

« EXPLOSION ASYMETRIQUE DES SUPERNOVAE GRAVITATIONNELLES »

DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

Les observations de la mort des étoiles massives en supernovae posent un défi théorique majeur; pourquoi explosent elles ? Les simulations numériques suggèrent que la clé réside dans la dynamique asymétrique du cœur de l'étoile en effondrement, pendant la seconde qui précède l'explosion.

La complexité des simulations réalistes et leur temps de calcul prohibitif nécessite d'acquérir une compréhension physique des mécanismes en jeu pour savoir interpréter et généraliser leurs résultats. Les travaux effectués au CEA/IRFU ont élucidé la nature de l'instabilité SASI responsable d'une explosion non sphérique (de Foglizzo et al. 2007 à Guilet & Foglizzo 2012). Une formulation analogique fondée sur la dynamique d'un ressaut hydraulique (Foglizzo et al. 2012) offre une approche intuitive complémentaire des simulations numériques.

Une expérience de fontaine en rotation construite en 2014 au SAp a révélé l'existence de nouvelles instabilités qui posent de nouvelles questions sur la redistribution du moment cinétique du cœur, le seuil d'explosion et son asymétrie, ainsi que le taux de rotation et la vitesse de l'étoile à neutrons résiduelle.

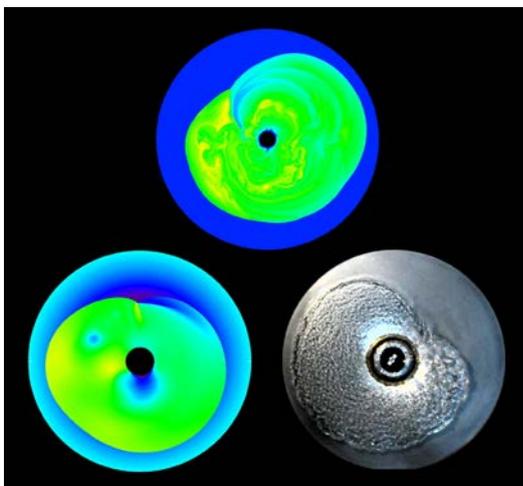


Figure 1 : Dynamique de l'onde de choc instable dans une simulations astrophysique (en haut), dans la fontaine SWASI (à droite) simulée en eau peu profonde (à gauche)

DESCRIPTION

GROUPE/LABO/ENCADREMENT

Responsable du Laboratoire de Modélisation des Plasmas Astrophysiques, T. Foglizzo contribue au développement de la théorie des explosions de supernovae par des méthodes analytiques, numériques et expérimentales. Le candidat bénéficiera de l'effervescence numérique du groupe COAST du SAp, ainsi qu'une collaboration durable avec les experts en modélisation du MPA Garching.

TRAVAIL PROPOSE

Pour comprendre la dynamique de l'onde de choc et élucider ses conséquences astrophysiques, le candidat développera des simulations numériques hydrodynamiques 2D et 3D avec le code RAMSES, qui seront comparées au dispositif analogique SWASI et analysées par des calculs perturbatifs.

FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Master Astrophysique, Mécanique des Fluides ou HPC.

COMPETENCES ACQUISES

- Physique des supernovae
- Simulations numériques, HPC
- Mécanique des fluides théorique et expérimentale.
- Analyse d'instabilités, calcul perturbatif.
- Diffusion des connaissances dans les musées des sciences par la fontaine aux supernovae

COLLABORATIONS/PARTENARIATS

Collaboration avec l'équipe de Thomas Janka au MPA (Garching)

Partenariat avec le Palais de la Découverte (Paris) et vers d'autres musées des sciences

CONTACTS

Thierry Foglizzo, IRFU/SAp: foglizzo@cea.fr