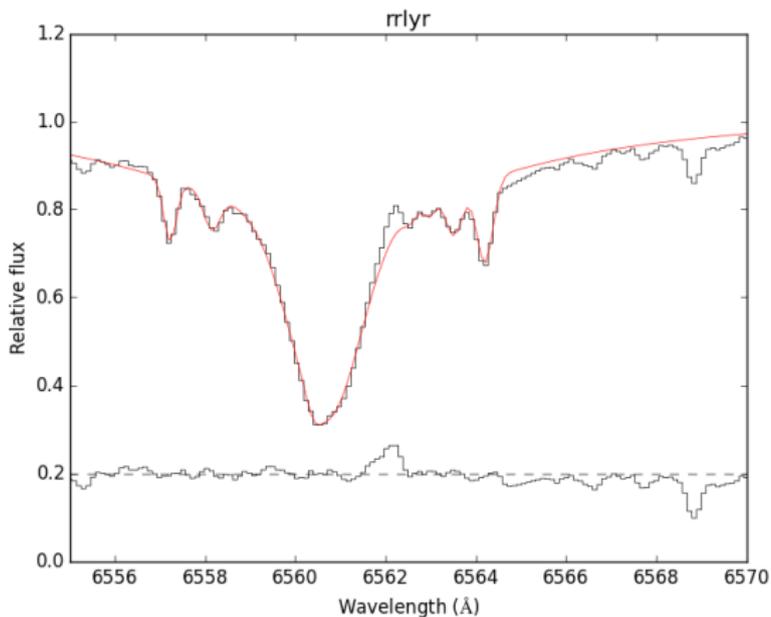


La publication sur RR Lyr : récit d'une aventure de chercheurs

B. MAUCLAIRE



Introduction

Introduction

- La recherche n'est pas un travail, c'est une aventure

Introduction

- La recherche n'est pas un travail, c'est une aventure
- Loin de l'image du personnage seul dans un bureau au quotidien monotone

Introduction

- La recherche n'est pas un travail, c'est une aventure
- Loin de l'image du personnage seul dans un bureau au quotidien monotone
- Ce quotidien est plein de rebondissements

Introduction

- La recherche n'est pas un travail, c'est une aventure
- Loin de l'image du personnage seul dans un bureau au quotidien monotone
- Ce quotidien est plein de rebondissements
- C'est l'observation qui dicte la science et non l'inverse

Introduction

- La recherche n'est pas un travail, c'est une aventure
- Loin de l'image du personnage seul dans un bureau au quotidien monotone
- Ce quotidien est plein de rebondissements
- C'est l'observation qui dicte la science et non l'inverse
- Nous allons voir :

Introduction

- La recherche n'est pas un travail, c'est une aventure
- Loin de l'image du personnage seul dans un bureau au quotidien monotone
- Ce quotidien est plein de rebondissements
- C'est l'observation qui dicte la science et non l'inverse
- Nous allons voir :
 1. Comment tout ça a débuté

Introduction

- La recherche n'est pas un travail, c'est une aventure
- Loin de l'image du personnage seul dans un bureau au quotidien monotone
- Ce quotidien est plein de rebondissements
- C'est l'observation qui dicte la science et non l'inverse
- Nous allons voir :
 1. Comment tout ça a débuté
 2. Première interprétation, première ébauche de l'article

Introduction

- La recherche n'est pas un travail, c'est une aventure
- Loin de l'image du personnage seul dans un bureau au quotidien monotone
- Ce quotidien est plein de rebondissements
- C'est l'observation qui dicte la science et non l'inverse
- Nous allons voir :
 1. Comment tout ça a débuté
 2. Première interprétation, première ébauche de l'article
 3. La révolution venue de Chelles

Introduction

- La recherche n'est pas un travail, c'est une aventure
- Loin de l'image du personnage seul dans un bureau au quotidien monotone
- Ce quotidien est plein de rebondissements
- C'est l'observation qui dicte la science et non l'inverse
- Nous allons voir :
 1. Comment tout ça a débuté
 2. Première interprétation, première ébauche de l'article
 3. La révolution venue de Chelles
 4. D'autres étoiles pulsantes au programme

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

Partie A :

Comment tout ça a débuté ?

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

1. 2013-2014 : deux années aux chocs intenses

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

2013-2014 : deux années aux chocs intenses

- 2013/4/17 : workshop-acte fondateur de la survey RR Lyrae

2013-2014 : deux années aux chocs intenses

- 2013/4/17 : workshop-acte fondateur de la survey RR Lyrae
- S'en suit une série de nuits d'observation au T152 de l'OHP :

2013-2014 : deux années aux chocs intenses

- 2013/4/17 : workshop-acte fondateur de la survey RR Lyrae
- S'en suit une série de nuits d'observation au T152 de l'OHP :
 - ▶ 2013 : 2013/6/14, 2013/9/4-5, 2013/10/12-15, 2013/11/13

2013-2014 : deux années aux chocs intenses

- 2013/4/17 : workshop-acte fondateur de la survey RR Lyrae
- S'en suit une série de nuits d'observation au T152 de l'OHP :
 - ▶ 2013 : 2013/6/14, 2013/9/4-5, 2013/10/12-15, 2013/11/13
 - ▶ 2014 : 2014/6/28-29, 2015/8/9-10, 2014/9/14-16

2013-2014 : deux années aux chocs intenses

- 2013/4/17 : workshop-acte fondateur de la survey RR Lyrae
- S'en suit une série de nuits d'observation au T152 de l'OHP :
 - ▶ 2013 : 2013/6/14, 2013/9/4-5, 2013/10/12-15, 2013/11/13
 - ▶ 2014 : 2014/6/28-29, 2015/8/9-10, 2014/9/14-16
- 2014/6/28 : workshop des méthodes d'observations et d'exploitation

2013-2014 : deux années aux chocs intenses

- 2013/4/17 : workshop-acte fondateur de la survey RR Lyrae
- S'en suit une série de nuits d'observation au T152 de l'OHP :
 - ▶ 2013 : 2013/6/14, 2013/9/4-5, 2013/10/12-15, 2013/11/13
 - ▶ 2014 : 2014/6/28-29, 2015/8/9-10, 2014/9/14-16
- 2014/6/28 : workshop des méthodes d'observations et d'exploitation
- 2016/5/21 : workshop du bilan d'exploitation des données et astrophysique

2013-2014 : deux années aux chocs intenses

- 2013/4/17 : workshop-acte fondateur de la survey RR Lyrae
- S'en suit une série de nuits d'observation au T152 de l'OHP :
 - ▶ 2013 : 2013/6/14, 2013/9/4-5, 2013/10/12-15, 2013/11/13
 - ▶ 2014 : 2014/6/28-29, 2015/8/9-10, 2014/9/14-16
- 2014/6/28 : workshop des méthodes d'observations et d'exploitation
- 2016/5/21 : workshop du bilan d'exploitation des données et astrophysique
- 2017/6/24 : workshop du bilan des articles et des spectros inovants

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

2. Fin 2014 : premiers résultats de détection

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

Fin 2014 : premiers résultats de détection

- **Priorité : traiter les spectres du T152 que j'ai en ma possession**

Fin 2014 : premiers résultats de détection

- **Priorité** : traiter les spectres du T152 que j'ai en ma possession
- Des spectres non exempts de problèmes :

Fin 2014 : premiers résultats de détection

- Priorité : traiter les spectres du T152 que j'ai en ma possession
- Des spectres non exemptes de problèmes :
 - ▶ Beaucoup de cosmics souvent mal placés

Fin 2014 : premiers résultats de détection

- Priorité : traiter les spectres du T152 que j'ai en ma possession
- Des spectres non exemptes de problèmes :
 - ▶ Beaucoup de cosmics souvent mal placés
 - ▶ Calibration en longueur d'onde parfois délicate :
plantage PC acquisition, technicien distrait par nos bouteilles...

Fin 2014 : premiers résultats de détection

- Priorité : traiter les spectres du T152 que j'ai en ma possession
- Des spectres non exemptes de problèmes :
 - ▶ Beaucoup de cosmics souvent mal placés
 - ▶ Calibration en longueur d'onde parfois délicate :
plantage PC acquisition, technicien distrait par nos bouteilles. . .
 - ▶ Cela coûtera des bières !

Fin 2014 : premiers résultats de détection

- Priorité : traiter les spectres du T152 que j'ai en ma possession
- Des spectres non exemptes de problèmes :
 - ▶ Beaucoup de cosmics souvent mal placés
 - ▶ Calibration en longueur d'onde parfois délicate :
plantage PC acquisition, technicien distrait par nos bouteilles...
 - ▶ Cela coûtera des bières !
- Recherche des spectres correspondant à la phase d'intérêt : `bm_findsphase 0.2 0.4`

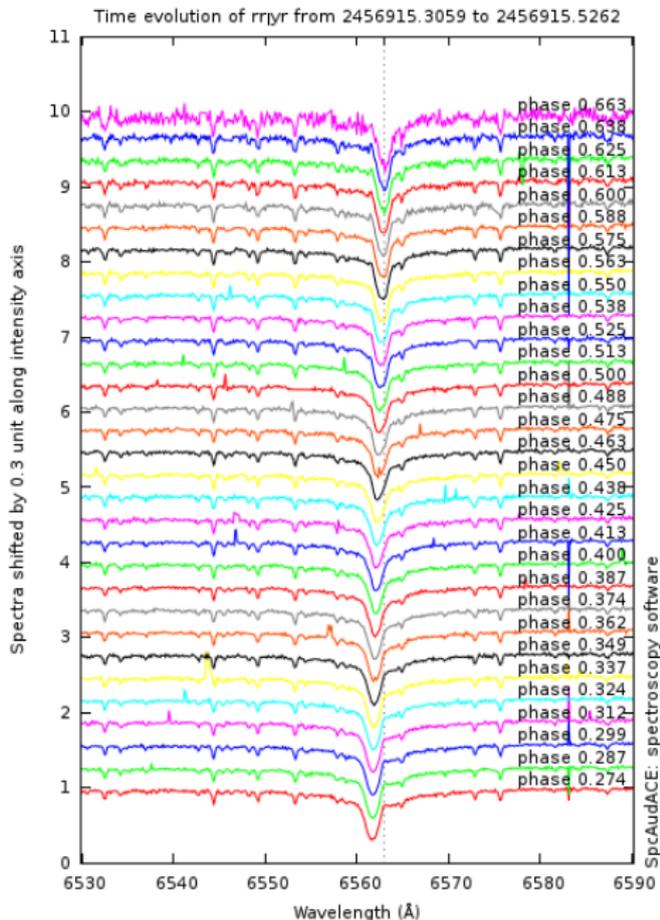
Fin 2014 : premiers résultats de détection

- Priorité : traiter les spectres du T152 que j'ai en ma possession
- Des spectres non exemptes de problèmes :
 - ▶ Beaucoup de cosmics souvent mal placés
 - ▶ Calibration en longueur d'onde parfois délicate :
plantage PC acquisition, technicien distrait par nos bouteilles...
 - ▶ Cela coûtera des bières !
- Recherche des spectres correspondant à la phase d'intérêt : `bm_findsphase 0.2 0.4`
- Correction héliocentrique et passage dans le référentiel de l'étoile : `rr_rrlyrcorr -73.5`

Fin 2014 : premiers résultats de détection

- Priorité : traiter les spectres du T152 que j'ai en ma possession
- Des spectres non exemptes de problèmes :
 - ▶ Beaucoup de cosmics souvent mal placés
 - ▶ Calibration en longueur d'onde parfois délicate :
plantage PC acquisition, technicien distrait par nos bouteilles...
 - ▶ Cela coûtera des bières !
- Recherche des spectres correspondant à la phase d'intérêt : `bm_findsphase 0.2 0.4`
- Correction héliocentrique et passage dans le référentiel de l'étoile : `rr_rrlyrcorr -73.5`
- Tracé de multiplots **phasés** :
`rr_multifit2pngdec 0 6553 6573 6562.82`

Premiers résultats : 2014/9/14



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

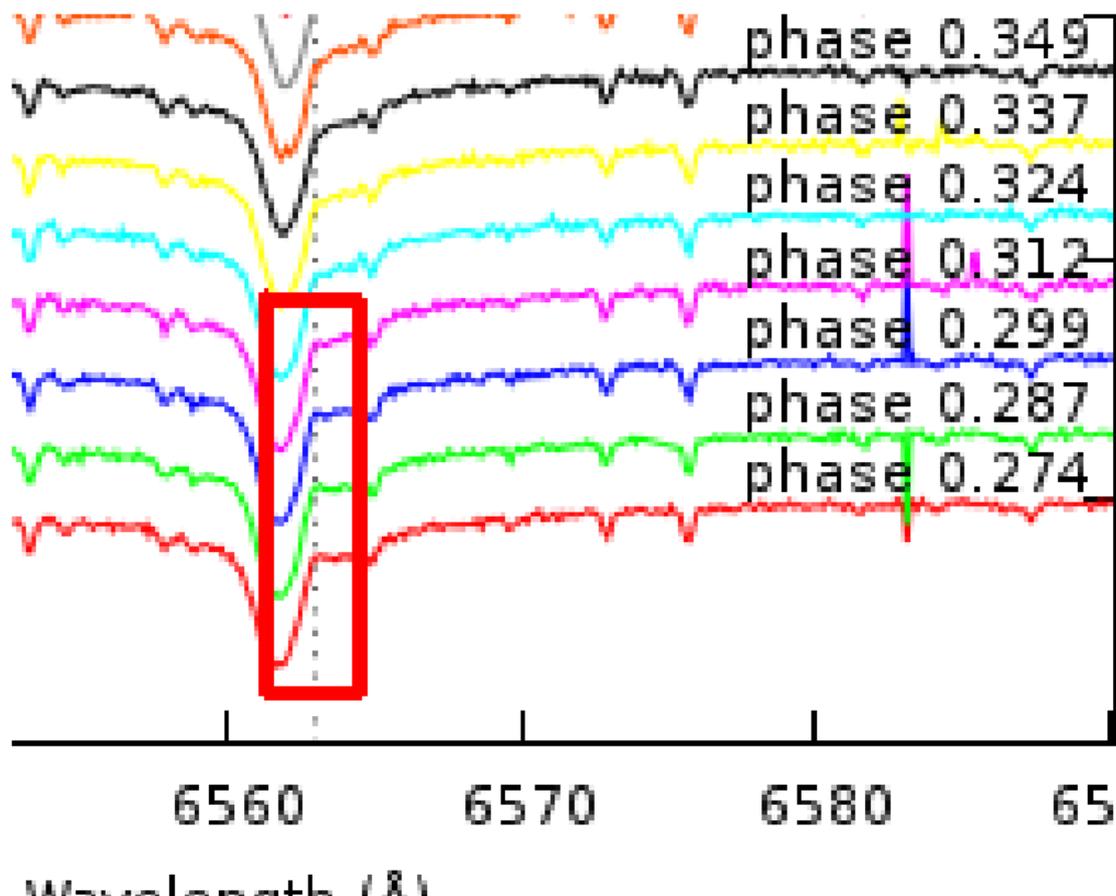
2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

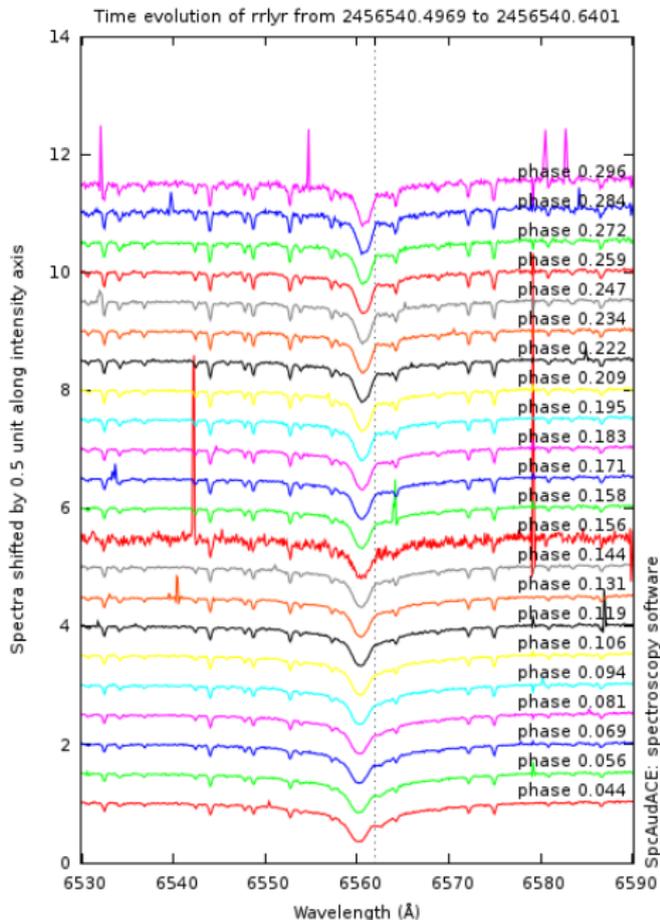
2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

Premiers résultats : 2014/9/14



Premiers résultats : 2013/9/4



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

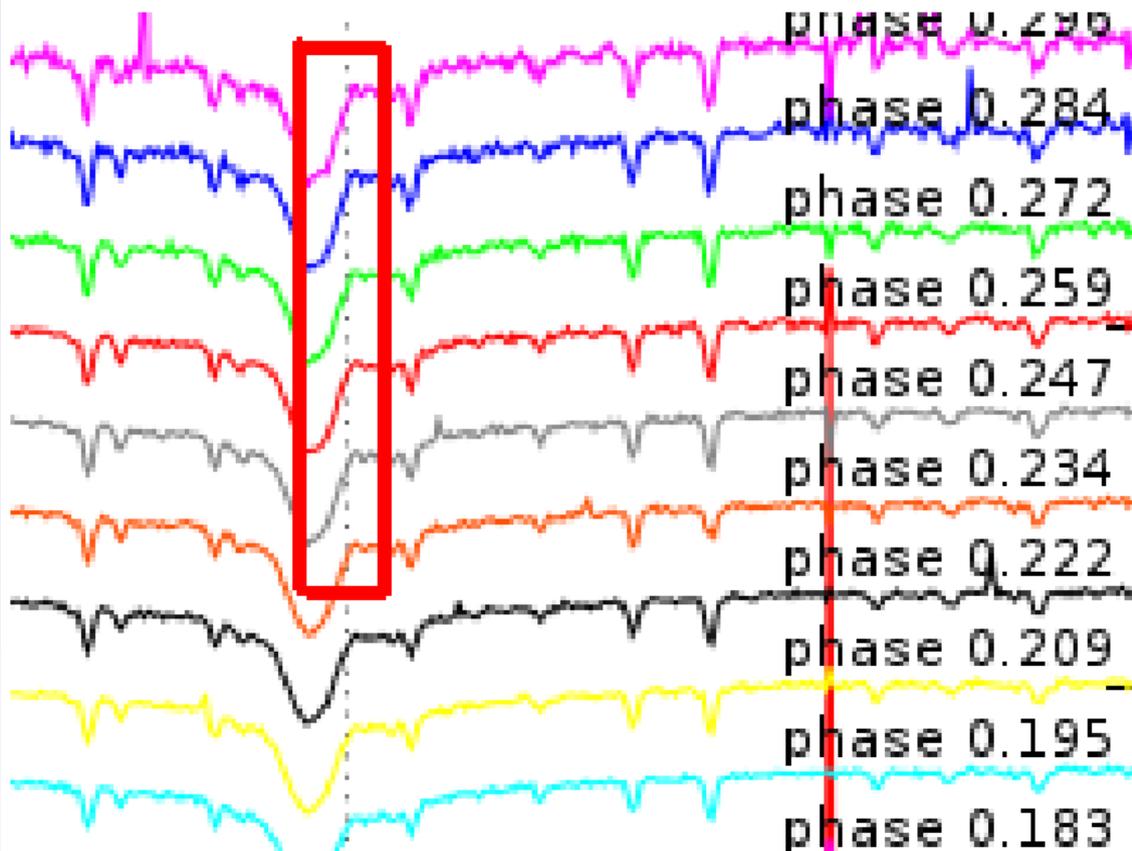
2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

Premiers résultats : 2013/9/4



2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

3. 2015 : 1 an $\frac{1}{2}$ pour récupérer toutes les données !

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$ pour récupérer toutes les données !

- Tout est dans le titre !

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$ pour récupérer toutes les données !

- Tout est dans le titre !
- T152 : 450 spectres

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$ pour récupérer toutes les données !

- Tout est dans le titre !
- T152 : 450 spectres
- Et tant d'autres participants. . .

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$ pour récupérer toutes les données !

- Tout est dans le titre !
- T152 : 450 spectres
- Et tant d'autres participants. . .
- TOTAL : **2800 spectres** individuels !

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$ pour récupérer toutes les données !

- Tout est dans le titre !
- T152 : 450 spectres
- Et tant d'autres participants. . .
- TOTAL : **2800 spectres** individuels !
- Un grand élan collectif des amateurs pour percer le mystère de l'effet Blazhko

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$ pour récupérer toutes les données !

- Tout est dans le titre !
- T152 : 450 spectres
- Et tant d'autres participants. . .
- TOTAL : **2800 spectres** individuels !
- Un grand élan collectif des amateurs pour percer le mystère de l'effet Blazhko
- Deux professionnels partageant leurs connaissances :
D. Gillet & P. Mathias

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$ pour récupérer toutes les données !

- Tout est dans le titre !
- T152 : 450 spectres
- Et tant d'autres participants. . .
- TOTAL : **2800 spectres** individuels !
- Un grand élan collectif des amateurs pour percer le mystère de l'effet Blazhko
- Deux professionnels partageant leurs connaissances : D. Gillet & P. Mathias
- Un régal pour progresser en astrophysique et en méthodes d'analyse

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

4. 2016 : début d'une collaboration intense

2016 : début d'une collaboration intense

- Des échanges fréquents et riches d'enseignements

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

2013-14 : deux
années aux chocs
intenses

Fin 2014 :
premiers résultats
de détection

2015 : 1 an $\frac{1}{2}$
pour récupérer
toutes les données !

2016 : début d'une
collaboration
intense

2016 : début d'une collaboration intense

- Des échanges fréquents et riches d'enseignements
- Le temps libre est dédié à la recherche 7/7 jours

2016 : début d'une collaboration intense

- Des échanges fréquents et riches d'enseignements
- Le temps libre est dédié à la recherche 7/7 jours
- Un chemin parcouru ensemble pour raisonner et faire face aux difficultés

2016 : début d'une collaboration intense

- Des échanges fréquents et riches d'enseignements
- Le temps libre est dédié à la recherche 7/7 jours
- Un chemin parcouru ensemble pour raisonner et faire face aux difficultés
- Recherche des occurrences de la 3^e émission dans les milliers de spectres : développement de scripts de sélection de zone en longueur d'onde, de phases de pulsation, etc.

2016 : début d'une collaboration intense

- Des échanges fréquents et riches d'enseignements
- Le temps libre est dédié à la recherche 7/7 jours
- Un chemin parcouru ensemble pour raisonner et faire face aux difficultés
- Recherche des occurrences de la 3^e émission dans les milliers de spectres : développement de scripts de sélection de zone en longueur d'onde, de phases de pulsation, etc.
- Mise en place de choix pour les tracés graphiques :

2016 : début d'une collaboration intense

- Des échanges fréquents et riches d'enseignements
- Le temps libre est dédié à la recherche 7/7 jours
- Un chemin parcouru ensemble pour raisonner et faire face aux difficultés
- Recherche des occurrences de la 3^e émission dans les milliers de spectres : développement de scripts de sélection de zone en longueur d'onde, de phases de pulsation, etc.
- Mise en place de choix pour les tracés graphiques :
 - ▶ Tracés **sans lissage** pour discerner l'information du bruit

2016 : début d'une collaboration intense

- Des échanges fréquents et riches d'enseignements
- Le temps libre est dédié à la recherche 7/7 jours
- Un chemin parcouru ensemble pour raisonner et faire face aux difficultés
- Recherche des occurrences de la 3^e émission dans les milliers de spectres : développement de scripts de sélection de zone en longueur d'onde, de phases de pulsation, etc.
- Mise en place de choix pour les tracés graphiques :
 - ▶ Tracés **sans lissage** pour discerner l'information du bruit
 - ▶ Tracé dans le référentiel de l'étoile (Rest frame)

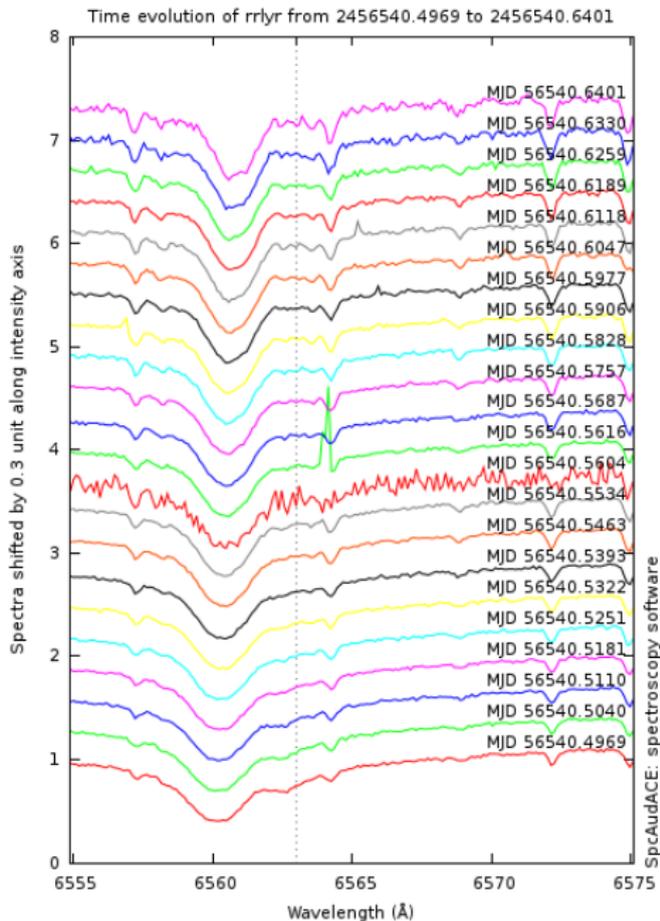
2016 : début d'une collaboration intense

- Des échanges fréquents et riches d'enseignements
- Le temps libre est dédié à la recherche 7/7 jours
- Un chemin parcouru ensemble pour raisonner et faire face aux difficultés
- Recherche des occurrences de la 3^e émission dans les milliers de spectres : développement de scripts de sélection de zone en longueur d'onde, de phases de pulsation, etc.
- Mise en place de choix pour les tracés graphiques :
 - ▶ Tracés **sans lissage** pour discerner l'information du bruit
 - ▶ Tracé dans le référentiel de l'étoile (Rest frame)
 - ▶ Affichage de la phase de pulsation

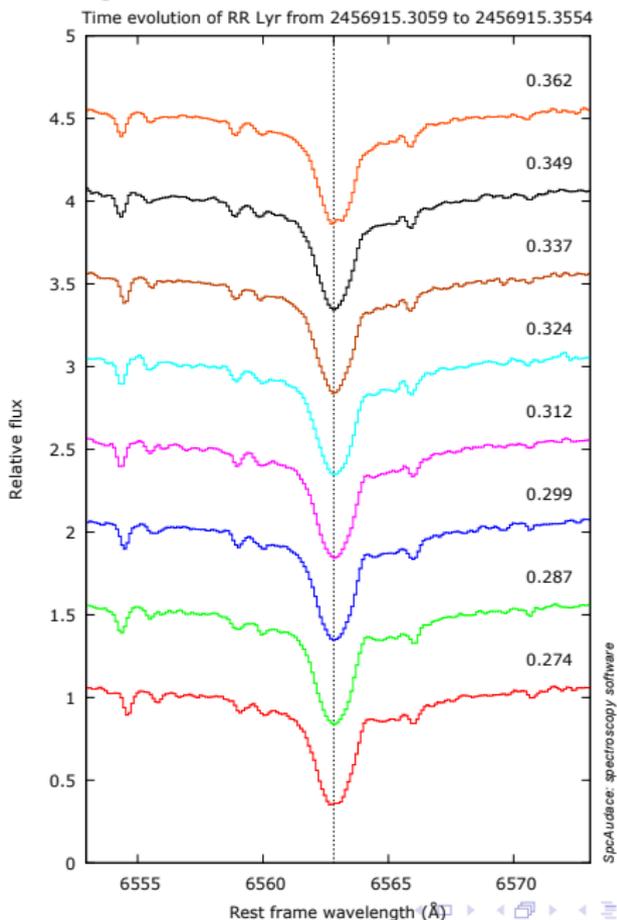
2016 : début d'une collaboration intense

- Des échanges fréquents et riches d'enseignements
- Le temps libre est dédié à la recherche 7/7 jours
- Un chemin parcouru ensemble pour raisonner et faire face aux difficultés
- Recherche des occurrences de la 3^e émission dans les milliers de spectres : développement de scripts de sélection de zone en longueur d'onde, de phases de pulsation, etc.
- Mise en place de choix pour les tracés graphiques :
 - ▶ Tracés **sans lissage** pour discerner l'information du bruit
 - ▶ Tracé dans le référentiel de l'étoile (Rest frame)
 - ▶ Affichage de la phase de pulsation
 - ▶ Sortie PDF prête à la publication

Exemple de graphique : avant



Exemple de graphique : après



Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

Partie B :

Première interprétation, première ébauche de l'article

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

1. Isolation de deux observations décisives

Isolation de deux observations décisives

- Au 05/2016, la 3^e émission a été observée 4 fois

Isolation de deux observations décisives

- Au 05/2016, la 3^e émission a été observée 4 fois
- Pour que la preuve soit irréfutable, le meilleur SNR serat sélectionné

Isolation de deux observations décisives

- Au 05/2016, la 3^e émission a été observée 4 fois
- Pour que la preuve soit irréfutable, le meilleur SNR sera sélectionné
- Deux de ces observations furent programmées au T152 : $\varphi \sim 0.3$ et $\psi \sim 0.9$

Isolation de deux observations décisives

- Au 05/2016, la 3^e émission a été observée 4 fois
- Pour que la preuve soit irréfutable, le meilleur SNR sera sélectionné
- Deux de ces observations furent programmées au T152 : $\varphi \sim 0.3$ et $\psi \sim 0.9$
 - ▶ En effet, à ce stade nous croyons que la 3^e émission avait lieu lors des maxima Blazhko (ψ)

Isolation de deux observations décisives

- Au 05/2016, la 3^e émission a été observée 4 fois
- Pour que la preuve soit irréfutable, le meilleur SNR sera sélectionné
- Deux de ces observations furent programmées au T152 : $\varphi \sim 0.3$ et $\psi \sim 0.9$
 - ▶ En effet, à ce stade nous croyons que la 3^e émission avait lieu lors des maxima Blazhko (ψ)
 - ▶ Victoire : le soir des observation, la 3^e émission fut même détectable sur les bruts !

Isolation de deux observations décisives

- Au 05/2016, la 3^e émission a été observée 4 fois
- Pour que la preuve soit irréfutable, le meilleur SNR sera sélectionné
- Deux de ces observations furent programmées au T152 : $\varphi \sim 0.3$ et $\psi \sim 0.9$
 - ▶ En effet, à ce stade nous croyons que la 3^e émission avait lieu lors des maxima Blazhko (ψ)
 - ▶ Victoire : le soir des observations, la 3^e émission fut même détectable sur les bruts !
- Observations retenues :
le **2014/09/14** et **2013/09/04**

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

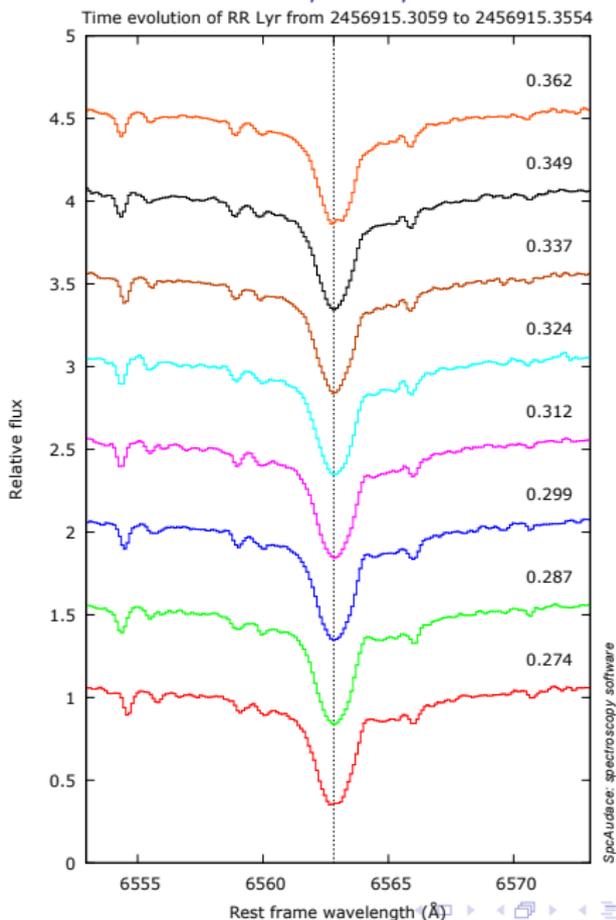
Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

Observation du 2014/09/14 :



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

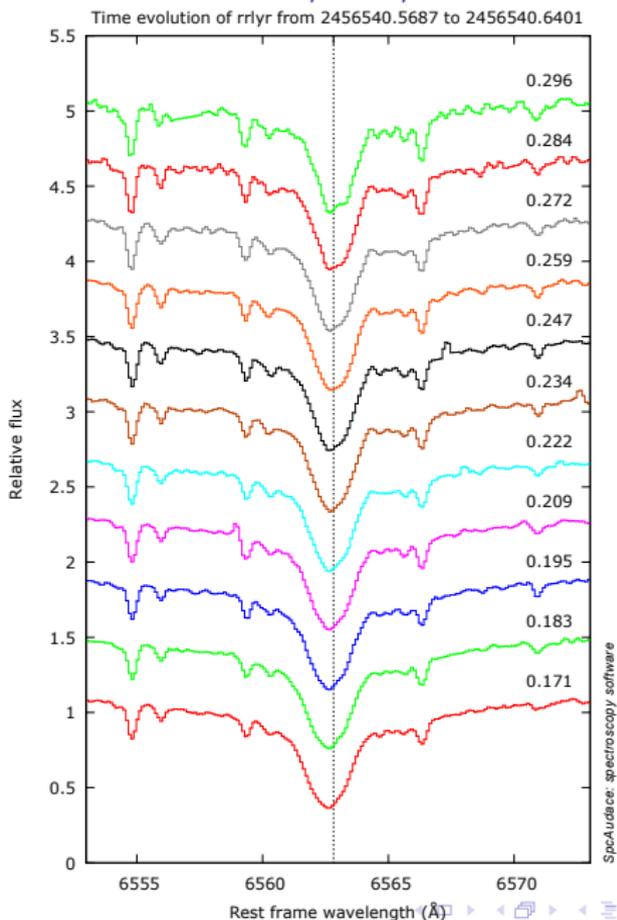
Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

Observation du 2013/09/04 :



2. Extraction de la composante en émission v1.0

Extraction de l'émission v1.0

- L'extraction de la 3^e émission du reste de la raie H_{α} appuie la preuve de sa détection

Extraction de l'émission v1.0

- L'extraction de la 3^e émission du reste de la raie H α appuie la preuve de sa détection
- De plus sa position permettrait d'estimer la vitesse de l'onde de choc

Extraction de l'émission v1.0

- L'extraction de la 3^e émission du reste de la raie H_{α} appuie la preuve de sa détection
- De plus sa position permettrait d'estimer la vitesse de l'onde de choc
- Idée : soustraire à chaque spectre un spectre moyen de la raie H_{α} à partir de spectres hors émission

Extraction de l'émission v1.0

- L'extraction de la 3^e émission du reste de la raie H_{α} appuie la preuve de sa détection
- De plus sa position permettrait d'estimer la vitesse de l'onde de choc
- Idée : soustraire à chaque spectre un spectre moyen de la raie H_{α} à partir de spectres hors émission
- De nouveaux scripts sont développés. . .

Extraction de l'émission v1.0

- L'extraction de la 3^e émission du reste de la raie H_{α} appuie la preuve de sa détection
- De plus sa position permettrait d'estimer la vitesse de l'onde de choc
- Idée : soustraire à chaque spectre un spectre moyen de la raie H_{α} à partir de spectres hors émission
- De nouveaux scripts sont développés. . .
- Mais le procédé n'a pas pu être appliqué à 2013/9/4

Extraction de l'émission v1.0

- L'extraction de la 3^e émission du reste de la raie H_{α} appuie la preuve de sa détection
- De plus sa position permettrait d'estimer la vitesse de l'onde de choc
- Idée : soustraire à chaque spectre un spectre moyen de la raie H_{α} à partir de spectres hors émission
- De nouveaux scripts sont développés. . .
- Mais le procédé n'a pas pu être appliqué à 2013/9/4
 - ▶ Absence de spectres hors émission et de largeur Doppler semblable

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

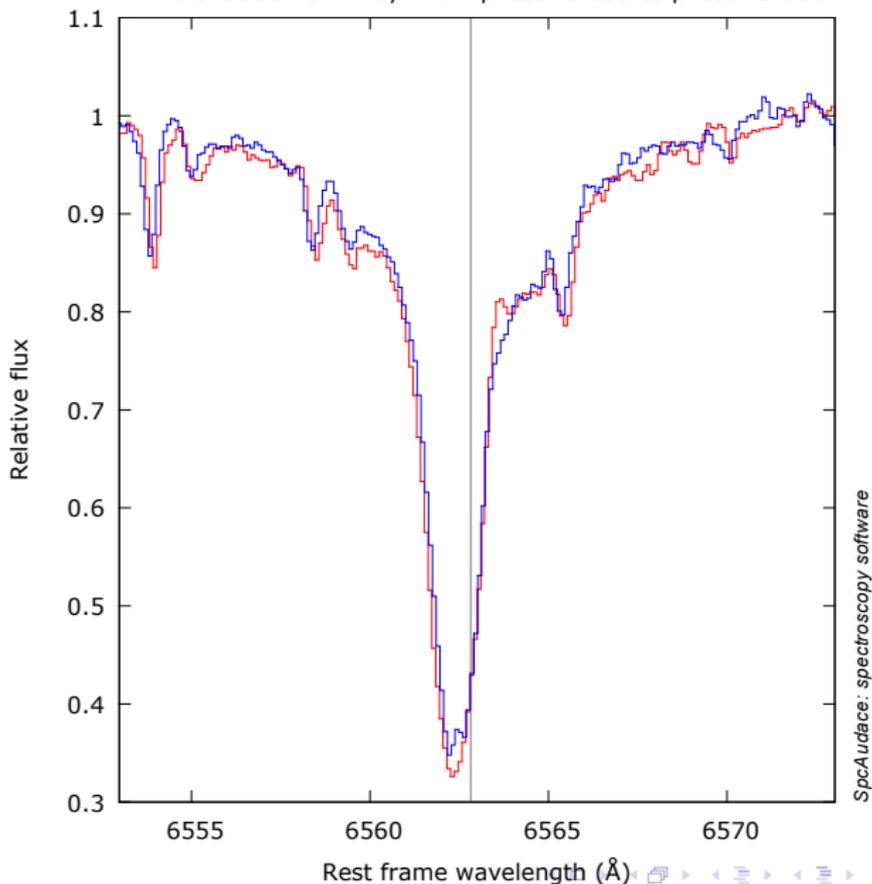
1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

Superposition du spectre moyen :

Time evolution of RR Lyr from phase=0.299 to phase=0.362



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

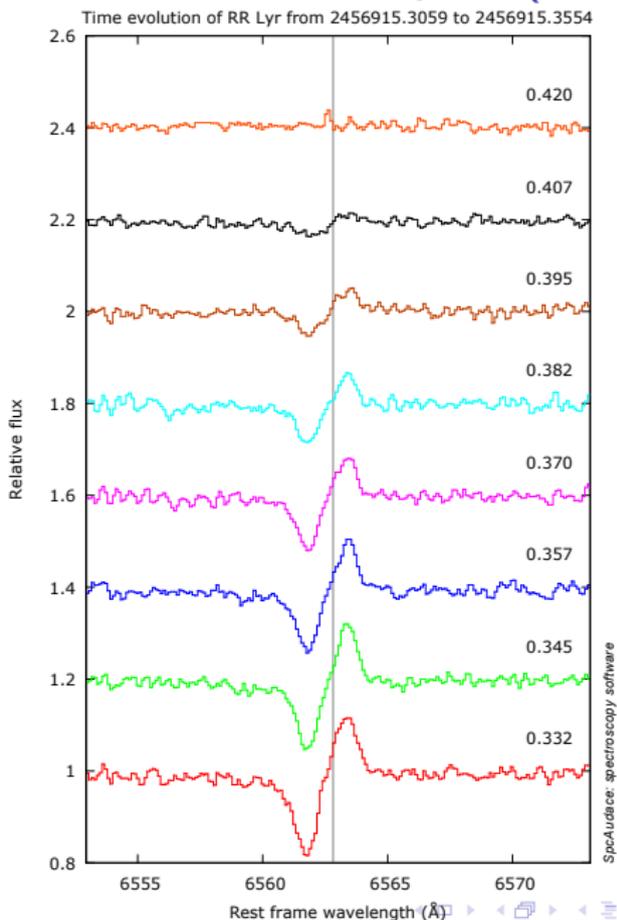
Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

Différence au spectre moyen (2014/9/14)



Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

3. Le problème des éphémérides

Le problème des éphémérides

- Toujours dans l'idée d'une relation entre 3^e émission et maximum Blazhko (phase ψ)

Le problème des éphémérides

- Toujours dans l'idée d'une relation entre 3^e émission et maximum Blazhko (phase ψ)
- Nécessité de travailler avec des éphémérides les plus récentes possibles

Le problème des éphémérides

- Toujours dans l'idée d'une relation entre 3^e émission et maximum Blazhko (phase ψ)
- Nécessité de travailler avec des éphémérides les plus récentes possibles
- Équation du type :
$$\text{HJD}(\text{max. light ampl.}) = 2456881.627 + 39.0 \psi$$

Le problème des éphémérides

- Toujours dans l'idée d'une relation entre 3^e émission et maximum Blazhko (phase ψ)
- Nécessité de travailler avec des éphémérides les plus récentes possibles
- Équation du type :
$$\text{HJD}(\text{max. light ampl.}) = 2456881.627 + 39.0 \psi$$
- Deux solutions :

Le problème des éphémérides

- Toujours dans l'idée d'une relation entre 3^e émission et maximum Blazhko (phase ψ)
- Nécessité de travailler avec des éphémérides les plus récentes possibles
- Équation du type :
$$\text{HJD}(\text{max. light ampl.}) = 2456881.627 + 39.0 \psi$$
- Deux solutions :
 1. À partir des maxima des O-C photométriques

Le problème des éphémérides

- Toujours dans l'idée d'une relation entre 3^e émission et maximum Blazhko (phase ψ)
- Nécessité de travailler avec des éphémérides les plus récentes possibles
- Équation du type :
$$\text{HJD}(\text{max. light ampl.}) = 2456881.627 + 39.0 \psi$$
- Deux solutions :
 1. À partir des maxima des O-C photométriques
Mais en 2013-14 $O - C \approx 0$: inexploitable

Le problème des éphémérides

- Toujours dans l'idée d'une relation entre 3^e émission et maximum Blazhko (phase ψ)
- Nécessité de travailler avec des éphémérides les plus récentes possibles
- Équation du type :
$$\text{HJD}(\text{max. light ampl.}) = 2456881.627 + 39.0 \psi$$
- Deux solutions :
 1. À partir des maxima des O-C photométriques
Mais en 2013-14 $O - C \approx 0$: inexploitable
 2. À partir des maxima H_α de nos spectres

Le problème des éphémérides

- Toujours dans l'idée d'une relation entre 3^e émission et maximum Blazhko (phase ψ)
- Nécessité de travailler avec des éphémérides les plus récentes possibles
- Équation du type :
$$\text{HJD}(\text{max. light ampl.}) = 2456881.627 + 39.0 \psi$$
- Deux solutions :
 1. À partir des maxima des O-C photométriques
Mais en 2013-14 $O - C \approx 0$: inexploitable
 2. À partir des maxima H_α de nos spectres
- Idée : méthode novatrice et consistante que j'ai développé (encore du code. . .)

Le problème des éphémérides

- Toujours dans l'idée d'une relation entre 3^e émission et maximum Blazhko (phase ψ)
- Nécessité de travailler avec des éphémérides les plus récentes possibles
- Équation du type :
$$\text{HJD}(\text{max. light ampl.}) = 2456881.627 + 39.0 \psi$$
- Deux solutions :
 1. À partir des maxima des O-C photométriques
Mais en 2013-14 $O - C \approx 0$: inexploitable
 2. À partir des maxima H_α de nos spectres
- Idée : méthode novatrice et consistante que j'ai développé (encore du code. . .)
- Nous avons enfin la possibilité de générer nos éphémérides Blazhko maison !

4. 1^{er} choc : la 3^e émission est visible à chaque cycle

1^{er} choc : la 3^e émission est visible à chaque cycle

- Test de verification la méthode des éphémérides sur
des spectres ELODIE de 1997

1^{er} choc : la 3^e émission est visible à chaque cycle

- Test de vérification la méthode des éphémérides sur des spectres ELODIE de 1997
- Je mets en évidence fortuitement la présence de la 3^e émission dans ces spectres de 20 ans !

1^{er} choc : la 3^e émission est visible à chaque cycle

- Test de vérification la méthode des éphémérides sur des spectres ELODIE de 1997
- Je mets en évidence fortuitement la présence de la 3^e émission dans ces spectres de 20 ans !
- Certes, la méthode fonctionne mais le résultat remet en question notre idée de départ

1^{er} choc : la 3^e émission est visible à chaque cycle

- Test de vérification la méthode des éphémérides sur des spectres ELODIE de 1997
- Je mets en évidence fortuitement la présence de la 3^e émission dans ces spectres de 20 ans !
- Certes, la méthode fonctionne mais le résultat remet en question notre idée de départ
- Choc "S1" : **la 3^e émission est visible quelque soit la phase Blazhko !**

1^{er} choc : la 3^e émission est visible à chaque cycle

- Test de vérification la méthode des éphémérides sur des spectres ELODIE de 1997
- Je mets en évidence fortuitement la présence de la 3^e émission dans ces spectres de 20 ans !
- Certes, la méthode fonctionne mais le résultat remet en question notre idée de départ
- Choc "S1" : **la 3^e émission est visible quelque soit la phase Blazhko !**
- Je fouille les 1200 spectres 1996-1997...

1^{er} choc : la 3^e émission est visible à chaque cycle

- Test de vérification la méthode des éphémérides sur des spectres ELODIE de 1997
- Je mets en évidence fortuitement la présence de la 3^e émission dans ces spectres de 20 ans !
- Certes, la méthode fonctionne mais le résultat remet en question notre idée de départ
- Choc "S1" : **la 3^e émission est visible quelque soit la phase Blazhko !**
- Je fouille les 1200 spectres 1996-1997...
- Choc "S2" : **la 3^e émission est visible à tous les cycles de pulsation !**

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

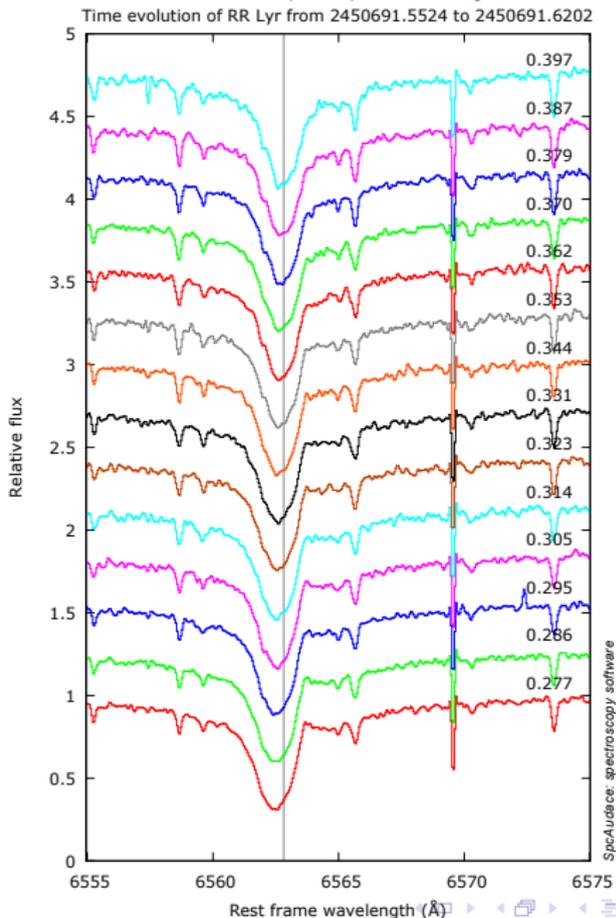
Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

3^e émission du 1997/8/30 ($\psi \sim 0.9$)



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

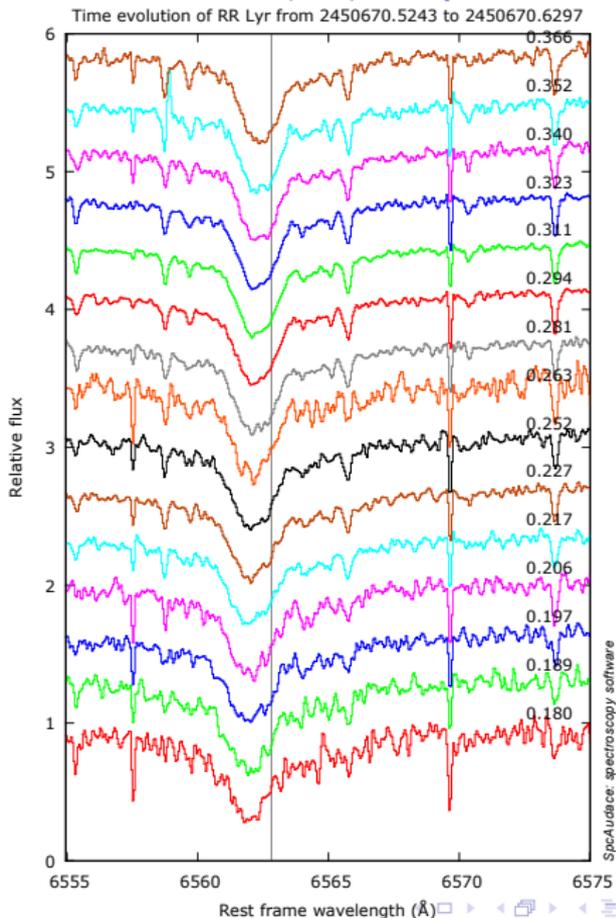
Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

3^e émission du 1997/8/9 ($\psi \sim 0.5$)



Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

5. 2016/9 : rédaction de l'article v1.0

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

2016/10 : rédaction de l'article v1.0

- J'avais déjà une expérience dans la rédaction

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

2016/10 : rédaction de l'article v1.0

- J'avais déjà une expérience dans la rédaction
- Je connaissais le préparateur de texte L^AT_EX

2016/10 : rédaction de l'article v1.0

- J'avais déjà une expérience dans la rédaction
- Je connaissais le préparateur de texte \LaTeX
- Rassemblement des lectures bibliographiques réalisées

2016/10 : rédaction de l'article v1.0

- J'avais déjà une expérience dans la rédaction
- Je connaissais le préparateur de texte \LaTeX
- Rassemblement des lectures bibliographiques réalisées
- Du piano à 4 mains avec Denis Gillet dans la bonne ambiance

2016/10 : rédaction de l'article v1.0

- J'avais déjà une expérience dans la rédaction
- Je connaissais le préparateur de texte \LaTeX
- Rassemblement des lectures bibliographiques réalisées
- Du piano à 4 mains avec Denis Gillet dans la bonne ambiance
- Rédaction de l'introduction

2016/10 : rédaction de l'article v1.0

- J'avais déjà une expérience dans la rédaction
- Je connaissais le préparateur de texte \LaTeX
- Rassemblement des lectures bibliographiques réalisées
- Du piano à 4 mains avec Denis Gillet dans la bonne ambiance
- Rédaction de l'introduction
 - ▶ Une pensée émouvante à Williamina Flemming :
1901 découverte de la variabilité de RR Lyrae

2016/10 : rédaction de l'article v1.0

- J'avais déjà une expérience dans la rédaction
- Je connaissais le préparateur de texte \LaTeX
- Rassemblement des lectures bibliographiques réalisées
- Du piano à 4 mains avec Denis Gillet dans la bonne ambiance
- Rédaction de l'introduction
 - ▶ Une pensée émouvante à Williamina Flemming : 1901 découverte de la variabilité de RR Lyrae
 - ▶ Le souvenir de Schwarzschild et son effet : 1952

1901 : article de la découverte de RR Lyrae variable

B. MAUCLAIRE

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

<i>Sagittarius</i>	-16° 4904	18 24.6	-16 59	N	W. P. Fleming
<i>Scutum</i>	- 8° 4726	18 44.9	- 8 1	N	L. D. Wells
<i>Scutum</i>	- 8° 4764	18 50.0	- 8 19	N	W. P. Fleming
<i>Sagittarius</i>	.....	18 55.9	-12 54	Md	W. P. Fleming
<i>Sagittarius</i>	-22° 4958	18 57.7	-22 51	Mc	W. P. Fleming
<i>Telescopium</i>	.....	19 0.5	-49 4	Md	W. P. Fleming
<i>Telescopium</i>	<i>C. P. D.</i> -50° 11027	19 10.5	-50 38	Md ?	W. P. Fleming
<u><i>Lyra</i></u>	+42° 3338	19 22.2	+42 36	.....!	W. P. Fleming
<i>Telescopium</i>	.....	19 43.1	-50 15	Md	W. P. Fleming
<i>Telescopium</i>	.....	20 11.2	-52 56	Md	W. P. Fleming
<i>Telescopium</i>	-51° 12487	20 12.9	-51 1	Mc 5 d	W. P. Fleming
<i>Cygnus</i>	.....	21 35.7	+42 45	....	H. R. Colson
<i>Aquarius</i>	-22° 5901	22 17.7	-22 35	Md ?	W. P. Fleming
<i>Piscis Austr.</i>	<i>A. G. C.</i> 30605	22 20.5	-29 35	...	W. P. Fleming
<i>Andromeda</i>	+48° 4093	23 28.8	+48 16	Md ?	W. P. Fleming
<i>Pegasus</i>	+25° 5054	23 55.0	+25 21	Md ?	W. P. Fleming

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

W. Flemming, travaillant pour Pickering



*Yours very truly,
W. V. Flemming*

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

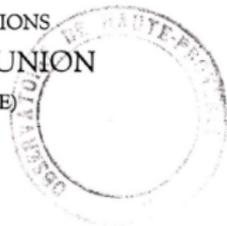
1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

1952 : article fondateur de l'effet Schwarzschild

INTERNATIONAL COUNCIL OF SCIENTIFIC UNIONS
INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION
(UNION ASTRONOMIQUE INTERNATIONALE)



TRANSACTIONS OF THE INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION

Vol. VIII

EIGHTH GENERAL ASSEMBLY

HELD AT
ROME

4 SEPTEMBER to 13 SEPTEMBER 1952

EDITED BY
P. TH. OOSTERHOFF
(General Secretary)

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

6. 2016/10 : soumission de l'article v1.0

Isolation de deux
observations
décisives

Extraction de la
composante en
émission v1.0

Le problème des
éphémérides

1^{er} choc : la 3^e
émission est visible
à chaque cycle

2016/9 : rédaction
de l'article v1.0

2016/10 :
sousmission de
l'article v1.0

2016/10 : soumission de l'article v1.0

- Rassemblons les constats observationnels :

2016/10 : soumission de l'article v1.0

- Rassemblons les constats observationnels :
 - ▶ La 3^e émission est visible à chaque cycle de pulsation (φ)

2016/10 : soumission de l'article v1.0

- Rassemblons les constats observationnels :
 - ▶ La 3^e émission est visible à chaque cycle de pulsation (φ)
 - ▶ La 3^e émission est indépendant de la phase Blazhko (ψ)

2016/10 : soumission de l'article v1.0

- Rassemblons les constats observationnels :
 - ▶ La 3^e émission est visible à chaque cycle de pulsation (φ)
 - ▶ La 3^e émission est indépendant de la phase Blazhko (ψ)
 - ▶ La forme de la 3^e émission est un profil P-Cygni redshifté

2016/10 : soumission de l'article v1.0

- Rassemblons les constats observationnels :
 - ▶ La 3^e émission est visible à chaque cycle de pulsation (φ)
 - ▶ La 3^e émission est indépendant de la phase Blazhko (ψ)
 - ▶ La forme de la 3^e émission est un profil P-Cygni redshifté
- Interprétation présentée à ce stade :

2016/10 : soumission de l'article v1.0

- Rassemblons les constats observationnels :
 - ▶ La 3^e émission est visible à chaque cycle de pulsation (φ)
 - ▶ La 3^e émission est indépendant de la phase Blazhko (ψ)
 - ▶ La forme de la 3^e émission est un profil P-Cygni redshifté
- Interprétation présentée à ce stade :
 - ▶ Profil P-Cygni \Leftrightarrow une coquille en expansion à $\varphi \approx 0.3$ (incohérent le sens de l'onde en chute)
 $\Rightarrow V_{3e}$

2016/10 : soumission de l'article v1.0

- Rassemblons les constats observationnels :
 - ▶ La 3^e émission est visible à chaque cycle de pulsation (φ)
 - ▶ La 3^e émission est indépendant de la phase Blazhko (ψ)
 - ▶ La forme de la 3^e émission est un profil P-Cygni redshifté
- Interprétation présentée à ce stade :
 - ▶ Profil P-Cygni \Leftrightarrow une coquille en expansion à $\varphi \approx 0.3$ (incohérent le sens de l'onde en chute)
 $\Rightarrow V_{3e}$
 - ▶ Une atmosphère en contraction $\Rightarrow V_{\text{infall}}$

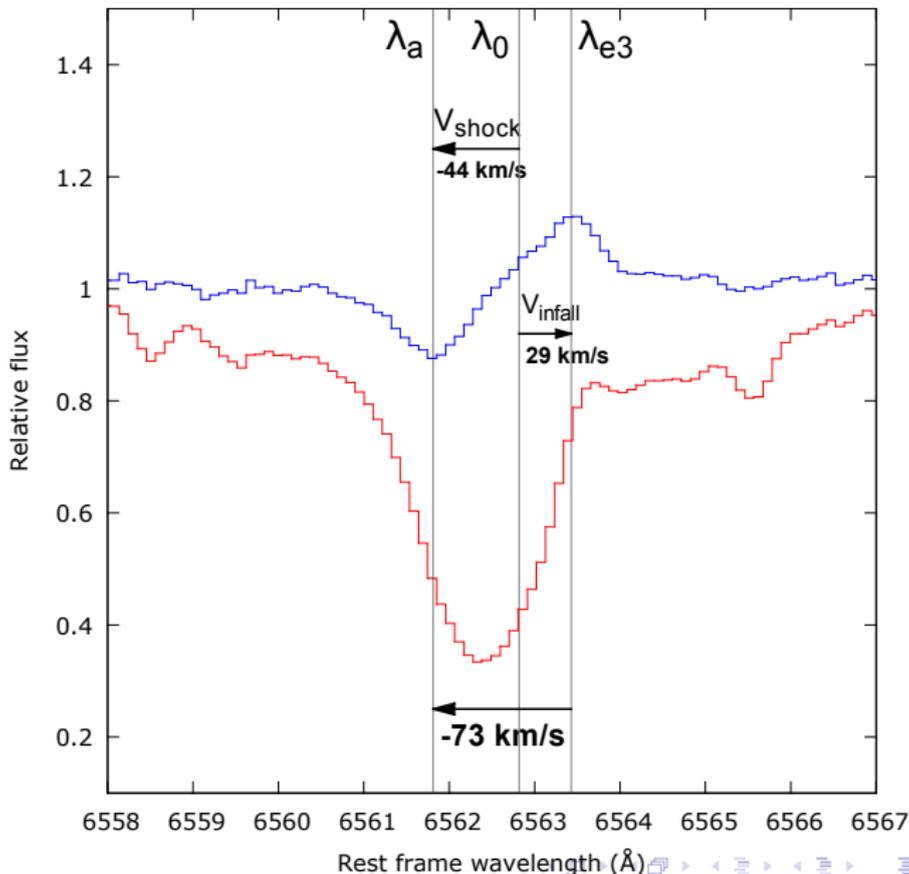
2016/10 : soumission de l'article v1.0

- Rassemblons les constats observationnels :
 - ▶ La 3^e émission est visible à chaque cycle de pulsation (φ)
 - ▶ La 3^e émission est indépendant de la phase Blazhko (ψ)
 - ▶ La forme de la 3^e émission est un profil P-Cygni redshifté
- Interprétation présentée à ce stade :
 - ▶ Profil P-Cygni \Leftrightarrow une coquille en expansion à $\varphi \approx 0.3$ (incohérent le sens de l'onde en chute)
 $\Rightarrow V_{3e}$
 - ▶ Une atmosphère en contraction $\Rightarrow V_{\text{infall}}$
 - ▶ Vitesse de l'onde de choc :
 $V_{\text{shock}}(\varphi \simeq 0.3) = V_{3e} - V_{\text{infall}}$

2016/10 : soumission de l'article v1.0

- Rassemblons les constats observationnels :
 - ▶ La 3^e émission est visible à chaque cycle de pulsation (φ)
 - ▶ La 3^e émission est indépendant de la phase Blazhko (ψ)
 - ▶ La forme de la 3^e émission est un profil P-Cygni redshifté
- Interprétation présentée à ce stade :
 - ▶ Profil P-Cygni \Leftrightarrow une coquille en expansion à $\varphi \approx 0.3$ (incohérent le sens de l'onde en chute)
 $\Rightarrow V_{3e}$
 - ▶ Une atmosphère en contraction $\Rightarrow V_{\text{infall}}$
 - ▶ Vitesse de l'onde de choc :
$$V_{\text{shock}}(\varphi \simeq 0.3) = V_{3e} - V_{\text{infall}}$$
- Une explication basées sur les observations mais plutôt complexe

Mesure de $V_{\text{shock}}(\varphi \simeq 0.3) = V_{3e} - V_{\text{infall}}$



First observation of the H α redshifted emission in RR Lyræ Evidence of a large extension of the pulsating atmosphere

D. Gillet¹, B. Mauclaire², T. Garrel³, Ph. Mathias⁴, T. de France⁵, J-S. Devaux⁶, H. Boussier⁷, D. Verilhac⁸,
T. Lemoult⁹, G. Brabant¹⁰, J. Desbordes¹¹, and the GRRR Collaboration^{12*}

¹ Observatoire de Haute-Provence – CNRS/PYTHEAS/Université d'Aix-Marseille, 04870 Saint-Michel l'Observatoire, France
e-mail: denis.gillet@ospytheas.fr

² Observatoire du Val de l'Arc, 13530 Trets, France
e-mail: bma.ova@gmail.com

³ Observatoire de Fontcaude, 34990 Juvignac, France

⁴ CNRS, UMR5277, Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie, 57 avenue d'Azereix, 65000 Tarbes, France

⁵ Observatoire des Tourterelles, 34140 Méze, France

⁶ Observatoire OAV, 34290 Alignan-du-Vent, France

⁷ 84450 Saint Saturnin-les-Avignon, France

⁸ 26420 Saint Agnan en Vercors, France

⁹ Observatoire de Chelles, 77500 Chelles, France

¹⁰ 26190 Saint-Laurent-en-Royans, France

¹¹ 75000 Paris, France

¹² Observatoire de Haute-Provence, 04870 Saint-Michel l'Observatoire, France

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Partie C :

La révolution venue de Chelles

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

1. La machine de guerre de T. Lemoult

La machine de guerre de T. Lemoult

- Période de pulsation de RR Lyrae : 13,6 h

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

La machine de guerre de T. Lemoult

- Période de pulsation de RR Lyrae : 13,6 h
⇒ impossible de couvrir rapidement un cycle en observant quelques h/nuit

La machine de guerre de T. Lemoult

- Période de pulsation de RR Lyrae : 13,6 h
⇒ impossible de couvrir rapidement un cycle en observant quelques h/nuit
- Solution : utiliser chaque opportunité pour observer et sur toute la nuit si possible

La machine de guerre de T. Lemoult

- Période de pulsation de RR Lyrae : 13,6 h
⇒ impossible de couvrir rapidement un cycle en observant quelques h/nuit
- Solution : utiliser chaque opportunité pour observer et sur toute la nuit si possible
- Cela nécessite d'automatiser l'observatoire

La machine de guerre de T. Lemoult

- Période de pulsation de RR Lyrae : 13,6 h
⇒ impossible de couvrir rapidement un cycle en observant quelques h/nuit
- Solution : utiliser chaque opportunité pour observer et sur toute la nuit si possible
- Cela nécessite d'automatiser l'observatoire
- Thierry LEMOULT a alors créé *Carl* pour briser le triangle astronomique !

La machine de guerre de T. Lemoult

- Période de pulsation de RR Lyrae : 13,6 h
⇒ impossible de couvrir rapidement un cycle en observant quelques h/nuit
- Solution : utiliser chaque opportunité pour observer et sur toute la nuit si possible
- Cela nécessite d'automatiser l'observatoire
- Thierry LEMOULT a alors créé *Carl* pour briser le triangle astronomique !
- *Carl* : T035+eShel+station
météo+domotique+scripts Prism+scheduler

La machine de guerre de T. Lemoult

- Période de pulsation de RR Lyrae : 13,6 h
⇒ impossible de couvrir rapidement un cycle en observant quelques h/nuit
- Solution : utiliser chaque opportunité pour observer et sur toute la nuit si possible
- Cela nécessite d'automatiser l'observatoire
- Thierry LEMOULT a alors créé *Carl* pour briser le triangle astronomique !
- *Carl* : T035+eShel+station
météo+domotique+scripts Prism+scheduler
- Une avancée remarquable en spectroscopie !

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

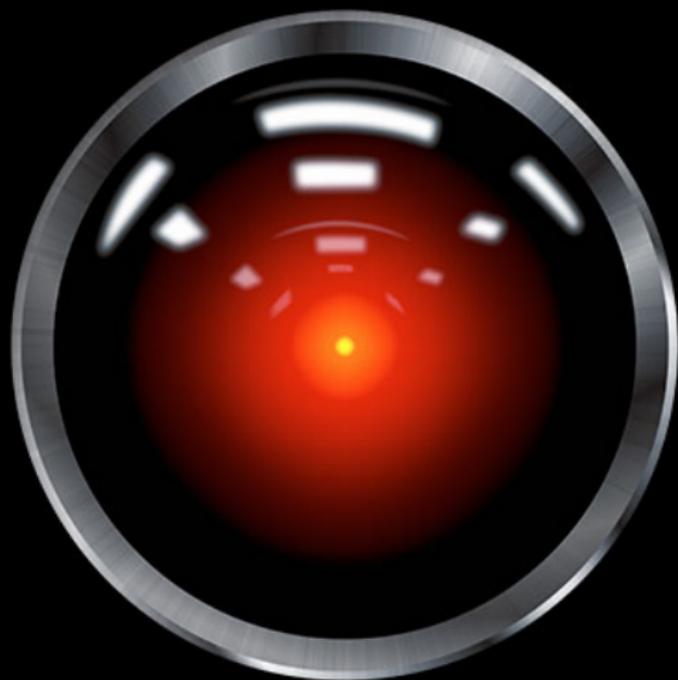
3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Carl agit par lui-même...



**Dave... I'm afraid I can't
let you do that...**

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

L'homme derrière *Carl* :



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

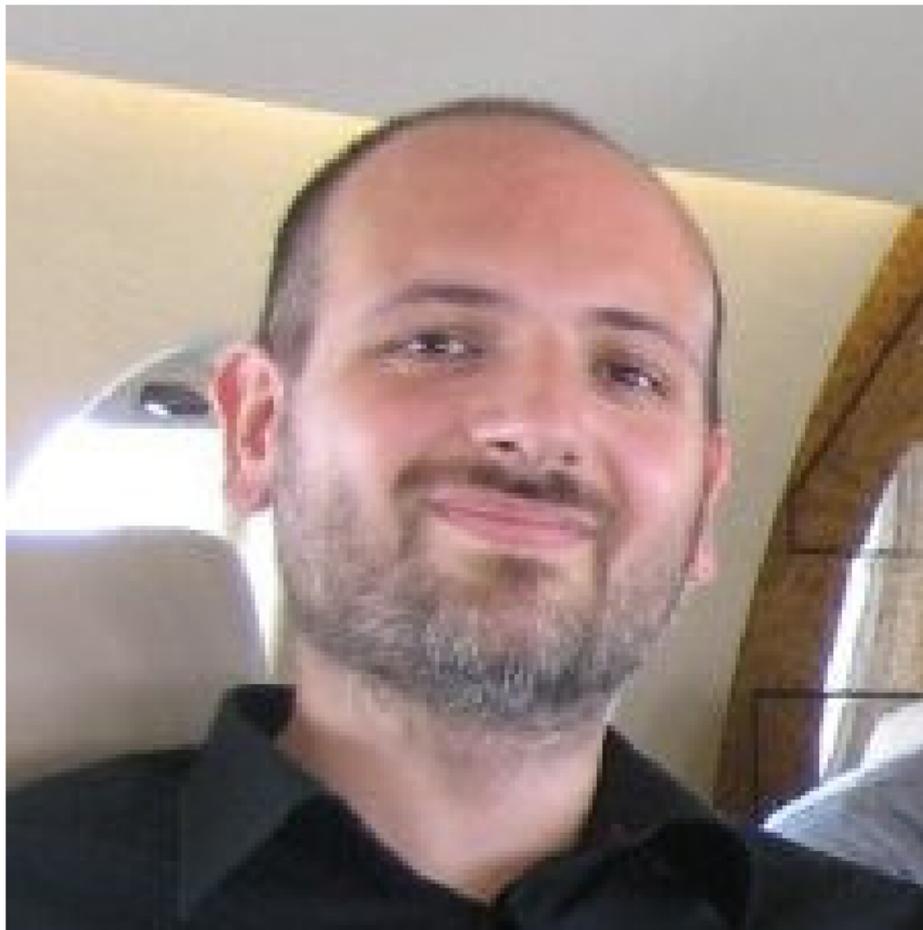
3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Le véritable homme derrière *Carl* !



La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

2. 2^e choc : le film de l'atmosphère est dévoilé

2^e choc : le film de l'atmosphère est dévoilé

- **Avril 2017 : 47 h d'observations en 11 jours !**

2^e choc : le film de l'atmosphère est dévoilé

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

- Avril 2017 : **47 h d'observations en 11 jours !**
- Toute les longueurs d'ondes sont couvertes

2^e choc : le film de l'atmosphère est dévoilé

- Avril 2017 : **47 h d'observations en 11 jours !**
- Toute les longueurs d'ondes sont couvertes
- Bien entendu les maxima H_{α} : décrit l'onde de choc

2^e choc : le film de l'atmosphère est dévoilé

- Avril 2017 : **47 h d'observations en 11 jours !**
- Toute les longueurs d'ondes sont couvertes
- Bien entendu les maxima H_{α} : décrit l'onde de choc
- Mais aussi les 2 raies du sodium (Na) $\lambda 5895.92$ et $\lambda 5889.95$

2^e choc : le film de l'atmosphère est dévoilé

- Avril 2017 : **47 h d'observations en 11 jours !**
- Toute les longueurs d'ondes sont couvertes
- Bien entendu les maxima H_{α} : décrit l'onde de choc
- Mais aussi les 2 raies du sodium (Na) $\lambda 5895.92$ et $\lambda 5889.95$
- Ces raies décrivent la structure de l'atmosphère

2^e choc : le film de l'atmosphère est dévoilé

- Avril 2017 : **47 h d'observations en 11 jours !**
- Toute les longueurs d'ondes sont couvertes
- Bien entendu les maxima H_{α} : décrit l'onde de choc
- Mais aussi les 2 raies du sodium (Na) $\lambda 5895.92$ et $\lambda 5889.95$
- Ces raies décrivent la structure de l'atmosphère
- On possède alors **le film des soubresauts de RR Lyrae !**

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

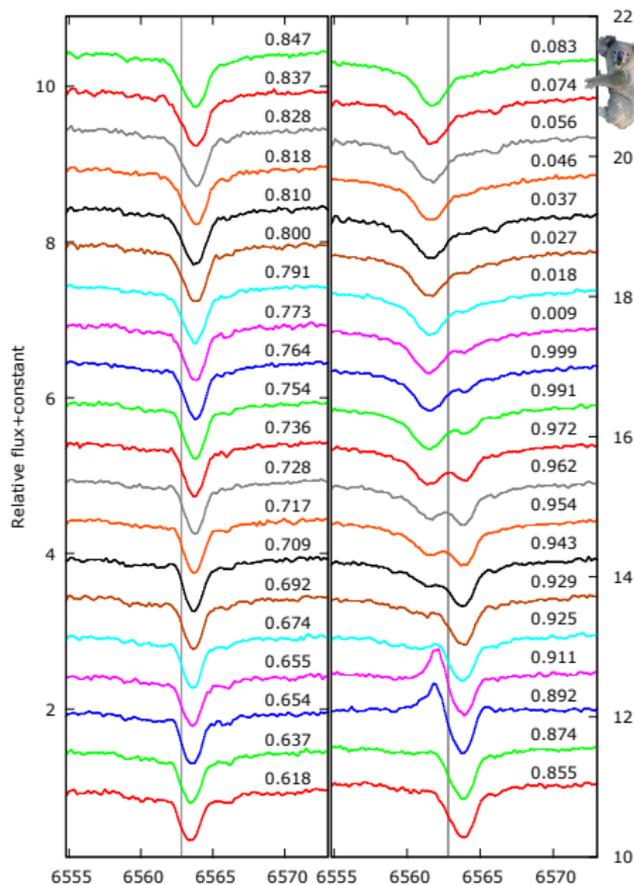
3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Film de H α durant avril 2017



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

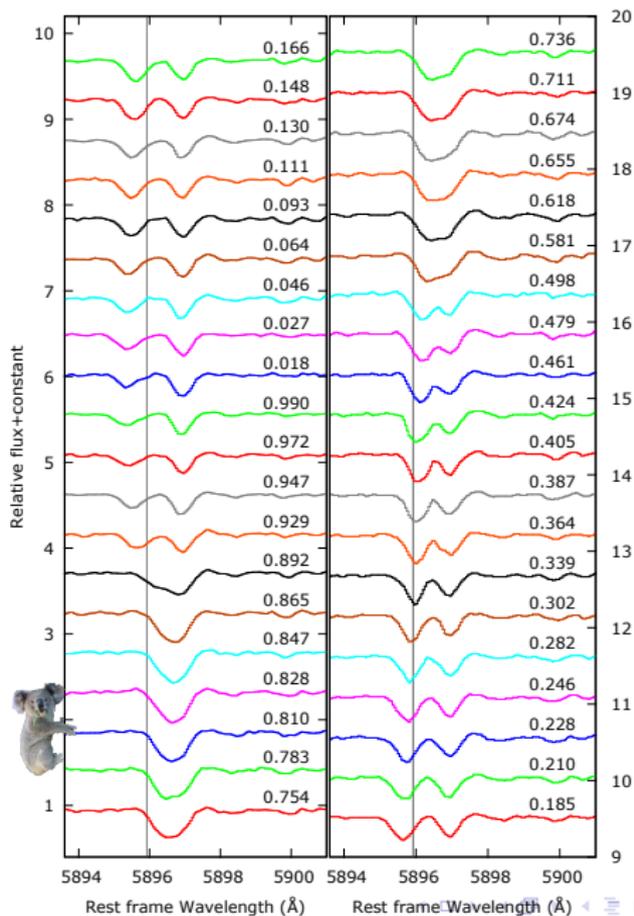
3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Film de Na durant avril 2017



La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

3. Extraction de la composante en émission v2.0

Extraction de l'émission v2.0

- La méthode de la différence au spectre moyen ne donne pas le même résultat sur les spectres de T. Lemoult

Extraction de l'émission v2.0

- La méthode de la différence au spectre moyen ne donne pas le même résultat sur les spectres de T. Lemoult
- Idée : créer pour chaque spectre des série un spectre ajustant les composantes en absorption

Extraction de l'émission v2.0

- La méthode de la différence au spectre moyen ne donne pas le même résultat sur les spectres de T. Lemoult
- Idée : créer pour chaque spectre des série un spectre ajustant les composantes en absorption
- Ainsi la soustraction donnera la forme réelle de la 3^e émission

Extraction de l'émission v2.0

- La méthode de la différence au spectre moyen ne donne pas le même résultat sur les spectres de T. Lemoult
- Idée : créer pour chaque spectre des série un spectre ajustant les composantes en absorption
- Ainsi la soustraction donnera la forme réelle de la 3^e émission
- Composantes en absorption : centre de H_{α} , ailes Stark, raies telluriques

Extraction de l'émission v2.0

- La méthode de la différence au spectre moyen ne donne pas le même résultat sur les spectres de T. Lemoult
- Idée : créer pour chaque spectre des série un spectre ajustant les composantes en absorption
- Ainsi la soustraction donnera la forme réelle de la 3^e émission
- Composantes en absorption : centre de H_{α} , ailes Stark, raies telluriques
- Une puissante librairie Python : Pyspecfit

Extraction de l'émission v2.0

- La méthode de la différence au spectre moyen ne donne pas le même résultat sur les spectres de T. Lemoult
- Idée : créer pour chaque spectre des série un spectre ajustant les composantes en absorption
- Ainsi la soustraction donnera la forme réelle de la 3^e émission
- Composantes en absorption : centre de H_{α} , ailes Stark, raies telluriques
- Une puissante librairie Python : Pyspecfit
- J'ai donc appris le Python durant Noël 2016 !

Extraction de l'émission v2.0

- La méthode de la différence au spectre moyen ne donne pas le même résultat sur les spectres de T. Lemoult
- Idée : créer pour chaque spectre des série un spectre ajustant les composantes en absorption
- Ainsi la soustraction donnera la forme réelle de la 3^e émission
- Composantes en absorption : centre de H_{α} , ailes Stark, raies telluriques
- Une puissante librairie Python : Pyspecfit
- J'ai donc appris le Python durant Noël 2016 !
- En plus cela traitera aussi les spectres de 2013/9/4

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

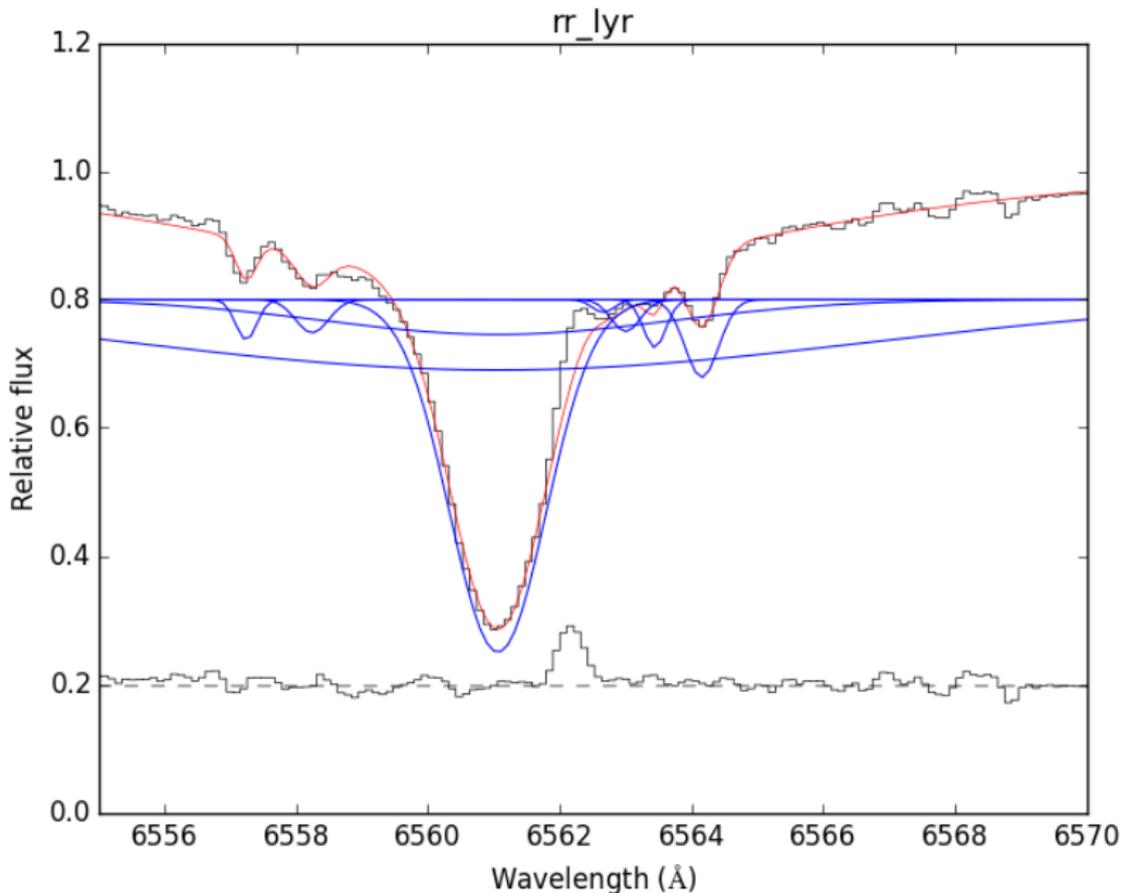
3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Composantes en absorption ajustées :



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

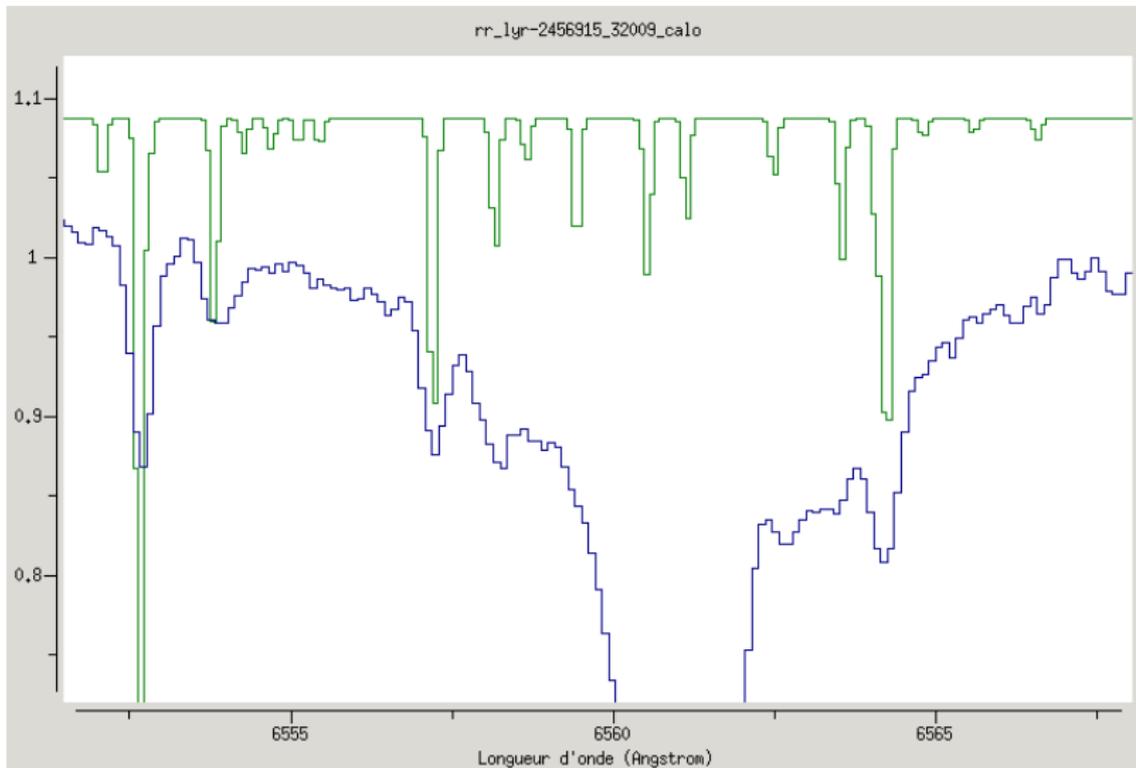
3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Les raies telluriques autour de H_{α} :



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemout

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

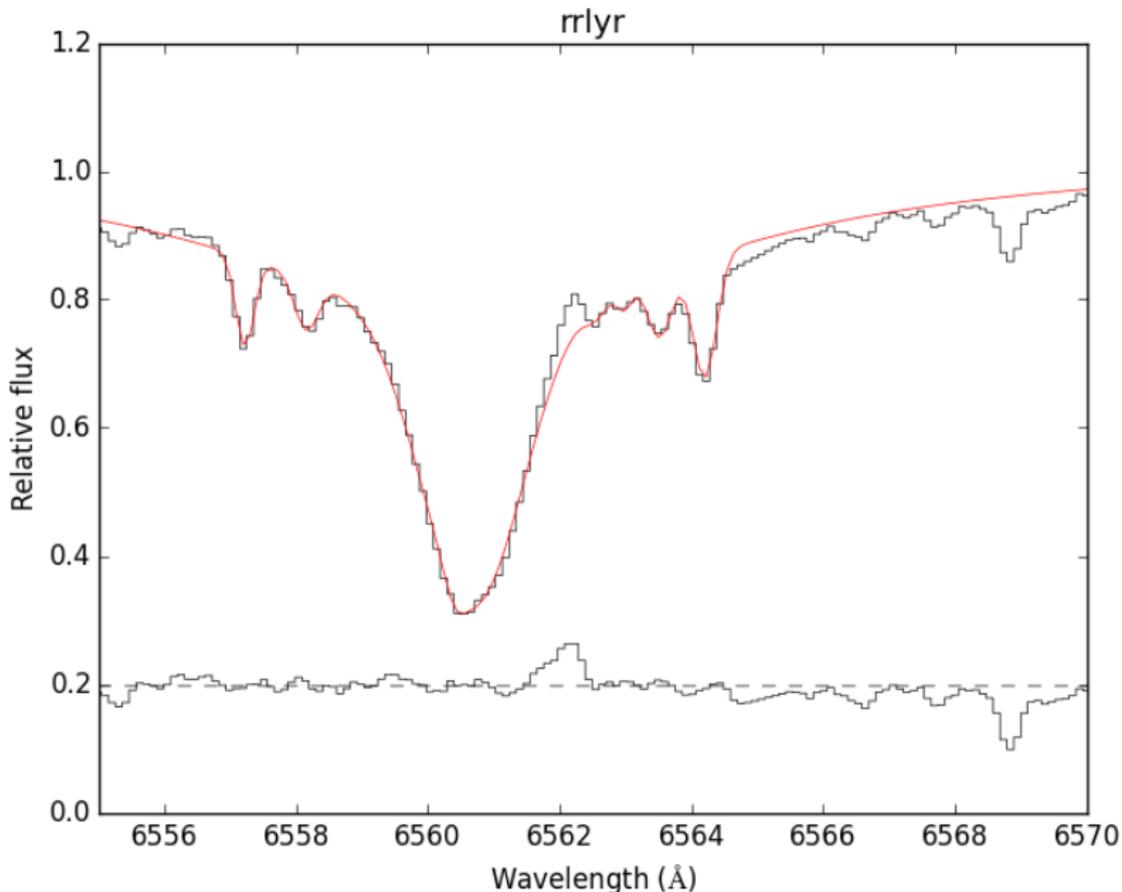
3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Exemple de résultat d'ajustement :



La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

4. 3^e choc : la 3^e émission n'est pas un P-Cygni

3^e choc : la 3^e émission n'est pas un P-Cygni

- La méthode de la différence (v1.0) aboutissait à un profil P-Cygni redshifté

3^e choc : la 3^e émission n'est pas un P-Cygni

- La méthode de la différence (v1.0) aboutissait à un profil P-Cygni redshifté
- Donc à une coquille en expansion dans une atmosphère en contraction

3^e choc : la 3^e émission n'est pas un P-Cygni

- La méthode de la différence (v1.0) aboutissait à un profil P-Cygni redshifté
- Donc à une coquille en expansion dans une atmosphère en contraction
- La méthode par ajustement (v2.0) abouti à une étroite émission simple redshiftée

3^e choc : la 3^e émission n'est pas un P-Cygni

- La méthode de la différence (v1.0) aboutissait à un profil P-Cygni redshifté
- Donc à une coquille en expansion dans une atmosphère en contraction
- La méthode par ajustement (v2.0) abouti à une étroite émission simple redshiftée
- Donc à une mince couche en échauffement

La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

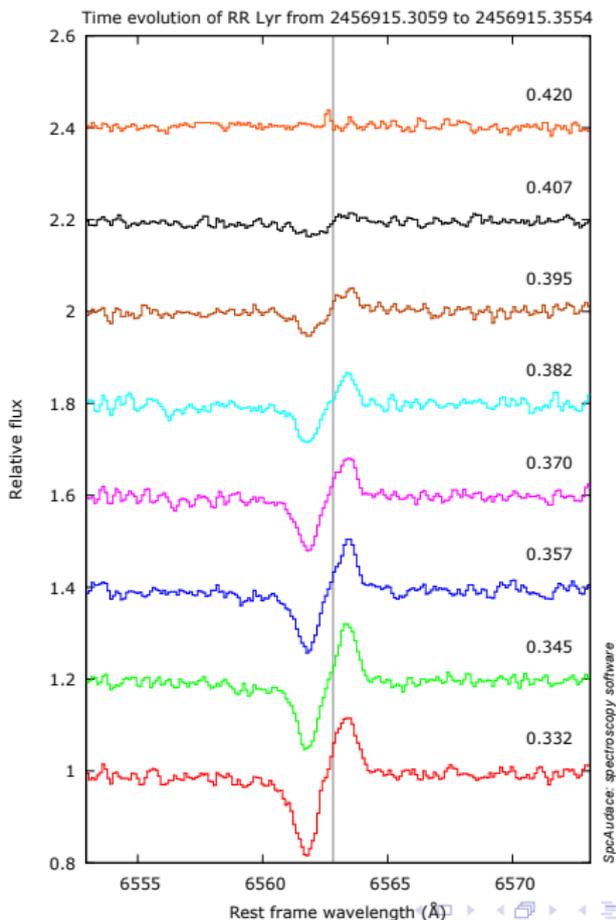
3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Forme de la 3^e émission v1.0 :



La publication sur
RR Lyr :
récit d'une
aventure de
chercheurs

B. MAUCLAIRE

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

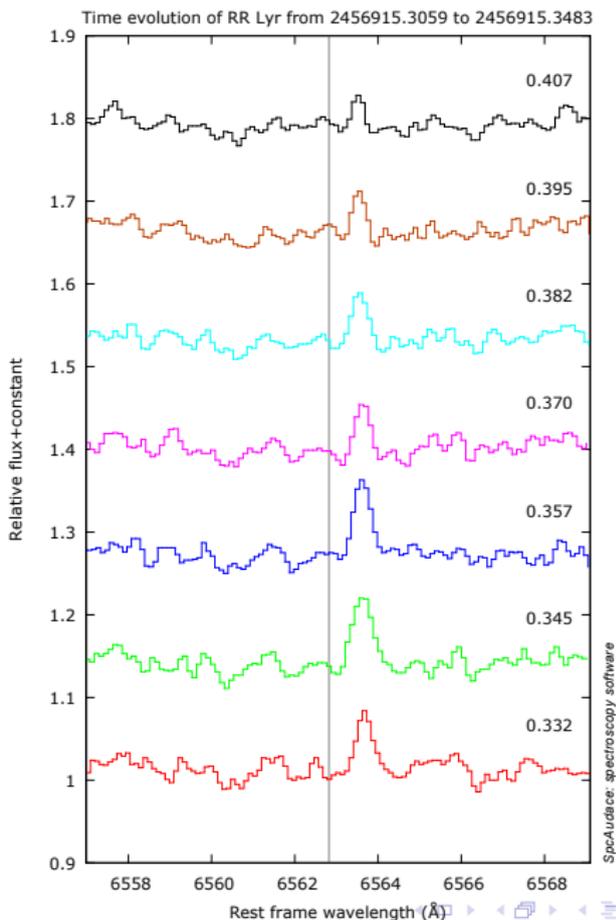
3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

Forme de la 3^e émission v2.0 :



La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

**Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation**

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

5. Nouvelles observations, nouvelle interprétation

Nouvelles observations, nouvelle interprétation

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

**Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation**

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

- Deux constats observationnels ont changé l'explication :

Nouvelles observations, nouvelle interprétation

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

**Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation**

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

- Deux constats observationnels ont changé l'explication :
 1. La 3^e émission correspond à une mince couche chaude

Nouvelles observations, nouvelle interprétation

- Deux constats observationnels ont changé l'explication :
 1. La 3^e émission correspond à une mince couche chaude
 2. D'après le film du Na à $\varphi \approx 0.3$:
2 couches atmosphériques chutant vers le centre de l'étoile

Nouvelles observations, nouvelle interprétation

- Deux constats observationnels ont changé l'explication :
 1. La 3^e émission correspond à une mince couche chaude
 2. D'après le film du Na à $\varphi \approx 0.3$:
2 couches atmosphériques chutant vers le centre de l'étoile
- Les 2 couches compriment la zone de l'onde de choc

Nouvelles observations, nouvelle interprétation

- Deux constats observationnels ont changé l'explication :
 1. La 3^e émission correspond à une mince couche chaude
 2. D'après le film du Na à $\varphi \approx 0.3$:
2 couches atmosphériques chutant vers le centre de l'étoile
- Les 2 couches compriment la zone de l'onde de choc
- Cela s'accorde cette fois-ci avec le modèle théorique de D. Gillet

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

6. 2017/05 : sousmission de l'article v2.0

2017/05 : sousmission de l'article v2.0

- Les récentes observations mènent à une nouvelle interprétation du phénomène de la 3^e émission

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

2017/05 : sousmission de l'article v2.0

- Les récentes observations mènent à une nouvelle interprétation du phénomène de la 3^e émission
- Les constats réalisés sur différentes raies :
déchiffrage de la dynamique atmosphérique et de
l'onde de choc

2017/05 : sousmission de l'article v2.0

- Les récentes observations mènent à une nouvelle interprétation du phénomène de la 3^e émission
- Les constats réalisés sur différentes raies :
déchiffrage de la dynamique atmosphérique et de
l'onde de choc
- Les spectroscopes échelle sont une nécessité !

2017/05 : sousmission de l'article v2.0

- Les récentes observations mènent à une nouvelle interprétation du phénomène de la 3^e émission
- Les constats réalisés sur différentes raies :
déchiffrage de la dynamique atmosphérique et de
l'onde de choc
- Les spectroscopes échelle sont une nécessité !
- De nouveau, après analyse et interprétation :
on rédige. . .

2017/05 : sousmission de l'article v2.0

- Les récentes observations mènent à une nouvelle interprétation du phénomène de la 3^e émission
- Les constats réalisés sur différentes raies :
déchiffrage de la dynamique atmosphérique et de
l'onde de choc
- Les spectroscopes échelle sont une nécessité !
- De nouveau, après analyse et interprétation :
on rédige. . .
- Une nouvelle version de l'article a été envoyé au
referee courant mai 2017

2017/05 : sousmission de l'article v2.0

- Les récentes observations mènent à une nouvelle interprétation du phénomène de la 3^e émission
- Les constats réalisés sur différentes raies :
déchiffrement de la dynamique atmosphérique et de
l'onde de choc
- Les spectroscopes échelle sont une nécessité !
- De nouveau, après analyse et interprétation :
on rédige. . .
- Une nouvelle version de l'article a été envoyé au
referee courant mai 2017
- La dynamique atmosphérique dévoilée \Rightarrow 2^e article
en cours de finalisation

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

7. 2017/08 : sousmission de l'article v3.0

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

2017/08 : sousmission de l'article v3.0

- 2017-08-04 : soumission de l'article v3.0

La machine de
guerre de T.
Lemoult

2^e choc : le film de
l'atmosphère est
dévoilé

Extraction de la
composante en
émission v2.0

3^e choc : la 3^e
émission n'est pas
un P-Cygni

Nouvelles
observations,
nouvelle
interprétation

2017/05 :
sousmission de
l'article v2.0

2017/08 :
acceptation de
l'article v3.0

2017/08 : sousmission de l'article v3.0

- 2017-08-04 : soumission de l'article v3.0
- 2017-08-22 : acceptation de l'article pour publication dans A&A !

2017/08 : sousmission de l'article v3.0

- 2017-08-04 : soumission de l'article v3.0
- 2017-08-22 : acceptation de l'article pour publication dans A&A !
- Premier article en spectroscopie avec un amateur impliqué dans l'étude et la rédaction

2017/08 : sousmission de l'article v3.0

- 2017-08-04 : soumission de l'article v3.0
- 2017-08-22 : acceptation de l'article pour publication dans A&A !
- Premier article en spectroscopie avec un amateur impliqué dans l'étude et la rédaction

Astronomy & Astrophysics manuscript no. rr_lyr_3e_emission
September 13, 2017

©ESO 2017

First observation of H α redshifted emission in RR Lyr Evidence of a supersonic infalling motion of the atmosphere

D. Gillet¹, B. Mauclaire², T. Garrel³, T. Lemoult⁴, Ph. Mathias⁵, T. de France⁶, J-S. Devaux⁷, H. Boussier⁸,
D. Verilhac⁹, G. Brabant¹⁰, J. Desbordes¹¹, O. Garde¹², and the GRRR Collaboration^{13*}

¹ Observatoire de Haute-Provence – CNRS/PYTHEAS/Université d'Aix-Marseille, 04870 Saint-Michel l'Observatoire, France
e-mail: denis.gillet@ospytheas.fr

² Observatoire du Val de l'Arc, 13530 Trets, France
e-mail: bma.ova@gmail.com

³ Observatoire de Fontcaude, 34990 Juvignac, France

⁴ Observatoire de Chelles, 77500 Chelles, France

⁵ Observatoire Midi-Pyrénées, IRAP, Université de Toulouse, CNRS, UPS, CNES, Tarbes, France

⁶ Observatoire des Tourterelles, 34140 Mèze, France

⁷ Observatoire OAV, 34290 Alignan-du-Vent, France

⁸ 84450 Saint Saturnin-les-Avignon, France

⁹ 26420 Saint Agnan en Vercors, France

¹⁰ 26190 Saint-Laurent-en-Royans, France

¹¹ 5, rue Edmond Gondinet, 75013 Paris, France

¹² Observatoire de la Tourbière, 38690 Chabons, France

¹³ Observatoire de Haute-Provence, 04870 Saint-Michel l'Observatoire, France **

Partie D :

D'autres étoiles pulsantes au programme

BW Vulpecula :

BW Vulpecula

X Cygni

σ Scorpii

Conclusion

BW Vulpecula :

- Pulsante de type β CMa : des ondes parcourent sa surface

BW Vulpecula

X Cygni

σ Scorpii

Conclusion

BW Vulpecula :

- Pulsante de type β CMa : des ondes parcourent sa surface
- Étoile chaude de type B2III (V) : B1III-B2IIIeaV

BW Vulpecula :

- Pulsante de type β CMa : des ondes parcourent sa surface
- Étoile chaude de type B2III (V) : B1III-B2IIIeaV
- $\Delta VMag=6.44-6.68$ V

BW Vulpecula :

- Pulsante de type β CMa : des ondes parcourent sa surface
- Étoile chaude de type B2III (V) : B1III-B2IIIeaV
- $\Delta VMag=6.44-6.68$ V
- $\alpha = 20\ 54\ 22.395$, $\delta = +28\ 31\ 19.19$

BW Vulpecula :

- Pulsante de type β CMa : des ondes parcourent sa surface
- Étoile chaude de type B2III (V) : B1III-B2IIIeaV
- $\Delta V_{\text{Mag}}=6.44-6.68$ V
- $\alpha = 20\ 54\ 22.395$, $\delta = +28\ 31\ 19.19$
- Période de pulsation très rapide : $T_0 = 4.8$ h
(0.20104117 d; 4.824988 h)

BW Vulpecula :

- Pulsante de type β CMa : des ondes parcourent sa surface
- Étoile chaude de type B2III (V) : B1III-B2IIIeaV
- $\Delta VMag=6.44-6.68$ V
- $\alpha = 20\ 54\ 22.395$, $\delta = +28\ 31\ 19.19$
- Période de pulsation très rapide : $T_0 = 4.8$ h
(0.20104117 d; 4.824988 h)
- Acquisition : time series de 5h

BW Vulpecula :

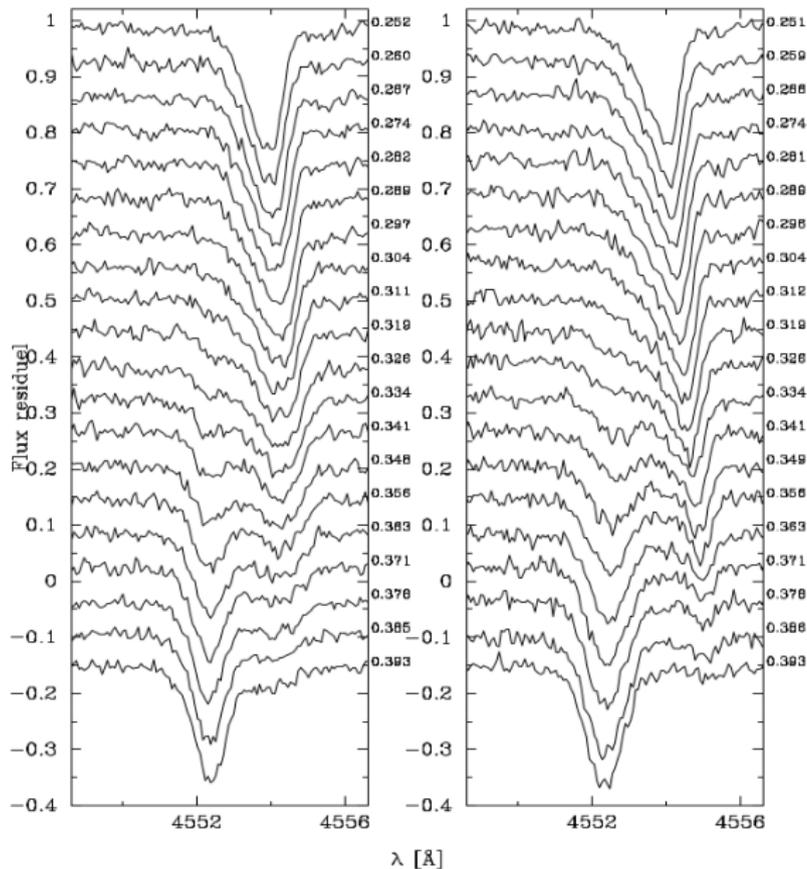
- Pulsante de type β CMa : des ondes parcourent sa surface
- Étoile chaude de type B2III (V) : B1III-B2IIIeaV
- $\Delta V_{\text{Mag}} = 6.44 - 6.68$ V
- $\alpha = 20\ 54\ 22.395$, $\delta = +28\ 31\ 19.19$
- Période de pulsation très rapide : $T_0 = 4.8$ h
(0.20104117 d; 4.824988 h)
- Acquisition : time series de 5h
- Les chocs lors des pulsations sont énormes :
 $V_{\text{onde}} = 200 \text{ km s}^{-1}$

BW Vulpecula :

- Pulsante de type β CMa : des ondes parcourent sa surface
- Étoile chaude de type B2III (V) : B1III-B2IIIeaV
- $\Delta VMag=6.44-6.68$ V
- $\alpha = 20\ 54\ 22.395$, $\delta = +28\ 31\ 19.19$
- Période de pulsation très rapide : $T_0 = 4.8$ h
(0.20104117 d; 4.824988 h)
- Acquisition : time series de 5h
- Les chocs lors des pulsations sont énormes :
 $V_{onde} = 200\ km\ s^{-1}$
- Étude : est-ce que la période des maxima reste la même ?

Time series sur BW Vul (D. Gillet)

Comparaison 15/08 – 20/08



X Cygni :

BW Vulpecula

X Cygni

σ Scorpii

Conclusion

X Cygni :

- Céphéide de type δ Ceph

X Cygni :

- Céphéide de type δ Ceph
- De type spectral F7Ib : possède de nombreuses raies métalliques

X Cygni :

- Céphéide de type δ Ceph
- De type spectral F7Ib : possède de nombreuses raies métalliques
- $\alpha = 20\ 43\ 24.192$, $\delta = +35\ 35\ 16.08$

X Cygni :

- Céphéide de type δ Ceph
- De type spectral F7Ib : possède de nombreuses raies métalliques
- $\alpha = 20\ 43\ 24.192$, $\delta = +35\ 35\ 16.08$
- Période $T_0 = 16.39$ jours

($T=16.38613$ d ; $HJD_0=2456480.624$)

X Cygni :

- Céphéide de type δ Ceph
- De type spectral F7Ib : possède de nombreuses raies métalliques
- $\alpha = 20\ 43\ 24.192$, $\delta = +35\ 35\ 16.08$
- Période $T_0 = 16.39$ jours
($T=16.38613$ d ; $HJD_0=2456480.624$)
- Pulsations d'amplitude importante :
 $\Delta V_{Mag}=5.8-7.6$ V ; l'atmosphère va loin

X Cygni :

- Céphéide de type δ Ceph
- De type spectral F7Ib : possède de nombreuses raies métalliques
- $\alpha = 20\ 43\ 24.192$, $\delta = +35\ 35\ 16.08$
- Période $T_0 = 16.39$ jours
($T=16.38613$ d ; $HJD_0=2456480.624$)
- Pulsations d'amplitude importante :
 $\Delta V_{Mag}=5.8-7.6$ V ; l'atmosphère va loin
- Elle est de plus sujette à l'effet Schwarzschild

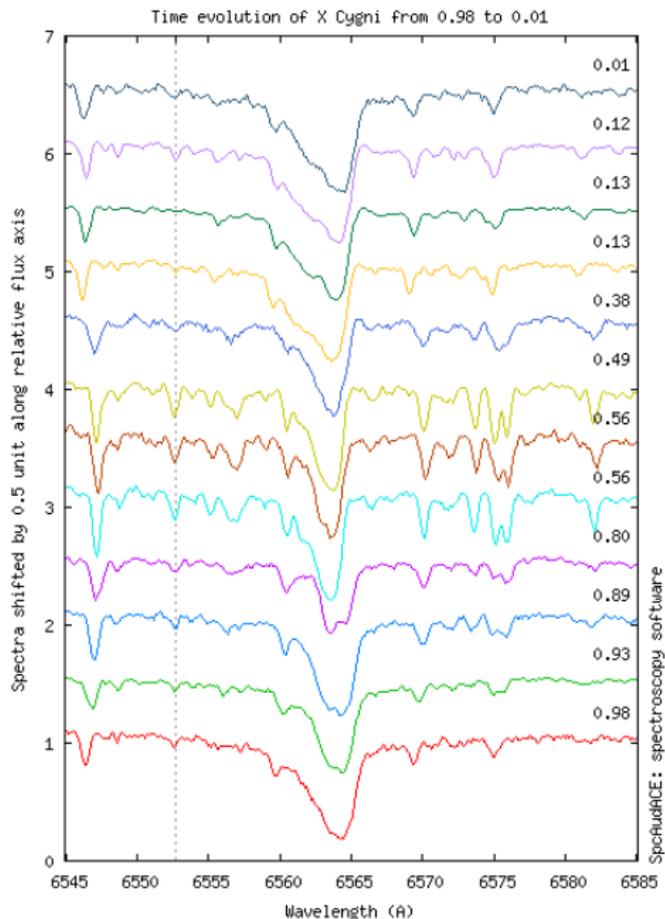
X Cygni :

- Céphéide de type δ Ceph
- De type spectral F7Ib : possède de nombreuses raies métalliques
- $\alpha = 20\ 43\ 24.192$, $\delta = +35\ 35\ 16.08$
- Période $T_0 = 16.39$ jours
($T=16.38613$ d ; $HJD_0=2456480.624$)
- Pulsations d'amplitude importante :
 $\Delta V_{Mag}=5.8-7.6$ V ; l'atmosphère va loin
- Elle est de plus sujette à l'effet Schwarzschild
- Étude : est-ce que la période des maxima reste la même ?

X Cygni :

- Céphéide de type δ Ceph
- De type spectral F7Ib : possède de nombreuses raies métalliques
- $\alpha = 20\ 43\ 24.192$, $\delta = +35\ 35\ 16.08$
- Période $T_0 = 16.39$ jours
($T=16.38613$ d ; $HJD_0=2456480.624$)
- Pulsations d'amplitude importante :
 $\Delta V_{Mag}=5.8-7.6$ V ; l'atmosphère va loin
- Elle est de plus sujette à l'effet Schwarzschild
- Étude : est-ce que la période des maxima reste la même ?
- Acquisitions : 40 à 60 mins tous les 2 jours

X Cygni : effet Schwarzschild



X Cygni :

L'effet Schwarzschild :

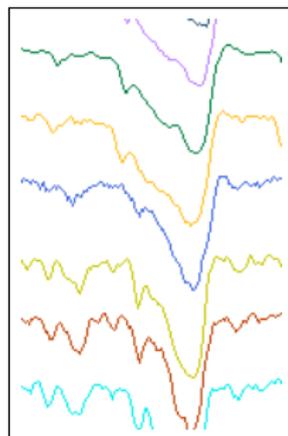
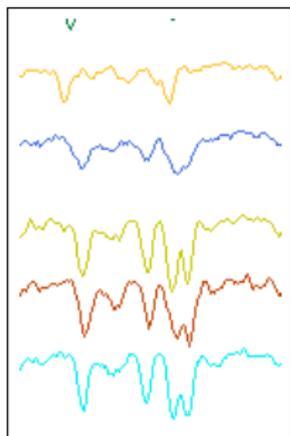
B. MAUCLAIRE

BW Vulpecula

X Cygni

σ Scorpii

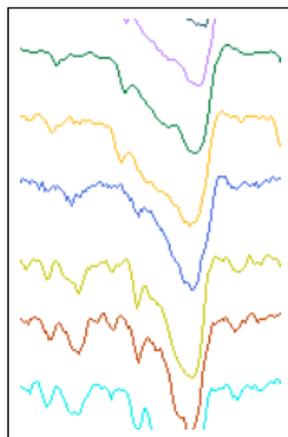
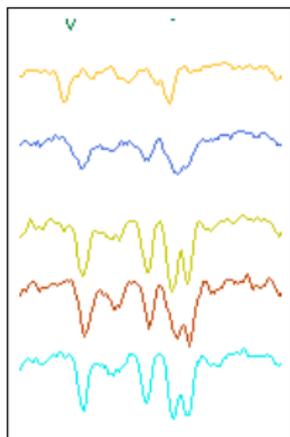
Conclusion



X Cygni :

L'effet Schwarzschild :

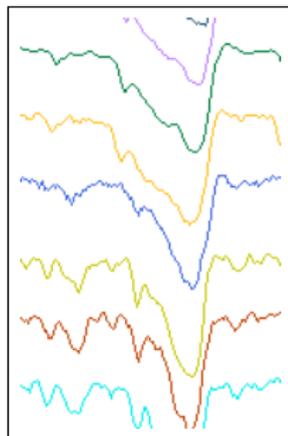
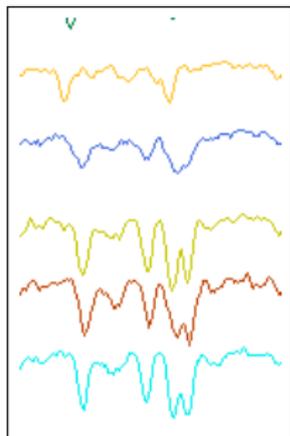
- Dédoubllement des raies, notamment de H_{α} ;



X Cygni :

L'effet Schwarzschild :

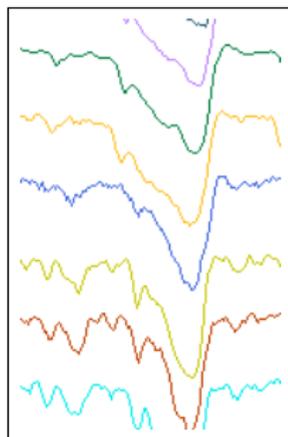
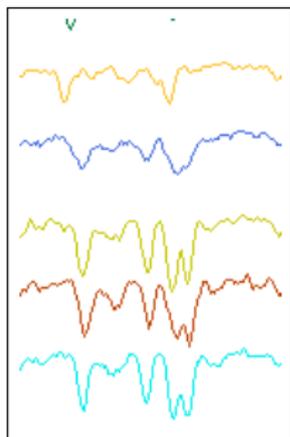
- Dédoubllement des raies, notamment de H_{α} ;
- Émissions dans les raies métalliques (partout autour de H_{α}) ;



X Cygni :

L'effet Schwarzschild :

- Dédoublage des raies, notamment de H_{α} ;
- Émissions dans les raies métalliques (partout autour de H_{α}) ;
- Présence de profils P-Cygni inverses non permanents autour de la phase 0,458.



σ Scorpii :

BW Vulpecula

X Cygni

σ Scorpii

Conclusion

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep
- Système double : O9.5(V)+B7(V)

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep
- Système double : O9.5(V)+B7(V)
- $\Delta V_{\text{Mag}}=2.86 - 2.94$ V

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep
- Système double : O9.5(V)+B7(V)
- $\Delta V_{\text{Mag}}=2.86 - 2.94$ V
- $\alpha = 16\ 21\ 11.316$, $\delta = -25\ 35\ 34.05$

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep
- Système double : O9.5(V)+B7(V)
- $\Delta V_{\text{Mag}}=2.86 - 2.94$ V
- $\alpha = 16\ 21\ 11.316$, $\delta = -25\ 35\ 34.05$
- Période très rapide : $T_0 = 5.9$ h (5.9241 h ; 0.246839 d)

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep
- Système double : O9.5(V)+B7(V)
- $\Delta V_{\text{Mag}}=2.86 - 2.94$ V
- $\alpha = 16\ 21\ 11.316$, $\delta = -25\ 35\ 34.05$
- Période très rapide : $T_0 = 5.9$ h (5.9241 h ; 0.246839 d)
- Acquisition : time series de 6h

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep
- Système double : O9.5(V)+B7(V)
- $\Delta V_{\text{Mag}}=2.86 - 2.94$ V
- $\alpha = 16 \ 21 \ 11.316$, $\delta = -25 \ 35 \ 34.05$
- Période très rapide : $T_0 = 5.9$ h (5.9241 h ; 0.246839 d)
- Acquisition : time series de 6h
- Influence de la binarité sur l'amplitude des pulsations : deux ondes de choc par période de pulsation

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep
- Système double : O9.5(V)+B7(V)
- $\Delta V_{\text{Mag}}=2.86 - 2.94$ V
- $\alpha = 16\ 21\ 11.316$, $\delta = -25\ 35\ 34.05$
- Période très rapide : $T_0 = 5.9$ h (5.9241 h ; 0.246839 d)
- Acquisition : time series de 6h
- Influence de la binarité sur l'amplitude des pulsations : deux ondes de choc par période de pulsation
- Effets de marée sur le κ -mécanisme de l'étoile

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep
- Système double : O9.5(V)+B7(V)
- $\Delta V_{\text{Mag}}=2.86 - 2.94$ V
- $\alpha = 16\ 21\ 11.316$, $\delta = -25\ 35\ 34.05$
- Période très rapide : $T_0 = 5.9$ h (5.9241 h ; 0.246839 d)
- Acquisition : time series de 6h
- Influence de la binarité sur l'amplitude des pulsations : deux ondes de choc par période de pulsation
- Effets de marée sur le κ -mécanisme de l'étoile
- Étude :
 - ▶ Quelle est l'influence de l'effet de marée sur l'intensité de la pulsation ?

σ Scorpii :

- Pulsante de type β Cep
- Système double : O9.5(V)+B7(V)
- $\Delta V_{\text{Mag}}=2.86 - 2.94$ V
- $\alpha = 16\ 21\ 11.316$, $\delta = -25\ 35\ 34.05$
- Période très rapide : $T_0 = 5.9$ h (5.9241 h ; 0.246839 d)
- Acquisition : time series de 6h
- Influence de la binarité sur l'amplitude des pulsations : deux ondes de choc par période de pulsation
- Effets de marée sur le κ -mécanisme de l'étoile
- Étude :
 - ▶ Quelle est l'influence de l'effet de marée sur l'intensité de la pulsation ?
 - ▶ Est-ce que la période des maxima reste la même ?

4. Conclusion :

Conclusion

- Les observations dictent la science et non l'inverse

Conclusion

- Les observations dictent la science et non l'inverse
- Nécessité de garder un esprit critique sur ses méthodes d'analyse et leur interprétation

Conclusion

- Les observations dictent la science et non l'inverse
- Nécessité de garder un esprit critique sur ses méthodes d'analyse et leur interprétation
- Nécessité de faire évoluer ses outils et d'être soigneux

Conclusion

- Les observations dictent la science et non l'inverse
- Nécessité de garder un esprit critique sur ses méthodes d'analyse et leur interprétation
- Nécessité de faire évoluer ses outils et d'être soigneux
- Remettre l'ouvrage sur la table autant que nécessaire

Conclusion

- Les observations dictent la science et non l'inverse
- Nécessité de garder un esprit critique sur ses méthodes d'analyse et leur interprétation
- Nécessité de faire évoluer ses outils et d'être soigneux
- Remettre l'ouvrage sur la table autant que nécessaire
- C'est l'essence même de toute recherche

Conclusion

- Les observations dictent la science et non l'inverse
- Nécessité de garder un esprit critique sur ses méthodes d'analyse et leur interprétation
- Nécessité de faire évoluer ses outils et d'être soigneux
- Remettre l'ouvrage sur la table autant que nécessaire
- C'est l'essence même de toute recherche
- **Vive les chocs !**