

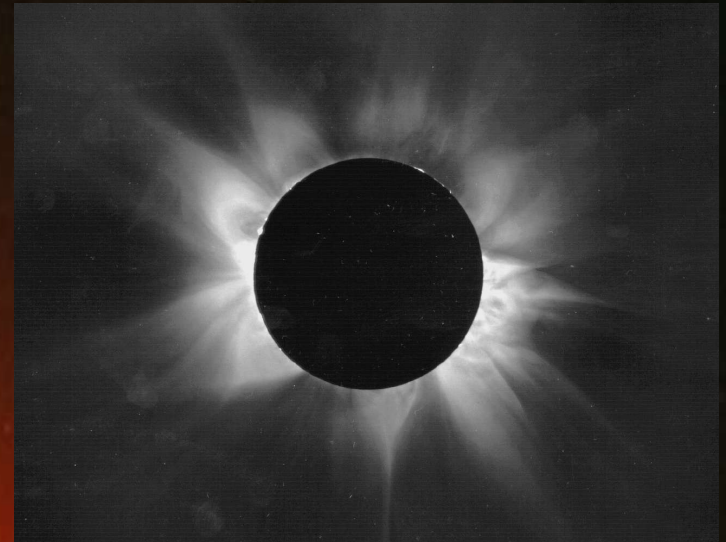


La magie du Soleil

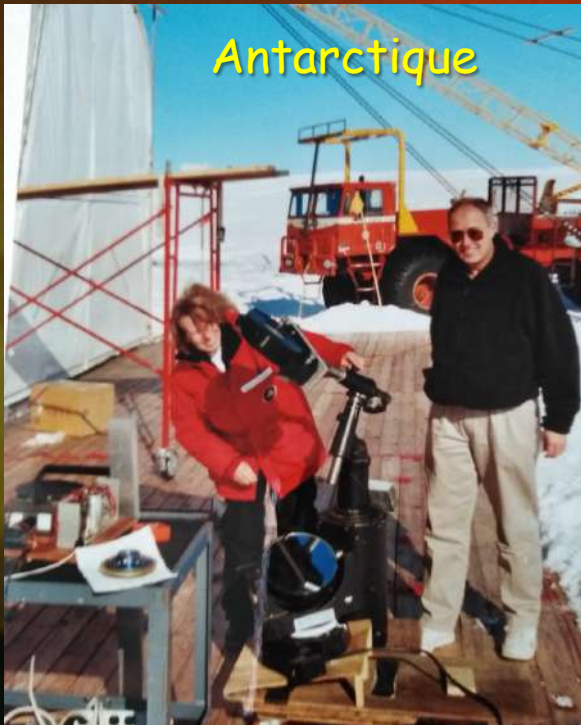
- I. Le soleil
- II. Eclipse

Brigitte Schmieder
Astronome
Observatoire de Paris

Chine



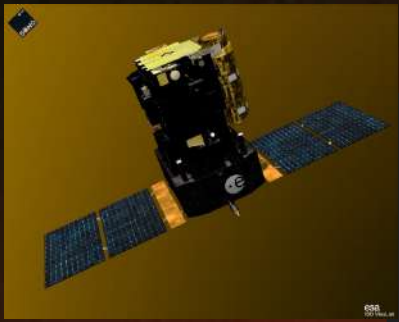
Antarctique



Mes observations

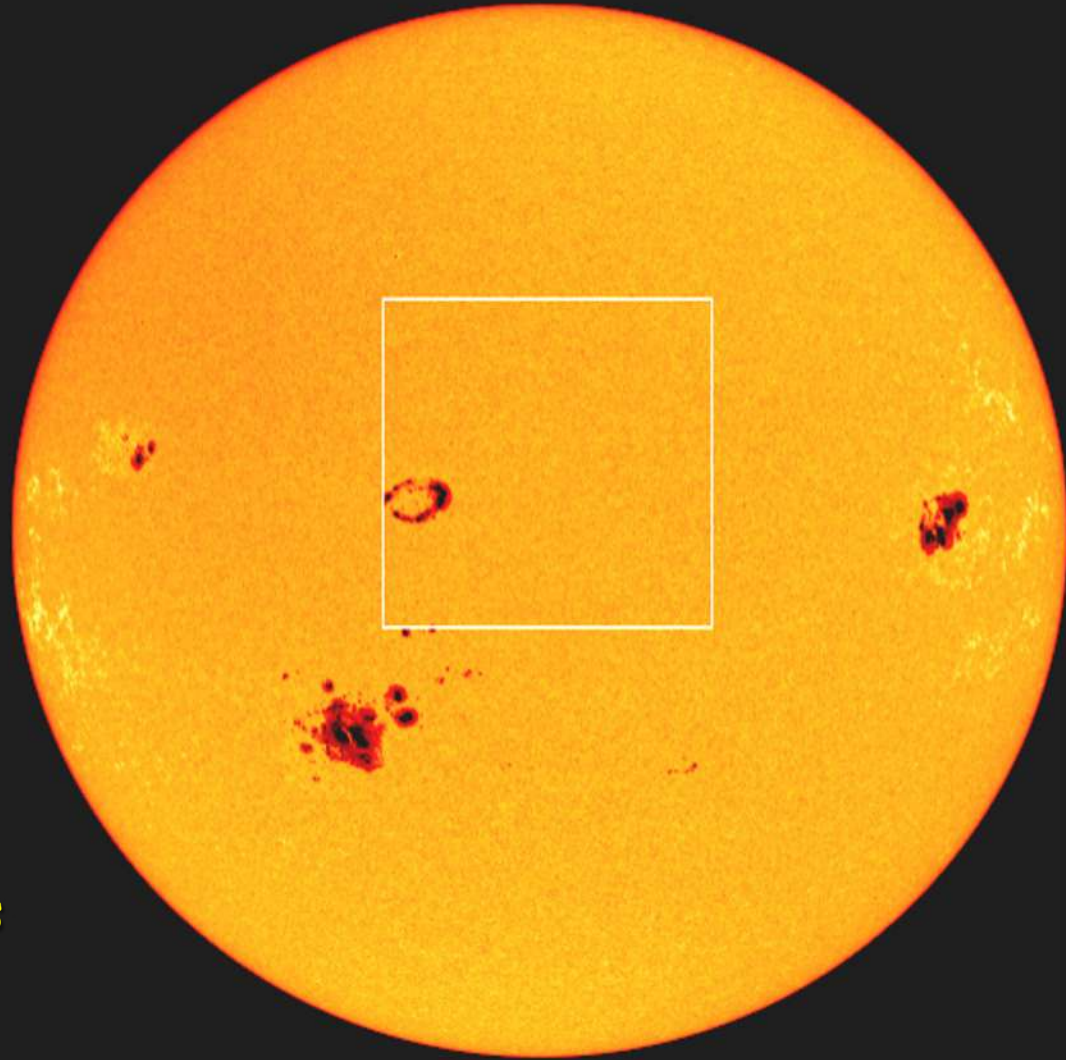
Ténérife





La photosphère à 5000 degrés

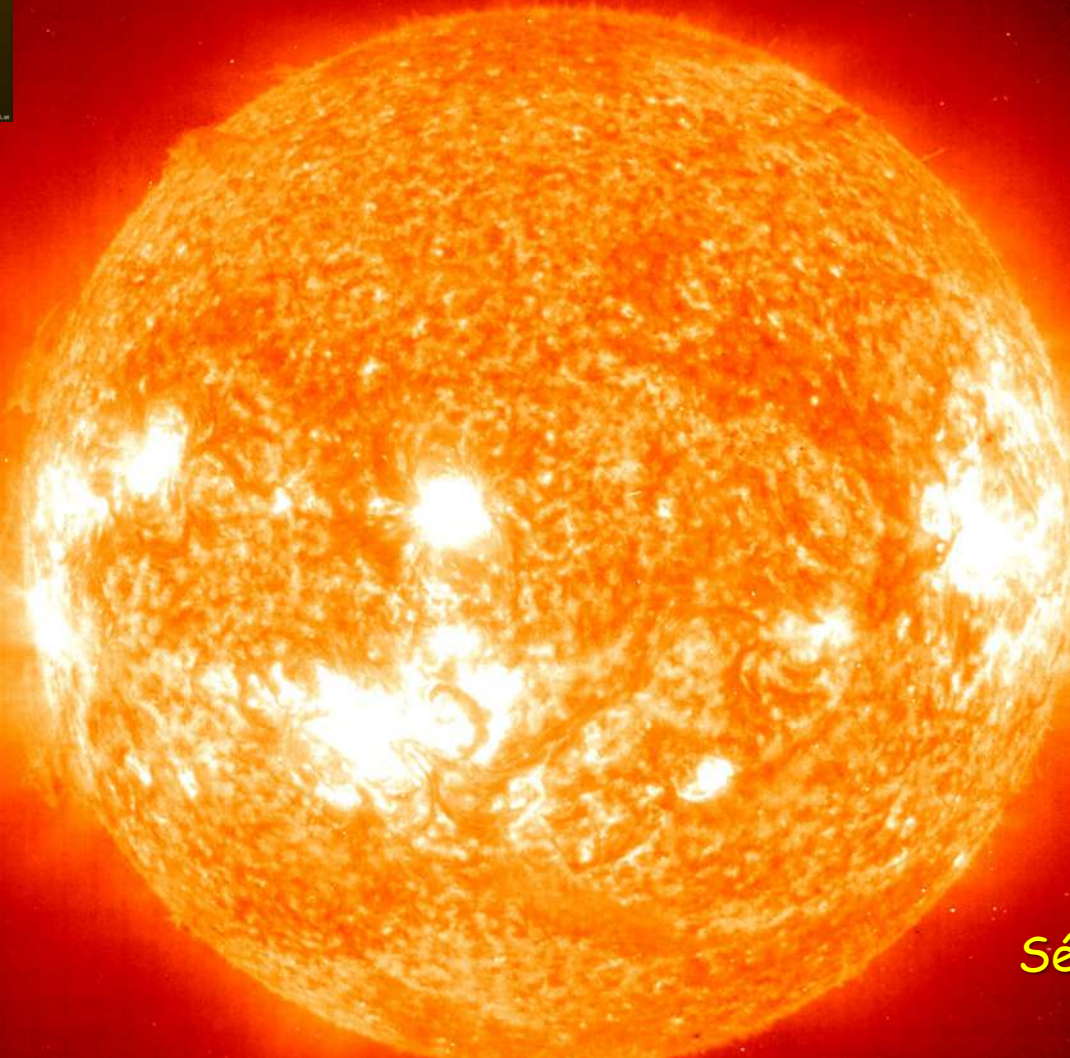
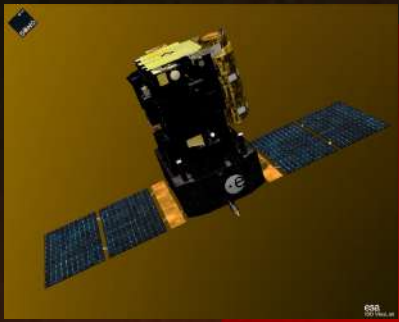
Rayon Soleil=
750.000 Km
110 X R(Terre)



C'est en 2003
en maximum
d'activité il y a
20 ans
(cycle des taches
11 ans
pourquoi?)

Notre soleil tourne sur lui-même en 27 jours (Gallilée)

La chromosphère



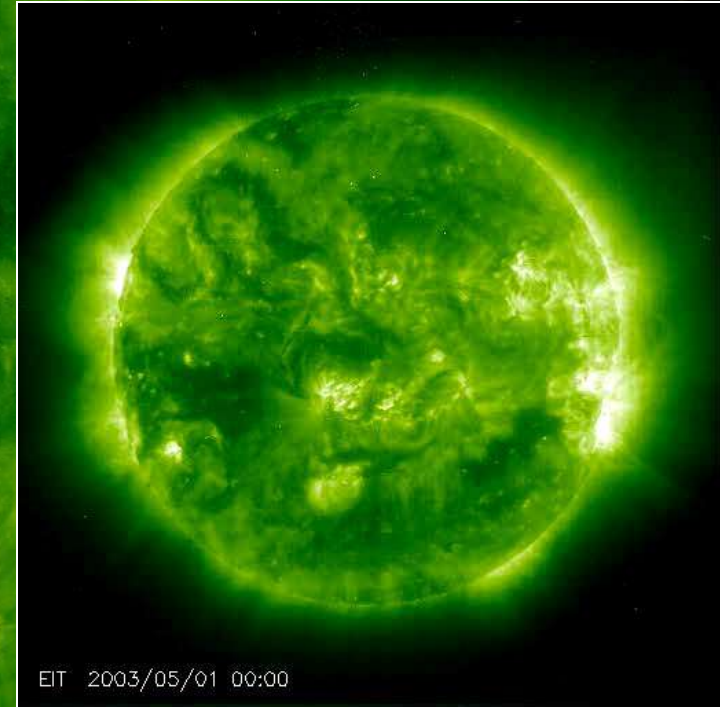
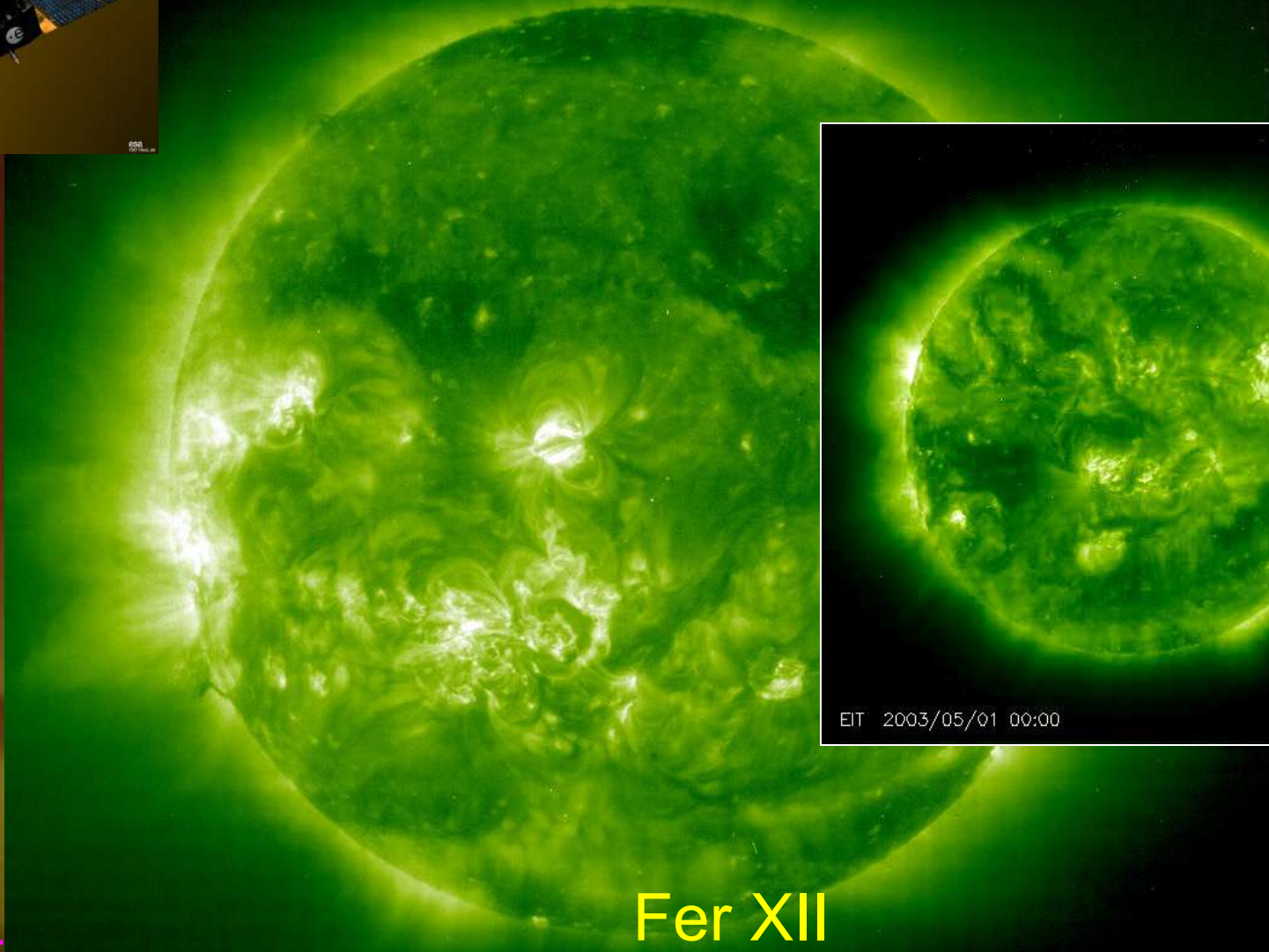
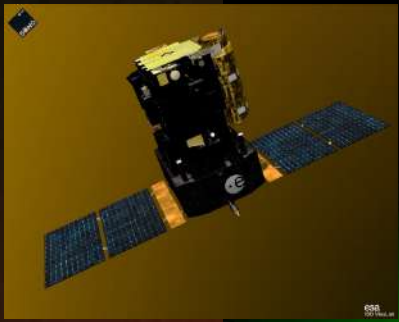
Séismes sur le soleil

27 oct 03

Helium II

T= 20 000 degrés

La couronne autour du soleil



EIT 2003/05/01 00:00

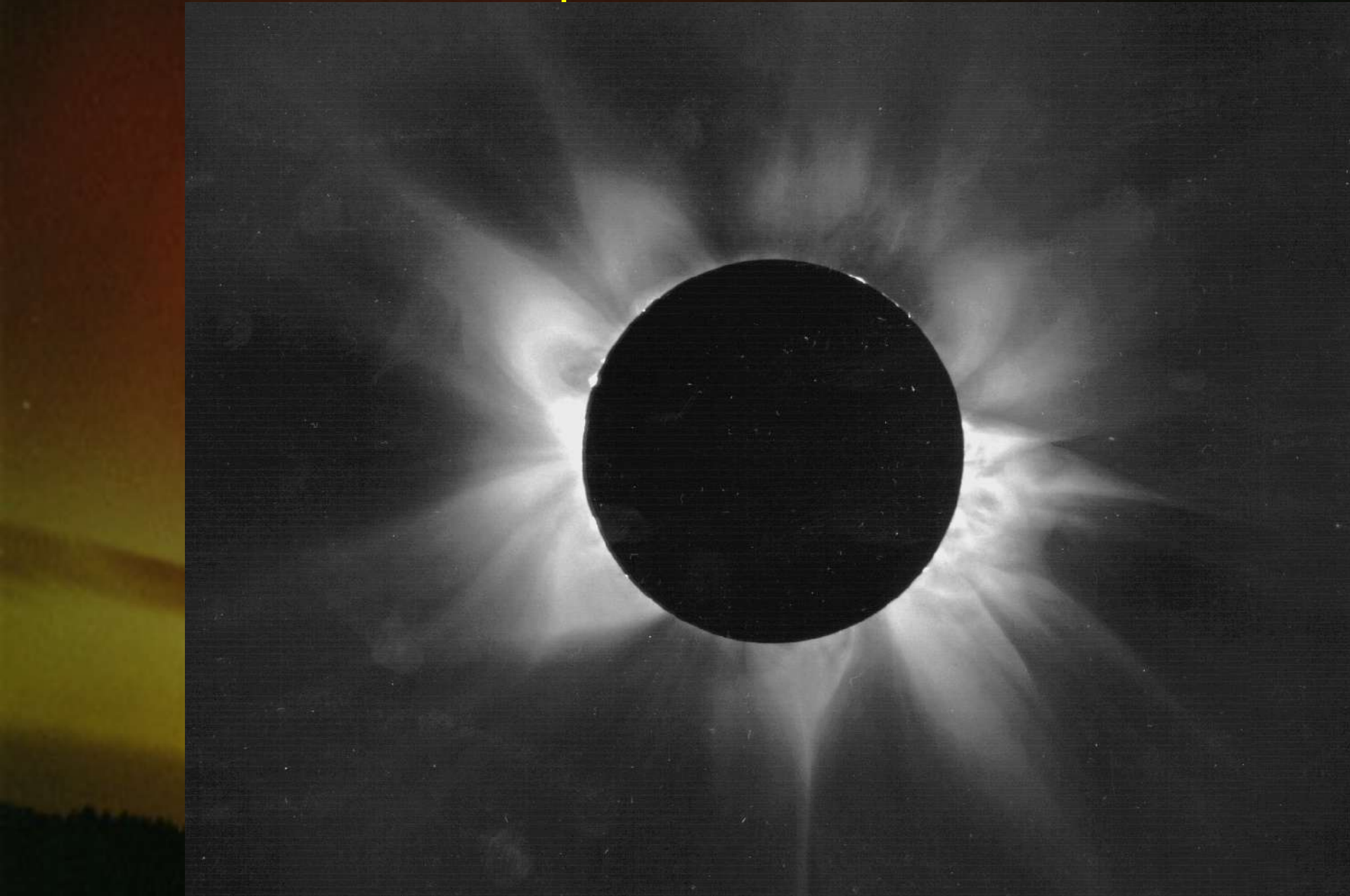
SoHO / EIT
27 oct 03

Fer XII

2003/10/27 22:12:11 UT

$T = 1,200,000 \text{ K}$

La couronne autour du soleil
en éclipse visible à l'œil nu



Les protubérances vues en éclipse



1919 Eddington traitée par Peter Hodalek

Eclipse Observations

Raies verte
et rouge du
Fer +13



Credit: Habbal et al
University of Hawaii



2020 14 dec.

La couronne solaire est un million de fois moins brillante que le disque solaire. Donc pour la voir il faut cacher le disque par la Lune ou avec un coronographe

La couronne est visible à l'œil nu car les poussières et les électrons qui la composent diffusent la lumière de la surface.

On peut la regarder aussi avec deux filtres vert et rouge où deux raies du spectre sont émises.

A la fin du XIX siècle on pensait qu'il existait un élément inconnu le coronium.

Mais Bengt Edlen en 1943 expliquait que ces raies étaient formées par le Fer auquel il fallait retirer 9 à 13 électrons (Fe XIV), lui qui en a 26 autour du noyau.

Mais il faut un **million de degrés** pour retirer ses électrons !!!!

Eclipse Observations

Raies verte
et rouge du
Fer +13

Credit: Habbal et al
University of Hawaii

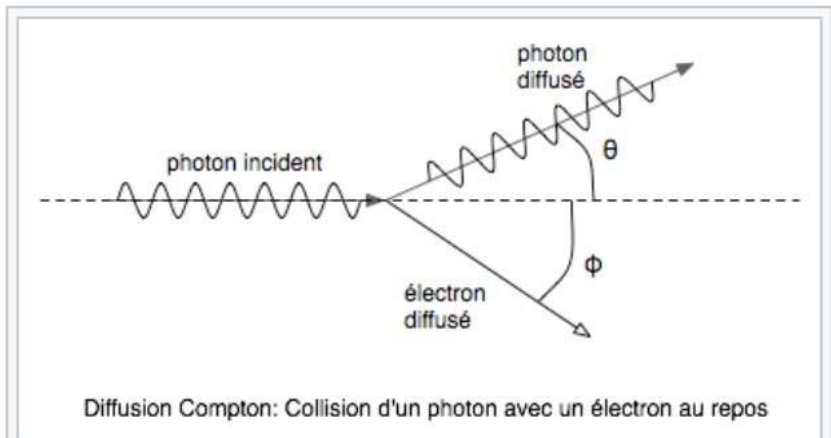


Schéma décrivant la diffusion d'un photon incident venant de la gauche, sur un électron au repos. Les trajectoires après la diffusion sont aussi indiquées. Voir la démonstration dans l'article [Diffusion Compton](#).

A la fin du XIX siècle on pensait qu'il existait un élément inconnu le coronium.

Mais Bengt Edlen en 1943 expliquait que ces raies étaient formées par le Fer auquel il fallait retirer 9 à 13 électrons (Fe XIV), lui qui en a 26 autour du noyau.

Mais il faut un **million de degrés** pour retirer ses électrons !!!!

2020 14 dec.

A Solar 'Atmosphere'?



Bengt Edlén (and King Gustaf)

$$A = \frac{1}{g_u} \left[\frac{2\pi \cdot 990}{\lambda(A)} \right]^3 S_{ul}$$

$$S_{ul} = 4/3$$

Ion	Config	λ	g_u	A
Ca XII	$2s^2 2p^6$	3329.0	2	487
Ni XVI	$3s^2 3p$	3595.6	4	193
Ni XII	$3s^2 3p^6$	4232.6	2	288
A XIV	$2s^2 2p$	4360.1	4	108
Fe XIV	$3s^2 3p$	5304.3	4	60
A X	$2s^2 2p^5$	5537.4	2	106
Fe X	$3s^2 3p^5$	6376.3	2	69

Coronium?

The solar corona is **very hot** (Millions of K), while the underlying photosphere is '**cool**' (~6000K blackbody).

→ Chapman's idea of a solar atmosphere...

Visible coronal lines

Bengt Edlén (1943)

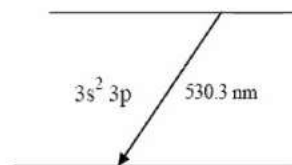
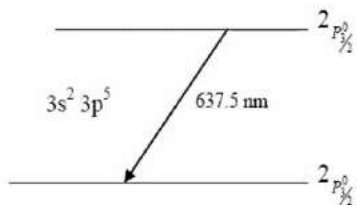
Green coronal line (530.3 nm) from Fe^{+13} .

Green (530.3 nm) & Red (637.5 nm) coronal lines →
Forbidden lines in the spectra of Fe XIV (Fe^{+13}) & Fe X (Fe^{+9})



Fe X '**Red**' line

Fe XIV '**Green**' line



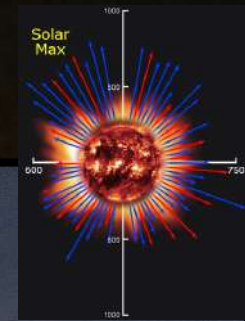
'**Red**' and '**Green**' coronal lines.



QUELLE EST L'ORIGINE DU VENT SOLAIRE?

-ACCELERATION?

-STRUCTURES MAGNÉTIQUES?



Mesures directes de la
vitesse du vent solaire
(Sonde Ulysses)

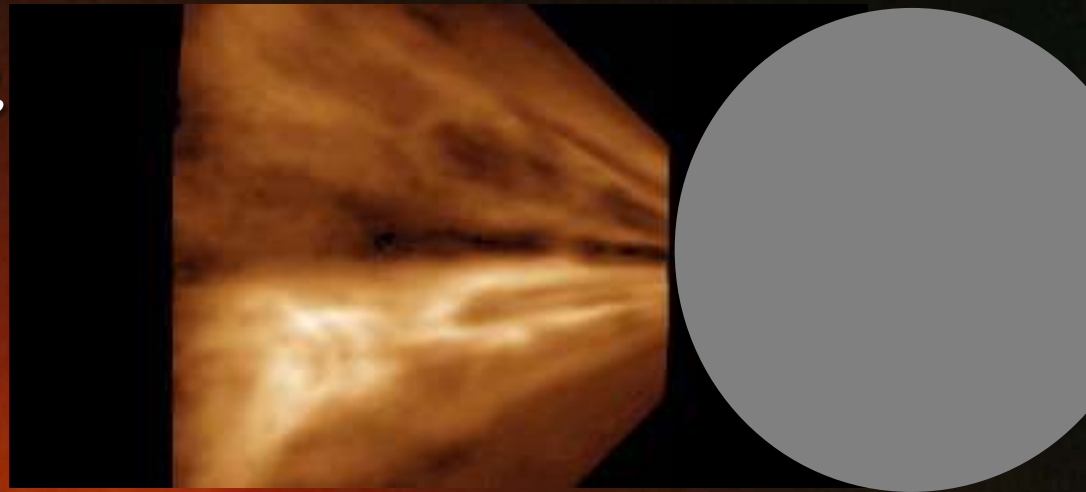


VARIATIONS AVEC LE CYCLE SOLAIRE?
(RAPPORT AVEC SON INTERIEUR?)

Eclipse de mars 2015 vue de Norvège (Druckmüller)

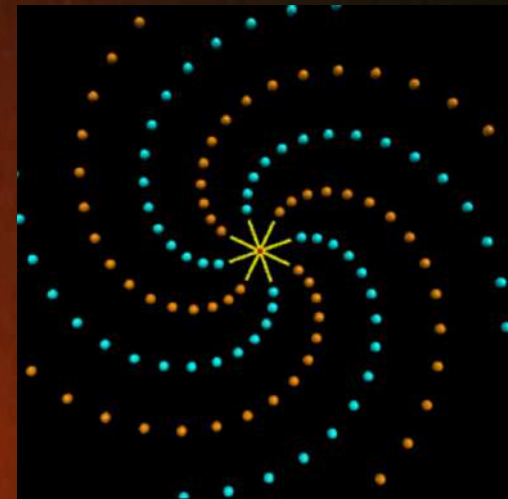
Le vent solaire

- Ejection de particules $\sim 10^9$ kg/s
- Vitesse: 300 – 750+ km/s
- remplit le milieu interplanétaire :
- sous forme de structure en spirale

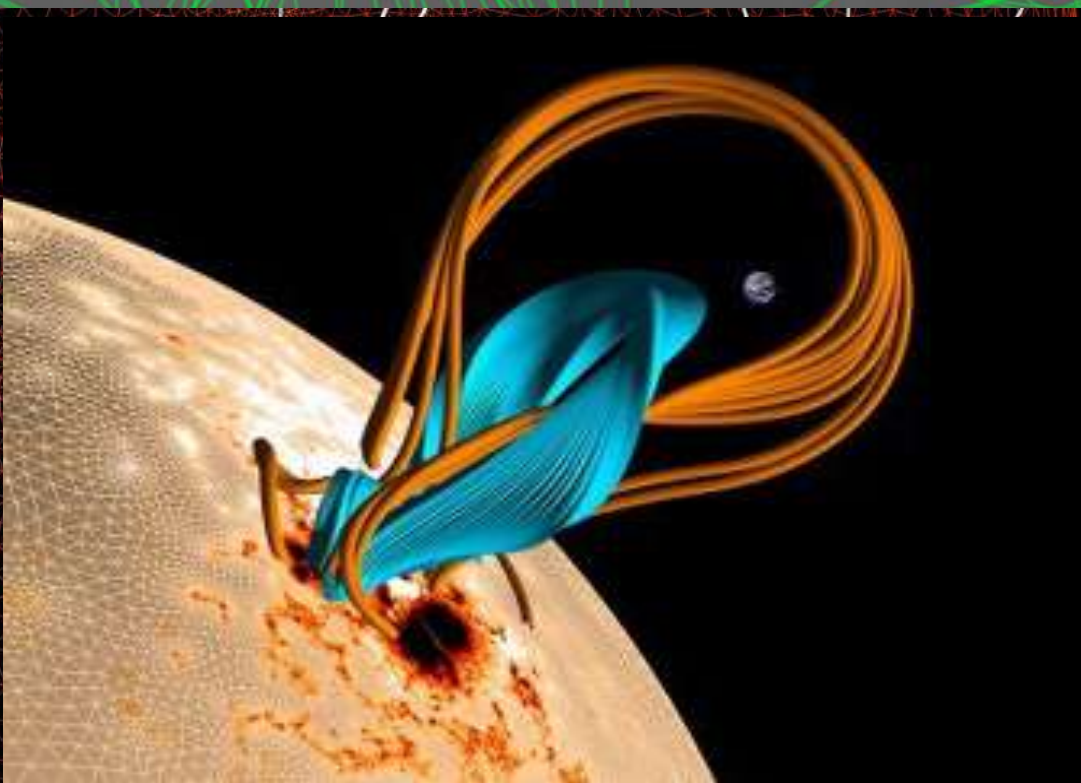
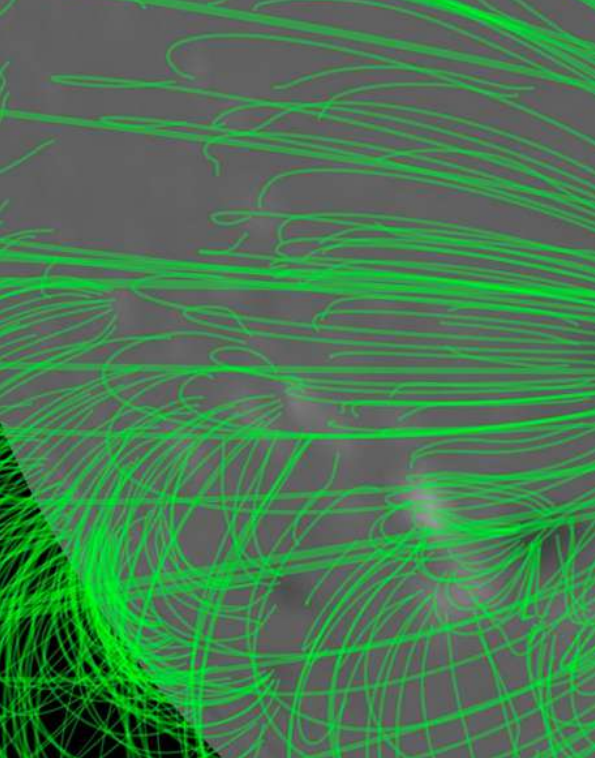
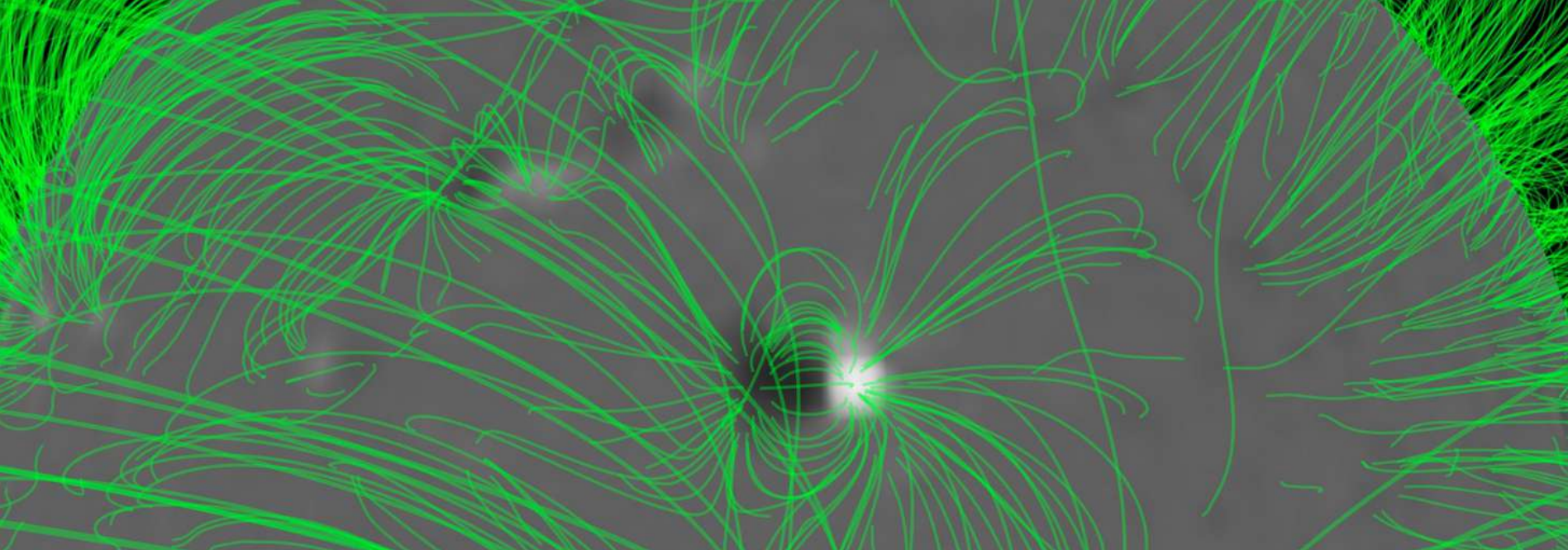


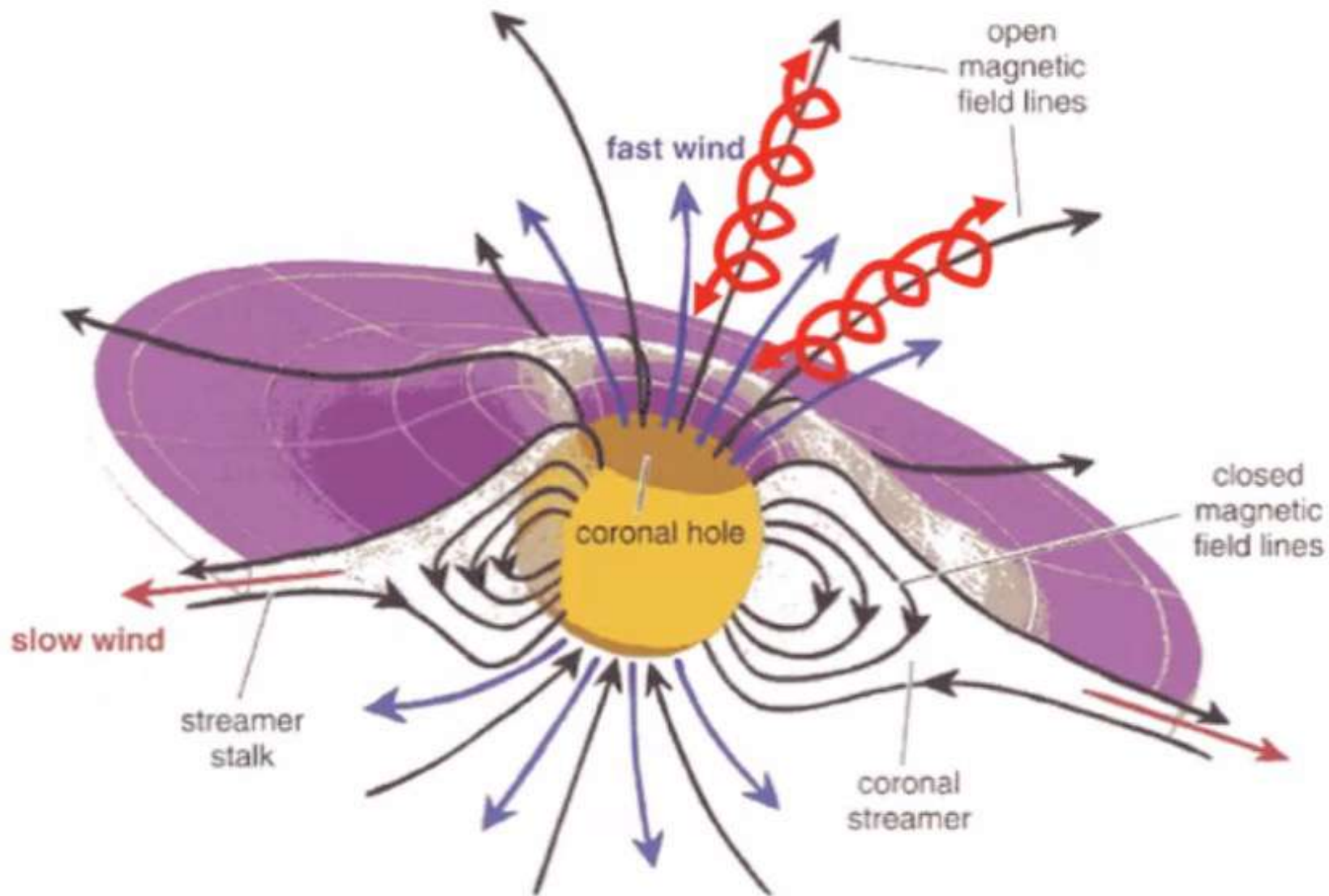
Processed solar wind images of STEREO A (COR2).

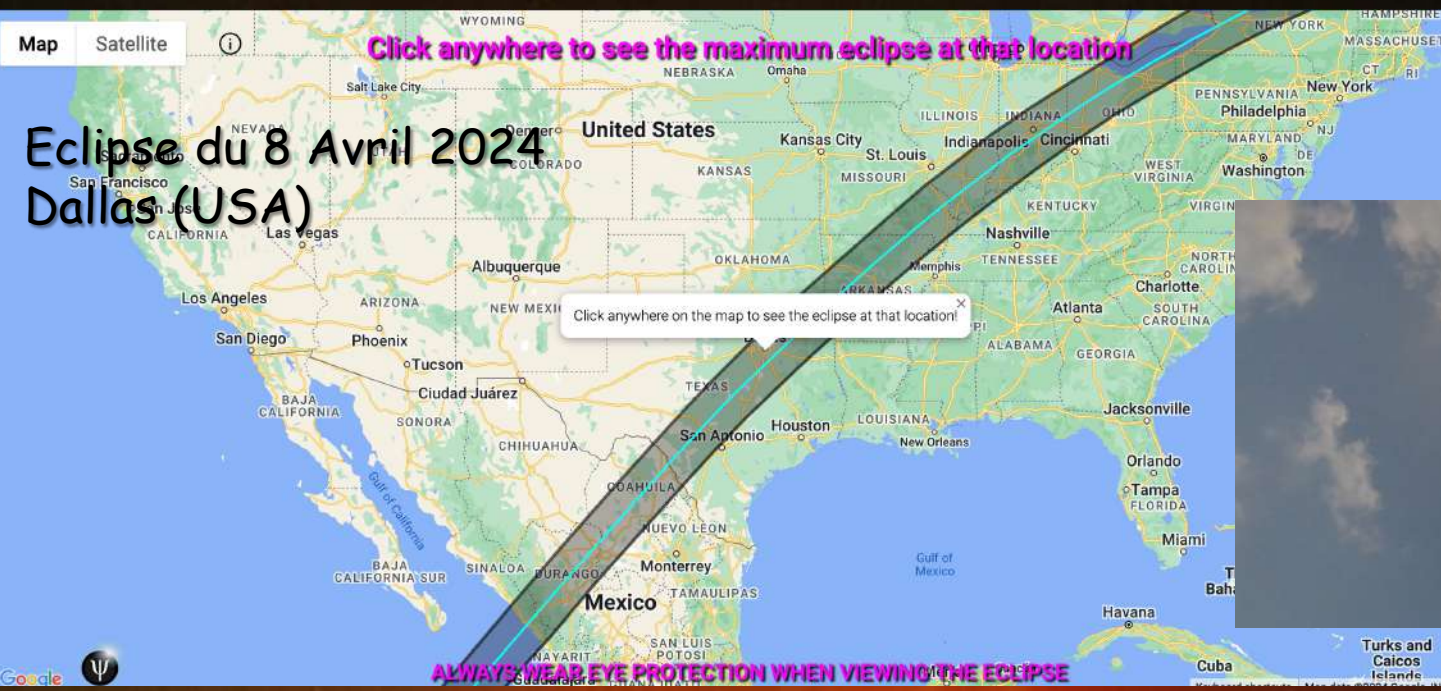
DeForest+(2018)



Ecliptic view
Source: N. Wijsen



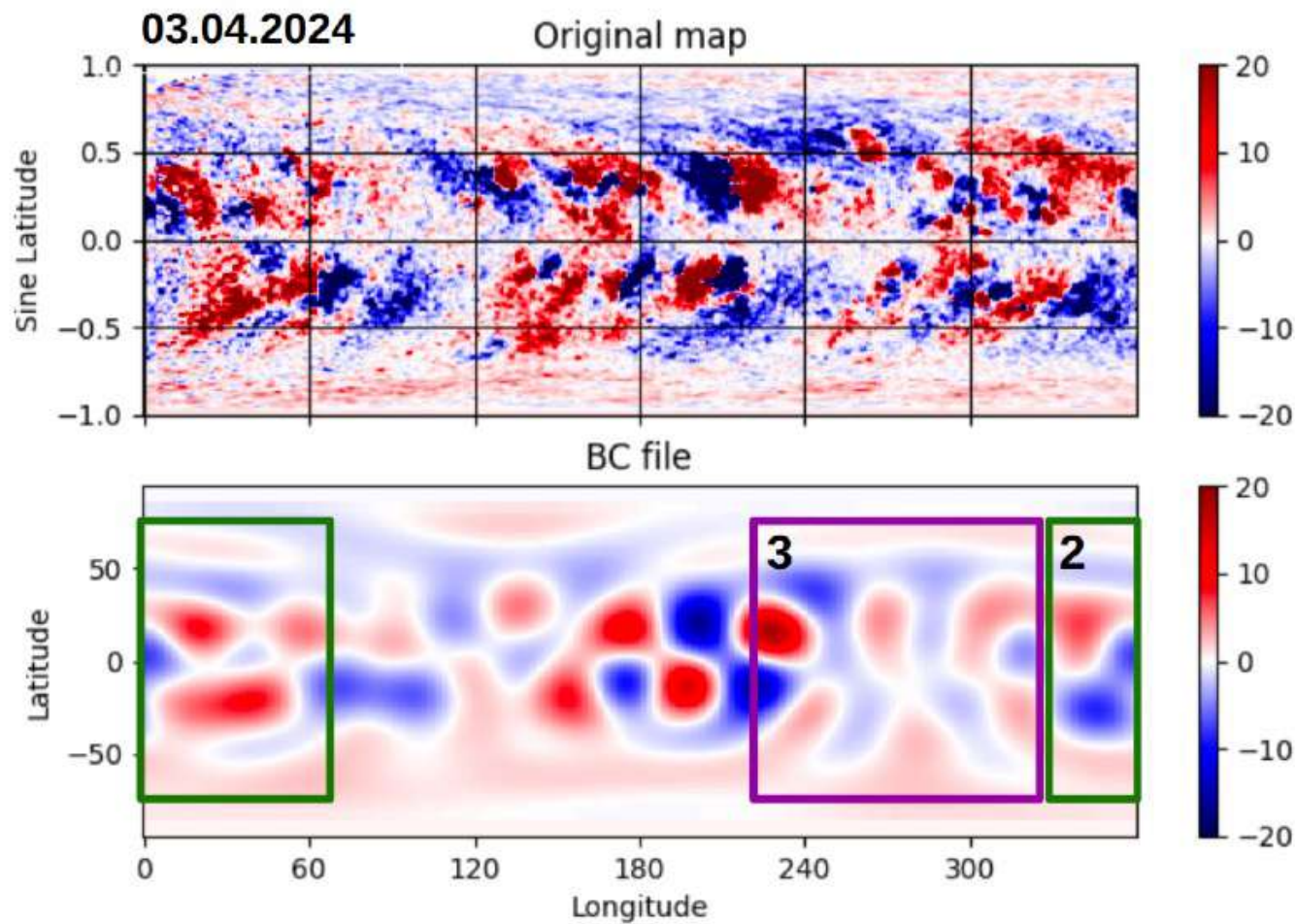




Eclipse totale ma photo non retouchée!



Prévision le 3 Avril 2024

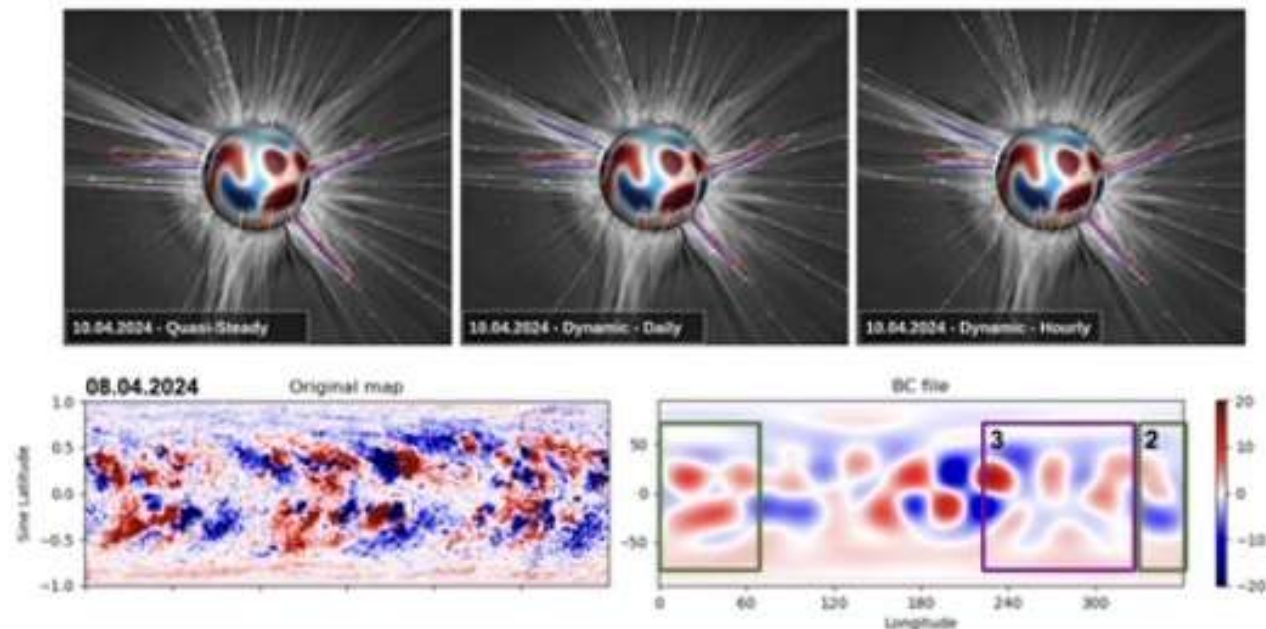


03.04.2024 - Dynamic - Hourly

GONG synoptic maps

Modelling the total solar eclipse in 2024 with COCONUT

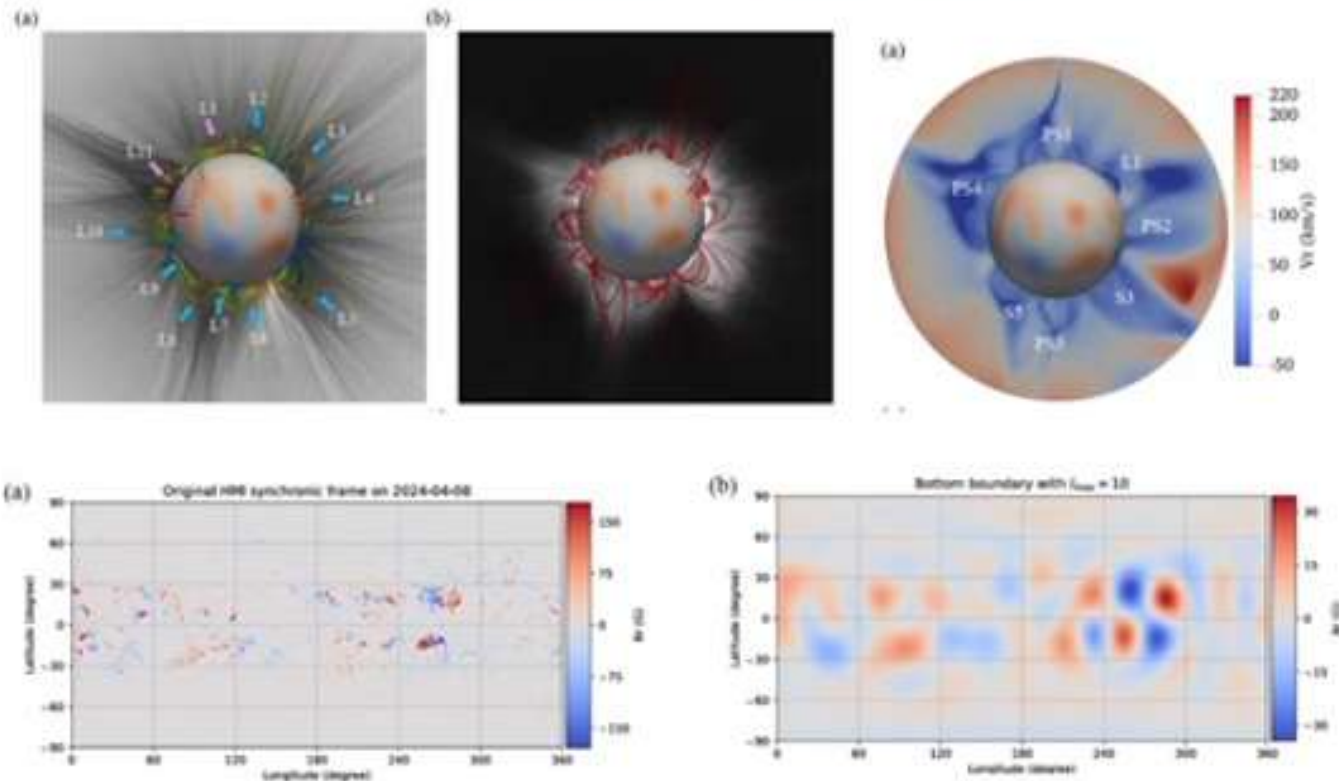
T. Baratashvili¹, H. P. Wang¹, D. Sorokina¹, A. Lani¹, S. Poedts^{1,2}



HMI synoptic maps

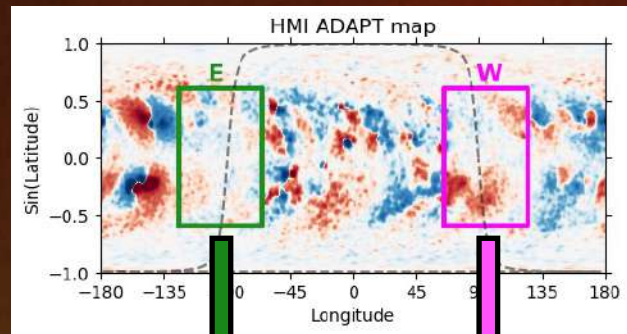
Data-constrained magnetohydrodynamic simulation of global solar corona including solar wind effects within $2.5 R_{\odot}$

YIHUA LI,¹ GUOYIN CHEN,^{1,2} JINHAN GUO,¹ YANG GUO,¹ HAO WU,^{1,3} YUHAO HUANG,¹
XIN CHENG,¹ M. D. DING,¹ AND RONY KEPPENS³



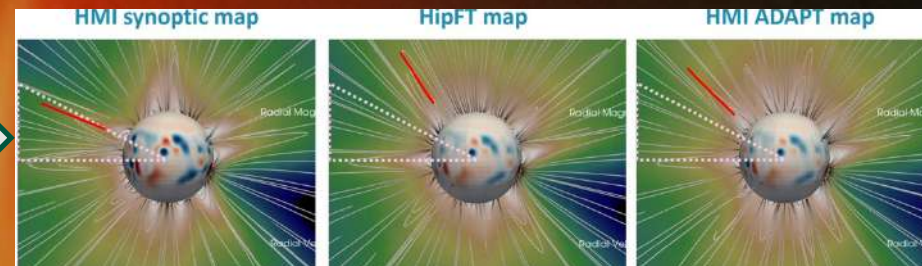
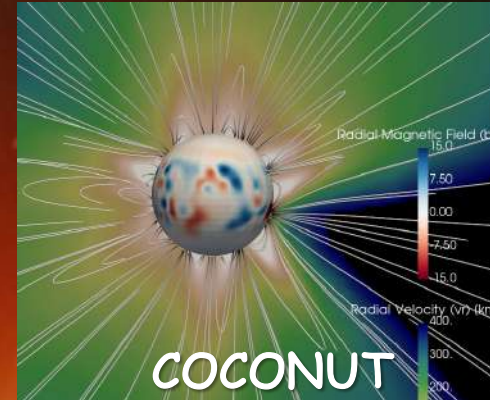
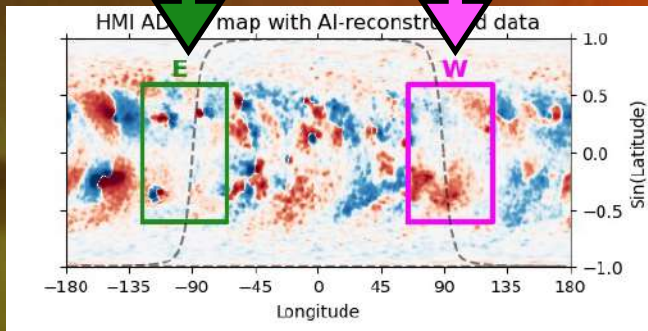
AI-based far-side magnetograms

Avec l'intelligence artificielle :
modèles (12 heures avant), modèle de la rotation précédente



AI

AI



Downs et al. (2025)

Source: Hyun-Jin Jeong

Centre for mathematical
Plasma Astrophysics

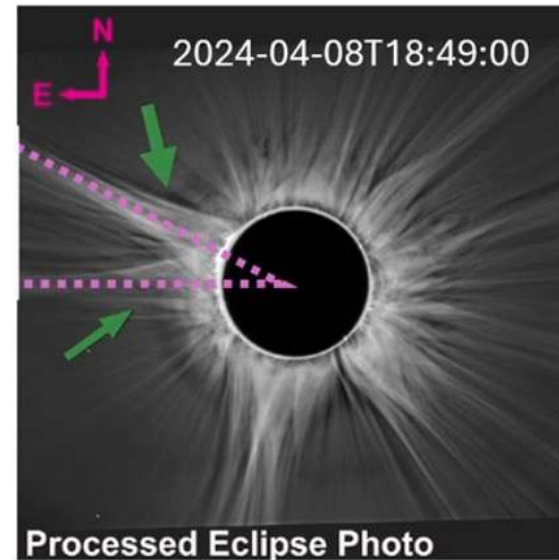
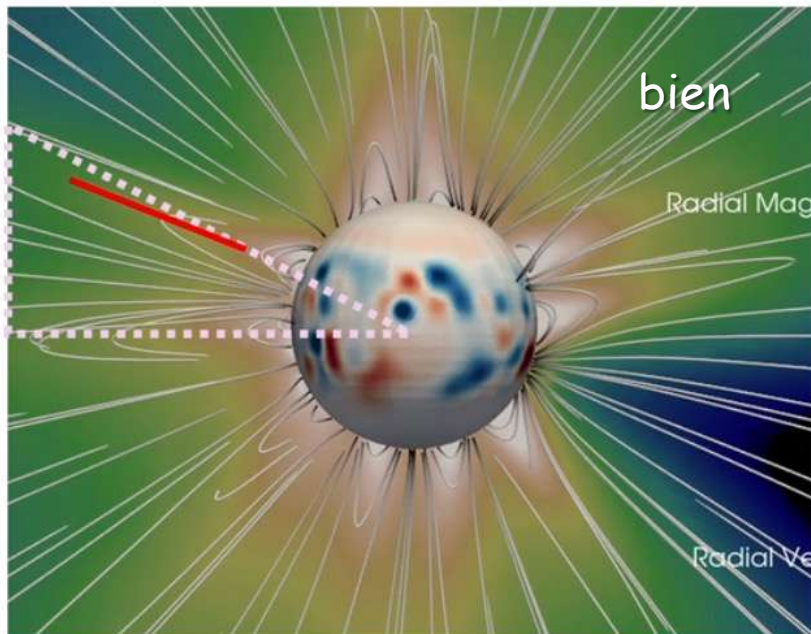


C. Downs et al.
(2025)

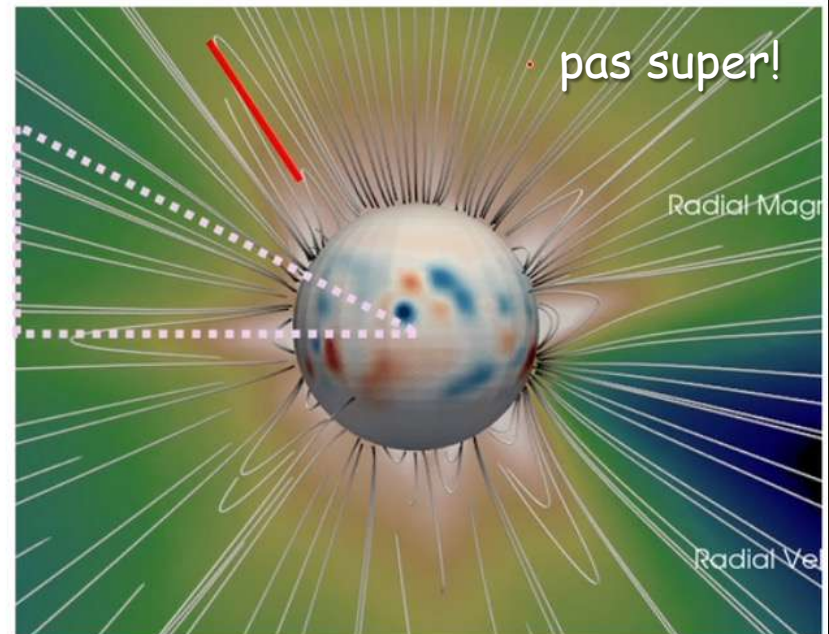
Prédictions américaines

HMI magnétographe sur la sonde SDO
HipFT obtenu après un calcul de
transport de flux magnétique (FT) grâce
à la seismologie solaire

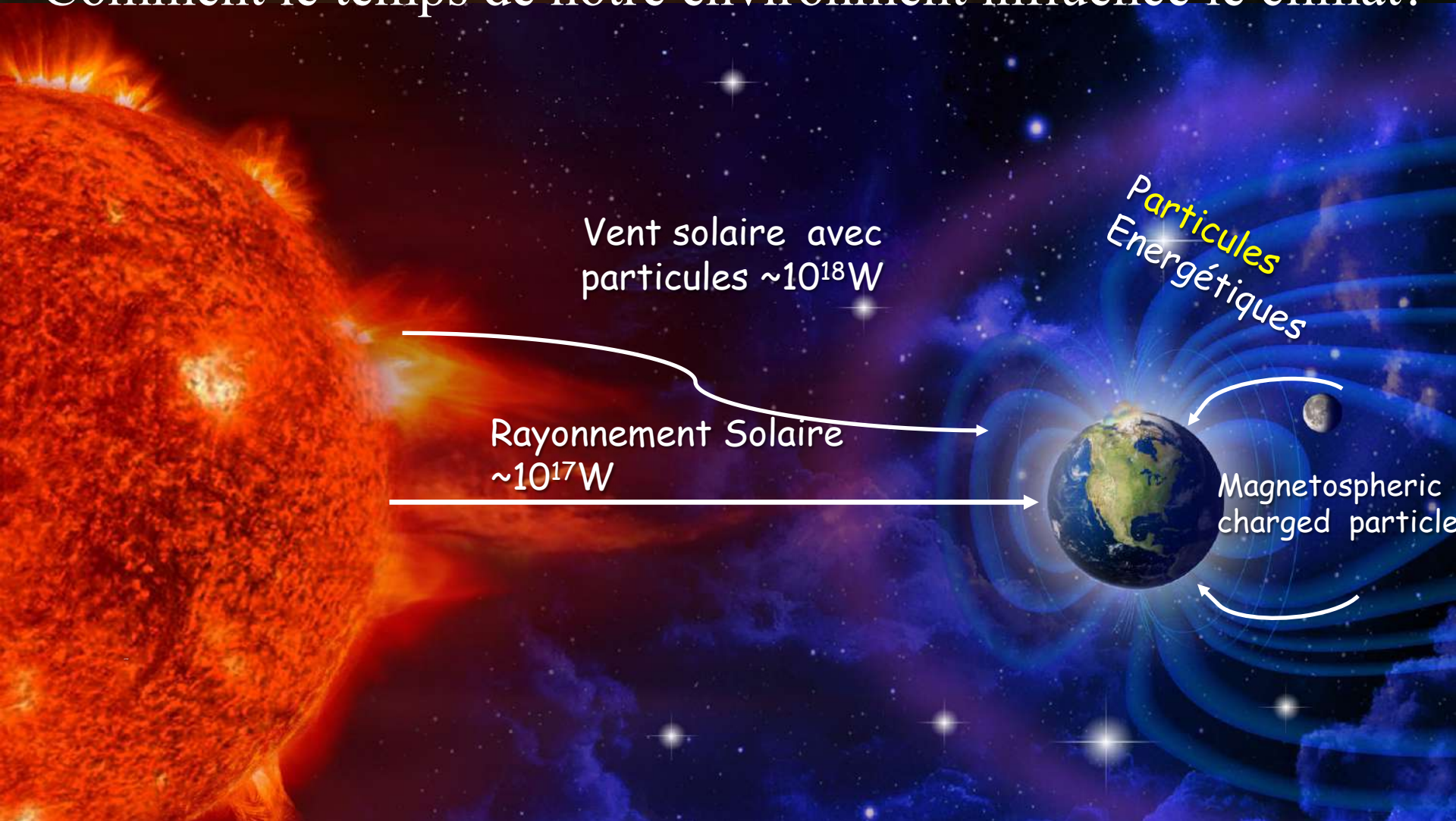
HMI synoptic map



HipFT map



Comment le temps de notre environnement influence le climat?



Credit:
NASA

source: Annika Seppälä ([Department of Physics, University of Otago, New Zealand](#))

Merci

