

Disque épais - Disque mince

Misha Haywood

- Le disque épais : (in)cohérence de la description globale/locale
- L'évolution du disque :

Âge et métallicité du disque épais/mince

Disque épais-disque mince : quel rapport ?

La distribution de métallicité

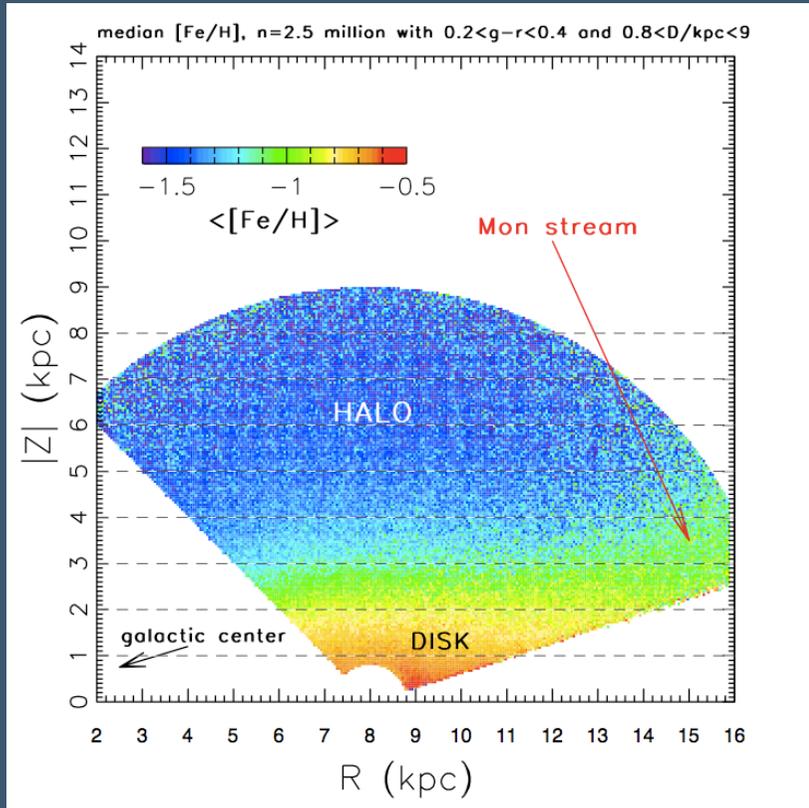


Origine galactique ?

Origine extragalactique ?

- L'avenir du disque (Gaia)

(L'in) Cohérence de la description actuelle du disque épais : à grande échelle

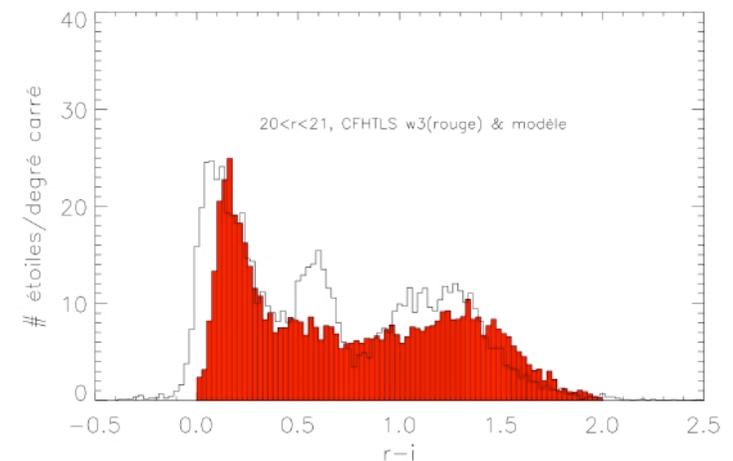
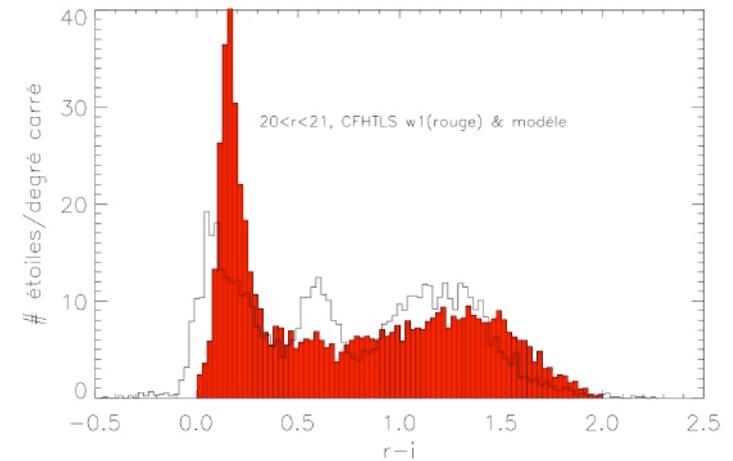


Le SDSS, confirme que la Galaxie est dominée par un disque de métallicité intermédiaire à ~ 2 kpc du plan galactique.

Mais il n'est pas défini globalement : incertitude d'un facteur 2x3 sur les paramètres de densité (échelles de hauteur & longueur, densité locale)

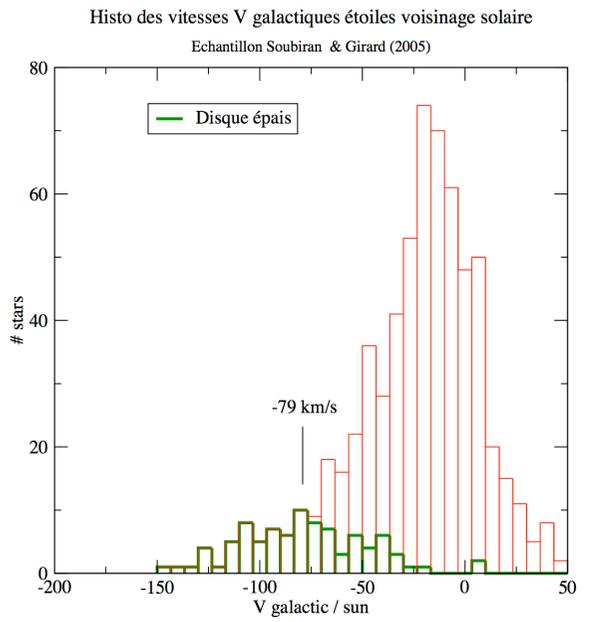
Pas de convergence dans la détermination du disque épais.

C'est un problème qui peut être étudié avec les grands surveys actuels (SDSS, 2MASS etc) pré-Gaia



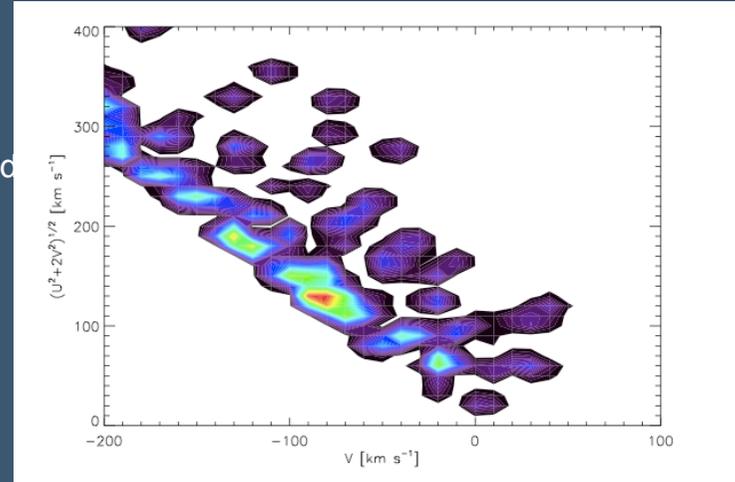
Données CFHTLS, M. Schultheis (+Terapix)
Mais le disque épais n'est pas conforme aux prédictions des modèles (ici modèle de Besançon)

(L'in) Cohérence de la description actuelle du disque épais : voisinage solaire

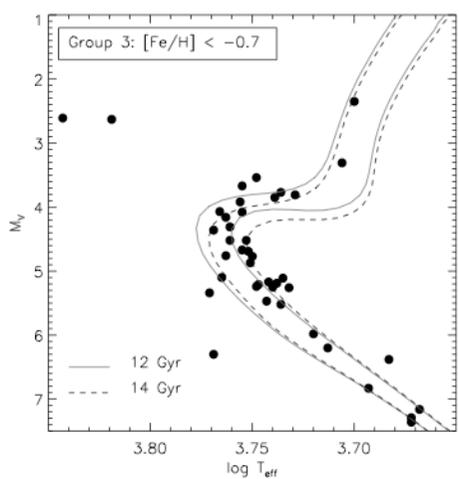
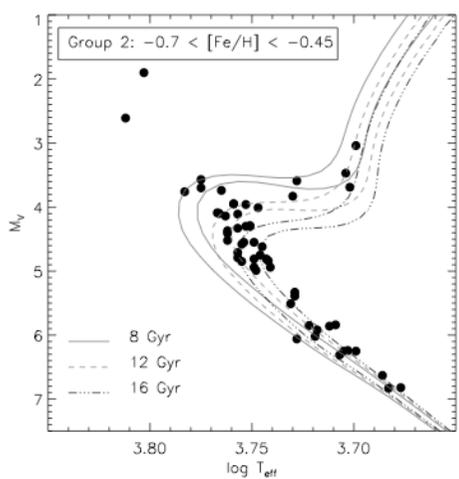


Le courant asymétrique du disque épais n'est pas à sa valeur standard (-46 km/s)

Correspond au courant mis en évidence par Arifyanto & Fuchs →



Arifyanto & Fuchs, 2006

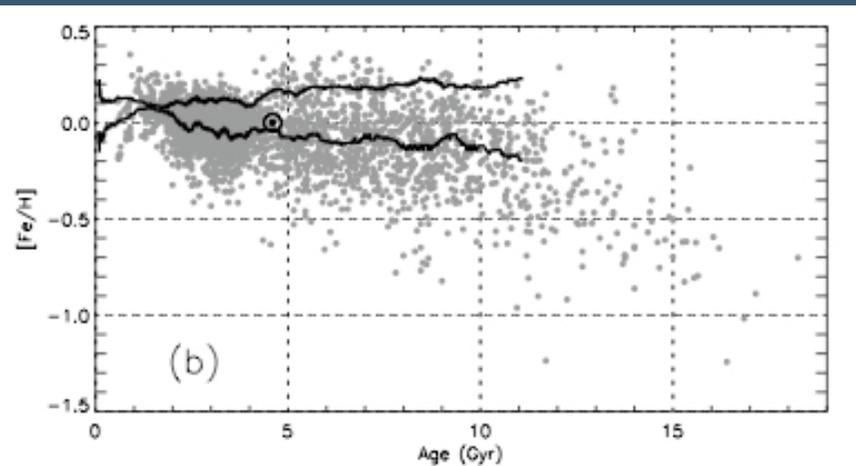


Le disque épais n'est pas défini localement :
Nombreux courants cinématiques dans le domaine de paramètres du disque épais :

← Helmi et al. (2006), Arifyanto & Fuchs (2006),
+ Courant d'Hercule

On ne connaît pas leur importance, leur rapport avec le disque épais, ni même si un disque épais 'standard' existe en plus de ces courants (nombre d'étoiles réduit) → *Gaia*.

Âge et métallicité dans le disque mince et le 'disque épais'



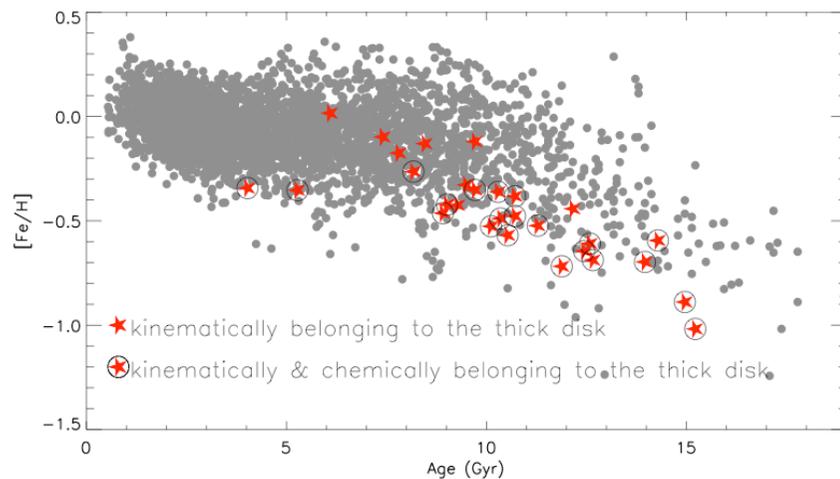
Disque mince :

L'augmentation de la métallicité dans le disque mince est limitée (<0.3 dex) en 8-10 Gyrs. (Facteur 2 sur Z en 8-10 Gyr)

La dispersion augmente avec l'âge, effet du mélange radial

L'activité de formation stellaire implique un doublement de l'abondance du disque en 2-3 Gyr, et une exhaustion du gaz en un temps similaire .

Conséquence : le disque mince est réapprovisionné en gaz.



Disque épais :

Le disque épais montre une très grande variation en métallicité (> 1 dex) sur une durée limitée (< 3 Gyrs) (Facteur 10-20 sur Z)

La plus grande production de métaux avec augmentation correspondante de la métallicité s'est faite dans le disque épais

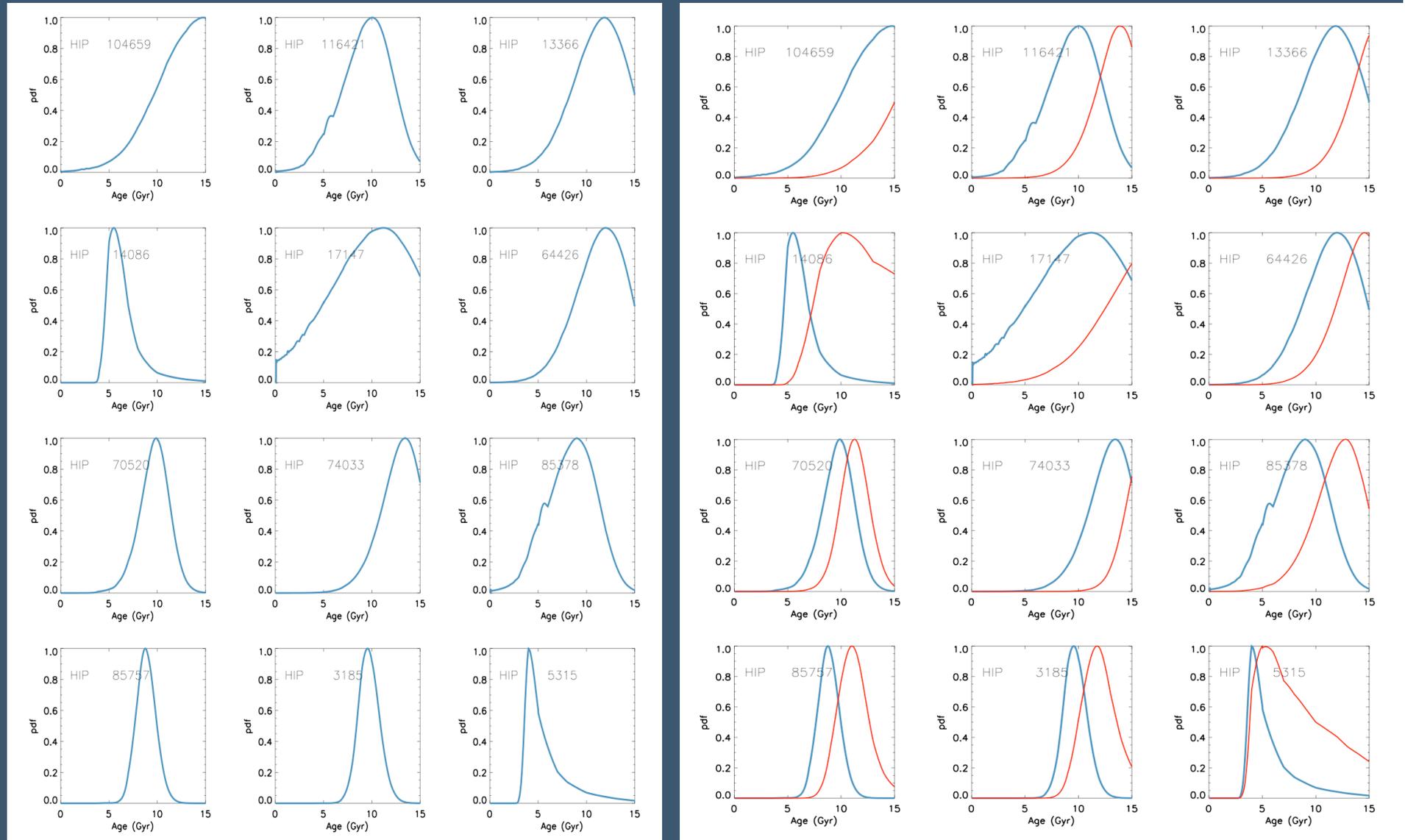
Constat : le disque épais a une distribution de métallicité qui fait le lien entre halo (-1.5 dex) et disque mince (-0.2 dex).

On peut s'en étonner si le disque épais est d'origine extragalactique !

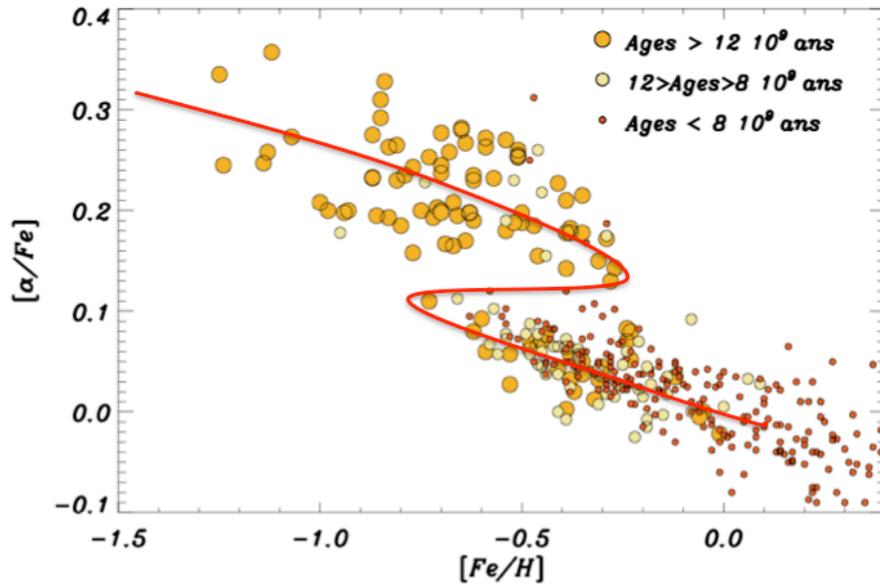
Détermination des âges (méthode de Jorgensen & Lindegren (2005))

Avec les paramètres atmosphériques (T_{eff} , $[\text{Fe}/\text{H}]$)
de la photométrie ...

et de la spectroscopie.



Y a t'il une connexion entre disque épais et disque mince ?



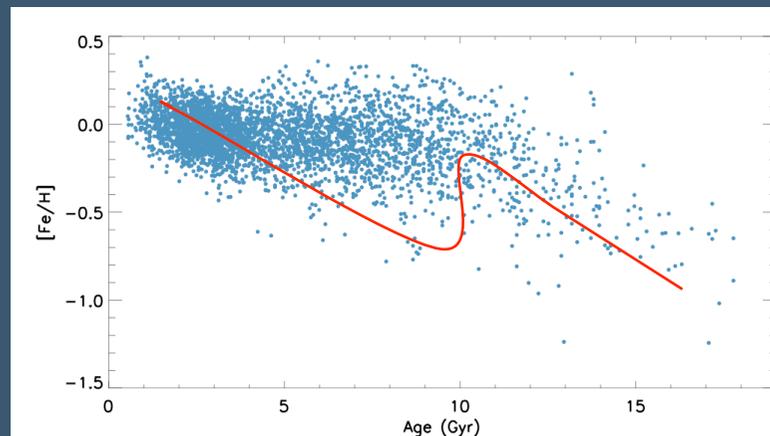
Il y a discontinuité dans la cinématique :
 $\sigma_W < 25 \text{ km/s}$ dans le disque mince
 $\sigma_W 35\text{-}45 \text{ km/s}$ dans le disque épais

Discontinuité de la chimie : le problème
du hiatus en métallicité

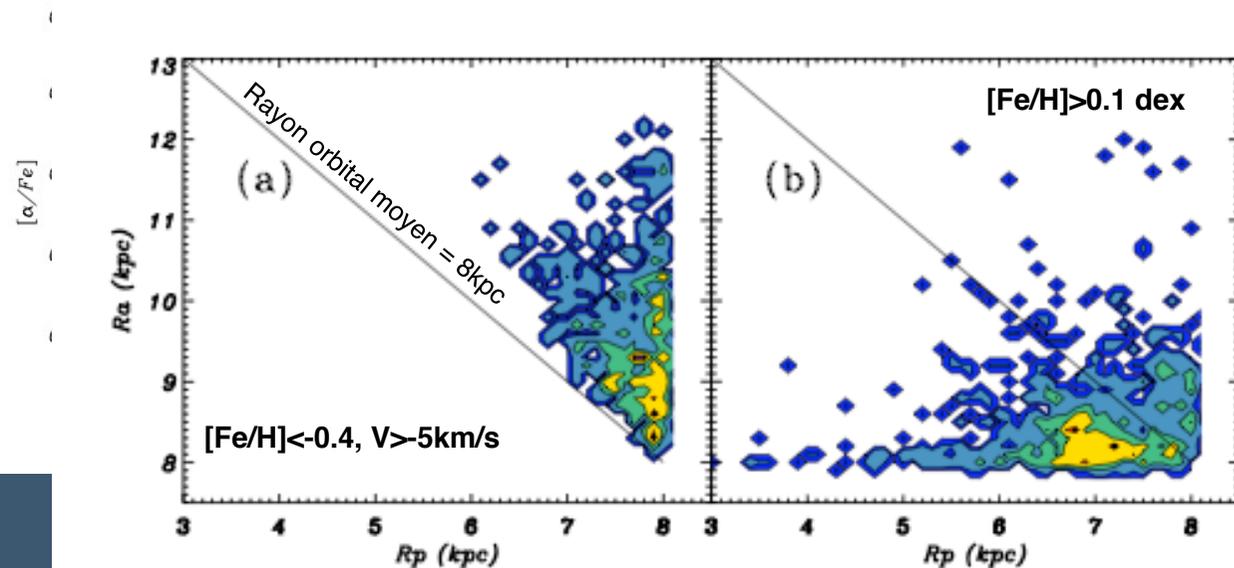
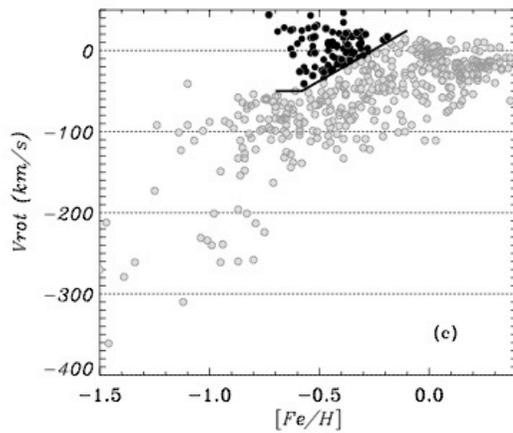
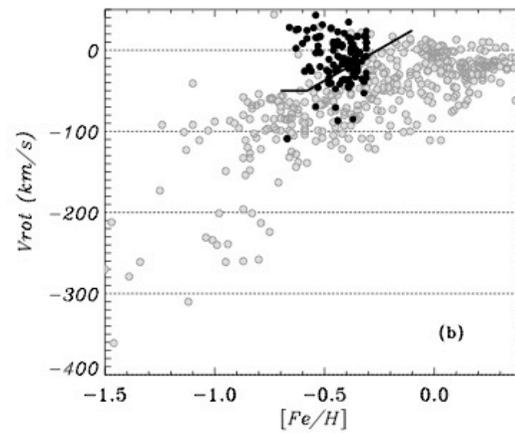
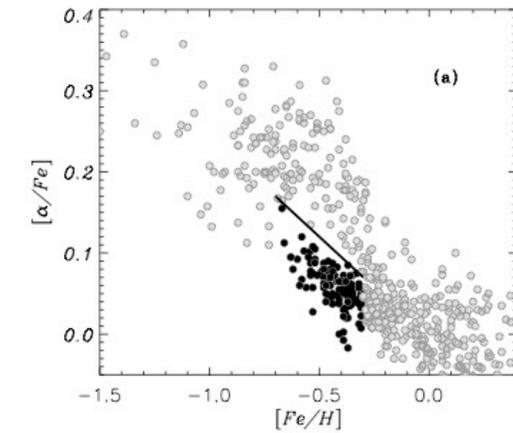
Echantillons voisinage solaire (Reddy et al. 2003,
2006, Gilli et al. (2006))

Explication classique : épisode d'infall (=dissolution des métaux) entre les 2 disques (cf Bensby et al. 2005, Reddy et al. (2003).

Mais difficilement compatible avec la relation âge-métallicité des deux populations.



Signature cinématique des étoiles déficientes du disque mince



Les étoiles pauvres en métaux du disque mince *devancent* la rotation du LSR

Echantillon de Nordström et al (2004)

Explication : les étoiles déficientes du disque mince ont une origine dans le disque externe et ont été ramenées au rayon galactique solaire par mélange radial

Mélange radial

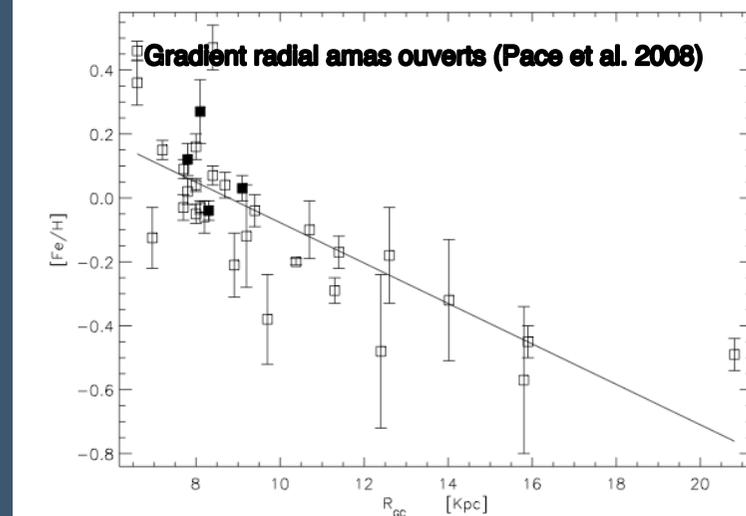
✓ Diffusion des orbites (effet sur l'oscillation radiale et sur le rayon orbital moyen, cf Wielen et al. 1996), mais effet trop faible pour expliquer les migrations observées (>3-4 kpc, cf Binney 2007)

✓ Bras spiraux :

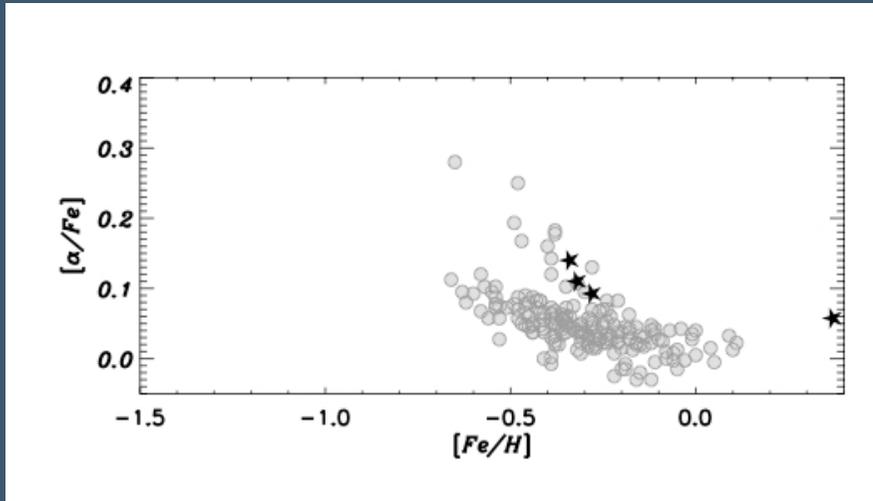
Bras spiraux transitoires (Mécanismes de variation du moment angulaire des étoiles, Sellwood & Binney (2002), mais pas de signature cinématique spécifique.

→ Le mécanisme de la migration radiale reste à déterminer

Cohérent avec les mesures de métallicité du disque externe (amas et étoiles de champ)



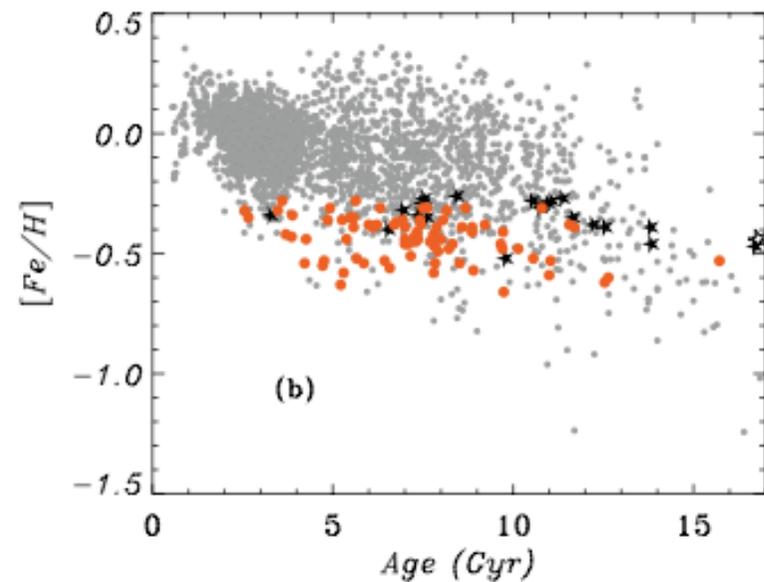
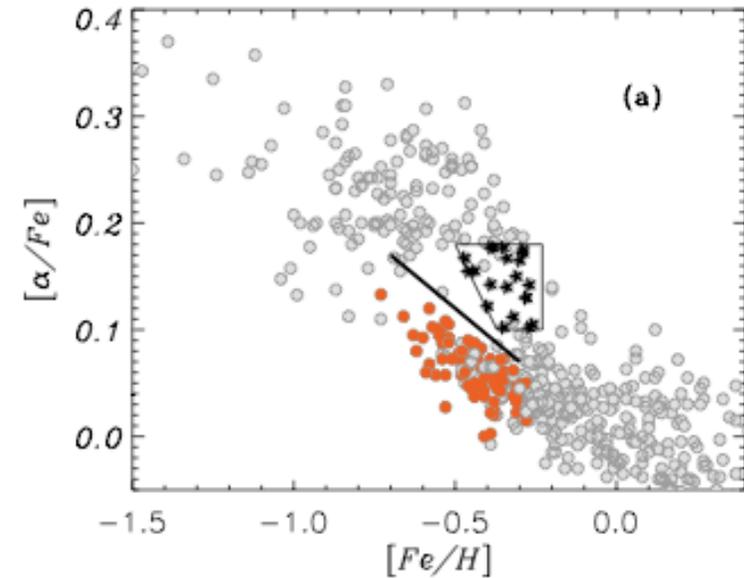
Existe-t'il des étoiles de transition ?



Etoiles du disque mnce du voisinage solaire (Reddy et al. (2003, 2006) + Bensby et al. (2005))

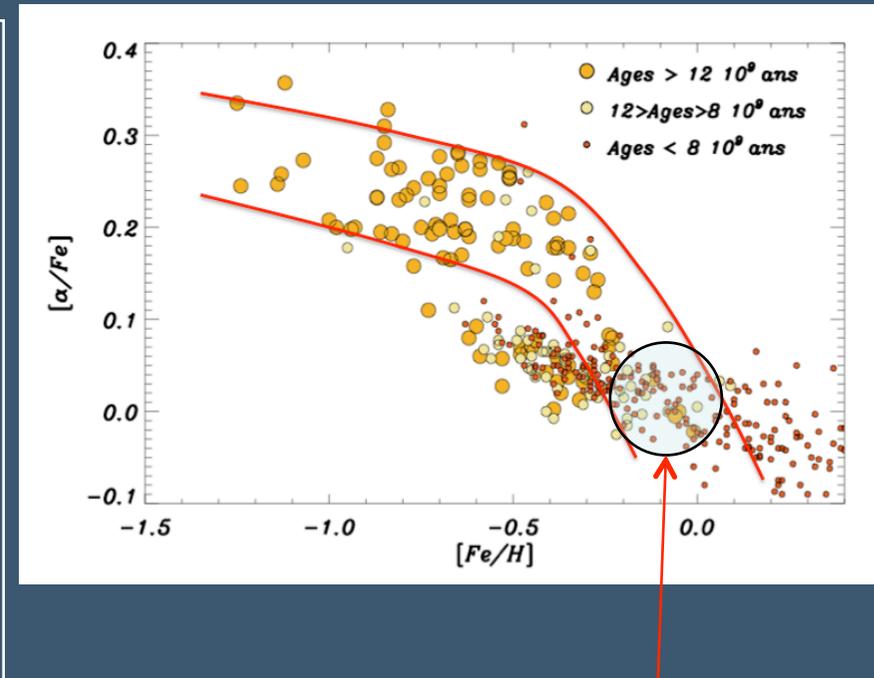
Distributions d'âge

- Les étoiles pauvres du disque mince doivent avoir un âge $<$ à l'âge du disque et $>$ au temps nécessaire pour parvenir au rayon solaire
- Les étoiles de transition doivent avoir un âge intermédiaire entre le disque mince et le disque épais



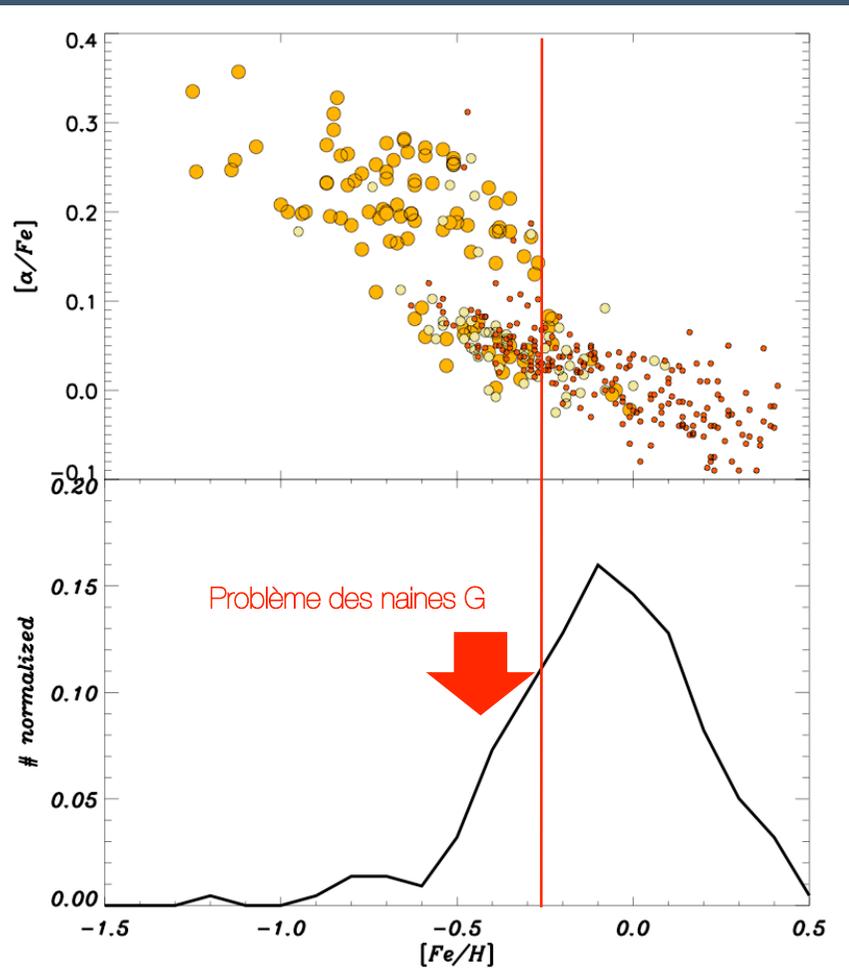
Conséquences (au rayon solaire)

- La variation de métallicité du disque mince au rayon solaire est limitée à $[-0.3/-0.2, +0.2]$ dex (comme suggéré par la relation âge-métallicité)
- Le hiatus en métallicité est très réduit ou inexistant
- Il y a une continuité en $[Fe/H]$ et $[\alpha/Fe]$ entre les disques épais et mince, possiblement un lien de parenté entre les deux disques
La transition se fait entre $-0.3 < [Fe/H] < -0.1$
→ il n'y a pas de transition disque mince - disque épais à $[Fe/H] = -0.6, -0.8$ dex)

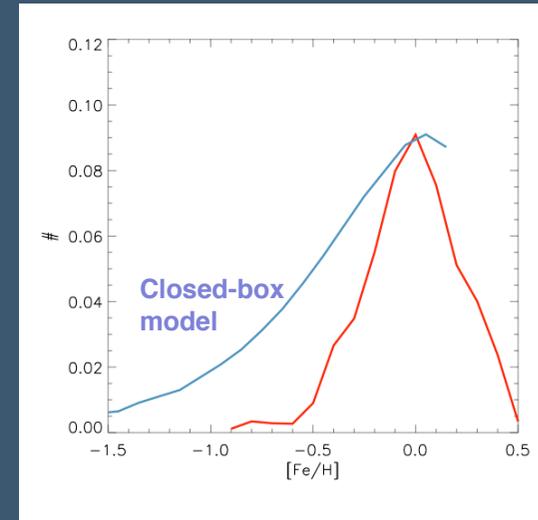


Evolution du disque mince sur 8-10 Gyr au rayon galactique solaire.

La distribution de métallicité locale (le 'problème' des naines G)



Le 'problème' des naines G : Comment former peu d'étoiles pauvres en métaux dans le disque avec un gaz à la métallicité du halo ?
Le problème est résolu actuellement par l'adoption de l'infall sur le disque mince.



Mais la métallicité pré- disque mince est déjà à $[Fe/H] = -0.2$ dex : Ceci élimine le disque mince de la question du 'problème des naines G'

Le déficit du nombre d'étoiles à -0.4, -0.5 dex par rapport au modèle closed-box est un problème du disque épais

→ Nécessite de connaître la distribution de métallicité du disque épais (*Gaia*).

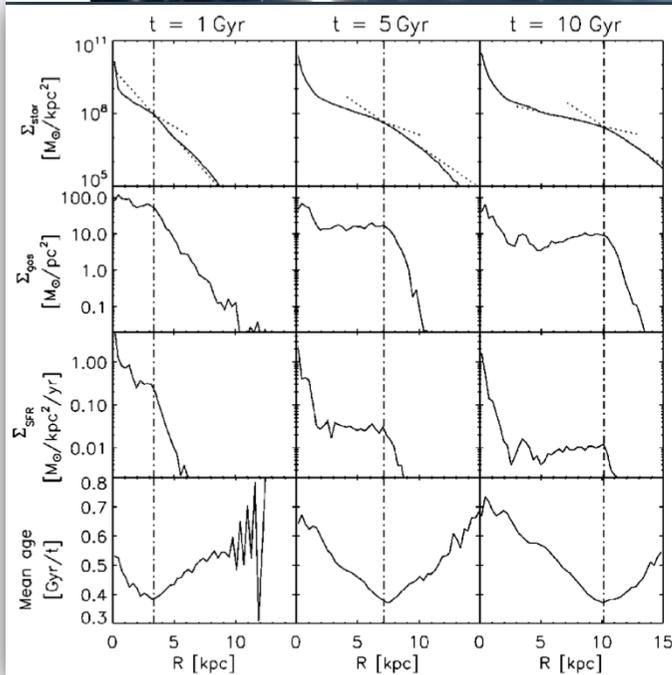
La sphère de la détermination des âges Hipparcos (100pc) et Gaia (3 kpc)
(sous-géantes à $V=16.5$)



L'avenir du disque avec Gaia

Précision des parallaxes compatible avec une mesure des âges jusqu'à $V=16-17$, et quelques dizaines de millions d'étoiles.

2 kpc pour G2V ($M_V=5.0$)
3kpc pour sous-géante ($M_V=4.0$)



Base radiale de 6 kpc pour l'étude de la formation du disque :

- Test de la construction inside-out du disque mince
Quelles signatures spécifiques de la distribution des âges doit-on attendre ?
- Identification du processus dynamique responsable de la migration

Formation inside-out du disque (Roskar et al, 2008)

Conclusions/questions

- Spectroscopie *et* cinématique sont nécessaires pour comprendre l'évolution galactique
- Nouvel indice : lien entre 'disque épais' et disque mince.
- Le 'problème des naines G' ne concerne pas le disque mince.

Gaia

- Le disque épais forme-t'il une population galactique : le disque épais local est-il le même que le disque épais à l'échelle galactique (>1 kpc) ?
- Dans quelle proportion les courants stellaires entrent dans la composition du disque épais ?
- Le disque épais a t'il deux origines et compositions différentes (galactique/extragalactique) ?

Merci !