



L'auto-gravité et son impact probable sur la migration planétaire

Date de mise en ligne : dimanche 1er mai 2005

**Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et
astrophysique**

Depuis la découverte des planètes extrasolaires de masse voisine de celle de Jupiter, il est couramment admis que ces planètes se forment loin de leur étoile, puis migrent vers le centre, sous l'action des couples gravitationnels exercés par le disque gazeux sur la planète. Des ondes de densité spirales sont excitées aux résonances de Lindblad dans le disque, et l'échange de moment cinétique est si efficace, que le temps de migration serait même bien plus court que le temps de formation de la planète. Pour essayer de ralentir le temps de migration, deux astronomes (dont Arnaud Pierens de l'Observatoire de Paris), ont pour la première fois calculé analytiquement les perturbations apportées par la gravité du disque sur le mouvement orbital de la planète, et montré qu'elles accélèrent la migration ! La prise en compte de la gravité du disque sur sa propre dynamique (l'auto-gravité) ralentit la migration, mais pas suffisamment pour la stopper.

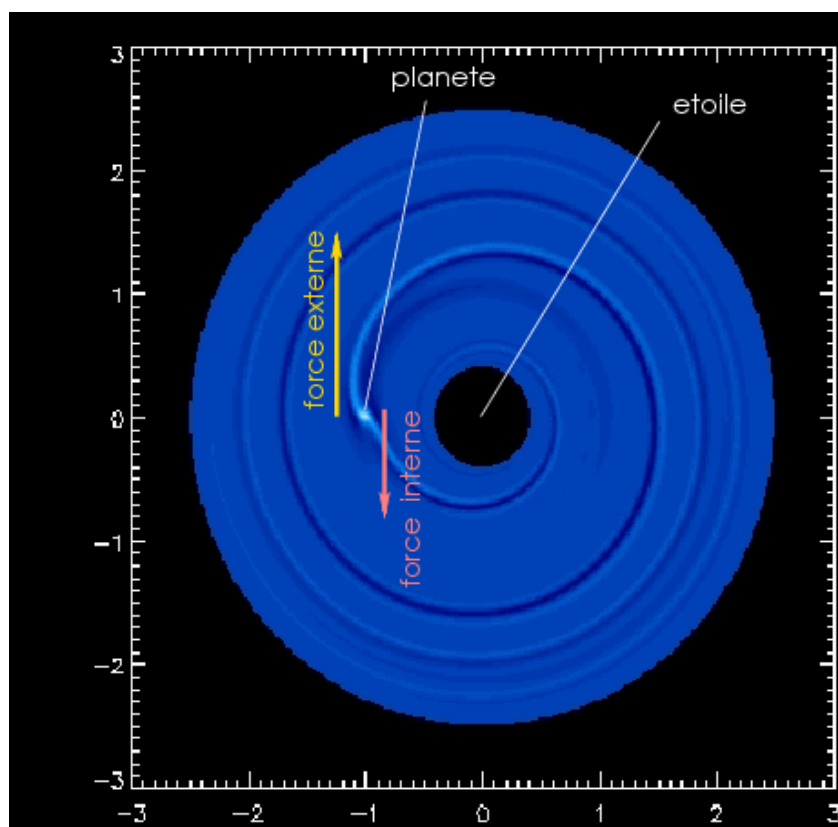
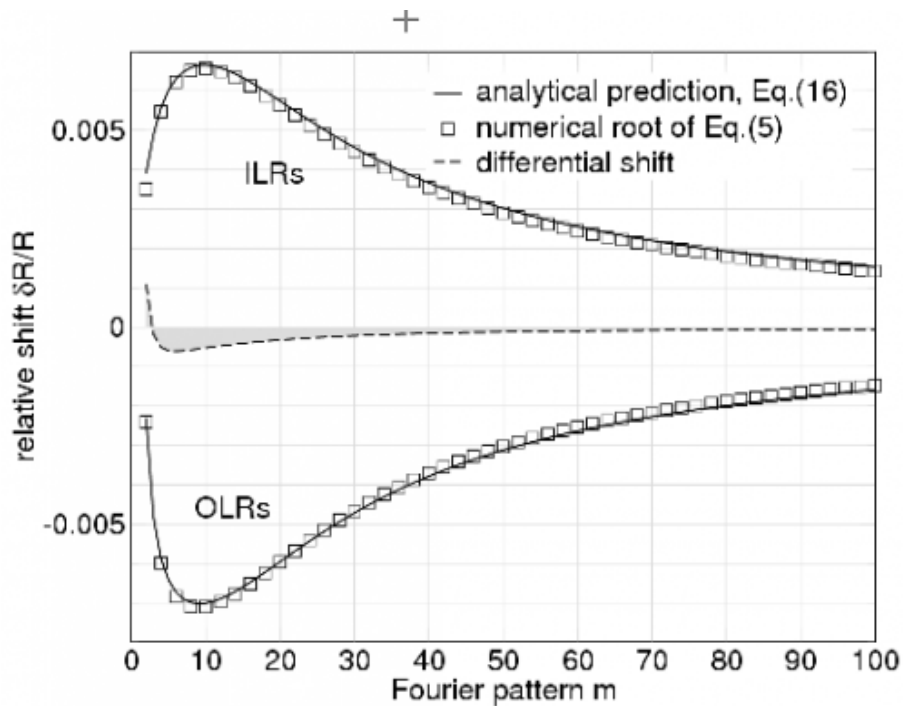


Figure 1 :

Pour comprendre la migration planétaire, les simulations numériques sont un atout considérable. Bien que la puissance manque encore à nos ordinateurs, elles confirment que les planètes ont bien tendance à dériver vers l'étoile centrale, en quelques centaines de milliers d'années (Nelson et al. 2000, MNRAS 318, 18). Parmi celles-ci, les récentes simulations de Nelson & Benz (2003, ApJ 589, 556) ont pointé du doigt l'effet de la masse du disque. Toutefois, en raison d'une résolution numérique insuffisante, ces simulations ne permettent pas de conclure et la question de l'effet réel de la gravité du disque restait en suspens. La difficulté majeure tient au fait que le calcul de la gravité du disque ralentit considérablement les codes de simulations hydrodynamiques, obligeant les chercheurs à travailler à relativement basse résolution...



Mécanisme de migration de type-I, correspondant à des planètes moins massives que Jupiter, où l'interaction entre disque et planète peut être considérée comme linéaire (contrairement au type-II, où les planètes massives ouvrent un fossé dans le disque). Image © A. Pierens.

Deux chercheurs, Arnaud Pierens (LUTH/Observatoire de Paris-Meudon) et Jean-Marc Huré (Université Bordeaux 1 et Observatoire Astronomique de Bordeaux) viennent de montrer, par une approche analytique, que le disque de gaz devrait finalement accélérer la migration des objets de faible masse (moins d'un dixième de masse jovienne environ ; migration de type-1) vers l'étoile centrale (Pierens & Huré 2005). Cette conclusion s'avère relativement indépendante du profil de densité de surface du disque. L'effet est subtil puisque la gravité du disque joue un double rôle : d'une part, elle fait croître la vitesse angulaire de rotation de la planète par rapport à la rotation keplerienne, et d'autre part, elle modifie la position des résonances de Lindblad (points critiques vis-à-vis de l'amplification des ondes de densité). Restent donc à confirmer ces prédictions par des simulations à très haute résolution, ce qui devrait prendre quelques temps...

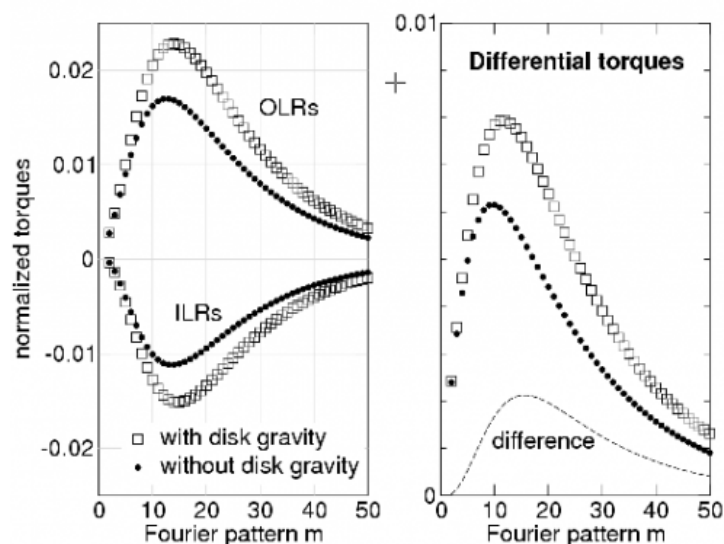


Figure 2 :

L'auto-gravité et son impact probable sur la migration planétaire

Ces résultats suggèrent qu'il doit exister un mécanisme efficace capable de contrebalancer la migration planétaire si l'on veut expliquer la présence des planètes extrasolaires à court rayon orbital. Ce mécanisme n'est, à l'heure actuelle, toujours pas connu.