

Le M de EMA: modélisation des sources astrophysiques.

Alexandre Marcowith

Pourquoi de la modélisation?

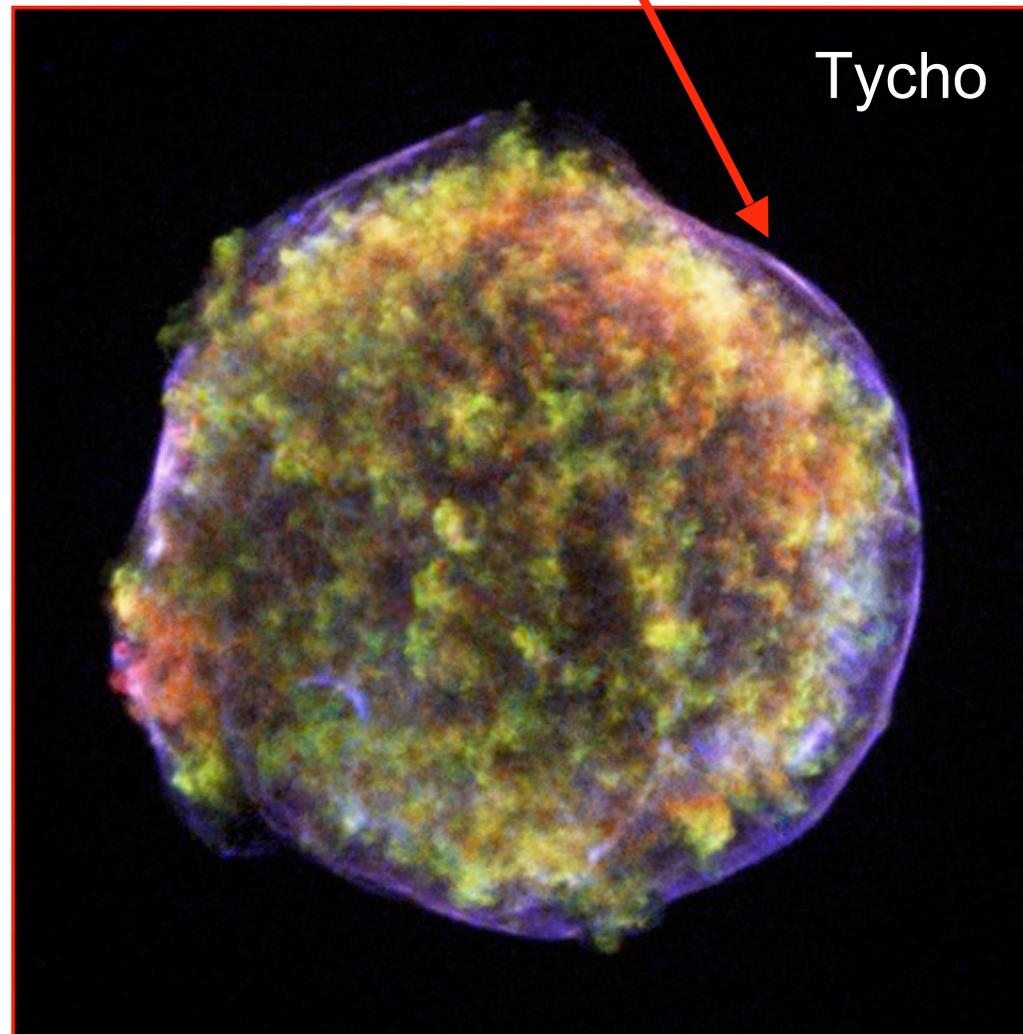
- Un des 3 corps de métier en astrophysique moderne (avec expérimentation, observation).
- **Comprendre** ce que l'on observe.
- **Stimuler** des nouveaux développements et de nouvelles observations.

Plus personnellement

- Introduire plus de **physique fondamentale** à l'étude de sources astrophysiques.
 - ⇒ physique des plasmas et physique de systèmes dynamiques.
 - ⇒ stratégie diversifiée (analytique, numérique, phénoménologique ...)

Un exemple

- Accélération de particules dans les sources du rayonnement cosmique: filaments X

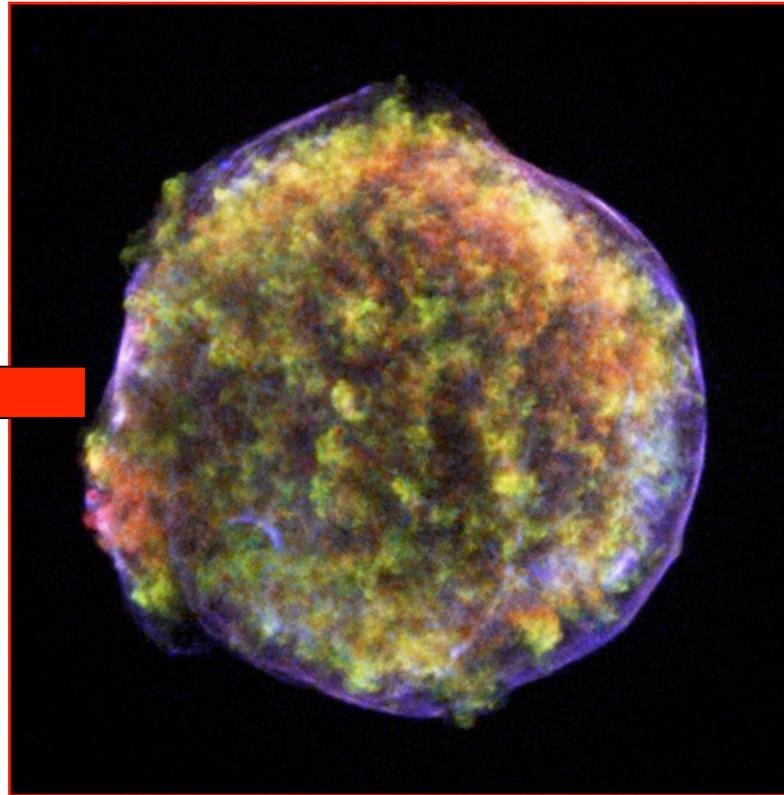


Phénomène ...

V = vitesse du choc

B = valeur du
champ
magnétique

Distribution de
particule



3 Niveaux de modélisation

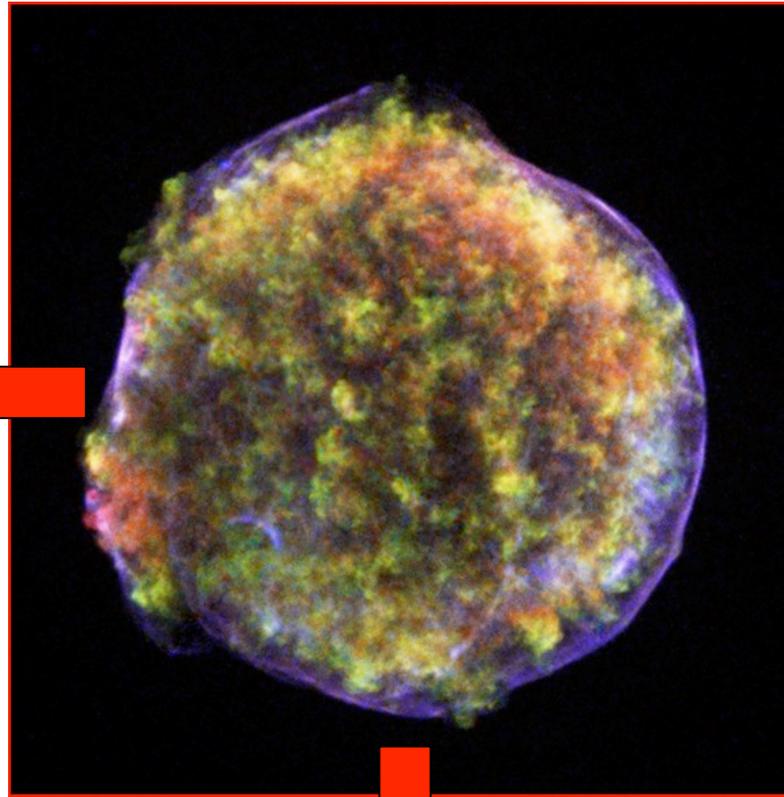
1. Phénoménologique: partie modélisation.
 - Etudes paramétriques (ex: type de rayonnement, coefficient de transport ...): efficacité de l'accélération.

Phénomène ...

V = vitesse du choc

B = valeur du
champ
magnétique

Distribution de
particule



Analytique:

Source d'énergie à l'origine de B : mouvement des
particules accélérées ...: instabilité plasma

3 Niveaux de modélisation

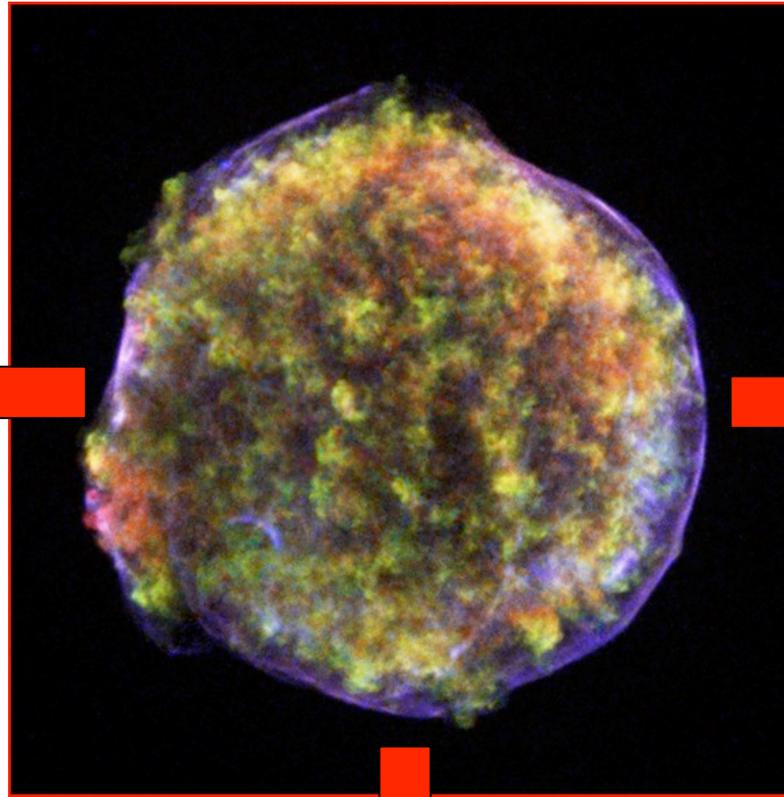
1. Phénoménologique: partie modélisation.
 - Etudes paramétriques (ex: type de rayonnement, coefficient de transport ...): efficacité de l'accélération
2. Analytique:
 - Relier les paramètres (ci dessus) à de la physique fondamentale (type d'instabilité, croissance et saturation du champ magnétique et turbulence ...)

Phénomène ...

V = vitesse du choc

B = valeur du
champ
magnétique

Distribution de
particule



Numérique:

Couplage $V(t)$,
 $B(t)$,
distribution de
particules.

Analytique:

Source d'énergie à l'origine de B : mouvement des
particules accélérées ...: instabilité plasma

3 Niveaux de modélisation

1. Phénoménologique: partie modélisation.
 - Etudes paramétriques (ex: type de rayonnement, coefficient de transport ...): efficacité de l'accélération
2. Analytique:
 - Relier les paramètres (ci dessus) à de la physique fondamentale (type d'instabilité, saturation et turbulence ...)
3. Numérique:
 - Phénomènes non-linéaires (intrication d'échelles spatiales ...): pas de théorie complète => expériences numériques basés sur l'exploration paramétrique des étapes 1 et 2.

Groupe modélisation astrophysique au LUPM

- Thèmes de recherche:
 - Origine du rayonnement cosmique
 - Sources galactiques (objectif principal): chocs des restes de supernova, vents d'étoiles massives...
 - Sources extragalactiques (+ marginal)
 - Propagation du rayonnement cosmique dans le milieu interstellaire (dans sa diversité).
 - Processus radiatifs associés en collaboration avec les expériences (HESS, Fermi, CTA).
 - Observations multi-longueur d'onde (observations X, radiodes sources de haute énergie).

Membres du groupe

Permanents:

- Y.Gallant (théorie, modélisation, observation, HESS, CTA)
- E. Giraud (modélisation, observations)
- M. Renaud (modélisation, observation, HESS, CTA)
- *A. Marcowith* (théorie, HESS, CTA)

Non permanents:

- F. Acero (postdoc CNRS, modélisation, observation, HESS, CTA) 2008-2011
- C.Vigh (postdoc ANR cosmic, théorie, simulation numérique) 2011-2013
- R.Cohet (thèse, théorie, simulation numérique) 2011-2014

Associés :

- + J.Lavalle (groupe IFAC, théorie)
- + J.Cohen-Tanugi (modélisation, observation, Fermi)
- + D.Talbi (groupe AS, théorie, chimie du milieu interstellaire), F.Martins (groupe AS, simulation numérique et d'autres membres de AS).

Spécificités

- Introduction de la microphysique:
 - Analytique: Propagation des leptons du RC (A.M., J.L.), émission gamma des restes de SN dans le cas des SN IIb (A.M., M.R.)
 - Numérique: Profils radiaux de l'émission gamma dans Vela Jr (F.A., A.M.), simulations de la propagation de RC dans une structure MHD (C.V., R.C., A.M., Y.G.): application au cas du MIS mais aussi des chocs.
- => potentiels: effet sur l'ionisation du MIS (D.Talbi), simulations hydrodynamique des chocs (F.Martins, ...)

Conclusions/perspectives

- Composante à part entière d'EMA qui fait d'EMA une structure originale dans le paysage actuel (=> APC).
 - Bonne interaction avec les expériences par le biais de certains membres (Y.G., M.R., F.A.)
- Spécificités sur l'approche analytique couplée à des approches numériques parfois lourdes (grille, CINES ...)
- Développement collaborations externes
 - ex: Simulations interactions vents étoiles massives et chocs de SN (R.Walder /ENS-Lyon, A.Bykov /Ioffe, Z.Meliani/LUTH)
- Support nécessaire de la direction du LUPM d'une composante relativement nouvelle.