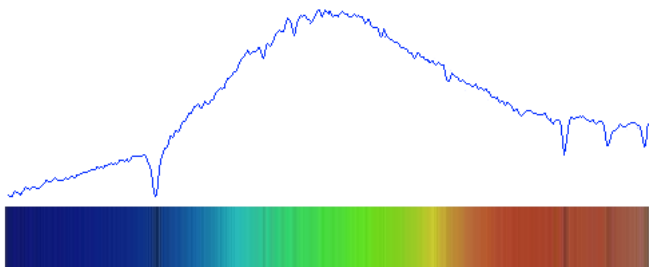




Les messages de la lumière



B. MAUCLAIRE

May 18, 2006



Outline

Au fait, la spectro c'est quoi ?

- Décomposition de la lumière
- Les types de spectres
- Les outils du spectroscopiste
- Les outils du spectroscopiste

De la chimie partout !

- Spectre d'une lampe au néon
- Spectre d'étoile : Vega
- Les étoiles à raies d'émission (Be) : β Lyræ
- Matière produite par les étoiles en fin de vie : NGC 6543
- Les gaz des planètes : Saturne
- Le zoo chimique des comètes : Machholz

Ça va très vite

- Période de rotation de Jupiter
- Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul
- Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

Comme elles brillent "fort"...

- La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ
- Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph
- Température et densité des nébuleuses planétaires : NGC 7662
- Suivi de l'activité des comètes

Conclusion

Annexe

- Interprétation du phénomène RS Oph
- Interprétation du phénomène RS Oph

OUTLINE	AU FAIT, LA SPECTRO C'EST QUOI ?	DE LA CHIMIE PARTOUT !	ÇA VA TRÈS VITE	COMME ELLES BRILENT "FORT"...
	○○○○	○○	○○○○○○	○○○○
	○	○○○	○○○○	○○○○
	○	○○○	○○○	○○○○
	○	○○	○○○	
		○		
		○○○		

Introduction

Introduction

- ▶ Les astronomes ont toujours voulu étudier les caractéristiques physiques des astres observés.

Introduction

- ▶ Les astronomes ont toujours voulu étudier les caractéristiques physiques des astres observés.
- ▶ Mais, les astres en général ne sont pas atteignables et seul leur rayonnement par vient à nous.



Introduction

- ▶ Les astronomes ont toujours voulu étudier les caractéristiques physiques des astres observés.
- ▶ Mais, les astres en général ne sont pas atteignables et seul leur rayonnement par vient à nous.
- ▶ Les astronomes ont donc dû **se résoudre à faire parler la lumière...**



Introduction

- ▶ Les astronomes ont toujours voulu étudier les caractéristiques physiques des astres observés.
- ▶ Mais, les astres en général ne sont pas atteignables et seul leur rayonnement par vient à nous.
- ▶ Les astronomes ont donc dû **se résoudre à faire parler la lumière...**
- ▶ Tous les documents, sauf mention contraire, sont de l'auteur : un astronome amateur.



Au fait, la spectro c'est quoi ?

-
-
-
-

-
-
-
-
-
-

-
-
-

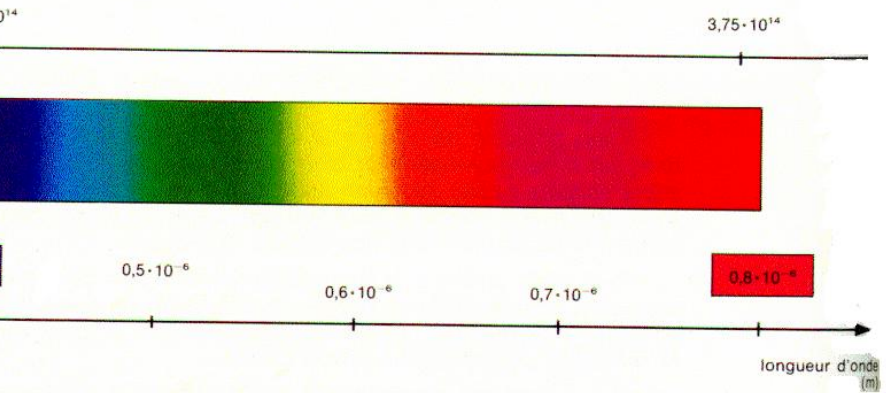
-
-
-

Décomposition de la lumière





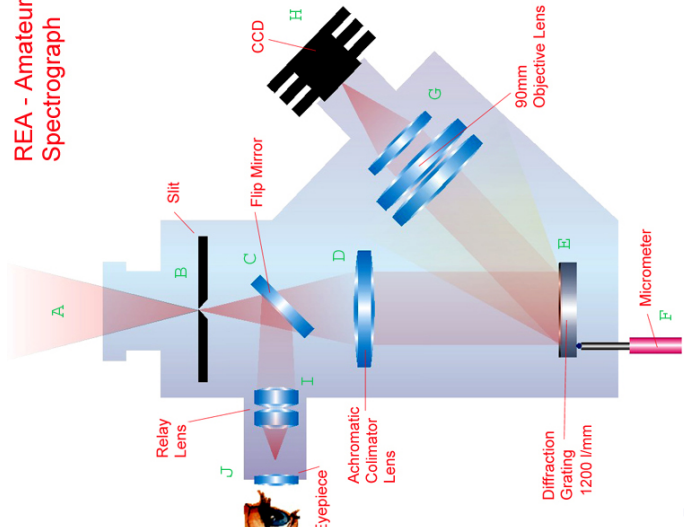
Décomposition de la lumière





Décomposition de la lumière

REA - Amateur Spectrograph





Les outils du spectroscopiste





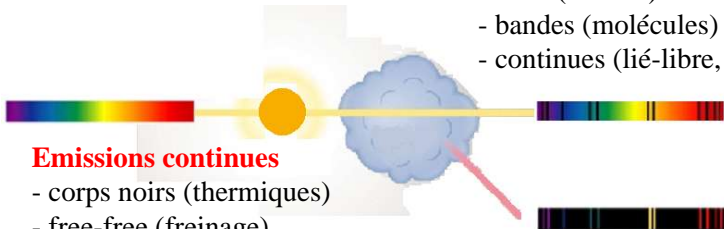
Les types de spectres

Emissions et absorptions

rappel

Absorptions

- raies (atomes)
- bandes (molécules)
- continues (lié-libre, poussières)



Emissions continues

- corps noirs (thermiques)
- free-free (freinage)
- synchrotron (magnétisme)

Emissions discrètes

- raies (atomes)
- bandes (molécules)



Les outils du spectroscopiste

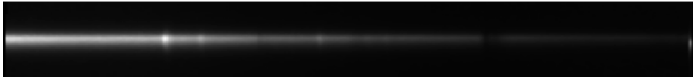
- ○ ○ ○
-
-
-

- ○
- ○ ○
- ○ ○
- ○
-
- ○ ○

- ○ ○ ○ ○ ○
- ○ ○ ○
- ○ ○

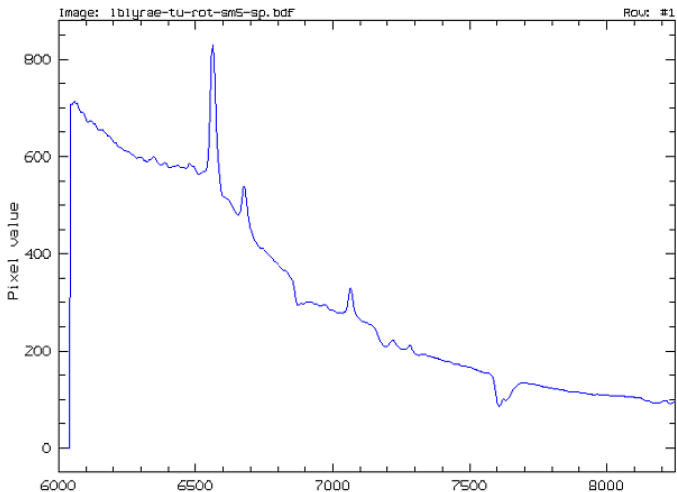
- ○ ○ ○
- ○ ○ ○
- ○ ○ ○
- ○ ○ ○

Les outils du spectroscopiste





Les outils du spectroscopiste



esomidas version: 04FEB date: 10, 17 Jan 2006 16:50

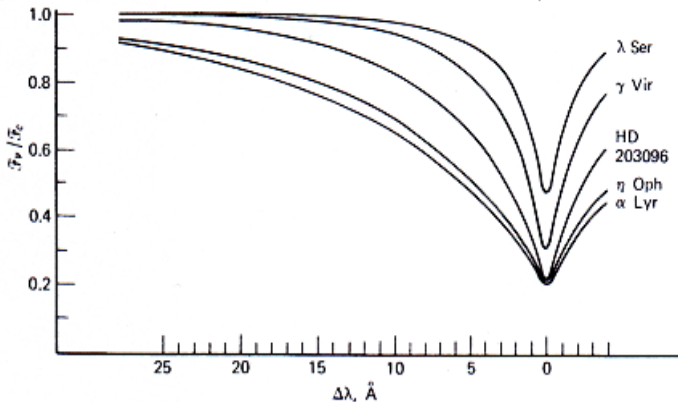
User: marc

OUTLINE	AU FAIT, LA SPECTRO C'EST QUOI ?	DE LA CHIMIE PARTOUT !	ÇA VA TRÈS VITE	COMME ELLES BRILENT "FORT"...
	○ ○ ○ ○	○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	●	○ ○		
		○		
		○ ○ ○		

Ce que l'on peut voir dans les spectres

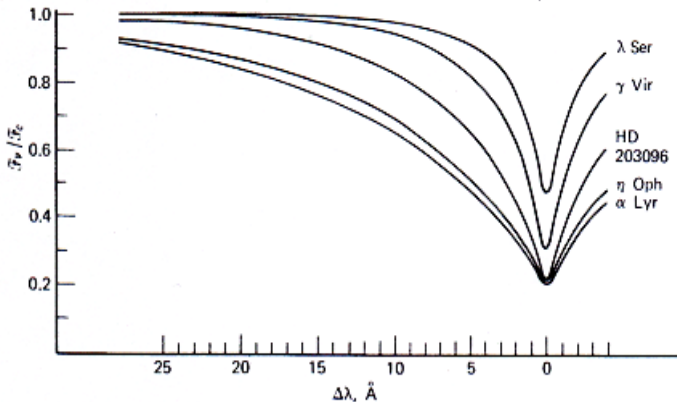


Ce que l'on veut voir dans les spectres





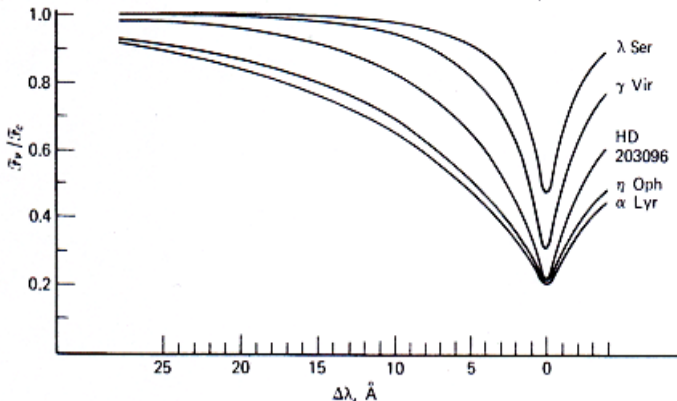
Ce que l'on veut voir dans les spectres



– Profondeur : température effective.



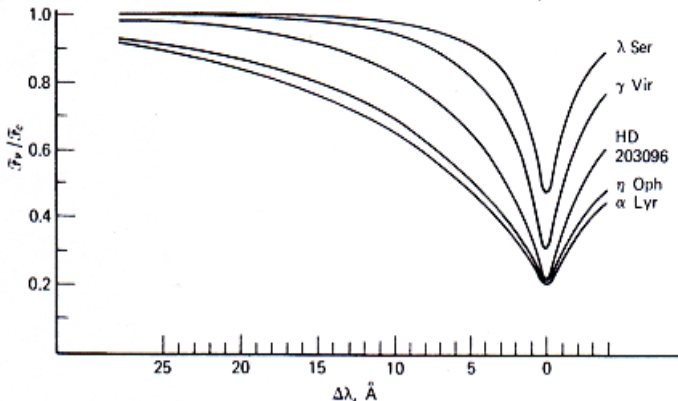
Ce que l'on veut voir dans les spectres



- Profondeur : température effective.
- Largeur : densité, rotation, expansion.



Ce que l'on veut voir dans les spectres



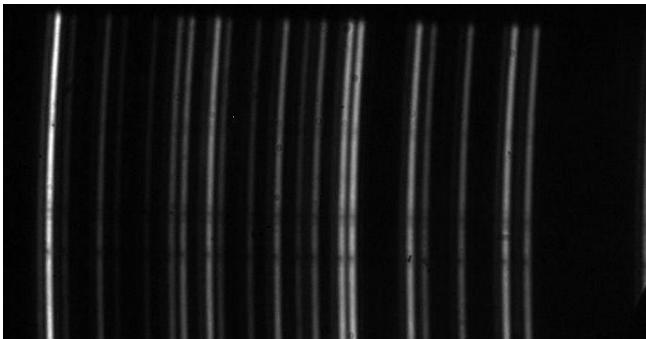
- Profondeur : température effective.
- Largeur : densité, rotation, expansion.
- Translation : effet Doppler, vous savez l'ambulance.



De la chimie partout !

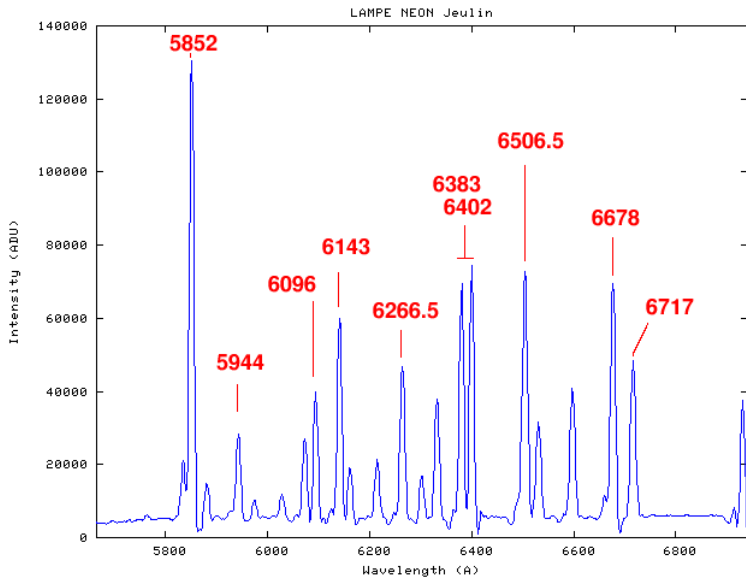


Spectre d'une lampe au néon



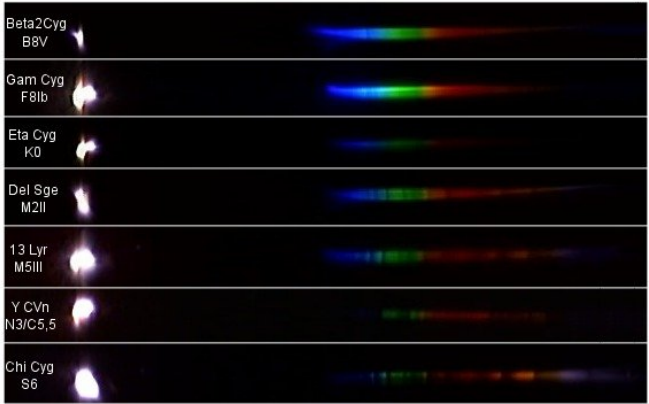


Spectre d'une lampe au néon



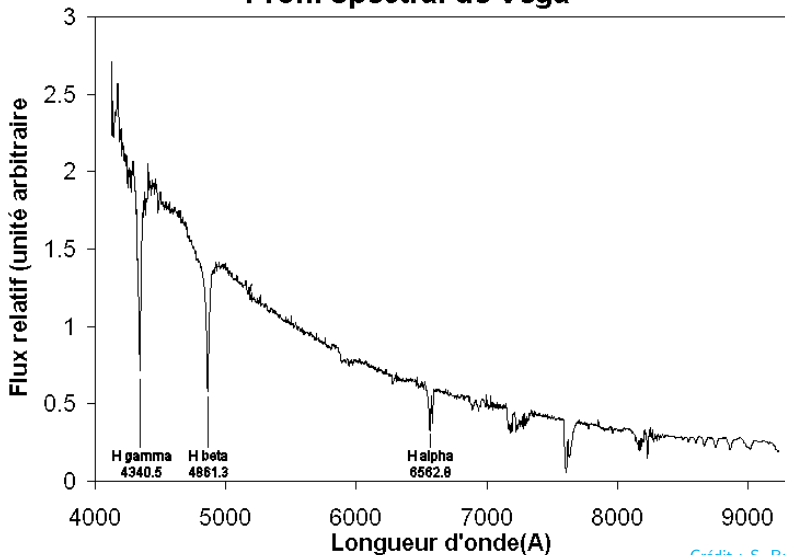


Spectres d'étoiles





Profil spectral de Véga

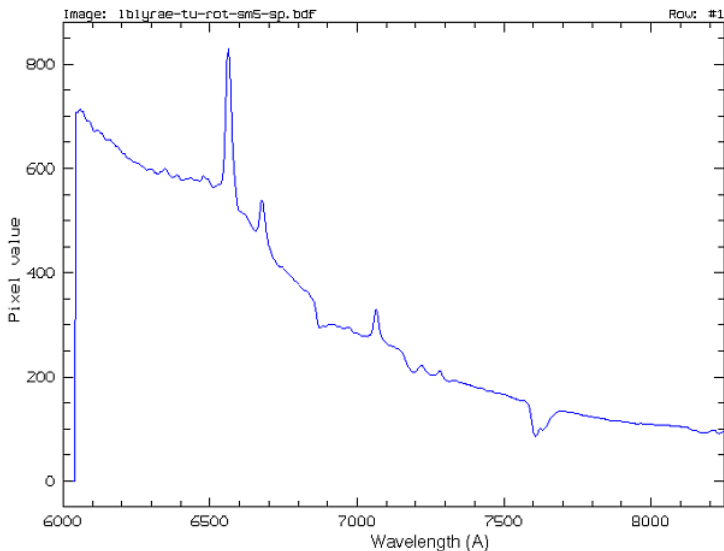




Les étoiles à raies d'émission (Be) : β Lyræ

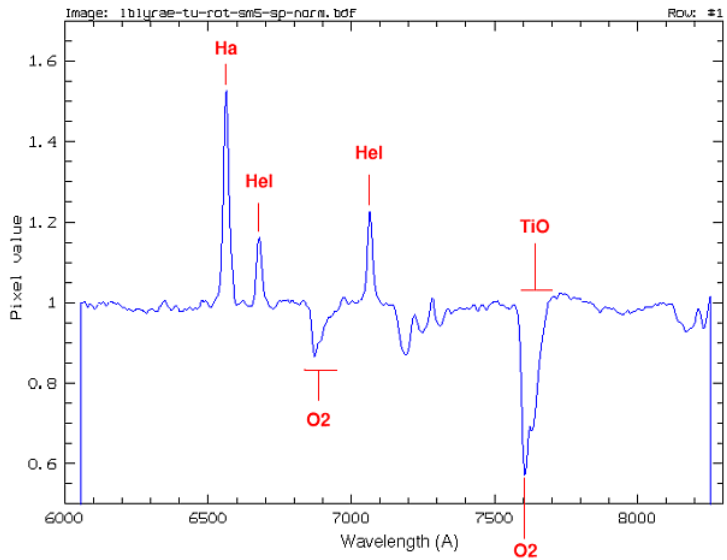


Les étoiles à raies d'émission (Be) : β Lyræ





Les étoiles à raies d'émission (Be) : β Lyræ



eso-nidas version: 04FEB date: No. 17 Jan 2006 15:39

User: neur/jair

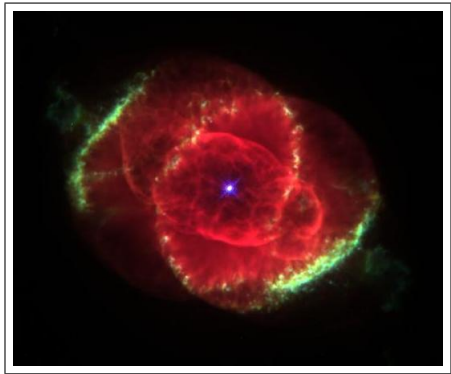




Matière produite par les étoiles en fin de vie :
NGC 6543



*Matière produite par les étoiles en fin de vie :
NGC 6543*





Matière produite par les étoiles en fin de vie : NGC 6543

Pose 180s caméra His22 spectrographe du COUDE objectif 50mm Nébuleuse mag:9 Diamètre:5'8

7683

7147

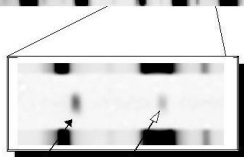
6965

6538

6604

6146

6032



ArIII (7136)HeI (7065)

[SII](6730-6716)
raie interdite

HeI (6677.6)

[NII](6584)
raie interdite

H α (6563)

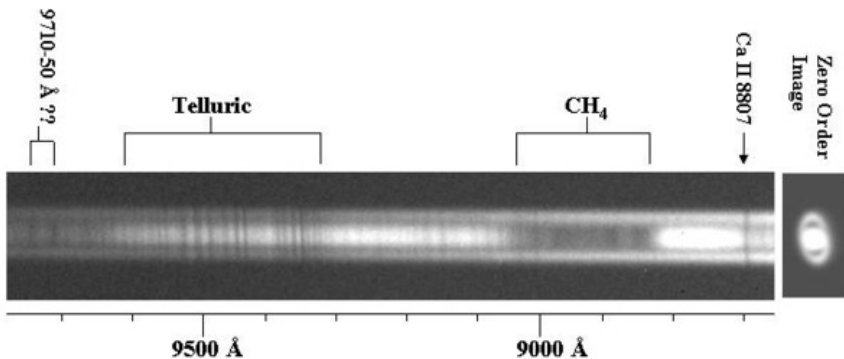
[NII](6548)
raie interdite

HeI (3P0-3D)
5875

Les gaz des planètes : Saturne



Les gaz des planètes : Saturne



Crédit : Paolo Valisa



Le zoo chimique des comètes : Machholz

○○○○
○
○
○

○○
○○○
○○○
○○
○
●○○

○○○○○○
○○○○
○○○

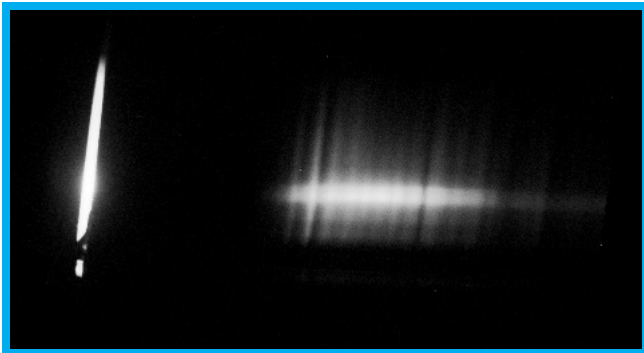
○○○○
○○○○
○○○○
○○○○

Le zoo chimique des comètes : Machholz





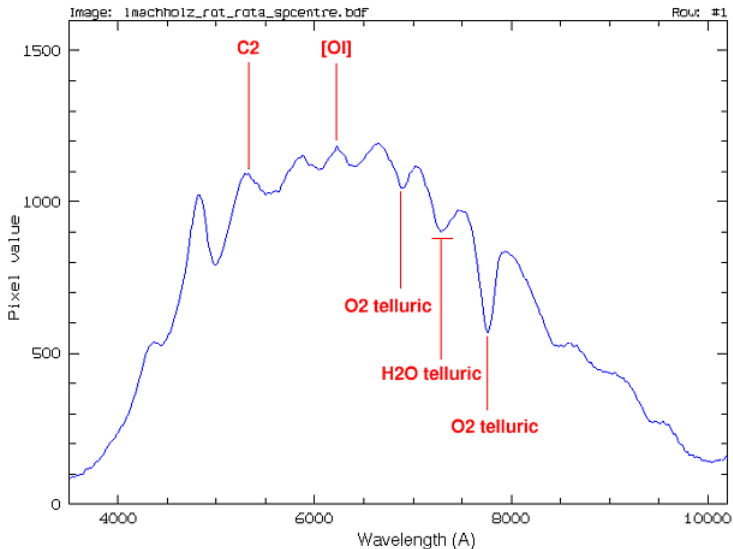
Le zoo chimique des comètes : Machholz



Raie	CN	C3	C2	C2	C2	[OI]
λ (Å)	3880	3992	4697	5164	5590	6300

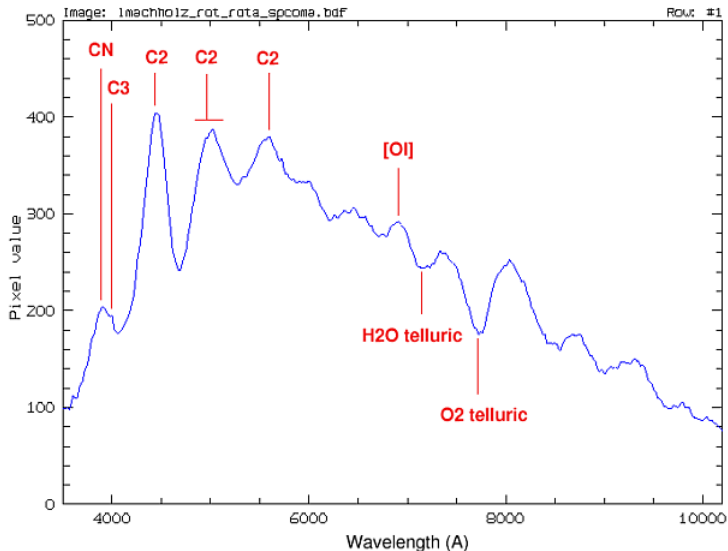


Le zoo chimique des comètes : Machholz





Le zoo chimique des comètes : Machholz

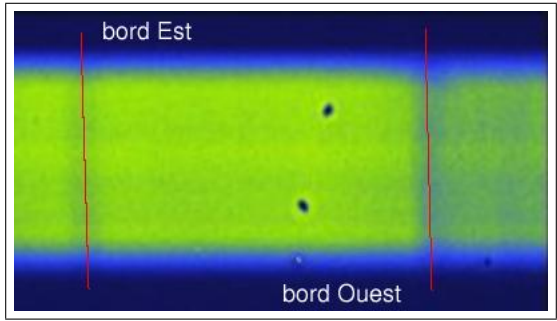




Ça va très vite



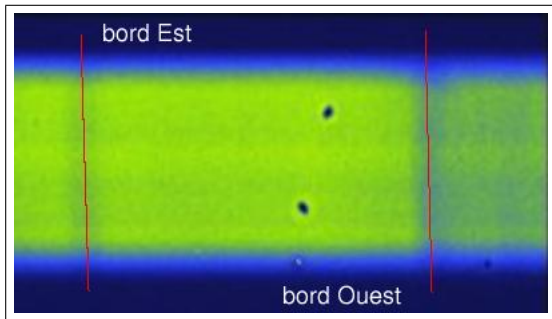
Période de rotation de Jupiter



Dispersion=2,14 Å/pixel



Période de rotation de Jupiter

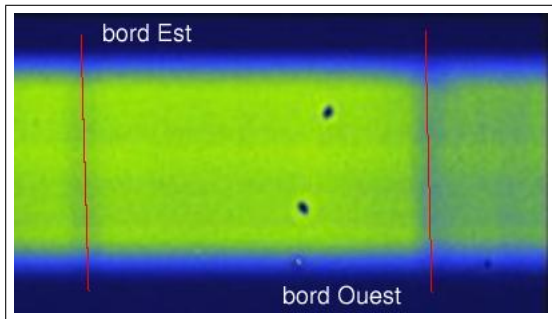


Dispersion=2,14 Å/pixel

L'effet Doppler :



Période de rotation de Jupiter



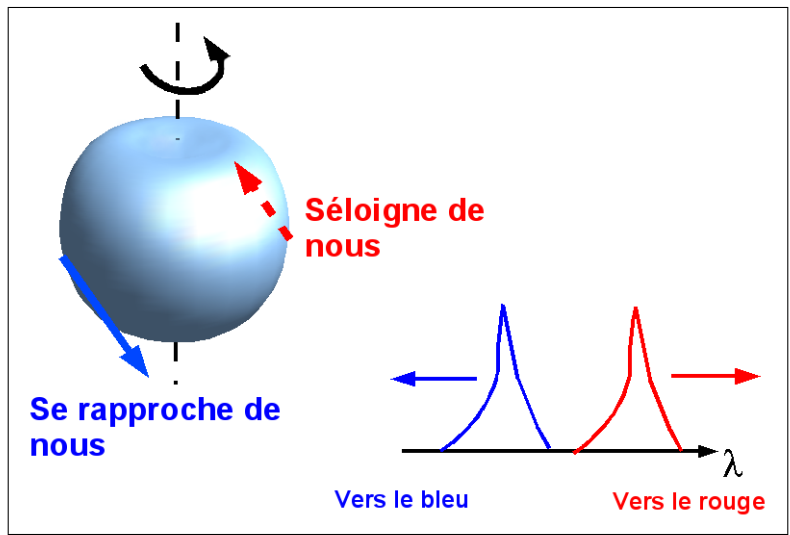
Dispersion=2,14 Å/pixel

L'effet Doppler :

$$\frac{v_{\text{radiale}}}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}}$$

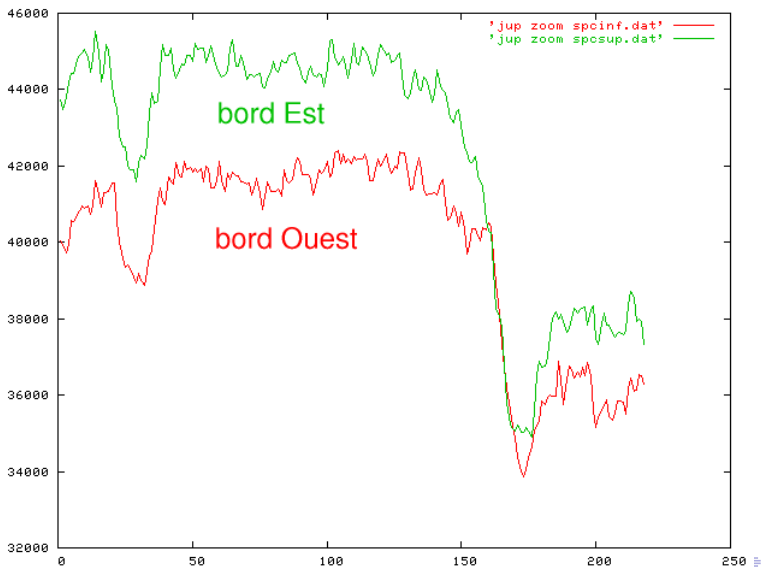


Période de rotation de Jupiter



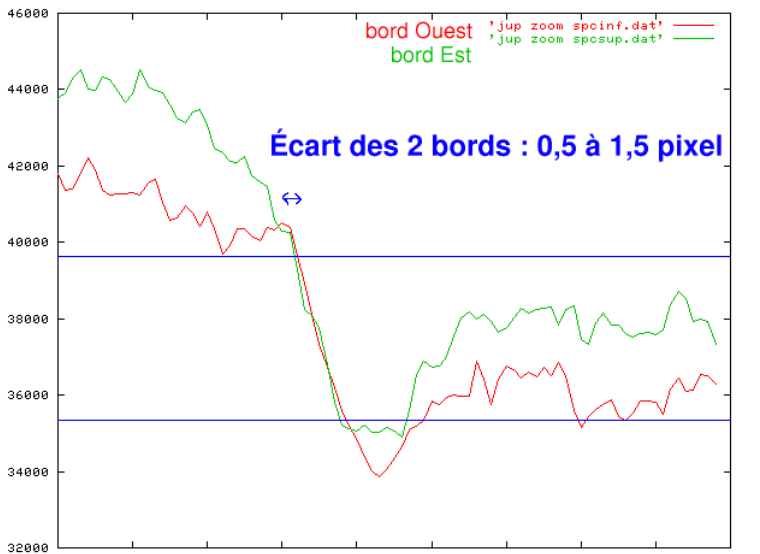


Période de rotation de Jupiter





Période de rotation de Jupiter





Période de rotation de Jupiter



Période de rotation de Jupiter

- ▶ Vitesse de rotation : $v_{rot} = \frac{1}{4} \frac{c \times \Delta\lambda}{\lambda_{réf}}$



Période de rotation de Jupiter

- ▶ Vitesse de rotation : $v_{rot} = \frac{1}{4} \frac{c \times \Delta\lambda}{\lambda_{réf}}$
- ▶ Le facteur 4 :



Période de rotation de Jupiter

- ▶ Vitesse de rotation : $v_{rot} = \frac{1}{4} \frac{c \times \Delta\lambda}{\lambda_{réf}}$
- ▶ Le facteur 4 :
 - ▶ On divise $\Delta\lambda$ par 2 sinon on mesure la somme des vitesses radiales en haut et en bas ;



Période de rotation de Jupiter

- ▶ Vitesse de rotation : $v_{rot} = \frac{1}{4} \frac{c \times \Delta\lambda}{\lambda_{réf}}$
- ▶ Le facteur 4 :
 - ▶ On divise $\Delta\lambda$ par 2 sinon on mesure la somme des vitesses radiales en haut et en bas ;
 - ▶ On divise le tout par 2 pour tenir compte de 2 effets Doppler : quand la lumière du Soleil atteint la planète et quand elle en part.



Période de rotation de Jupiter

- ▶ Vitesse de rotation : $v_{rot} = \frac{1}{4} \frac{c \times \Delta\lambda}{\lambda_{réf}}$
- ▶ Le facteur 4 :
 - ▶ On divise $\Delta\lambda$ par 2 sinon on mesure la somme des vitesses radiales en haut et en bas ;
 - ▶ On divise le tout par 2 pour tenir compte de 2 effets Doppler : quand la lumière du Soleil atteint la planète et quand elle en part.

$$\text{▶ } v_{rot} = \frac{3,00 * 10^5 * 1 \text{ pixel} * 2,14}{4 * 6133} \approx 26,2 \pm 13,1 \text{ km/s}$$



Période de rotation de Jupiter

- ▶ Vitesse de rotation : $v_{rot} = \frac{1}{4} \frac{c \times \Delta\lambda}{\lambda_{réf}}$
- ▶ Le facteur 4 :
 - ▶ On divise $\Delta\lambda$ par 2 sinon on mesure la somme des vitesses radiales en haut et en bas ;
 - ▶ On divise le tout par 2 pour tenir compte de 2 effets Doppler : quand la lumière du Soleil atteint la planète et quand elle en part.

$$v_{rot} = \frac{3,00 * 10^5 * 1 \text{ pixel} * 2,14}{4 * 6133} \approx 26,2 \pm 13,1 \text{ km/s}$$

$v_{littérature} = 13,06 \text{ km/s}$



Période de rotation de Jupiter

- ▶ Vitesse de rotation : $v_{rot} = \frac{1}{4} \frac{c \times \Delta\lambda}{\lambda_{réf}}$
- ▶ Le facteur 4 :
 - ▶ On divise $\Delta\lambda$ par 2 sinon on mesure la somme des vitesses radiales en haut et en bas ;
 - ▶ On divise le tout par 2 pour tenir compte de 2 effets Doppler : quand la lumière du Soleil atteint la planète et quand elle en part.

$$\text{▶ } v_{rot} = \frac{3,00 * 10^5 * 1 \text{ pixel} * 2,14}{4 * 6133} \approx 26,2 \pm 13,1 \text{ km/s}$$

$$v_{littérature} = 13,06 \text{ km/s}$$

- ▶ Période de rotation :

$$T = \frac{C_{Jupiter}}{v_{rot}} = \frac{\pi * 142980}{13,1} \approx 34\,000 \text{ s} \approx 18h52' \pm 9h26'$$



Période de rotation de Jupiter

- ▶ Vitesse de rotation : $v_{rot} = \frac{1}{4} \frac{c \times \Delta\lambda}{\lambda_{réf}}$
- ▶ Le facteur 4 :
 - ▶ On divise $\Delta\lambda$ par 2 sinon on mesure la somme des vitesses radiales en haut et en bas ;
 - ▶ On divise le tout par 2 pour tenir compte de 2 effets Doppler : quand la lumière du Soleil atteint la planète et quand elle en part.

$$\text{▶ } v_{rot} = \frac{3,00 * 10^5 * 1 \text{ pixel} * 2,14}{4 * 6133} \approx 26,2 \pm 13,1 \text{ km/s}$$

$$v_{littérature} = 13,06 \text{ km/s}$$

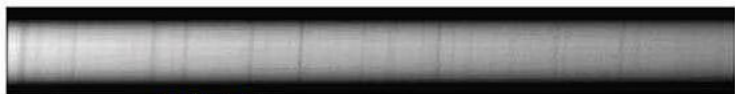
- ▶ Période de rotation :

$$T = \frac{C_{Jupiter}}{v_{rot}} = \frac{\pi * 142980}{13,1} \approx 34000 \text{ s} \approx 18h52' \pm 9h26'$$

- ▶ Valeur de la littérature : $T = 9h55m$



Période de rotation de Jupiter



Jupiter

bord Ouest

→ 6678 Å (dispersion 0.41 Å/pix)



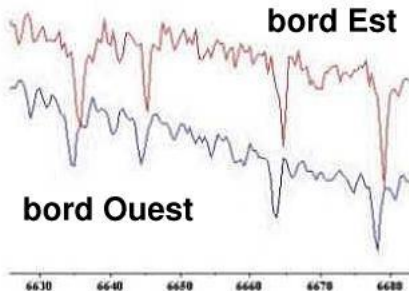
Moon

bord Est

$$\Delta\lambda = 1,1 \text{ \AA @ } 6678 \text{ \AA}$$

$$V_{\text{tang}} = \frac{1}{4}(1,1/6678)c = 12,35 \text{ Km/s.}$$

$$T_{\text{mes.}} = 10\text{h}13\text{m}$$

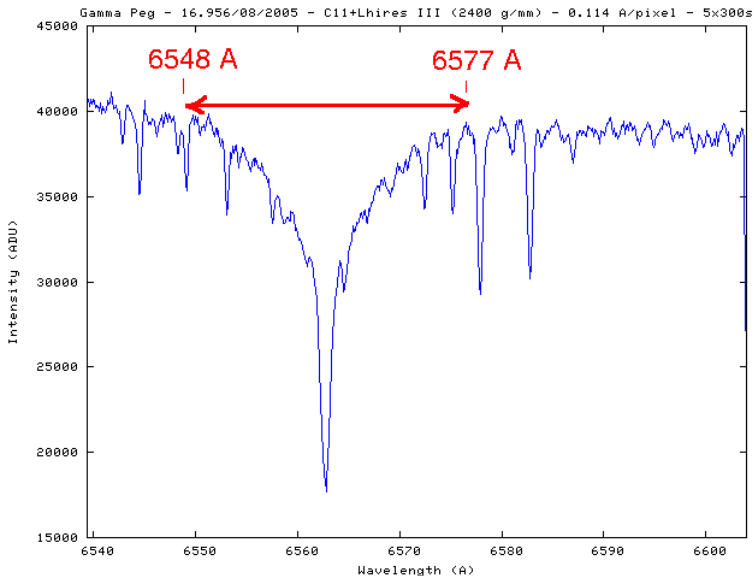


bord Ouest

Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul

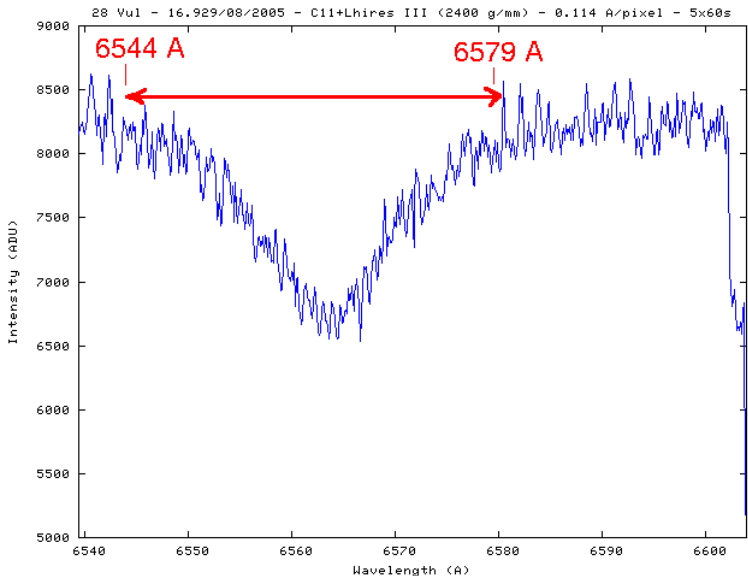


Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul





Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul





Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul

Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul

- ▶ Nous ne pouvons connaître que la vitesse de rotation selon notre axe de visée :



Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul

- ▶ Nous ne pouvons connaître que la vitesse de rotation selon notre axe de visée :
- ▶ $\implies v_{mesurée} = v_{rotation} \times \sin(i)$



Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul

- ▶ Nous ne pouvons connaître que la vitesse de rotation selon notre axe de visée :
- ▶ $\implies v_{mesurée} = v_{rotation} \times \sin(i)$
- ▶ On mesure la différence de largeur d'une raie entre 28 *Vulpecula* et une étoile de vitesse de rotation connue nulle : γ *Peg*.



Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul

- ▶ Nous ne pouvons connaître que la vitesse de rotation selon notre axe de visée :
- ▶ $\implies v_{mesurée} = v_{rotation} \times \sin(i)$
- ▶ On mesure la différence de largeur d'une raie entre 28 *Vulpecula* et une étoile de vitesse de rotation connue nulle : γ *Peg*.
- ▶ La littérature donne :

$$v_{rot} = \frac{2c}{\sqrt{3}\lambda_{raie\ étudiée}} [Largeur(28\ Vul) - Largeur(raie\ \gamma\ Peg)]$$



Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul

- ▶ Nous ne pouvons connaître que la vitesse de rotation selon notre axe de visée :
- ▶ $\implies v_{mesurée} = v_{rotation} \times \sin(i)$
- ▶ On mesure la différence de largeur d'une raie entre 28 *Vulpecula* et une étoile de vitesse de rotation connue nulle : γ *Peg*.
- ▶ La littérature donne :

$$v_{rot} = \frac{2c}{\sqrt{3}\lambda_{raie \text{ étudiée}}} [Largeur(28 \text{ Vul}) - Largeur(raie \gamma \text{ Peg})]$$

- ▶ Résultats :



Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul

- ▶ Nous ne pouvons connaître que la vitesse de rotation selon notre axe de visée :
- ▶ $\implies v_{mesurée} = v_{rotation} \times \sin(i)$
- ▶ On mesure la différence de largeur d'une raie entre 28 *Vulpecula* et une étoile de vitesse de rotation connue nulle : γ *Peg*.
- ▶ La littérature donne :

$$v_{rot} = \frac{2c}{\sqrt{3}\lambda_{raie\ étudiée}} [Largeur(28\ Vul) - Largeur(raie\ \gamma\ Peg)]$$

- ▶ Résultats :
 - ▶ Notre mesure : $v_{rot} \approx 329\ km/s$



Vitesse de rotation des toupies stellaires : 28 Vul

- ▶ Nous ne pouvons connaître que la vitesse de rotation selon notre axe de visée :
- ▶ $\implies v_{mesurée} = v_{rotation} \times \sin(i)$
- ▶ On mesure la différence de largeur d'une raie entre 28 *Vulpecula* et une étoile de vitesse de rotation connue nulle : γ *Peg*.
- ▶ La littérature donne :

$$v_{rot} = \frac{2c}{\sqrt{3}\lambda_{raie\ étudiée}} [Largeur(28\ Vul) - Largeur(raie\ \gamma\ Peg)]$$

- ▶ Résultats :
 - ▶ Notre mesure : $v_{rot} \approx 329\ km/s$
 - ▶ Valeur trouvée dans la littérature : $v_{rot} = 330\ km/s$



Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ 3C273, kesako ?



Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ 3C273, kesako ?
- ▶ 3C273 ($m_v=12,5$) fut le premier quasar identifié en 1964 comme tel et possède un décalage vers le rouge (redshift) de $z=0.1575$.



Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ 3C273, kesako ?
- ▶ 3C273 ($mv=12,5$) fut le premier quasar identifié en 1964 comme tel et possède un décalage vers le rouge (redshift) de $z=0.1575$.
- ▶ Qu'est-ce qu'un quazar ?



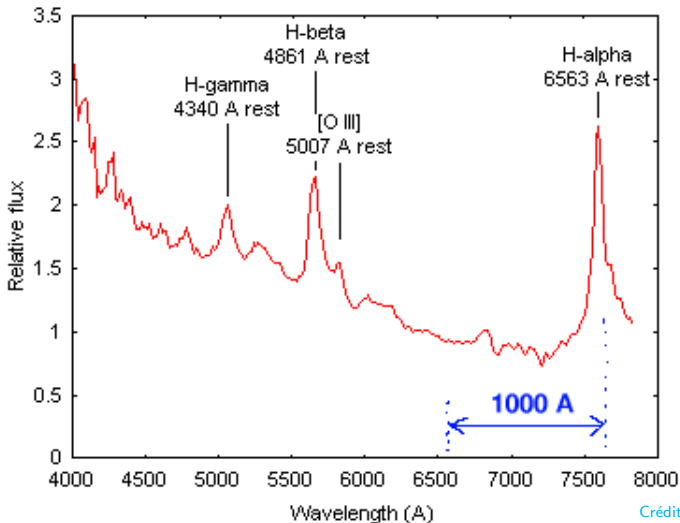
Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ 3C273, kesako ?
- ▶ 3C273 ($mv=12,5$) fut le premier quasar identifié en 1964 comme tel et possède un décalage vers le rouge (redshift) de $z=0.1575$.
- ▶ Qu'est-ce qu'un quazar ?
- ▶ Ce sont des émetteurs de rayonnements ultraviolets et X très intenses.



Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

3C273 - 23.07 / 04 / 2003 - LORIS + T600 Pic du Midi - 1440 s





Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273



Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- ▶ Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- ▶ Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

- ▶ Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}} = \frac{V_{\text{radiale}}}{c}$

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- ▶ Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

- ▶ Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}} = \frac{V_{\text{radiale}}}{c}$

- ▶ Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- ▶ Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

▶ Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}} = \frac{V_{\text{radiale}}}{c}$

▶ Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$ et $z_{\text{littérature}} = 0.158$

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- ▶ Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).
- ▶ Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}} = \frac{v_{\text{radiale}}}{c}$
- ▶ Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$ et $z_{\text{littérature}} = 0.158$
- ▶ Vitesse d'éloignement : $v_{\text{radiale}} = c \times z \approx 45\,711 \text{ km/s} !$

Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- ▶ Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

▶ Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}} = \frac{v_{\text{radiale}}}{c}$

▶ Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$ et $z_{\text{littérature}} = 0.158$

▶ Vitesse d'éloignement : $v_{\text{radiale}} = c \times z \approx 45\,711 \text{ km/s} !$

▶ Distance : $d = v_{\text{rad}} \times t_{\text{âge Univers}}$



Vitesse de rapprochement ou d'éloignement : le cas 3C273

- ▶ Toujours l'effet Doppler, mais là, cela décoiffe !
- ▶ Ces raies montrent un important décalage vers le rouge de environ 1000 Å par rapport à leur position au repos (rest).

▶ Redshift lorsque $z < 1$: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{réf}}} = \frac{v_{\text{radiale}}}{c}$

▶ Application : $z = \frac{1000}{6563} \approx 0,152$ et $z_{\text{littérature}} = 0.158$

▶ Vitesse d'éloignement : $v_{\text{radiale}} = c \times z \approx 45\,711 \text{ km/s} !$

▶ Distance : $d = v_{\text{rad}} \times t_{\text{âge Univers}}$

$$d \approx (4,6 * 10^4 \times 3 * 10^5) \times 13,1 * 10^9 \approx 2 \text{ M a.l.}$$

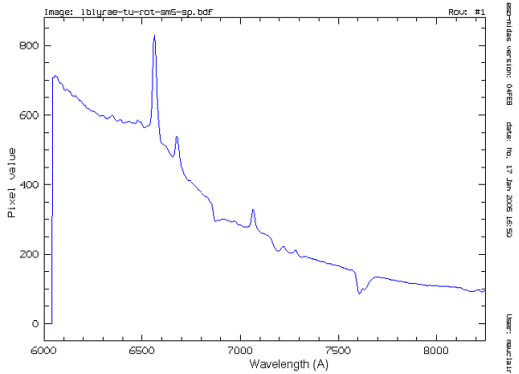
Comme elles brillent "fort"...



La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

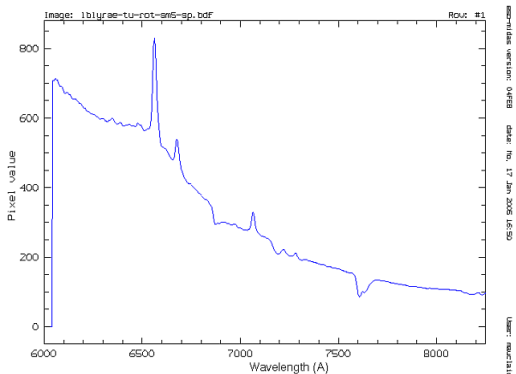


La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ





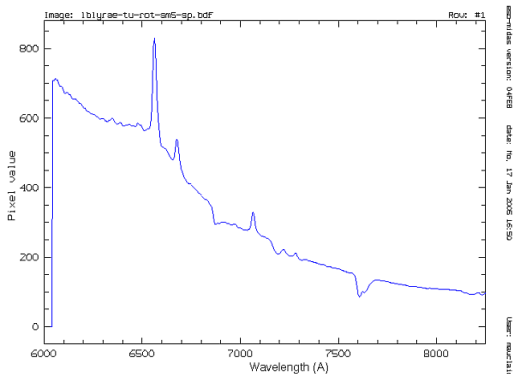
La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ



Le spectre de β Lyræ montre les raies H_{α} et He I en émission.
Étrange pour une étoile.



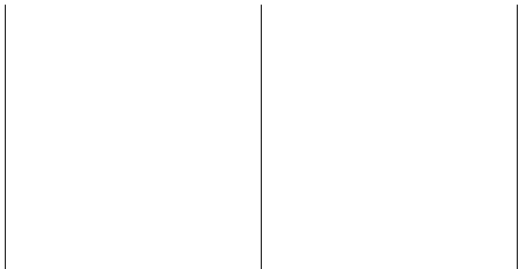
La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ



Le spectre de β Lyræ montre les raies H_{α} et He I en émission. Étrange pour une étoile.

Ceci est une des particularité des étoiles Be, le "e" signifiant émission !

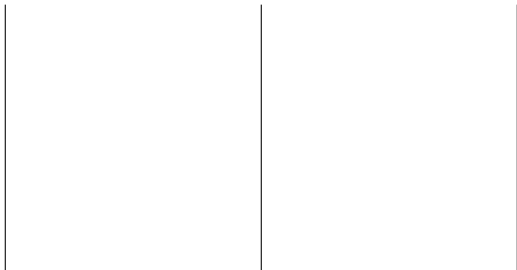
La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ



Crédit photo : C. Buil.

La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

En fait, elles sont vivantes...

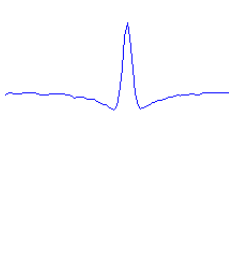


Crédit photo : C. Buil.



La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

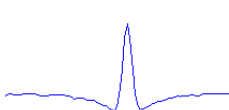
En fait, elles sont vivantes...



Crédit photo : C. Buil.

La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

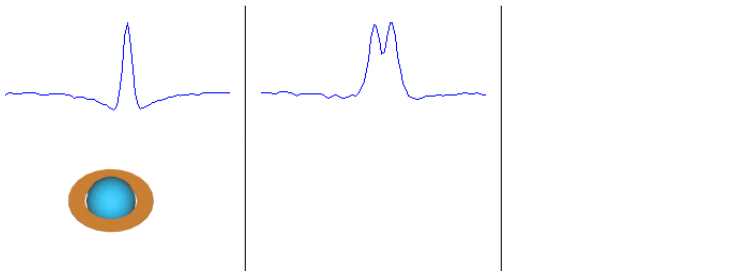
En fait, elles sont vivantes...



Crédit photo : C. Buil.

La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

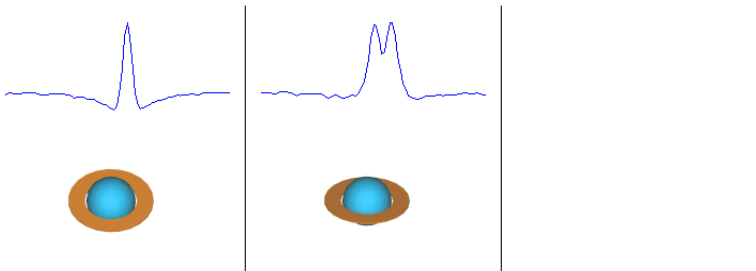
En fait, elles sont vivantes...



Crédit photo : C. Buil.

La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

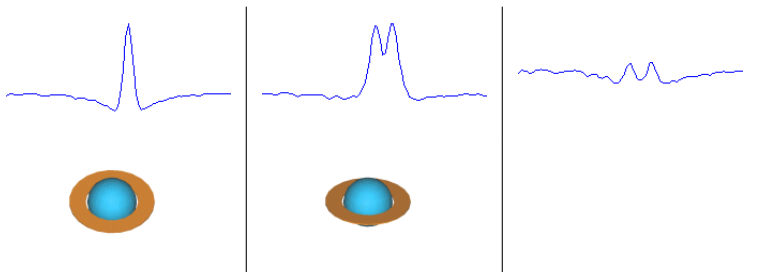
En fait, elles sont vivantes...



Crédit photo : C. Buil.

La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

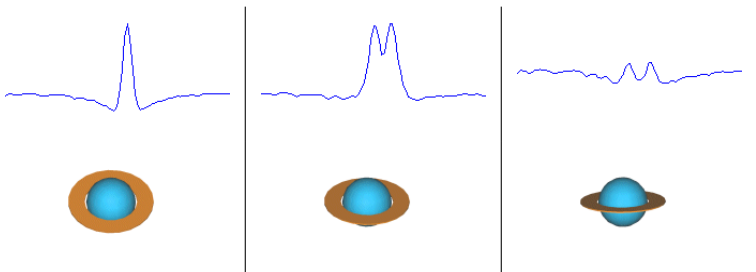
En fait, elles sont vivantes...



Crédit photo : C. Buil.

La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

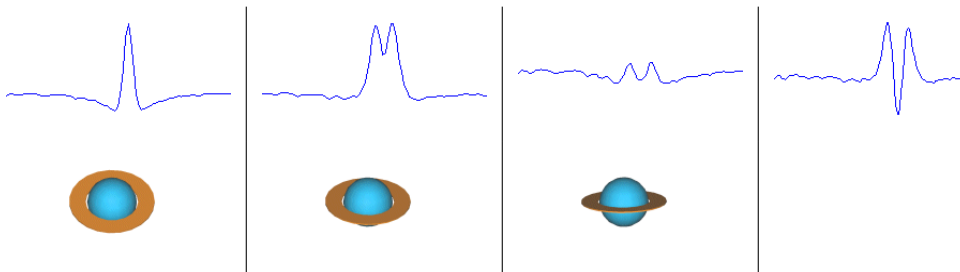
En fait, elles sont vivantes...



Crédit photo : C. Buil.

La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

En fait, elles sont vivantes...

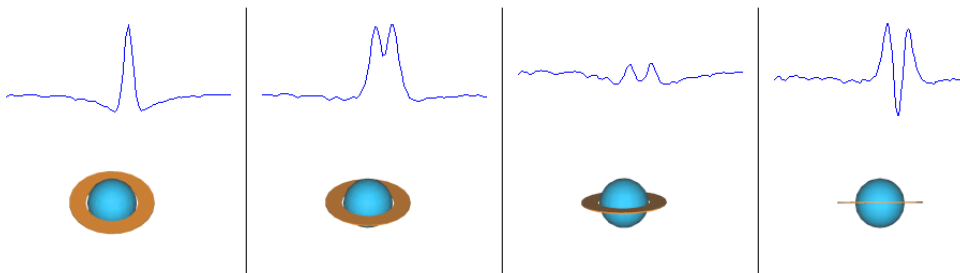


Crédit photo : C. Buil.



La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ

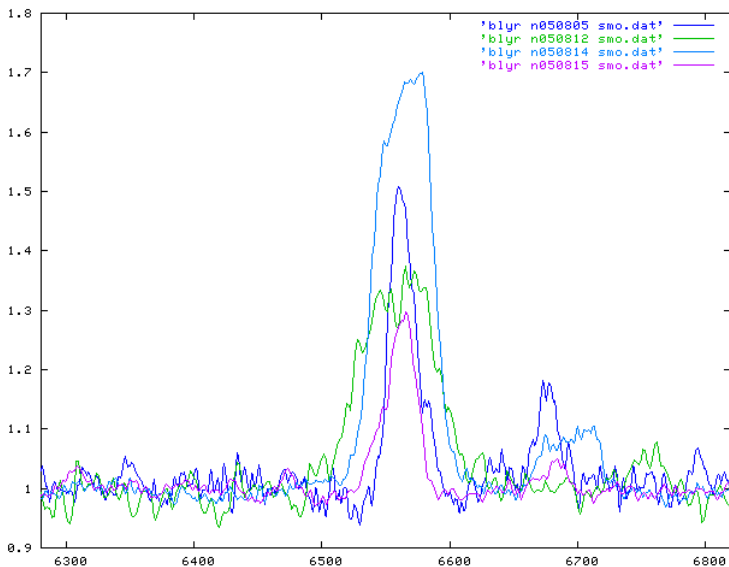
En fait, elles sont vivantes...



Crédit photo : C. Buil.

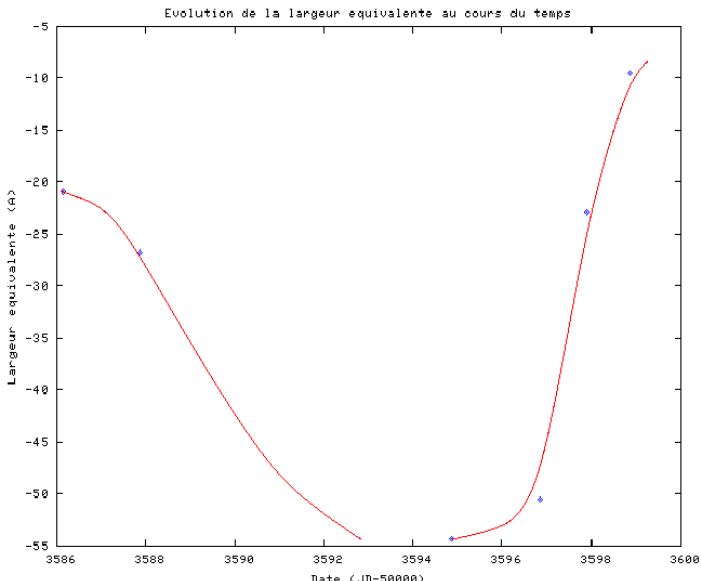


La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ





La vie des nuages entourant les Be : β Lyræ





Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph

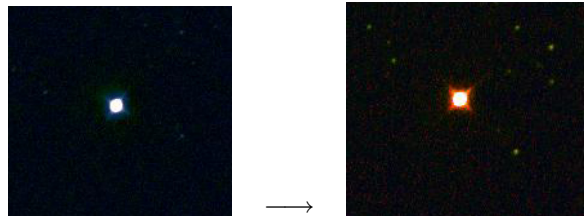


Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph





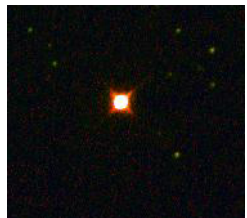
Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph



Crédit photo : E. Guido and G. Sostero.



Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph



Crédit photo : E. Guido and G. Sostero.

Qu'est-ce qu'une nova ?



Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph



Crédit photo : E. Guido and G. Sostero.

Qu'est-ce qu'une nova ?

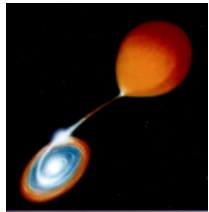
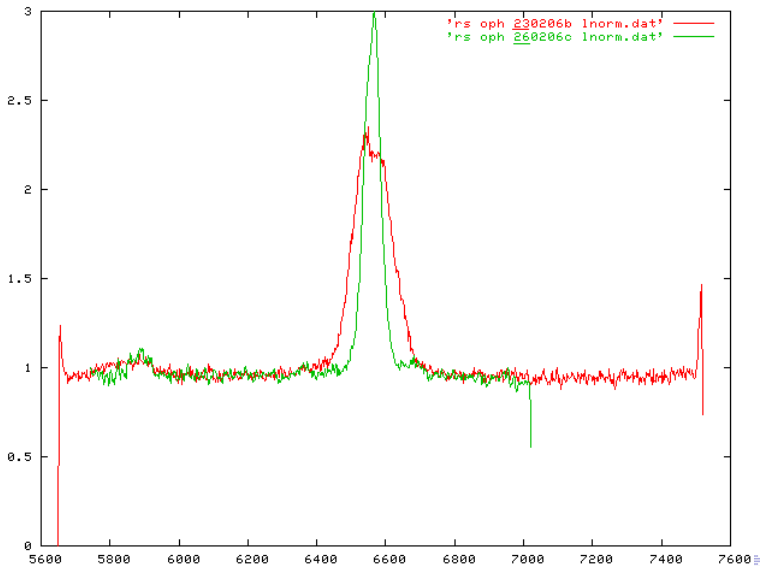


Illustration : Dana Berry.

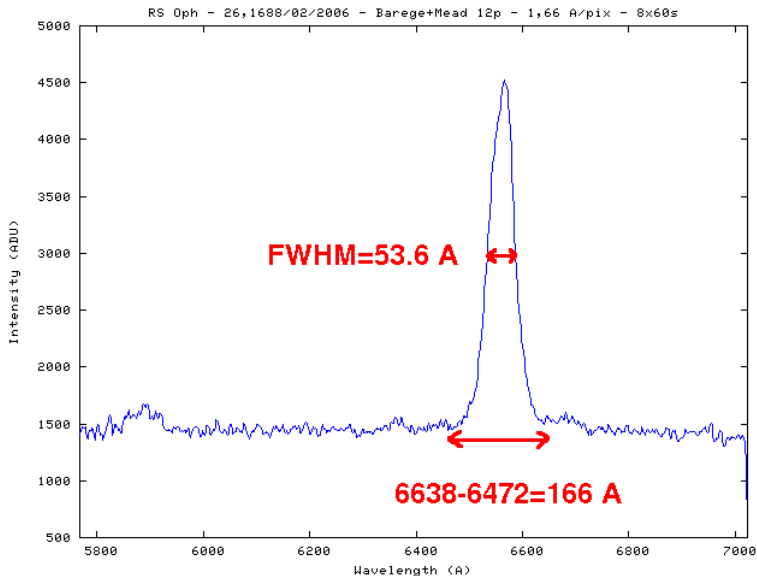


Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph





Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph





Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph

- ▶ Largeur Doppler à la base de la raie :

$$\Delta\lambda_D = 6638 - 6472 = 166 \text{ \AA}$$



Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph

- ▶ Largeur Doppler à la base de la raie :
 $\Delta\lambda_D = 6638 - 6472 = 166 \text{ \AA}$
- ▶ On en déduit la vitesse d'expansion :

Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph

- ▶ Largeur Doppler à la base de la raie :
 $\Delta\lambda_D = 6638 - 6472 = 166 \text{ \AA}$
- ▶ On en déduit la vitesse d'expansion :

$$v_{\text{exp}} = \frac{c * \Delta\lambda_D}{2 * \lambda_{H\alpha}} = \frac{3.10^5 * 166}{2 * 6563} \approx \frac{7588}{2} \approx 3794 \text{ km/s}$$



Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph

- ▶ Largeur Doppler à la base de la raie :
 $\Delta\lambda_D = 6638 - 6472 = 166 \text{ \AA}$
- ▶ On en déduit la vitesse d'expansion :

$$v_{\text{exp}} = \frac{c * \Delta\lambda_D}{2 * \lambda_{H\alpha}} = \frac{3.10^5 * 166}{2 * 6563} \approx \frac{7588}{2} \approx 3794 \text{ km/s}$$

- ▶ Valeur de la littérature pour l'explosion de 1985 :

$$v_{\text{exp}} \approx 4000 \text{ km/s}$$

Les sursauts lumineux des novæ : RS Oph

- ▶ Largeur Doppler à la base de la raie :
 $\Delta\lambda_D = 6638 - 6472 = 166 \text{ \AA}$
- ▶ On en déduit la vitesse d'expansion :

$$v_{exp} = \frac{c * \Delta\lambda_D}{2 * \lambda_{H\alpha}} = \frac{3.10^5 * 166}{2 * 6563} \approx \frac{7588}{2} \approx 3794 \text{ km/s}$$

- ▶ Valeur de la littérature pour l'explosion de 1985 :

$$v_{exp} \approx 4000 \text{ km/s}$$

- ▶ Largeur à mi-hauteur (FWHM) :

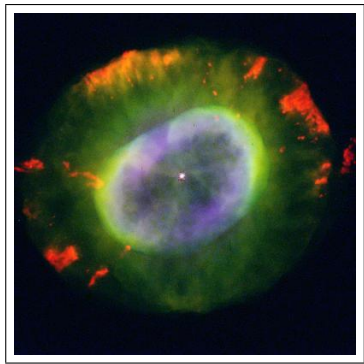
$$FWHM = 53.6 \text{ \AA} \implies v_D = 2450 \text{ km/s}$$



Température et densité des nébuleuses planétaires : NGC 7662



Température et densité des nébuleuses planétaires : NGC 7662





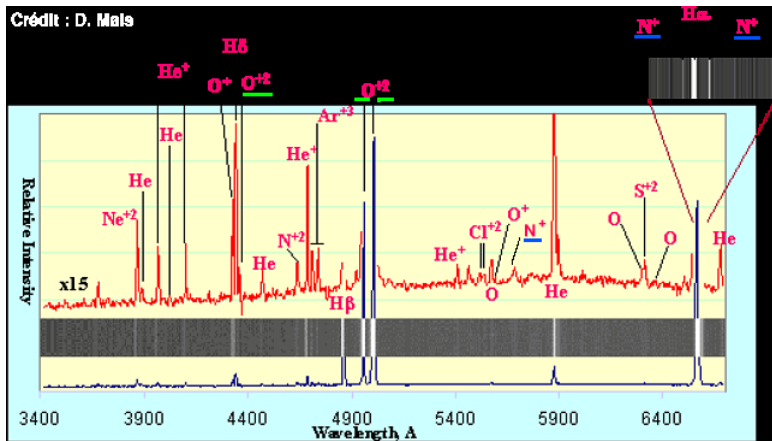
Température et densité des nébuleuses planétaires : NGC 7662



$$\frac{I_{\lambda 4959} + I_{\lambda 5007}}{I_{\lambda 4363}} = f_1(T_e, N_e) ; \quad \frac{I_{\lambda 6548} + I_{\lambda 6584}}{I_{\lambda 5755}} = f_2(T_e, N_e)$$

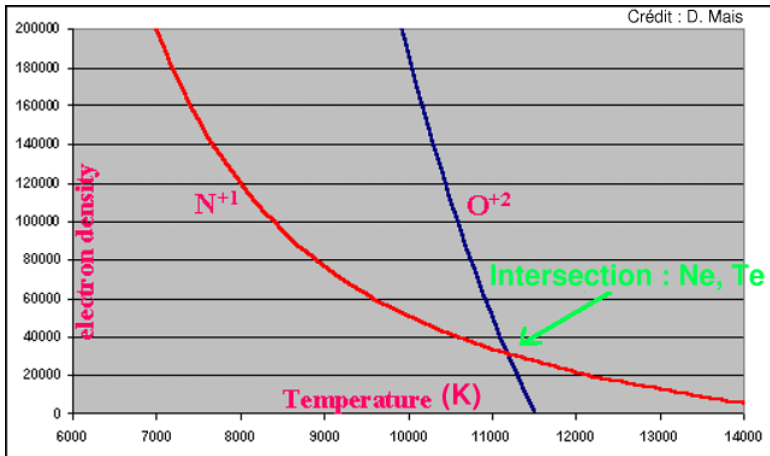


Température et densité des nébuleuses planétaires : NGC 7662





Température et densité des nébuleuses planétaires : NGC 7662





Température et densité des nébuleuses planétaires :

NGC 7662

Température et densité des nébuleuses planétaires : NGC 7662

- ▶ Mesure des intensités et calcul des rapports $I_{[OIII]}$ et $I_{[NII]}$:

$$\Delta I_{[OIII]} = 152 \text{ et } \Delta I_{[NII]} = 45$$



Température et densité des nébuleuses planétaires : *NGC 7662*

- ▶ Mesure des intensités et calcul des rapports $I_{[OIII]}$ et $I_{[NIII]}$:

$$\Delta I_{[OIII]} = 152 \text{ et } \Delta I_{[NIII]} = 45$$

- ▶ Ayant tracé les courbes f_1 et f_2 dépendantes des rapports $I_{[OIII]}$ et $I_{[NIII]}$ propres à NGC7662, leur intersection donne :



Température et densité des nébuleuses planétaires : *NGC 7662*

- ▶ Mesure des intensités et calcul des rapports $I_{[OIII]}$ et $I_{[NIII]}$:

$$\Delta I_{[OIII]} = 152 \text{ et } \Delta I_{[NIII]} = 45$$

- ▶ Ayant tracé les courbes f_1 et f_2 dépendantes des rapports $I_{[OIII]}$ et $I_{[NIII]}$ propres à NGC7662, leur intersection donne :
 - ▶ $T_e \approx 11\,000 \text{ K}$.

Température et densité des nébuleuses planétaires : *NGC 7662*

- ▶ Mesure des intensités et calcul des rapports $I_{[OIII]}$ et $I_{[NII]}$:

$$\Delta I_{[OIII]} = 152 \text{ et } \Delta I_{[NII]} = 45$$

- ▶ Ayant tracé les courbes f_1 et f_2 dépendantes des rapports $I_{[OIII]}$ et $I_{[NII]}$ propres à NGC7662, leur intersection donne :
 - ▶ $T_e \approx 11\,000\text{ K}$.
 - ▶ $N_e \approx 30\,000\text{ e}^-/\text{cm}^3$.

Température et densité des nébuleuses planétaires : NGC 7662

- ▶ Mesure des intensités et calcul des rapports $I_{[OIII]}$ et $I_{[NII]}$:

$$\Delta I_{[OIII]} = 152 \text{ et } \Delta I_{[NII]} = 45$$

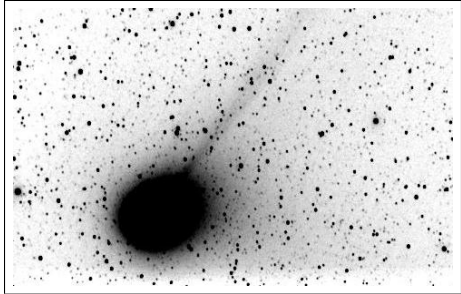
- ▶ Ayant tracé les courbes f_1 et f_2 dépendantes des rapports $I_{[OIII]}$ et $I_{[NII]}$ propres à NGC7662, leur intersection donne :
 - ▶ $T_e \approx 11\,000 \text{ K}$.
 - ▶ $N_e \approx 30\,000 \text{ e}^-/\text{cm}^3$.
- ▶ Valeurs de la littérature :
 $T_e = 11\,200 \text{ K}$ et $N_e = 32\,000 \text{ e}^-/\text{cm}^3$

OUTLINE	AU FAIT, LA SPECTRO C'EST QUOI ?	DE LA CHIMIE PARTOUT !	ÇA VA TRÈS VITE	COMME ELLES BRILENT "FORT" . . .
	○○○○	○○	○○○○○○	○○○○
	○	○○○	○○○○	○○○○
	○	○○○	○○○	○○○○
	○	○		●○○○
		○		
		○○○		

Suivi de l'activité des comètes

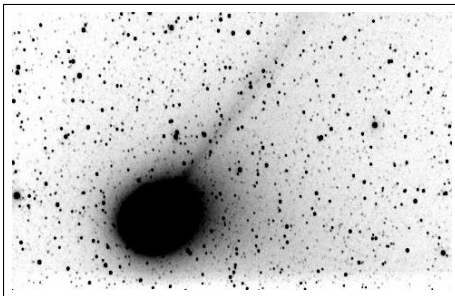


Suivi de l'activité des comètes





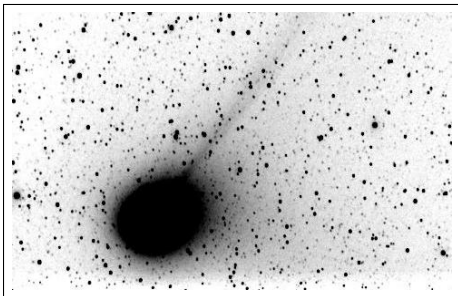
Suivi de l'activité des comètes



- ▶ Pendant ce mois de mai 2006, la comète Schwassmann-Wachmann (73P) s'est brisée mais sans être très ionisée :-)



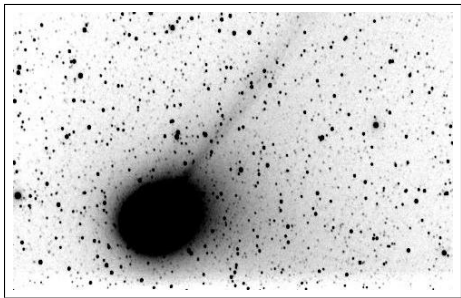
Suivi de l'activité des comètes



- ▶ Pendant ce mois de mai 2006, la comète Schwassmann-Wachmann (73P) s'est brisée mais sans être très ionisée :-)
- ▶ Il y a eu la comète Machholz en décembre 2004 qui était brillante et ionisée :



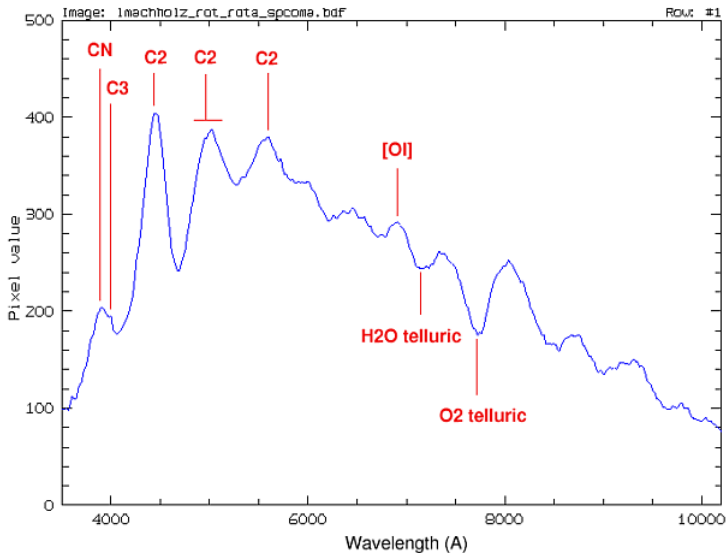
Suivi de l'activité des comètes



- ▶ Pendant ce mois de mai 2006, la comète Schwassmann-Wachmann (73P) s'est brisée mais sans être très ionisée :-(
▶ Il y a eu la comète Machholz en décembre 2004 qui était brillante et ionisée :
▶ Nous souhaitons savoir si les différentes espèces chimiques sont présentes autant autour du noyau que dans la queue.

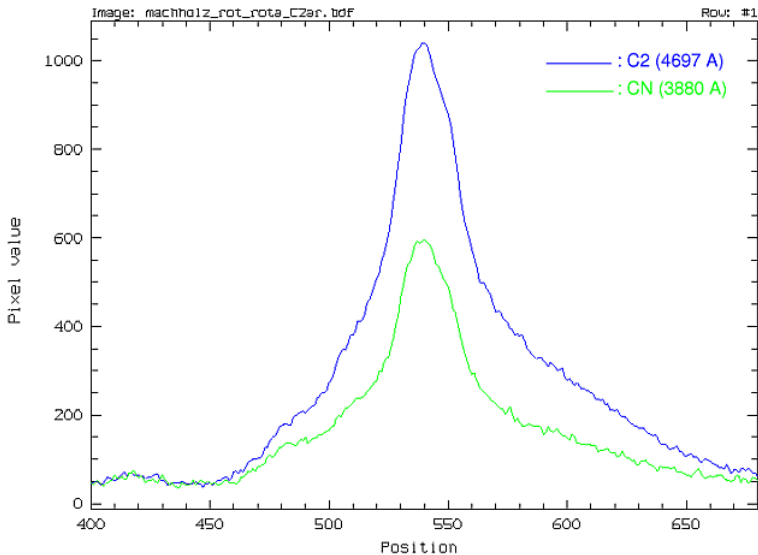


Suivi de l'activité des comètes





Suivi de l'activité des comètes



Suivi de l'activité des comètes

Suivi de l'activité des comètes

- ▶ Décroissance du CN et du C2 par rapport au noyau de la comète (X=570).

Suivi de l'activité des comètes

- ▶ Décroissance du CN et du C2 par rapport au noyau de la comète ($X=570$).
- ▶ La pente de décroissance de l'intensité des raies ne sont pas identiques :

Suivi de l'activité des comètes

- ▶ Décroissance du CN et du C2 par rapport au noyau de la comète ($X=570$).
- ▶ La pente de décroissance de l'intensité des raies ne sont pas identiques :
- ▶ Cela nous laisse penser que le radical C2 est plus sensible au rayonnement solaire que CN.



Suivi de l'activité des comètes

- ▶ Décroissance du CN et du C2 par rapport au noyau de la comète ($X=570$).
- ▶ La pente de décroissance de l'intensité des raies ne sont pas identiques :
- ▶ Cela nous laisse penser que le radical C2 est plus sensible au rayonnement solaire que CN.
- ▶ Et que le rayonnement solaire jouerait un rôle dans la formation du radical CN.

OUTLINE	AU FAIT, LA SPECTRO C'EST QUOI ?	DE LA CHIMIE PARTOUT !	ÇA VA TRÈS VITE	COMME ELLES BRILENT "FORT"...
	○○○○	○○	○○○○○○	○○○○
	○	○○○	○○○○	○○○○
	○	○○○	○○○	○○○○
	○	○		
		○		
		○○○		

Pour aller plus loin

Pour aller plus loin

- ▶ Jeux optiques avec des disques compacts :
<http://astro.u-strasbg.fr/koppen/spectro/spectrof.html>

Pour aller plus loin

- ▶ Jeux optiques avec des disques compacts :
<http://astro.u-strasbg.fr/koppen/spectro/spectrof.html>
- ▶ Débuter en spectro, étapes par étapes de A à Z :
<http://www.astrosurf.com/buil/us/stage/tutorial.htm>

Pour aller plus loin

- ▶ Jeux optiques avec des disques compacts :
<http://astro.u-strasbg.fr/koppen/spectro/spectrof.html>
- ▶ Débuter en spectro, étapes par étapes de A à Z :
<http://www.astrosurf.com/buil/us/stage/tutorial.htm>
- ▶ Page des spectres de M. Gavin :
<http://www.astroman.fsnet.co.uk/spectro.htm>

Pour aller plus loin

- ▶ Jeux optiques avec des disques compacts :
<http://astro.u-strasbg.fr/koppen/spectro/spectrof.html>
- ▶ Débuter en spectro, étapes par étapes de A à Z :
<http://www.astrosurf.com/buil/us/stage/tutorial.htm>
- ▶ Page des spectres de M. Gavin :
<http://www.astroman.fsnet.co.uk/spectro.htm>
- ▶ Introduction à l'analyse spectrale :
<http://bmauclaire.free.fr/astronomie/spectro/>

Pour aller plus loin

- ▶ Jeux optiques avec des disques compacts :
<http://astro.u-strasbg.fr/koppen/spectro/spectrof.html>
- ▶ Débuter en spectro, étapes par étapes de A à Z :
<http://www.astrosurf.com/buil/us/stage/tutorial.htm>
- ▶ Page des spectres de M. Gavin :
<http://www.astroman.fsnet.co.uk/spectro.htm>
- ▶ Introduction à l'analyse spectrale :
<http://bmauclaire.free.fr/astronomie/spectro/>
- ▶ Se joindre à l'aventure : bmauclaire@underlands.org



Et à plusieurs, c'est meilleur !





Les sursaut de β Lyræ

Ces variations de l'excitation de l'hydrogène contenu dans le nuage entre les deux composantes stellaires de Beta Lyrae proviendrait d'échanges de matière entre les deux étoiles. Ceci engendrerait des jets de matières, la formation d'un disque d'accrétion, des modifications d'activité stellaire... donc d'excitation de l'hydrogène. C'est ce qui causerait les variations observées dans le spectre.



Interprétation du phénomène RS Oph

RS Oph est une nova récurrente abritant une étoile cataclismique dont 5 bursts ont été enregistrés avec une fréquence irrégulière : 1898, 1933, 1958, 1967, et 1985 Une interprétation selon C. BUIL inspirée de la littérature :

La nova RS Oph est composée d'une naine blanche (la composante primaire) en orbite autour d'une géante rouge (la seconde composante de classe spectrale M0 III / M2 III) émettant un vent stellaire dense. La raie Ha possède ici deux caractéristiques : une très large base et sa largeur intrinsèque. Les éruptions sont dépendantes de l'accrétion de matière provenant de jets de la géante rouge. Les importants sauts de luminosité de ce disque d'accrétion sont probablement dus aux instabilités de la géante rouge ou du disque lui-même. Durant l'augmentation de luminosité, l'élargissement de la base de la raie Ha en émission est produite par l'éjection à grande vitesse, de l'ordre de 4000 km/s, de matière sur le disque d'accrétion. Tandis que la largeur intrinsèque de la raie Ha est due à l'ionisation du puissant vent stellaire émis par la géante rouge par les sursauts de rayonnements UV produits lors des explosions de la naine blanche. Cette ionisation peut aussi être due aux radiations produites par le passage d'éjections de matière du disque d'accrétion à travers le vent stellaire de la géante rouge ou à travers l'enveloppe de matière elle-même autour de la naine blanche.