

journée du LUTH – 10/12/14

# ASTROPHYSIQUE MULTI- ECHELLE

# Composition de l'équipe AME

## ⊙ **Chercheurs permanents**

- *Georges Alecian (Emérite)*
- *Thierry Lehner*
- *Stéphane Mazevet*
- *Claire Michaut*
- *Laurent Nottale*
- *Jean Schneider (Emérite)*
- *Grazyna Stasinska (Emérite)*
- *Jean-Paul Zahn (Emérite)*

## ⊙ **Post-doctorant / CDD**

- *Françoise Rémus*

## ⊙ **Doctorants**

- *Adrien Licari (co-D)*
- *Julien Minière (co-D) (jusqu'à novembre 14)*
- *Riccardo Musella (co-D)*

synthèse et perspective

# Résultats scientifiques

# Exoplanètes

- Poursuite de l'analyse des données de CoRoT :
  - Recherche d'exo-lunes
  - Recherche de planètes « troyennes »
- Plato (recherche de planètes habitables par transits) :
  - 2014 : sélection par l'ESA de la mission
  - 2015 - ... préparation scientifique de la mission
- Theia (recherche de planètes habitables par astrométrie) :
  - 2014-2015 : soumission à l'ESA
- Encyclopédie des exoplanètes :
  - Extensions tous azimuths
  - Partenariat avec consortium « PlanetS » (Suisse)

# Physique Quantique

- Rappel : une mesure n'est pas describable par un hamiltonien d'interaction appareil-système mesuré
- 2015... : étude des conséquences observables de ce fait

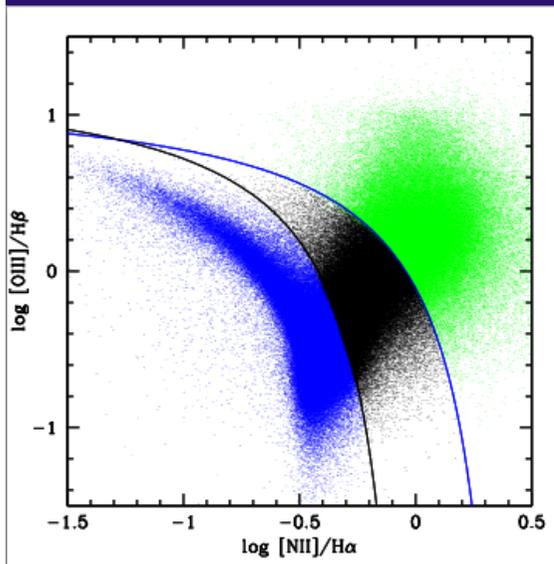
# Galaxy classifications: detecting nuclear activity

## The classical view

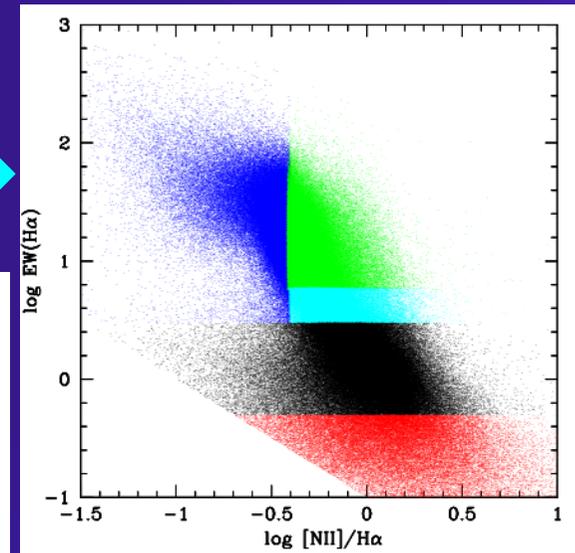
The famous BPT diagram uses 4 lines, allows one to classify 214048 galaxies from the SDSS

## The SEAGal view

Stasinska + 2014, 2008 Cid Fernandes + 10,11  
The WHAN diagram uses only 2 lines, allows one to classify 604222 galaxies including lineless galaxies



- SF: Star forming
- AGN: Seyferts & LINERs
- Composite: AGN + SF



- SF
- Seyferts
- LINERs
- Retired
- Lineless

$\log [\text{OIII}] / \text{H}\beta$  vs  $\log [\text{NII}] / \text{H}\alpha$

$\log \text{EW}(\text{H}\alpha)$  vs  $\log [\text{NII}] / \text{H}\alpha$

## Messages to take home

The WHAN classification allows to find the AGN lifetime based only on demographic arguments  
Do not forget the retired galaxies (that stopped forming stars and are ionized by their old stars)

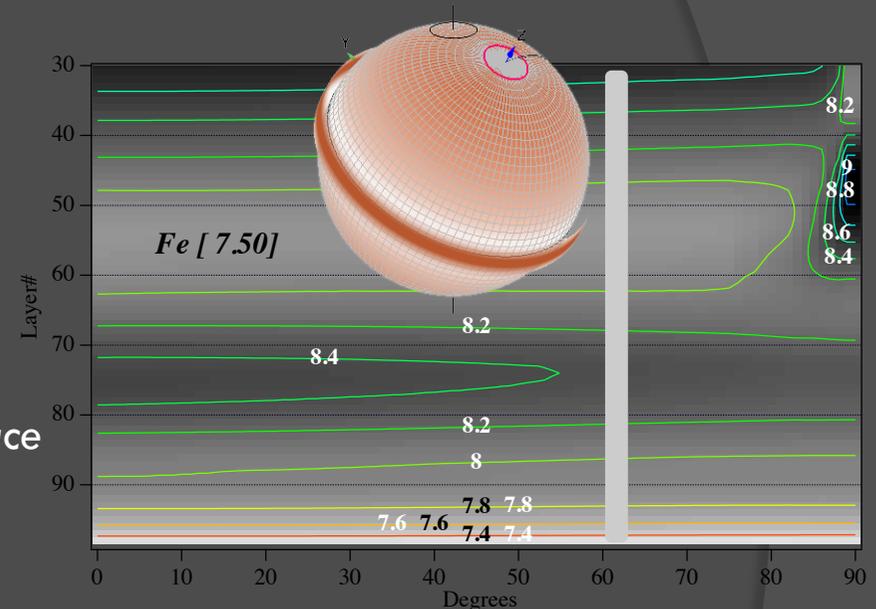
# Diffusion des métaux dans les atmosphères magnétiques (G. Alecian et coll.)

## Processus physiques/méthodes

*Diffusion microscopique, accélérations radiatives, transfert de rayonnement polarisé avec effet Zeeman de plusieurs centaines de milliers de raies de 900Å à 10 000Å.*

## Modélisation numérique

*Code CaratStrat: seul code actuellement capable de modéliser la distribution des métaux à la surface des Ap magnétiques. Structure autocohérente en temp. et pression avec les abondances (Alecian & collaborateurs, 2011 → 2014).*



Distribution du Fe dans une atmosphère 12000K, 20kG dipolaire

## Bilan :

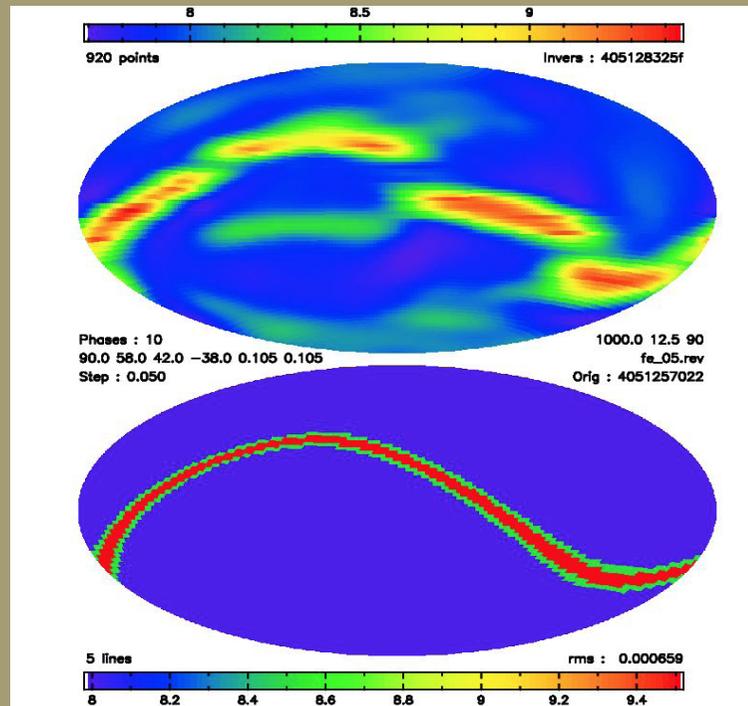
- Distribution 3D des abondances (d'équilibre) dans les atmosphères magnétiques.
- Diffusion **dépendante du temps** dans les milieux optiquement minces
- Mise en évidence du comportement **chaotique** de certaines abondances superficielles.

## Perspectives :

- Modélisation 3D **dépendante du temps**.
- Stabilité des inhomogénéités d'abondance (**météorologie stellaire**).
- Etude des éléments lourds et des terres rares dans des étoiles très anormales (étoile de Przybylski).
- Confrontations observ. ESPADON, et futur SPIROU

# Est-on capable de detecter un anneau equatorial ? (Stift & Alecian)

Test de simulation d'inversion:



Champ dipolaire, 4 param. de Stokes

Nouveau code (tomographie rotateur oblique) de M. Stift

Le cas présenté ici:

Régularisation:

**maximum entropie** (meilleure que Tikhonov)

Le champ magnétique est supposé connu, S/N infini.  
On est donc dans une situation optimale.

La réponse est **OUI, mais** on constate que ce type de structure ne peut être **déteçté que si l'inversion porte sur plusieurs raies**. Les cartes publiées (souvent fondées sur une raie unique) ne sont donc pas correctes.  
(publication en préparation fin 2014)

## Une nouvelle mécanique pour la turbulence ?

Laurent Nottale et Thierry Lehner, coll. Louis de Montera (Toulouse)

Modèle stochastique prenant en compte la fractalité + l'irréversibilité du flot turbulent + les échelles dissipatives (visqueuses) →

Identification d'une nouvelle composante de l'accélération fonction de la PDF locale des vitesses  $P_v$  :

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

Conséquence pour la PDF des accélérations :

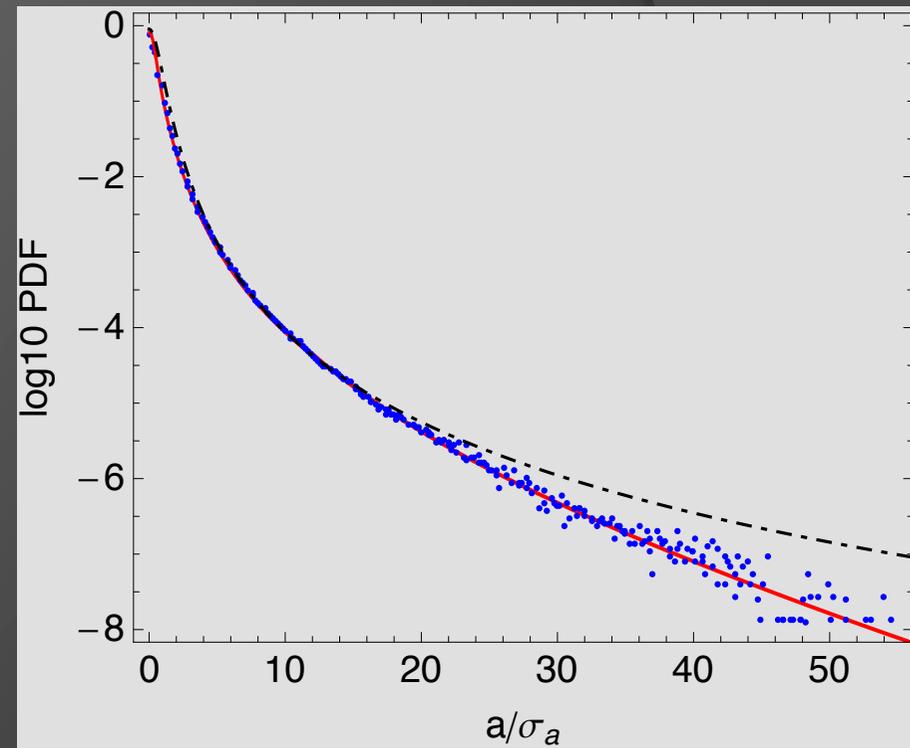
$P[a] = 1/a^4$  en 1<sup>re</sup> approximation (K41)

-- > Rend compte des grandes ailes non-gaussienne observées expérimentalement (sans explication théorique jusqu'à maintenant)

Corrections visqueuses (petits et grands a)

--> accord complet avec les PDF observées

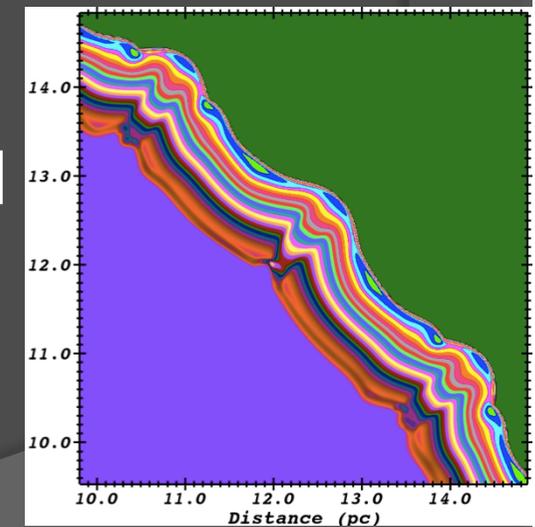
Projet : validation directe de l'existence de  $A(v)$  par analyse de données d'expérience



Points bleus: données expérimentales (Bodenschatz et al)  
Pointillé:  $1/a^4$ ; Courbe rouge : loi  $1/a^4$  corrigée viscosité

# SHADE – Hydro-radiative

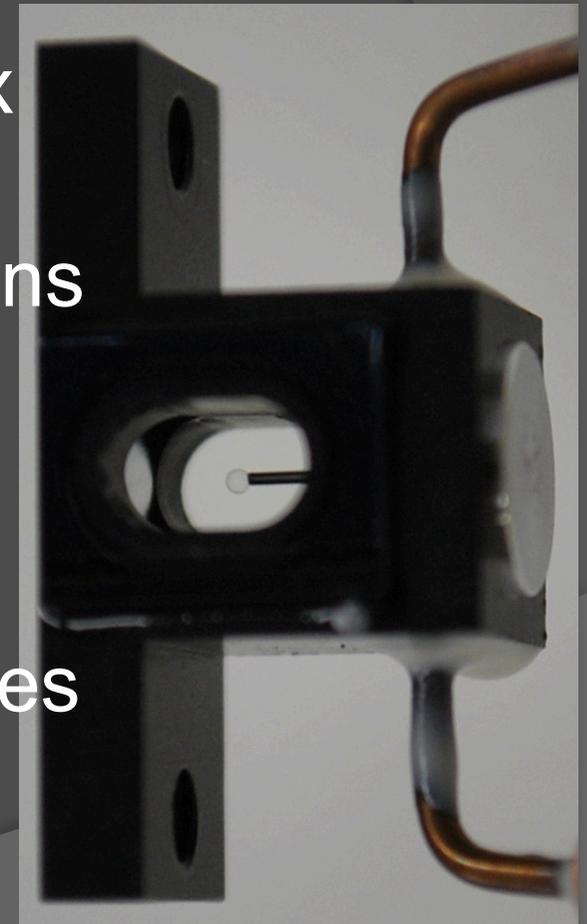
- organisation ICHED et HEDLA – 2 conf alternées physique / astro de labo des hautes densités d'énergie
- C. Busschaert => CEA/DIF
- choc d'accrétion - 2 publi soumises
- J. Minière => thèse soutenue
- instabilité de Vishniac dans les RSN  
2 publi en révision – fait saillant =>
- Dvpt Math appli pour code HADES
- Optimisation du code



$t \approx 93 \text{ kyr s}$

# SHADE – Hydro-radiative

- ⦿ analyse des données LIL
- ⦿ 2 manip Japon / Interaction du flux radiatif avec un matériau
- ⦿ mimique des fronts d'ionisation dans les nuages moléculaires
- ⦿ proposition choc rad NIF et LMJ
- ⦿ proposition choc d'accrétion LMJ
- ⦿ Axe Etoiles, projet de simulation des chocs dans les enveloppes de céphéides (coll. LESIA)



# SHADE - EOS

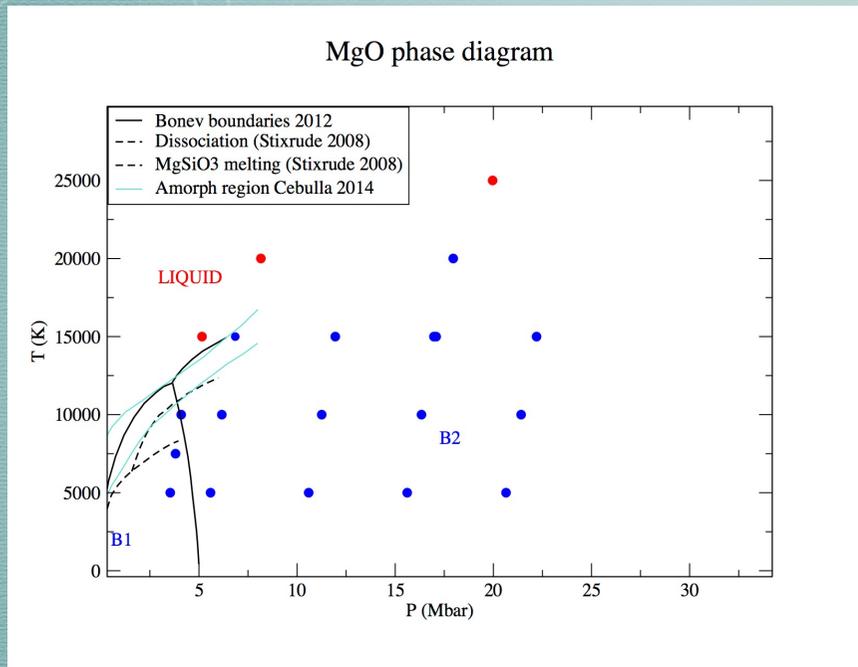
- ANR PLANETLAB : propriétés du fer et des silicates pour les intérieurs planétaires EOS du cœur terrestre jusqu'au cœur de Jupiter
  - A. Denoeud => thèse soutenue nov. 14
  - Etudes de la WDM à l'aide de diagnostics X : application à la planétologie
  - A. Benuzzi, S. Mazevet, A. Ravasio, et al., Progress in Warm Dense Matter study with applications to planetology, Physica Scripta T161, 014060 (2014).
  - S. Mazevet, V. Recoules, J. Bouchet, A. Ravasio, A. Benuzzi, F. Guyot, M. Harman, Ab initio X-ray absorption of iron up to 3Mbar and 8000K, Phys. Rev. B 89, 100103 (2014).
  - A. Denoeud, A. Benuzzi-Mounaix ... and S. Mazevet, Metallization of warm dense SiO<sub>2</sub> studied by XANES spectroscopy, Phys. Rev. Lett 113, 116404 (2014).
  - S. Mazevet, T. Tsuchiya, T. Taniuchi, A. Benuzzi, F. Guyot, Melting and metallization of silica in the cores of gas giants, ice giants and super Earths, Submitted
  - M. Harmand, A. Ravasio, S. Mazevet et al., Melting of iron close to Earth's inner core boundary conditions detected by XANES spectroscopy in laser shock experiment, Submitted

# SHADE - EOS

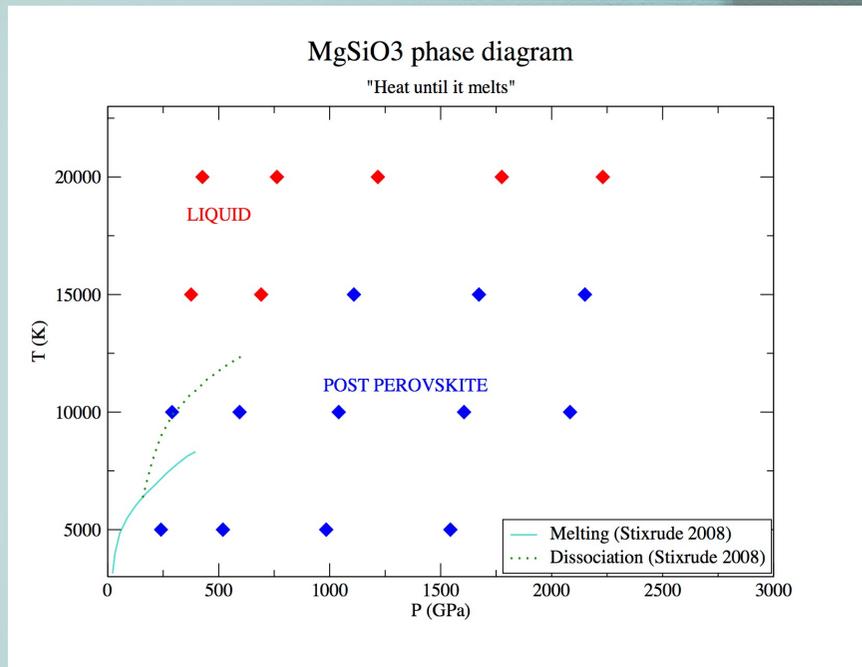
- Collaboration ENS Lyon: équation d'états He/H-He/H<sub>2</sub>O et NH<sub>3</sub>
  - F. Soubiran, C. Winisdorffer, S. Mazevet, G. Chabrier,
  - ab initio equation of states of fluid helium under astrophysical conditions
  - A. Licari, S. Mazevet, G. Chabrier, A. Pothekin
  - ab initio equation of state of water for planetary interiors
- Présentations invitées 2014 : ILP, COST, Exoplanet conference, EPS plasma, AOGS Japon
- Programmes: GDR1 matière en conditions extrêmes LULI/ Observatoire/Univ Osaka/Oxford/Univ Rostock
- PICS Observatoire de Paris/ University of Ehime Japon
  - Propriétés des silicates pour intérieurs planétaires
- programme 2015:
- Riccardo M. et Françoise R. : études de silicates complexes MgSiO<sub>3</sub>
- Françoise: modèles d'intérieurs de planètes à partir des EOS ab initio H/He/H<sub>2</sub>O/Fe/MgSiO<sub>3</sub>

# Ab initio molecular dynamics applied to compounds of planetary interest: MgO, MgSiO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>

## MgO phase diagram



## MgSiO<sub>3</sub> phase diagram



Quantum molecular dynamics as an instrument to infer compounds properties, melting line, dissociation, correlation functions and equation of state at very high pressure conditions.

# Avenir de l'équipe AME ?

candidatures cnrs / cnap

1 ou 2 thèse prévues l'an prochain

rapprochement autre équipe ?

nouveau contour des équipes ?