

Meudon, 9 avril 2005

# Imagerie de la couronne d'éclipse à haute résolution



d'après un exposé préparé pour SEC 2004 (rencontre  
Pro/Amateurs à Milton Keynes)

par:

Serge Koutchmy

**Institut d'Astrophysique de Paris et Université  
P. & M. Curie Paris VI**

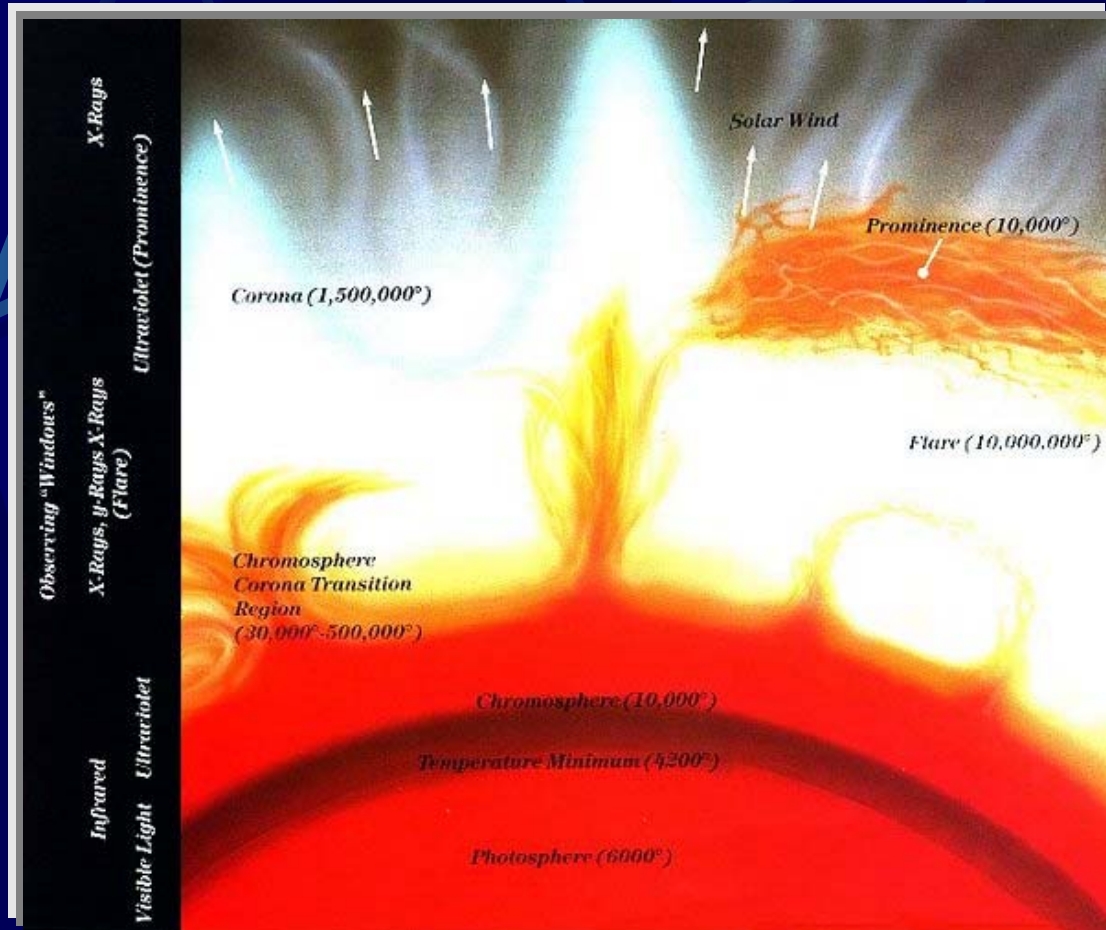
# A- Motivations/Science

# La couronne solaire cache encore l'un des plus grands mystères de l'astrophysique:

a/ Quelle est la cause de la montée rapide de la température au dessus de la photosphère et quelle est l'origine du **chauffage coronal** ?

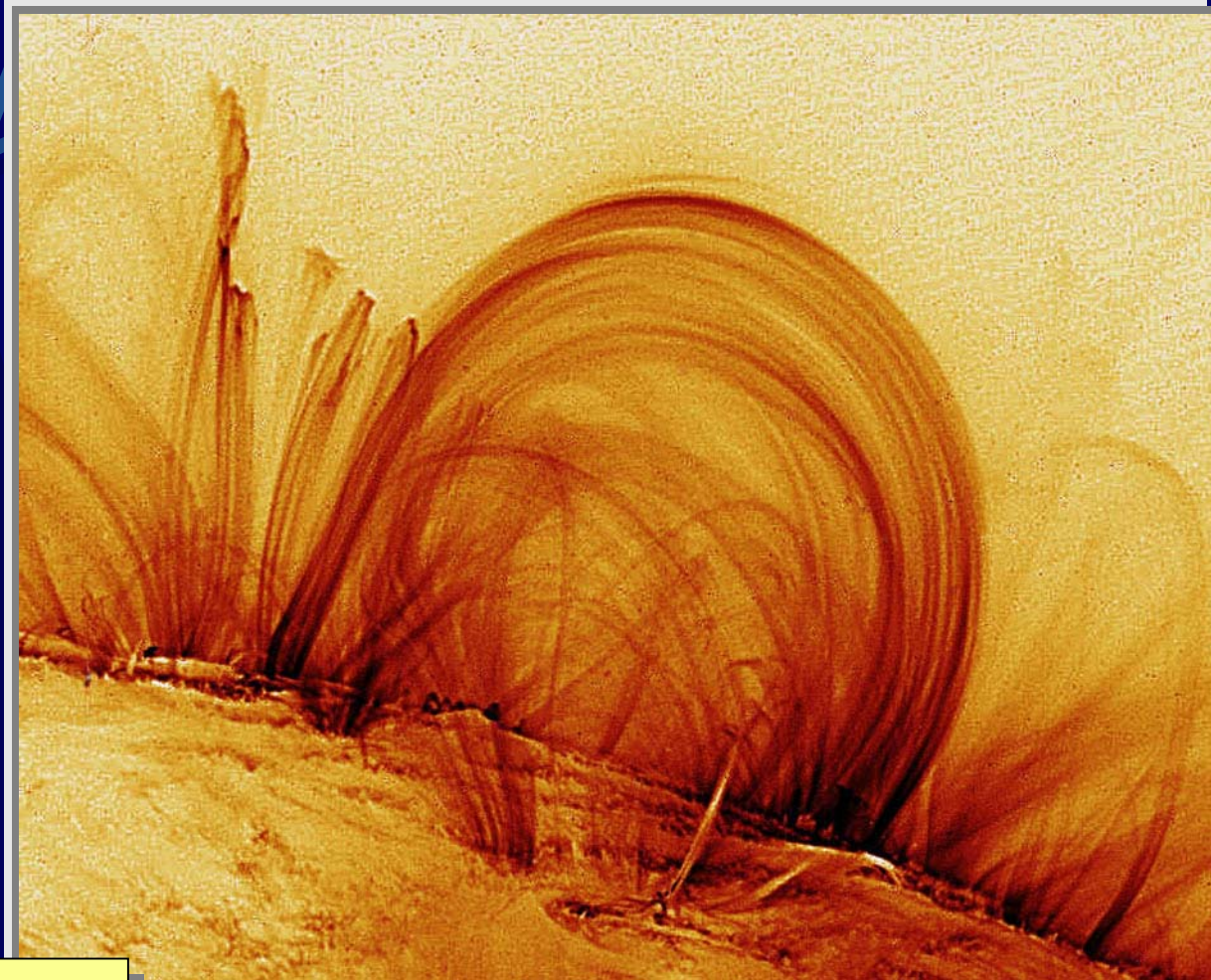
b/ Quelle est la source **de la perte de masse** (vent solaire; particules énergétiques, etc.) du Soleil ?

*Des mécanismes impliquant le champ **magnétique**  $B$  sont considérés par les théoriciens, mais ces champs ne peuvent pas être mesurés.*



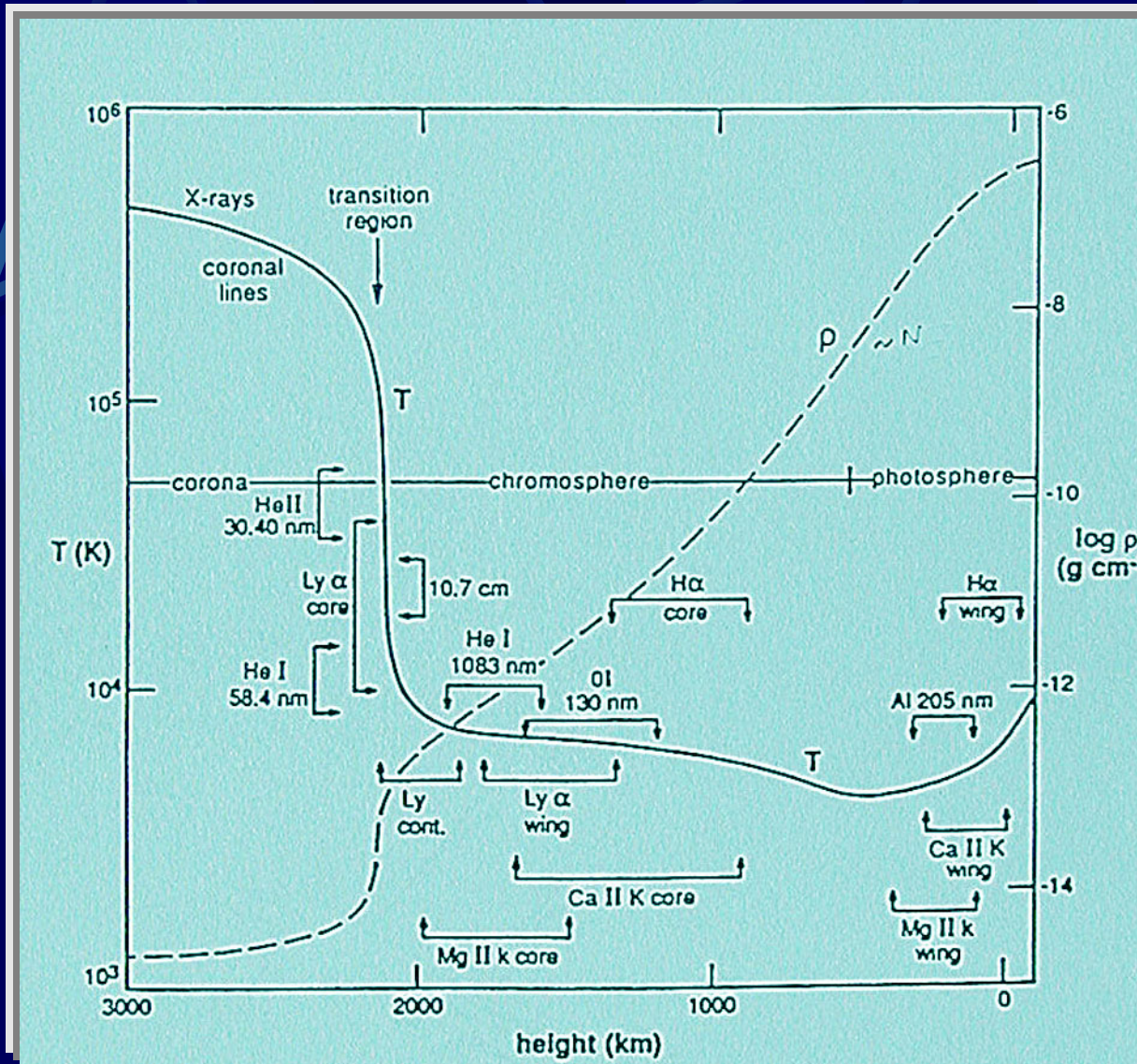
Vue naïve de l'atmosphère solaire

# Les boucles de la couronne interne impliquent une force magnétique (Ampère)



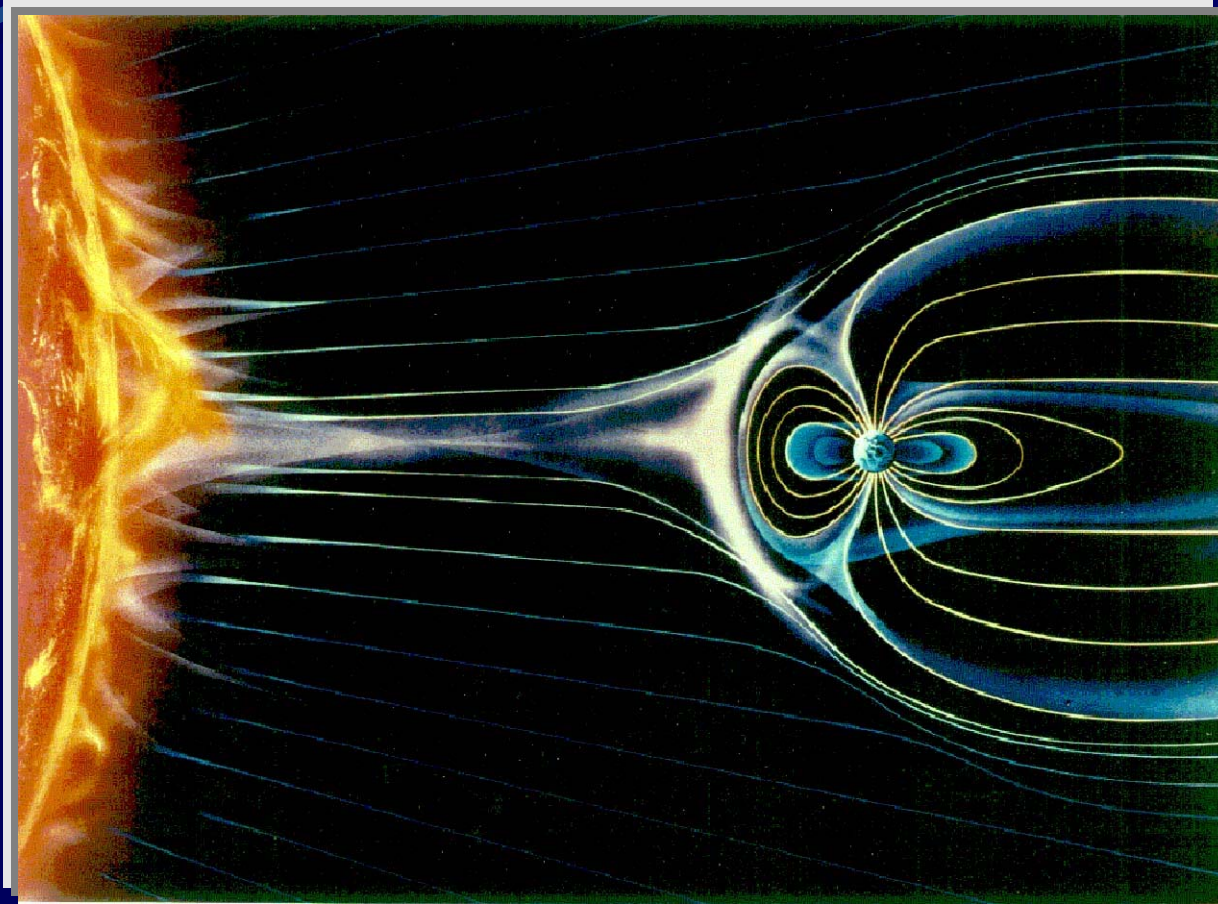
Trace (NASA) image  
en émission EUV du  
Fe IX/XI





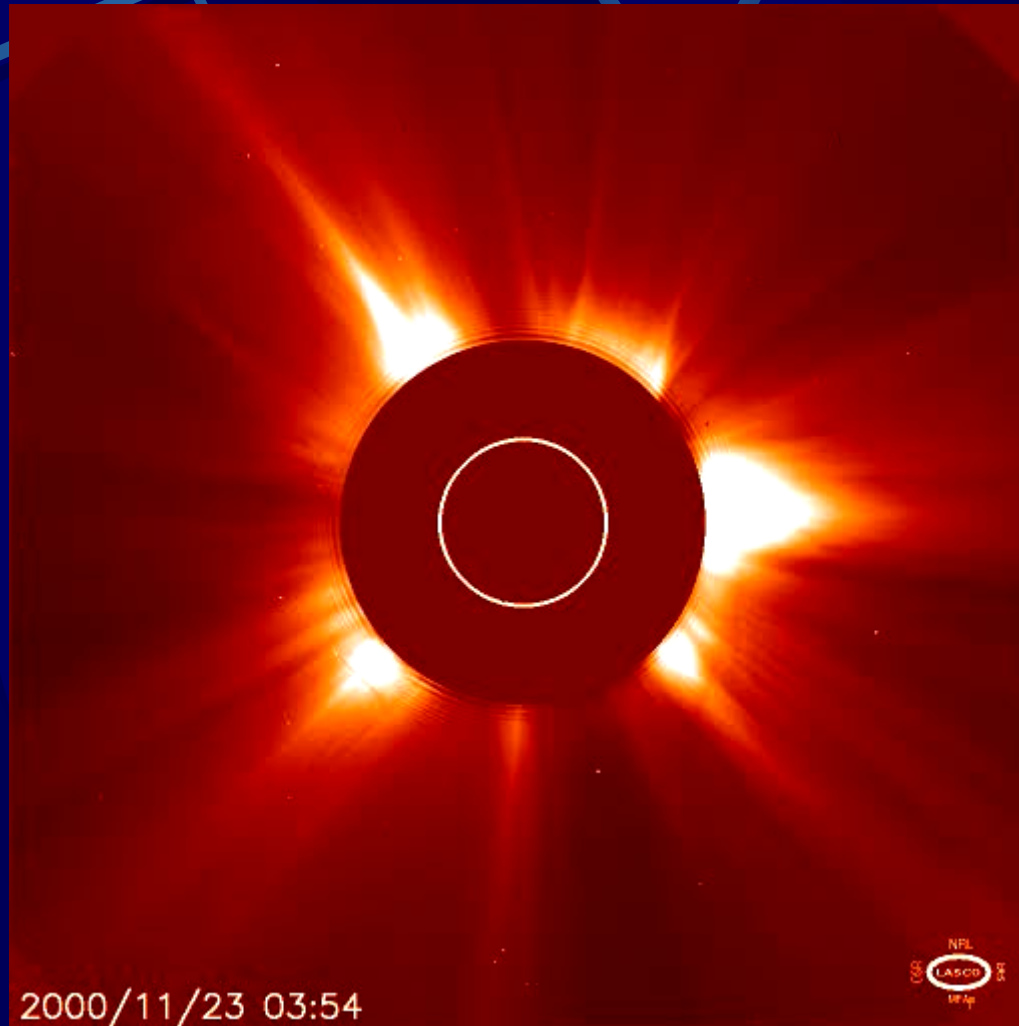
Modèle théorique de l'atmosphère solaire dit « VAL »

Un flot de plasma s'écoule en permanence du Soleil (les « vents »)





Film Lasco C2 (SoHO) montrant le flot continu  
de plasma, au delà de 2.3 rayons solaires







Durant une éclipse totale, les grands jets coronaux étirés par les flots  
de plasma peuvent être étudiés

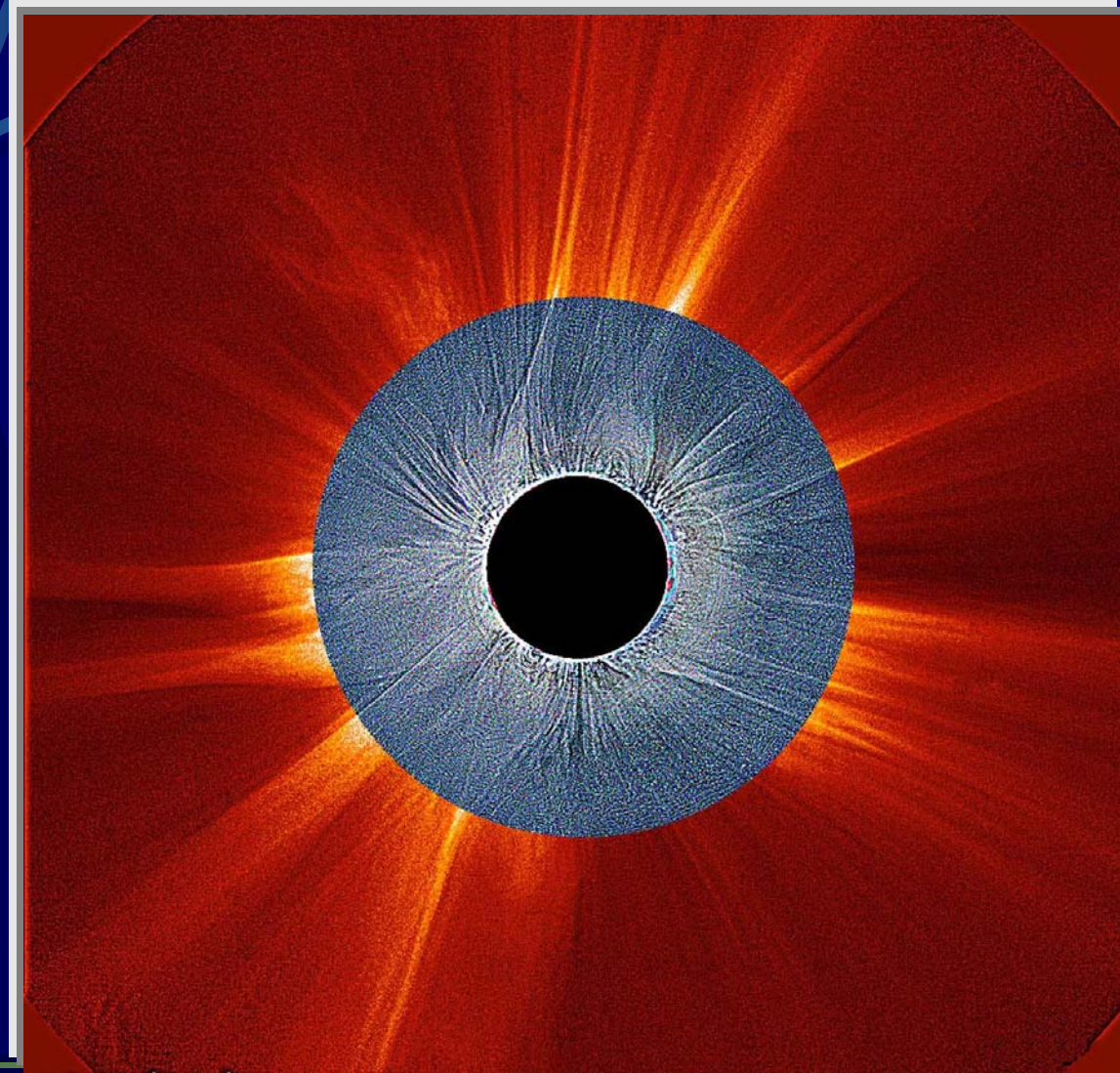
**A/** Les éclipses totales sont une occasion unique pour étudier :

**La couronne « blanche » structurée depuis la surface jusqu'à plusieurs rayons solaires**

(les coronographes spatiaux à occultation externe ne permettent pas l'étude de la couronne interne et moyenne...).



Image composite eclipse 99(IAP)/ image simultanée Lasco-C2 (SoHO)



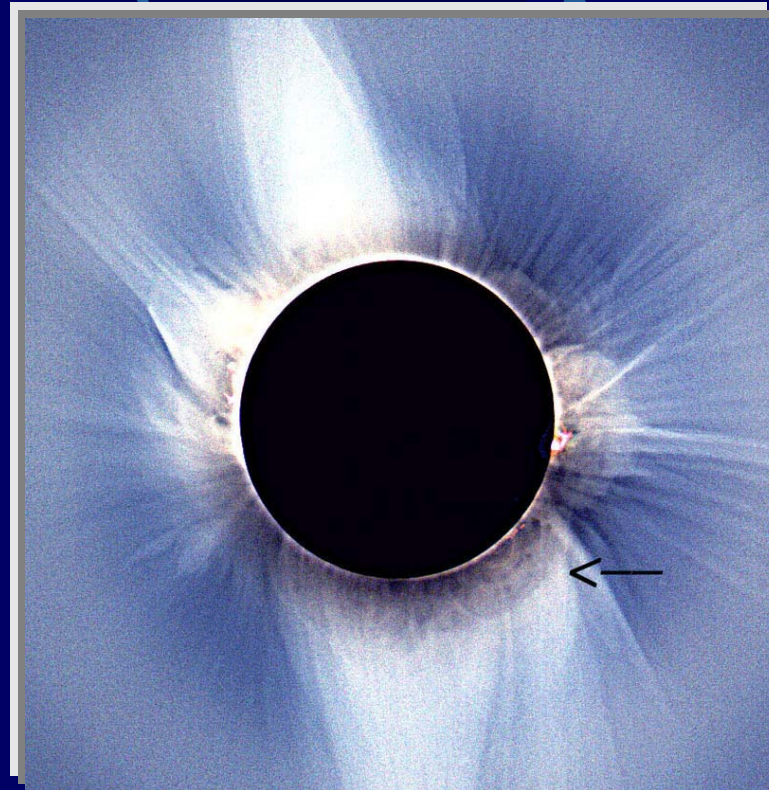


**B/Une grande quantité de photons est disponible,**

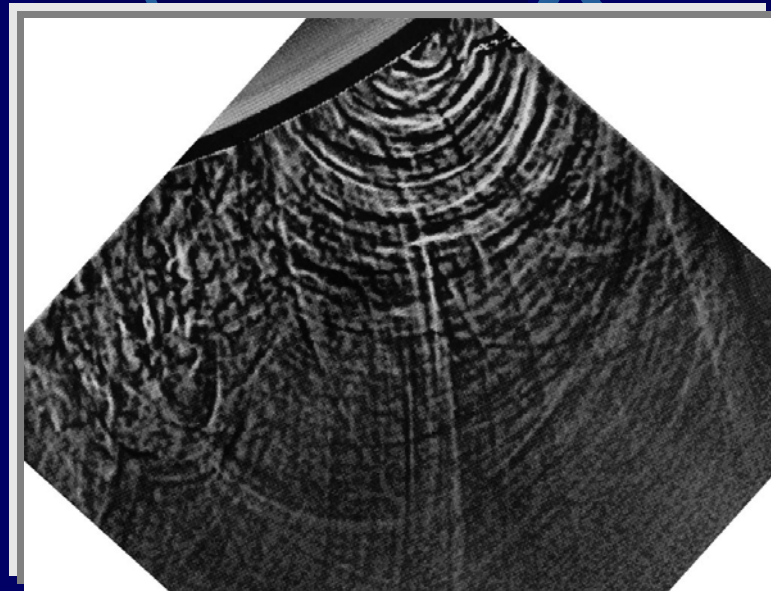
Ce qui signifie qu'un excellent rapport signal/bruit sera obtenu grâce à l'imagerie CCD:

**Analyse des structures fines (proxies de B, phénomènes dynamiques, etc. ) avec résolutions spectrale et temporelle ultimes.**

Exemple de résultats déjà acquis: analyse de boucles en densités  
à l'éclipse de 1991 (IAP-Hawai)



Analyse à grande résolution spatiale (comme TRACE, mais bien avant!)  
/ouverture du telescope CFHT 3.6 m !/



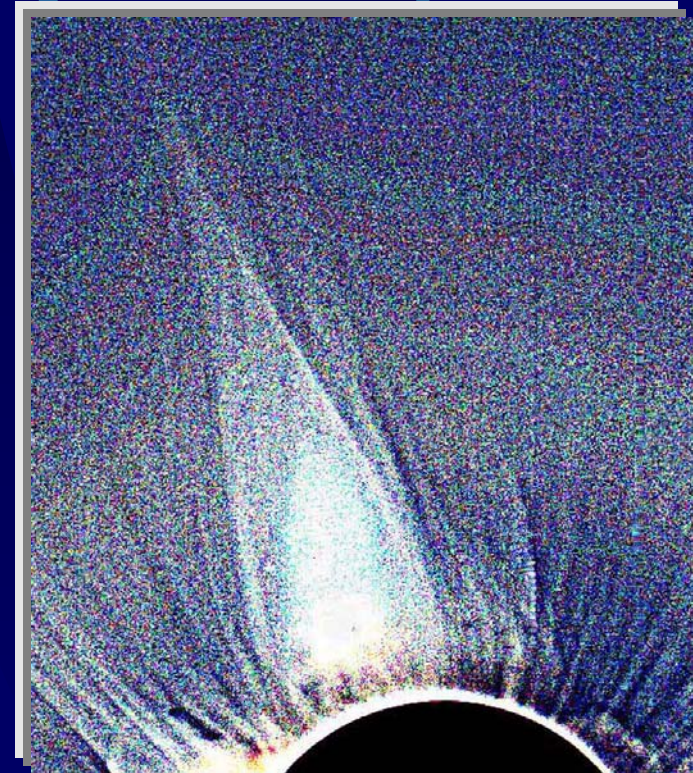
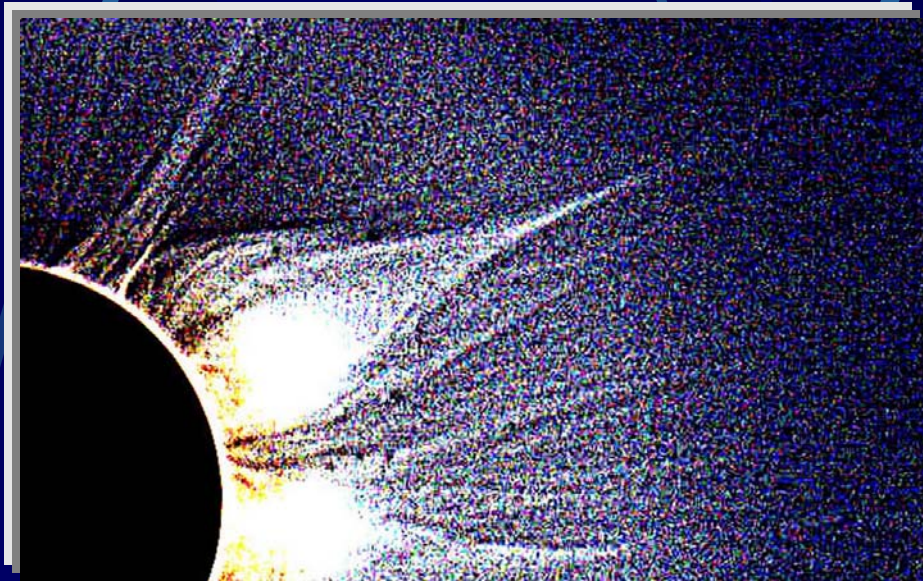
**Photographic CFHT- 1991  
experiment by IAP (composite  
of 40 images)**



B- Que faire demain ?

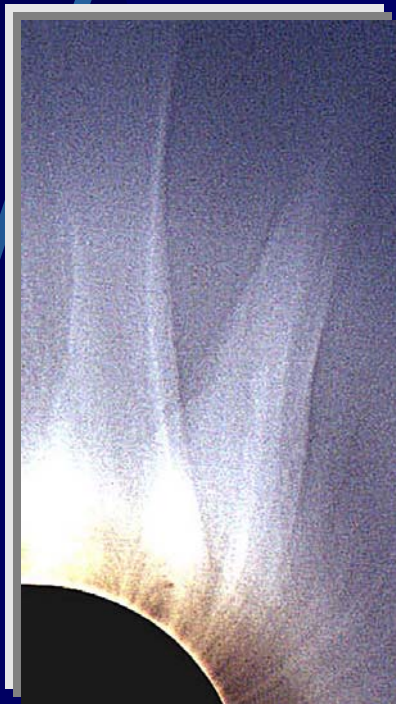
Voici quelques  
suggestions:

# Grands jets en casque prussien: nature de la pointe ?

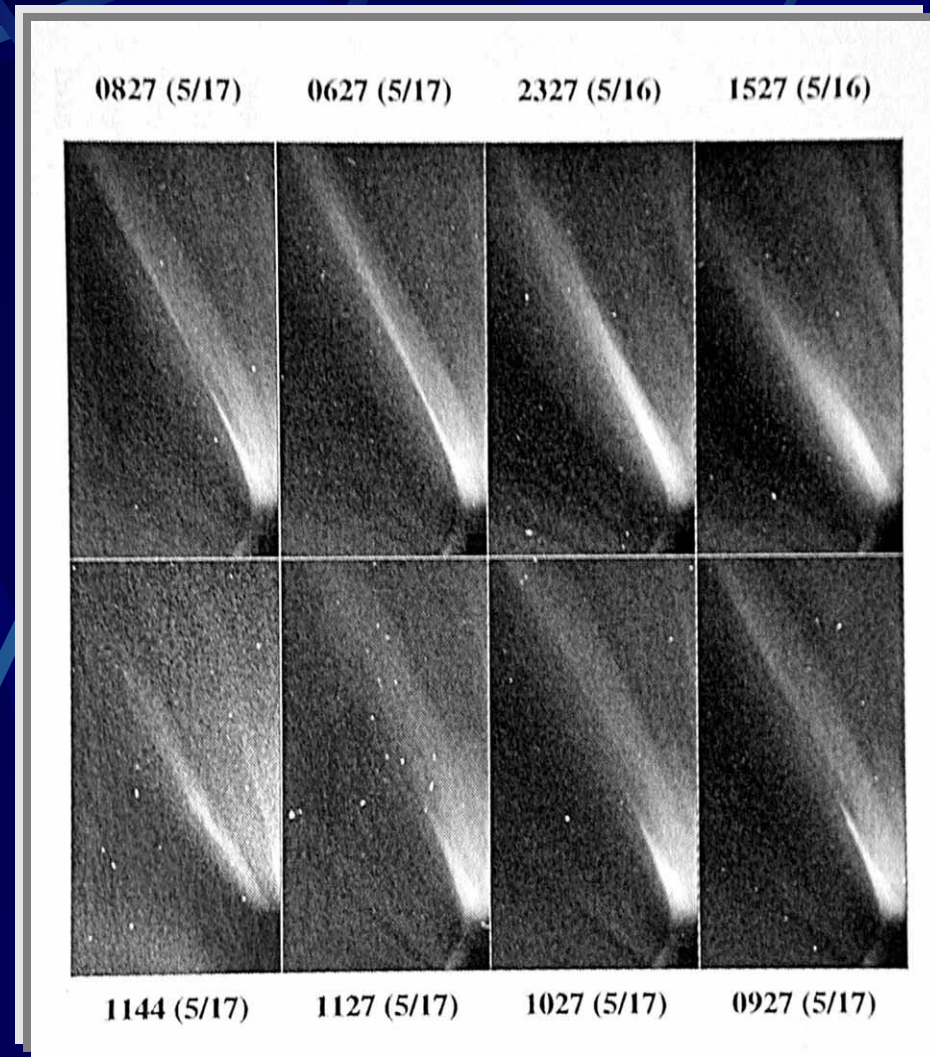




# Bords des grands jets, discontinuités, détachements, déconnexions



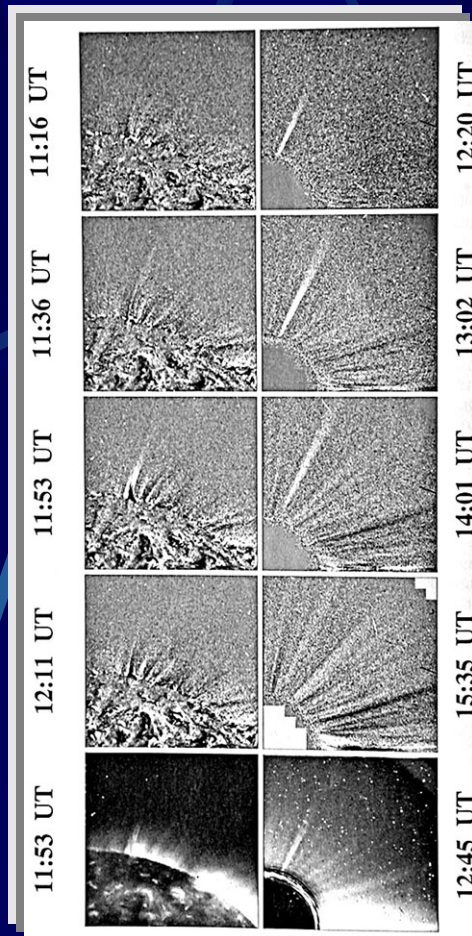
Observation à l'éclipse de  
1973  
(IAP-Tchad)



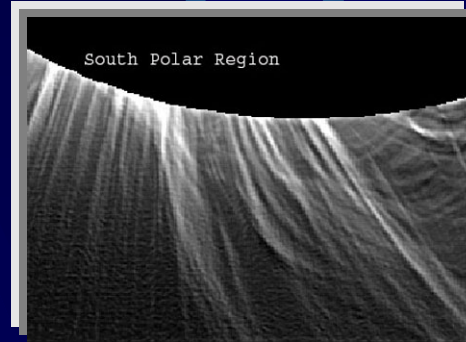
Observations avec Lasco C2 (SoHO)  
d'après Wang et al. 2000



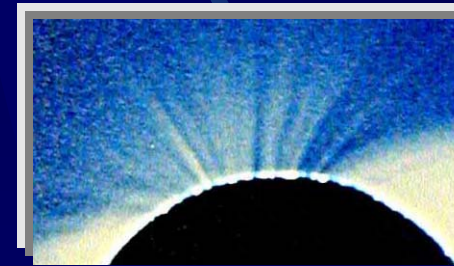
# Plumes polaires et petits jets



Plumes polaires observées en lumière blanche (Lasco) et en EUV, raie du Fe XII, d'après Wang et al.



Plumes polaires: expérience CCD de HAO à Curaçao, 1998



Plumes polaires en 1995 (observation d'amateurs)

# Analyse des protubérances

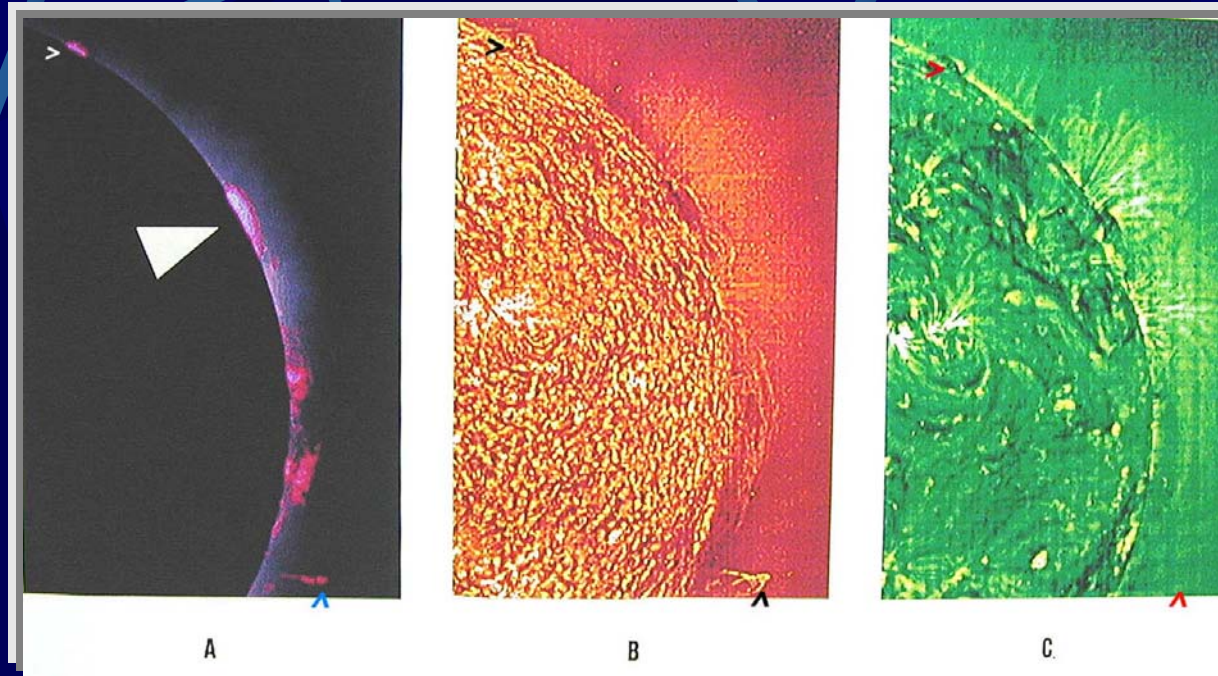
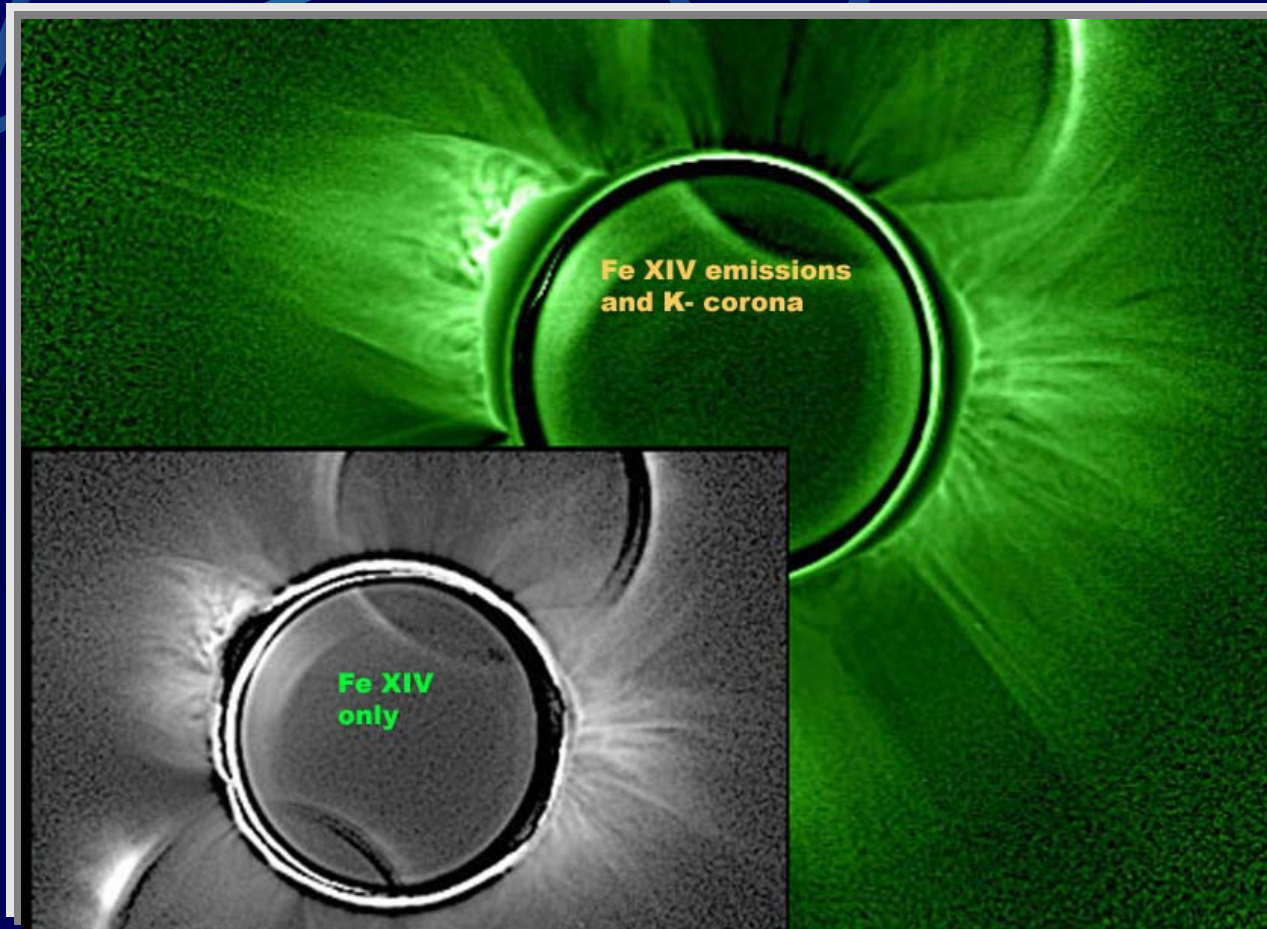


Image couleurs, éclipse de 1999 (IAP- Iran) et, en même temps, images EUV EIT/SoHO des émissions de l' HeII et du Fe XII line



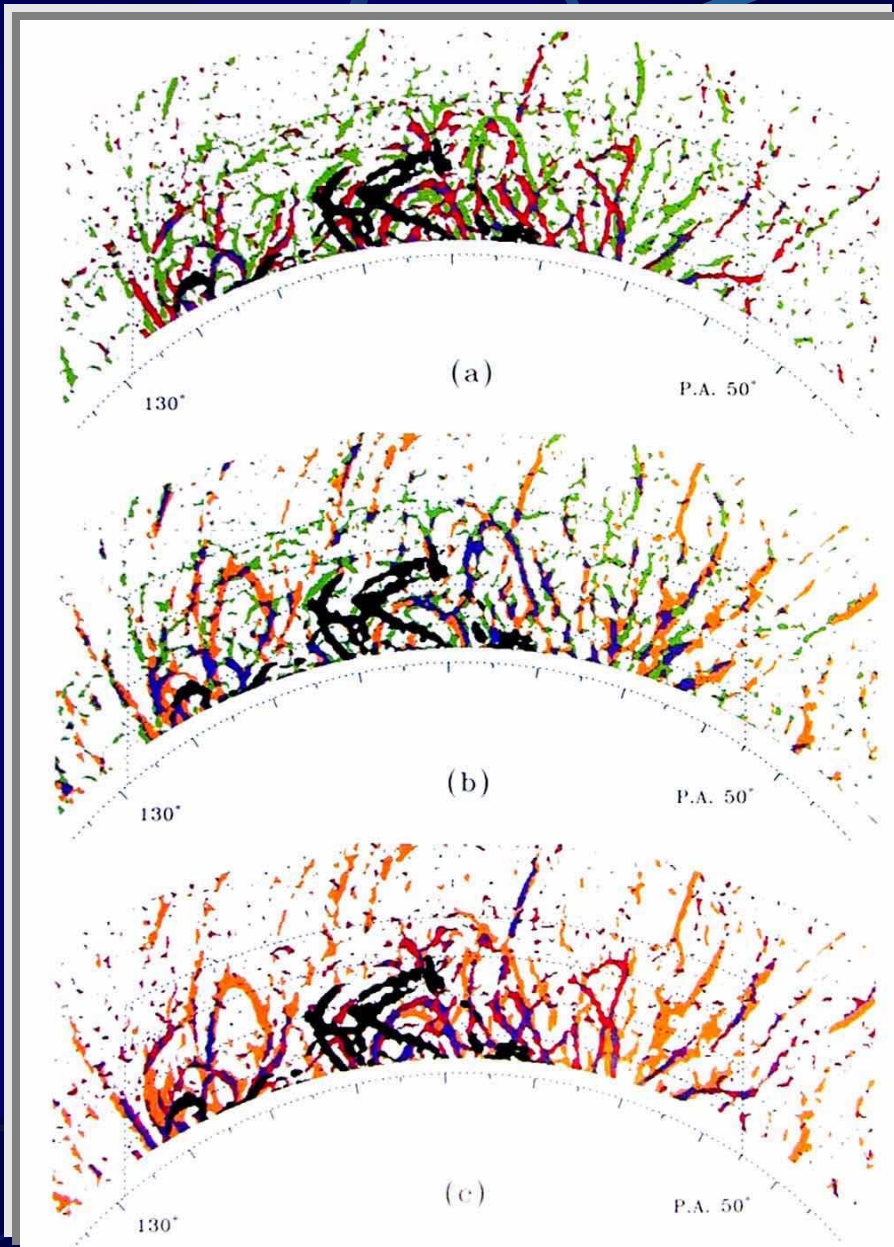
# Analyse des structures « thermiques »



Expérience CCD « raie verte du Fe XIV » avec filtre interférentiel à bande passante très étroite /Ch. Viladrich & S.Koutchmy (IAP)/ 2001 (Angola)



# Analyse de structures thermiques

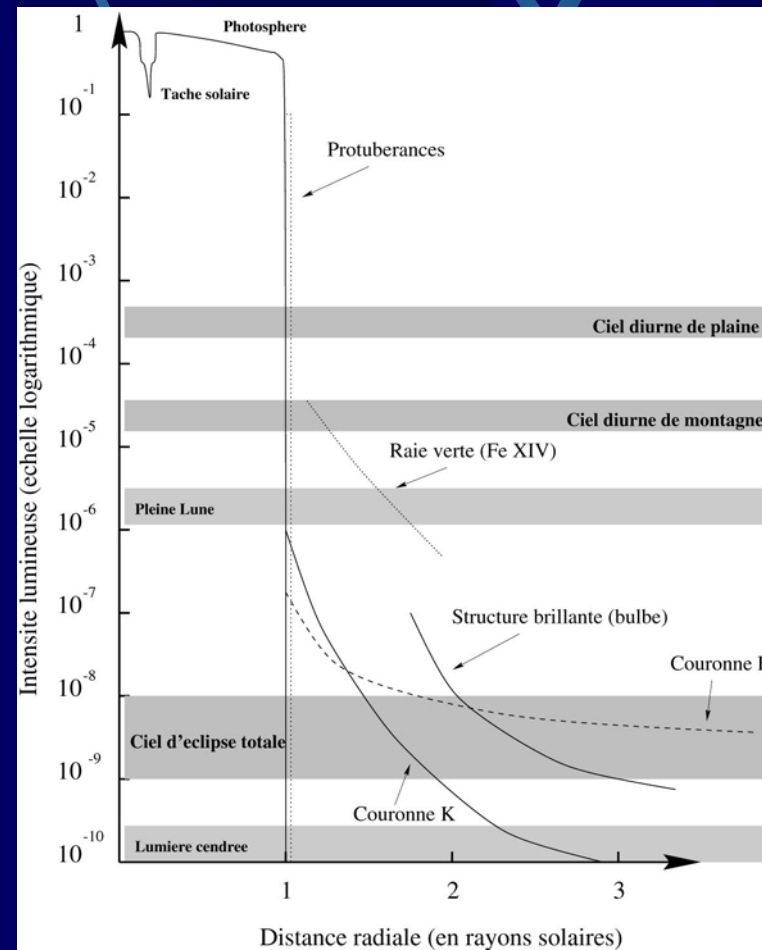


Structures thermiques observées en H-alpha, en **noir** ( $T = 0.01$  MK), et dans les raies d'émission du: Fe X, en **rouge** ( $T = 1$  MK), du Fe XIV, en **vert** ( $T = 2$  MK), et en densités, en **orange**, d'après Takeda et al., éclipse de 91

C- Comment procéder ?

Voici quelques conseils...

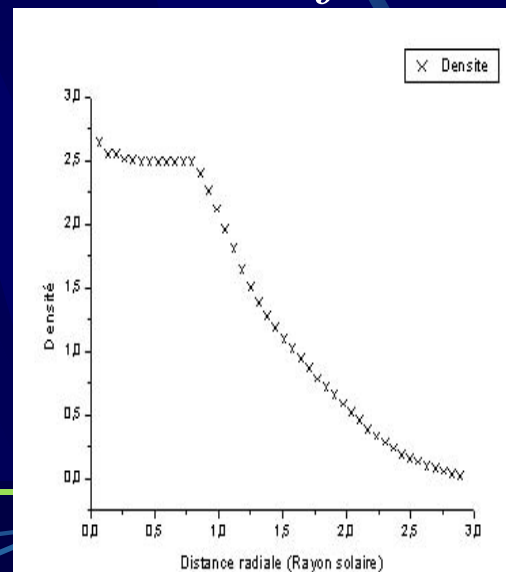
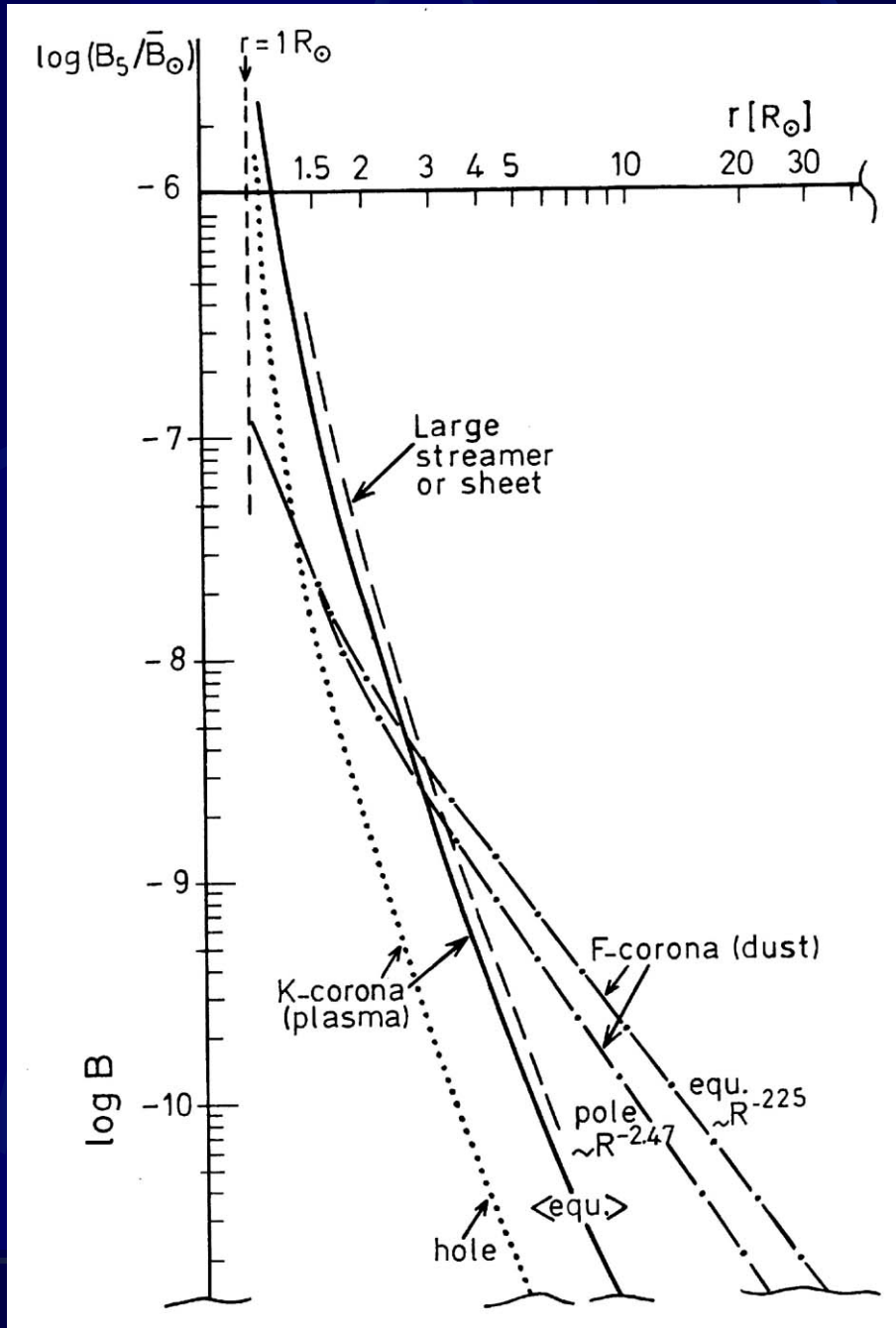
# Bien avoir en vue les conditions si particulières d'observations durant la totalité



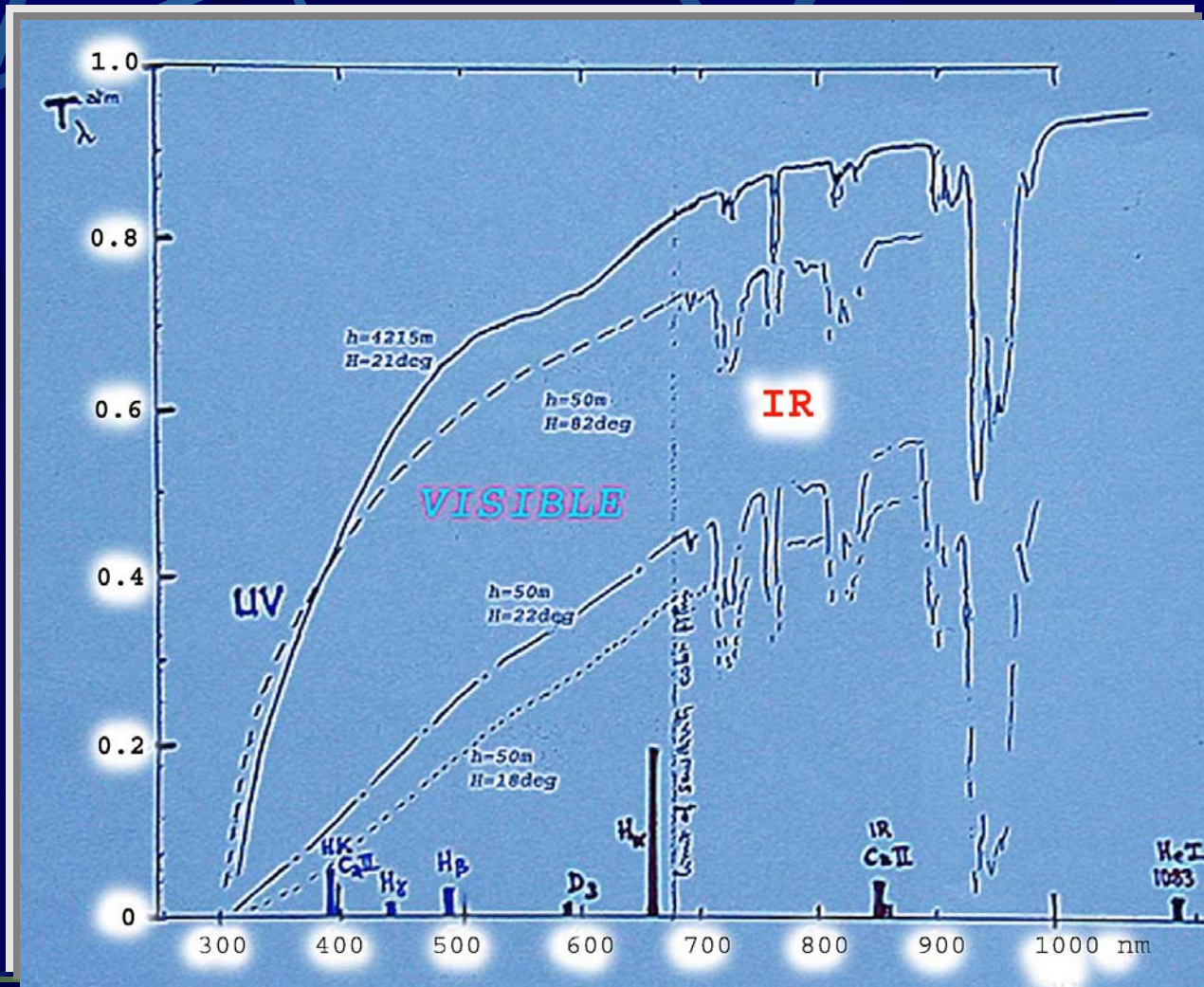


# Attention à l'énorme gradient radial des intensités.

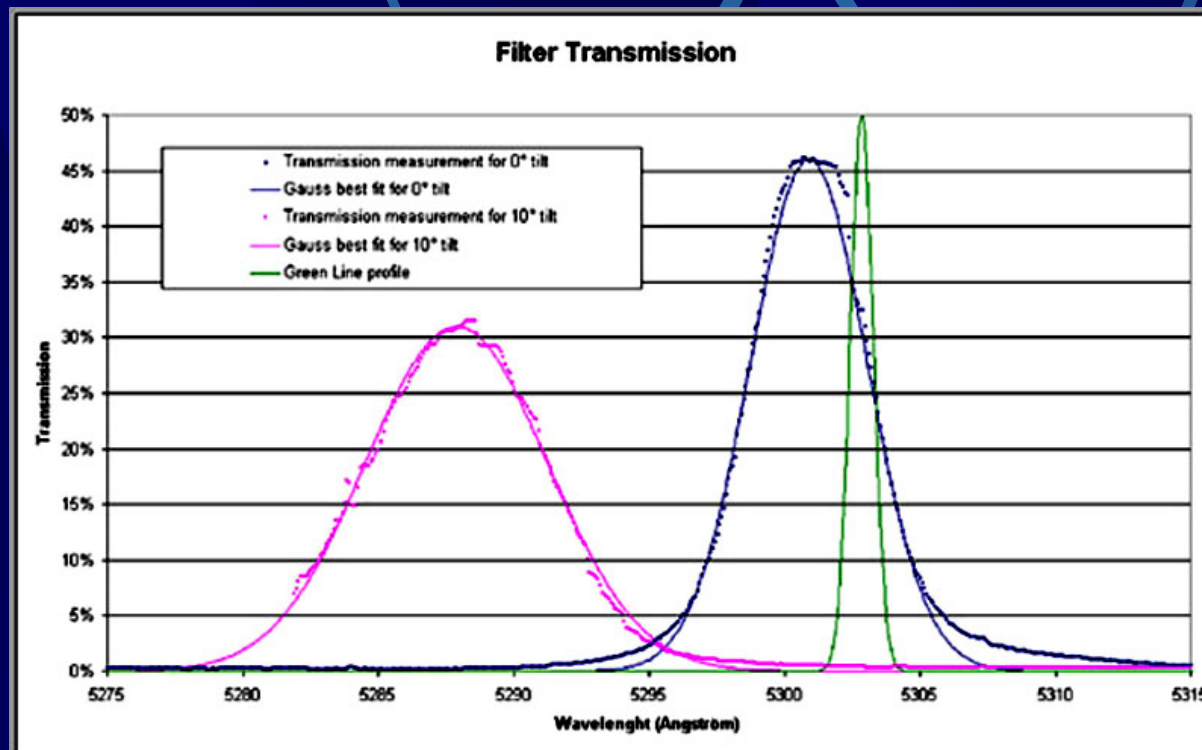
Solutions: *i/ utiliser un filtre neutre radial ou ii/ des poses multiples et un compositage informatique*



# Avoir toujours en vue la variation spectrale de la transmission atmosphérique et le spectre de la chromosphère

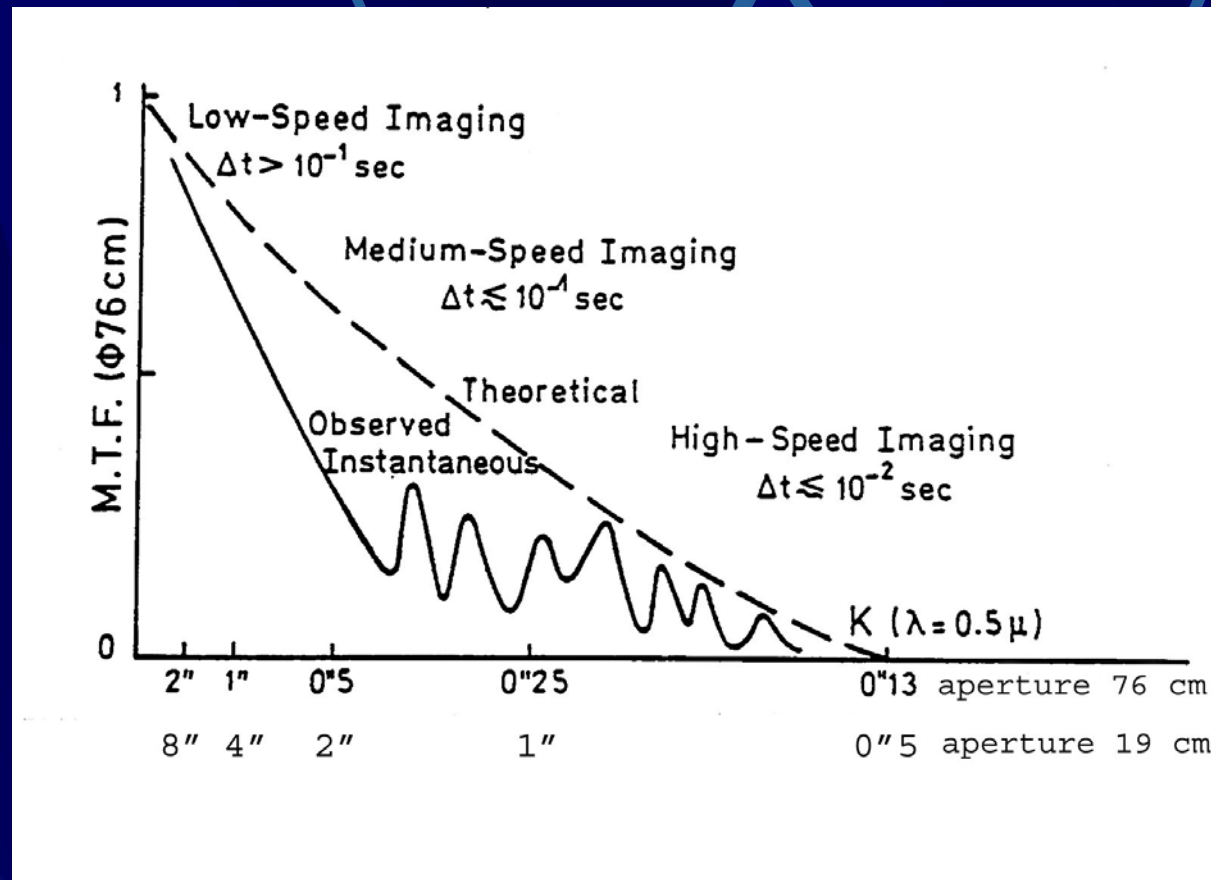


# Savoir utiliser les filtres interférentiels non stabilisés en température et inclinables

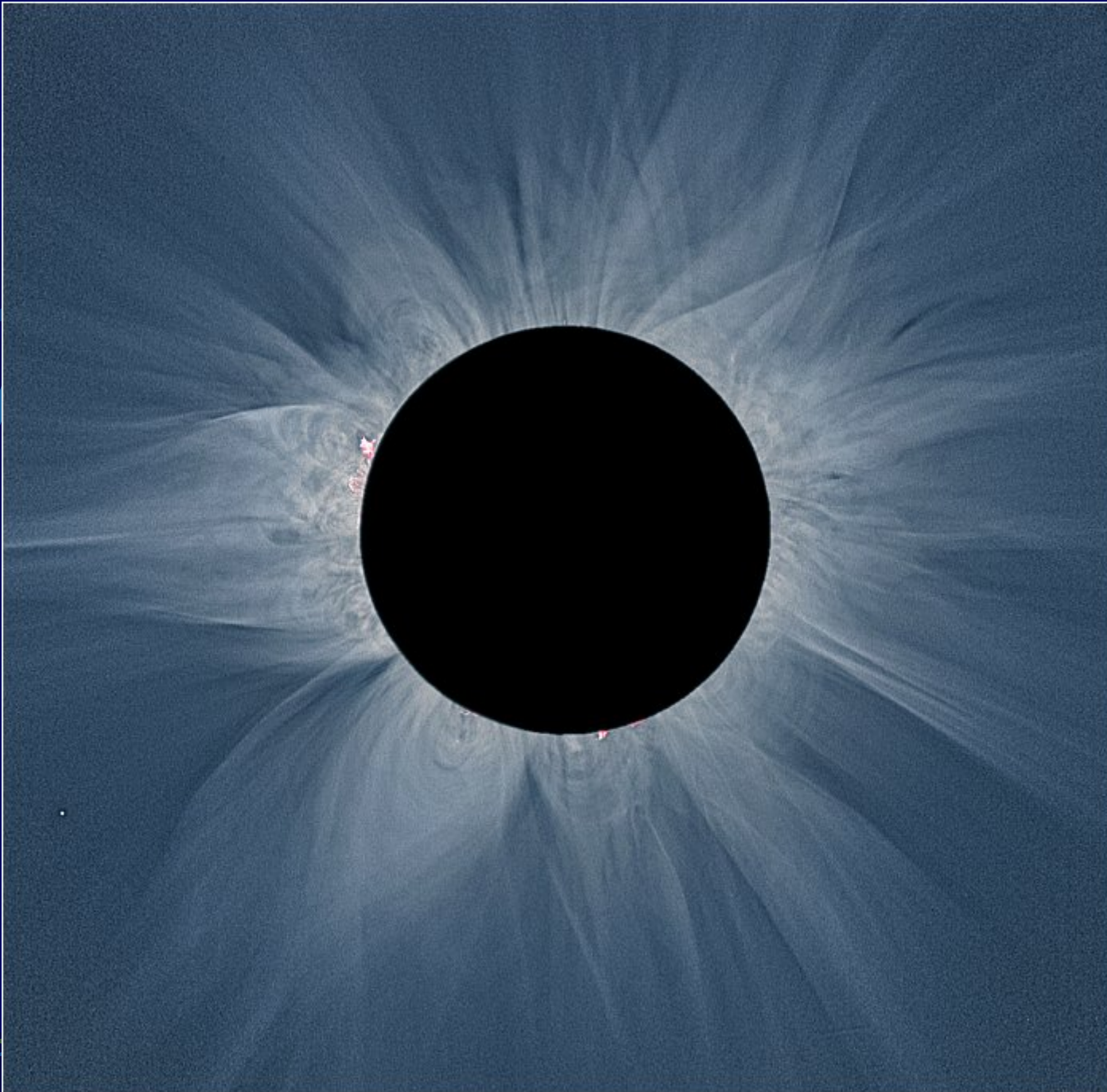




# Avoir en vue l'allure de la Fonction de Transfert des Modulations du système instrument/atmosphère



Et maintenant, voici pour  
référence, la meilleure image  
de couronne d'éclipse jamais réalisée...





Un dernier exemple pour montrer une  
séquence d'images CCD obtenue à l'aide  
d'un filtre interférentiel étroit sur  
*la raie D3 de l'HeI et le continuum K*

**Attention aux fausses oscillations coronales  
produites par la distorsion variable des images  
due à la turbulence de l'atmosphère terrestre !!**



*d'après D. Crussaire (ObsPM), à l'éclipse totale de 2001 en Angola*

Et maintenant au travail pour être  
prêt le 29 mars 2006 !

et merci de votre attention