

Le Soleil et la matière noire

Sylvie Vauclair

lundi 10 août 2015

25^e festival de Fleurance

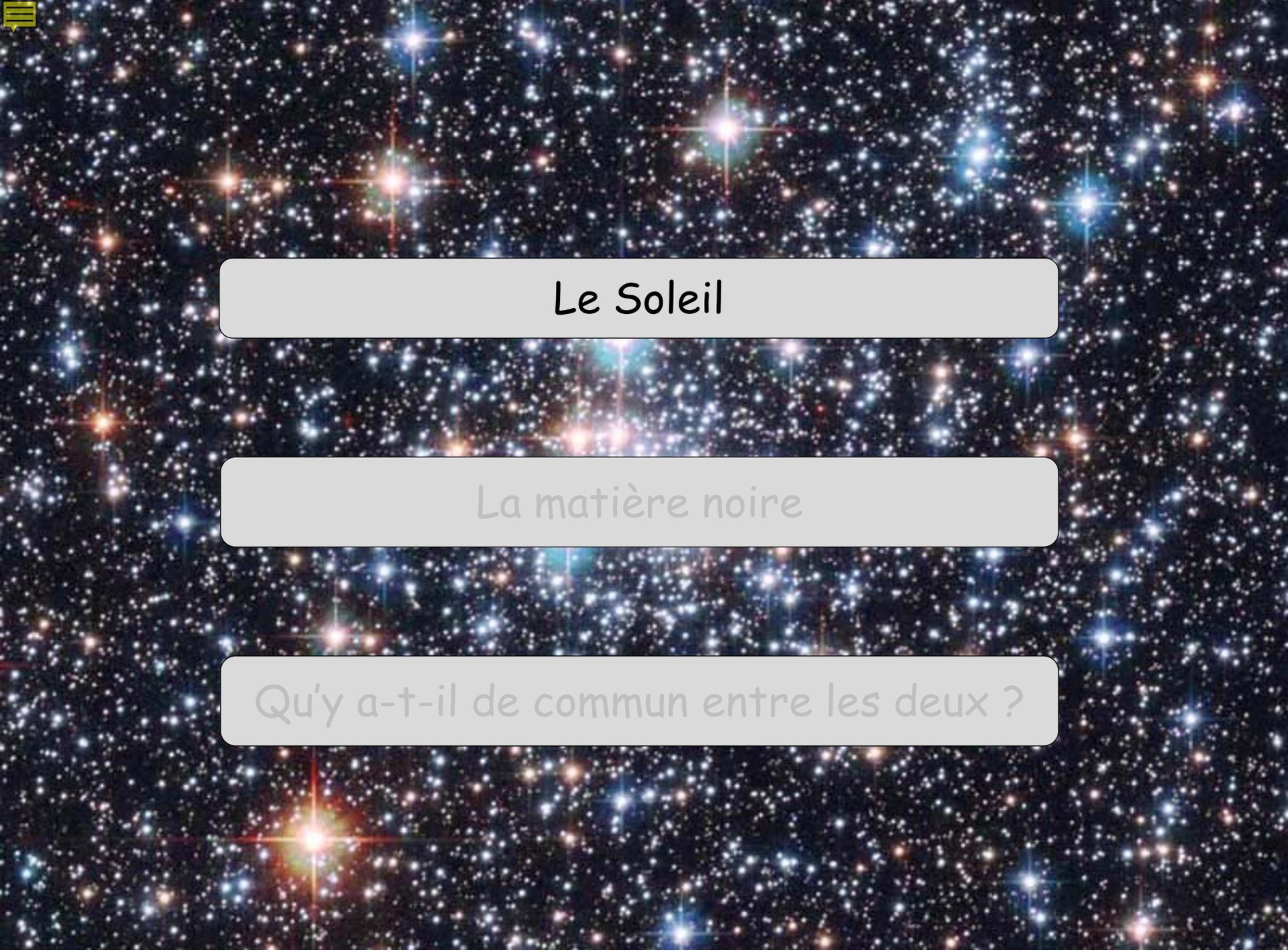




Le Soleil

La matière noire

Qu'y a-t-il de commun entre les deux ?



Le Soleil

La matière noire

Qu'y a-t-il de commun entre les deux ?

protubérance

jets coronaux

Photosphère
(granules)

taches
solaires

chromosphère

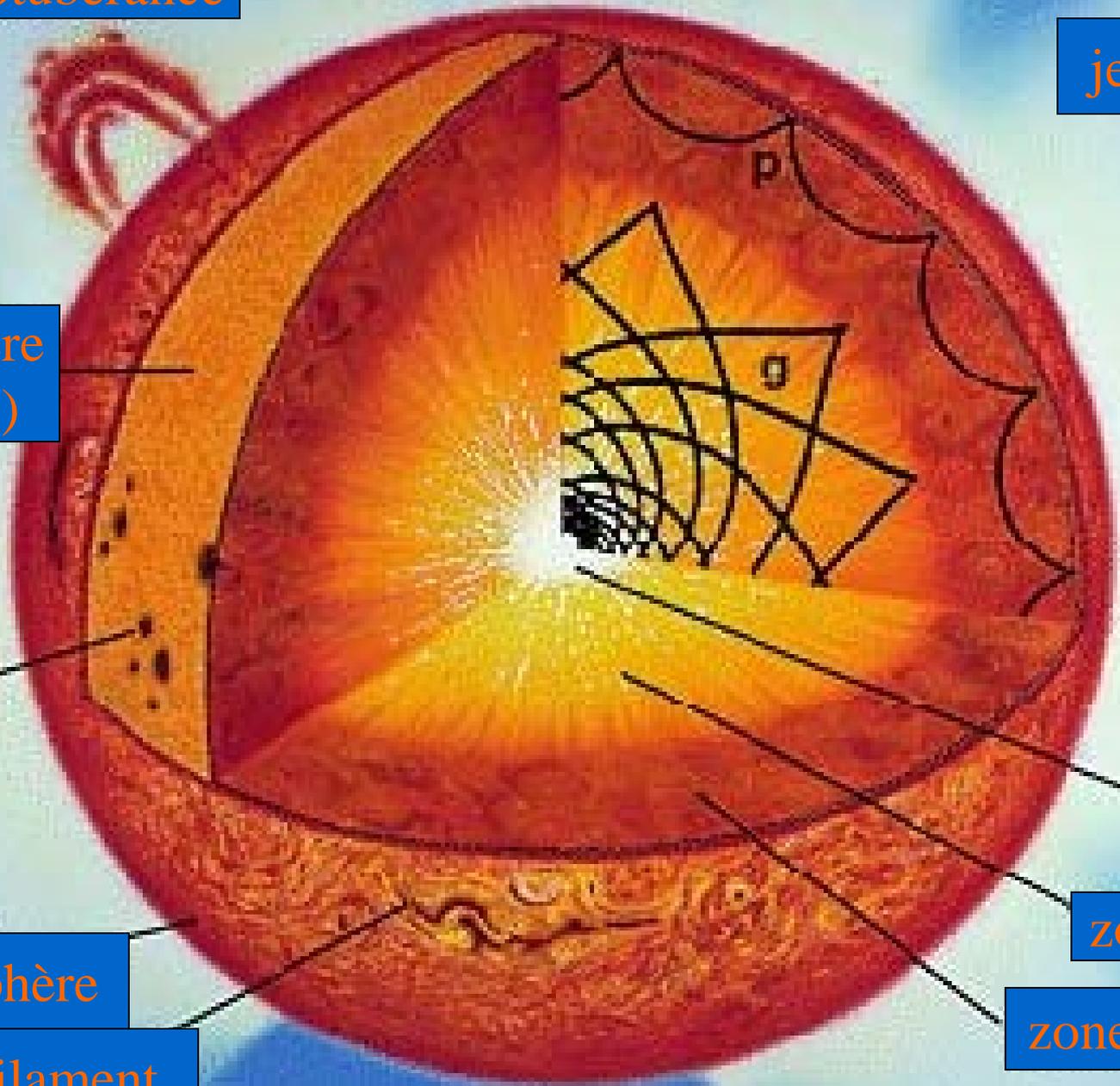
filament

trou coronal

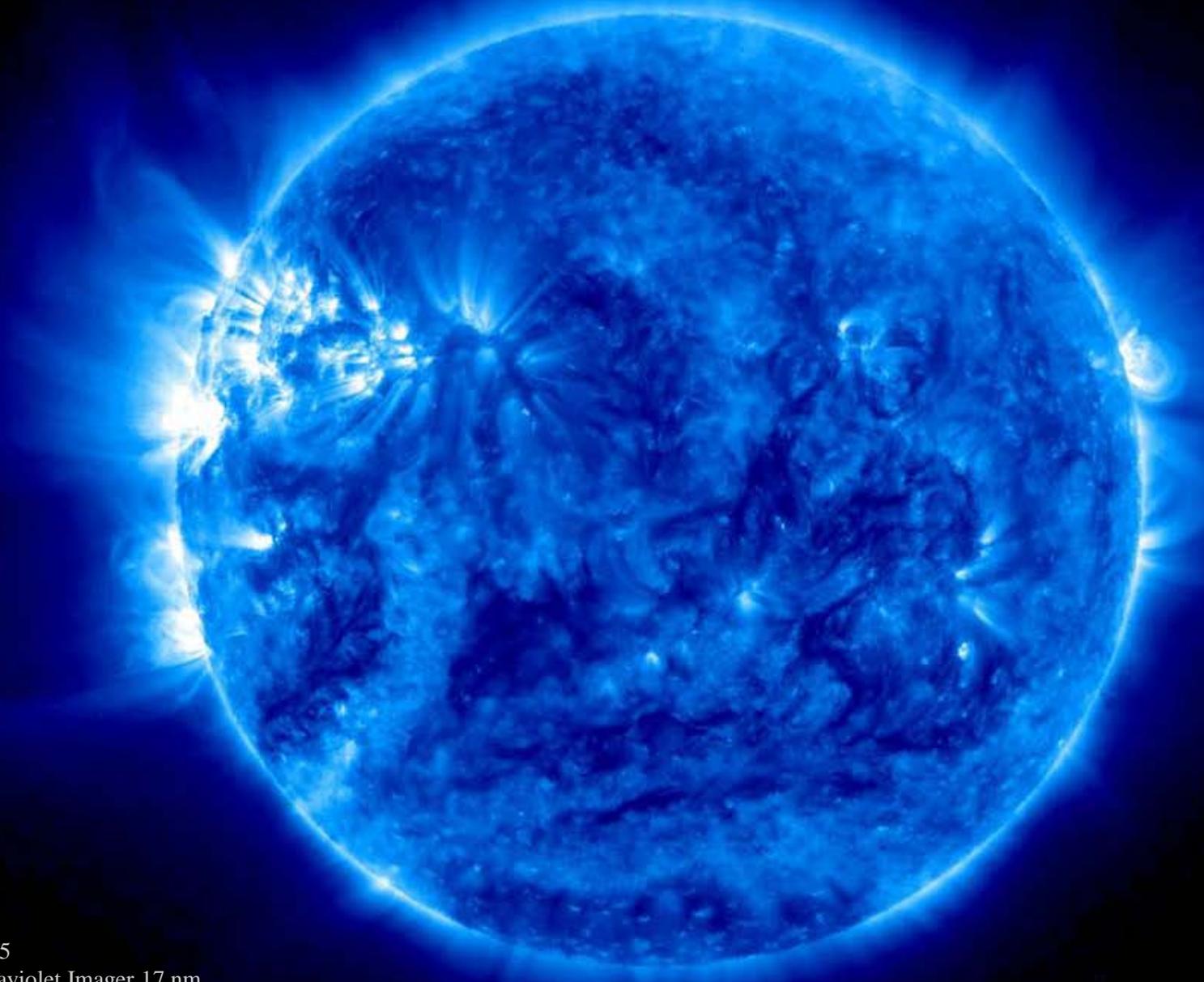
cœur
nucléaire

zone radiative

zone convective







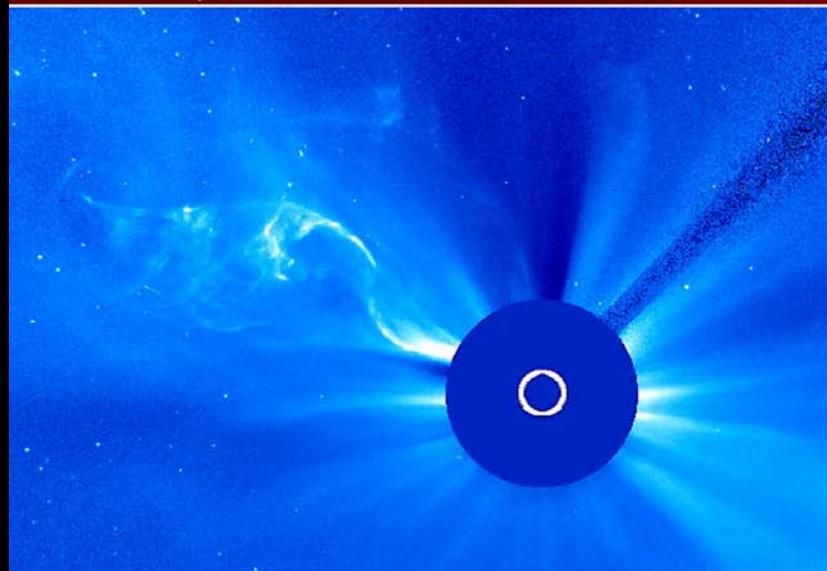
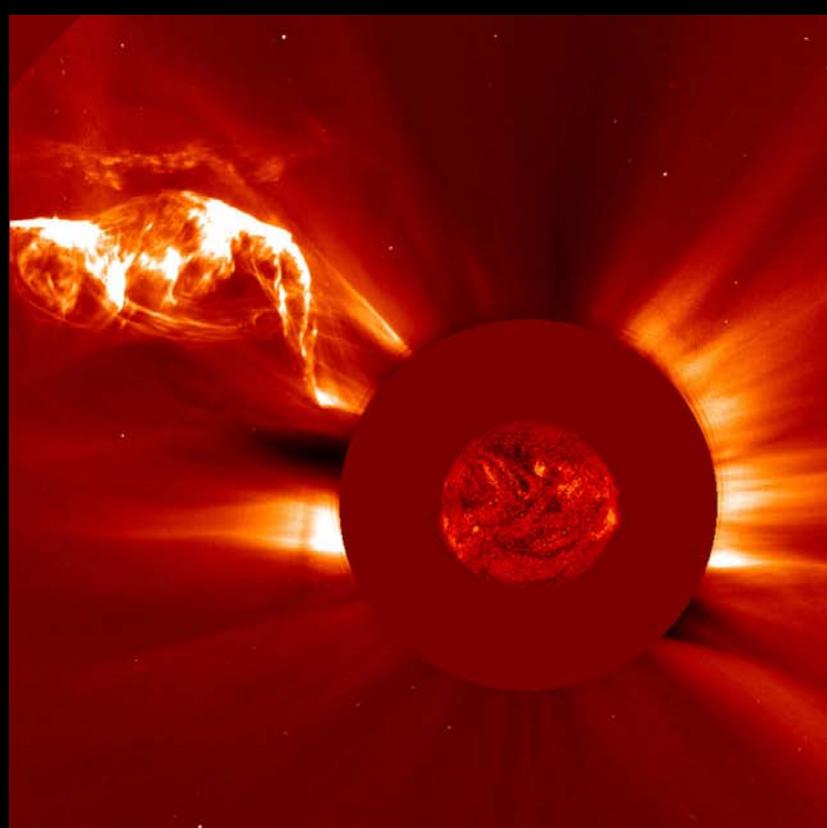
15 juillet 2015
Extreme Ultraviolet Imager 17 nm
STEREO-A (Solar Terrestrial Relations Observatory Ahead)

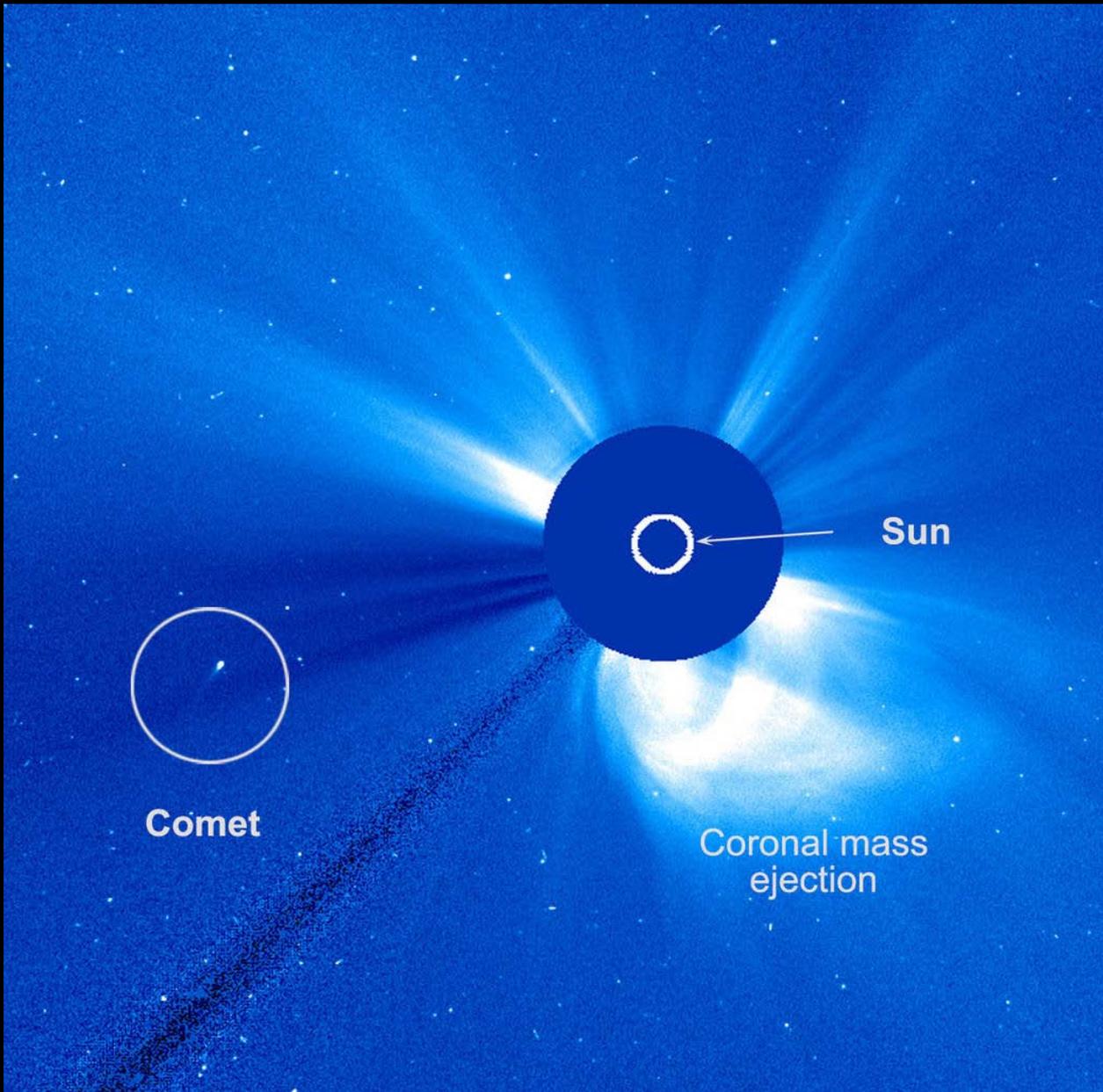


2015/06/21 03:12

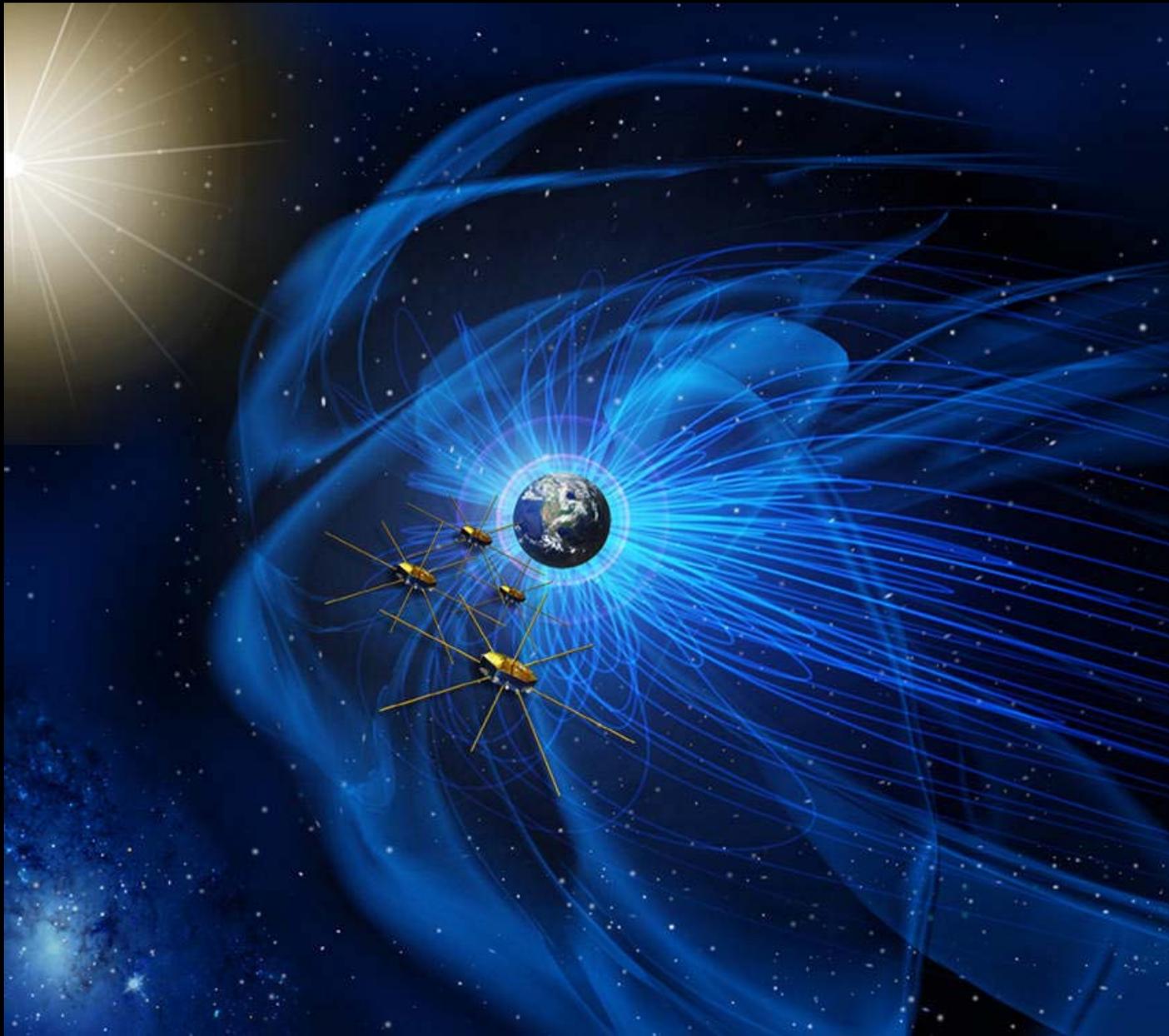


Spectaculaire éjection solaire
28-29 avril 2015
LASCO C2 & C3 @ SOHO



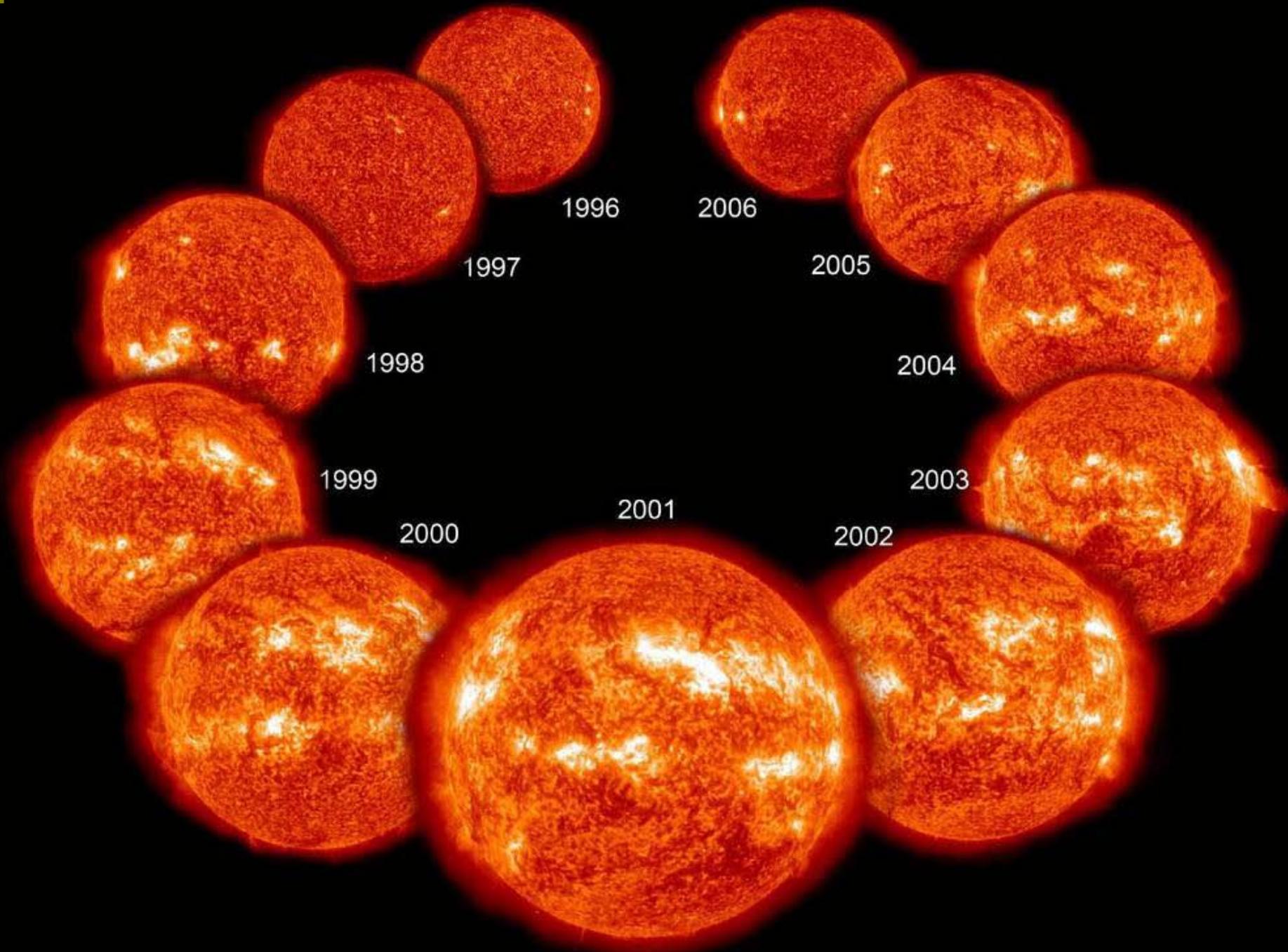


Encore une comète! 20 février 2015



Relations Soleil-Terre.... MMS (Magnospheric Multiscale Mission)

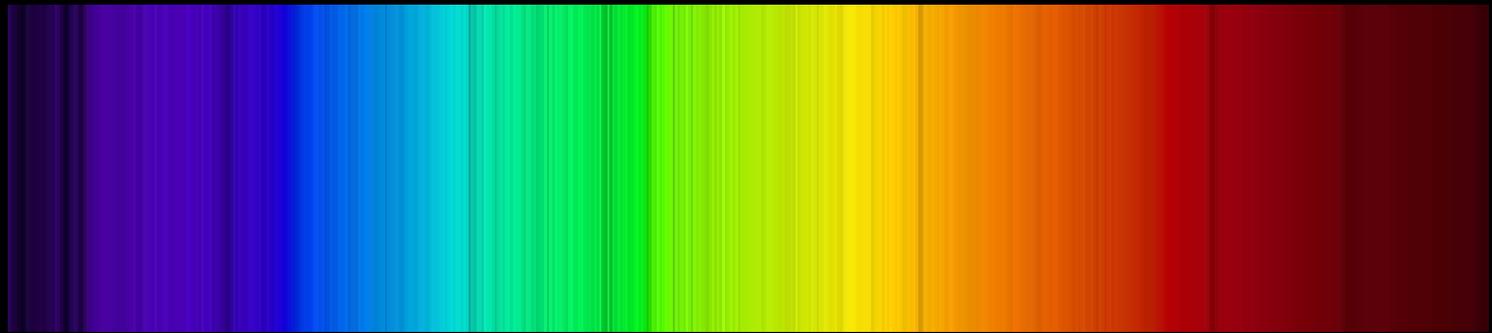




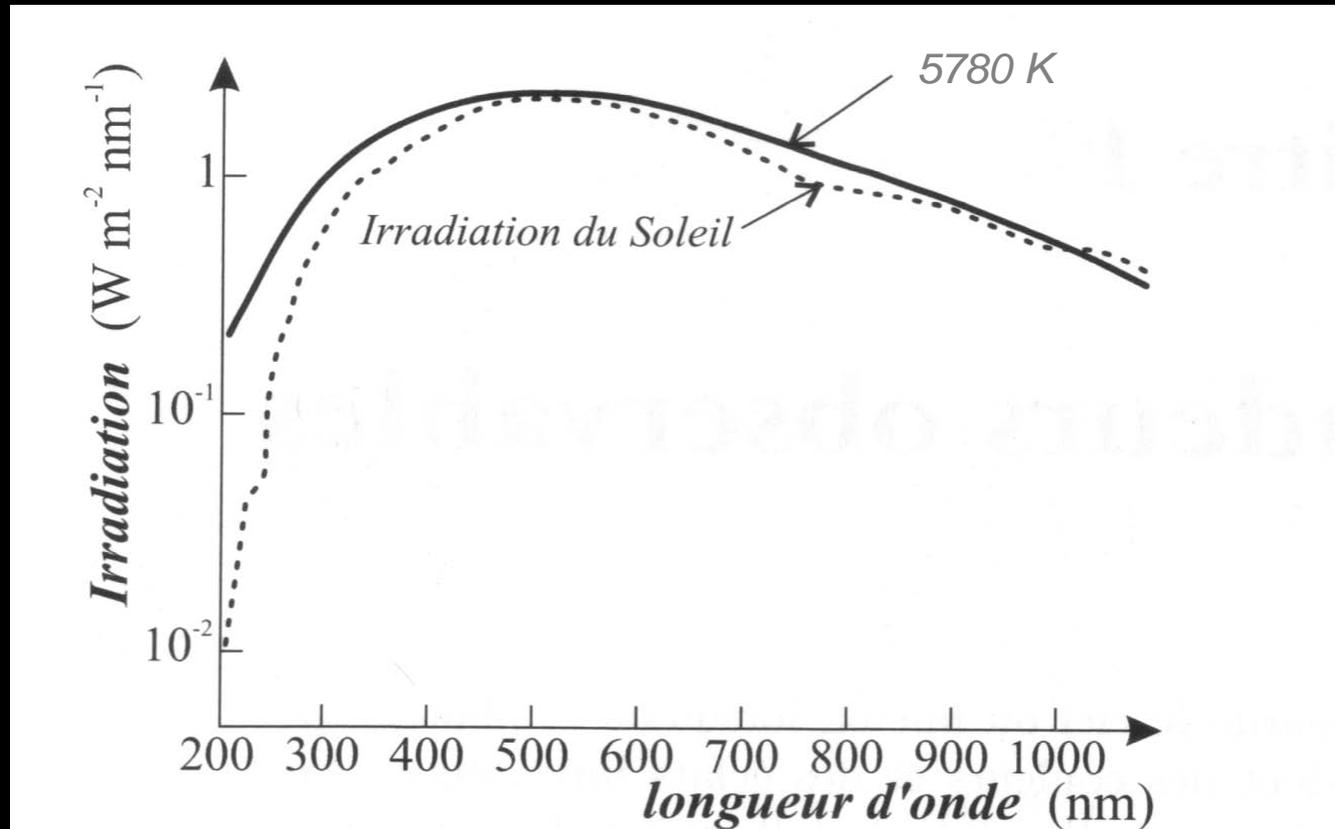


Spectre solaire





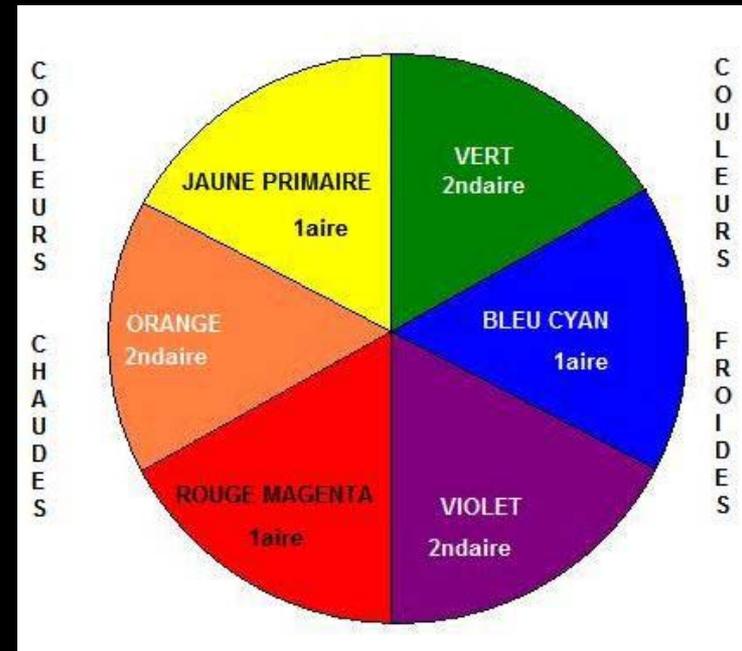
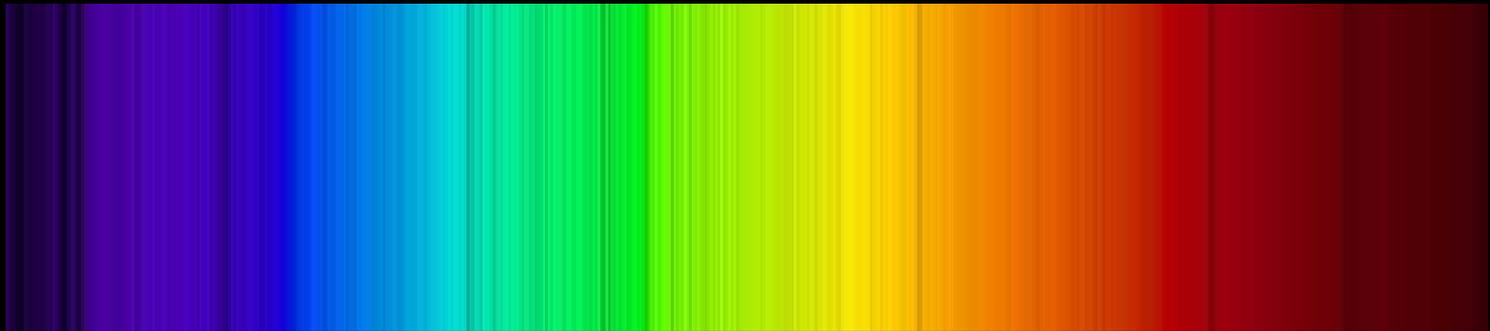
Spectre solaire



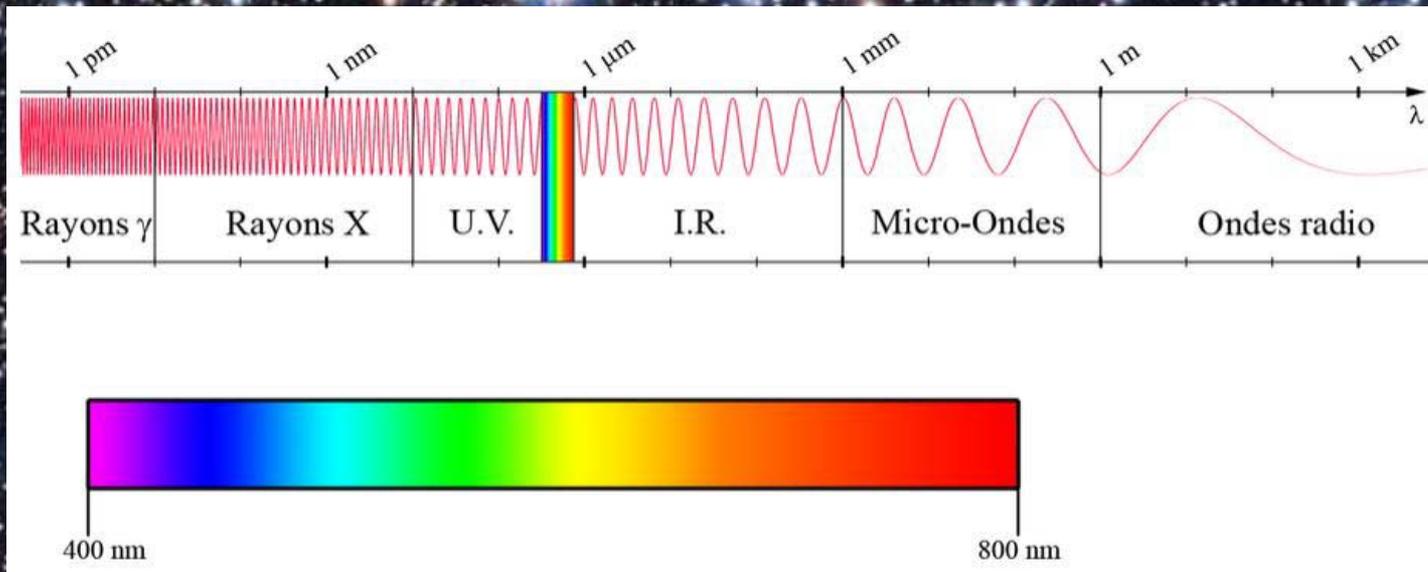
Couleurs de l'arc-en-ciel :	violet : 390-455 nm	jaune : 577-597 nm
	bleu : 455-492 nm	orange : 597-622 nm
	vert : 492-577 nm	rouge : 622-780 nm

Maximum de sensibilité de l'œil humain : 560 nm

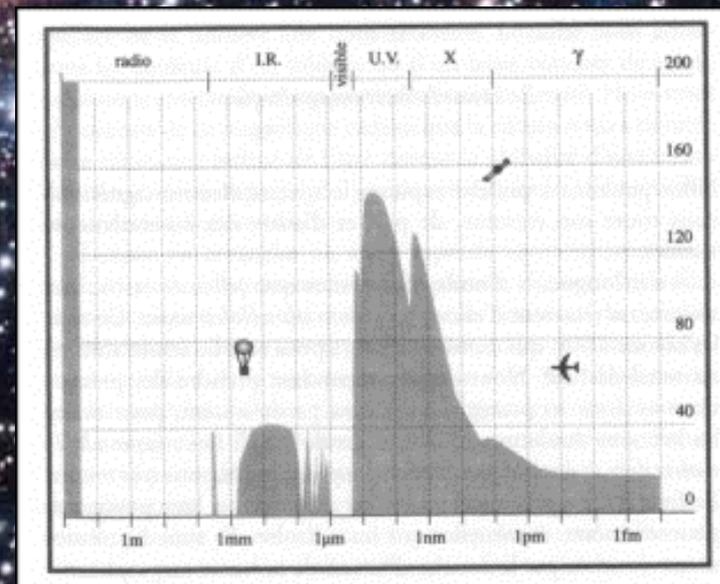
Arc-en-ciel



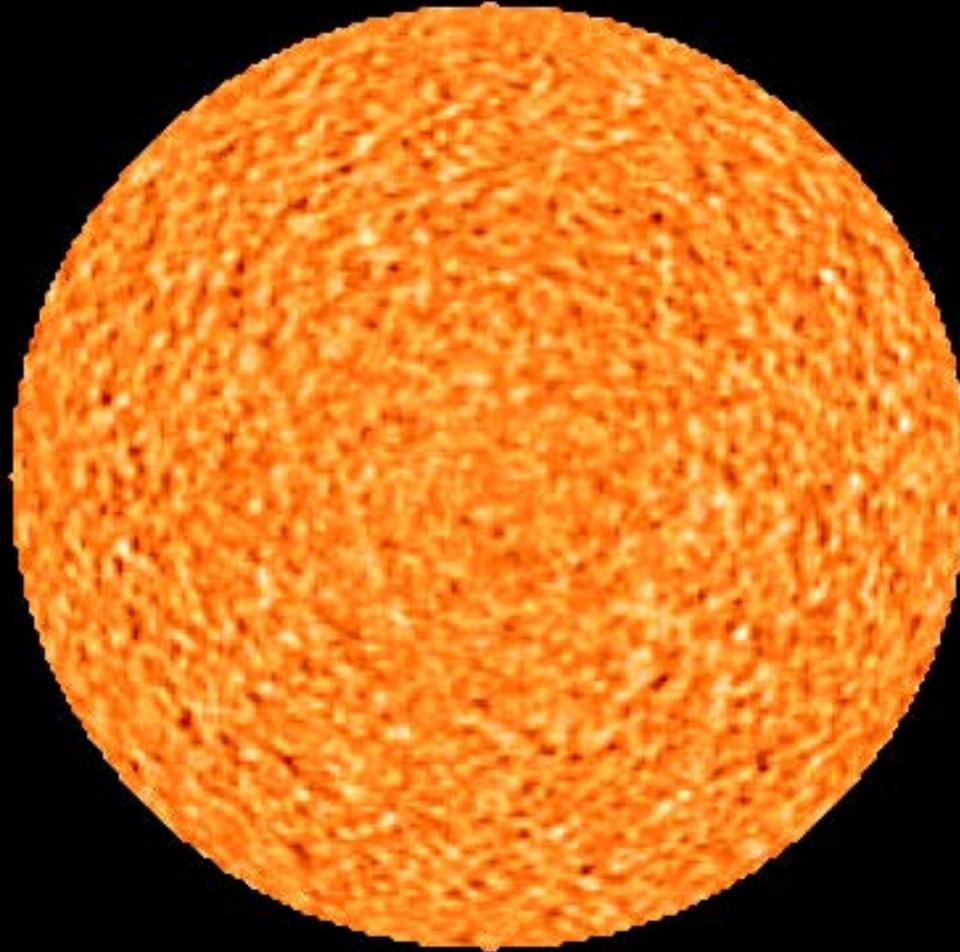
Cercle chromatique



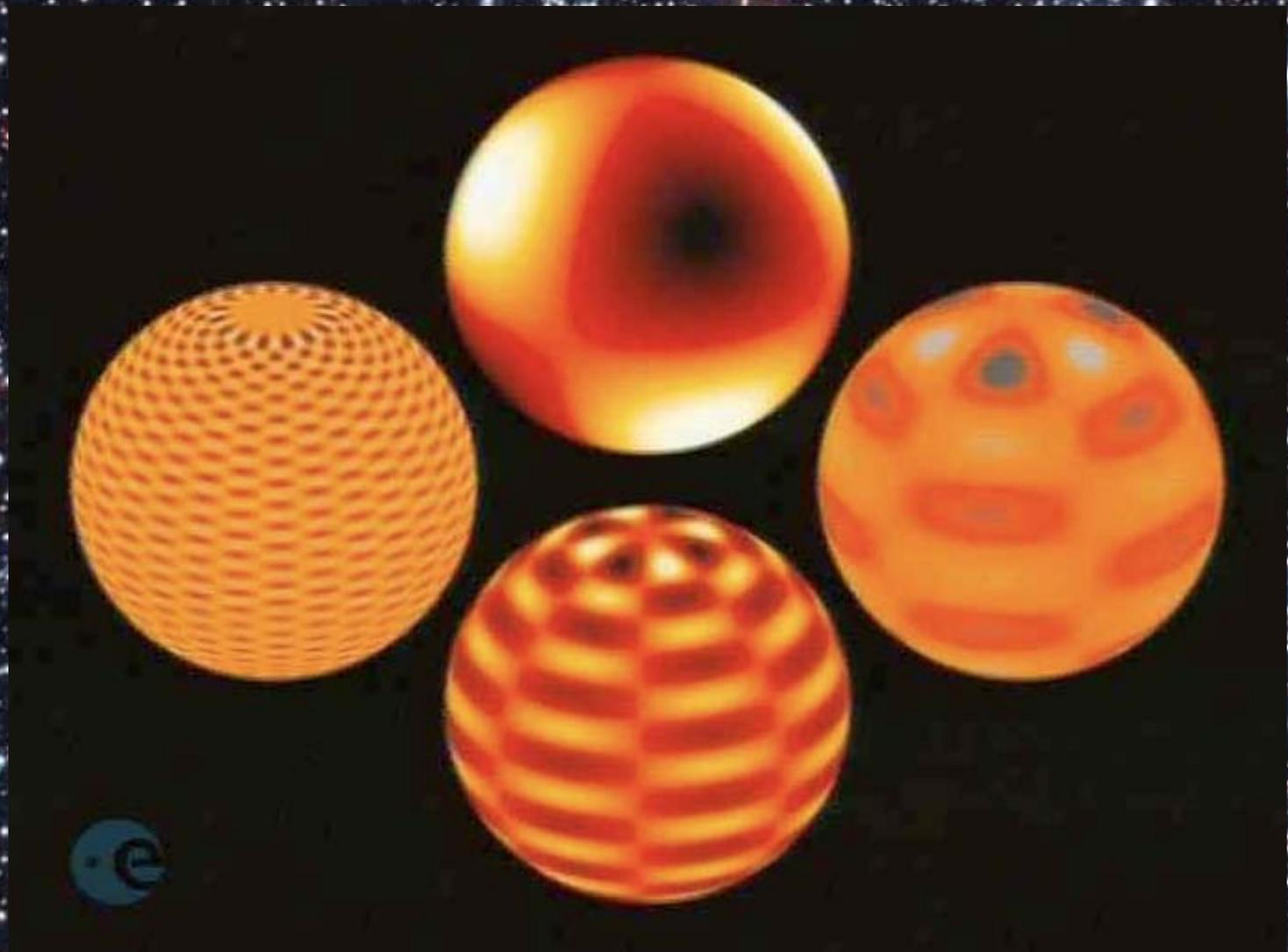
Les fenêtres atmosphériques

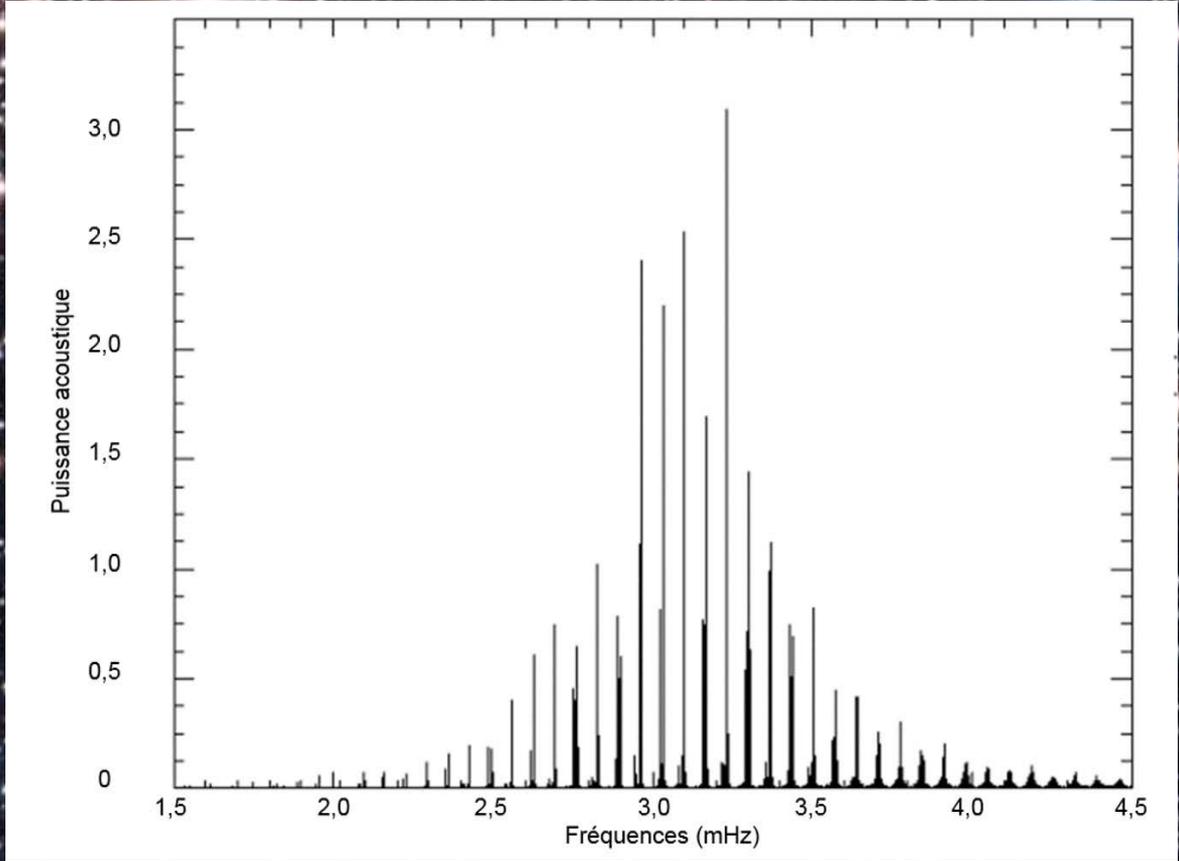


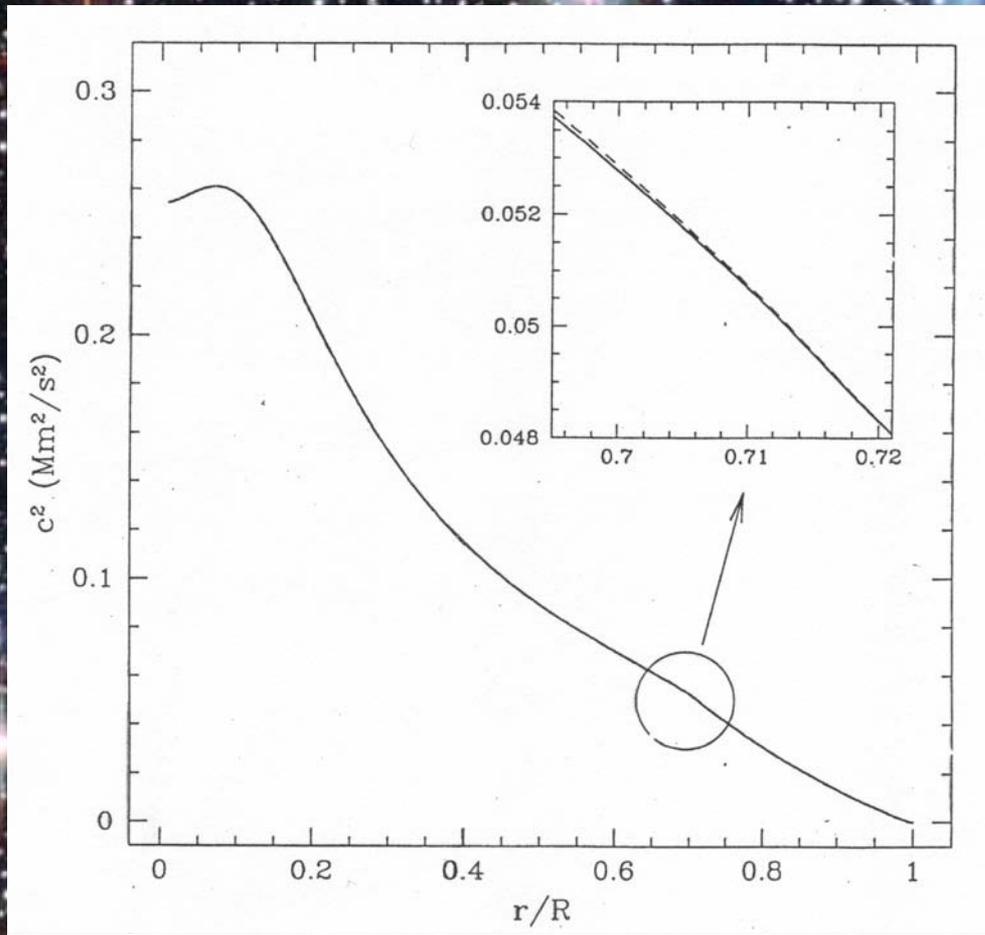
Vibrations solaires très amplifiées

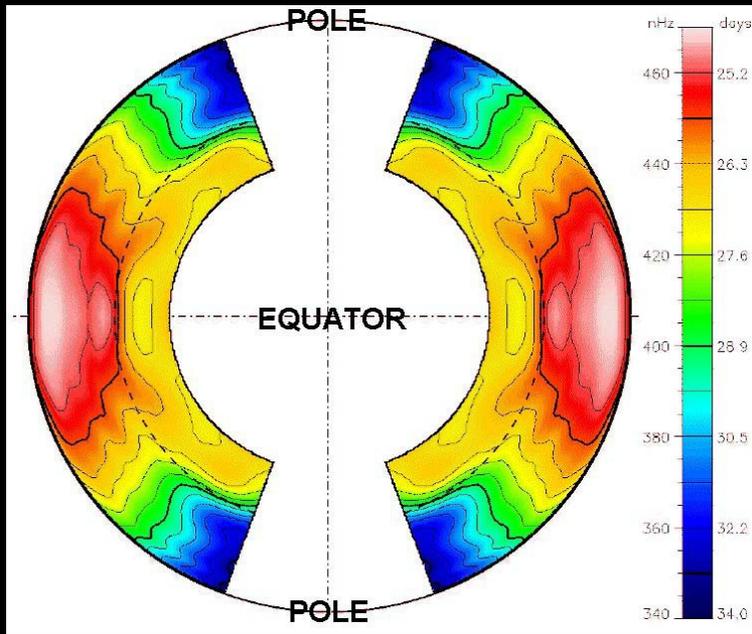


Soleil : $R = 700\,000$ km, période 5mn

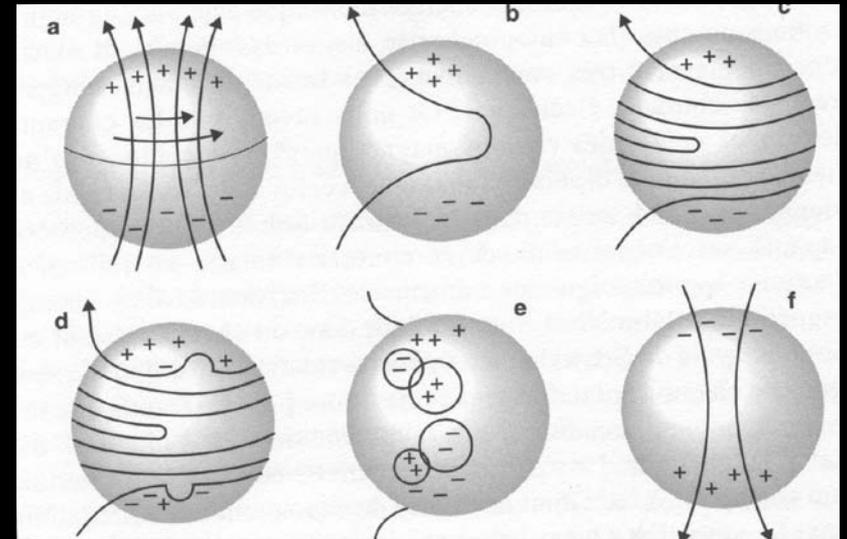
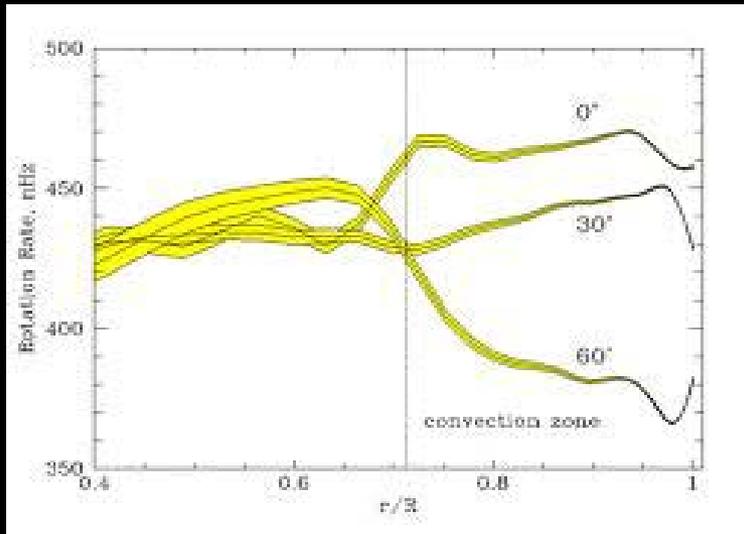


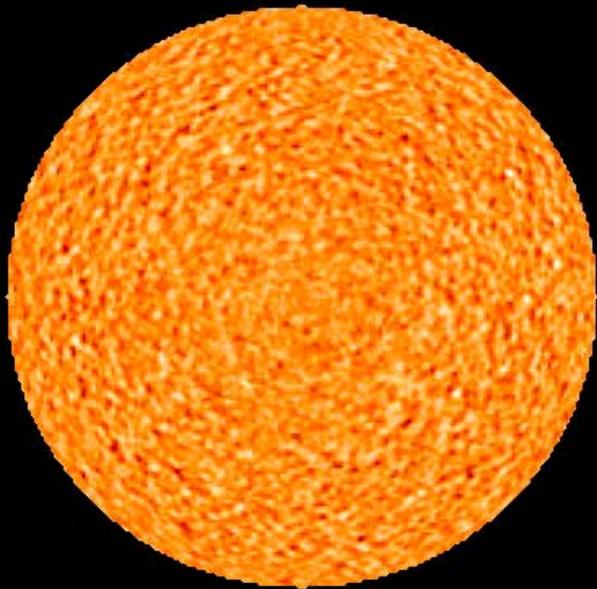




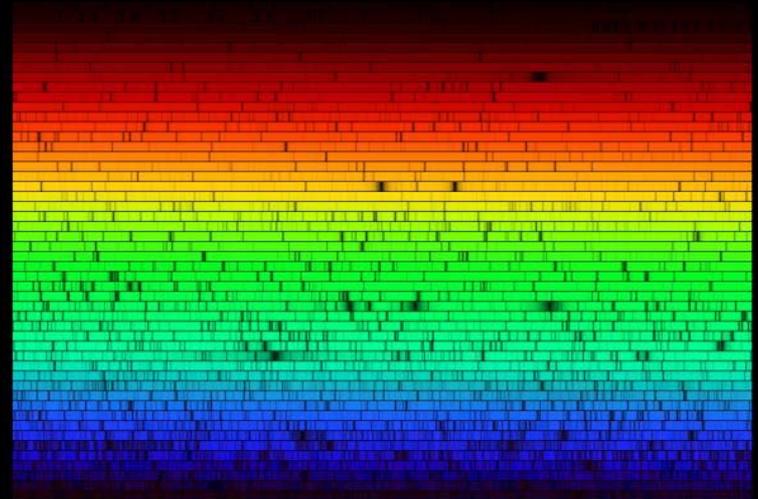


La rotation du Soleil et ses conséquences

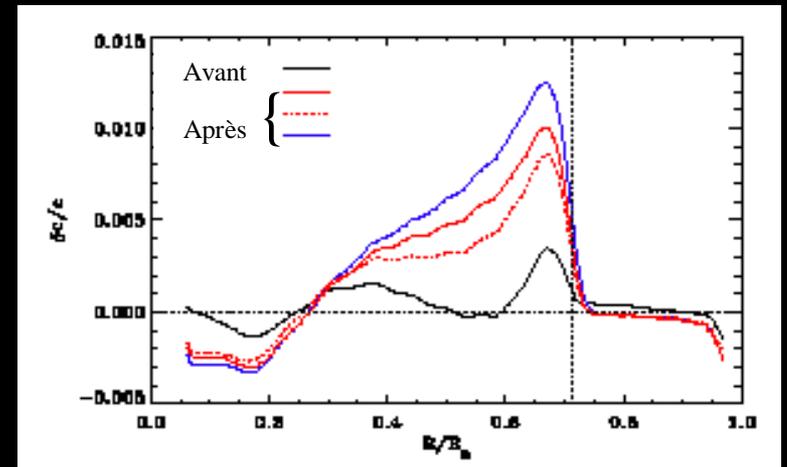




?



La crise des abondances (depuis 2005!)
éléments lourds 20% moins nombreux que ce que l'on croyait



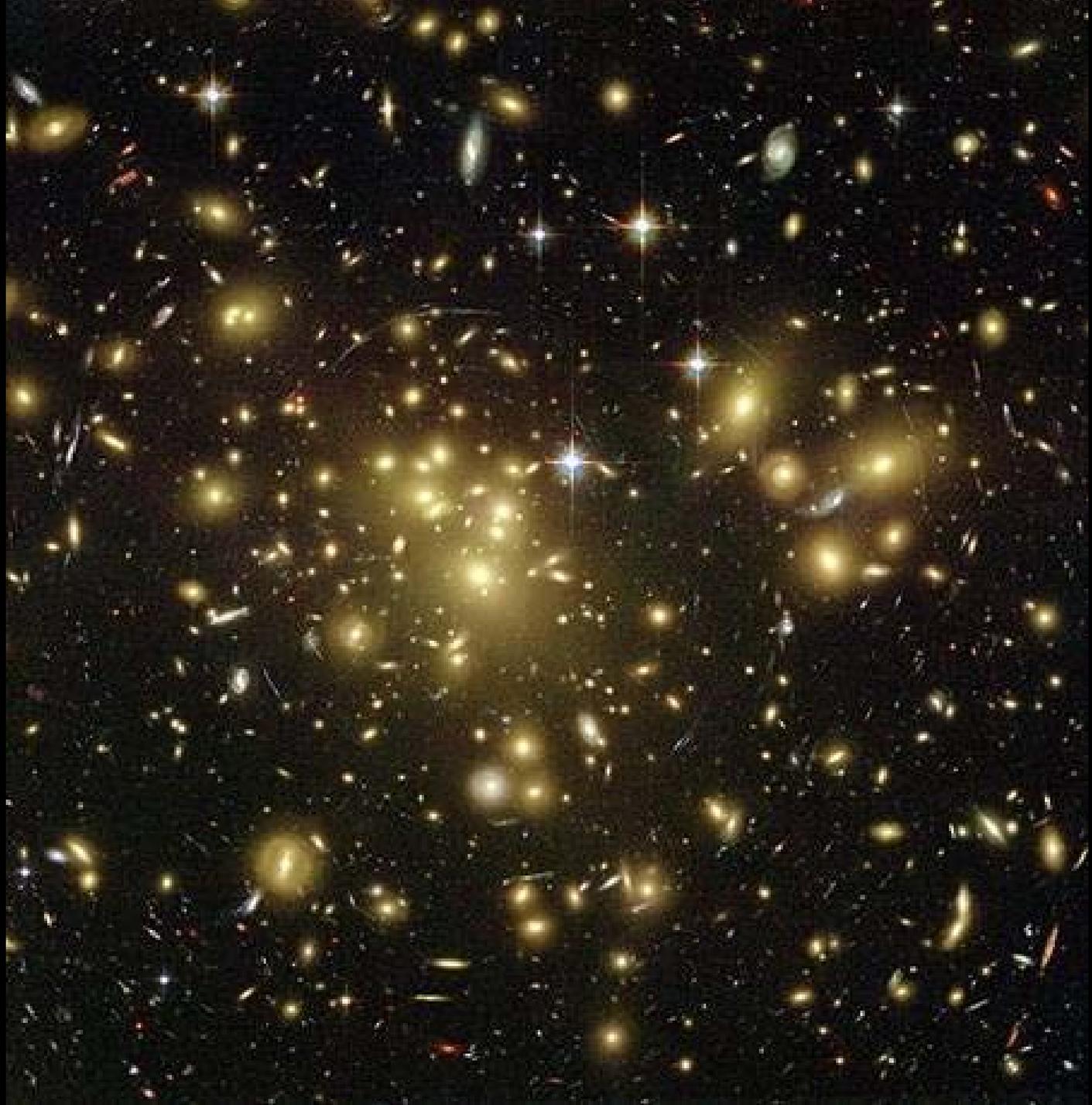


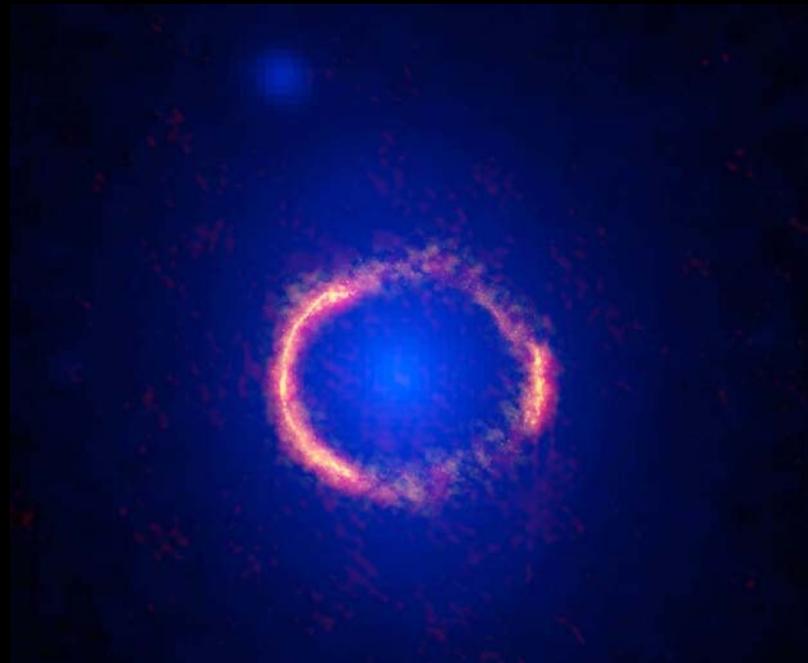
Le Soleil

La matière noire

Qu'y a-t-il de commun entre les deux ?

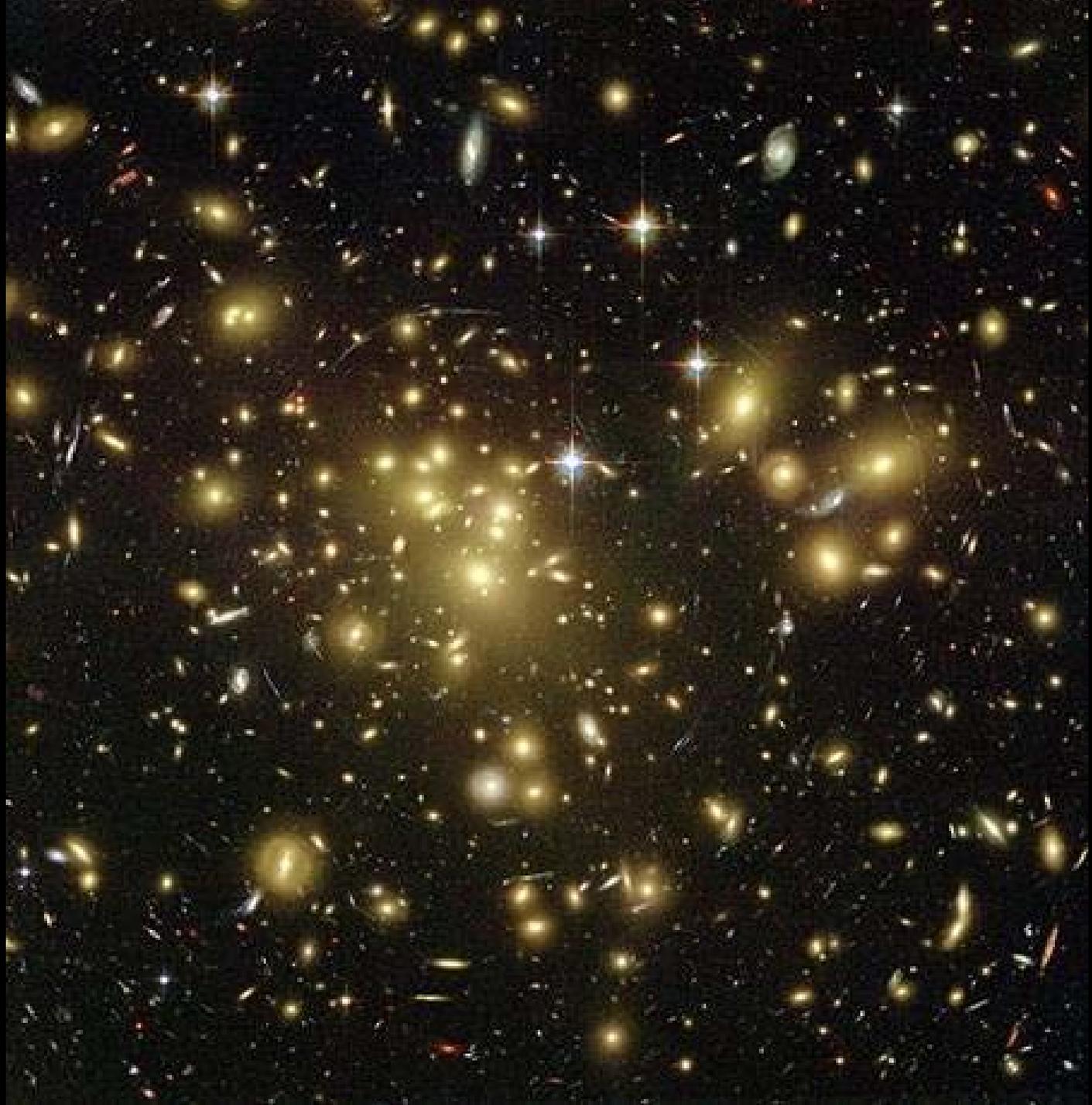


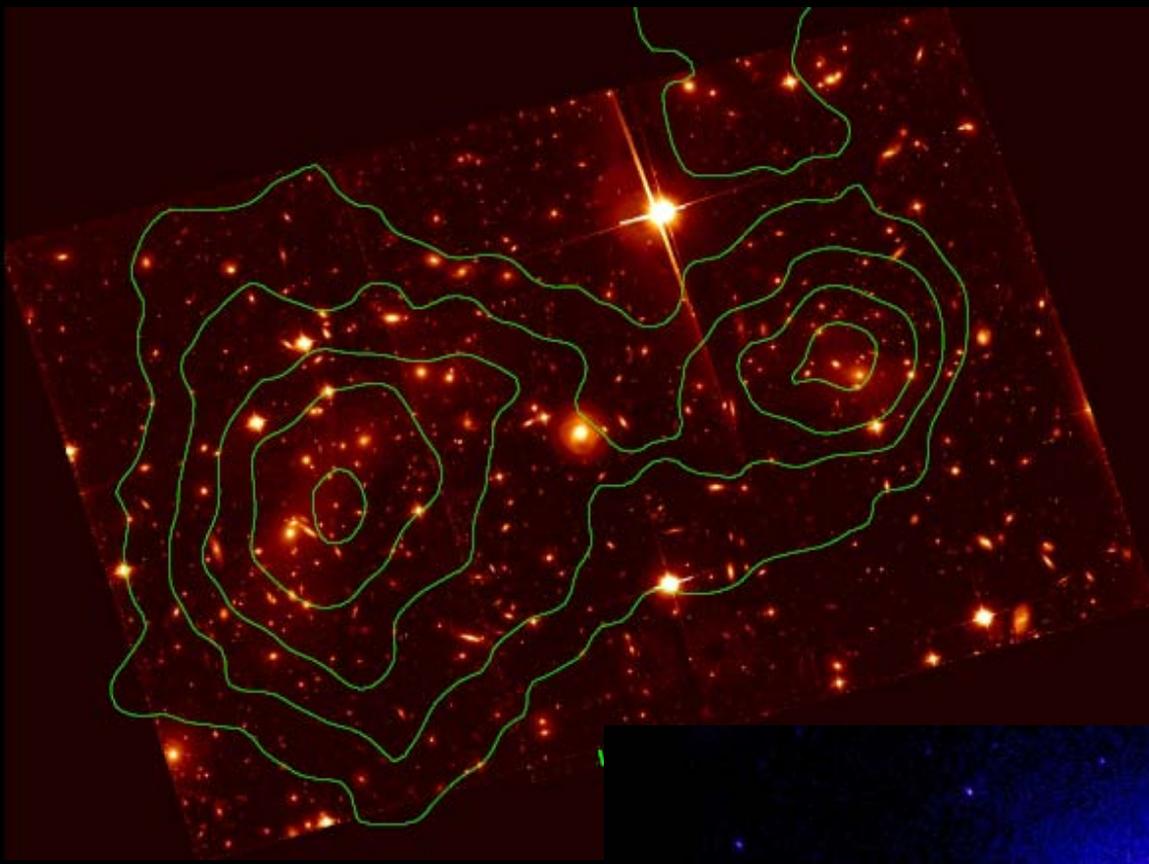




Anneaux d'Einstein







← HST

Chandra

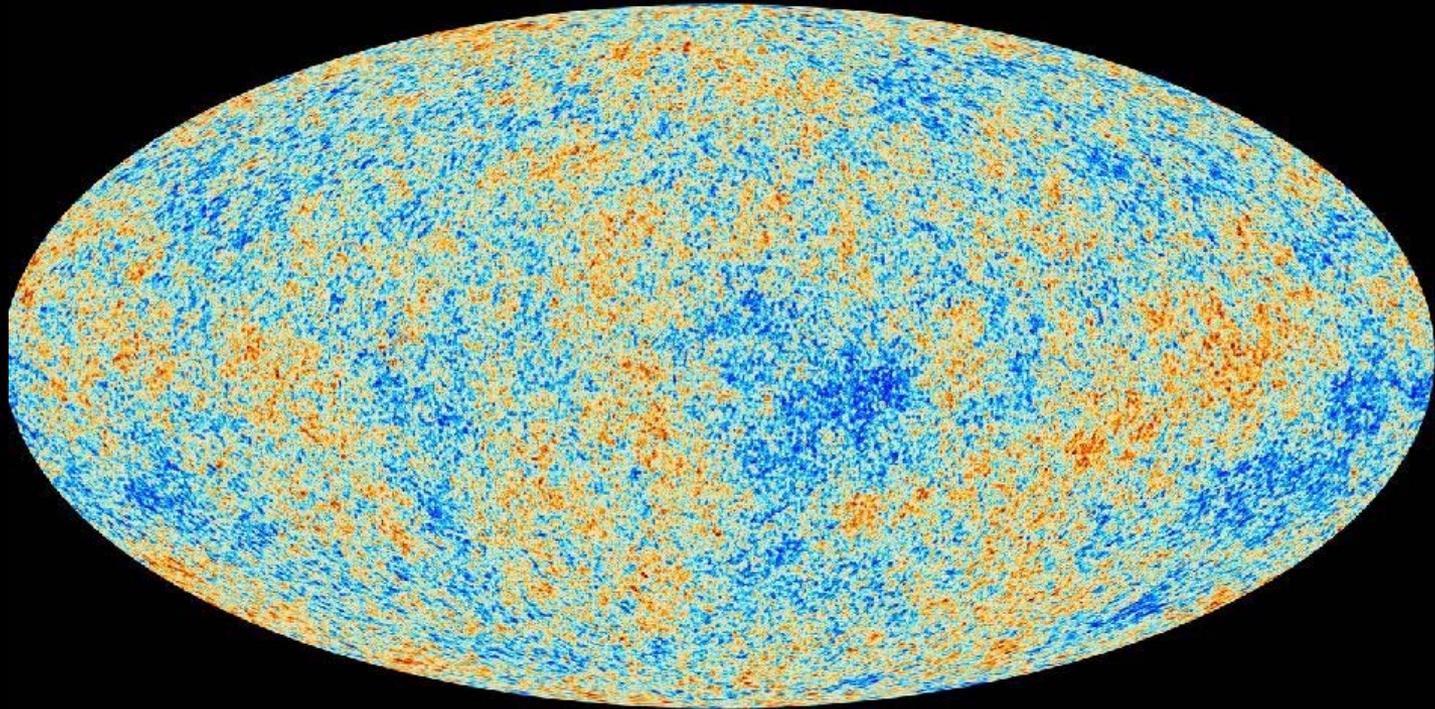


« Bullet Cluster »

distance 3,7 millions d'années lumière
collision il y a 150 millions d'années



Âge de l'Univers: 13,798 milliards d'années

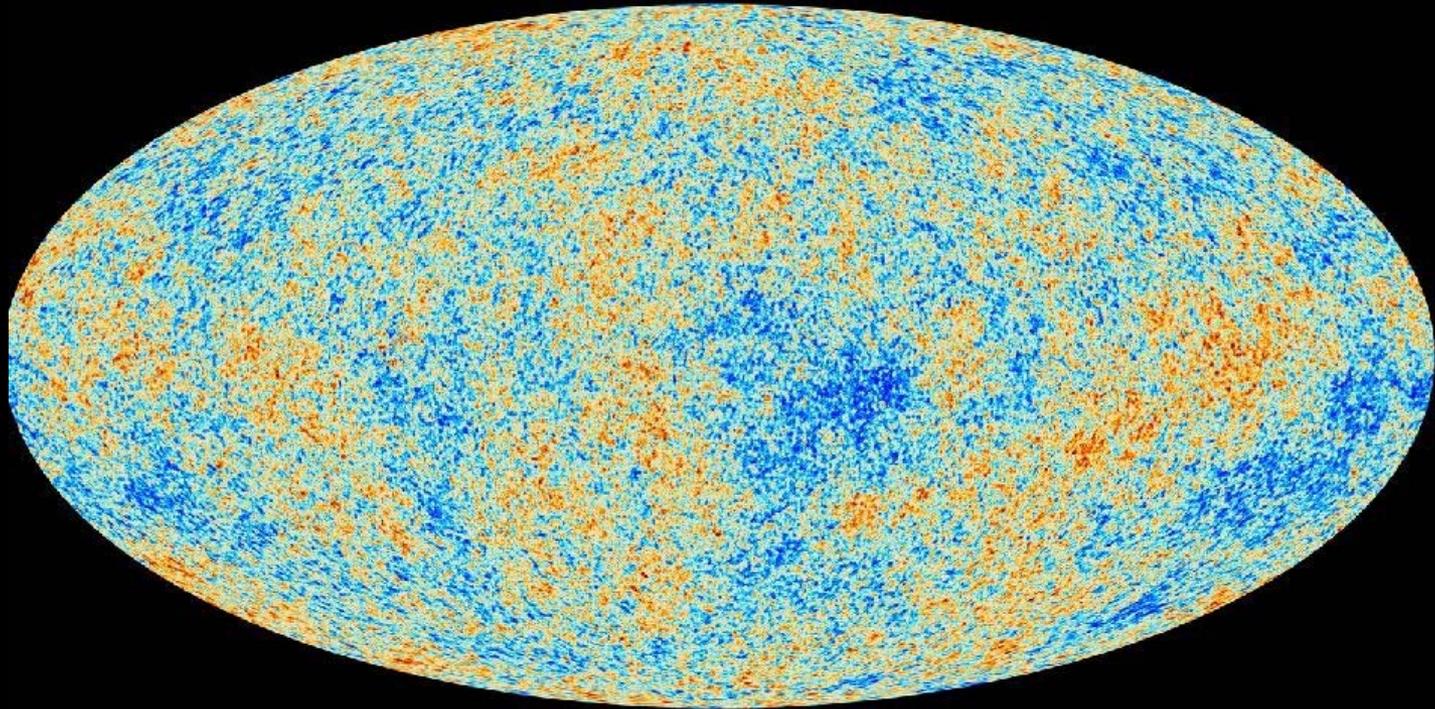


Satellite Planck (après COBE, WMAP)



Le satellite Planck cartographiant le ciel

Âge de l'Univers: 13,798 milliards d'années



Contenu :

Matière baryonique (visible ou non) : 4,9%

Matière noire non baryonique : 25,9%

Energie sombre : 69,2%

(cohérent avec les galaxies, les amas de galaxies,
les éléments légers et les supernovae)

Axe du temps

13,7 milliards d'années

400 millions d'années

380 000 ans

100 s

4 s

1 s

10^{-6} s

10^{-12} s

10^{-35} s

10^{-43} s

2.7K Temps présent

Formation des premières galaxies
Âge sombre...

3000K découplage des photons

0.1 MeV ; 10^9 K nucléosynthèse

0.5 MeV annihilation $e^+ e^-$

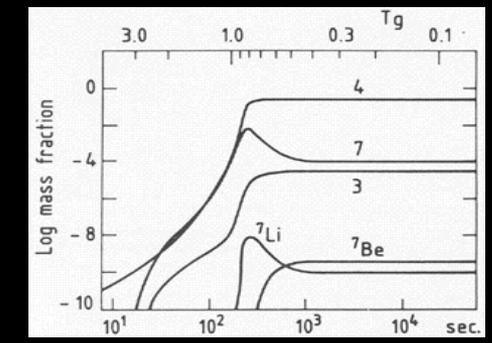
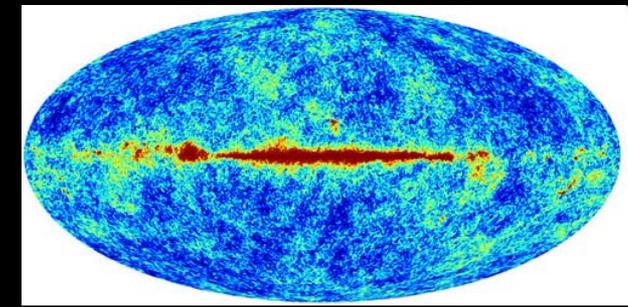
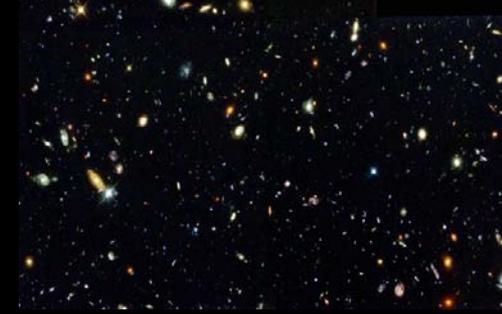
1 MeV découplage des neutrinos

100 MeV Transition quark-hadron

100 GeV Brisure symétrie électro-faible

10^{15} GeV GUT

10^{19} GeV ère quantique

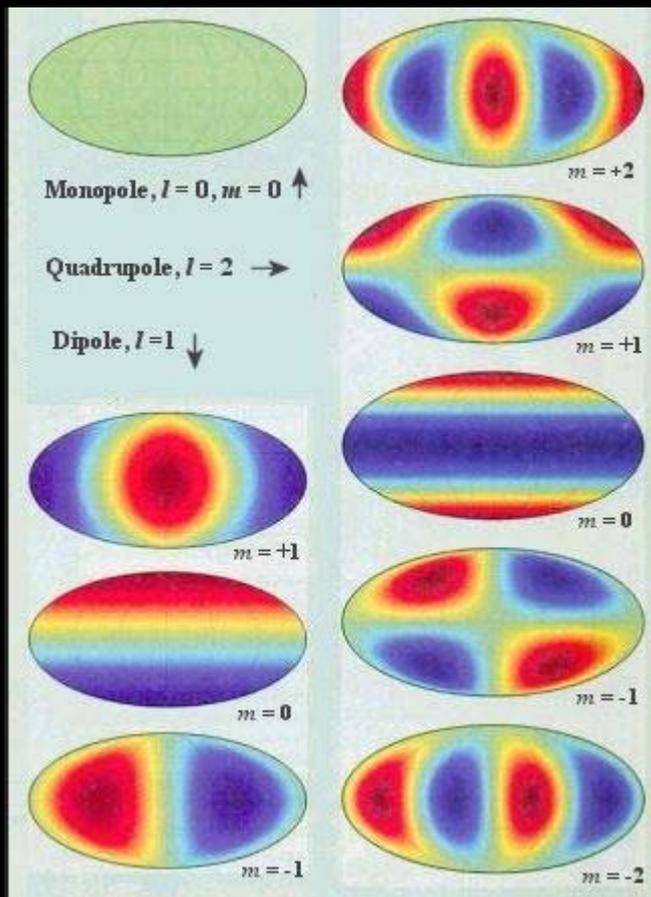




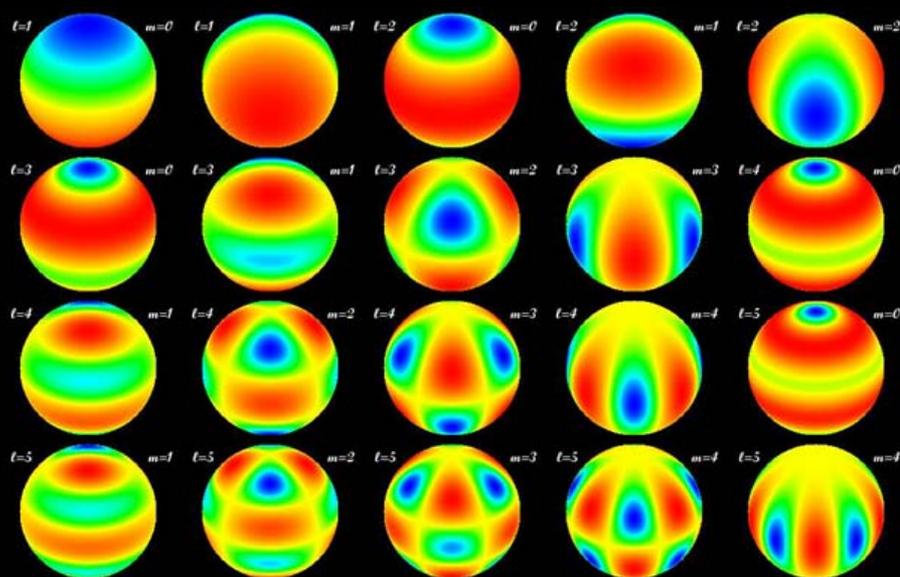
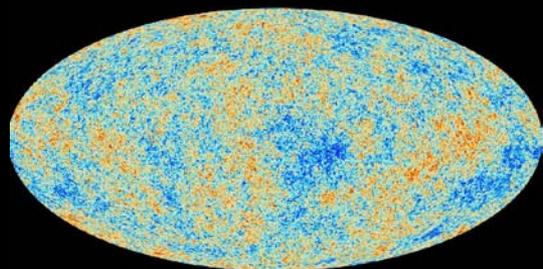
Le Soleil

La matière noire

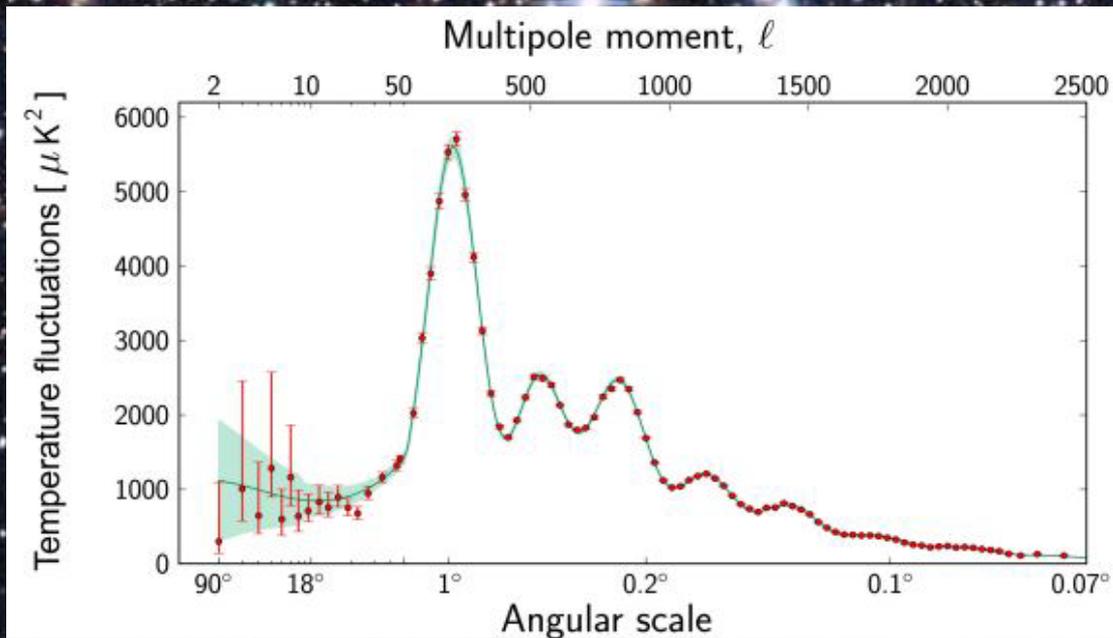
Qu'y a-t-il de commun entre les deux ?



← Fluctuations CMB

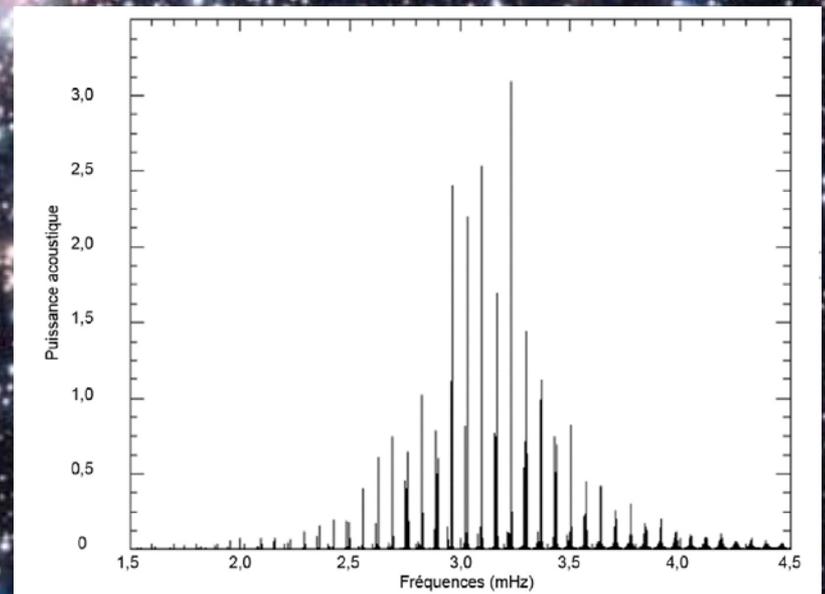


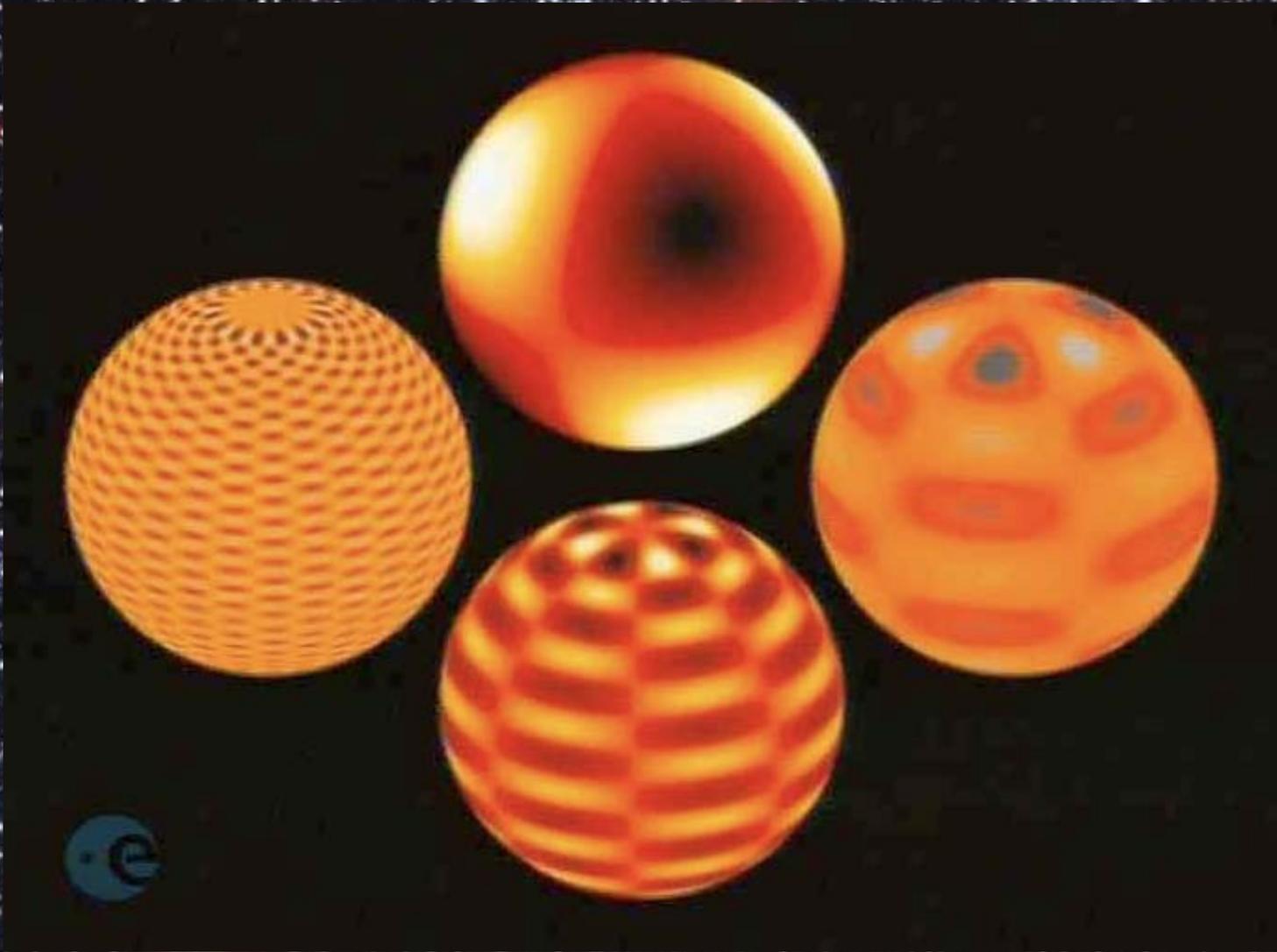
Harmoniques stellaires

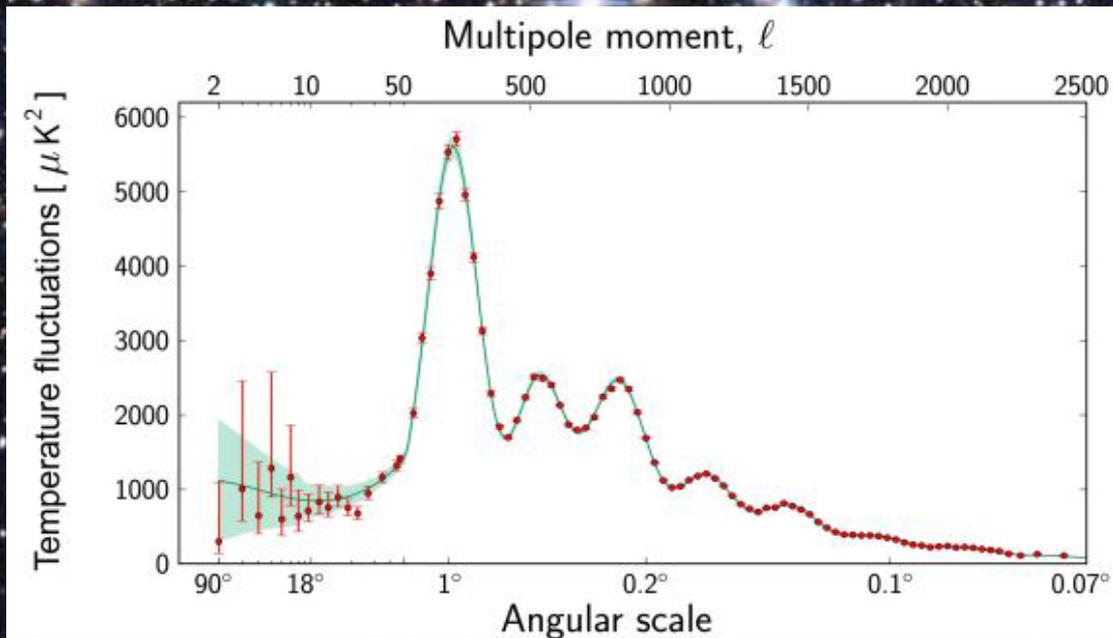


← Univers à 380 000 ans

Soleil actuel →

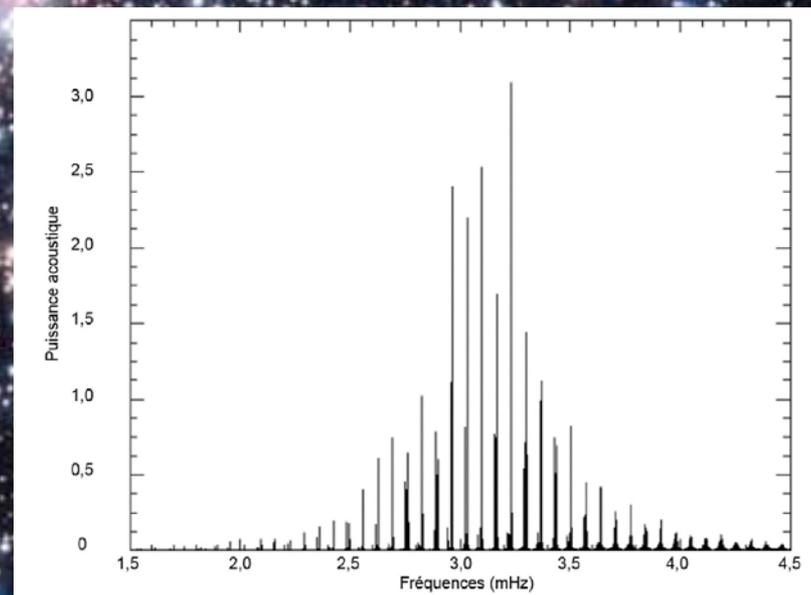


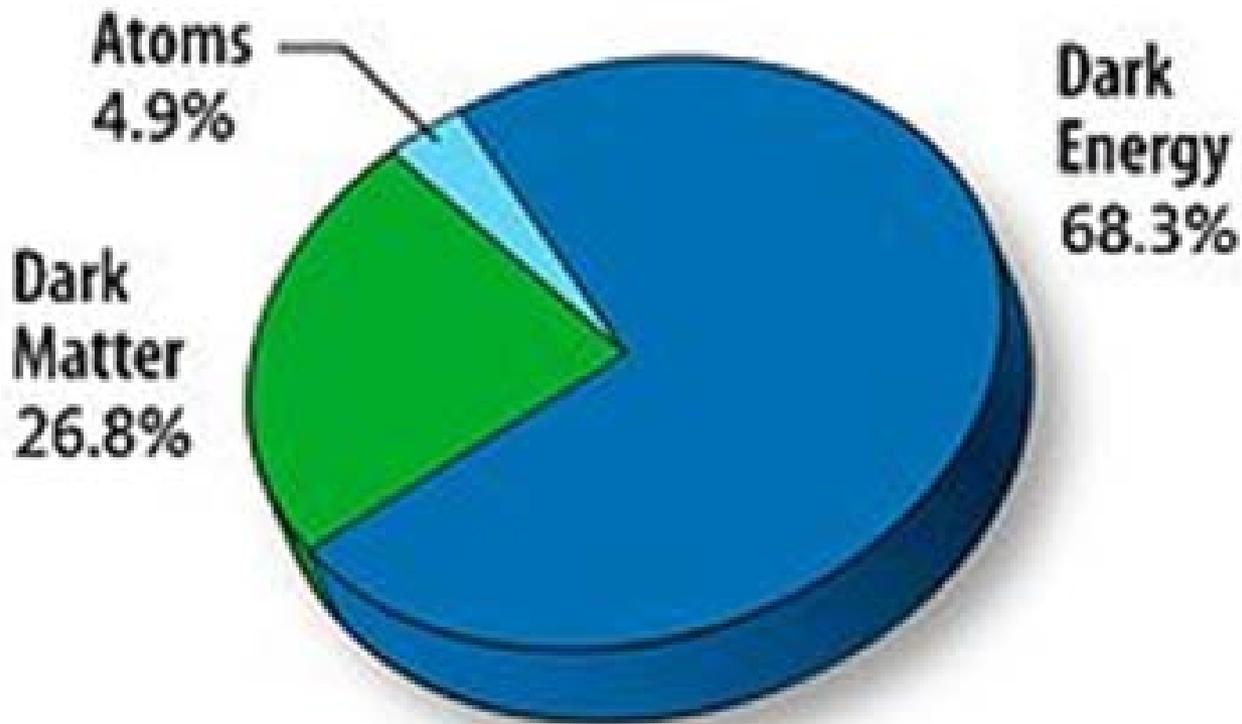




← Univers à 380 000 ans

Soleil actuel →





$\Omega_{DM} \sim 5 \Omega_{VM}$ (VM ~ matière visible, approximativement matière baryonique)
Nombres de particules semblables mais masse DM > masse VM (1-15 GeV)

Quelle sorte de matière noire? WIMPS?

(Weakly Interactive Massive particles)

Idée nouvelle : Asymmetric Dark Matter (ADM)

retour à l'Univers primordial: annihilation matière-antimatière – théorie de Sakharov

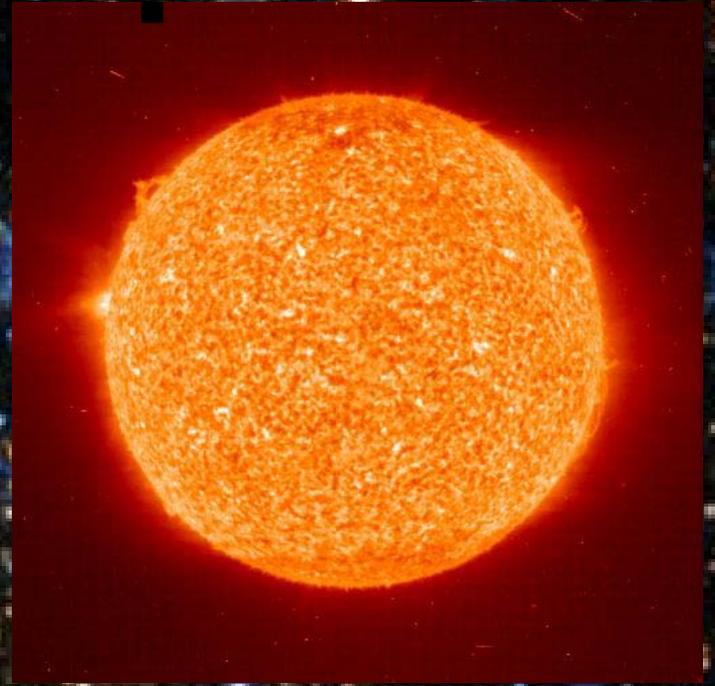
Asymétrie $B - \bar{B}$ sous diverses formes possibles:

dans la matière baryonique, dans la matière noire, dans une combinaison des deux...

Idées:

Comportement des particules noires semblable à celles des particules visibles

Organisation de la complexité, existence d'un photon noir massif ou non ?

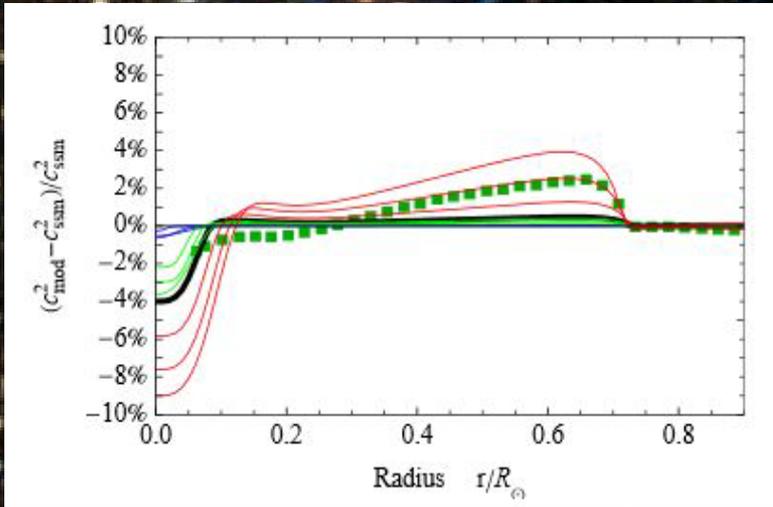


Questions importantes

pour étudier le comportement de la matière noire dans le Soleil et les étoiles :

Probabilités de collision DM-DM et DM-VM

Structure des particules noires, magnétisme...



Le Soleil est tellement bien connu qu'il peut aider à mieux cerner la matière noire...

Recherches en cours...

