

Remise en question de la détection astrométrique d'exo-terres

Jean Schneider

- La détection astrométrique : déplacement gravitationnel périodique du « photocentre » du système planète-étoile, centré sur l'étoile (planète négligeable)
- But et avantages :
 - Sélectionner des exo-terres pour leur étude spectroscopique ultérieure
 - Méthode plus sensible que les « vitesses radiales » (mesurent seulement $M \cdot \sin i$)
 - Donne en plus l'inclinaison i de l'orbite et donc la masse M elle-même.
- Instruments : ALMA, SKA, projet spatial Theia (avec participation du LUTh)

Mais...

- Un perturbateur indésirable : un disque (de débris) circumstellaire (Schneider 2011, Schneider et al. soumission en cours)
- Le photocentre du système n'est celui de l'étoile, mais du système étoile-disque : peut donc imiter une planète :

$$\Delta\alpha_{exo-terre} = 3\mu as \quad \text{à } 1 \text{ UA, } 10 \text{ pc}$$

$$\Delta\alpha_{clump} = 3\mu as \quad \text{à } 1 \text{ UA, } 10 \text{ pc, pour } R_{clump} = 10 R_{Jup}$$

- Différentes configurations :
 - Disque symétrique/étoile : pas de perturbation
 - Disque asymétrique
 - Disque quasi statique (sur plusieurs années) : ne peut imiter un mouvement planétaire
 - Disque variable :
 - Points brillants
 - Structures spirales
 - Autres (ex : AU Mic, Boccaletti et al. 2015)

Toutefois ...

- Contre-mesures :
 - Chromaticité
 - Mouvement non képlériens
- Effet collatéraux bénéfiques de l'astrométrie:
 - Méthode de détection des disques
 - Effet des transits d'exoplanètes : mesure du rayon de la planète ET de l'étoile par déplacement du photocentre pendant le transit

Grażyna Stasińska 2015

Travaux publiés

Delgado-Inglada, G.; Rodríguez, M.; Peimbert, M.; [Stasińska, G.](#); Morisset, C., 2015MNRAS.449.1797, [Oxygen enrichment in carbon-rich planetary nebulae](#)

[Stasińska, G.](#); Costa-Duarte, M; Vale Asari, N.; Cid Fernandes, R; Sodré, L., 2015MNRAS.449, 559 [Retired galaxies: not to be forgotten in the quest of the star formation - AGN connection](#)

[Stasińska, G.](#); Izotov, Yu.; Morisset, C.; Guseva, N., 2015A&A...576A..83 [Excitation properties of galaxies with the highest \[O iii\]/\[O ii\] ratios. No evidence for massive escape of ionizing photons](#)

Rodríguez-González, A; Hernández-Martínez, L; Esquivel, A; Raga, A ; [Stasińska, G](#); Peña, M; Mayya, Y. , 2015A&A,57,5A1 [A two-mode planetary nebula luminosity function](#)

Travaux soumis

N. Vale Asari, G. [Stasińska](#), C. Morisset, R. Cid Fernandes, MNRAS, [BOND: Bayesian Oxygen and Nitrogen abundance Determinations in giant H II regions using strong and semi-strong lines](#)

D. Kozieł-Wierzbowska, N. Vale Asari, G. [Stasińska](#), M. Sikora, E. Goettems, A. Wójtowicz, MNRAS, [What distinguishes the host galaxies of radio-loud and radio-quiet AGNs?](#)

Grażyna Stasińska 2015

Organisation de

NEBULATOM 2,

A spring school for Latin American Astronomers
on emission-line nebulae in the Universe

Zihuatanejo (Mexique), 12-25 Avril où j'ai
donné 30 heures de cours
et partagé 30 heures de TD en 15 jours



The Universe in my pocket



Figures in the sky



Grażyna Stasińska
Paris Observatory

Projet TUIMP (The Universe in My Pocket)

Travail sur le site web et preparation du 5eme fascicule
de la série, [Figures in the Sky](#)

Distribution des abondances dans les étoiles

G. Alecian

Modélisation théorique et numérique incluant la diffusion microscopique

- Atmosphères magnétiques (2 articles en 2015, collaborateur MJ. Stift, Autriche). Pour 2016, il est prévu de passer de la 2D vers la 3D avec un champ magnétique **non-dipolaire** (ou un dipôle décentré) afin de permettre une modélisation plus réaliste. Une étape future serait la modélisation pour un champ **quelconque**.
- Cas du Nickel (en cours), collaborations LeBlanc (Canada), Delahaye (LERMA).

Etude statistique sur les abondances observées (étoiles A et B de la SP)

- Etoiles chimiquement particulières en collaboration avec S. Ghazaryan (Arménie), un article soumis en 2015. Généralisation aux étoiles A et B en 2016.

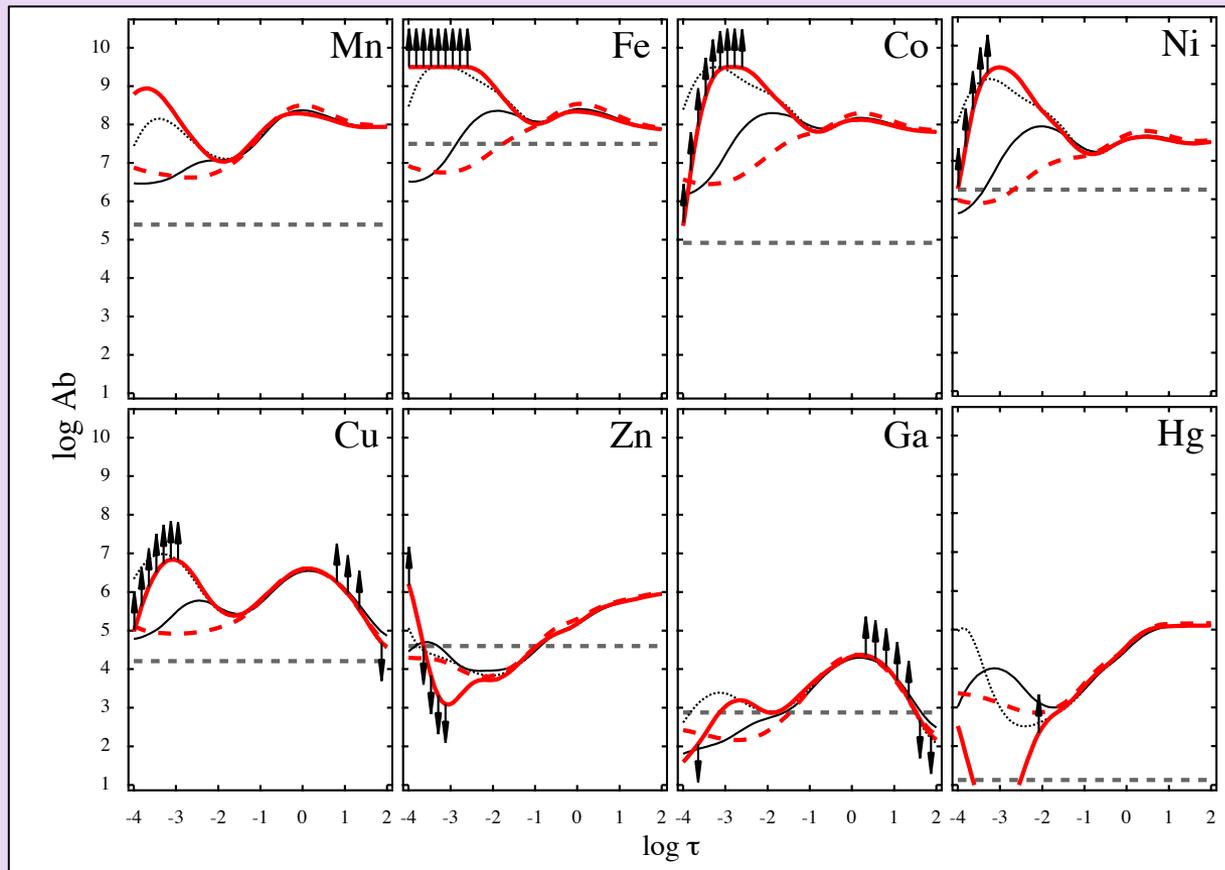
Transfert de rayonnement dans les atmosphères à abondances inhomogènes (étude théorique)

- Un travail en cours de rédaction (collaborations H. Harutyunian et al., Arménie).

Stratifications théoriques à l'équilibre 1D

(Alecian 2015, MNRAS, 454, 3143)

Exemple de stratification pour quelques métaux lourds:



20 kG au pôle
magnétique.
 $T_{\text{eff}} = 10\,000\text{K}$,
 $\log g = 4.0$,
Seq. principale

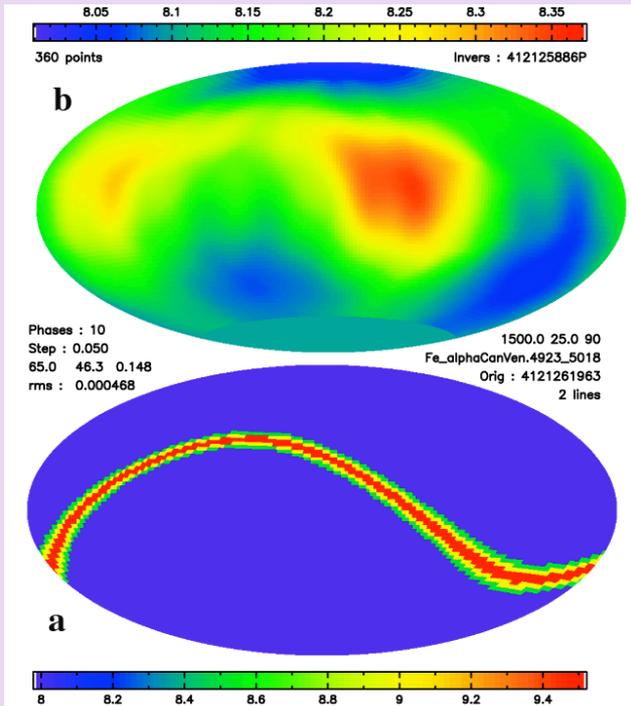
Equateur magn.

Pôle magn.

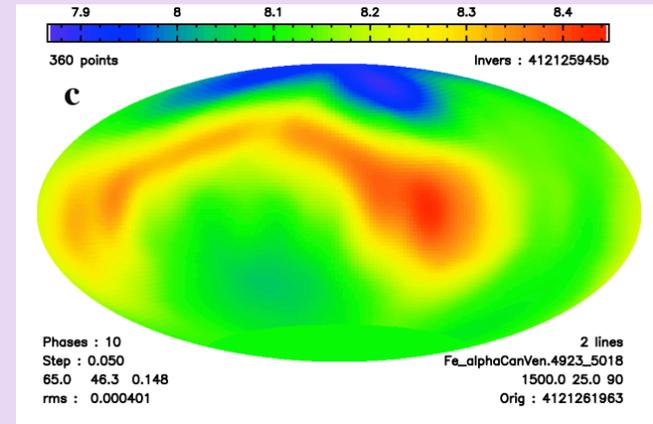
solaire

Tests of inversion methods (*Stift & Alecian*)

Des structures complexes dans l'atmosphère, ici un anneau fin, sont très difficiles à détecter :



Inversion avec *Stokes I* seul (méthode ZDM)



Inversion avec les 4 vecteurs de *Stokes*

Une nouvelle composante d'accélération en turbulence: application à l'intermittence.

Laurent Nottale et Thierry Lehner (AME)

Application de la relativité d'échelle à un fluide turbulent dans le régime inertiel « scalant » Kolmogorov 41 (sur proposition L. de Montera) →

Forme d'équation de Schrödinger pour la dérivée des équations de Navier-Stokes :

$$D_v^2 \Delta_v \psi_v + i D_v \frac{\partial \psi_v}{\partial t} - \frac{\phi}{2} \psi_v = 0$$

$$P_v(v) = |\psi_v|^2$$



Quantification

Terme d'accélération fonction de la PDF locale des vitesses P_v :

$$A(v) = \mathcal{D}_v \frac{\nabla_v P_v}{P_v}.$$

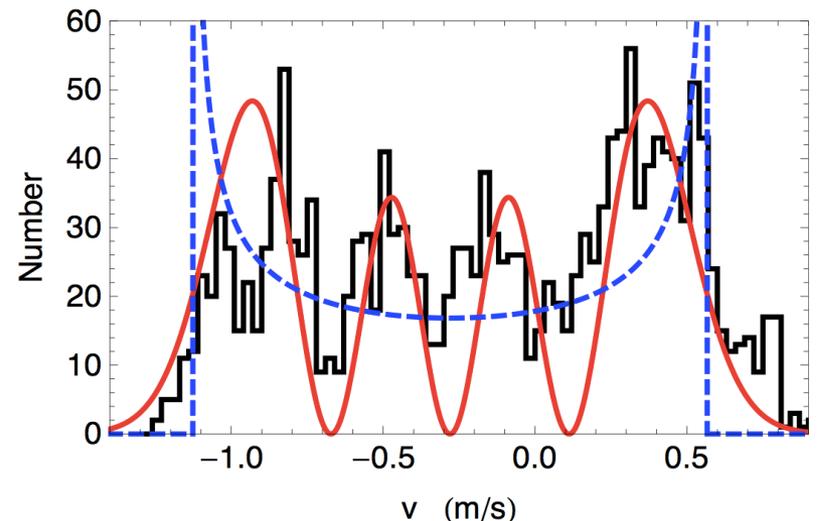
Test dans des données expérimentales :

Données Mordant 2001, von Karman
(contra-rotatif, eau, turbulence pleinement développée)

*Histogramme (*noir*) : PDF des vitesses

**Rouge* : oscillateur harmonique quantifié

**Bleu pointillé* : oscillateur harmonique classique (= tourbillon)



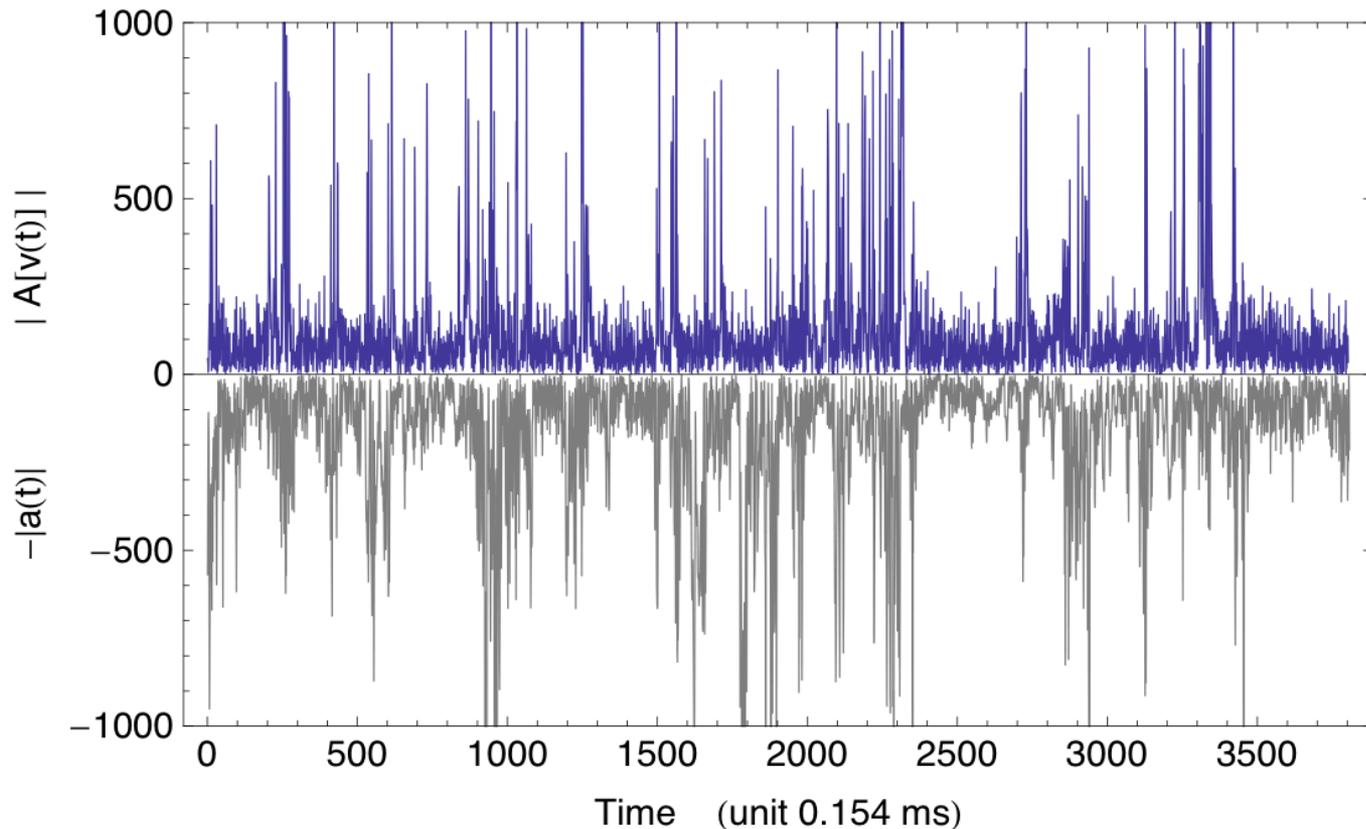


Fig 2 : Comparaison entre l'évolution prévue* au cours du temps de la valeur absolue de l'accélération (*courbe bleue*, haut) et celle observée (données de N. Mordant, expérience man290501, seg3398 : *courbe grise*, inversée, bas).
 *On calcule $A[v(t)]$ pour la vitesse $v(t)$ observée, avec $A[v] = D_v \partial_v \ln P_v(v)$ et avec $P_v(v)$ donné par un oscillateur harmonique quantique ($n=3$).
 La corrélation entre les deux courbes a une signification statistique au niveau de ≈ 10 sigmas. \rightarrow Rend compte de l'intermittence de manière détaillée.

activités scientifiques récentes de T. Lehner (et coll)

I. Astrophysique (application aux disques d'accrétion)

-Effet d'une forte stratification et d'une rotation rapide sur un flot cisailé (collaboration A. Salhi , Université de Tunis)

-Transferts d'énergie en croissance transitoire par analyse de données en MHD 3D cisailée et compressible (analyse des cascades « transversales »)

(collaboration avec Tiblissi (G. Chageshvili et G. Matmatshvili) et F. Dauvergne, Luth

II. Hydrodynamique fondamentale

- **Proposition d'une nouvelle mécanique de la turbulence** (collaboration Laurent Nottale Luth, voir sa présentation) : application notamment à l'intermittence lagrangienne
- **Etude de la détection des cascades d'énergie dans la turbulence hydrodynamique**
(collaboration Y. Pomeau ENS Paris , M. Le Berre, Université Paris VI et Laurent Nottale, Luth) mise au point de tests statistiques de détection des cascades / singularités (alternative Kolmogorov/Leray) sur différents data : séries temporelles de champs $v(t)$ d'expériences.
- **Autres activités** : étude d'instabilités pour les fluides en rotation, expériences et traitement du signal...

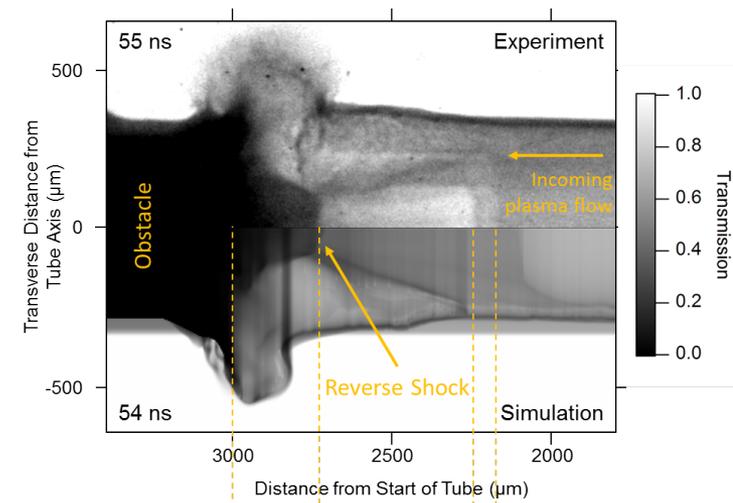
Groupe SHADE

- Stéphane Mazevet, Ricardo Musella, Adrien Licari => voir présentation S. M.
- Claire Michaut, Océane Saincir, Serge Bouquet
 - stabilité de la colonne d'accrétion dans les polars
 - instabilité de Vishniac dans les RSN
 - chocs radiatifs de laboratoire
 - chocs dans les enveloppes de céphéides
 - amélioration du code HADES

Stabilité de la colonne d'accrétion dans les polars

(en +, C. Busschaert, M. Mouchet, J.-M. Bonnet-Bidaud (AIM), E. Falize (CEA-DAM))

- Comm. de presse du juin 2015 : **Comprendre les oscillations des naines blanches magnétiques**
- Des chercheurs (...) ont réussi à modéliser un phénomène énigmatique d'oscillations quasi-périodiques présent à la surface de naines blanches fortement magnétiques, encore appelées « Polars ». Grâce à des simulations numériques, ils ont pu étudier l'importance des instabilités de plasma qui conduisent à des variations rapides de la luminosité de ces étoiles...
- Mise en évidence de choc radiatifs optiquement mince et de régimes avec chocs secondaires. Suivant la nature des processus radiatifs, stabilisation de la zone choquée ou bien oscillation de la position du choc. Etude paramétrique et comparaison aux observations.
- Participation aux expériences LULI, Orion



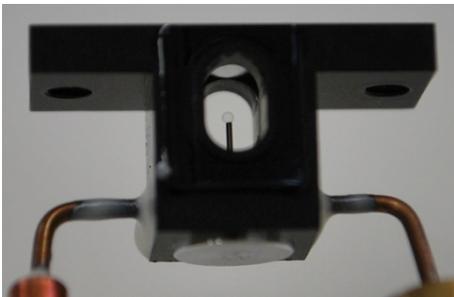
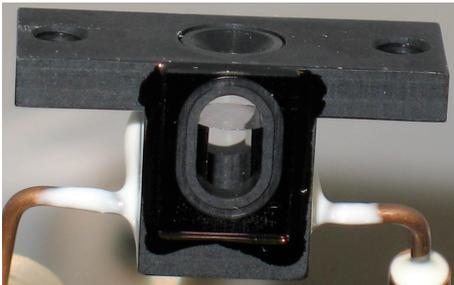
Instabilité de Vishniac dans les RSN (en +, Julien Minière, Marco Mancini)

- Validation de la théorie de Vishniac avec $\Upsilon=5/3$ (atténuation) et 1,1 (croissance)
- Exploration des phases radiatives avec fonction de refroidissement, qui structure la coquille
- Résultat nouveau : à longue échéance, doublement de mode de l'instabilité !

Chocs radiatifs de laboratoire

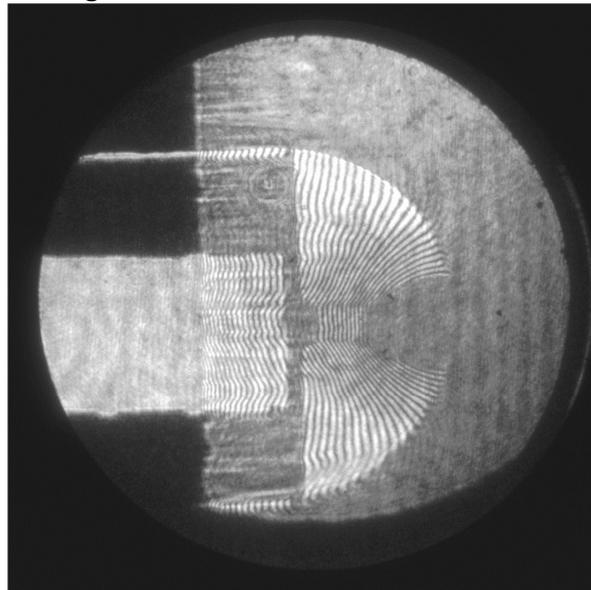
(en +, M. Koenig (LULI), Y. Sakawa et al. (ILE), P. Barroso (GEPI))

- Choc dont le précurseur radiatif va interagir avec un obstacle et déformer celui-ci.
- Ici feuille de $20\ \mu\text{m}$ d'AL
- En cours d'analyse...



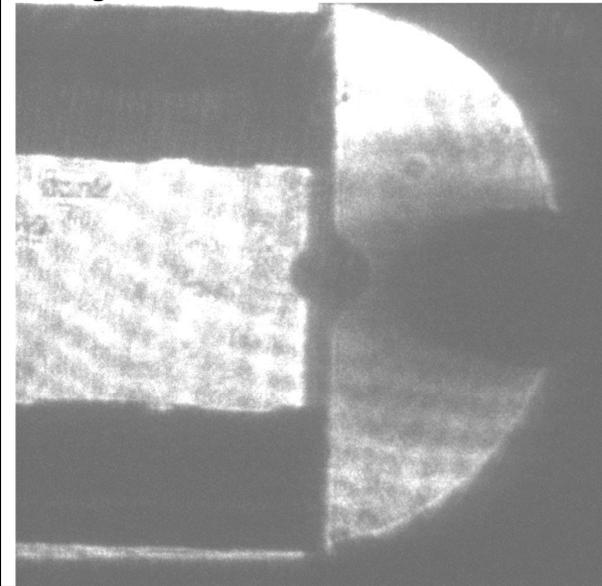
GOI

Timing : 10 ns



Ombroscopie 2D : iStar

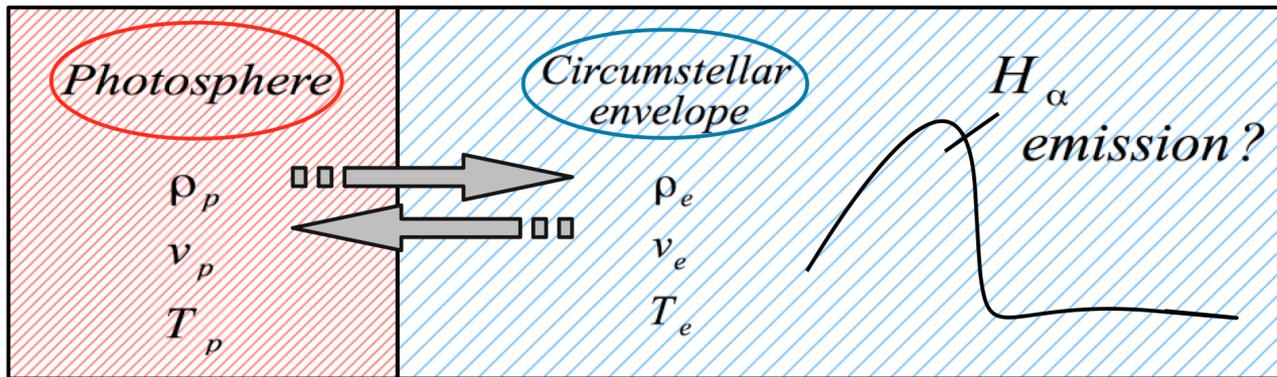
Timing : 12 ns



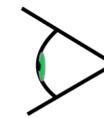
Chocs dans les enveloppes de céphéides

(en +, P. Kervella (LESIA))

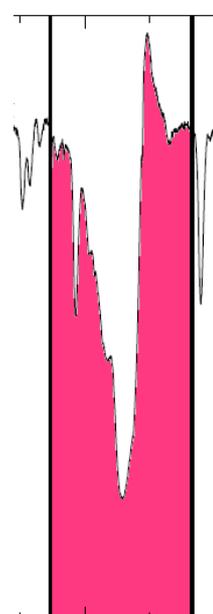
- céphéide de référence I-Carinae



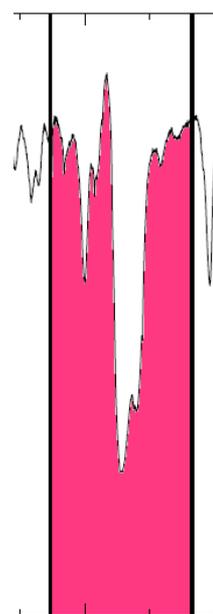
- La photosphère est contenue par la gravité => modification du code
- Ajout de l'approximation de la diffusion pour les rayonnement optiquement très épais => outil de préparation des simulations plus complexes



variations au cours du temps



6560
wavelength (Å)



6560