

# MIGRATION of ACCRETING GIANT PLANETS

## Notations :

$\Sigma$  : densité de surface du gaz.

$M_p$  : masse de la planète,

$r_p$  : rayon de son orbite.

Il y a une planète ici !  
Mais elle a accreté tout  
le gaz au voisinage.

Au centre,  
c'est ● l'étoile,  
bien sûr.

Cet anneau noir, c'est le sillon !



## Instituts :

Université  
Nice  
Sophia Antipolis

Observatoire  
de la CÔTE D'AZUR

IUF  
LAGRANGE

UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

Aurélien CRIDA, Bertram BITSCH, Arnaud RAIBALDI

# TRANSITION TYPE I - TYPE II

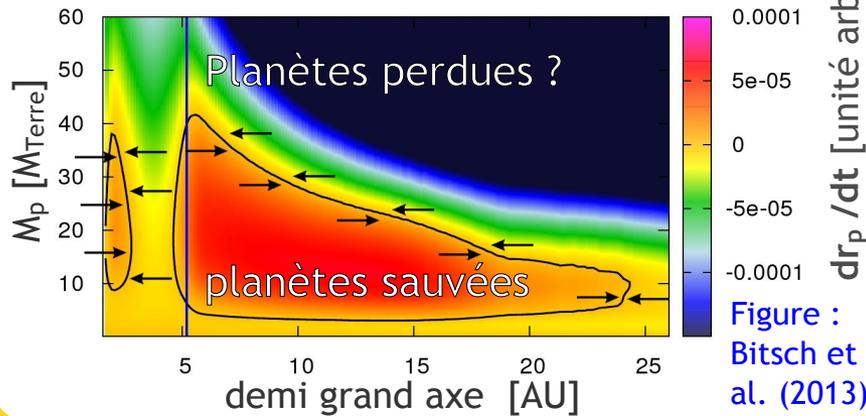
## Problématique :

Migration de type I très (trop) rapide :  
les planètes tombent dans l'étoile.

$M_p < \sim 30 M_{\text{Terre}} \rightarrow$  possible piège.

$M_p > \sim 100 M_{\text{Terre}} \rightarrow$  ouverture de sillon  
et migration de type II.

$30 M_{\text{Terre}} < M_p < 100 M_{\text{Terre}} \rightarrow ?$



## Méthode :

Simulations avec FARGO-2D1D, divers  $\Sigma_0$ .

$r_p(t=0) = 10$  .  $M_p(t=0) = 20 M_{\text{Terre}}$  ;

$dM_p/dt = \min \{ \text{Machida+ (2010)} ; \text{Kley (99)} \}$

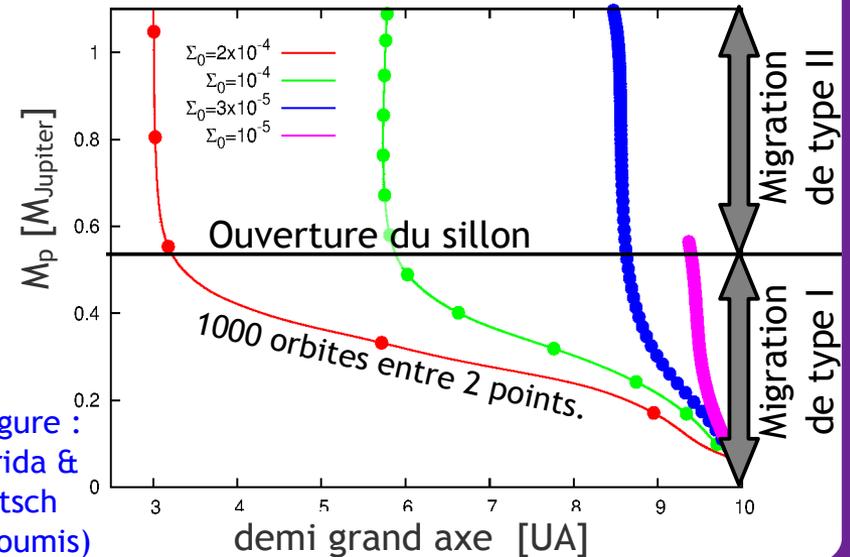
Machida+(2010), Eq(4): runaway growth.

Kley (99): gaz à moins de  $0,75 r_{\text{Hill}}$  accrété.

## Résultat :

Ouverture d'un sillon quelle que soit la  
vitesse de migration @  $M_p = \sim 0,5 M_{\text{Jupiter}}$ ,

et ce toujours avant chute dans l'étoile car  
 $(dM_p/dt)_{\text{max}} \propto \Sigma$  et  $dr_p/dt \propto \Sigma$  aussi.



## Conclusion :

Une planète en accréation de gaz emballée,  
il ne peut plus rien lui arriver d'affreux  
maintenant.

# MIGRATION DE TYPE II ?

## Problématique :

Migration de type II théorique : la planète, dans son sillon, suit l'étalement du disque (Lin & Papaloizou 1986).

Mais découplage possible, du gaz franchit le sillon ! (Crida & Morbidelli 2007; Dürmann & Kley 2015)

Et si la planète accrète du gaz ?

## Méthode :

Simulations FARGO-2D1D ;  $M_p = M_{\text{Jupiter}}$  .

Orbite fixe durant 200 périodes, puis libre.

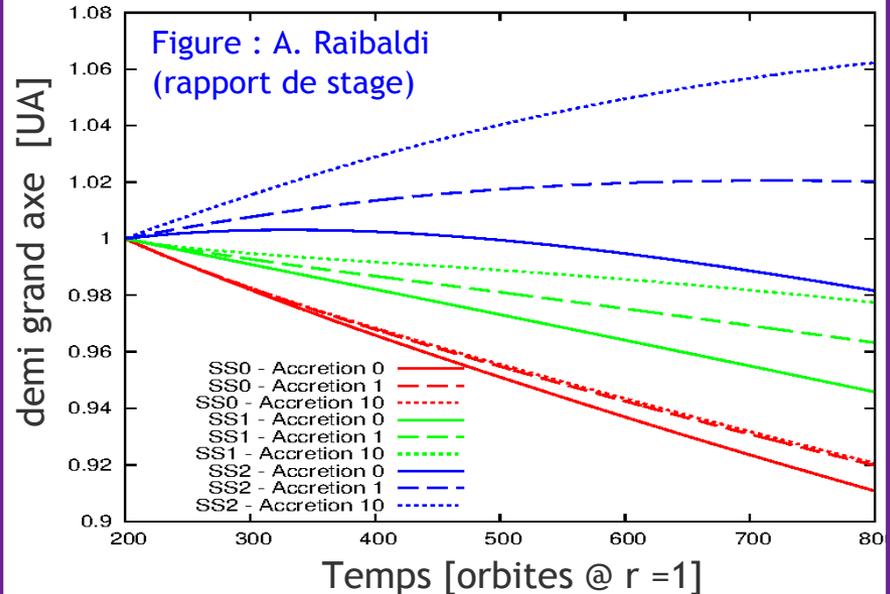
Gaz ôté de la sphère de Hill selon Kley (99).

$\Sigma_0(r) = \Sigma_0 r^{-SS}$ , avec  $SS = 0, 1, 2$  → différents taux de migration attendus.

## Résultat :

Pour tout SS (couleur), la migration dépend de l'accrétion (style de ligne) !

Migrations comparées



**Pas d'accrétion : migration vers l'intérieur.**  
**Forte accrétion : migration attendue.**

## Conclusion :

Une planète n'est pas forcément en équilibre dans son sillon, et du gaz passe.

Mais l'accrétion du gaz par la planète rend le sillon imperméable, et on retrouve la migration de type II théorique !

