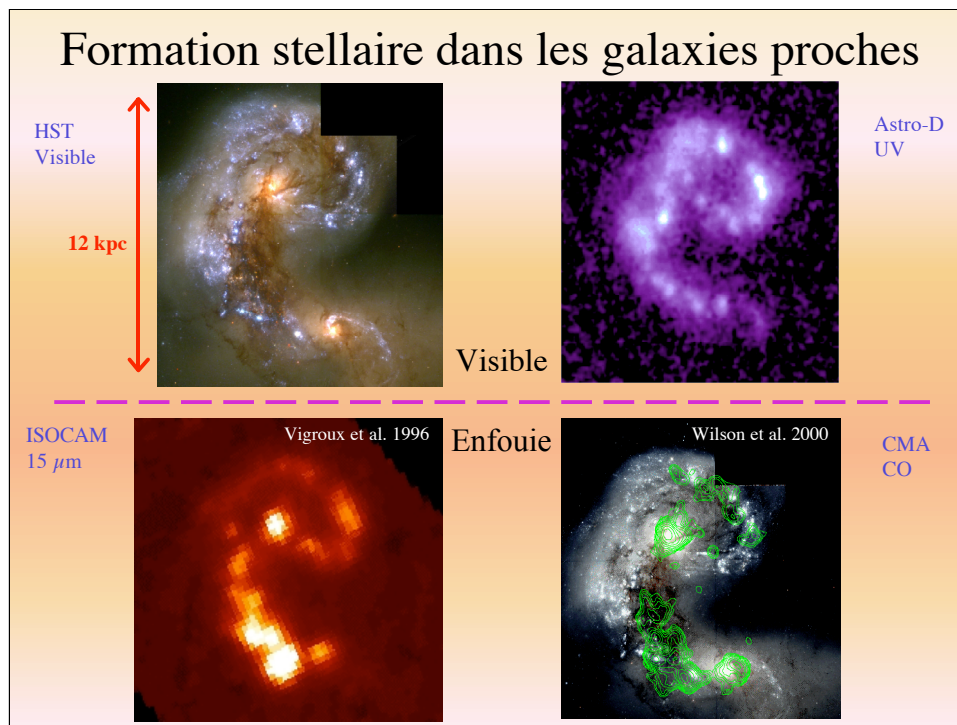


Formation des étoiles et des planètes

Ici, insérer une sequence en image du groupe

Ce transparent n'est pas terminé, il est juste là pour faire joli quand Philippe dira bonjour, mettra le micro... on y verra un espece de zoom, d'une galaxie jusqu'à un système solaire (rien que ça)

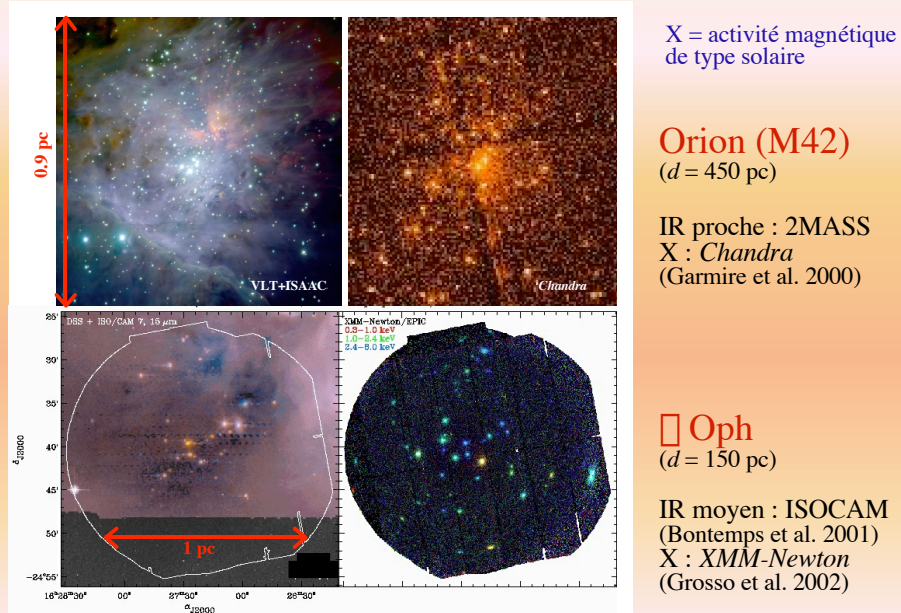


Mentionner que les deux images du bas ont été obtenues par des gens du service (en collaboration avec d'autres personnes)

L'idée ici c'est de montrer d'une part la formation stellaire (étoiles) massives dans sa partie émergée en haut (remarquer la structure en amas, typique des sursauts de formation stellaire), mais de signaler à quel point la partie immergée de l'iceberg est importante.

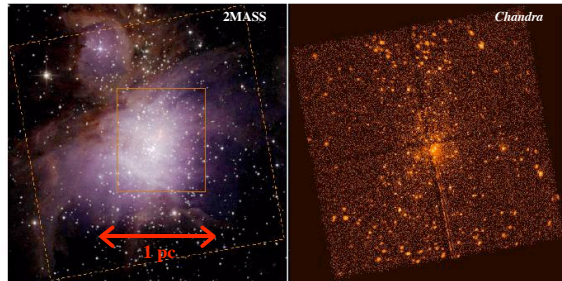
La source ISOCAM très brillante à $15 \mu\text{m}$ a une contrepartie optique très rouge (environ 10 mag d'extinction). C'est un super-amas stellaire de 5 millions d'années.

Amas stellaires jeunes proches en IR et rayons X



Ici on zoome sur des régions individuelles de la diapositive précédente (enfin presque). Par rapport a la diapo fournie par Thierry, j'ai mis une plus jolie image d'Orion. Du coup j'ai fait un zoom sur l'image Chandra qui n'est plus top...

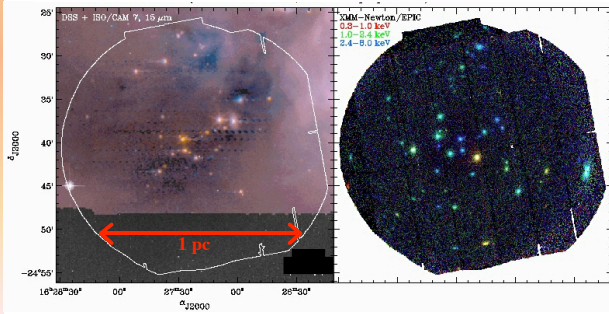
Amas stellaires jeunes proches en IR et rayons X



X = activité magnétique de type solaire

Orion (M42)
($d = 450$ pc)

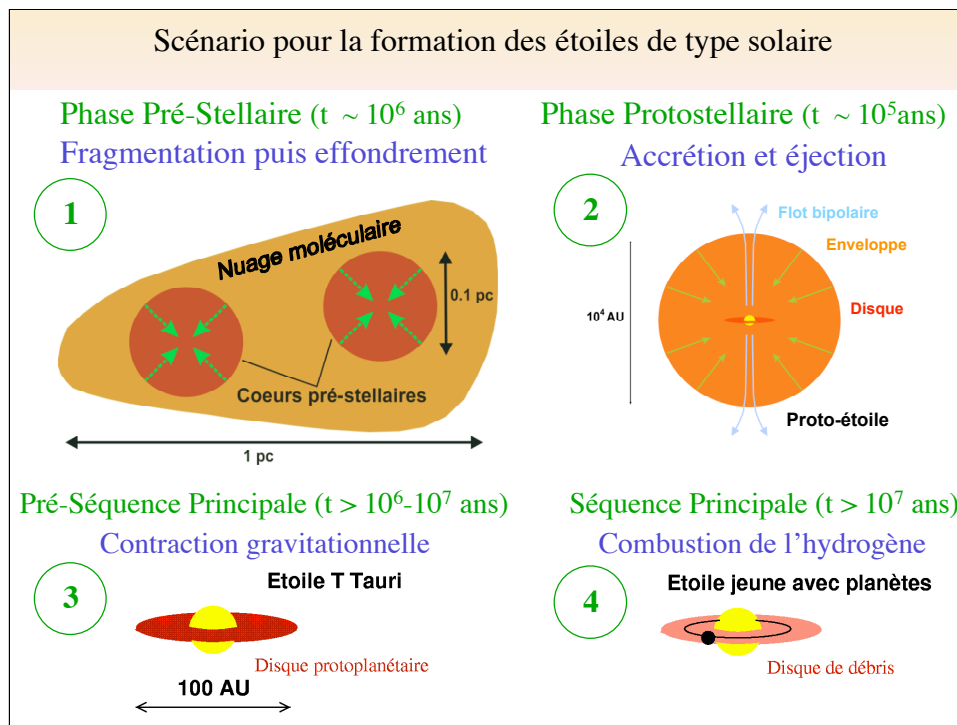
IR proche : 2MASS
X : *Chandra*
(Garmire et al. 2000)



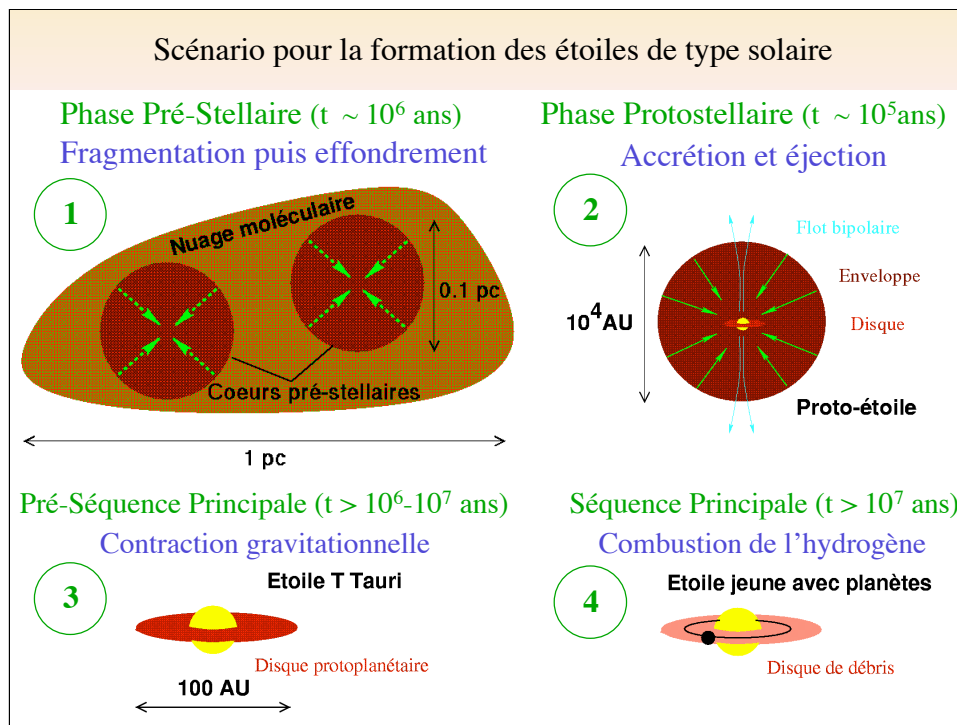
□ Oph
($d = 150$ pc)

IR moyen : ISOCAM
(Bontemps et al. 2001)
X : *XMM-Newton*
(Grosso et al. 2002)

Juste pour comparer, la diapo originale



Philippe, c'est ton transparent, pas de commentaires

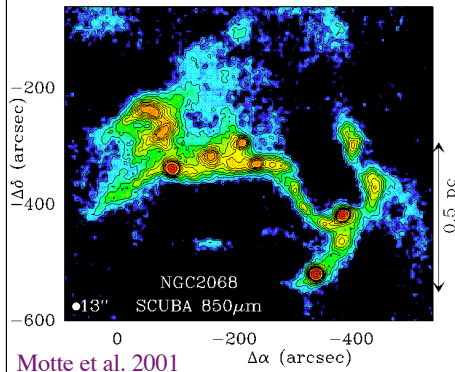


Diapo originale, avec les images gif pas terribles

Importance des premières phases

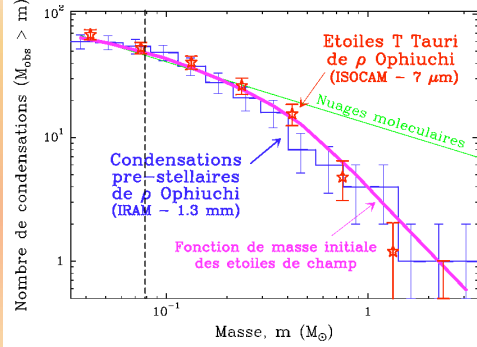
→ La distribution de masse des condensations pré-stellaires est compatible avec la 'fonction de masse initiale' («IMF») des étoiles

Le proto-amas NGC2068 à 850 μm



Motte et al. 2001

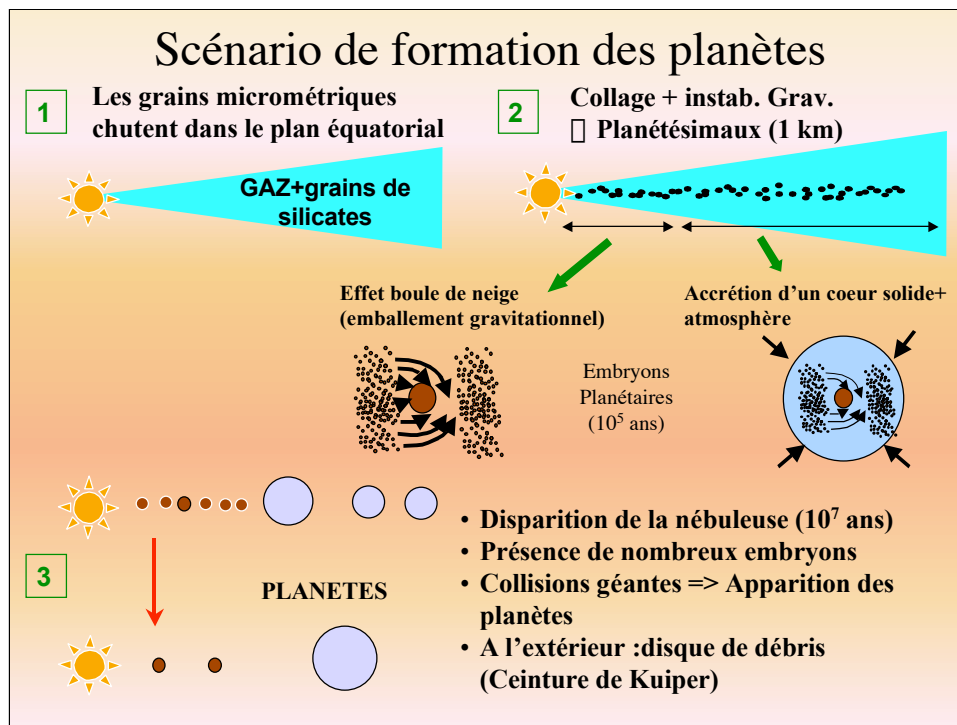
Spectre de masse des condensations de ρ Oph



Motte et al. 1998 + Bontemps et al. 2001

□ Suggère que l'«IMF» des étoiles est en grande partie déterminée par fragmentation au stade pré-stellaire

Philippe, tu connais ça part cœur...



Les deux flèches vertes sous le schéma 2 indiquent ce qui se passe dans la zone interne du disque et ce qui se passe dans la zone externe.

La distinction entre la zone interne et la zone externe du disque est habituellement donnée par le rayon de solidification de l'eau en glace. La taille physique de cette limite dépend de la température effective de l'étoile.

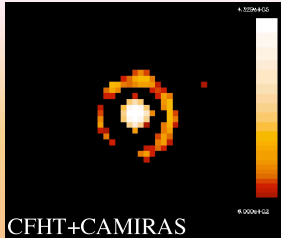
Attention: aucune de ces étapes n'est vraiment résolue :

Problèmes de : échelles de temps, conditions initiales, mécanismes non élucidés, modélisation numérique difficile, physique peu connue (collage/fragmentation).

Les dernières étapes sont seules ~ comprises (> 10⁷ ans)

Observation de disques circumstellaires

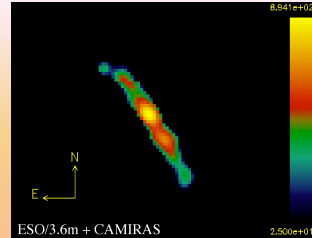
Disques encore massifs



CFHT+CAMIRAS
AB Aur: grains non thermalisés, PAH

- Nature et propriétés des poussières
- Distribution des planétésimaux
- Perturbateurs gravitationnels (planètes, compagnons)

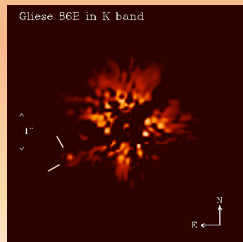
Disques plus ténus



ESO/3.6m + CAMIRAS
Pic: Vide de matière interne: planète?

Compagnons de faible masse

Gliese 86:
Planète+compagnon de faible masse



Références:

- Pantin *et al.* 2002a,b en préparation
- Pantin *et al.* 2001, DPS
- Els *et al.*, 2001, A&A 370, 1

Comprendre les processus de dissipation des disques de poussière et de gaz autour de l'époque supposée de formation planétaire

Objectif : évolution des disques obtenir des contraintes observationnelles pour comprendre les processus de dissipation des disques de poussières et de gaz autour de l'époque supposée de la formation planétaire.

Pourquoi l'imagerie est essentielle?

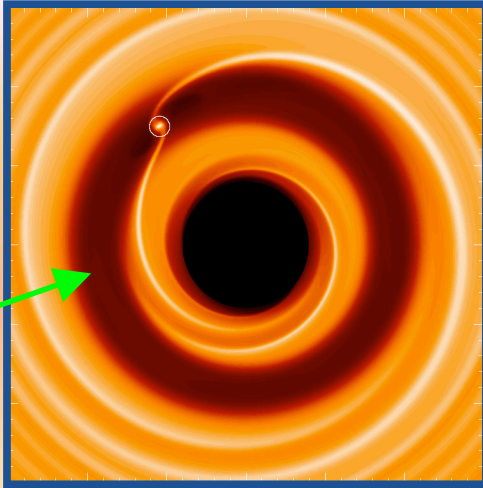
Observations résolues = seules vraies contraintes sur la distribution des poussières.

A noter: les deux images CAMIRAS sont des images déconvoluées à 20 μm . L'image de Gliese 86 a été obtenue par coronagraphie.

Interaction de marée disque-protoplanète

Migration planétaire

- Une protoplanète immergée dans un disque y excite un sillage spiral. Ce sillage exerce sur celle-ci un couple et un travail.
- Les protoplanètes géantes vident leur région coorbitale (sillon).



Simulation: F. Masset

- En général, la migration se fait vers l'objet central. L'échelle de temps de la migration va de 10000 ans à un million d'années.
- La migration façonne le système planétaire. Sa courte échelle de temps fournit des contraintes importantes sur les modèles de formation planétaire.

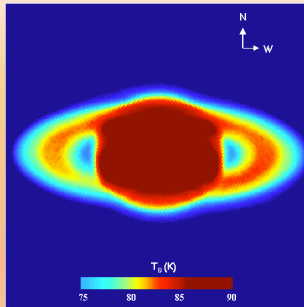
Les caractéristiques orbitales de planètes extrasolaires vont permettre de mieux connaître la physique des disques protoplanétaires.

Le couple et le travail exercé par le sillage sur la planète produit la migration planétaire

A gauche de l'image, ce qui est observé dans les simulation, à droite les conséquences.

Anneaux planétaires

Etudier les propriétés physiques pour comprendre l'origine et l'évolution dynamique des disques (collaboration CEA-Paris 7, GammaG)



Imagerie et spectroscopie Infrarouge pour obtenir les propriétés physiques des poussières ainsi que la composition et la structure verticale des disques (C. Ferrari et al.)

Exploitation de la "suite" instrumentale:

- CAMIRAS, VISIR (10-24 μm , 1999-2004)
- CIRS/CASSINI (7-1000 μm , 2004-2008)



Imagerie visible: évolution temporelle, diffusions, structures, avec CIRS/CASSINI (A. Brahic, S. Charnoz)

Avec la simulation numérique, étude des interactions anneaux/satellites, accréation, fragmentation

En collaboration avec l'équipe universitaire GammaG (Université Paris 7)

Etude des anneaux Planétaires, de leur évolution dynamique sous l'effet des collisions, de l'autogravitation, des interactions avec les satellites

Etude des processus de confinement de la matière dans les disques

Pour comprendre comment ça marche on s'appuie sur des simulations numériques et des contraintes observationnelles multi-longueur d'onde.

Les observations de CAMIRAS (SAP) au CFH en 1999 et 2000 ont permis pour la première fois de déterminer **de manière précise** l'inertie thermique des anneaux de Saturne en reg. Elle est très faible et caractéristique d'une surface parcourue de fractures empêchant la propagation interne de la chaleur.

VIZIR fournira une meilleure résolution spatiale, des spectres uniques des anneaux de Saturne entre 10 et 24 microns.

Ces recherches se font dans le cadre de la préparation de la mission CASSINI et des observations de l'instrument CIRS en particulier, dont une partie a été réalisée au SAP. Cet instrument fournira des spectres des anneaux entre 7 et 1000 microns (tout le spectre d'émission thermique) à très haute résolution spatiale. Composition, propriétés thermiques, spins des particules et structure verticale des anneaux peuvent être déduite de ces observations.

Conclusions et perspectives

La formation des étoiles «isolées» de type solaire est relativement bien comprise mais ...

<input type="checkbox"/> Origine de la masse des étoiles (IMF) ?	Herschel
<input type="checkbox"/> Formation des étoiles multiples ?	ALMA
<input type="checkbox"/> Formation des étoiles massives - Lien avec les super-amas dans les galaxies ?	ALMA, Herschel
<input type="checkbox"/> Formation des naines brunes - Lien avec les planètes géantes ?	NGST ...
<input type="checkbox"/> Formation du disque protoplanétaire	NGST, ALMA

Pas fini...