

Grenoble, le 19 août 2016

Rapport sur le manuscrit présenté par M. El Mellah en vue d'une soutenance de thèse de doctorat en astrophysique.

Les travaux de M. Ileyk El Mellah portent sur l'accrétion de matière par un objet sous l'action de sa gravité, un processus fondamental en astrophysique que l'on retrouve dans des circonstances très variées. Le contexte étudié ici est celui des objets compacts dans un système binaire accrétant une partie du vent stellaire de leur compagnon. Toutefois, M. El Mellah démontre à plusieurs occasions que beaucoup de ses résultats restent généraux en raison des lois d'échelle. Les premiers travaux sur l'accrétion par Bondi, Hoyle, Littleton datent des années 1940 et font partie du bagage de tout astrophysicien. On aurait tort de s'en contenter. Le manuscrit de M. El Mellah est un témoignage de la complexité de la physique en jeu, rendue accessible par la simulation numérique.

Guillaume DUBUS
Equipe Sherpas

Tel : 33(0) 4 76 51 47 87
Fax : 33(0) 4 76 44 88 21
Mel: Guillaume.Dubus@univ-grenoble-alpes.fr

IPAG
Université Grenoble Alpes
414, rue de la piscine
38400 Saint-Martin-d'Hères

Boite postale :
Université Grenoble Alpes
IPAG
CS 40700
38058 Grenoble cedex 9

La première partie de la thèse (chapitres 1-3) est une introduction claire au contexte astrophysique et aux méthodes numériques employées. L'accent est plutôt mis sur les aspects théoriques. Néanmoins, l'astrophysique est une science observationnelle et il me semble que les avancées obtenues sur les binaires massives grâce à INTEGRAL auraient justifié une description plus détaillée, notamment dans le but de dégager de ces observations les problématiques à traiter et les orientations choisies pour la thèse. La présentation des méthodes numériques est de grande qualité. La discussion sur la répartition de charge (« scalability ») est remarquable de précision. Elle démontre un souci du détail qui a indubitablement conduit M. El Mellah à une compréhension profonde de l'outil numérique et à un très haut niveau d'expertise.

La deuxième partie de la thèse (chapitres 4-5) est une étude de l'accrétion sur un objet en mouvement (ou pas) dans un milieu uniforme, un problème classique qui a fait l'objet de nombreuses publications. M. El Mellah confronte ici ses résultats numériques aux résultats analytiques, en particulier ceux de Foglizzo & Ruffert 1996 avec lesquels un bon accord est trouvé. L'ensemble est très bien présenté de manière pédagogique. Cette partie se distingue particulièrement par le soin porté à l'analyse des échelles de temps et d'espace que doit reproduire une simulation numérique du processus et des limitations qui en découlent (Fig. 5.4). Il n'est pas certain que toutes les études précédentes aient porté autant

d'attention à cet aspect, au risque d'erreurs d'interprétation de leurs résultats. Le travail présenté dans cette partie a fait l'objet d'une publication référée dans MNRAS, une des principales revues de rang A en astrophysique (El Mellah & Casse 2015).

Informé par ces résultats, M. El Mellah aborde l'étude de l'accrétion d'un vent par un objet compact dans une binaire X supergéante, dernière partie de son manuscrit. Les chapitres 6 et 7 constituent une très bonne introduction à la physique des vents stellaires (« line-driven winds ») et à la physique du lobe de Roche. M. El Mellah manifeste de nouveau un souci du détail et une volonté louable de maîtriser des domaines connexes à son thème de recherche qui l'ont peut-être amené à développer ces chapitres au-delà du nécessaire. Toutefois, ceux-ci permettent d'appréhender clairement la difficulté du problème et de justifier les hypothèses simplificatrices. Le dernier chapitre décrit des calculs originaux sur la focalisation du vent stellaire par l'objet compact. Ces calculs permettent de déterminer les taux d'accrétion et d'étudier les conditions de formation d'un disque. L'application à trois systèmes binaires donne des contraintes inédites sur les paramètres modélisant le vent de la supergéante. J'imagine que ce travail aboutira rapidement à une publication référée. Les perspectives auraient mérité d'être plus développées pour ce travail ainsi que pour celui de la partie précédente.

Cette thèse est un ensemble cohérent, présenté de manière personnelle, révélant rigueur et souci d'aller au fond des choses. M. El Mellah démontre ainsi qu'il s'est pleinement approprié son domaine de recherche. Cette thèse représente un travail de synthèse et de pédagogie très appréciable. Sa rédaction dans un anglais d'un excellent niveau devrait aider à sa diffusion, même si le choix du vocabulaire, prompt à l'emphase, m'a parfois surpris (« swindle » plutôt que « assumption »). Les réalisations (publications, présentations, séminaires, codes, etc) auraient gagnées à être mises en évidence afin de mieux souligner la quantité très importante du travail fourni.

En conclusion, le manuscrit soumis par M. El Mellah présente de manière claire des travaux originaux et maîtrisés sur un processus astrophysique fondamental. M. El Mellah dispose d'une palette théorique et méthodologique faisant de lui un expert de son domaine. Le manuscrit remplit largement les attendus d'une thèse. Je recommande donc sans réserve la soutenance de celle-ci.



Guillaume Dubus
directeur de recherche CNRS