

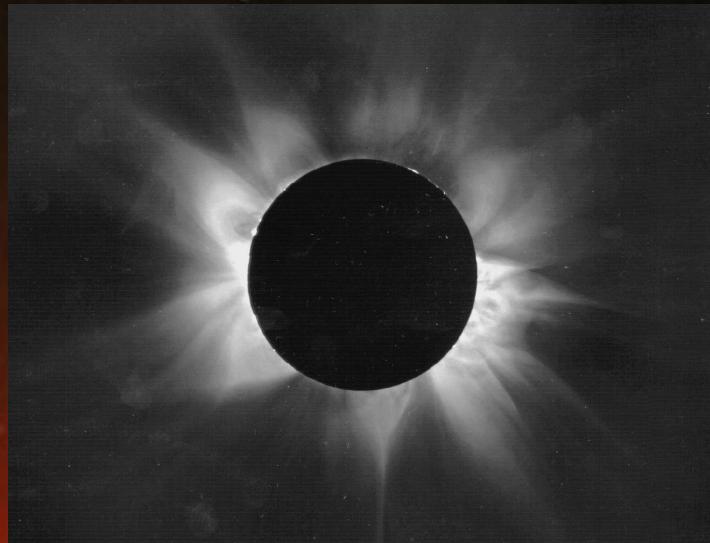


La magie du Soleil

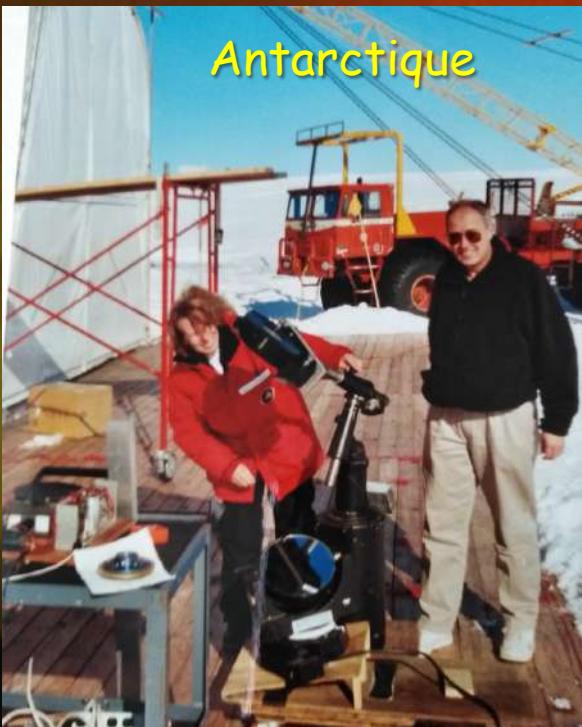
- I. Le soleil
- II. Eclipse

Brigitte Schmieder
Astronome
Observatoire de Paris

Chine



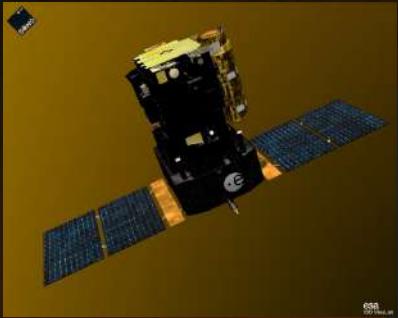
Antarctique



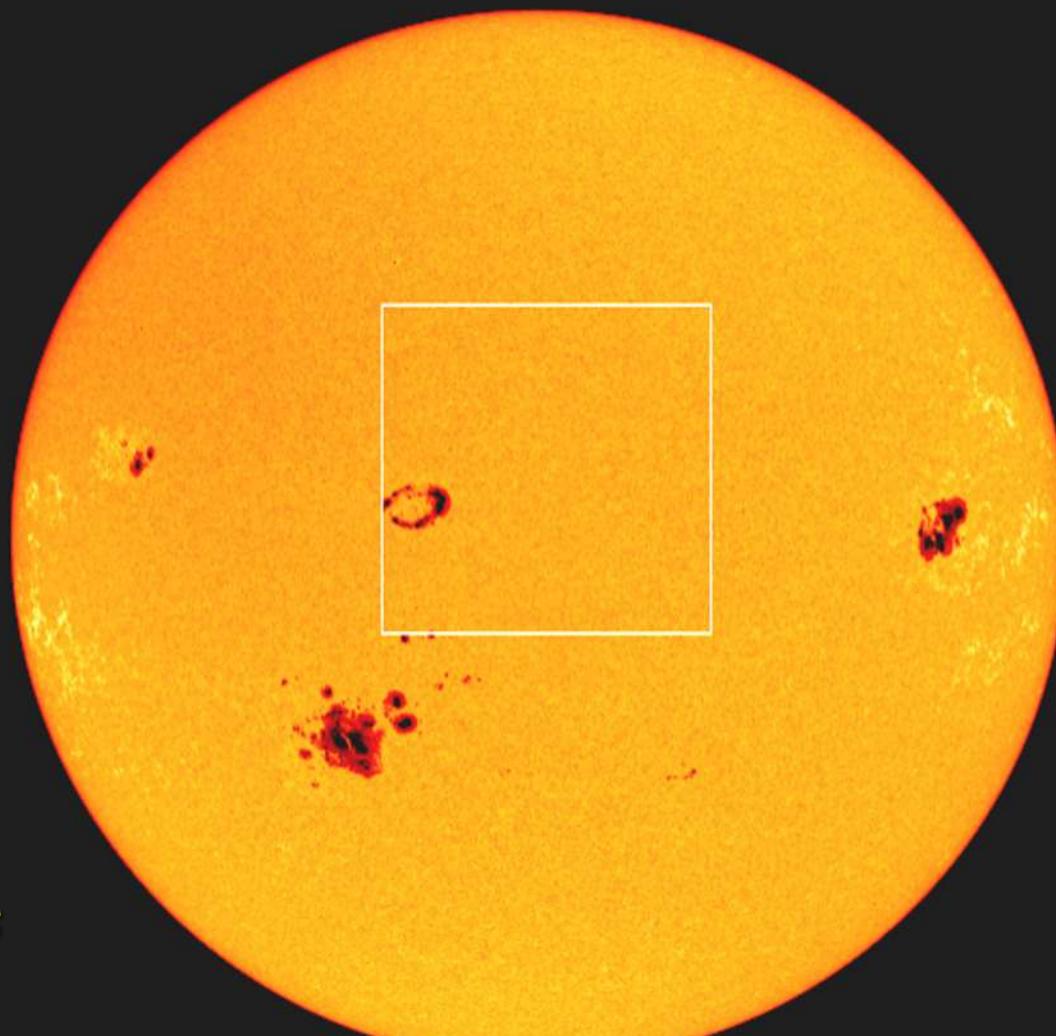
Mes observations

Ténérife





La photosphère à 5000 degrés

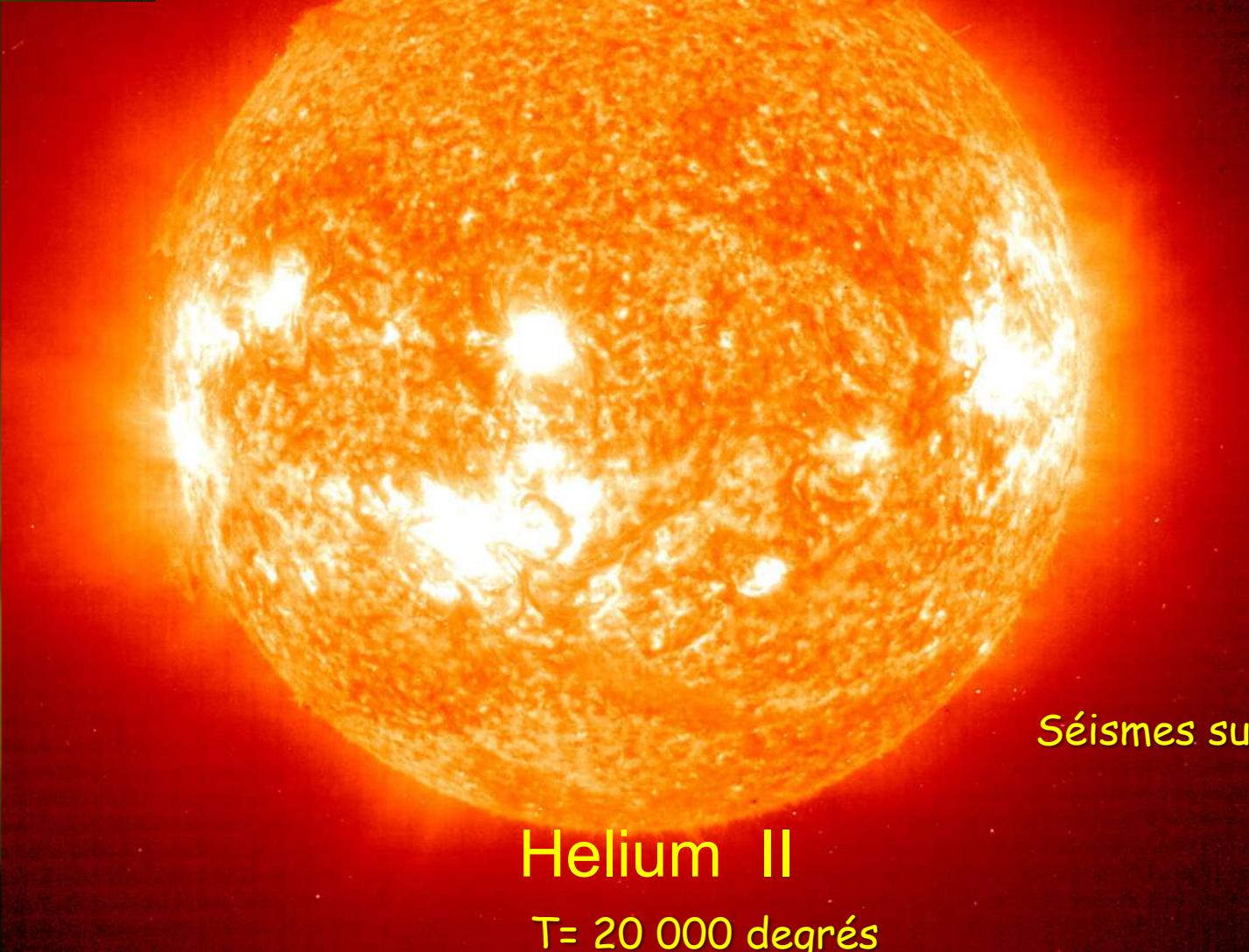
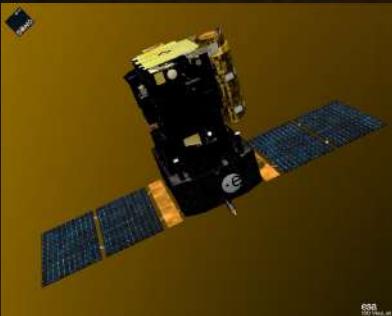


C'est en 2003
en maximum
d'activité il y a
20 ans
(cycle des taches
11 ans
pourquoi?)

Rayon Soleil =
750.000 Km
 $110 \times R(\text{Terre})$

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

La chromosphère



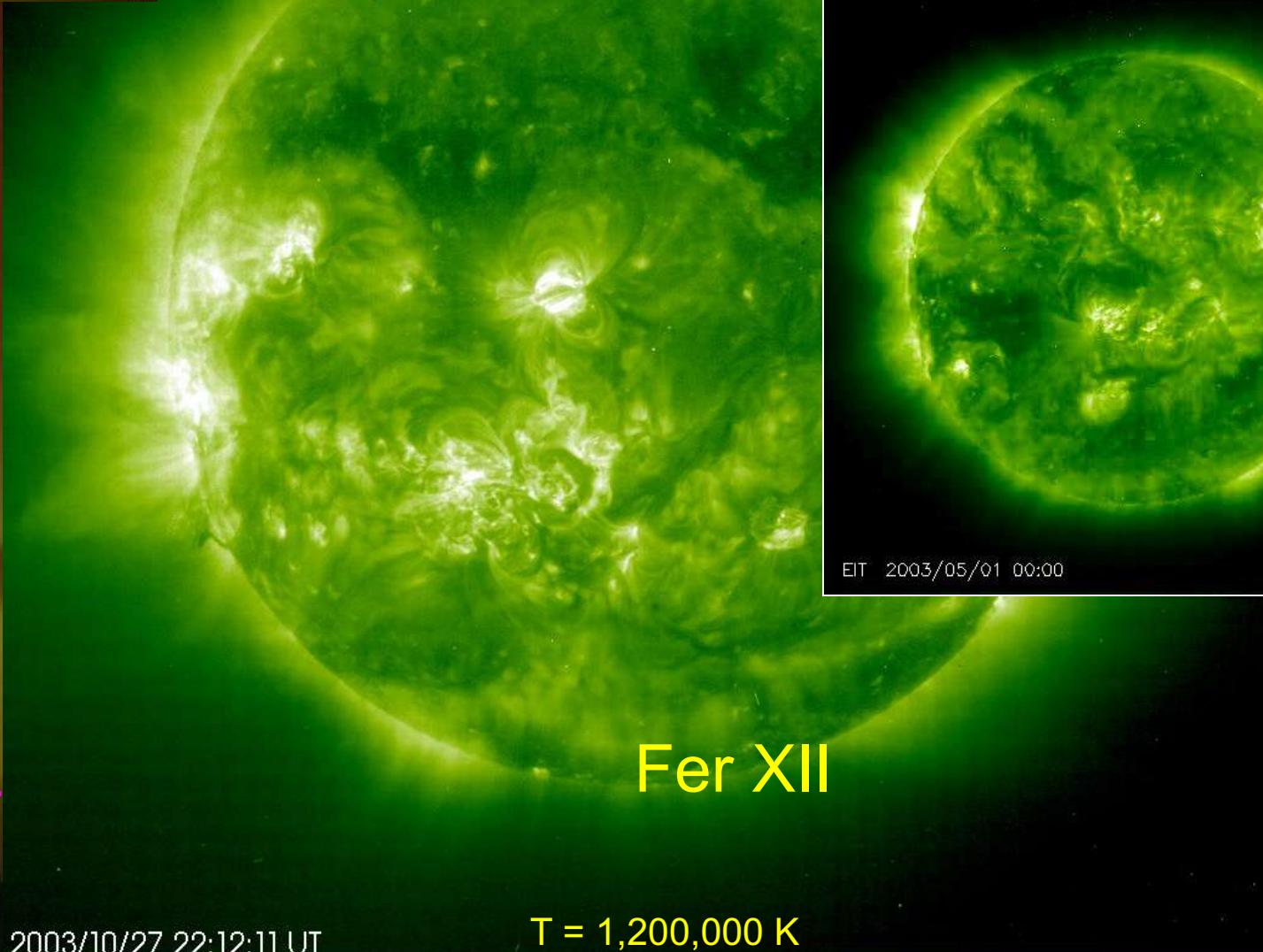
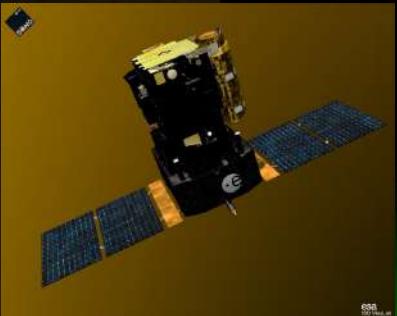
Séismes sur le soleil

Helium II

T= 20 000 degrés

27 oct 03

La couronne autour du soleil



Fer XII

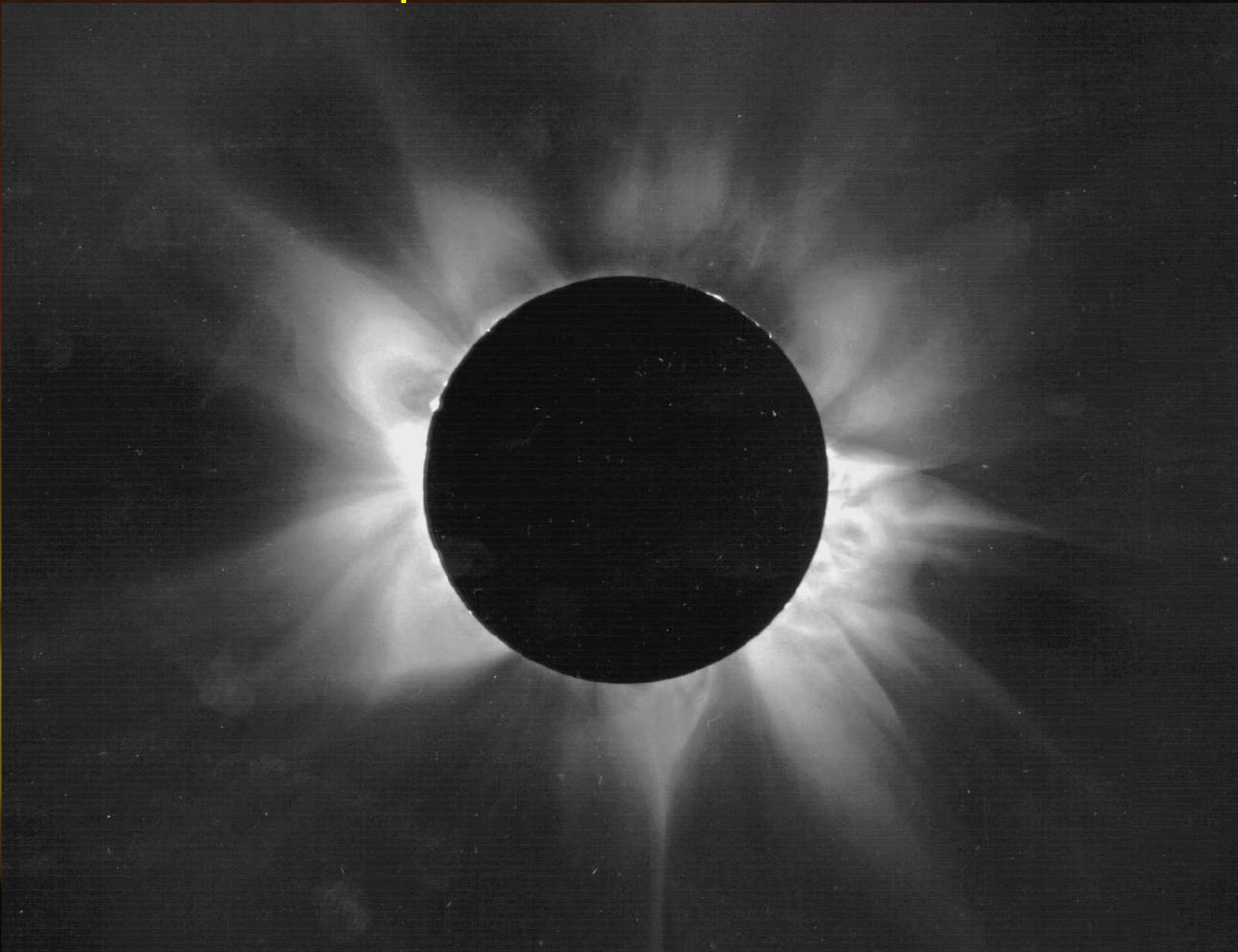
SoHO / EIT

27 oct 03

2003/10/27 22:12:11 UT

T = 1,200,000 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

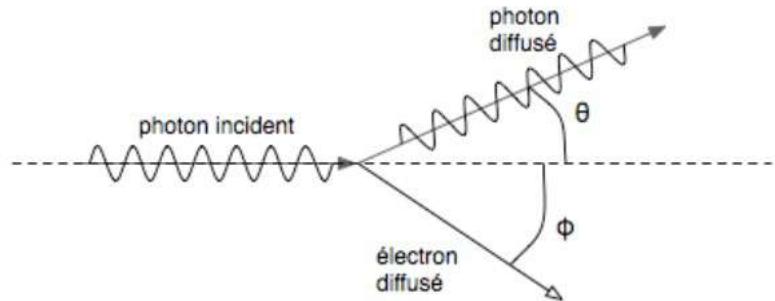
Raies verte
et rouge du
Fer +13



Credit: Habbal et al
University of Hawaii



2020 14 dec.



Diffusion Compton: Collision d'un photon avec un électron au repos

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 !!!!

A Solar 'Atmosphere'?



Bengt Edlen (and King Gustaf)

Visible coronal lines

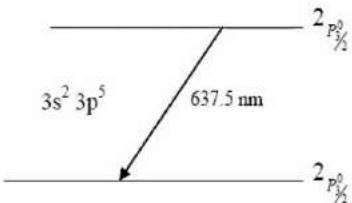
Bengt Edlén (1943)

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

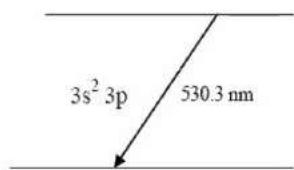
Green (530.3 nm) & Red (637.5 nm) coronal lines →
Forbidden lines in the spectra of Fe XIV (Fe⁺¹³) & Fe X (Fe⁺⁹)



Fe X 'Red' line



Fe XIV 'Green' lin



'Red' and 'Green' coronal lines.

$$A = \frac{1}{g_u} \left[\frac{29.990}{\lambda(A)} \right]^3 S_{uu}$$

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

Ion	Config	λ	g_u	A
Ca XII	$2s^2 2p^5$	3329.0	2	487
Ni XVI	$3s^2 3p$	8595.8	4	193
Ni XII	$3s^2 3p^5$	4232.6	2	287
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).

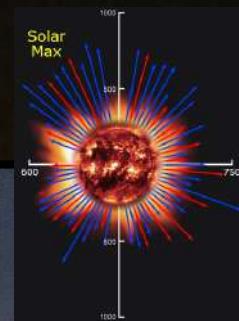
→ Chapman's idea of a solar atmosphere...



QUELLE EST L'ORIGINE DU VENT SOLAIRE?

-ACCELERATION?

-STRUCTURES MAGNÉTIQUES?



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

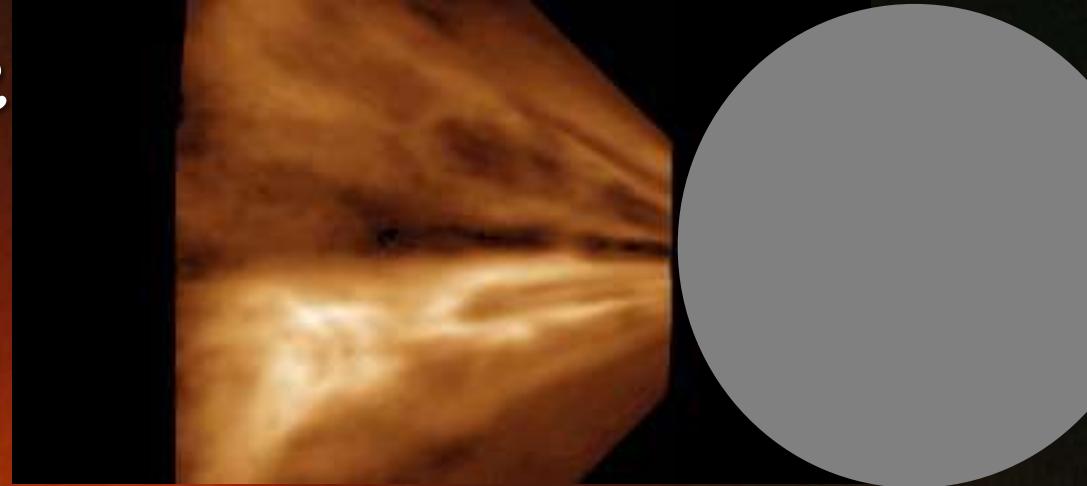


VARIATIONS AVEC LE CYCLE SOLAIRE? (RAPPORT AVEC SON INTERIEUR?)

Eclipse de mars 2015 vue de Norvège (Druckmüller)

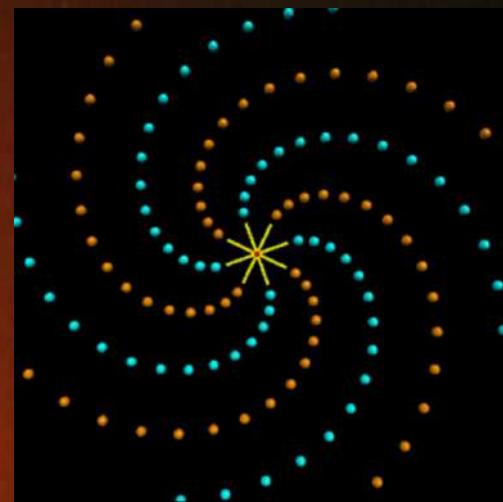
Le vent solaire

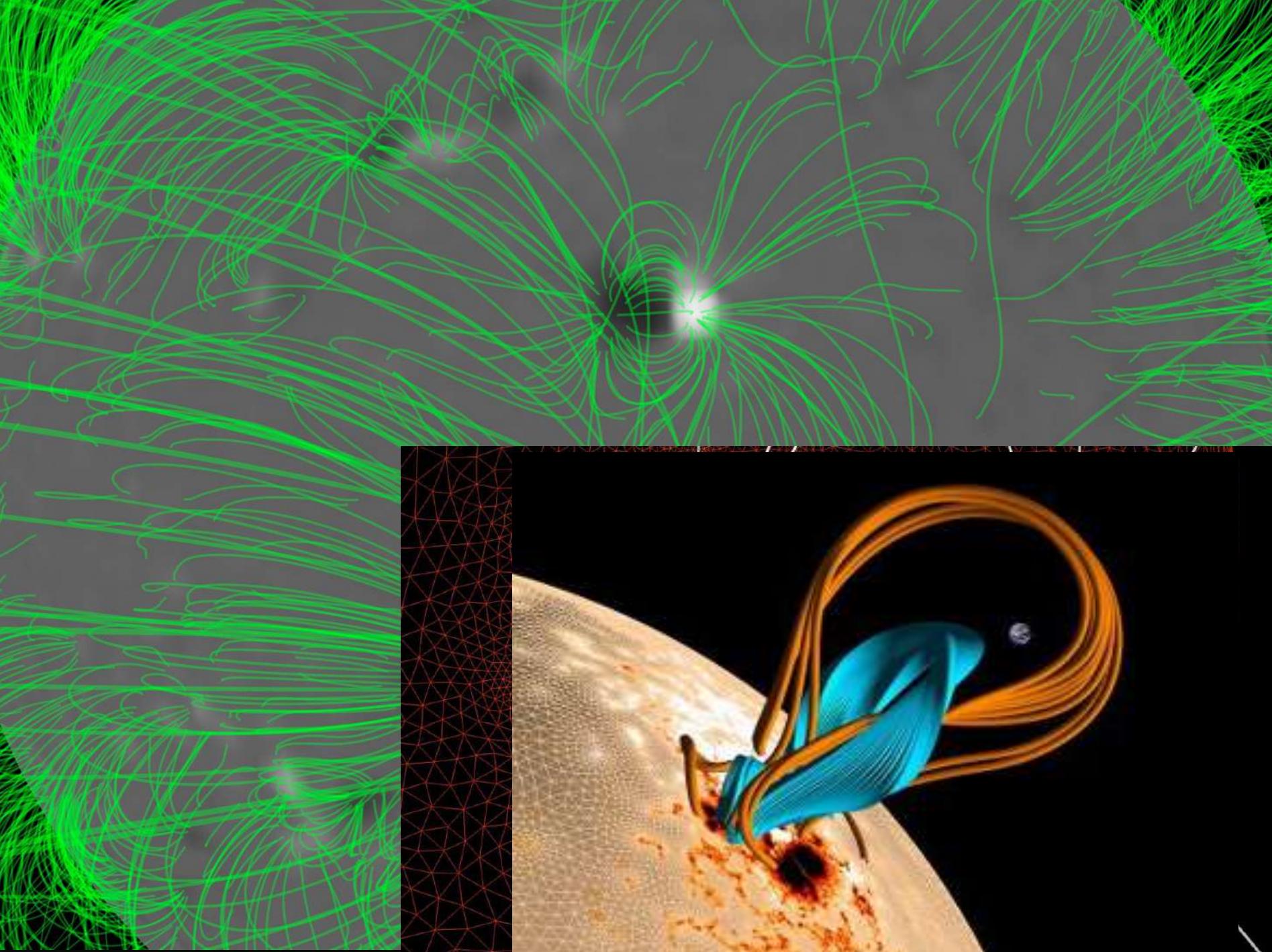
- Ejection de particules $\sim 10^9$ kg/s
- Vitesse: 300 – 750⁺ km/s
- remplit le milieu interplanétaire :
- sous forme de structure en spirale

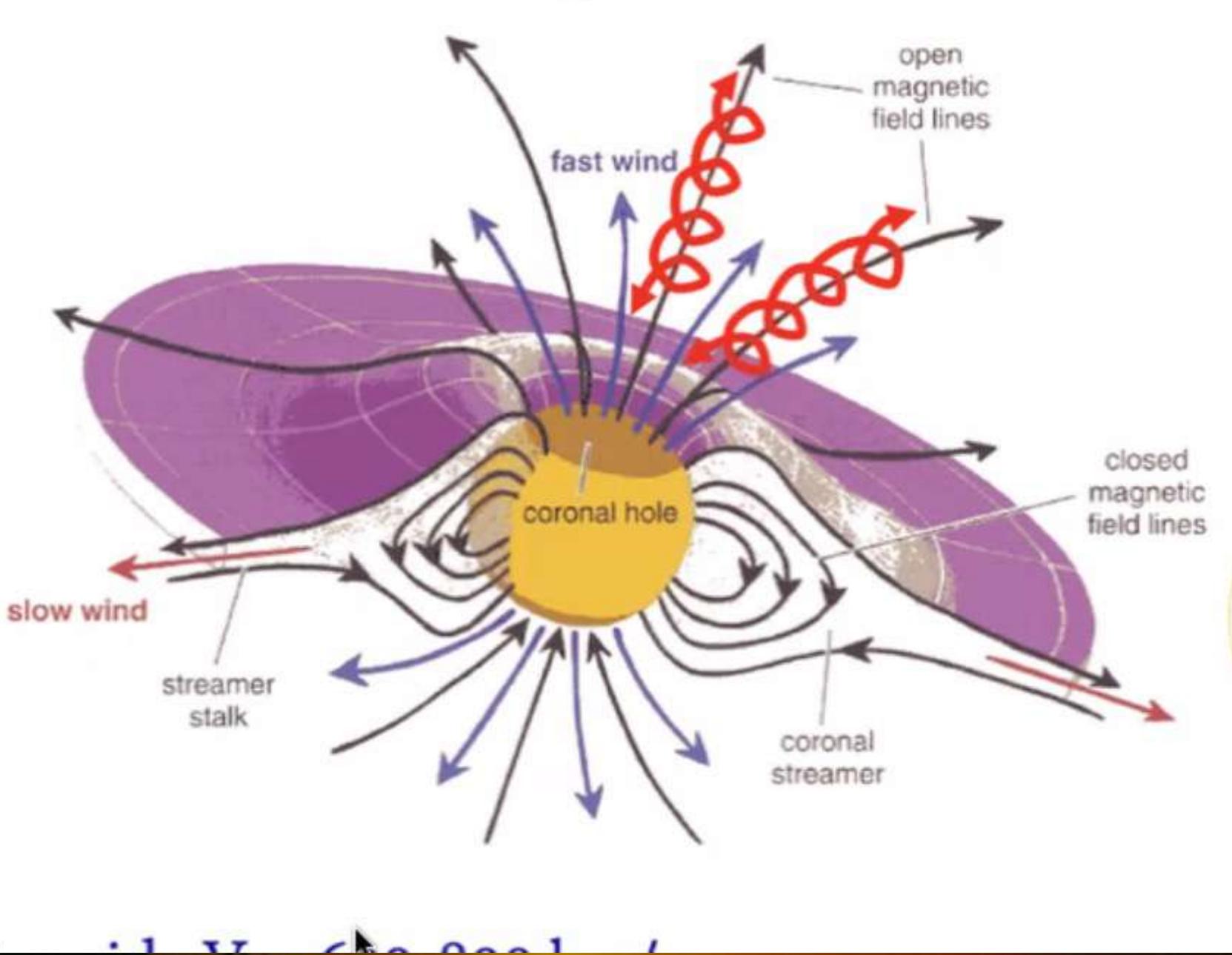


Processed solar wind images of STEREO A (COR2).
DeForest+ (2018)

Ecliptic view
Source: N. Wijsen







Map Satellite

Click anywhere to see the maximum eclipse at that location

Eclipse du 8 Avril 2024 Dallas (USA)

Click anywhere on the map to see the eclipse at that location!

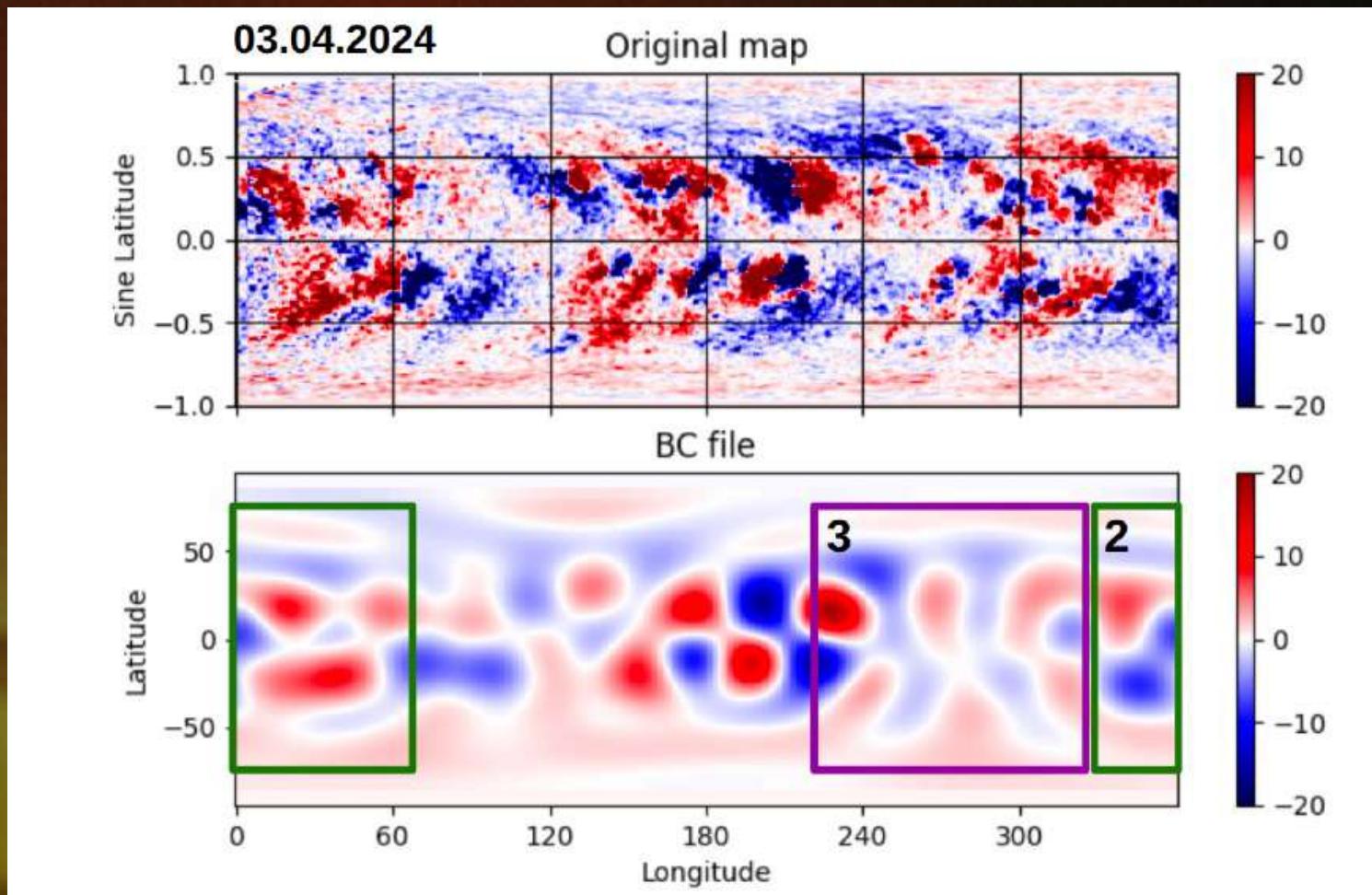
ALWAYS WEAR EYE PROTECTION WHEN VIEWING THE ECLIPSE



Eclipse totale ma photo non retouchée!



Prévision le 3 Avril 2024

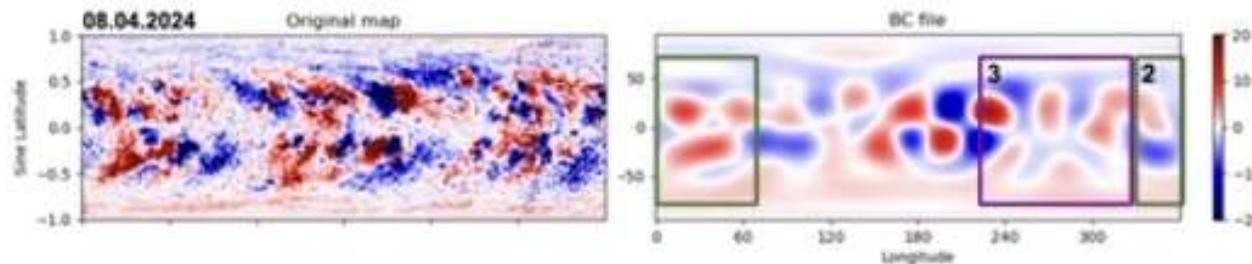
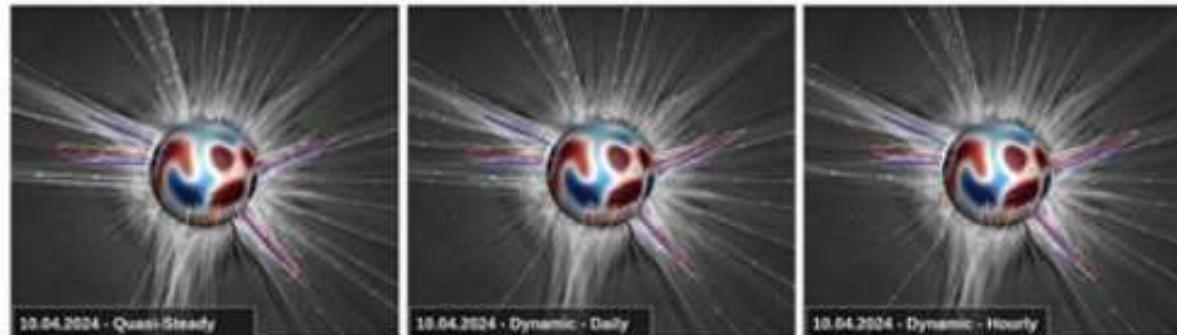


03.04.2024 - Dynamic - Hourly

GONG synoptic maps

Modelling the total solar eclipse in 2024 with COCONUT

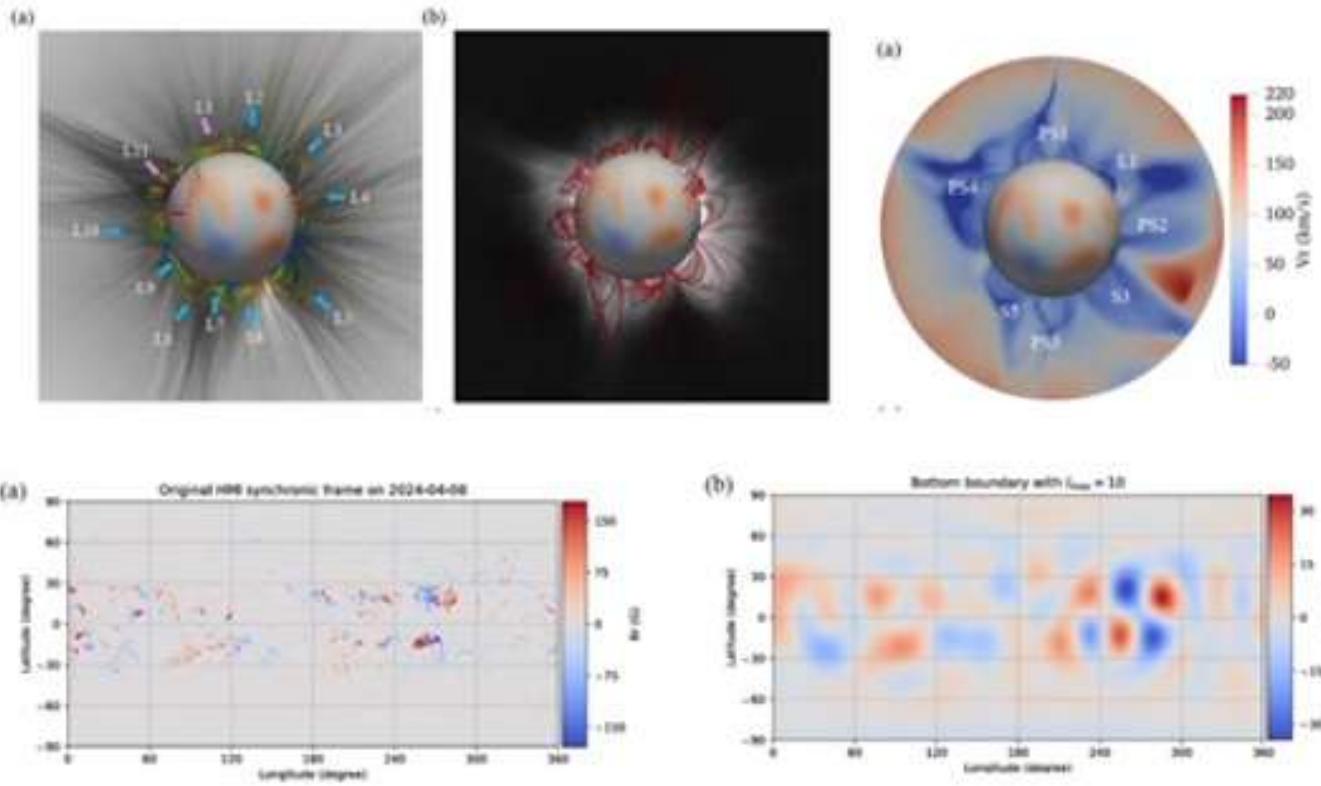
T. Baratashvili¹, H. P. Wang¹, D. Sorokina¹, A. Lani¹, S. Poedts^{1,2}



HMI synoptic maps

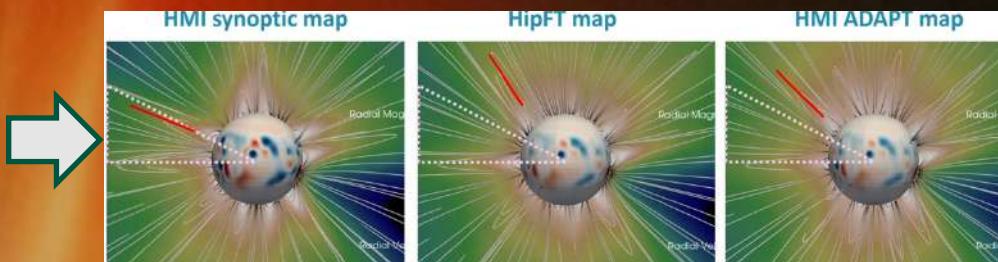
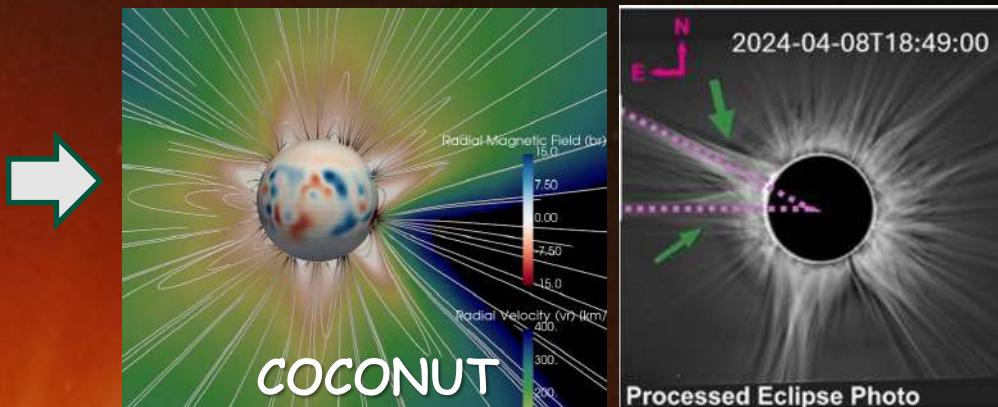
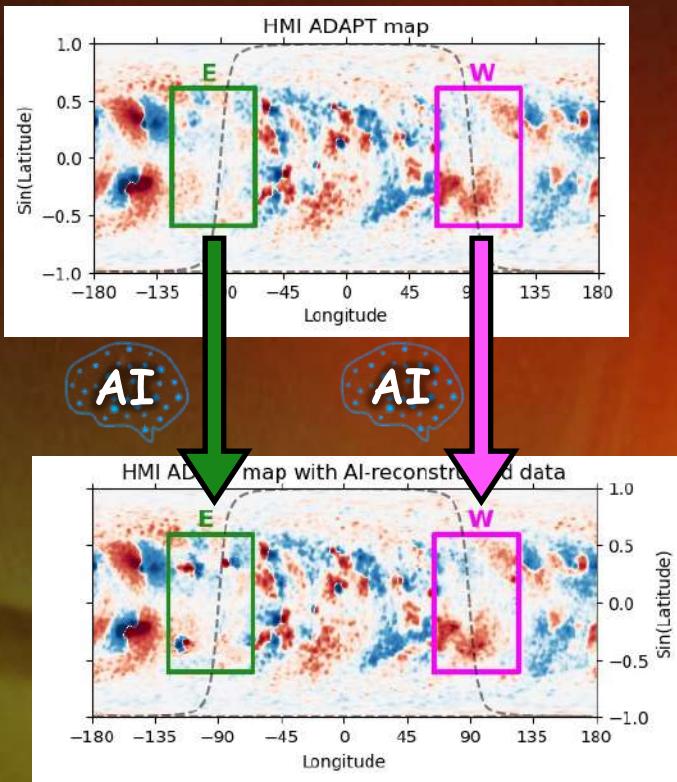
Data-constrained magnetohydrodynamic simulation of global solar corona including solar wind effects within $2.5 R_{\odot}$

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



Source: Hyun-Jin Jeong

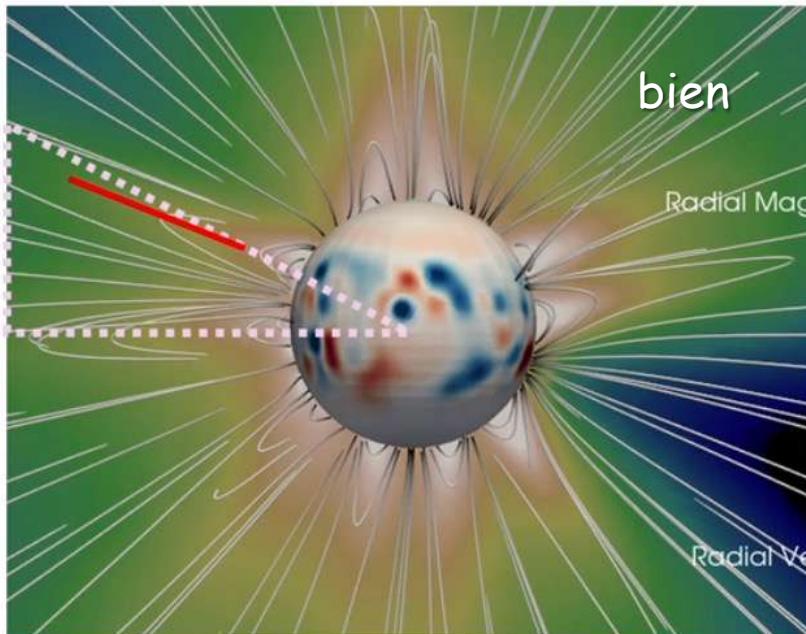
Centre for mathematical
Plasma Astrophysics



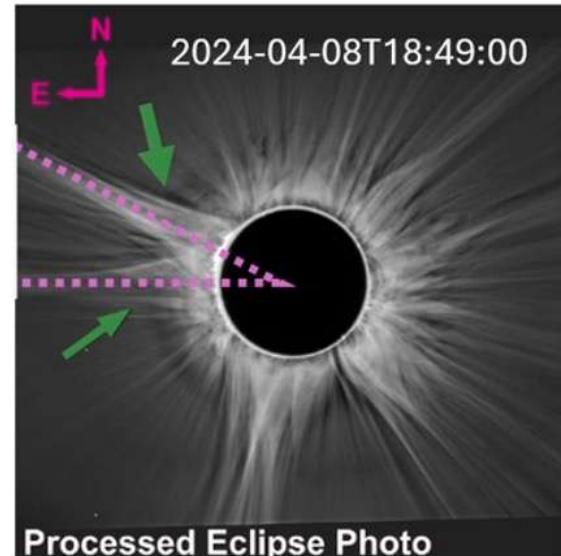
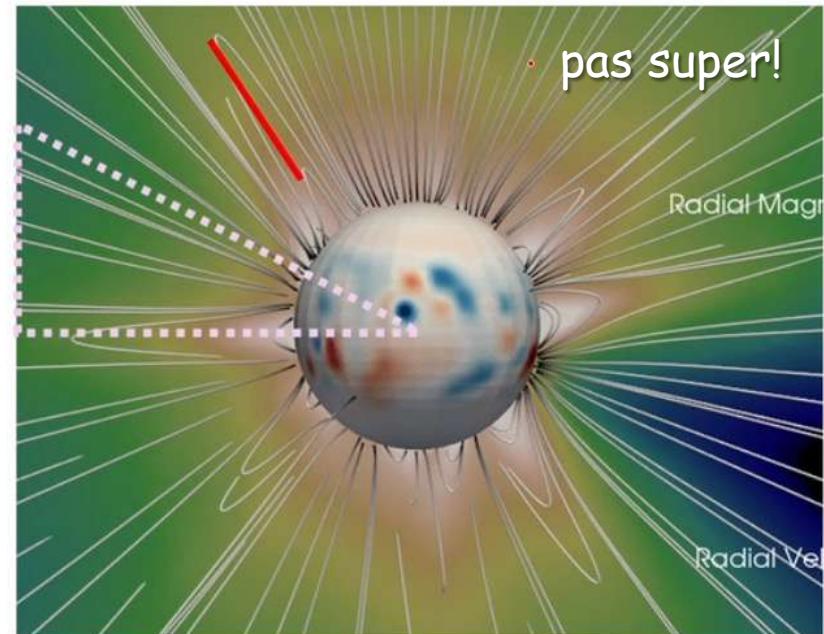
Prédictions américaines

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

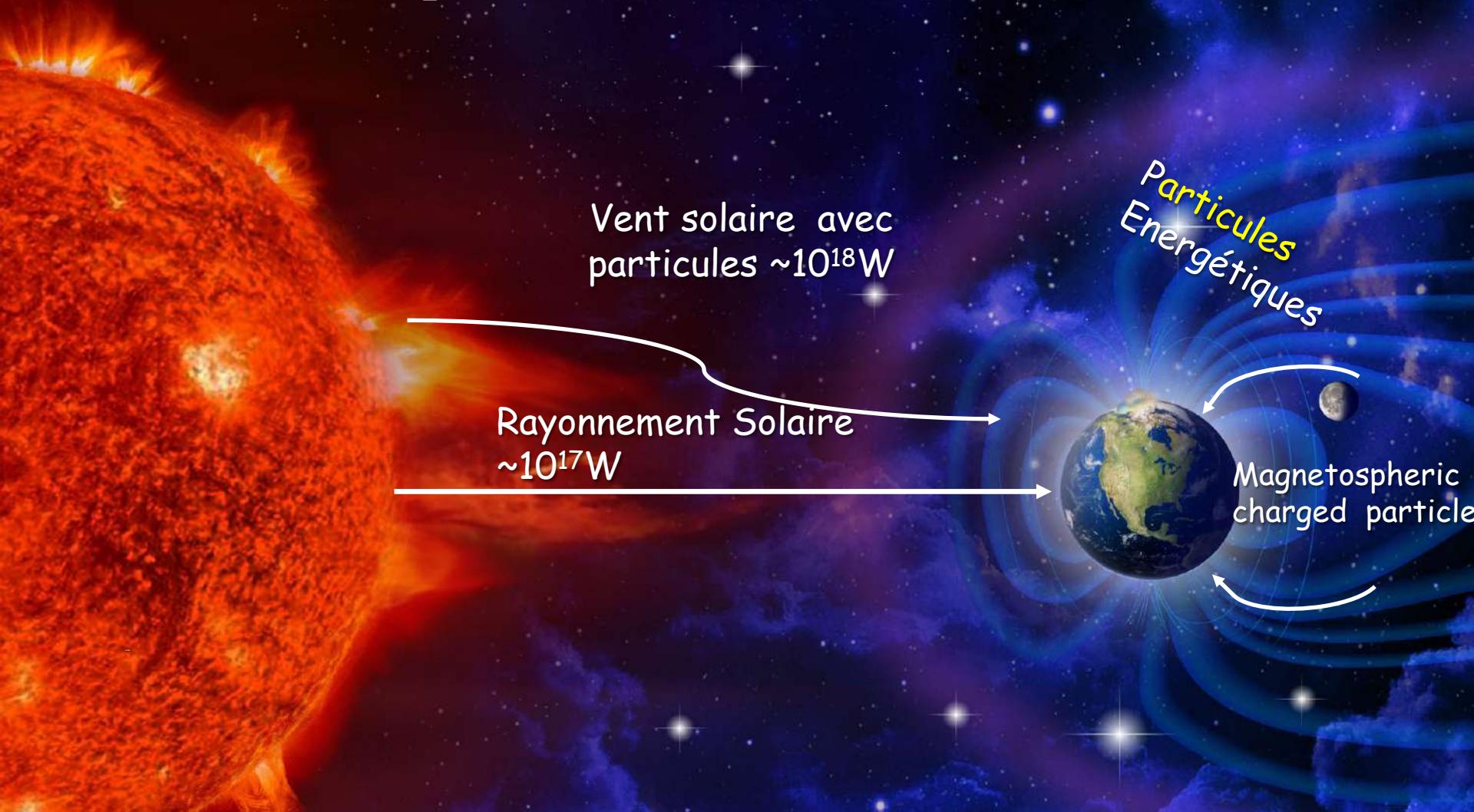
HMI synoptic map



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