



11/10/2011



ANR TUMSE :

Towards an Understanding of Massive Stars Evolution

Fabrice Martins (CR2/CNRS – équipe AS)



Durée du projet: 3 ans (début 1^{er} Dec 2011)

Budget: 190000€ (206000€ demandés) - partenaire = DR13

Personnel impliqué:

- ◆ *Fabrice Martins* (PI) – CR2/CNRS 30 people*month
- ◆ *Ana Palacios* – Ast. Adjoint 9 p*m
- ◆ *Eric Josselin* – MdC 6 p*m
- ◆ *Annie Zavagno* (LAM) – MdC 6 p*m
- ◆ *Delphine Russeil* (LAM) – MdC 4 p*m
- ◆ *Agnès Lèbre* – Ast 3 p*m

+ *Post-doc* – 24 p*m (candidat présenté pour débiter à l'automne 2012)



Objectif “pédagogique”

Extrait du call for proposal de l'ANR JCJC

“Le programme JCJC a pour but de soutenir les projets de jeunes chercheurs ou enseignants-chercheurs, de façon à **favoriser leur prise de responsabilité**, leur permettre de **développer de façon autonome une thématique propre** et leur donner la possibilité d'exprimer rapidement leur capacité d'innovation. Ce programme concerne l'ensemble des champs de recherche, toutes disciplines confondues.

Il s'agit d'identifier et de soutenir des projets scientifiques originaux portés par des jeunes chercheurs ou enseignants-chercheurs ayant un emploi permanent et éventuellement de les **aider à former des équipes autonomes ou visant à le devenir.**”

Objectif scientifique 1: Formation stellaire induite

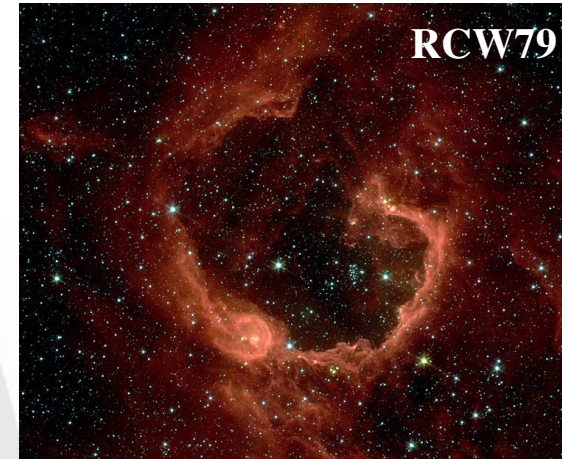
F. Martins, A. Zavagno, D. Russeil

11/10/2011



Preuves *indirectes* de la formation stellaire induite existent (presence de “grumeaux” de gaz, YSOs, outflows...)

Mais la preuve “ultime” – une différence d’âge entre 2 populations – n’a pas encore été présentée



Objectif: observer des étoiles massives de l’amas central de régions HII ET des étoiles OB sur leur bord; puis mesurer leur différence d’âge relative.

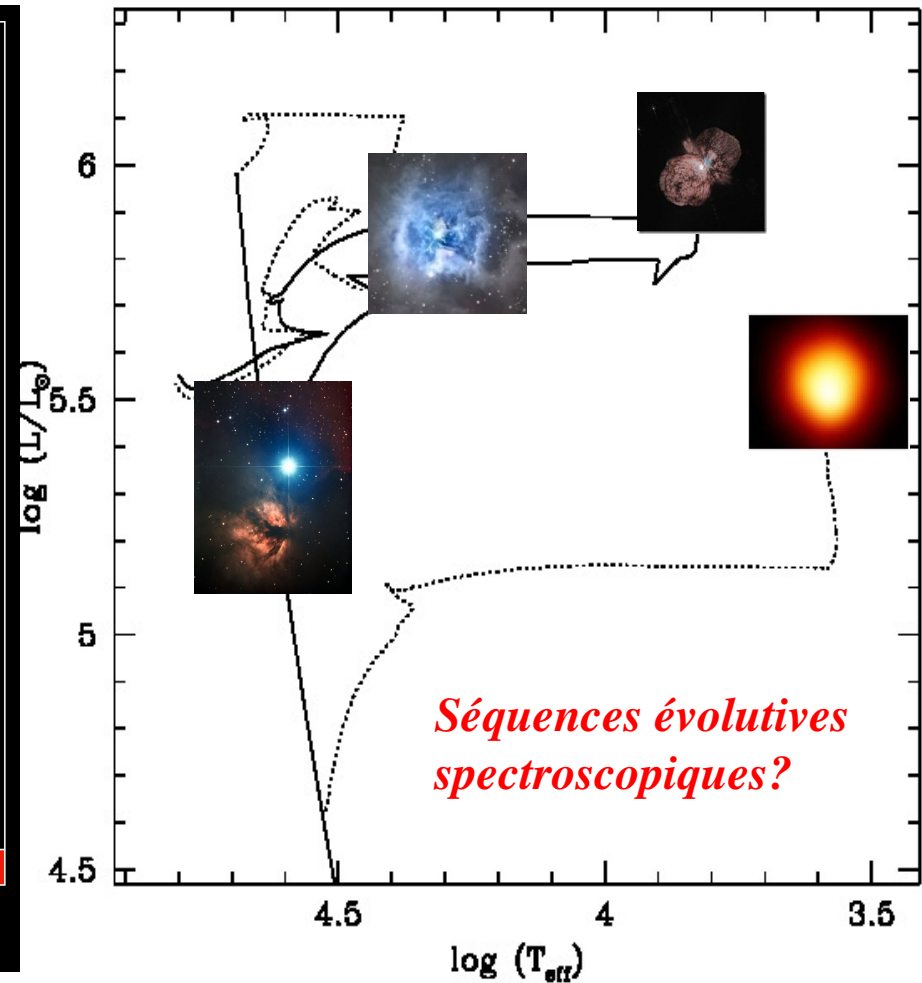
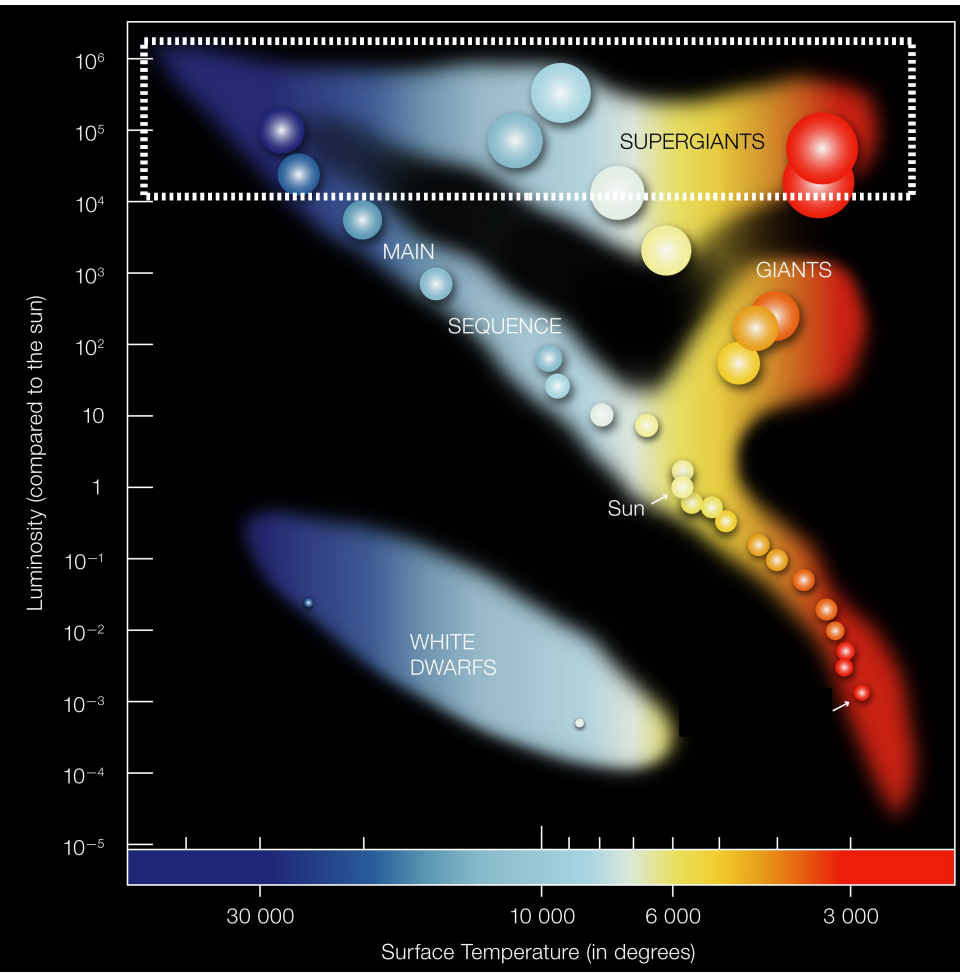
Outils:

- spectroscopie haute res / haut SNR (proposal ESO (re)soumis)
- modèles d’atmosphère

Objectif scientifique 2: une vue spectroscopique de l'évolution stellaire

11/10/2011

F. Martins, A. Palacios, E. Josselin, Post-doc

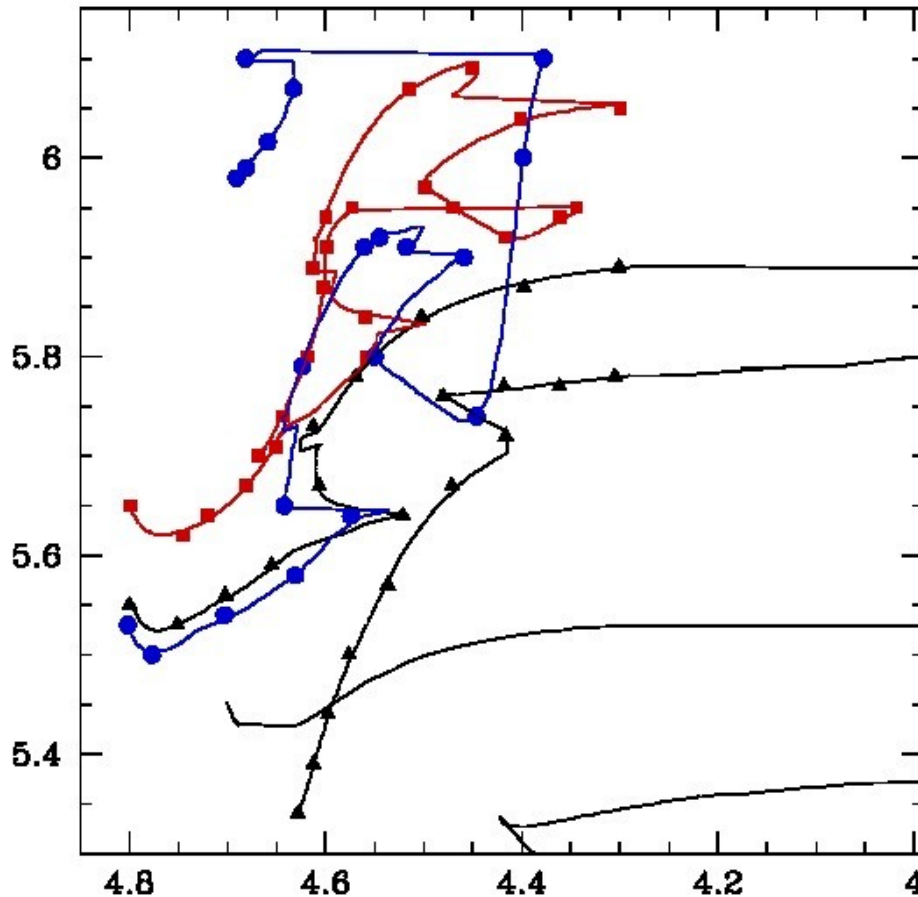


Objectif scientifique 2: une vue spectroscopique de l'évolution stellaire

11/10/2011



F. Martins, A. Palacios, E. Josselin, Post-doc

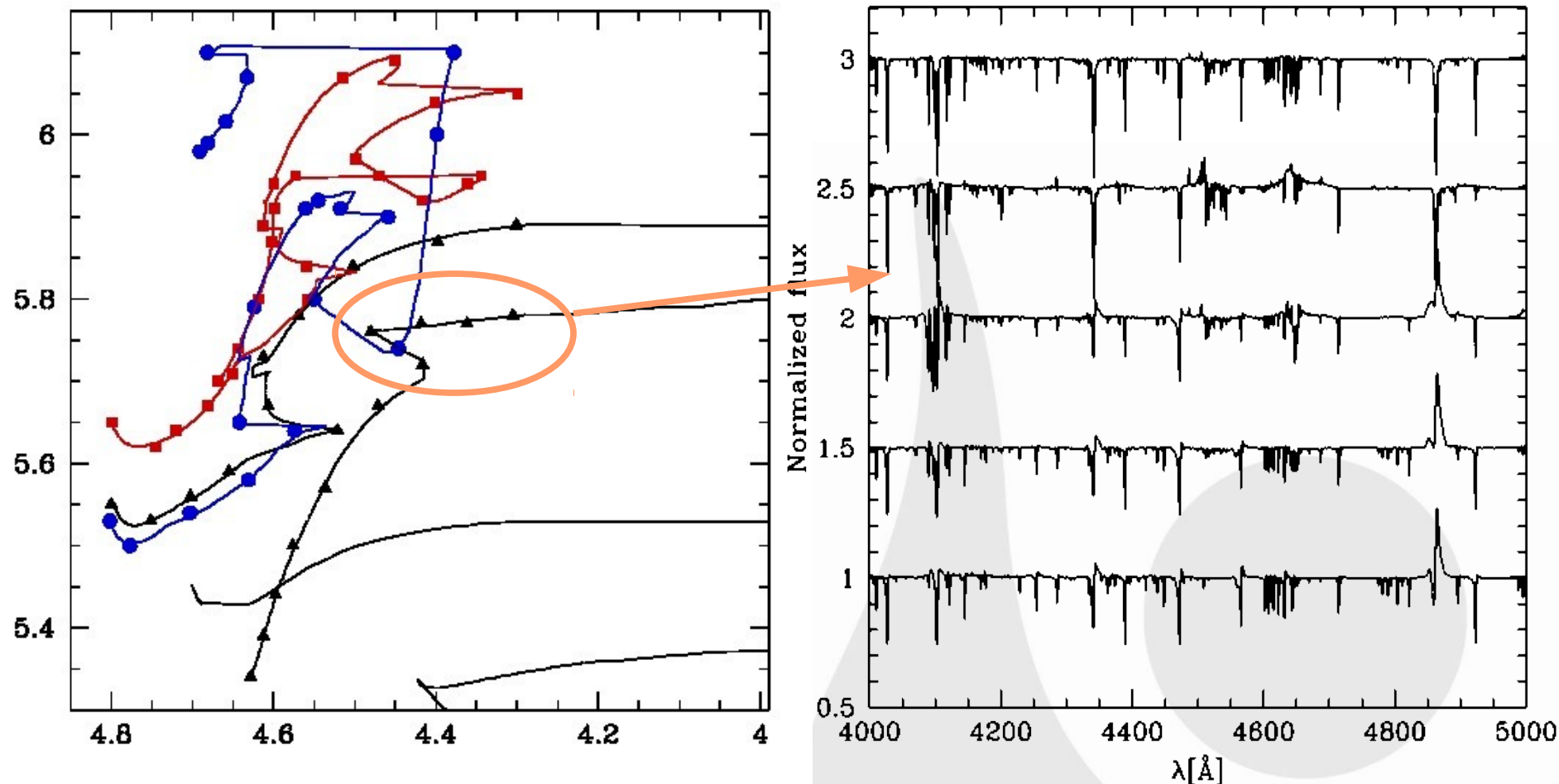


- Cartographie du diagramme HR avec des modèles d'atmosphère
- Etablissement des séquences évolutives spectroscopiques le long des tracés
- Etude des effets de métallicité
- Etude des effets de rotation

Objectif scientifique 2: une vue spectroscopique de l'évolution stellaire

11/10/2011

F. Martins, A. Palacios, E. Josselin, Post-doc

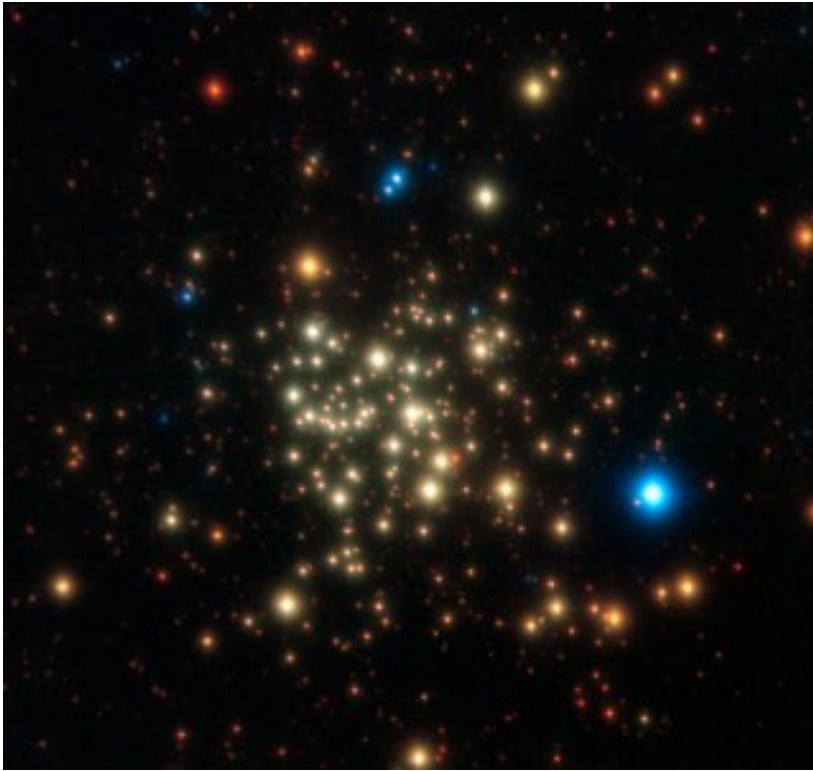


Objectif scientifique 2: une vue spectroscopique de l'évolution stellaire

11/10/2011



F. Martins, A. Palacios, E. Josselin, Post-doc



Confrontation à de “vraies” étoiles dans des amas jeunes



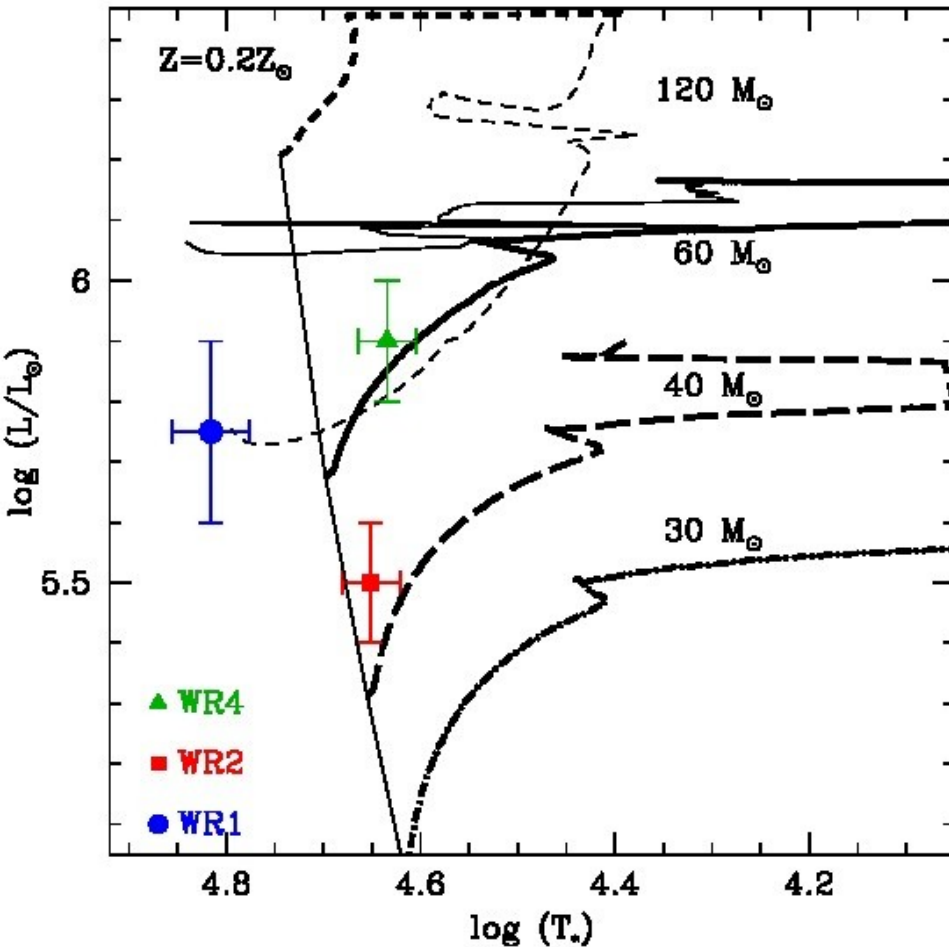
8

www.sudperformance.fr

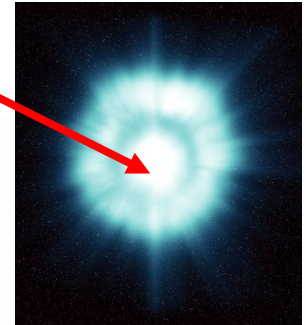
Objectif scientifique 3: étoiles WR et GRBs

F. Martins, D. Russeil, Post-doc

11/10/2011



Evolution quasi-homogène des
étoiles massives forme des GRBs

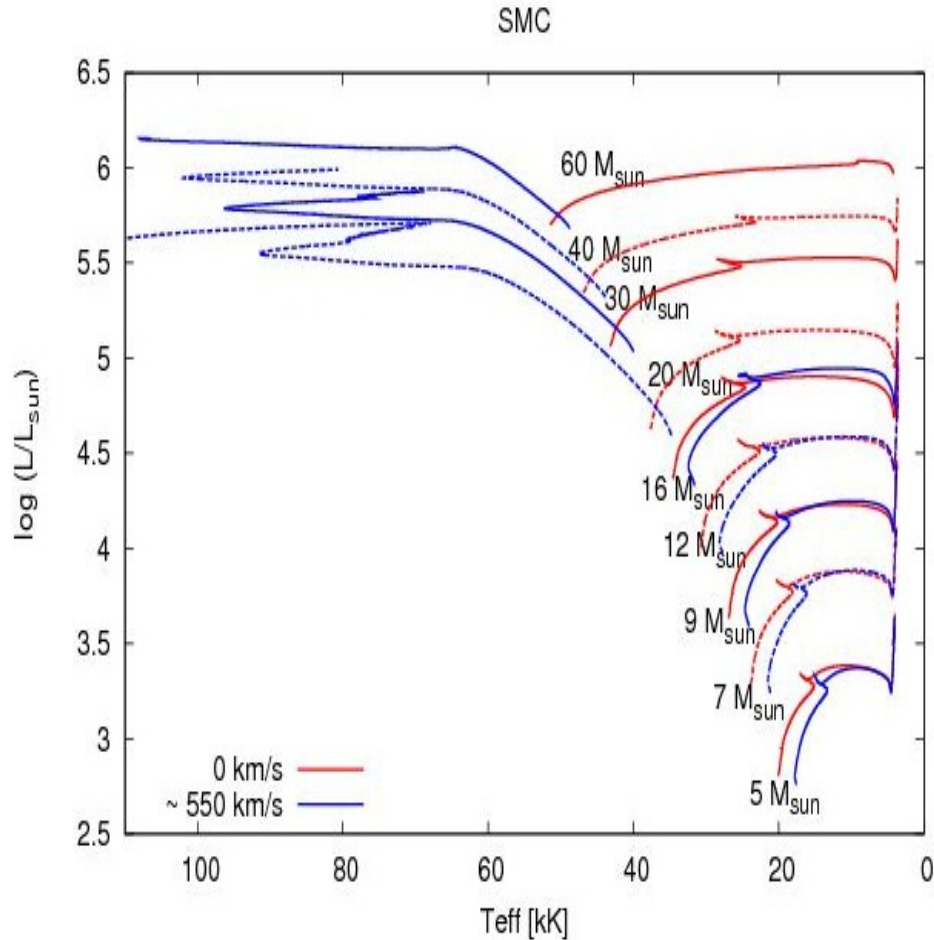


- LGRBs observés dans des environnements à $Z < 0.2 - 0.6 Z_{\text{sun}}$
 - Evolution quasi homogène = chemin favori pour former des LGRBs?
- Y a-t-il une limite en Z pour ce type d'évolution?

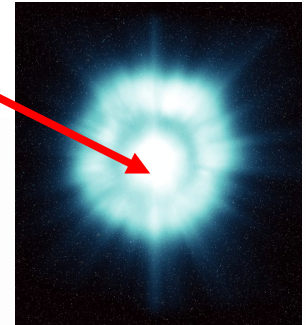
Objectif scientifique 3: étoiles WR et GRBs

F. Martins, D. Russeil, Post-doc

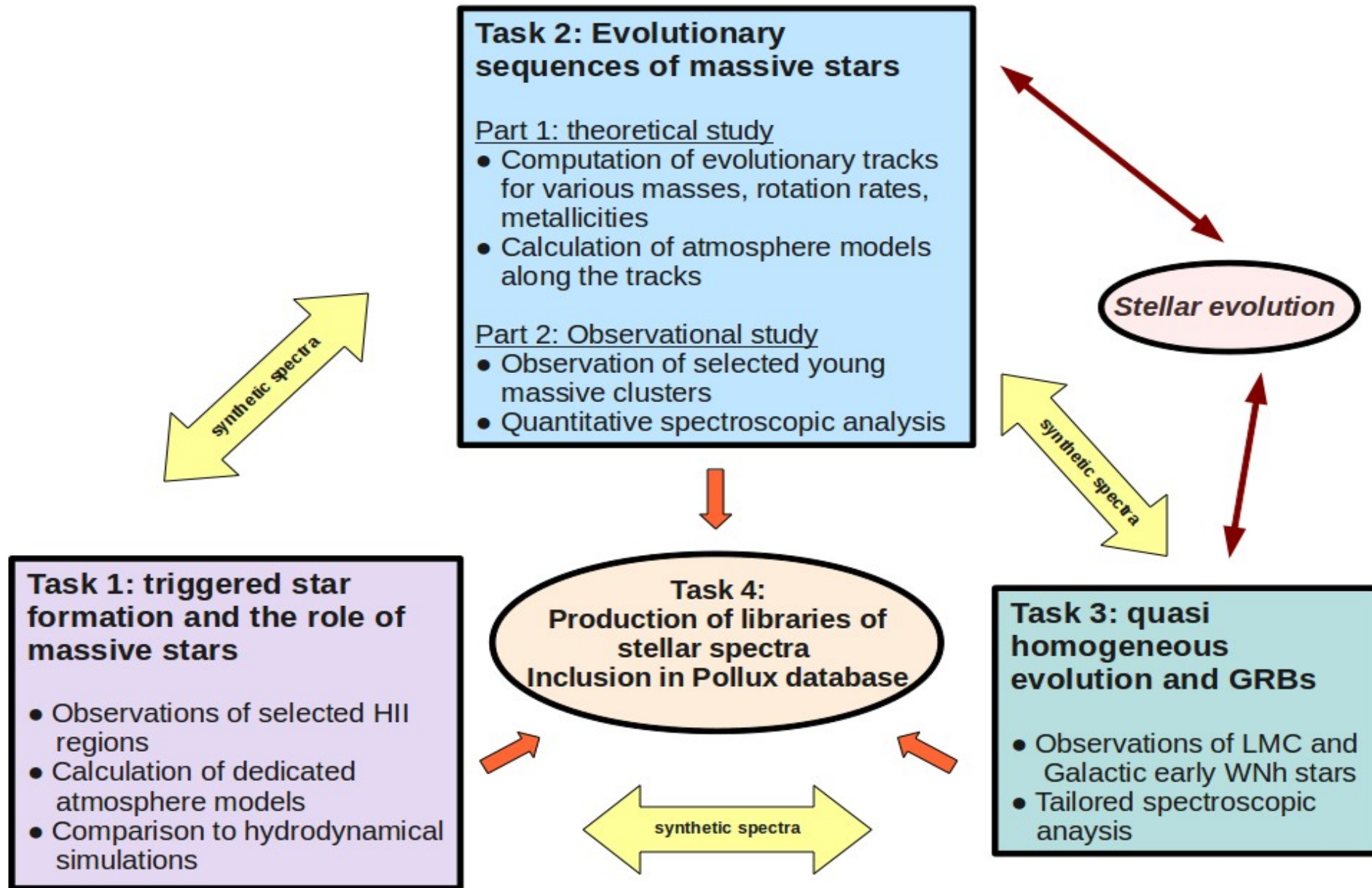
11/10/2011



Evolution quasi-homogène des
étoiles massives forme des GRBs



- **LGRBs observés dans des environnements à $Z < 0.2-0.6 Z_{\text{sun}}$**
 - **Evolution quasi homogène = chemin favori pour former des LGRBs?**
- Y a-t-il une limite en Z pour ce type d'évolution?





Post-doc: 108000€ (2 years)

Missions: 55000€

- Conférences internationales: 28000€ (3x IAU AG, 3x IAU massive stars 2013, 2x cool stars, 6x back-up)
- Ateliers internationaux: 6000€ (2x VO/stellar libraries + 2 x back-up)
- SF2A: 4500€ (3x3)
- Review/key meetings: 6400€ (16 missions)
- Visites de collaborations: 10000€ (IAC, Pittsburgh, Geneva)

Equipement: 20000€

Update de 50% du cluster de l'équipe AS

Organisation d'un atelier: 15500€

Coût de gestion administratif (CNRS): 4% du total, soit 7.6 k€



TUMSE: Towards an Understanding of Massive Star Evolution

Task 2: Evolutionary sequences of massive stars

Part 1: theoretical study

- Computation of evolutionary tracks for various masses, rotation rates, metallicities
- Calculation of atmosphere models along the tracks

Part 2: Observational study

- Observation of selected young massive clusters
- Quantitative spectroscopic analysis

synthetic spectra

Stellar evolution

synthetic spectra

Task 4:
Production of libraries of
stellar spectra
Inclusion in Pollux database

synthetic spectra

Task 3: quasi
homogeneous
evolution and GRBs

- Observations of LMC and Galactic early WNh stars
- Tailored spectroscopic analysis

Task 1: triggered star
formation and the role of
massive stars

- Observations of selected HII regions
- Calculation of dedicated atmosphere models
- Comparison to hydrodynamical simulations

Objectif scientifique 2: une vue spectroscopique de l'évolution stellaire

11/10/2011



F. Martins, A. Palacios, E. Josselin, Post-doc

for $M > 75 M_{\text{sun}}$:

$O \rightarrow \text{WNh} \rightarrow \text{LBV} \rightarrow \text{WN} \rightarrow \text{WC} \rightarrow \text{SN Ic}$

for $M \sim 40\text{--}75 M_{\text{sun}}$:

$O (\rightarrow \text{LBV}) \rightarrow \text{WN} \rightarrow \text{WC} \rightarrow \text{SN Ic}$

for $M \sim 25\text{--}40 M_{\text{sun}}$:

$O \rightarrow (\text{LBV})/\text{RSG} \rightarrow \text{WN} (\rightarrow \text{WC}) \rightarrow \text{SN Ib}$

for $M \sim 20\text{--}25 M_{\text{sun}}$:

$O \rightarrow \text{RSG} \rightarrow \text{WN} \rightarrow \text{SN II/Ib}$

for $M \sim 10\text{--}20 M_{\text{sun}}$:

$\text{OB} \rightarrow \text{RSG} \rightarrow \text{BSG} \rightarrow \text{SN II}$

*Massey 2003
Crowther 2007*

Massey (ARA&A, 2003):

“the mass ranges shown are meant only to be illustrative; even if the overall picture is correct, the mass ranges involved will certainly be a function of metallicity”

...and rotation...