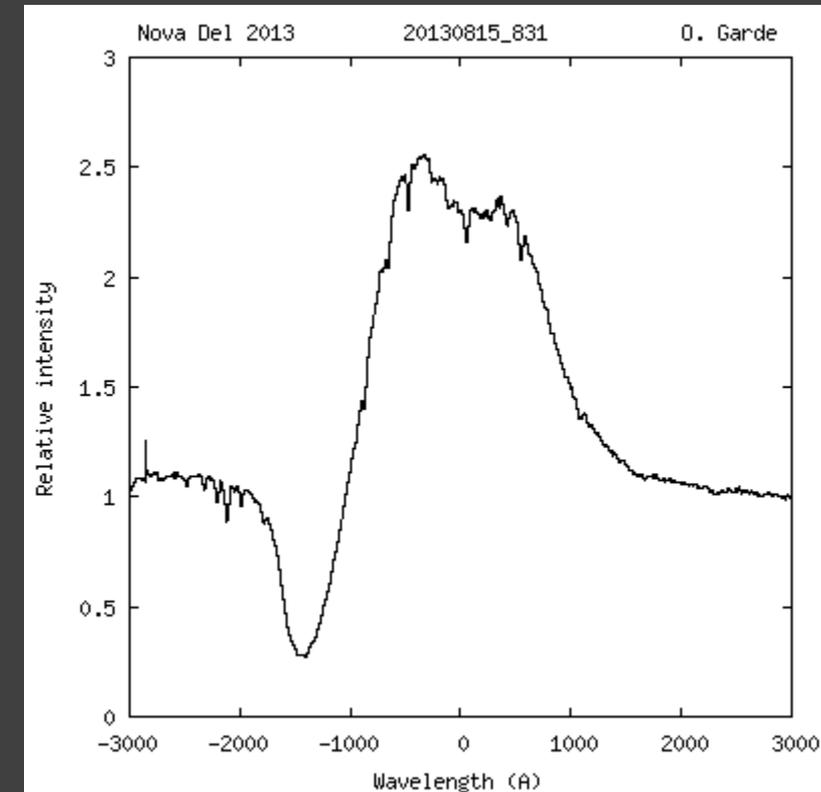


The expanding fireball of Nova Delphini 2013  
**G.H. Shaefer & al.**  
26 octobre 2014

From an analysis of spectra downloaded from the archive of the Astronomical Ring for Access to Spectroscopy<sup>17</sup>, we estimated the outflow speed near the continuum-forming layer to be  $V_{\text{ejection}} = 613 \pm 79 \text{ km s}^{-1}$

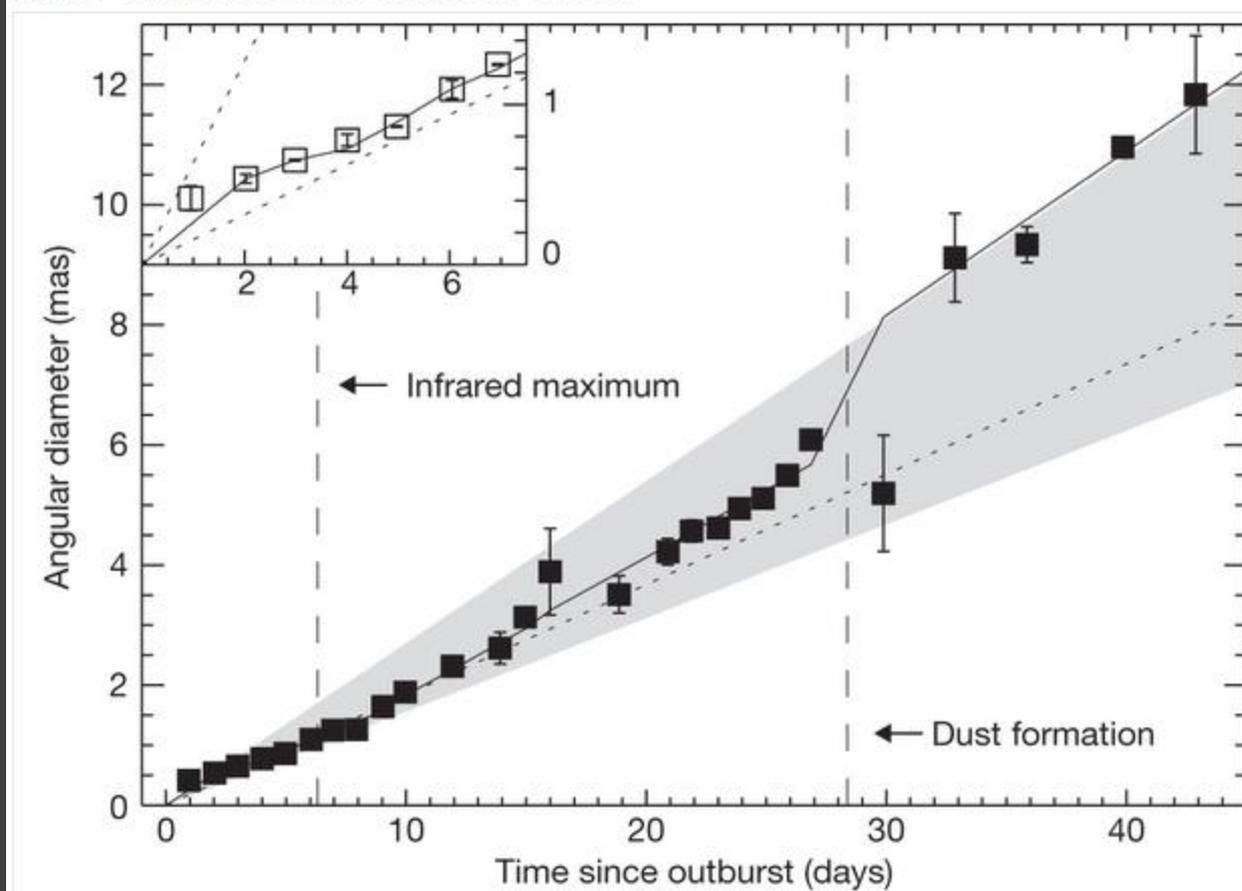
17 Shore, S. N. *et al.* Continuing spectroscopic observations (3500–8800Å) of Nova Del 2013 with the Ondrejov Observatory and the ARAS group. *Astron. Teleg.* **5312**, 1 (2013)

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

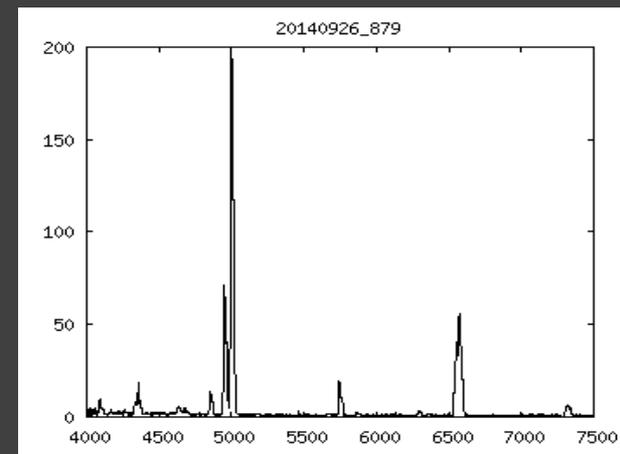
Figure 1: Expansion curve of Nova Del 2013.



distance to the nova of  
 $4.54 \pm 0.59$  kiloparsecs from the Sun

# Current status

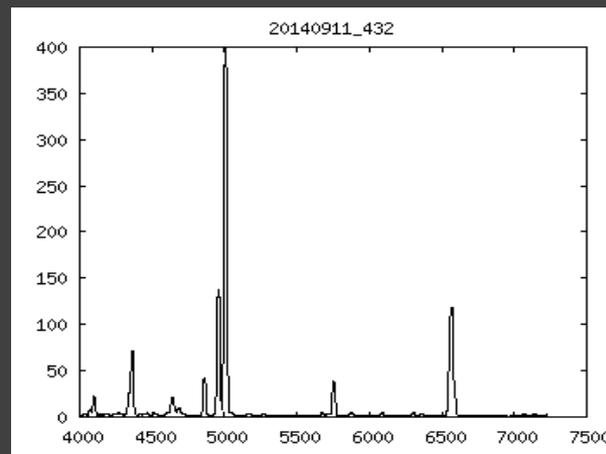
## Nova Del 2013



Mag V = 12.8

1 150 spectres

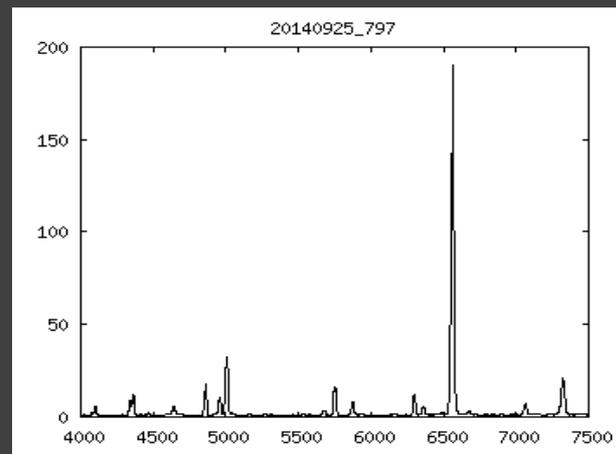
## Nova Cen 2013



Mag V = 12.8

1 60 spectres

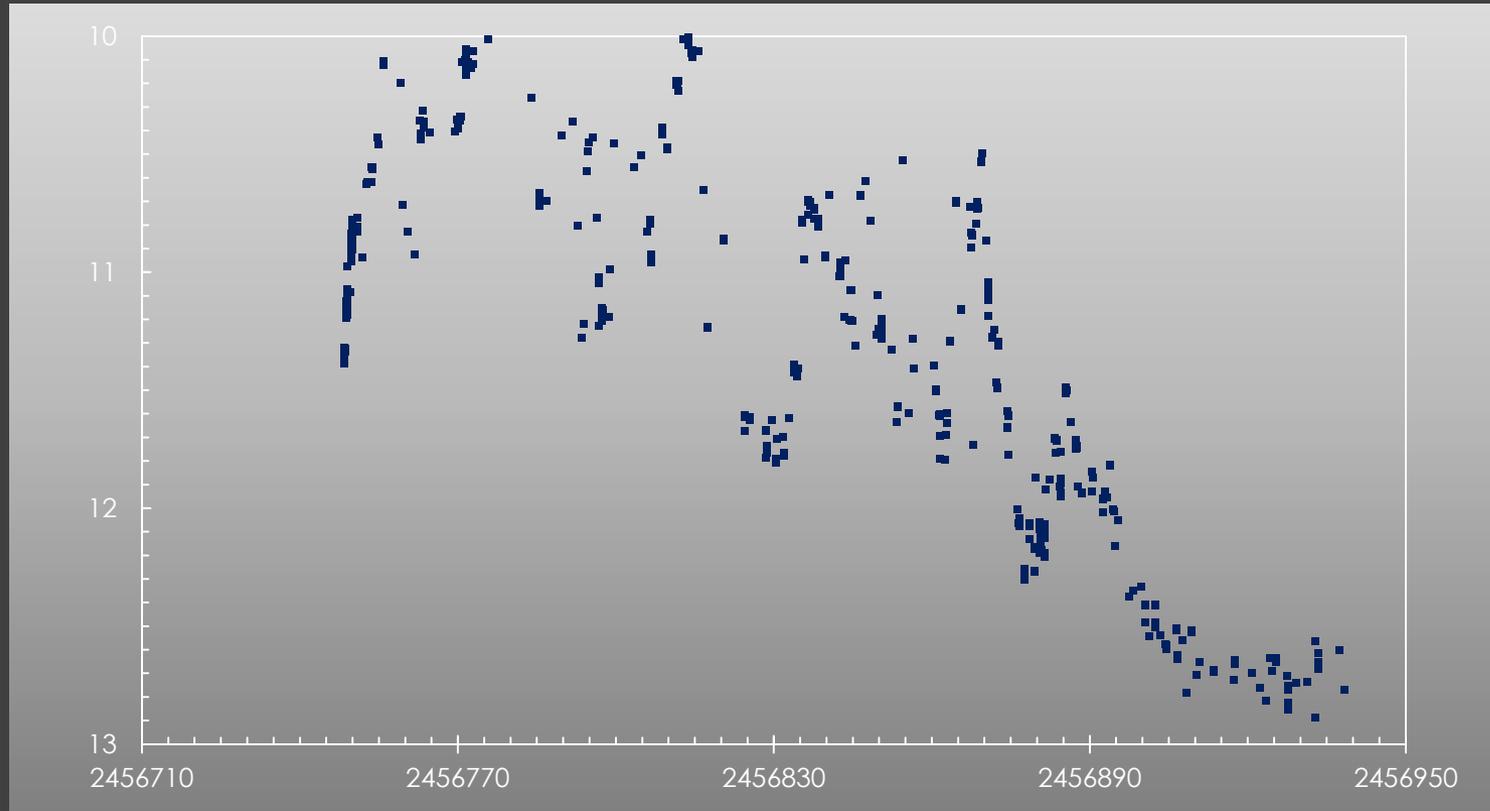
## Nova Cyg 2014



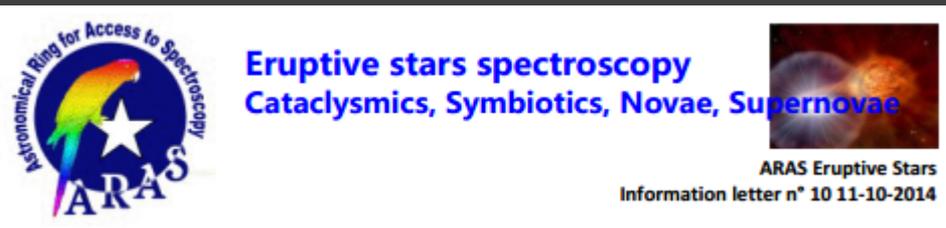
Mag V = 8

204 spectres

## Current status



Nova Cyg 2014



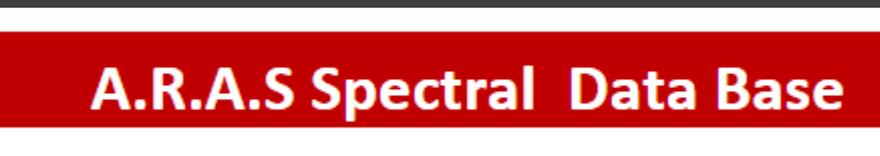
Lettre information mensuelle

<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](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**