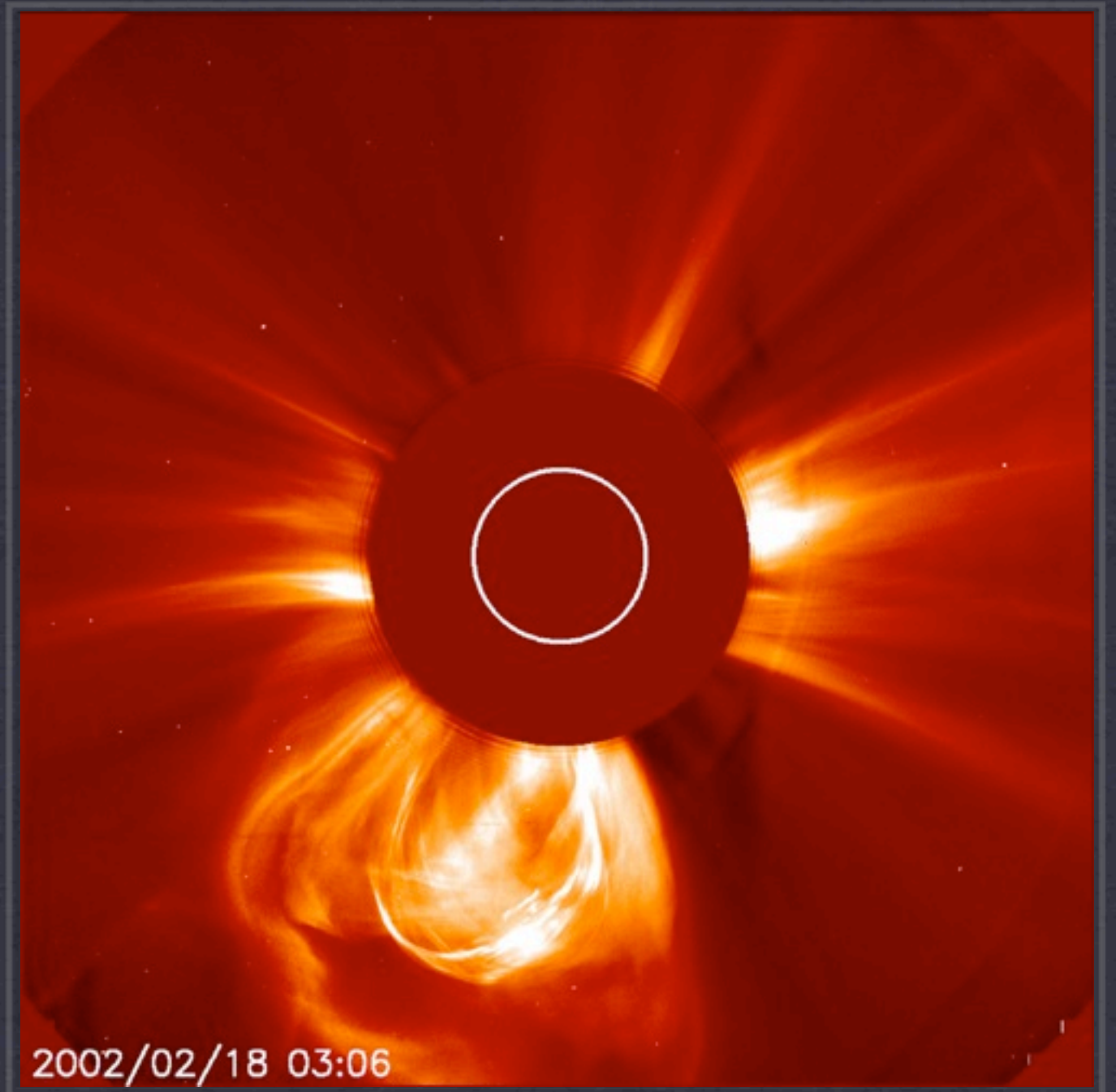


RUIMTEWEER

OVER DE RELATIE TUSSEN
ZON EN AARDE



ANIK DE GROOF - ESA c/o ROYAL OBSERVATORY OF BELGIUM

URANIA - 5 OKT 2010

De zon



- * Enkele vragen:
 - * Zon: eerder saai of interessant?
 - * Zon: statisch of dynamisch?
- * Zon-Aarde relatie - Vriend of Vijand?
 - * Zon's karakter: rustig en vriendelijk of explosief?
 - * reactie van de Aarde
- * Relatietherapie: hoe samenleven?

De zon



- * Enkele vragen:
 - * Zon: eerder saai of interessant?
 - * Zon: statisch of dynamisch?
- * Zon-Aarde relatie - Vriend of Vijand?
 - * Zon's karakter: rustig en vriendelijk of explosief?
 - * reactie van de Aarde
- * Relatietherapie: hoe samenleven?

De zon



- * Enkele vragen:
 - * Zon: eerder saai of interessant?
 - * Zon: statisch of dynamisch?
- * Zon-Aarde relatie - Vriend of Vijand?
 - * Zon's karakter: rustig en vriendelijk of explosief?
 - * reactie van de Aarde
- * Relatietherapie: hoe samenleven?

De zon



* Enkele vragen:

* Zon: eerder saai of interessant?

* Zon: statisch of dynamisch?

* Zon-Aarde relatie - Vriend of Vijand?



* Zon's karakter: rustig en vriendelijk of explosief?

* reactie van de Aarde

* Relatietherapie: hoe samenleven?

Meer vragen ...



- * Is de zon lui de laatste jaren?
- * Is er leven in de zonne-atmosfeer?
- * Is de ruimte rond de aarde heter dan een sauna?
- * Vergaat de wereld in 2012? Of in 2013?
- * Een protuberans, is dat nu een uitbarsting?
Of een zonnevlam? Of eerder een filament?



Meer vragen ...

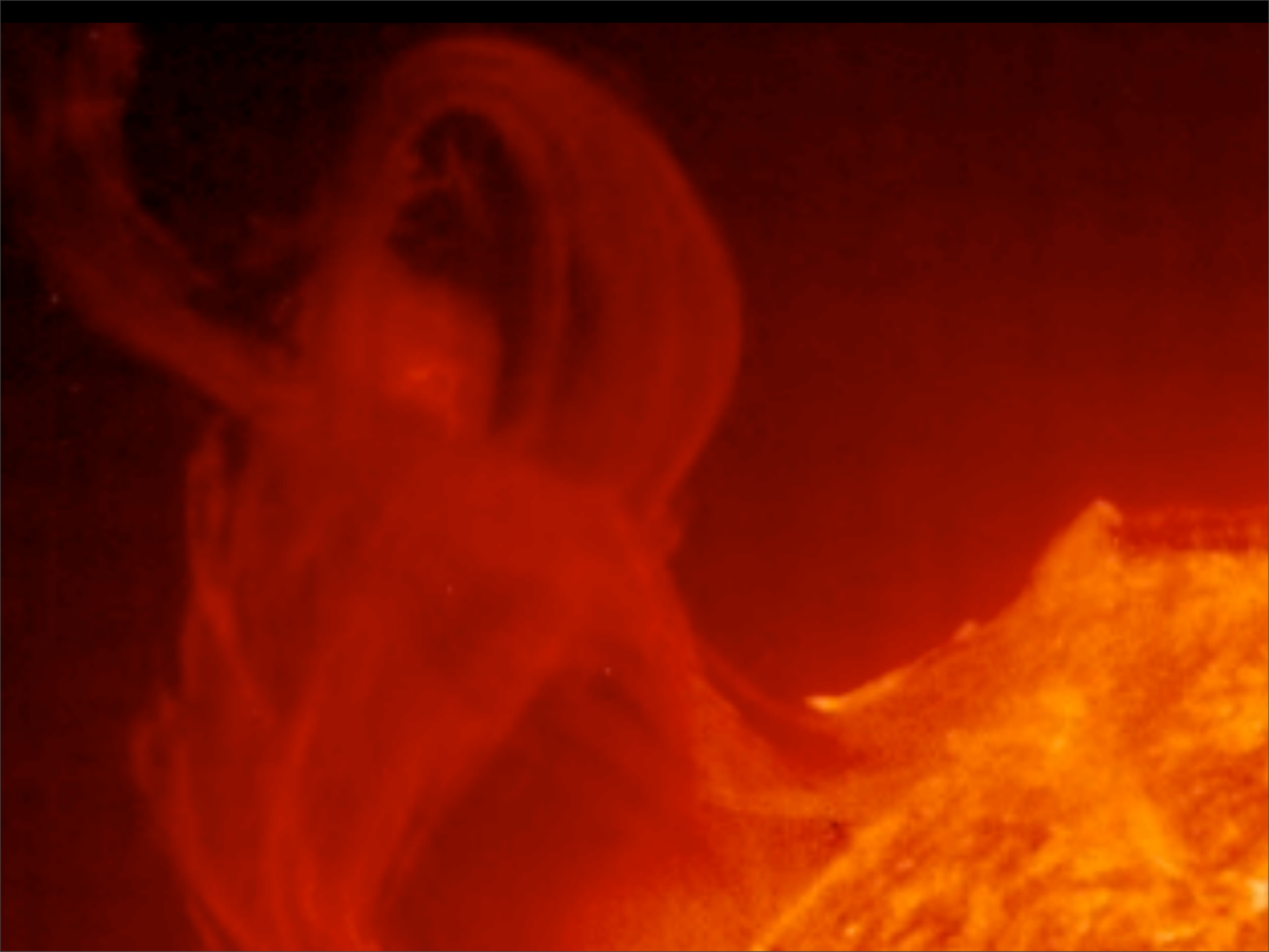


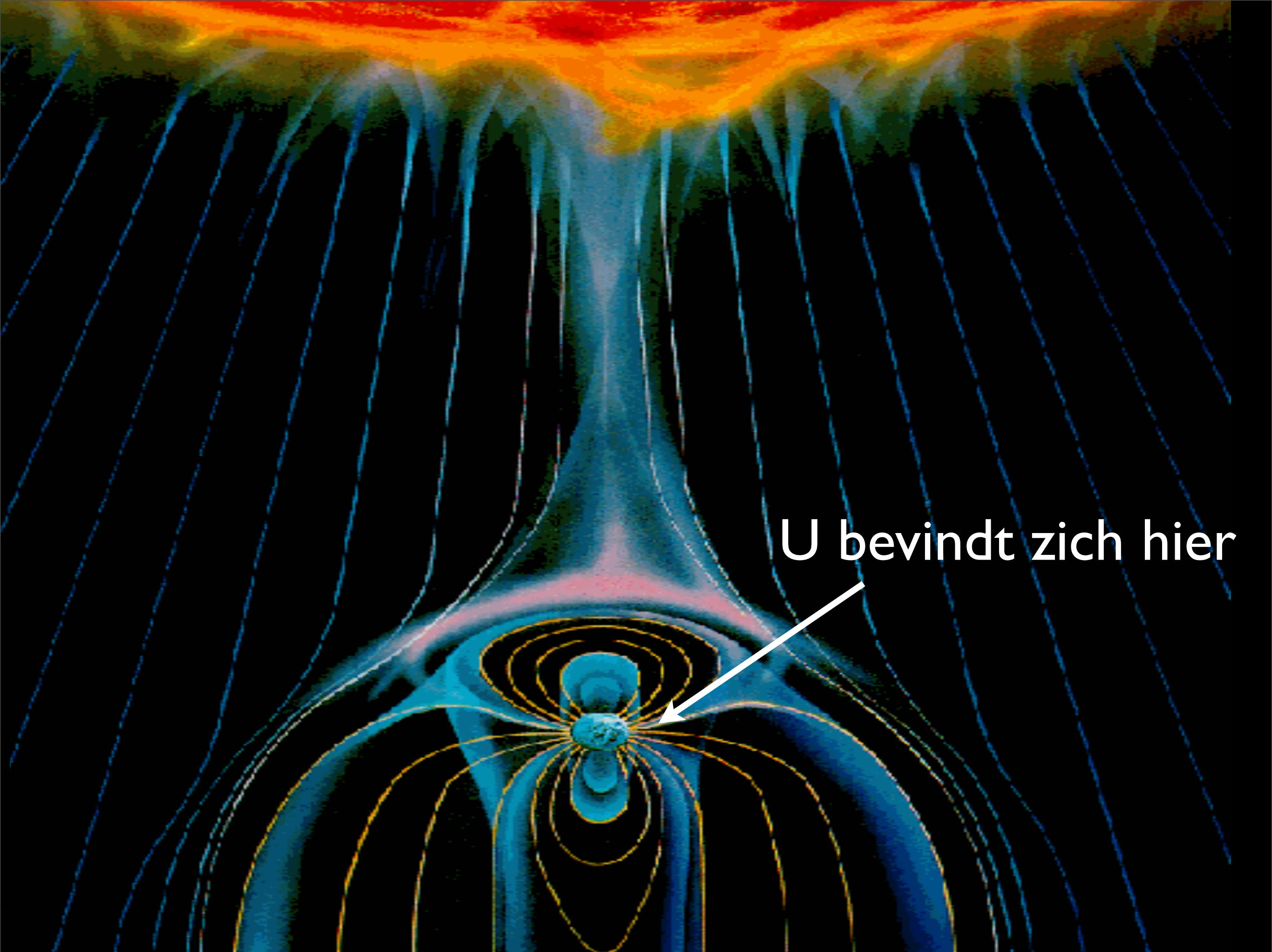
- * Is de zon lui de laatste jaren?
- * Is er leven in de zonne-atmosfeer?

START: Is er meer dan de gele bol aan de hemel?

- * Een protuberans, is dat nu een uitbarsting?
Of een zonnevlam? Of eerder een filament?



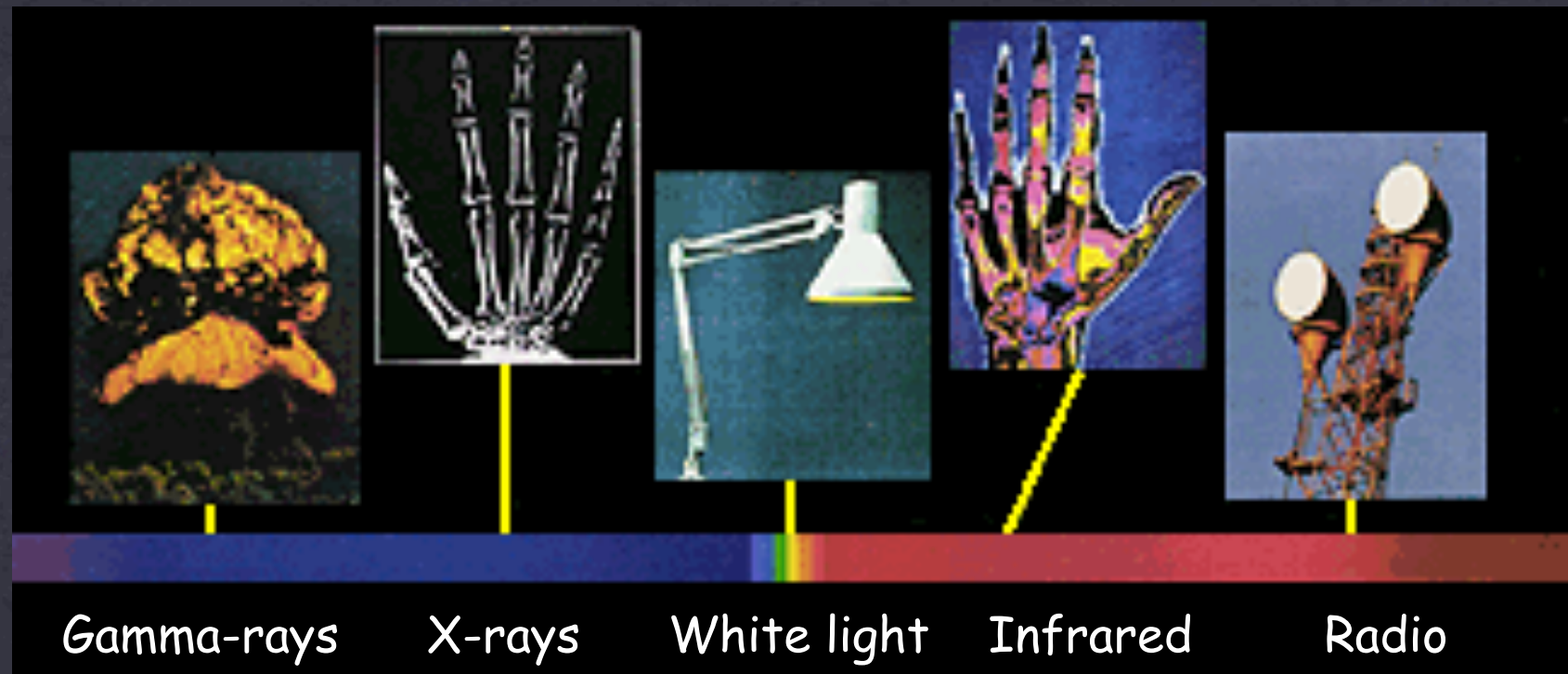




U bevindt zich hier

De vele gezichten van de zon

De zon straalt licht uit in vele golflengtes
-> elke golflengte komt overeen met een bepaalde zonnelaag (temperatuur)

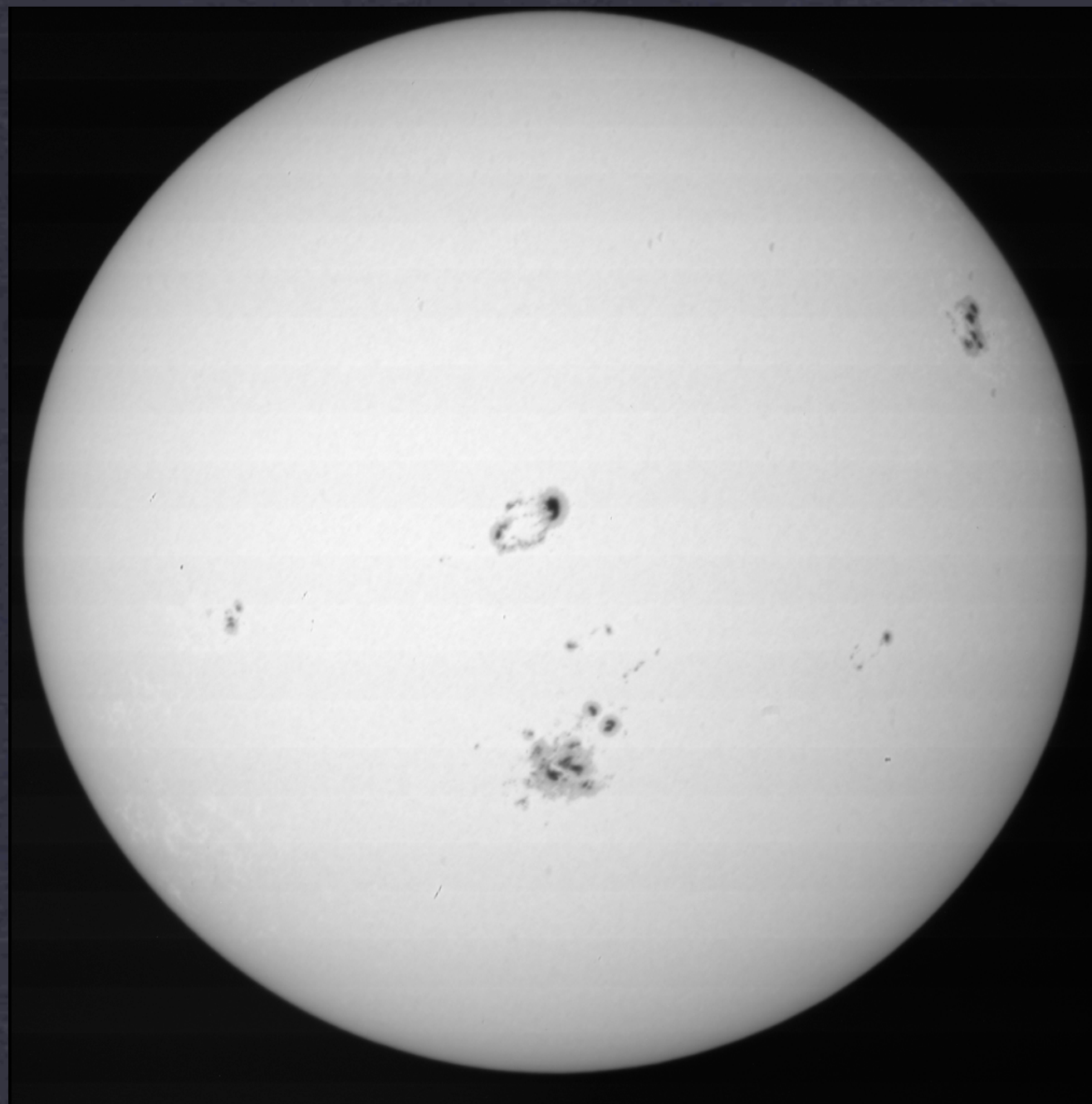


**KORTE GOLFLENGTEN
HOGE ENERGIE**

**LANGE GOLFLENGTEN
LAGE ENERGIE**

De vele gezichten van de zon

VANAF DE AARDE:



SIDC - Royal Observatory of Belgium
TELESCOP= 'EQUATORIAL TABLE '
INSTRUME= 'WHITE-LIGHT '
EXPTIME = 0.223000
OBJECT = 'SUN-PHOTOSPHERE '
DATE-OBS= '28/10/2003'
TIME = '12:18:27'

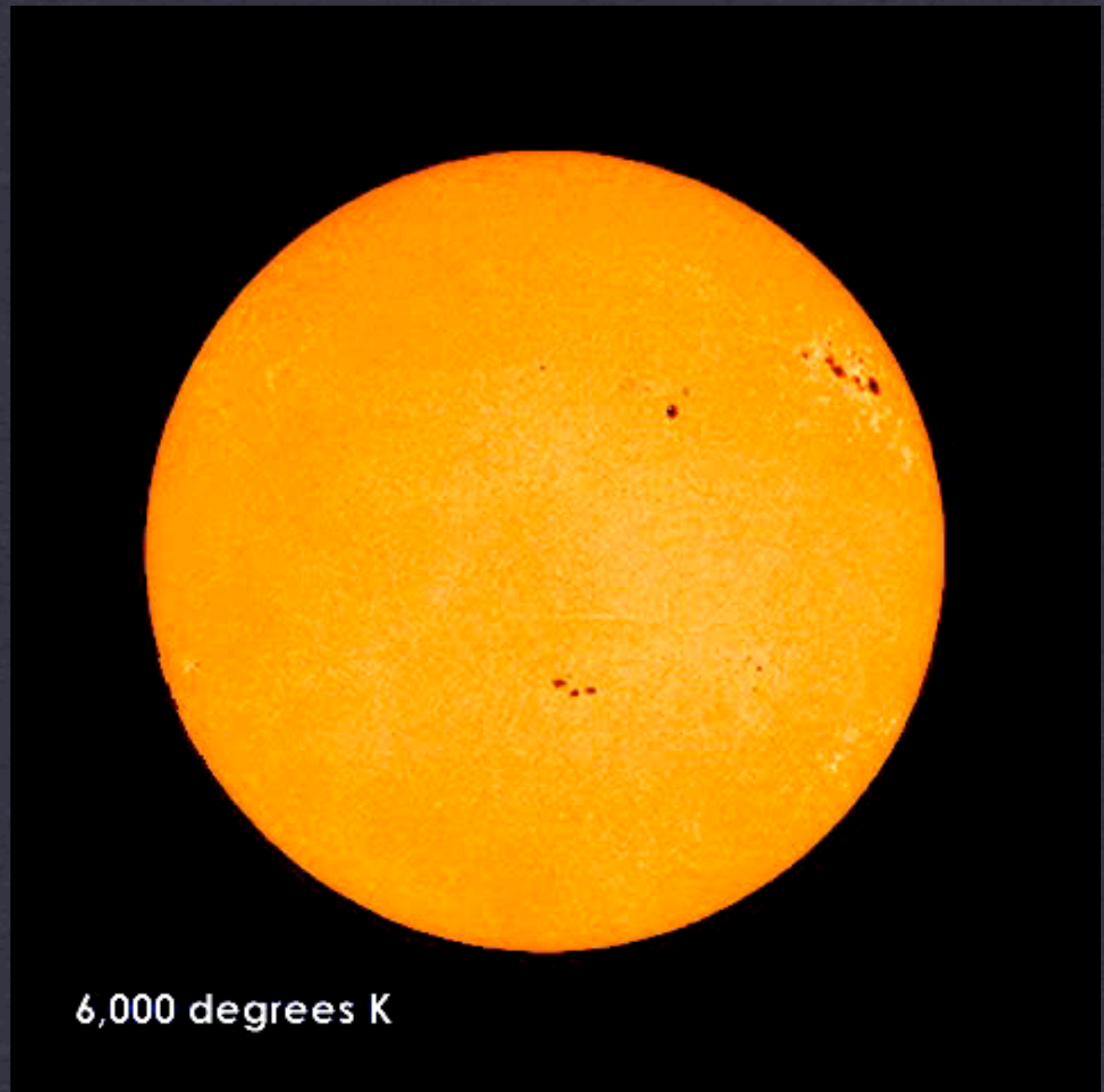
*Wit licht beeld
van KSB, Ukkel*

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

De vele gezichten van de zon

VANUIT DE RUIMTE:
Geen filtering door de
aardatmosfeer



SOHO MDI - EIT 304Å - 171Å - 195Å - Yohkoh SXT

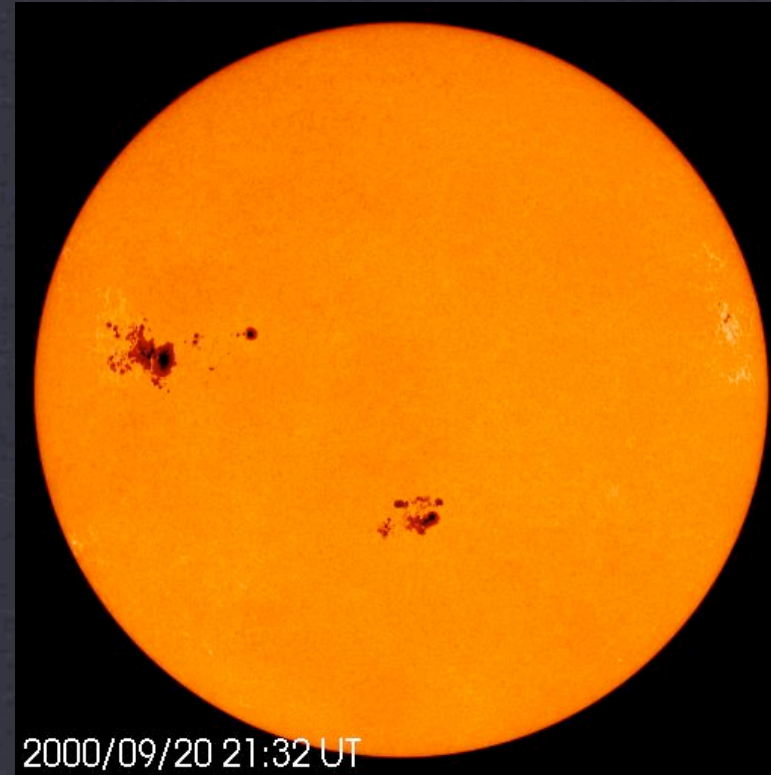
ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

De vele gezichten van de zon

ZONNEATMOSFEER:

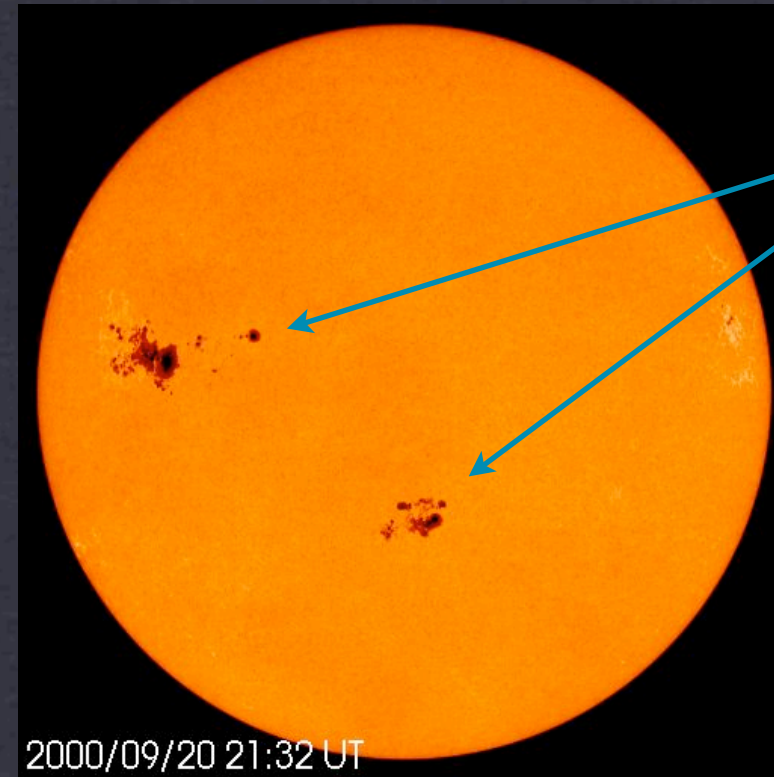
- 👁️ Fotosfeer (zonne-oppervlak)



De vele gezichten van de zon

ZONNEATMOSFEER:

- 👁️ Fotosfeer (zonne-oppervlak)

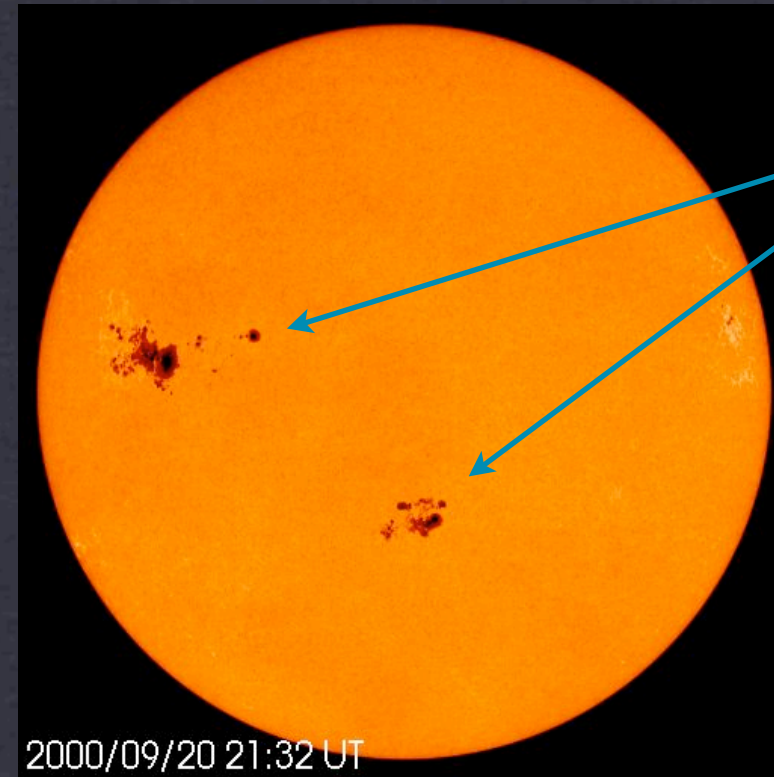


zonnevlekken

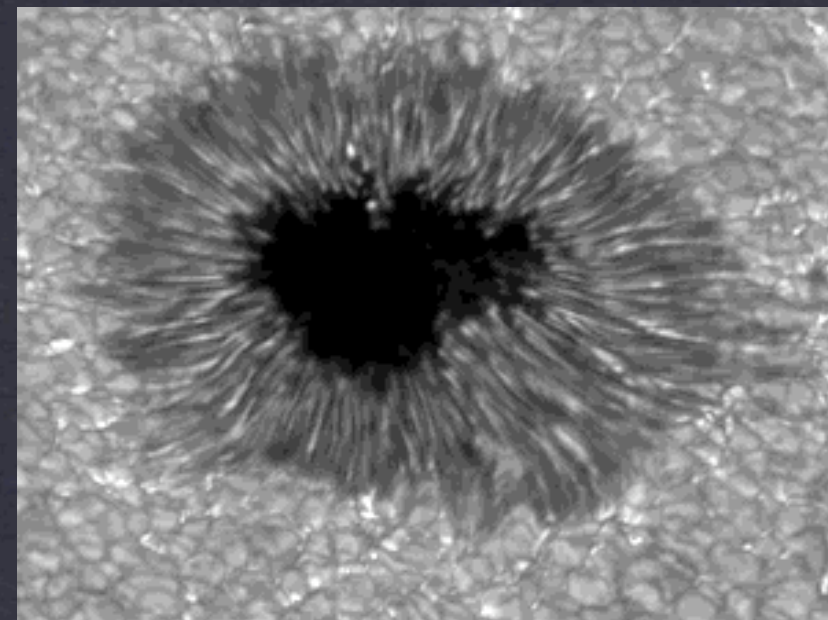
De vele gezichten van de zon

ZONNEATMOSFEER:

- 👁️ Fotosfeer (zonne-oppervlak)



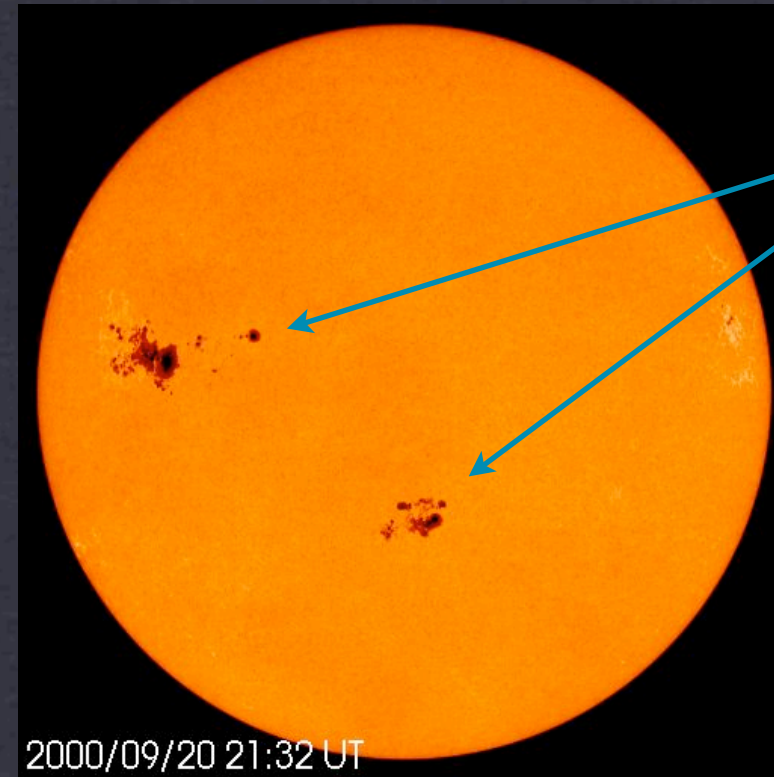
zonnevlekken



De vele gezichten van de zon

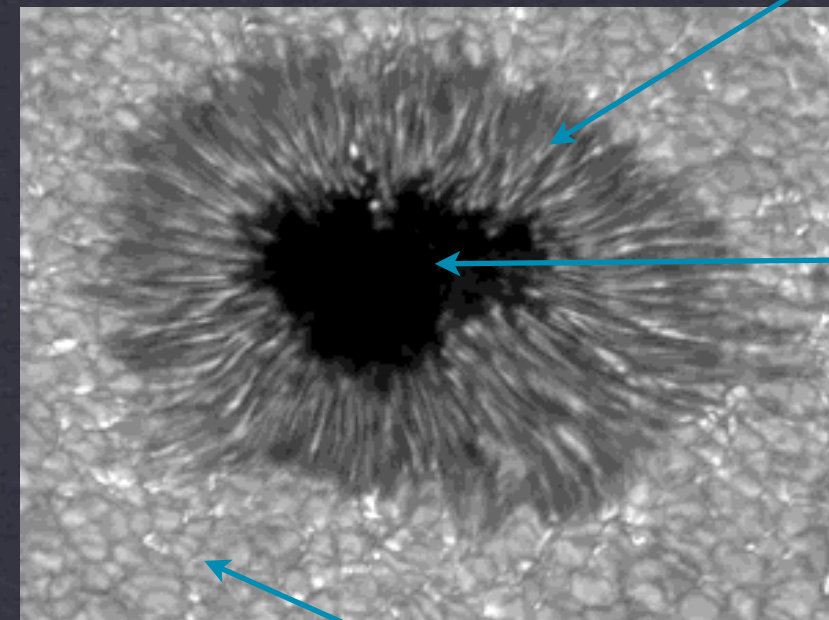
ZONNEATMOSFEER:

- 👁️ Fotosfeer (zonne-oppervlak)



zonnevlekken

penumbra



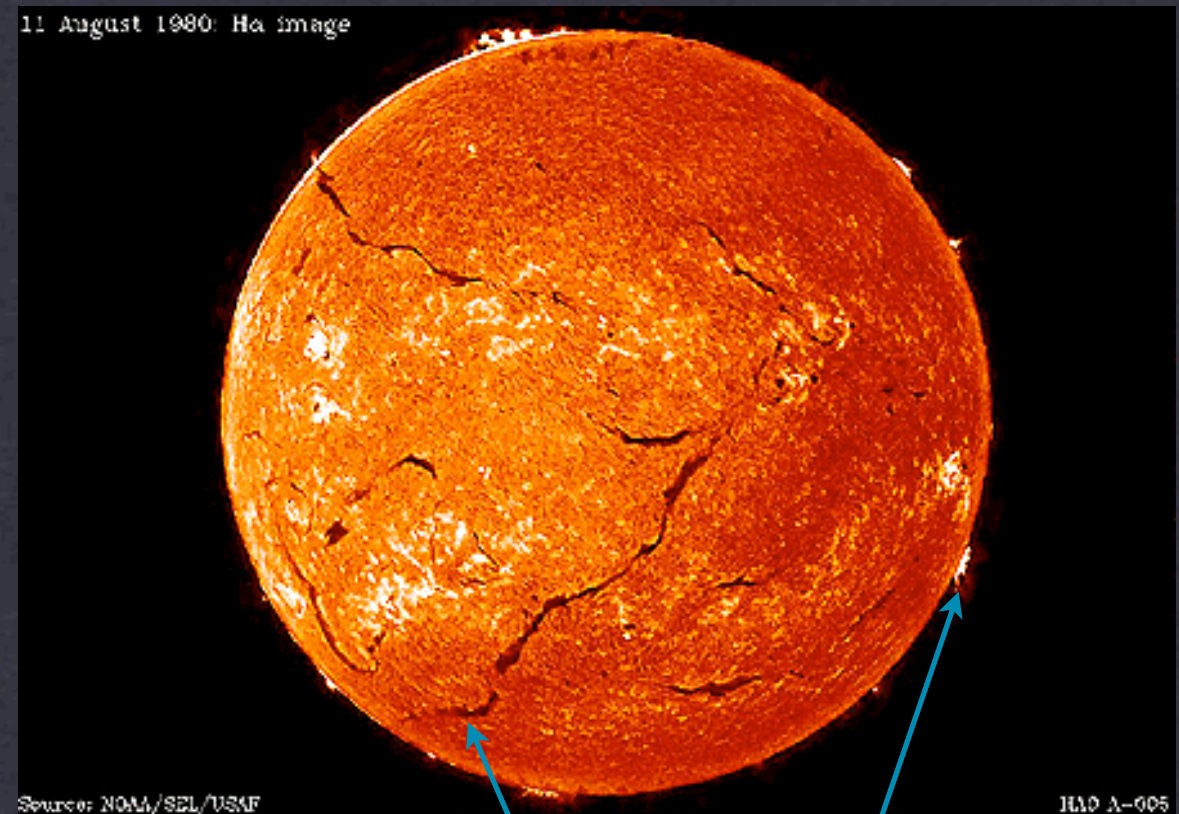
umbra

granulatie (convection)

De vele gezichten van de zon

ZONNEATMOSFEER:

- 👁️ Fotosfeer
- 👁️ Chromosfeer



filament
= protuberans

De vele gezichten van de zon

ZONNEATMOSFEER:

- 👁 Fotosfeer
- 👁 Chromosfeer
- 👁 Corona



© 1998 Fred Espenak - All rights reserved

eclipse

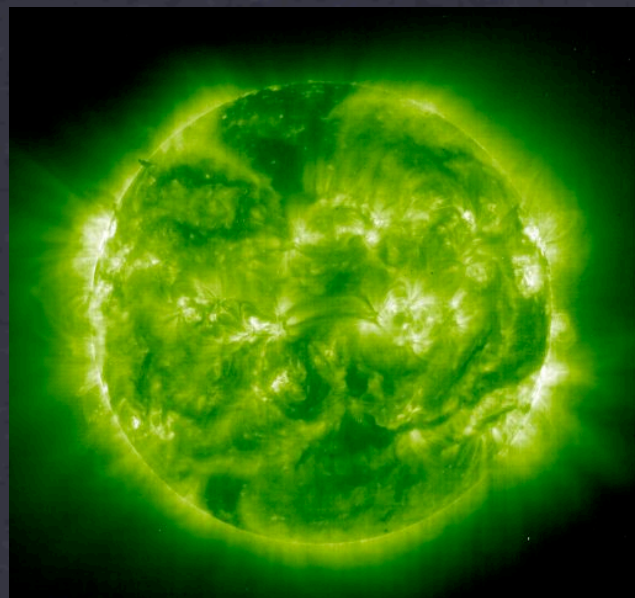
De vele gezichten van de zon

ZONNEATMOSFEER:

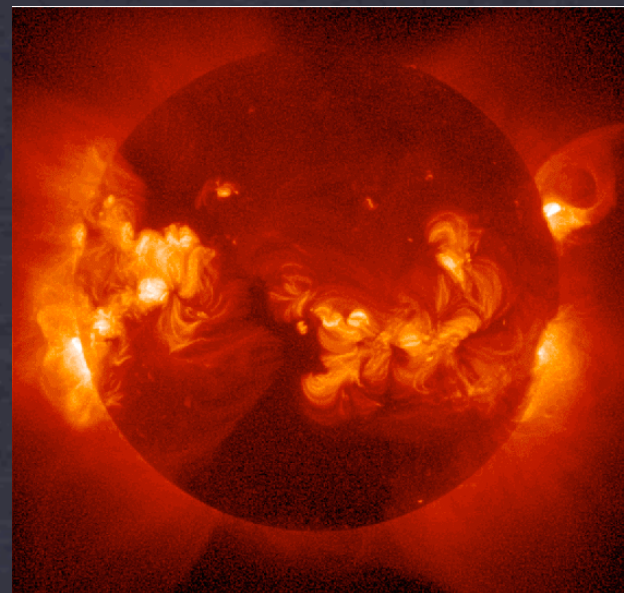
- 👁️ Fotosfeer
- 👁️ Chromosfeer
- 👁️ Corona



eclipse



EUV beeld

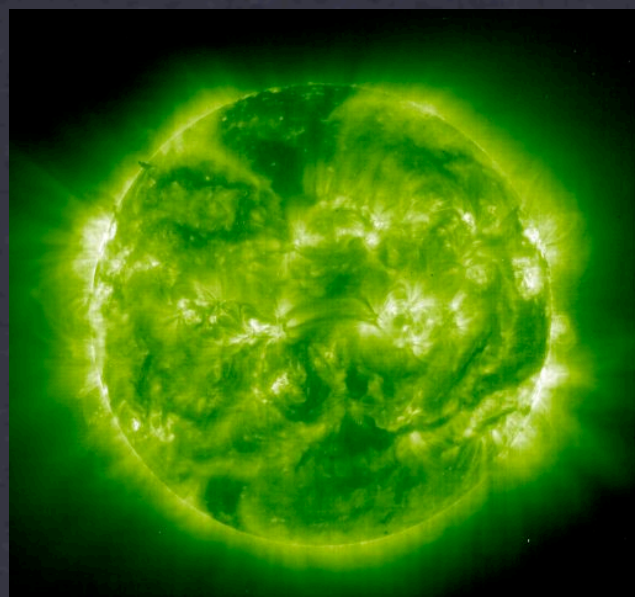
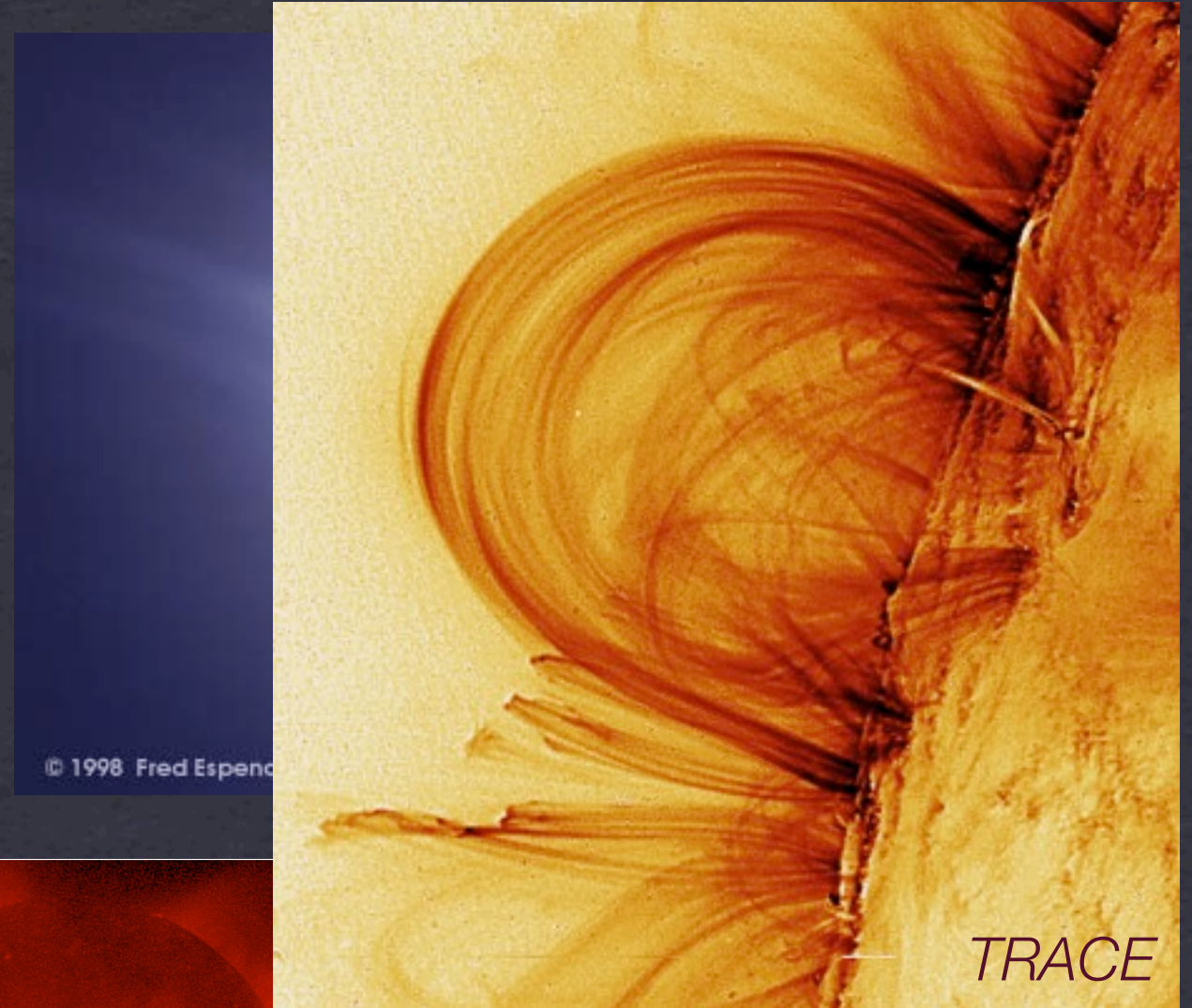


'röntgenfoto'

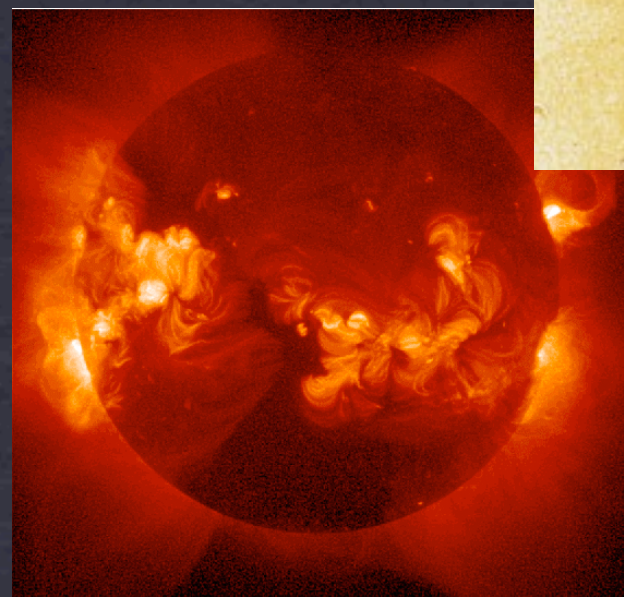
De vele gezichten van de zon

ZONNEATMOSFEER:

- Fotosfeer
- Chromosfeer
- Corona

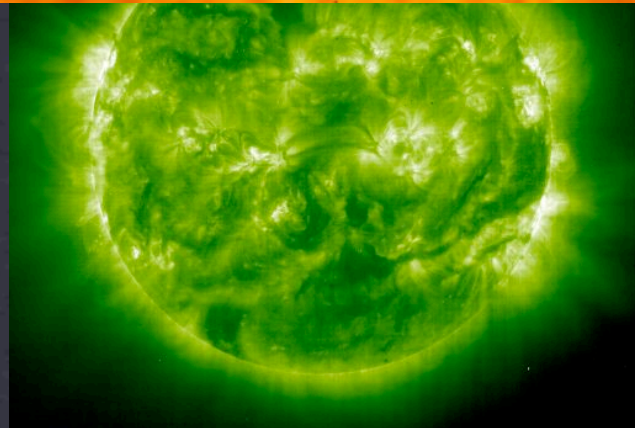
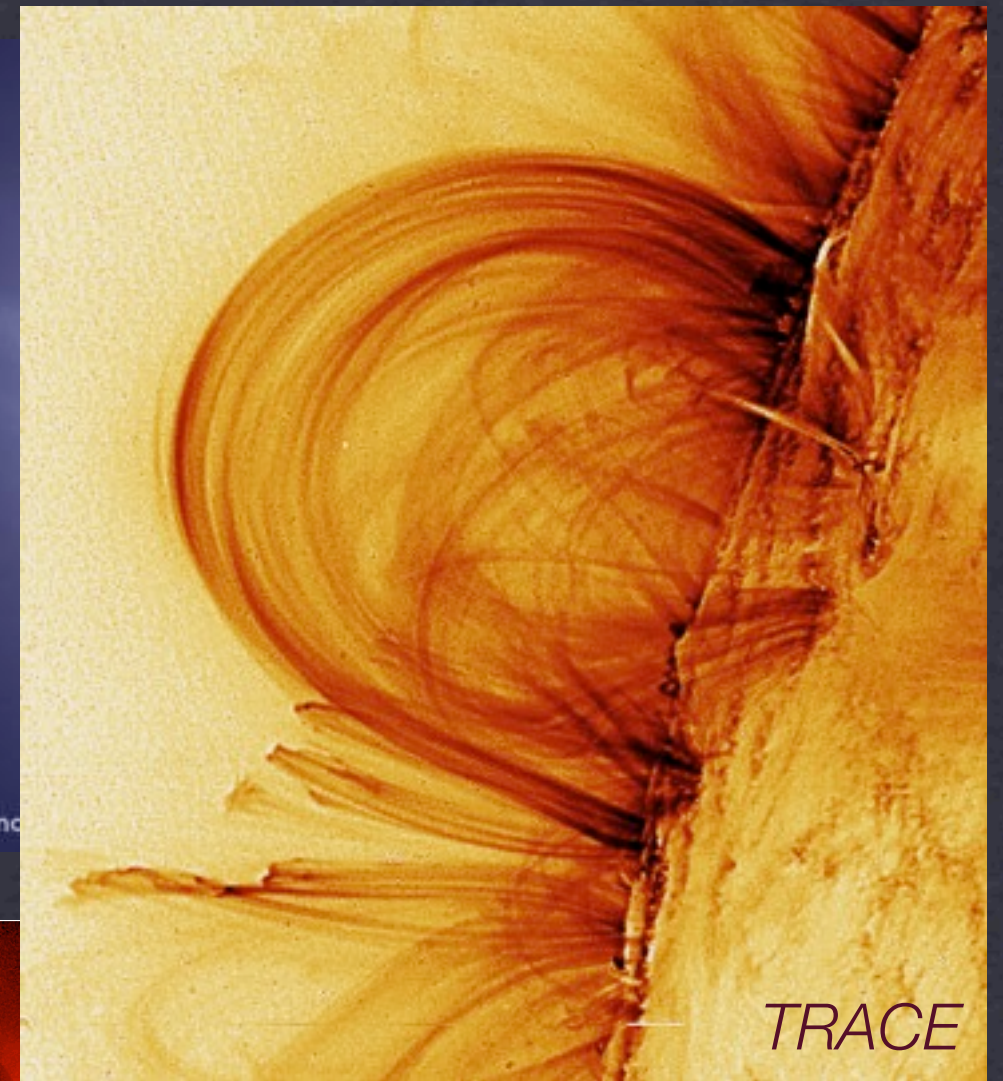
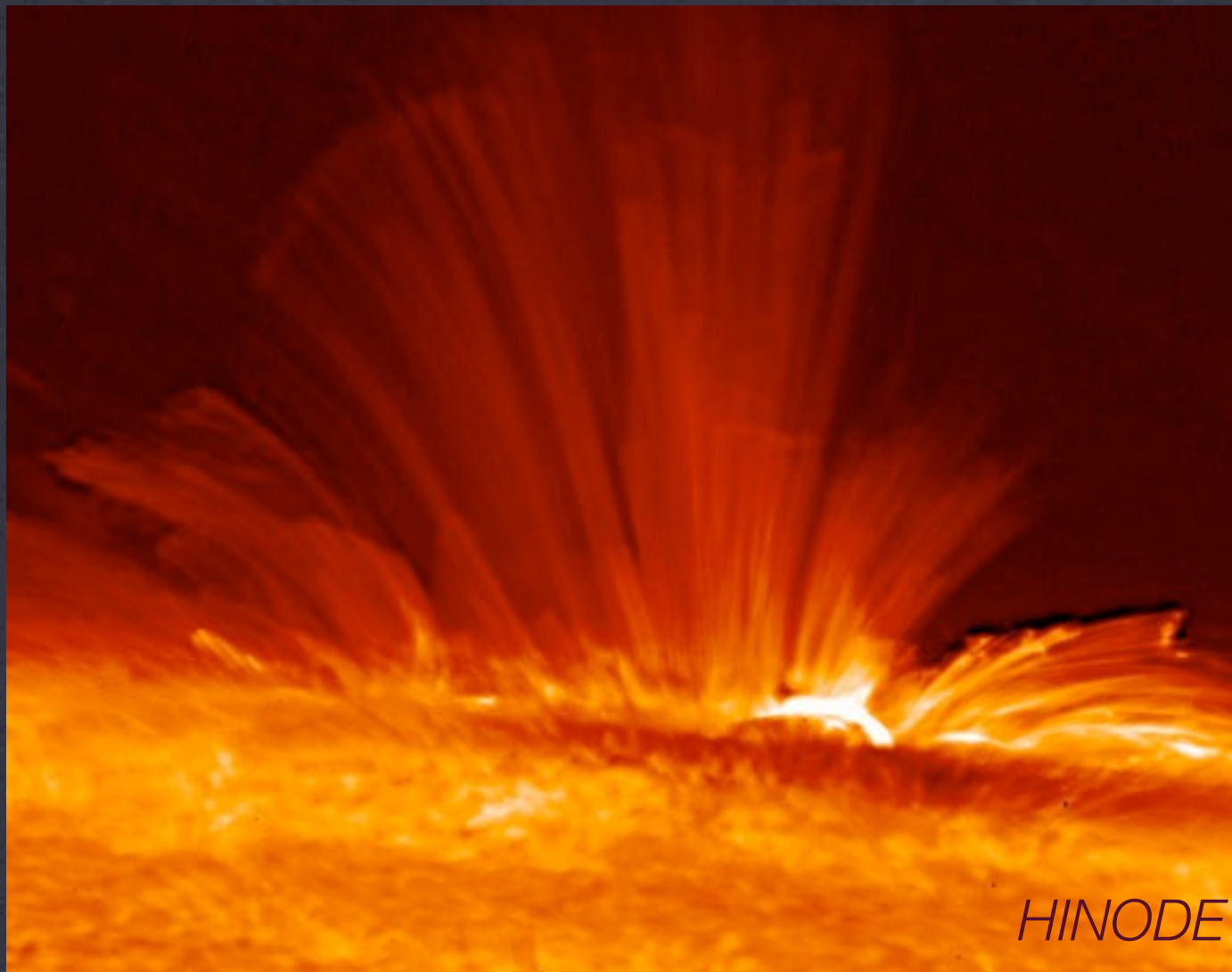


EUV beeld

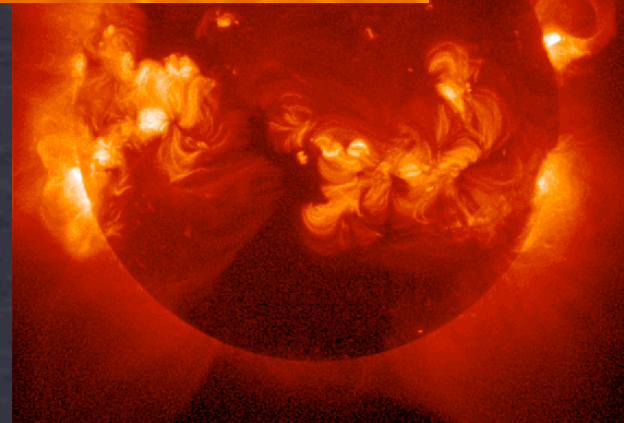


'röntgenfoto'

De vele gezichten van de zon



EUV beeld



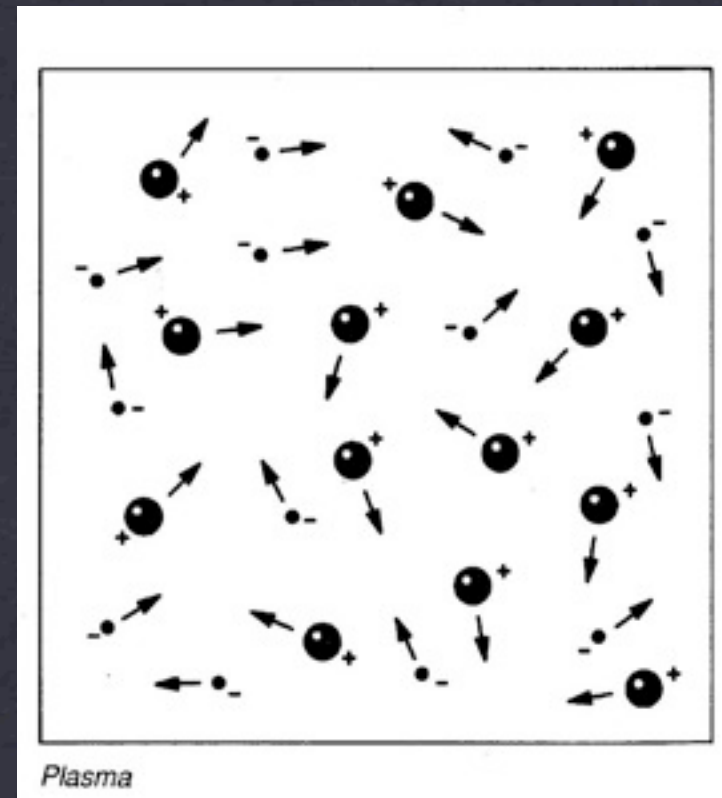
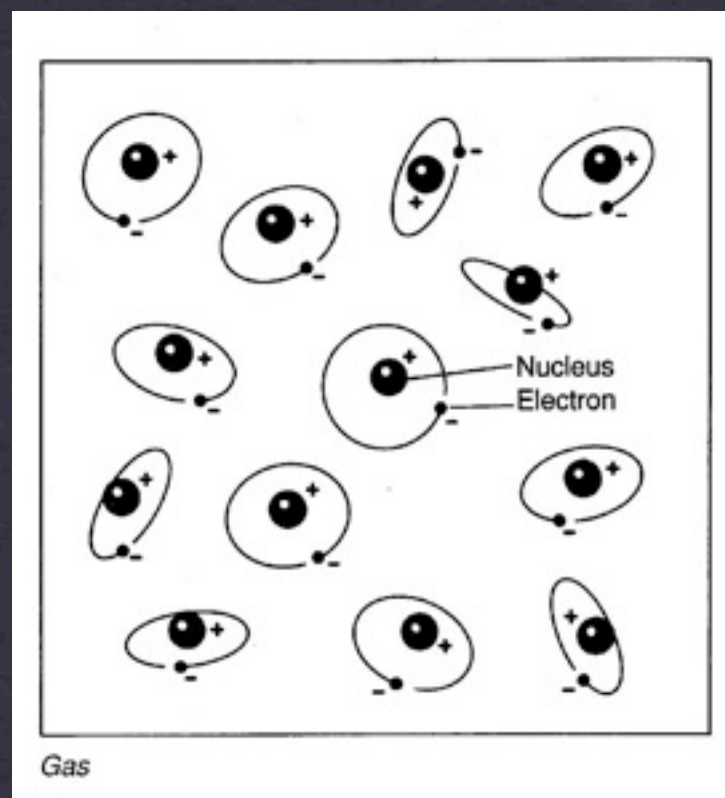
'röntgenfoto'

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

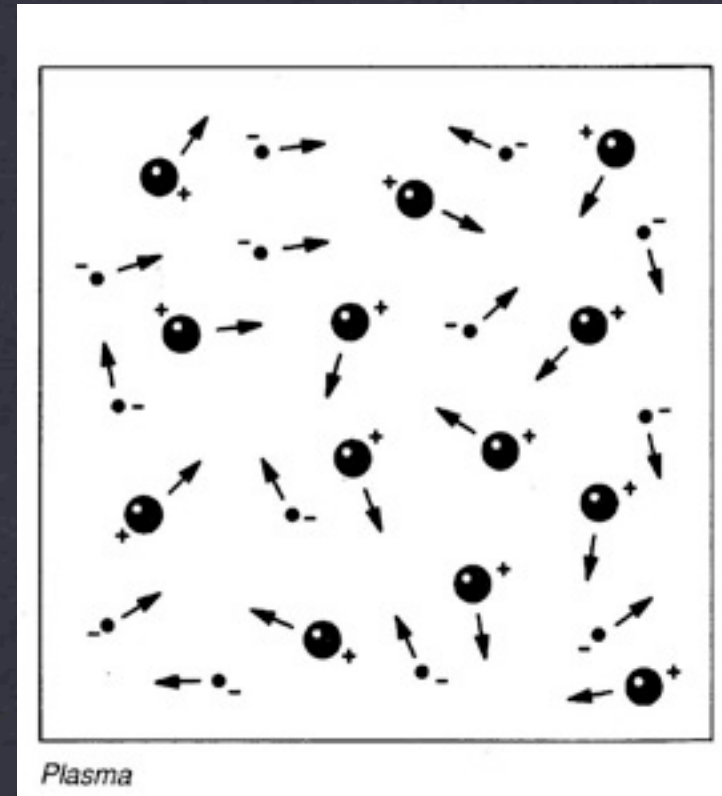
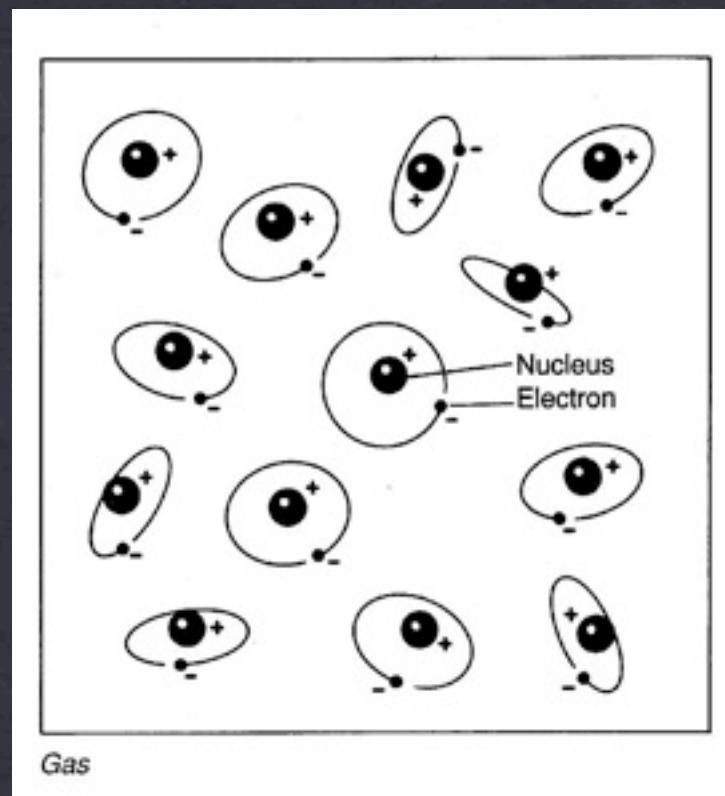
De vele gezichten van de zon

REDEN VOOR DE COMPLEXE STRUCTUREN
= **MAGNEETVELD VAN DE ZON**



De vele gezichten van de zon

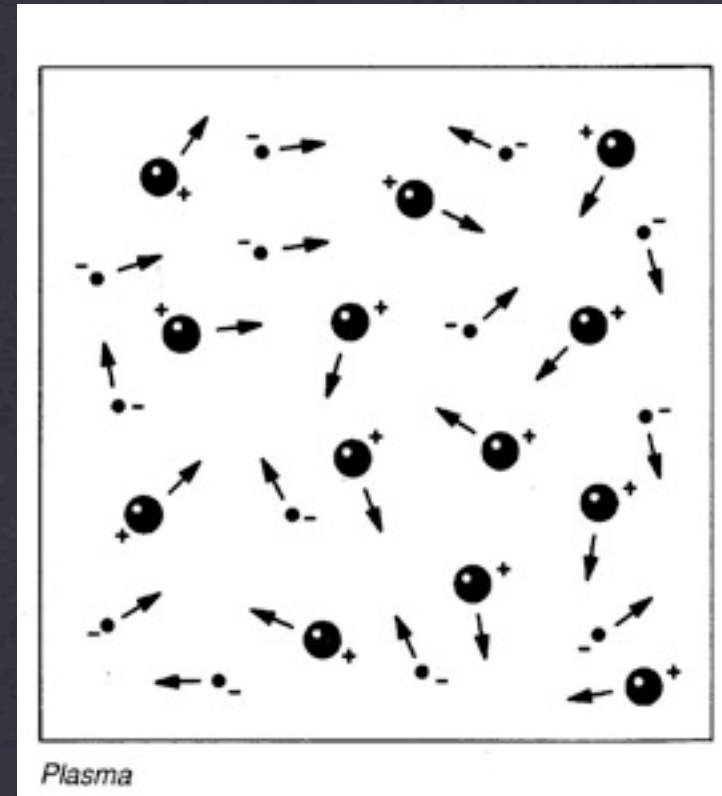
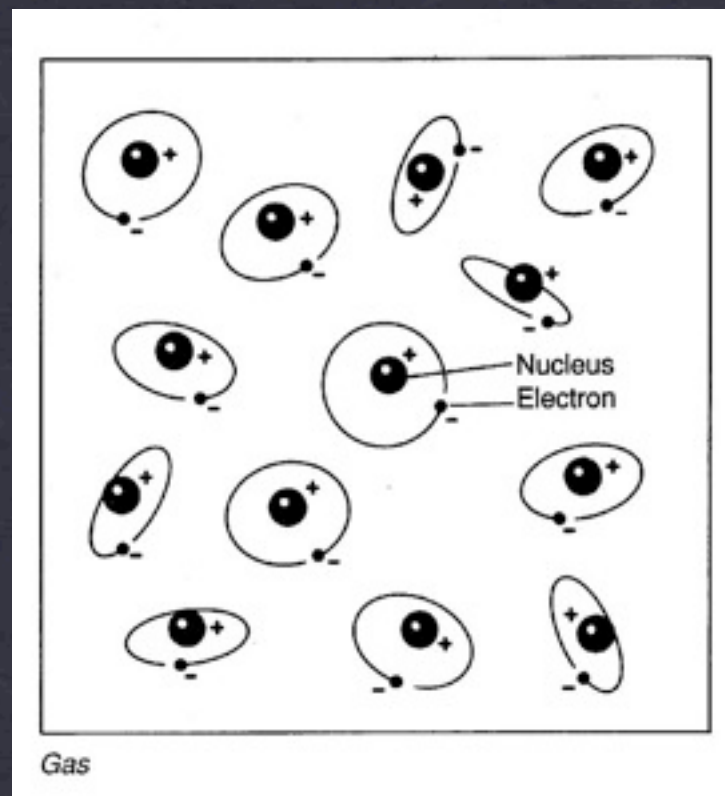
REDEN VOOR DE COMPLEXE STRUCTUREN
= **MAGNEETVELD VAN DE ZON**



PLASMA = geïoniseerd gas, gedraagt zich als geleidende vloeistof
-> kan gestructureerd worden door alomtegenwoordig magneetveld

De vele gezichten van de zon

REDEN VOOR DE COMPLEXE STRUCTUREN
= **MAGNEETVELD VAN DE ZON**

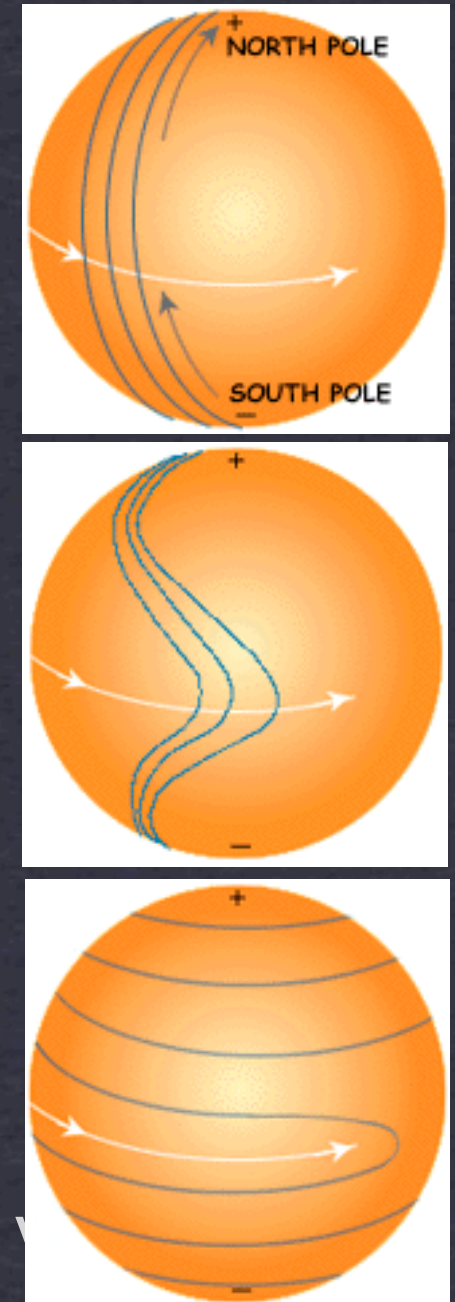
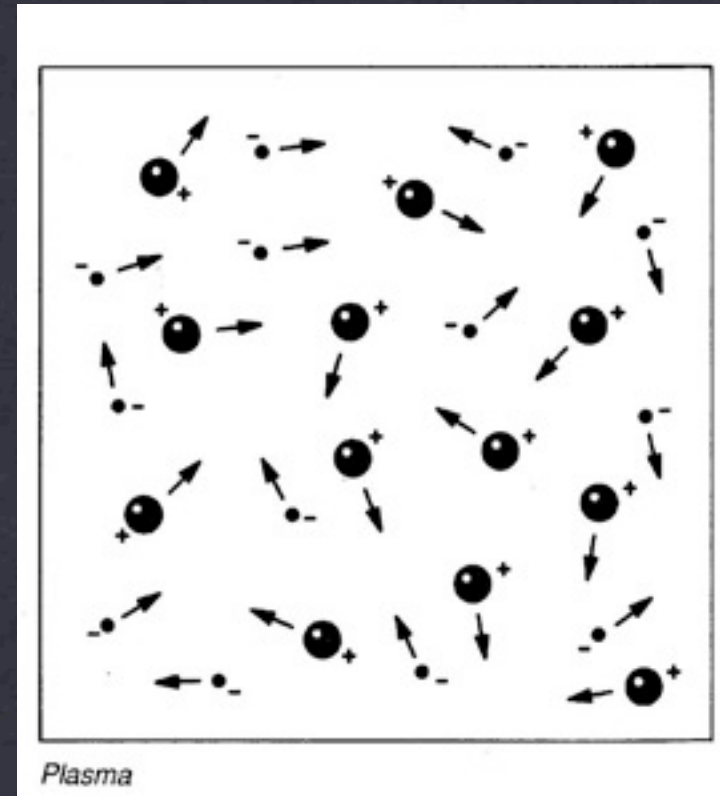
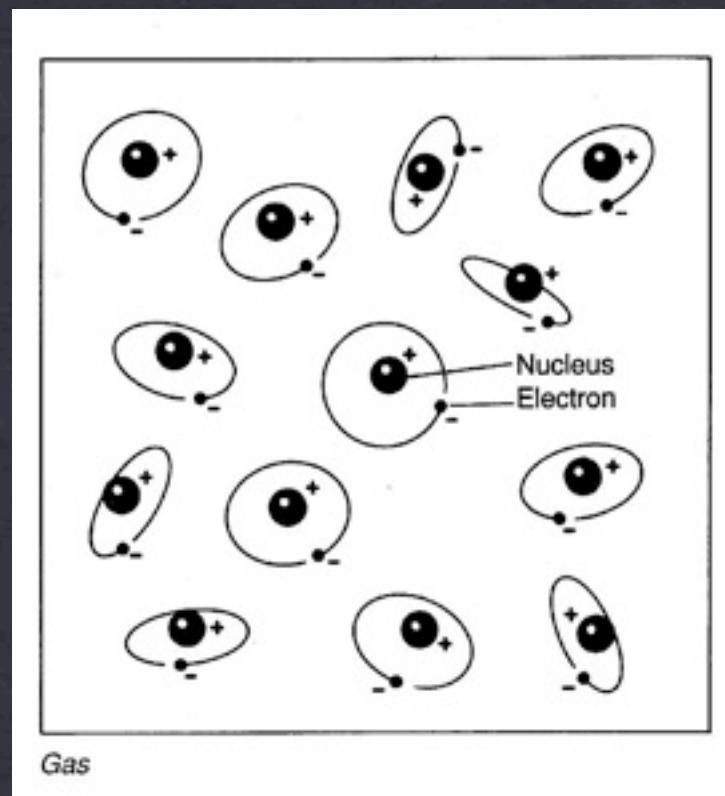


PLASMA = geïoniseerd gas, gedraagt zich als geleidende vloeistof
-> kan gestructureerd worden door alomtegenwoordig magnetveld

door **DIFFERENTIELE ROTATIE** wordt de structuur extreem complex

De vele gezichten van de zon

REDEN VOOR DE COMPLEXE STRUCTUREN
= **MAGNEETVELD VAN DE ZON**

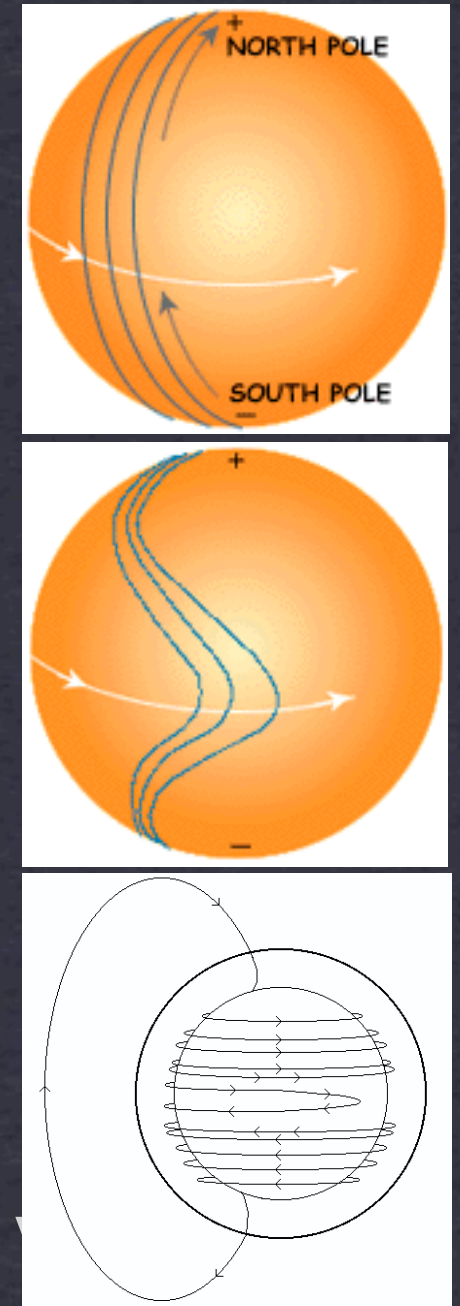
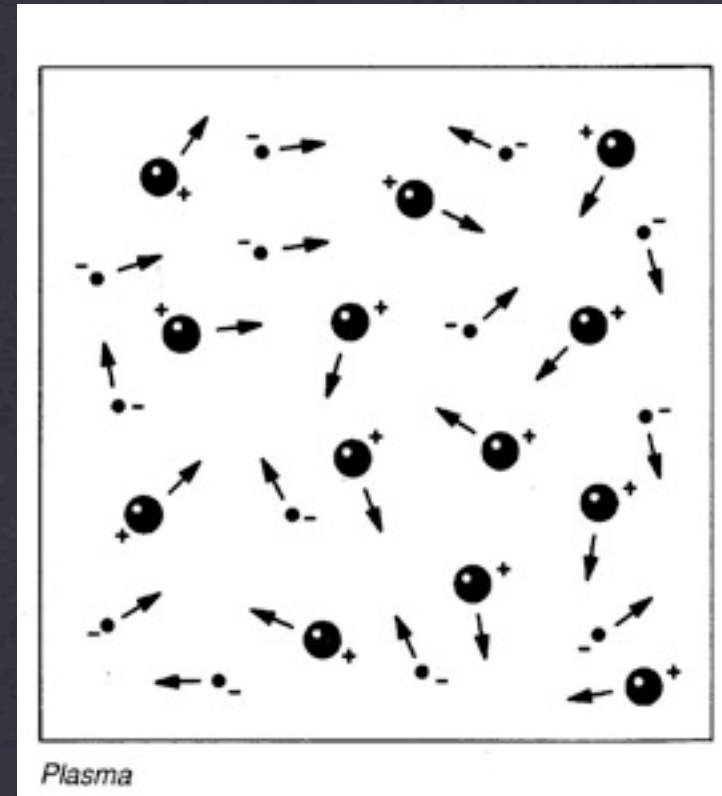
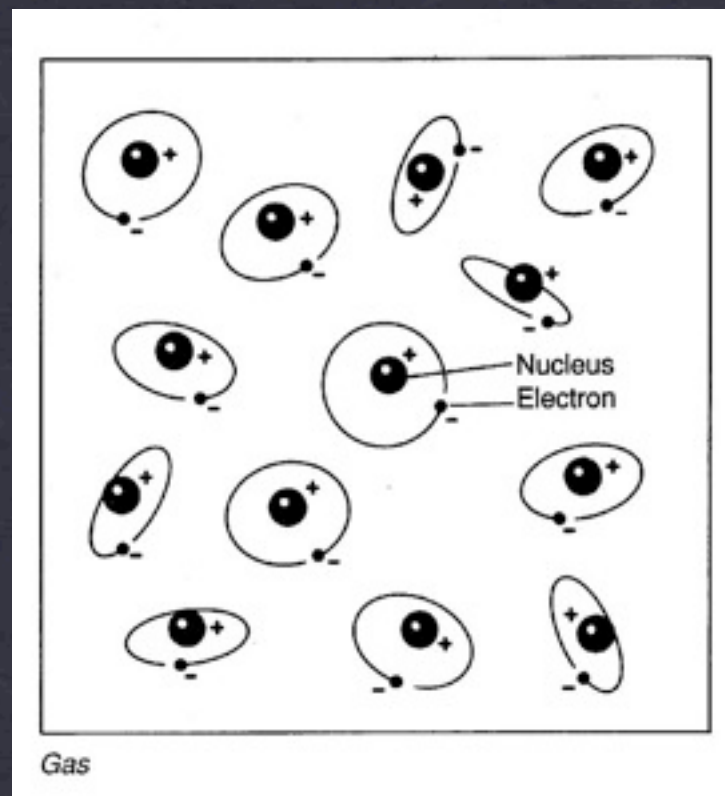


PLASMA = geïoniseerd gas, gedraagt zich als geleidende vloeistof
-> kan gestructureerd worden door alomtegenwoordig magnetisch veld

door **DIFFERENTIELE ROTATIE** wordt de structuur extreem complex

De vele gezichten van de zon

REDEN VOOR DE COMPLEXE STRUCTUREN
= **MAGNEETVELD VAN DE ZON**

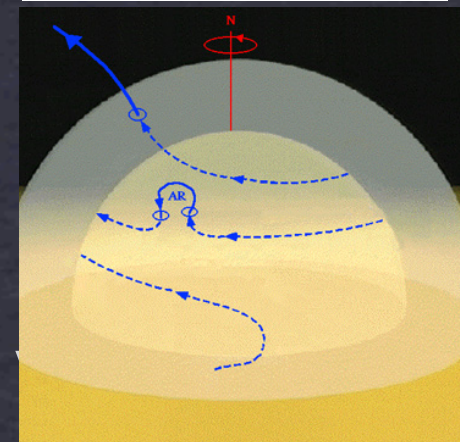
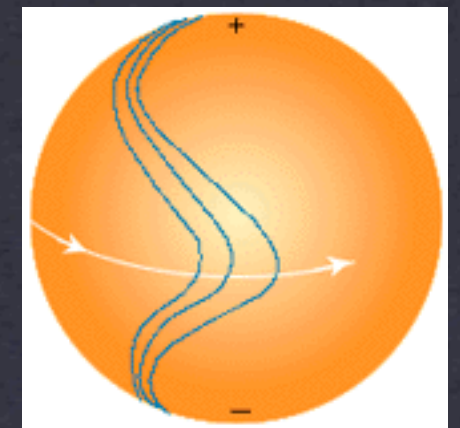
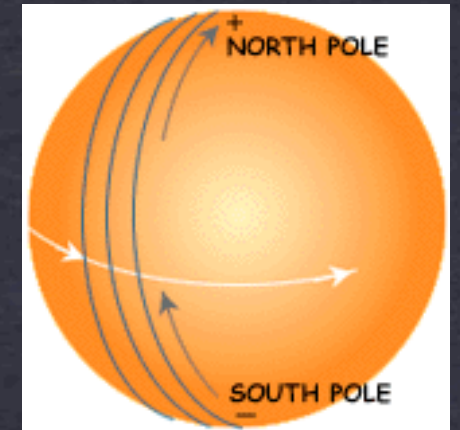
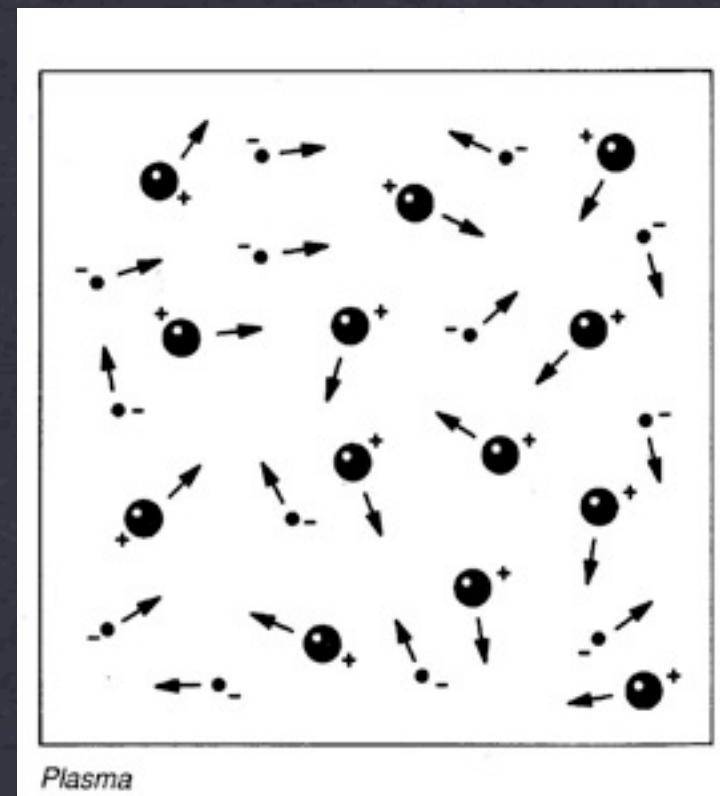
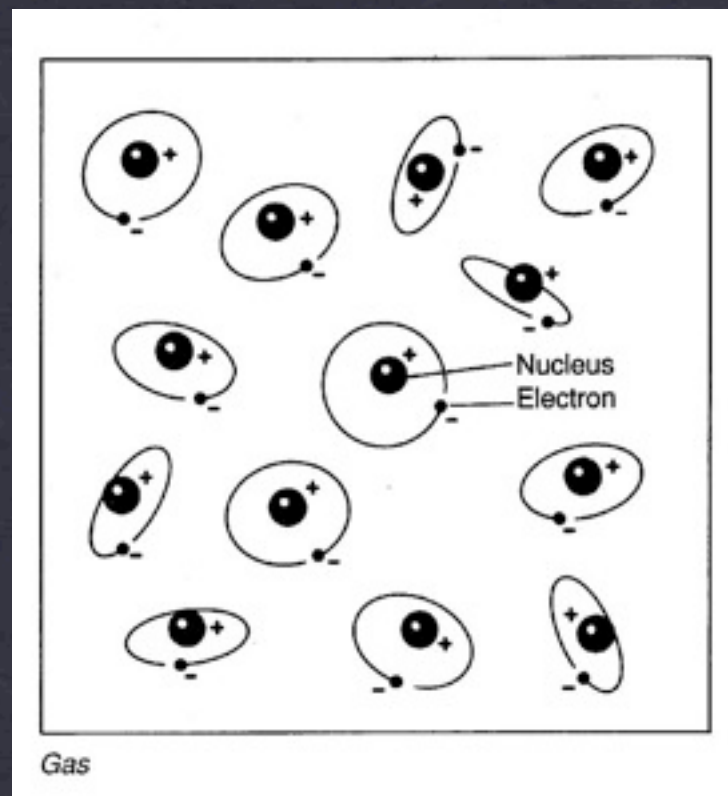


PLASMA = geïoniseerd gas, gedraagt zich als geleidende vloeistof
-> kan gestructureerd worden door alomtegenwoordig magnetisch veld

door **DIFFERENTIELE ROTATIE** wordt de structuur extreem complex

De vele gezichten van de zon

REDEN VOOR DE COMPLEXE STRUCTUREN
= **MAGNEETVELD VAN DE ZON**

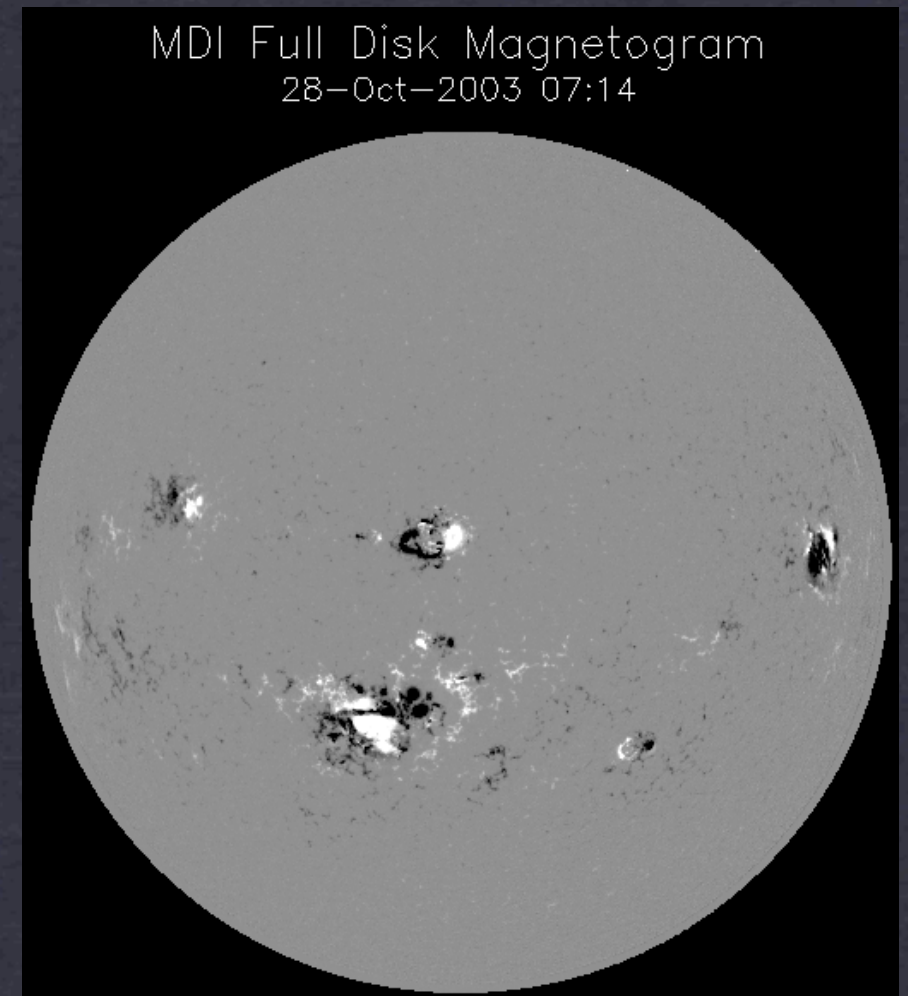
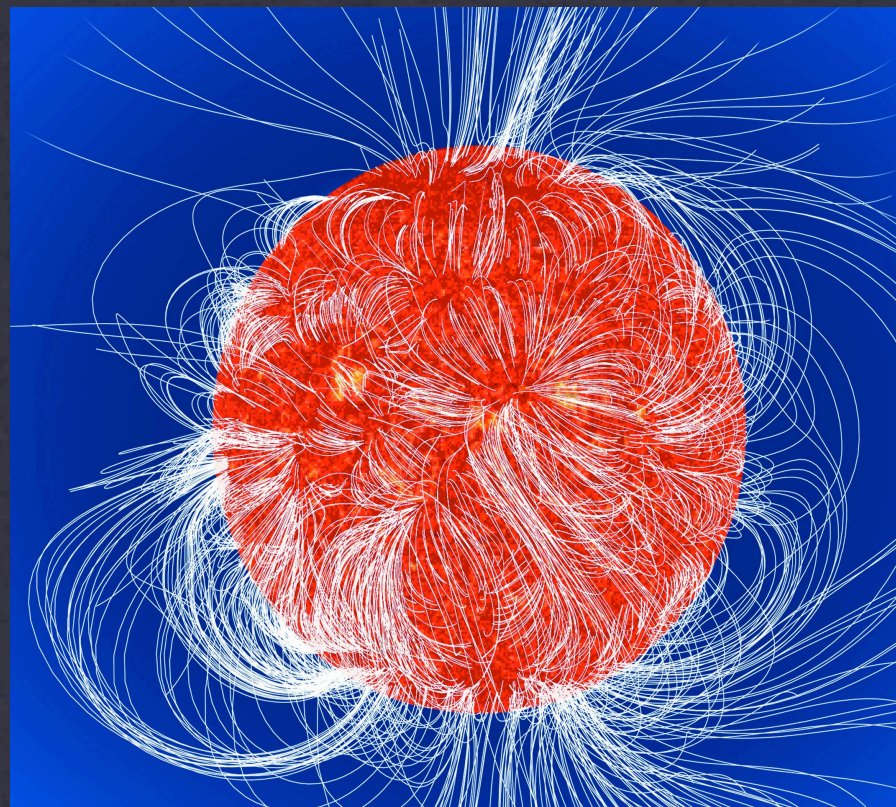


PLASMA = geïoniseerd gas, gedraagt zich als geleidende
-> kan gestructureerd worden door alomtegenwoordig magneetveld

door **DIFFERENTIELE ROTATIE** wordt de structuur extreem complex

De vele gezichten van de zon

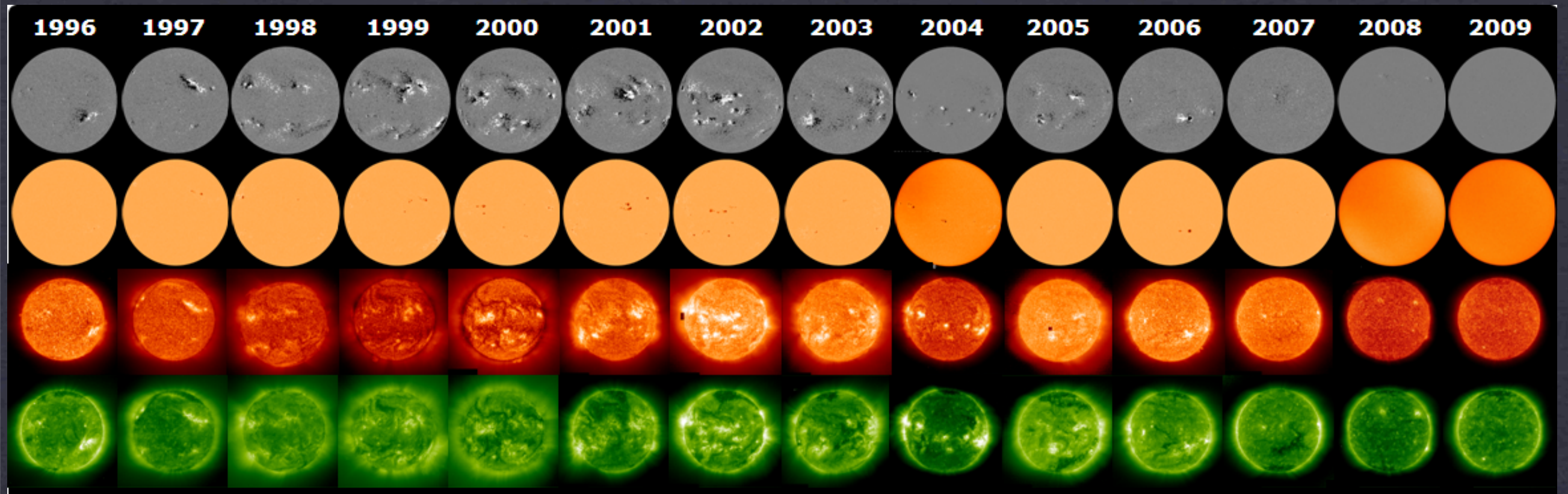
REDEN VOOR DE COMPLEXE STRUCTUREN
= **MAGNEETVELD VAN DE ZON**



PLASMA = geïoniseerd gas, gedraagt zich als geleidende vloeistof
-> kan gestructureerd worden door alomtegenwoordig magneetveld

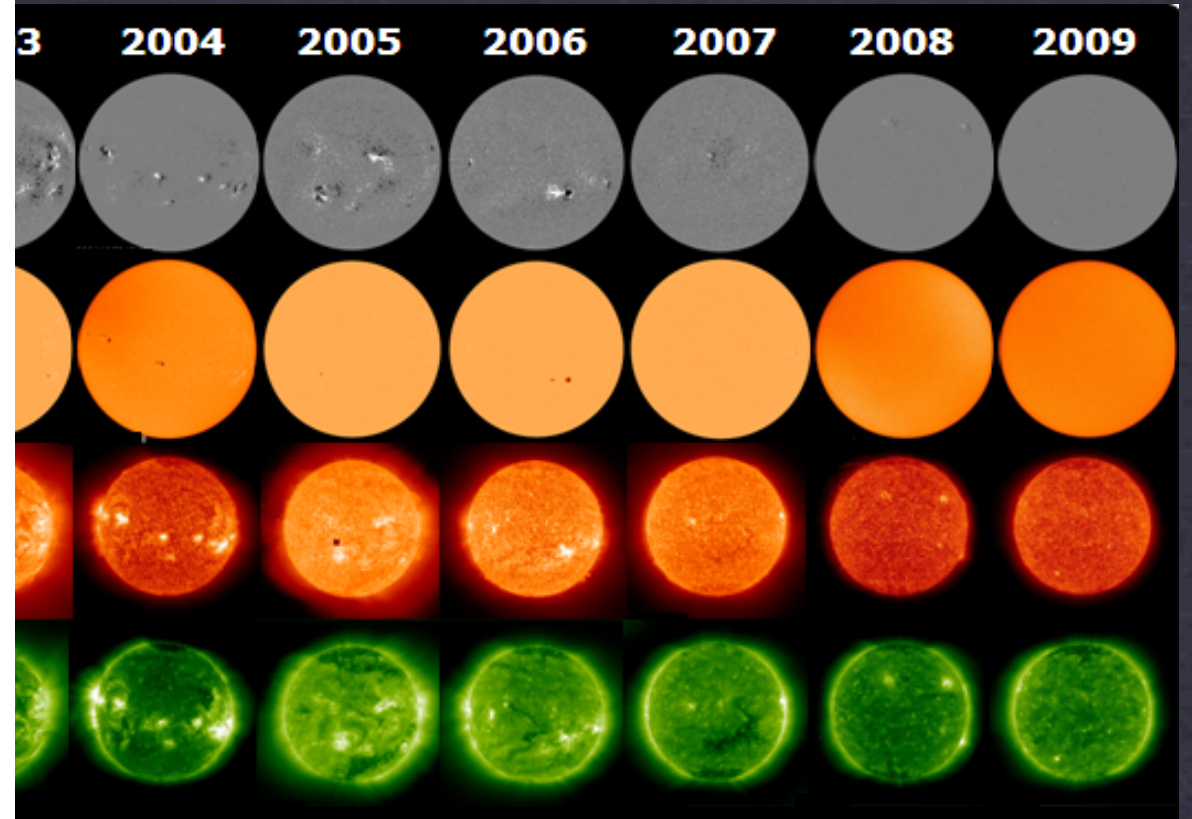
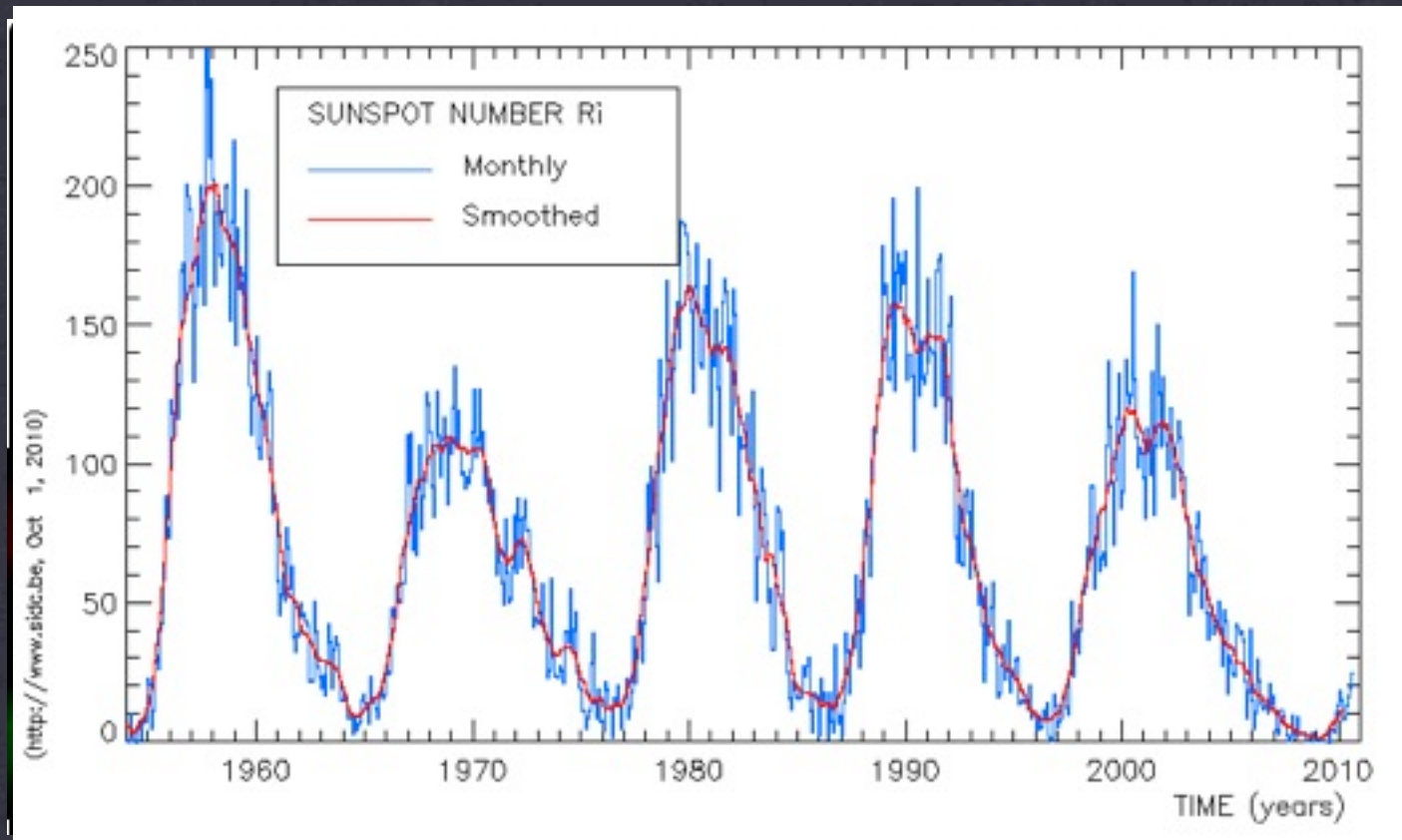
door **DIFFERENTIELE ROTATIE** wordt de structuur extreem complex

De zonnecyclus



- ☞ complexiteit magneetveld **EN** zonne-activiteit volgen 11-jarige cyclus
- ☞ **ZONNEVLEKKEN** zijn oudste & meest gekende uiting van activiteit
-> worden al >400 jaar systematisch waargenomen

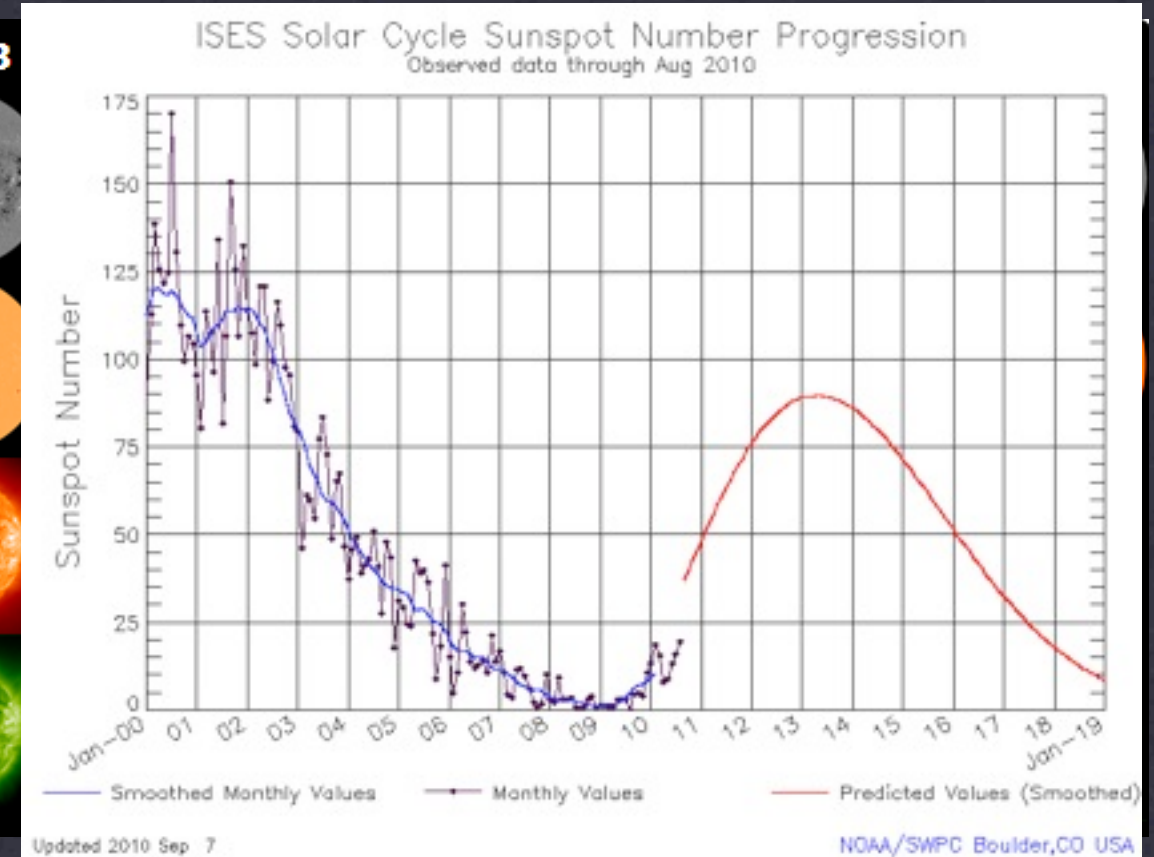
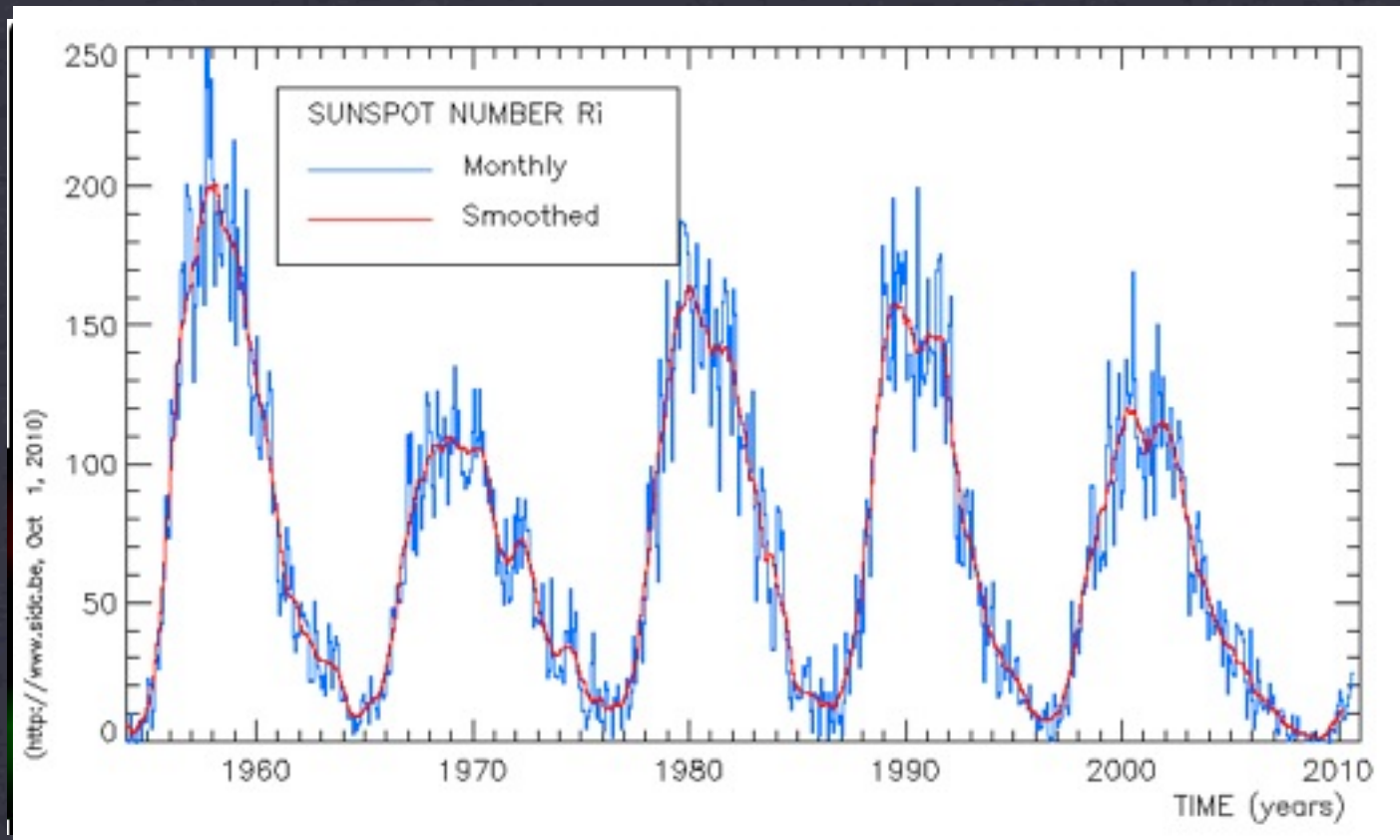
De zonnecyclus



Zonnevlekkengetal, KSB Ukkel (RWC, WDC)

- ☞ complexiteit magneetveld **EN** zonne-activiteit volgen 11-jarige cyclus
- ☞ **ZONNEVLEKKEN** zijn oudste & meest gekende uiting van activiteit
-> worden al >400 jaar systematisch waargenomen

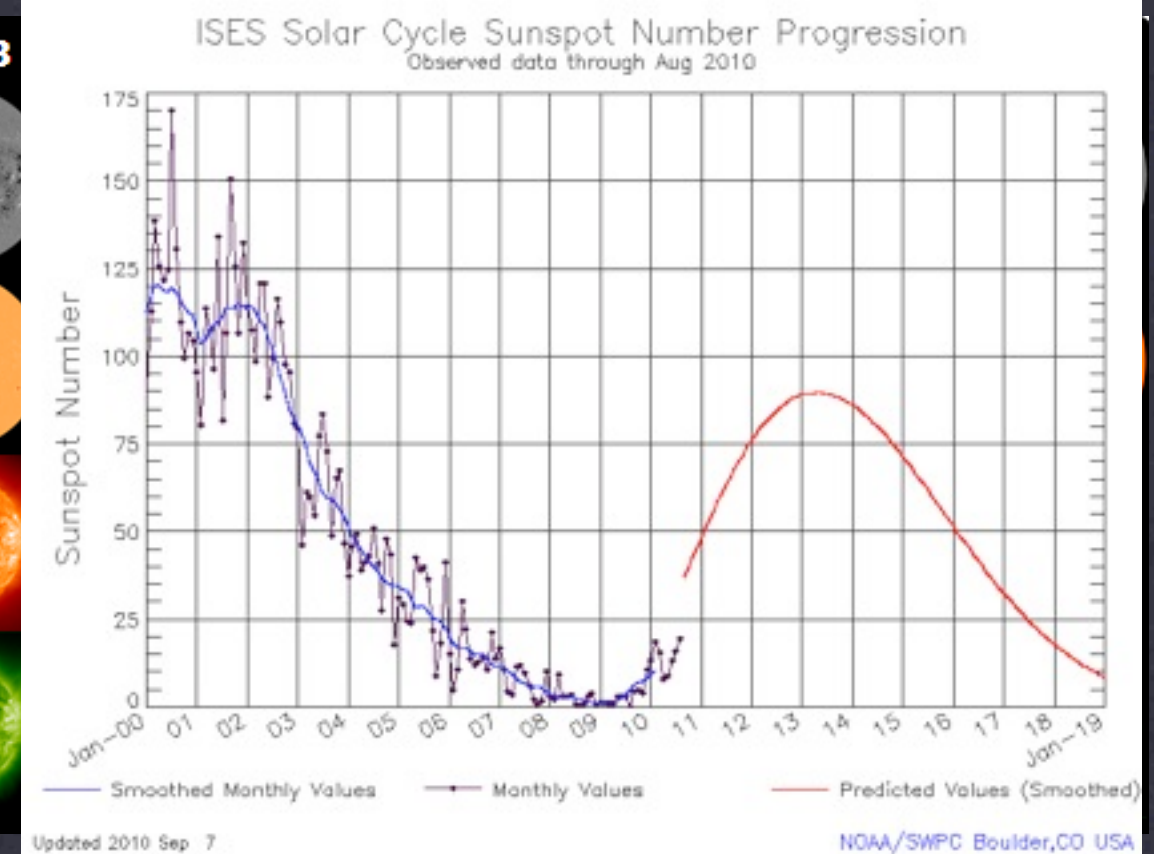
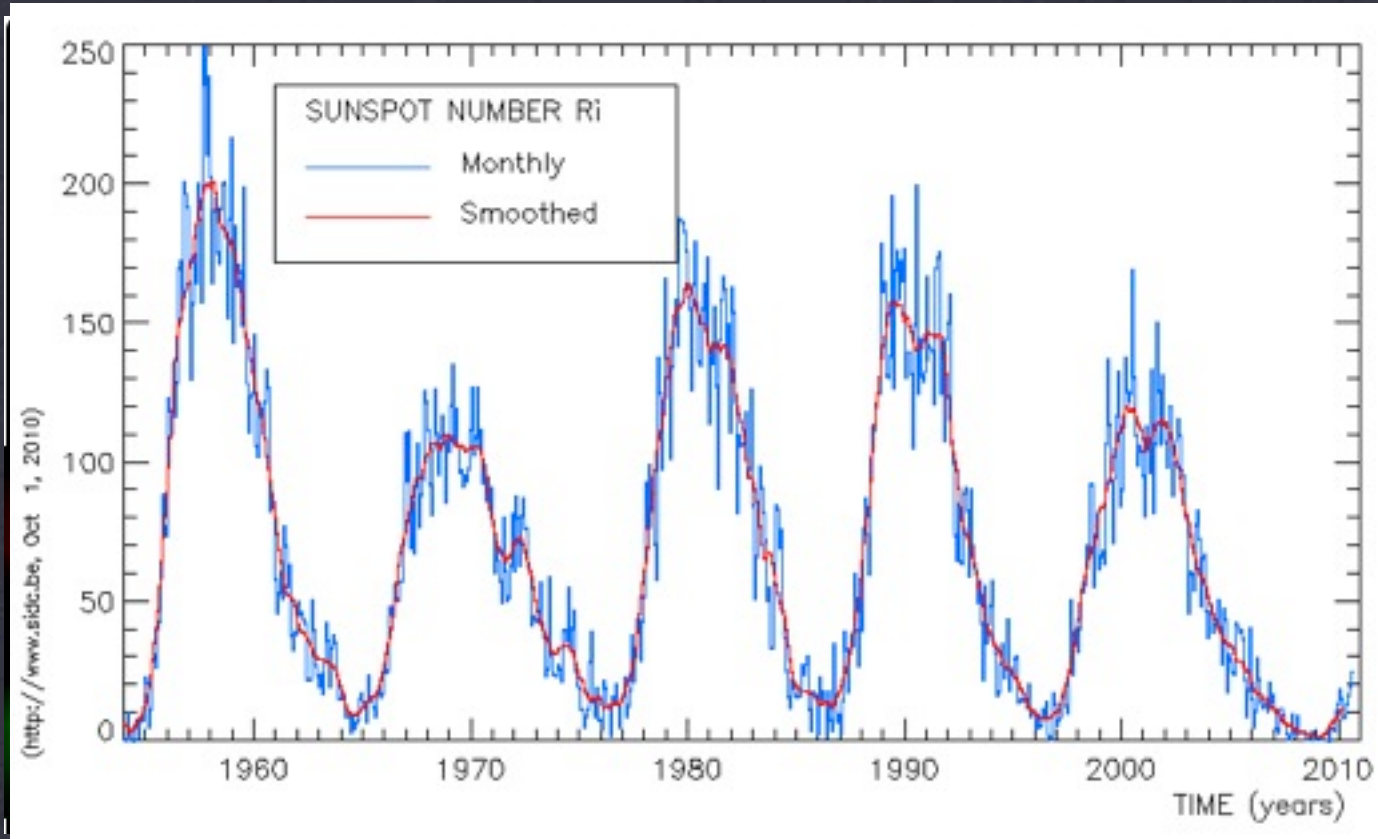
De zonnecyclus



Zonnevlekkengetal, KSB Ukkel (RWC, WDC)

- ☉ complexiteit magneetveld **EN** zonne-activiteit volgen 11-jarige cyclus
- ☉ **ZONNEVLEKKEN** zijn oudste & meest gekende uiting van activiteit
-> worden al >400 jaar systematisch waargenomen

De zonnecyclus



Zonnevlekkengetal, KSB Ukkel (RWC, WDC)

- ☞ uitzonderlijk lang en diep minimum
- ☞ langst durende cyclus van laatste 180 jaar!

Kort CV van de zon:



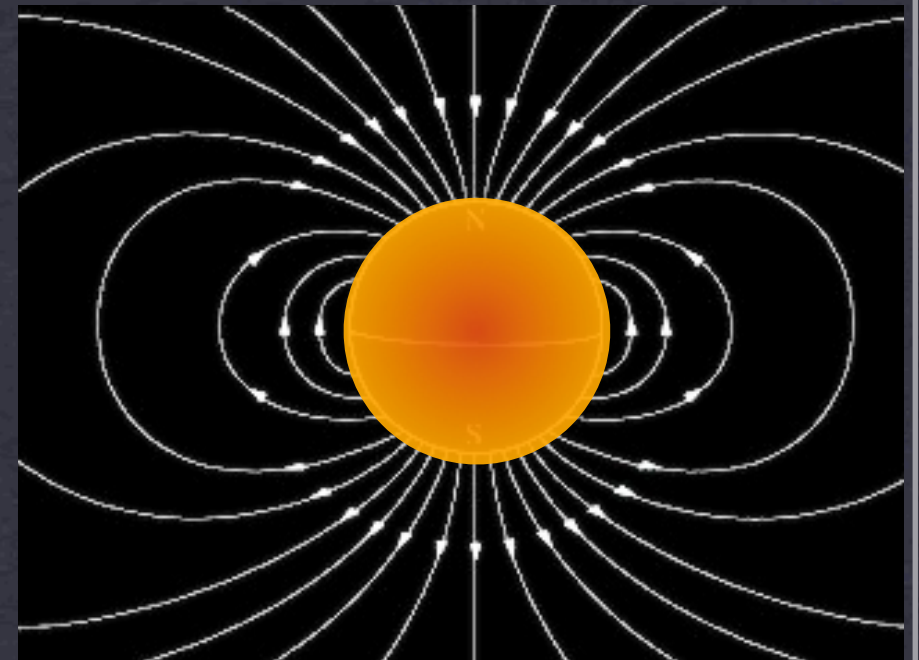
ZON



- > ster: overvloed aan massa & energie
- > magnetisch gestructureerd
- > warboel door rotatie en stuwing
- > magnetische reconnectie
- > energie & plasma komt vrij !!

Kort CV van de zon:

ZON

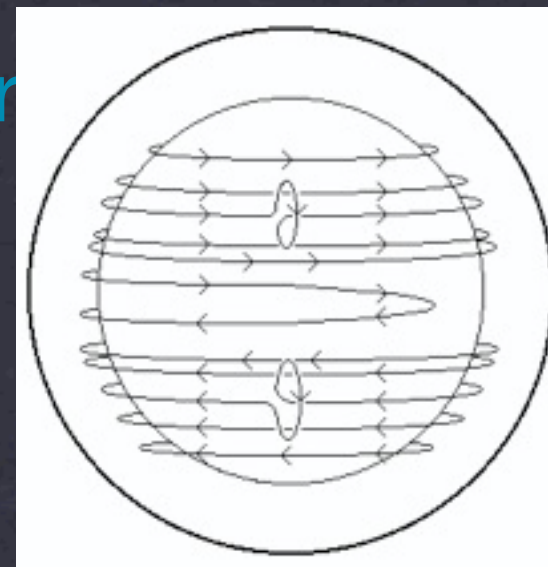
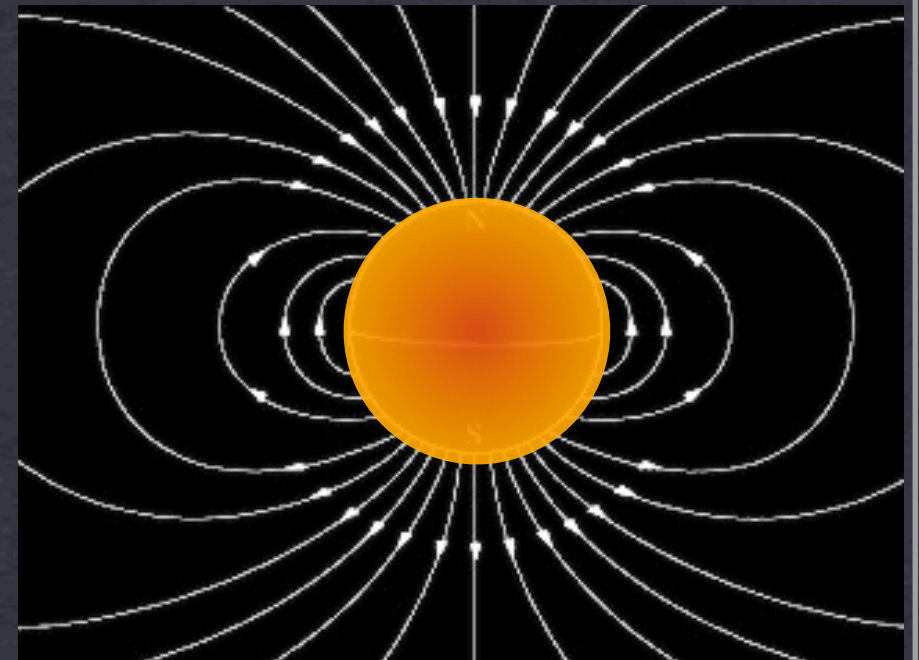


- > ster: overvloed aan massa & energie
- > magnetisch gestructureerd
- > warboel door rotatie en stuwing
- > magnetische reconnectie
- > energie & plasma komt vrij !!

Kort CV van de zon:

ZON

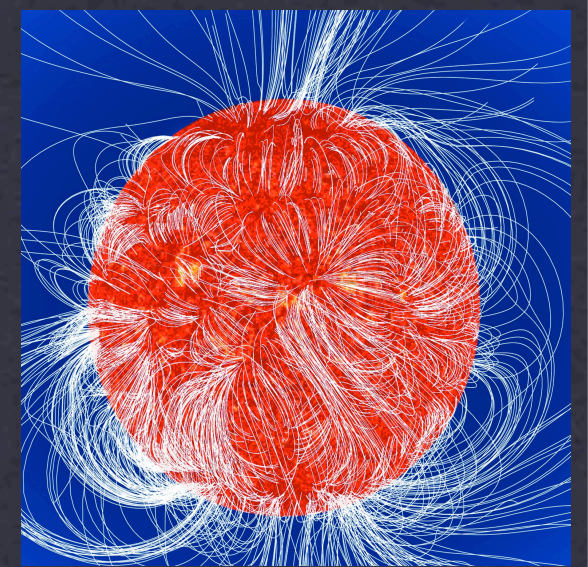
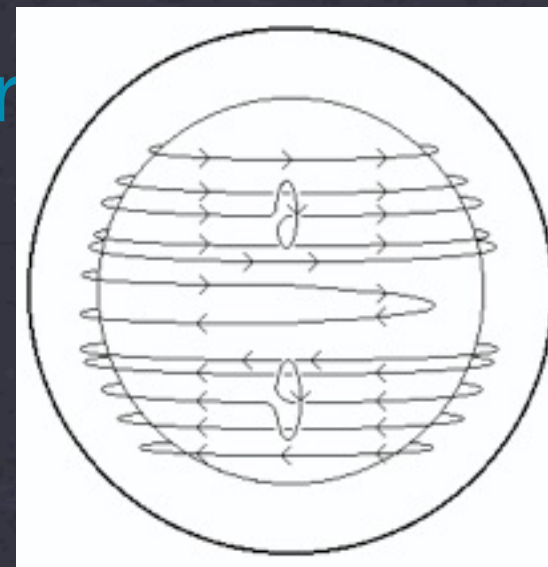
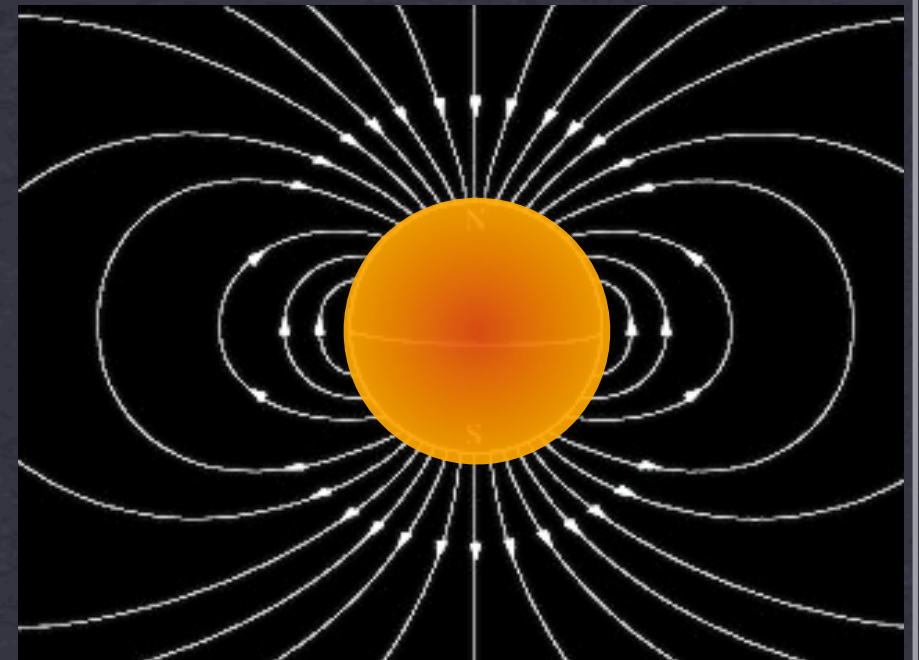
- > ster: overvloed aan massa & energie
- > magnetisch gestructureerd
- > warboel door rotatie en stuwing
- > magnetische reconnectie
- > energie & plasma komt vrij !!



Kort CV van de zon:

ZON

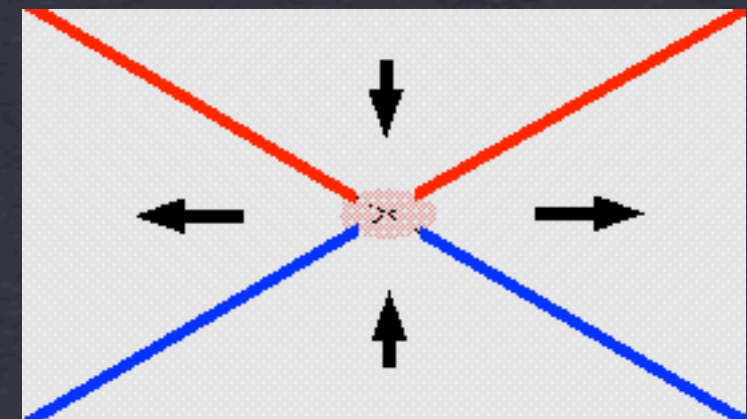
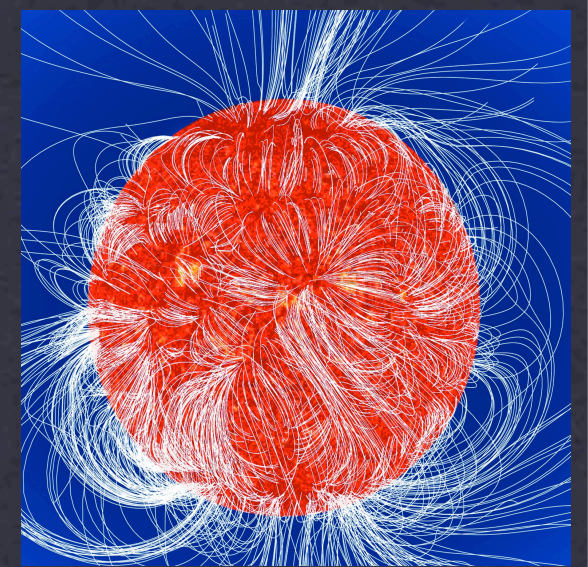
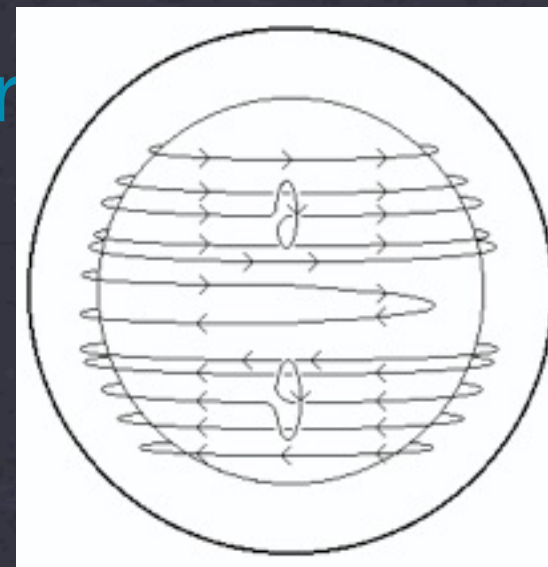
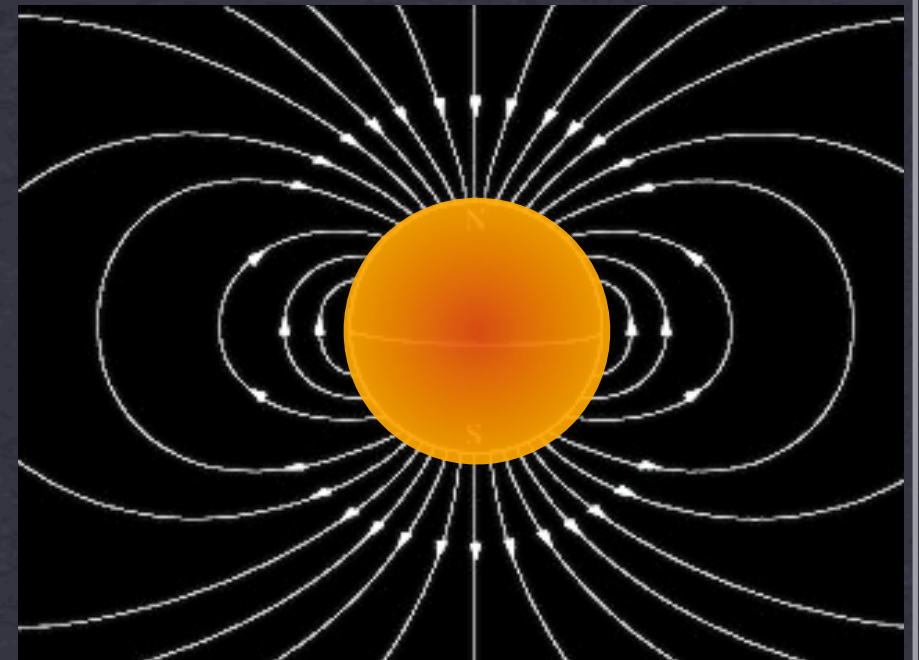
- > ster: overvloed aan massa & energie
- > magnetisch gestructureerd
- > warboel door rotatie en stuwing
- > magnetische reconnectie
- > energie & plasma komt vrij !!



Kort CV van de zon:

ZON

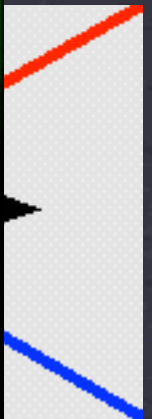
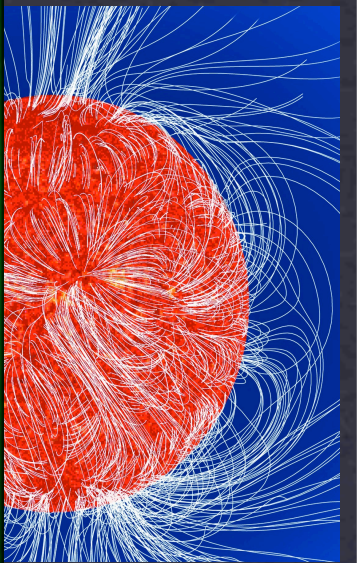
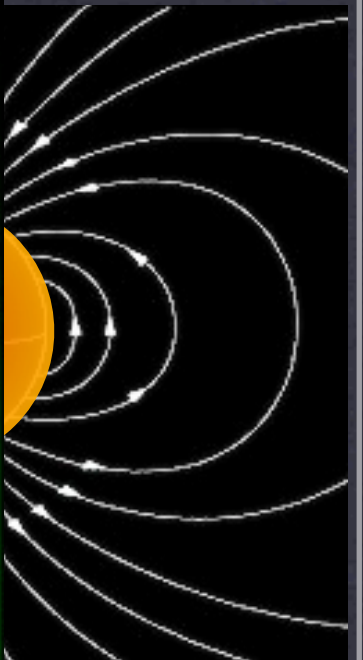
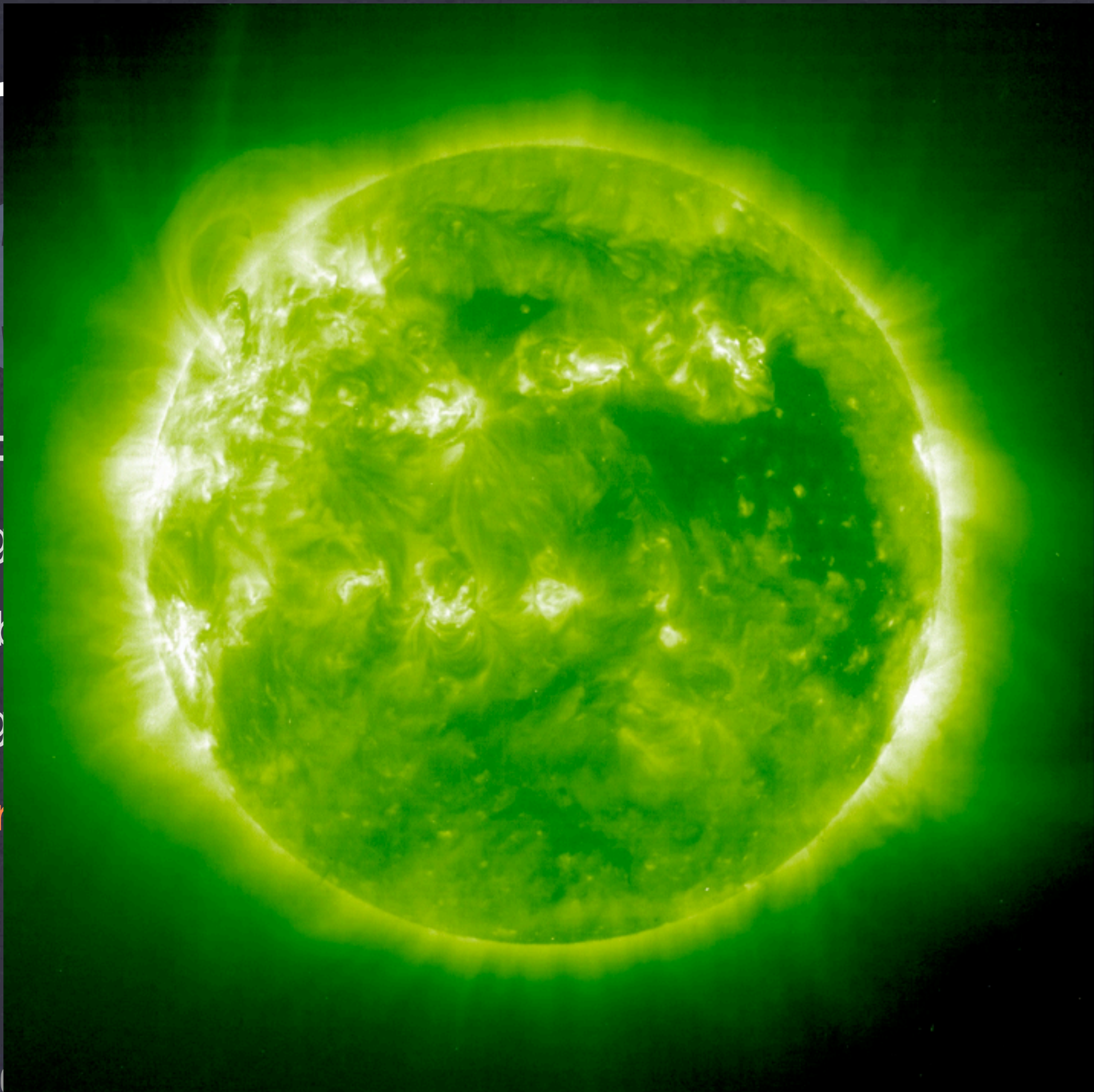
- > ster: overvloed aan massa & energie
- > magnetisch gestructureerd
- > warboel door rotatie en stuwing
- > magnetische reconnectie
- > energie & plasma komt vrij !!



Kor

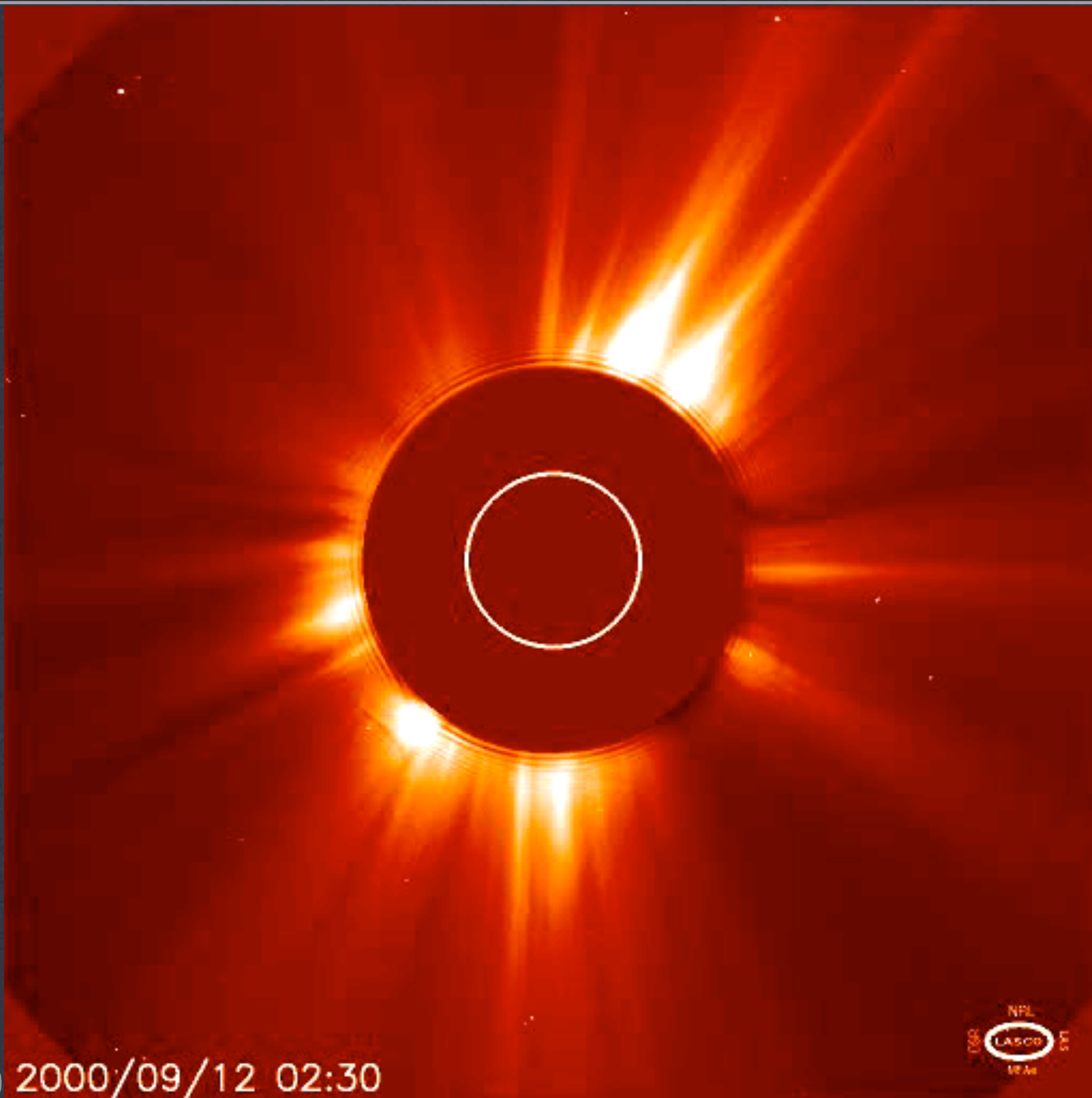
ZON

- > ster
- > mag
- > wark
- > mag
- > ener



ANIK DE GROO

- 5 OKT 2010



ANIK DE GRO 2000/09/12 02:30

5 OKT 2010



DE ZON GEEFT ONS MEER DAN WARMTE EN LICHT!
-> RUIMTEWEER!

ANIK DE GRO 2000/09/12 02:30

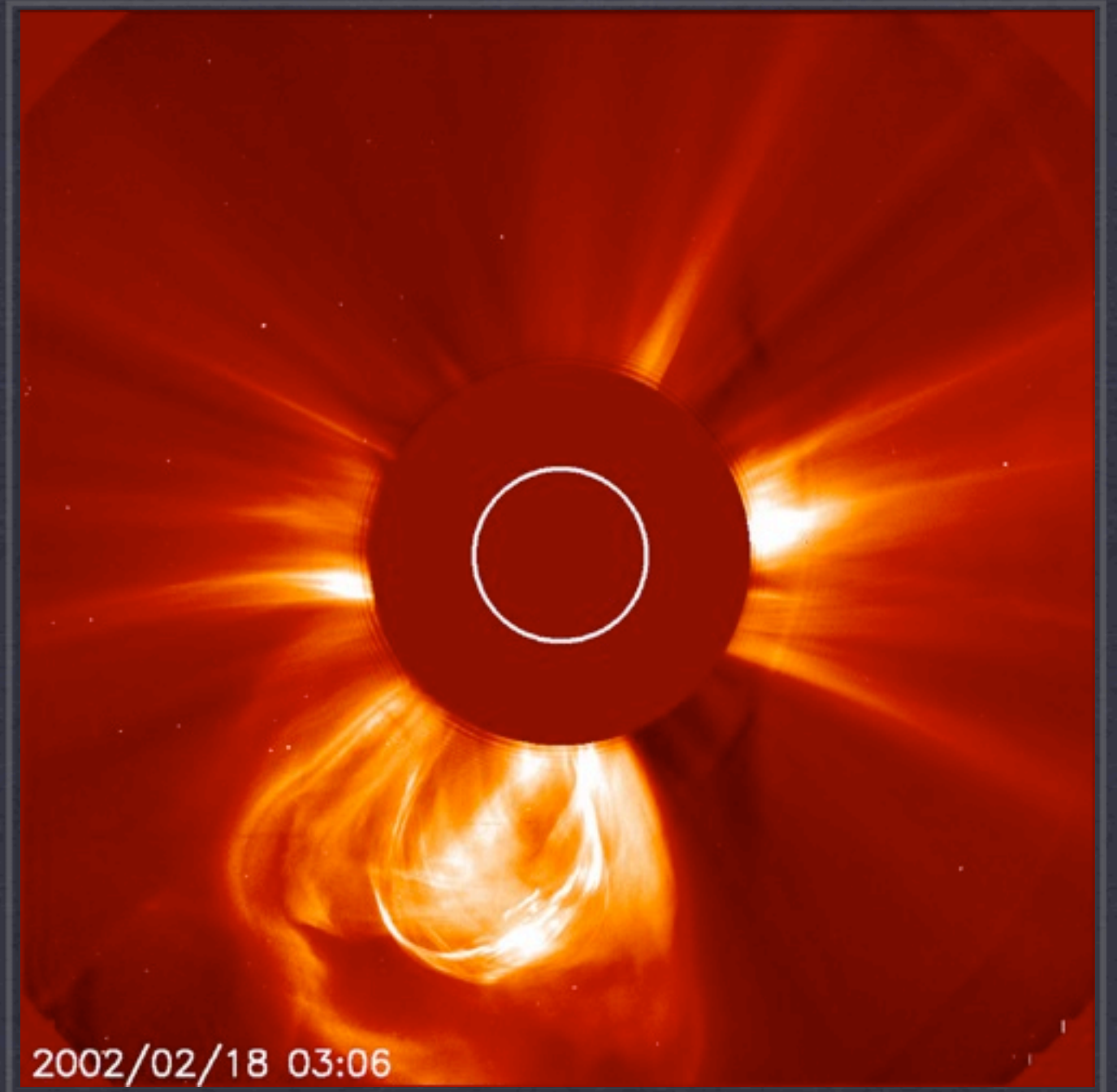


5 OKT 2010

RUIMTE- WEER

DE INVLOED VAN DE ZON OP DE AARDE

- > zonne-activiteit in tijd
- > brongebieden ruimteweer
- > belangrijkste spelers
- > de aarde verweert zich



2002/02/18 03:06

Zonne-activiteit

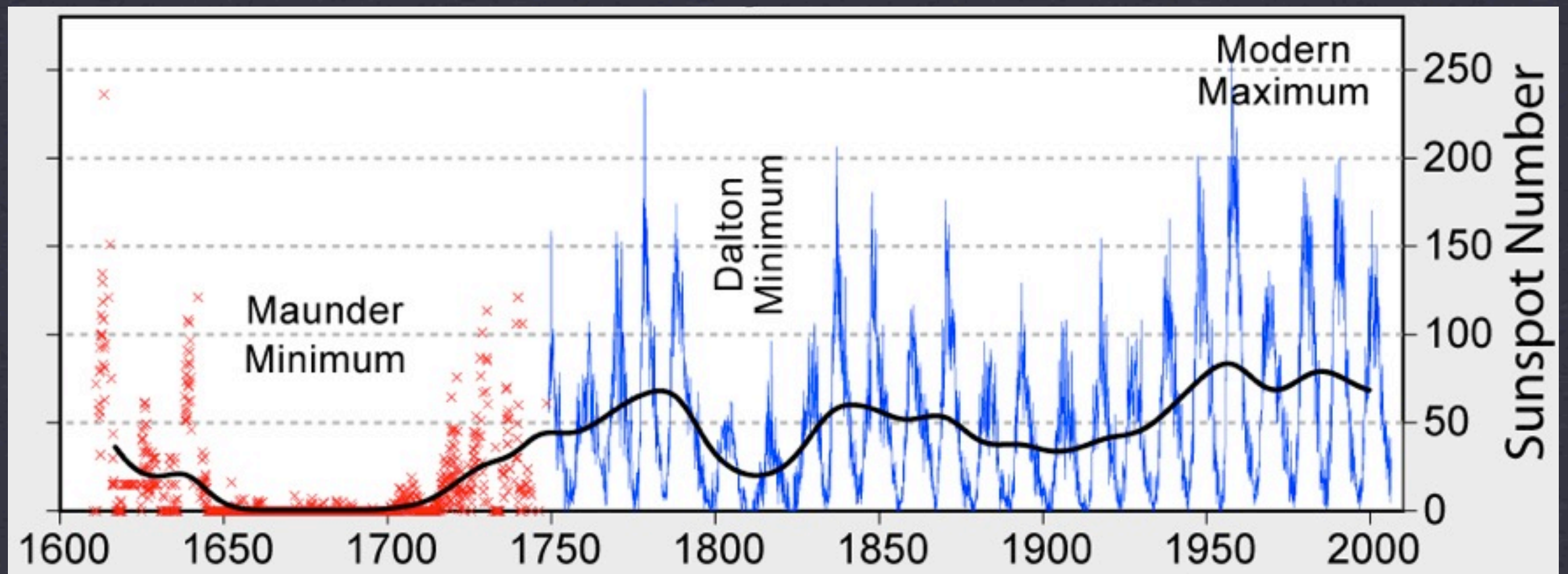
LANGE TERMIJN

- > verstoorde zonnecyclus
- > klimaat kan worden beïnvloed

Zonne-activiteit

👁 LANGE TERMIJN

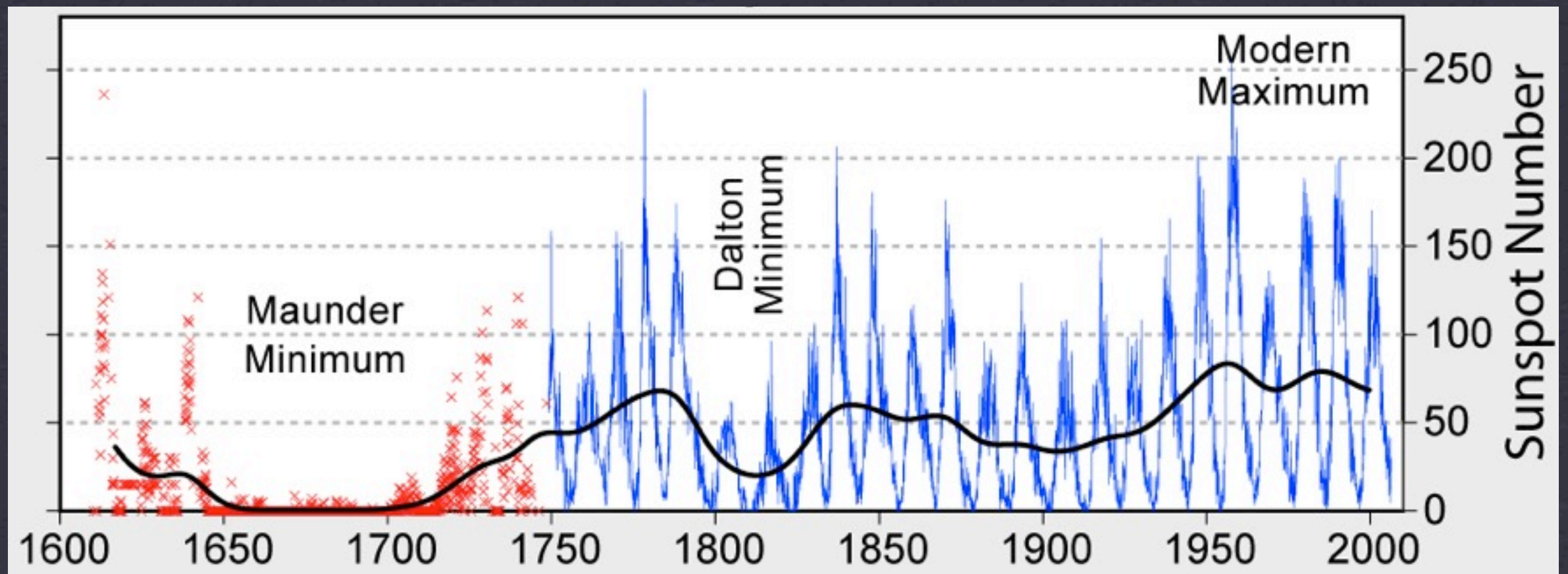
- > verstoorde zonnecyclus
- > klimaat kan worden beïnvloed



Zonne-activiteit

👁 LANGE TERMIJN

- > verstoorde zonnecyclus
- > klimaat kan worden beïnvloed

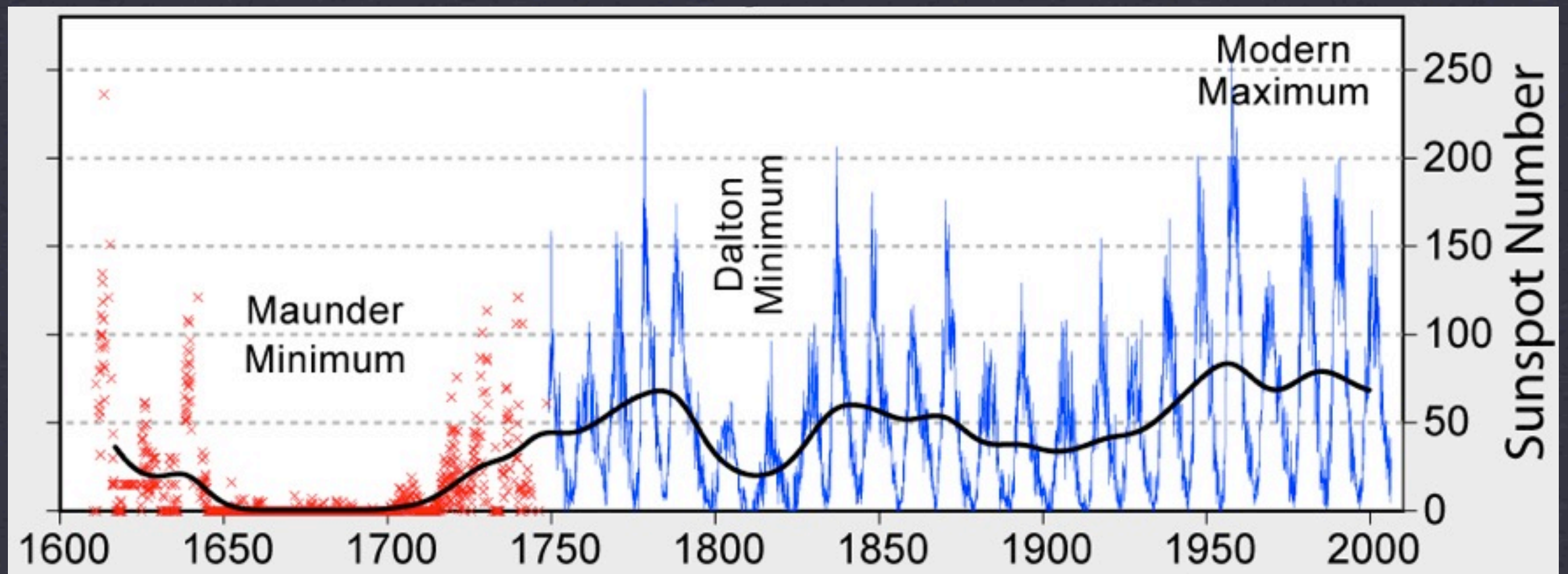


*kleine ijstijd
6°C kouder*

Zonne-activiteit

👁 LANGE TERMIJN

- > verstoorde zonnecyclus
- > klimaat kan worden beïnvloed



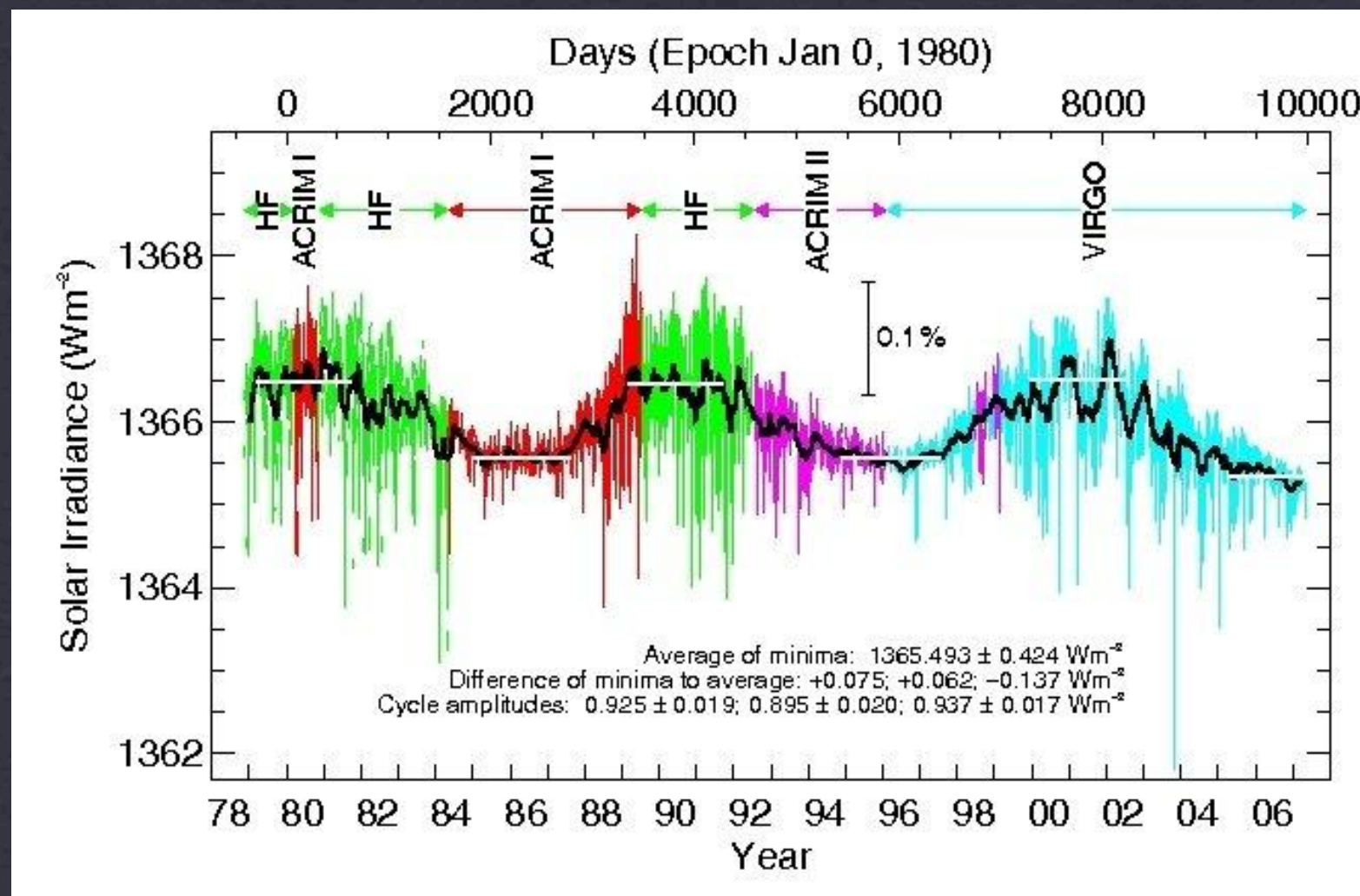
*kleine ijstijd
6°C kouder*

*~2°C kouder
'zomerloos' 1816*

Zonne-activiteit

👁️ MIDDELLANGE TERMIJN

- > zonnevlekken, zonnecyclus
- > zonnestraling TSI (*zonneconstante*)



- > geeft indruk van globale karakter zon (zonnevlekken, faculae)

Zonne-activiteit

 **KORTE TERMIJN** -> zonneweer

= de veranderlijke toestand van de ons omringende ruimte die een invloed uitoefent op de aarde, haar bewoners en **technologische systemen**

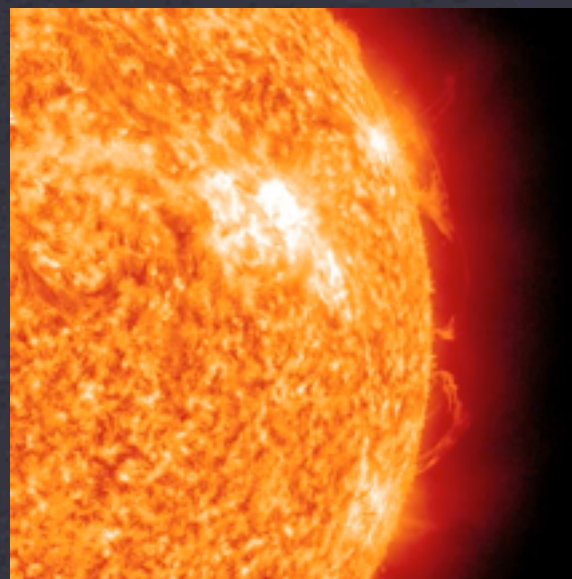
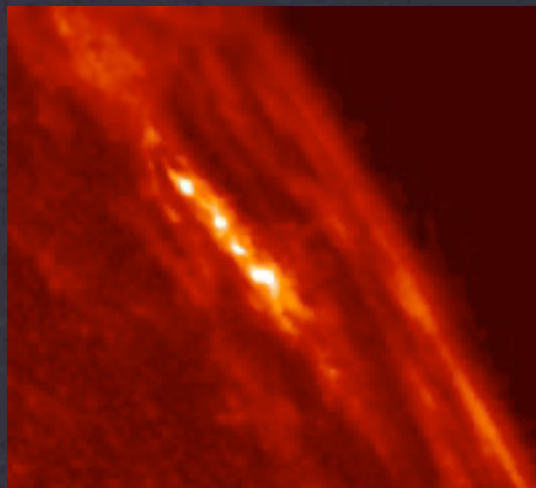
= het geheel aan fenomenen waarbij energie op een impulsieve manier wordt vrijgegeven in de zonne-atmosfeer, en die gegenereerd wordt door de evolutie en brutale transformatie van magneetvelden die doorheen het zonneoppervlak lopen.

Zonne-activiteit

👁 **KORTE TERMIJN** -> zonneweer

= de veranderlijke toestand van de ons omringende ruimte die een invloed uitoefent op de aarde, haar bewoners en **technologische systemen**

= het geheel aan fenomenen waarbij energie op een impulsieve manier wordt vrijgegeven in de zonne-atmosfeer, en die gegenereerd wordt door de evolutie en brutale transformatie van magnetevelden die doorheen het zonneoppervlak lopen.



Veel ogen op de zon

ANIK DE GROOF

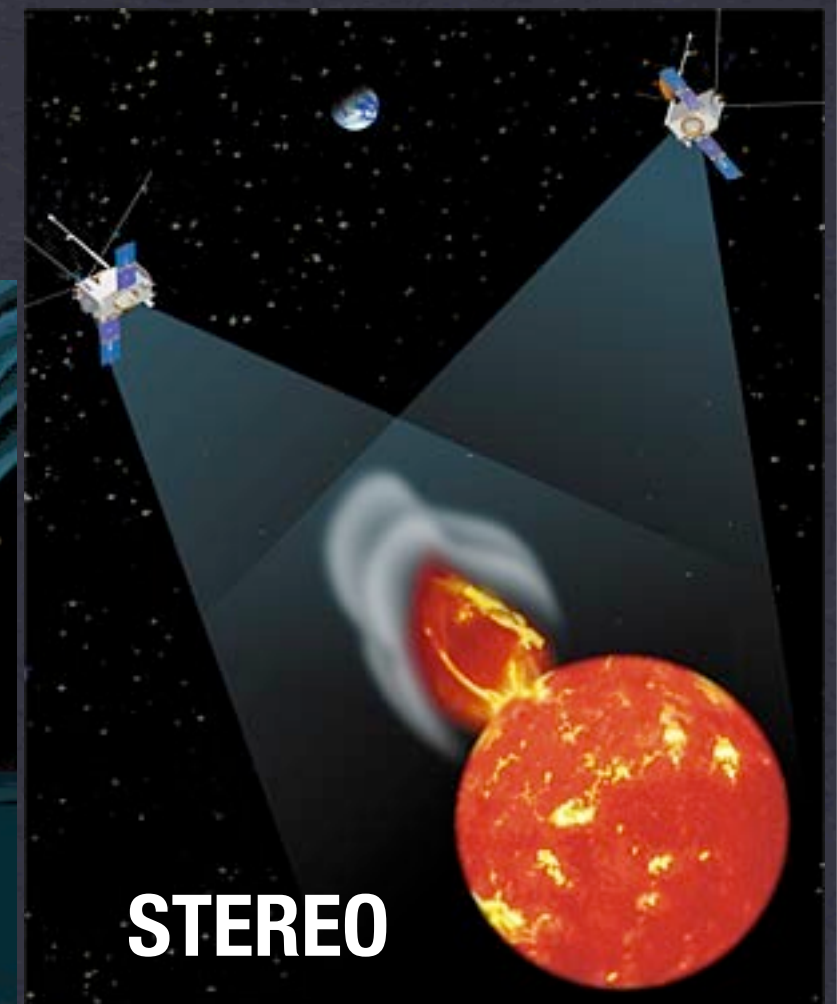
URANIA - 5 OKT 2010

Veel ogen op de zon

- * Observaties van telescopen op aarde
- * Satellieten buiten de aardatmosfeer

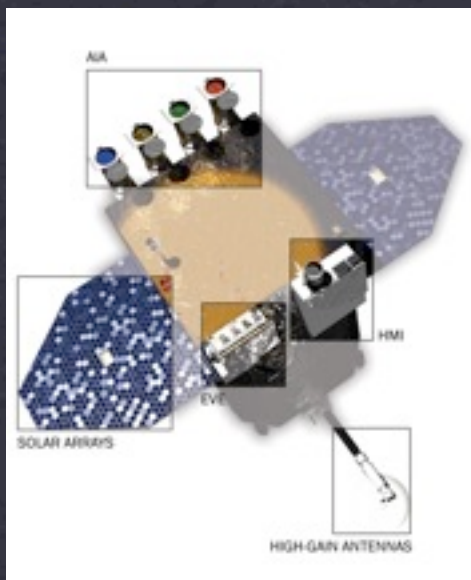
Veel ogen op de zon

- * Observaties van telescopen op aarde
- * Satellieten buiten de aardatmosfeer



Veel ogen op de zon

- * Observaties van telescopen op aarde
- * Satellieten buiten de aardatmosfeer



SDO



GOES

ACE

TRACE



STEREO



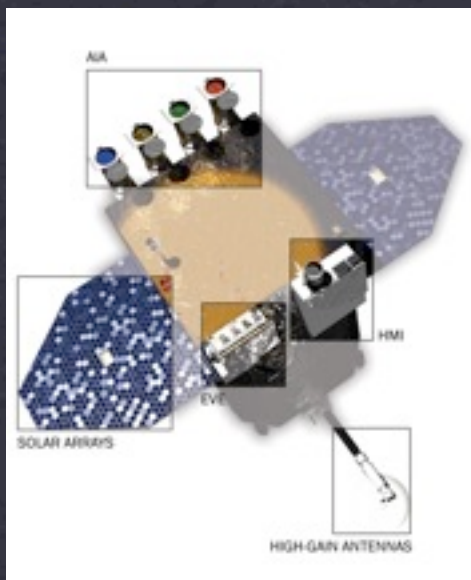
SOHO



Hinode

Veel ogen op de zon

- * Observaties van telescopen op aarde
- * Satellieten buiten de aardatmosfeer



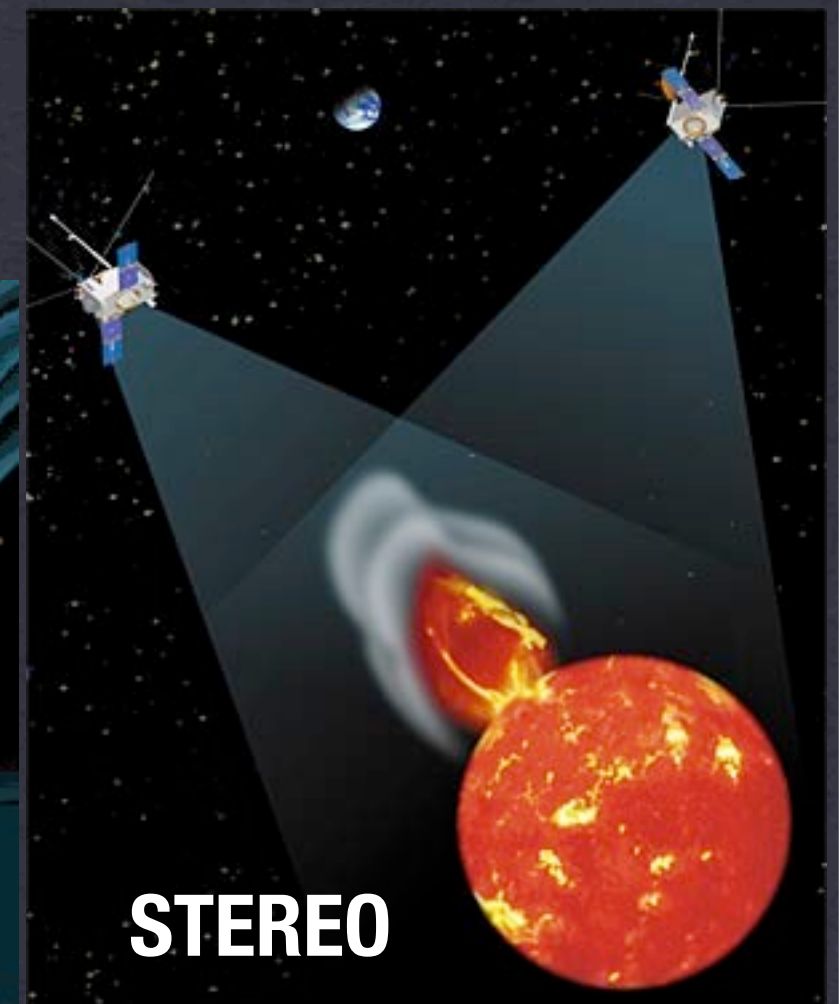
SDO



GOES

ACE

TRACE



STEREO



SOHO



Hinode



PROBA2

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: brongebieden

CORONALE GATEN

ACTIEVE
GEBIEDEN

FILAMENTEN
= PROTUBERANSEN

2002/03/07 12:48

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: brongebieden

CORONALE GATEN

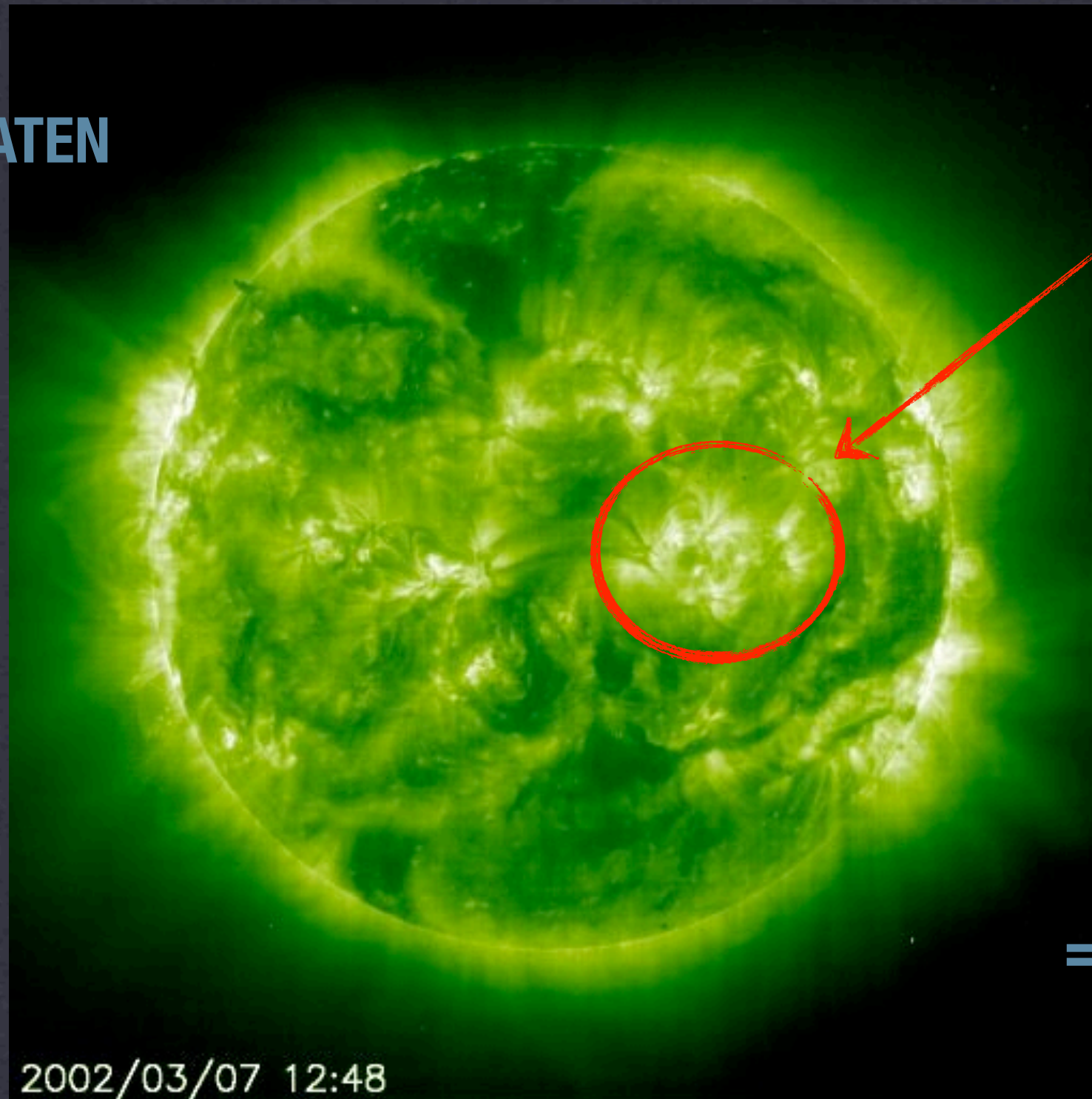
ACTIEVE
GEBIEDEN

FILAMENTEN
= PROTUBERANSEN

2002/03/07 12:48

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010



Ruimteweer: brongebieden

CORONALE GATEN

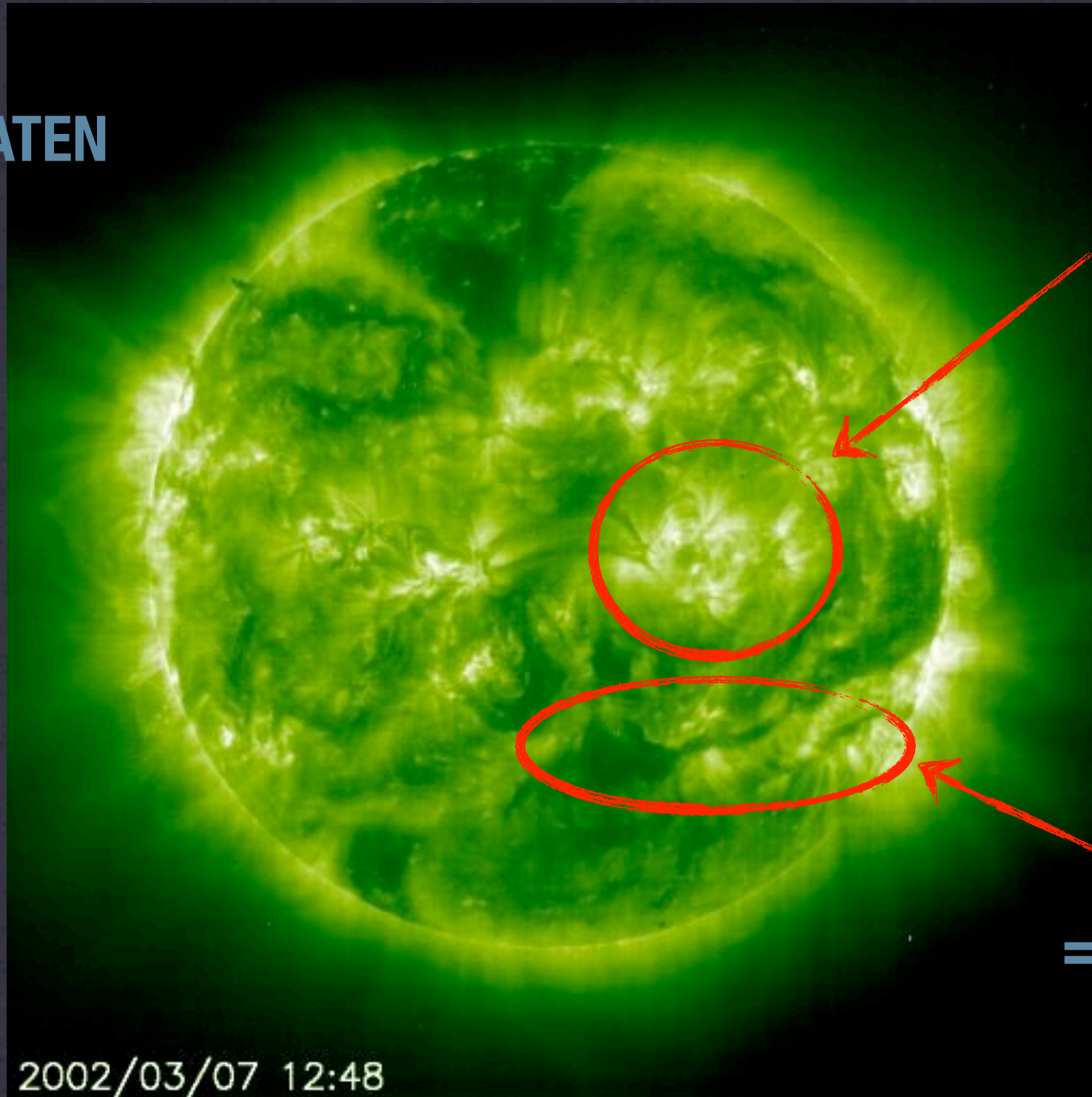
ACTIEVE
GEBIEDEN

FILAMENTEN
= PROTUBERANSEN

2002/03/07 12:48

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010



Ruimteweer: brongebieden

CORONALE GATEN

ACTIEVE
GEBIEDEN

FILAMENTEN
= PROTUBERANSEN

2002/03/07 12:48

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: brongebieden

CORONALE GATEN

STRALING

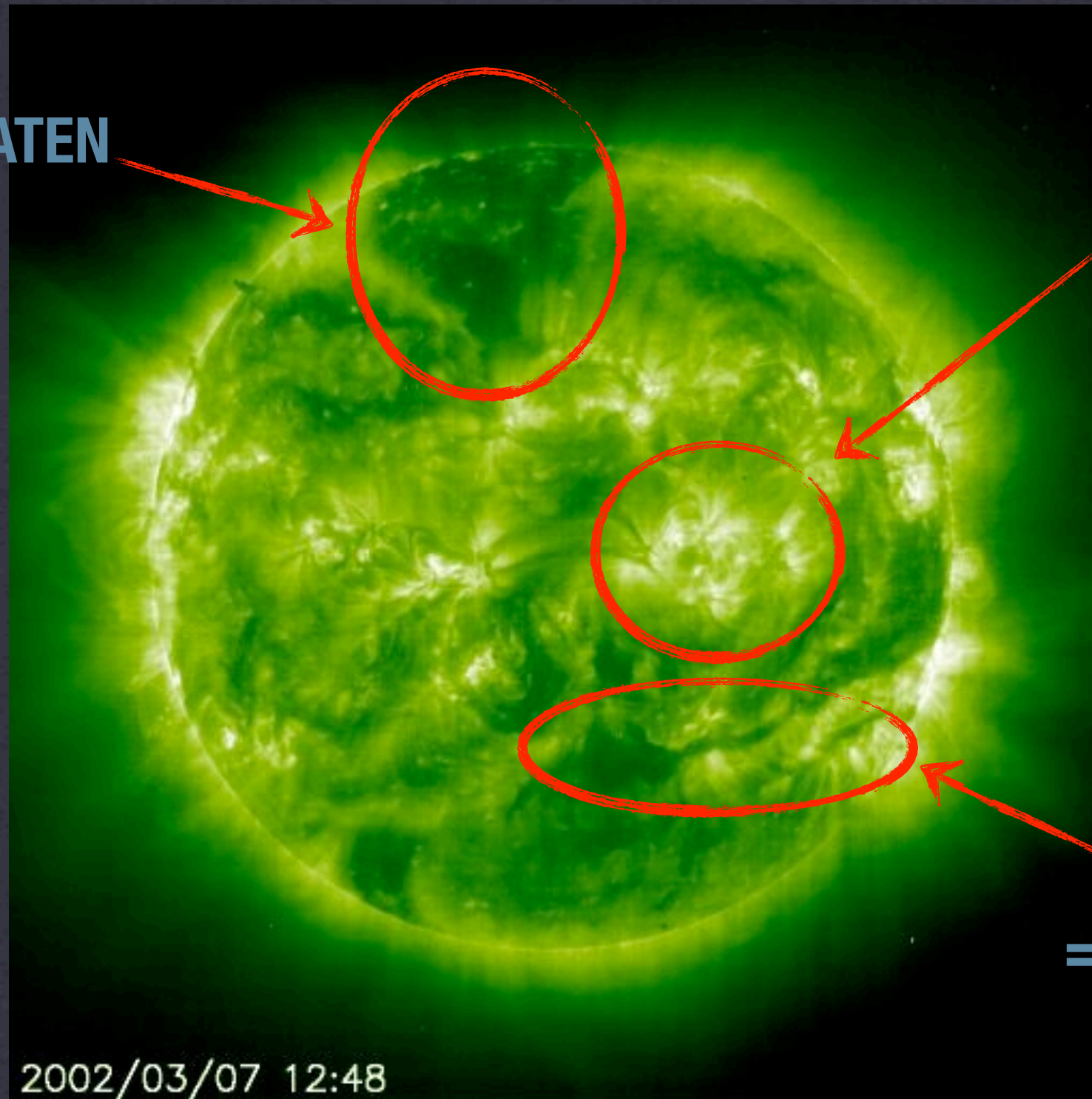
ACTIEVE
GEBIEDEN

FILAMENTEN
= PROTUBERANSEN

2002/03/07 12:48

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010



Ruimteweer: brongebieden

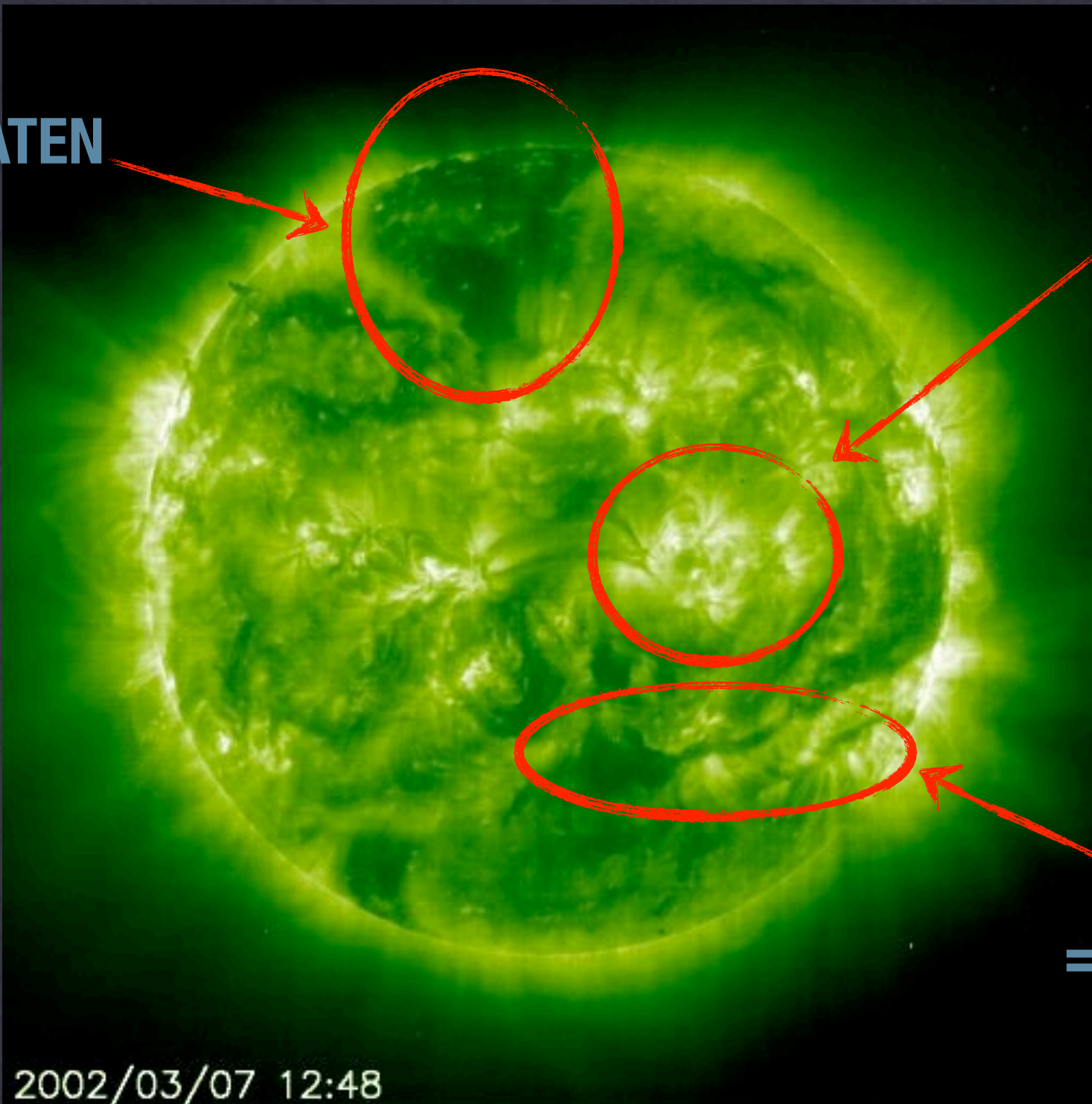
CORONALE GATEN

STRALING

MASSA

ACTIEVE
GEBIEDEN

FILAMENTEN
= PROTUBERANSEN



2002/03/07 12:48

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: brongebieden

CORONALE GATEN

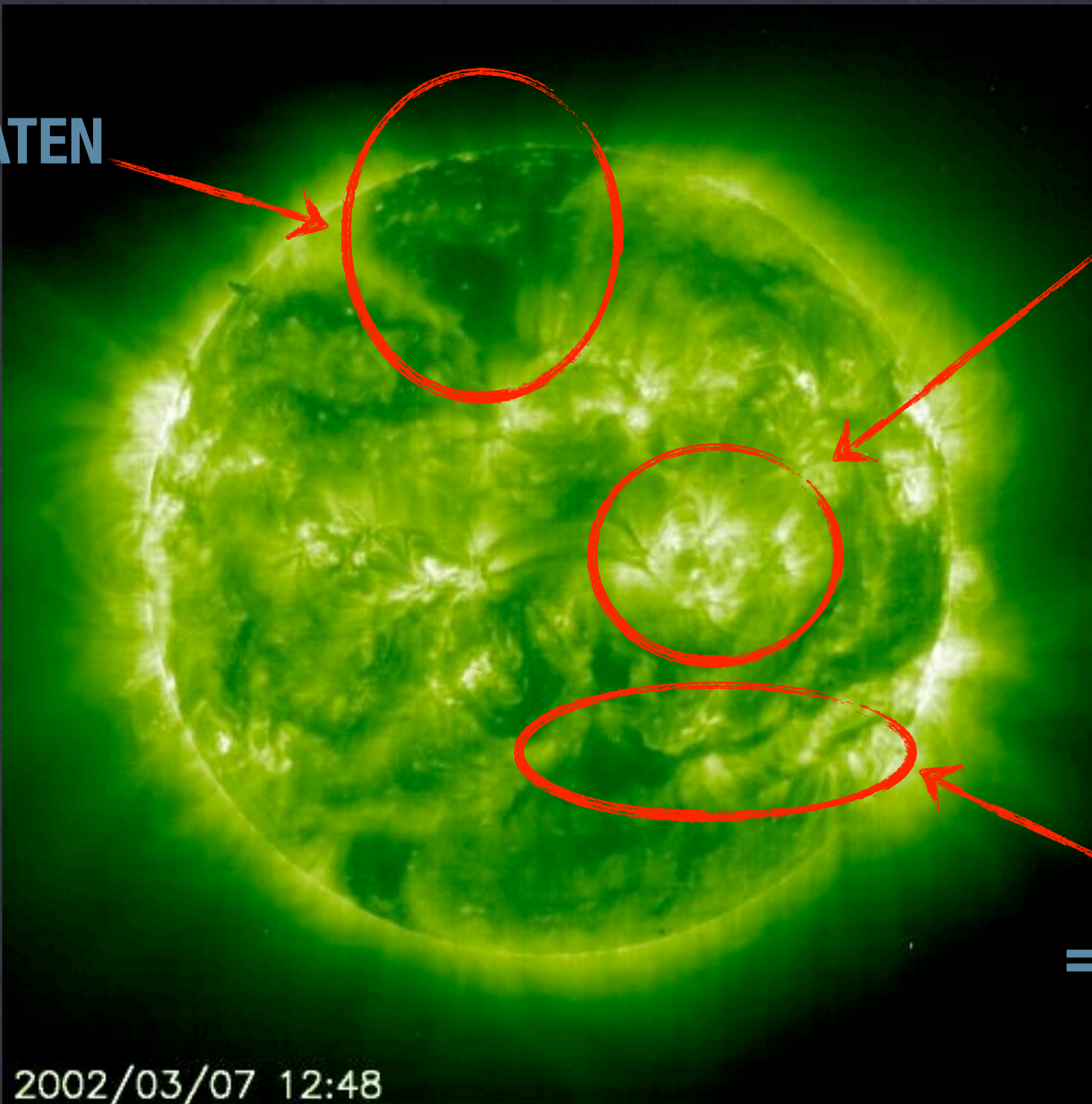
STRALING

MASSA

PROTONEN

ACTIEVE
GEBIEDEN

FILAMENTEN
= PROTUBERANSEN



2002/03/07 12:48

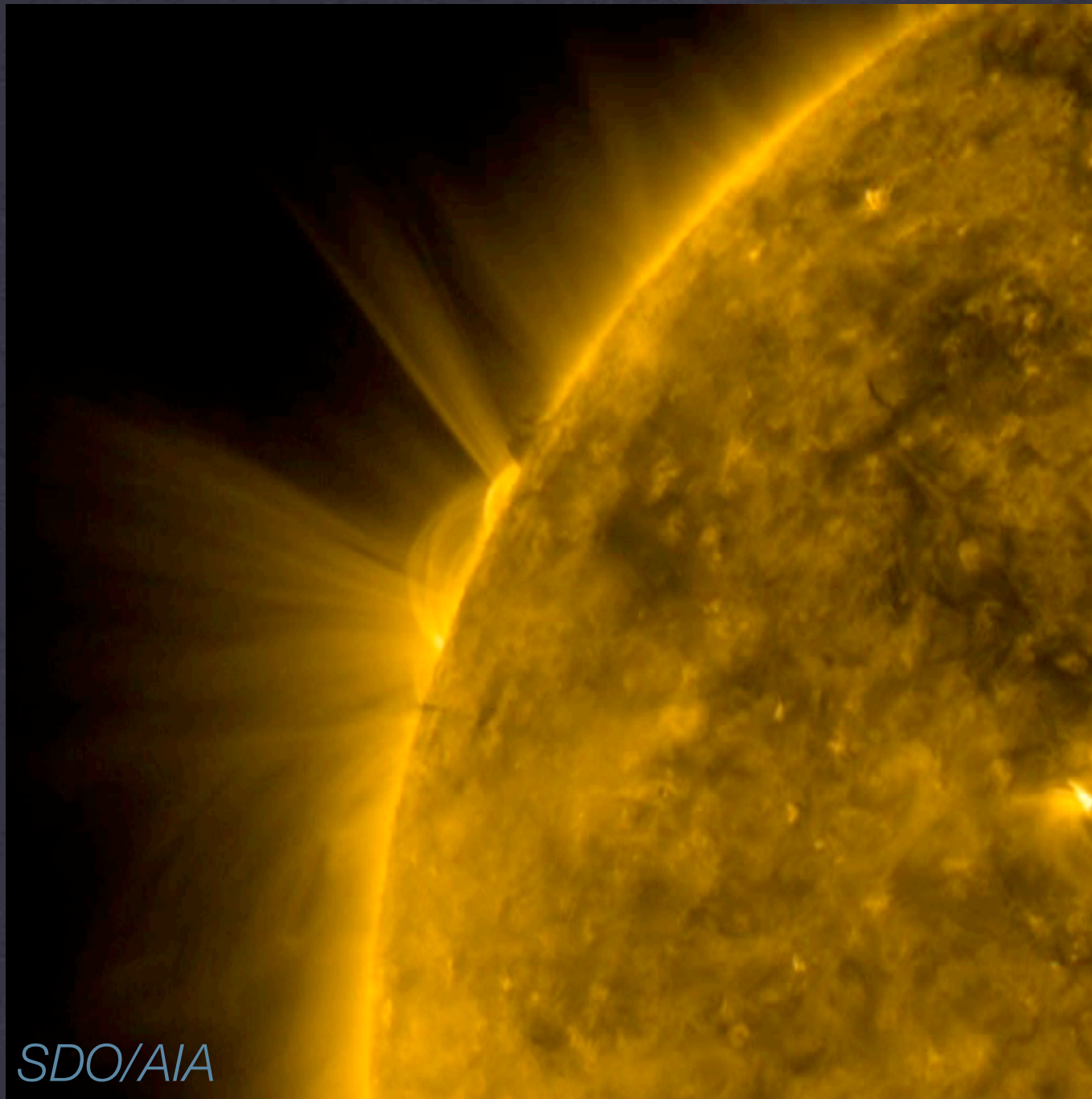
ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: brongebieden

👁 **ACTIEVE GEBIEDEN** -> zonnevlammen & CMEs

TRACE



SDO/AIA

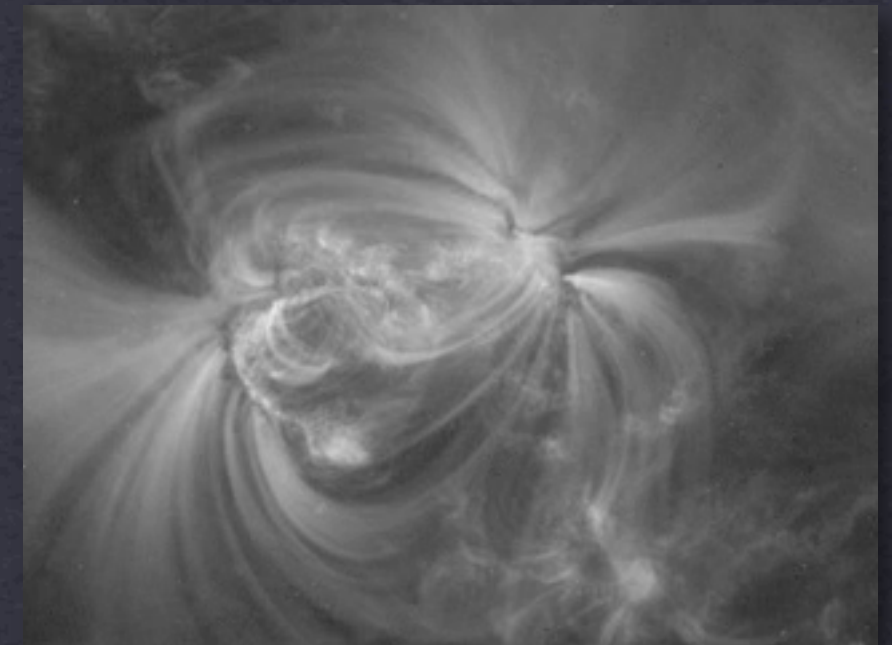
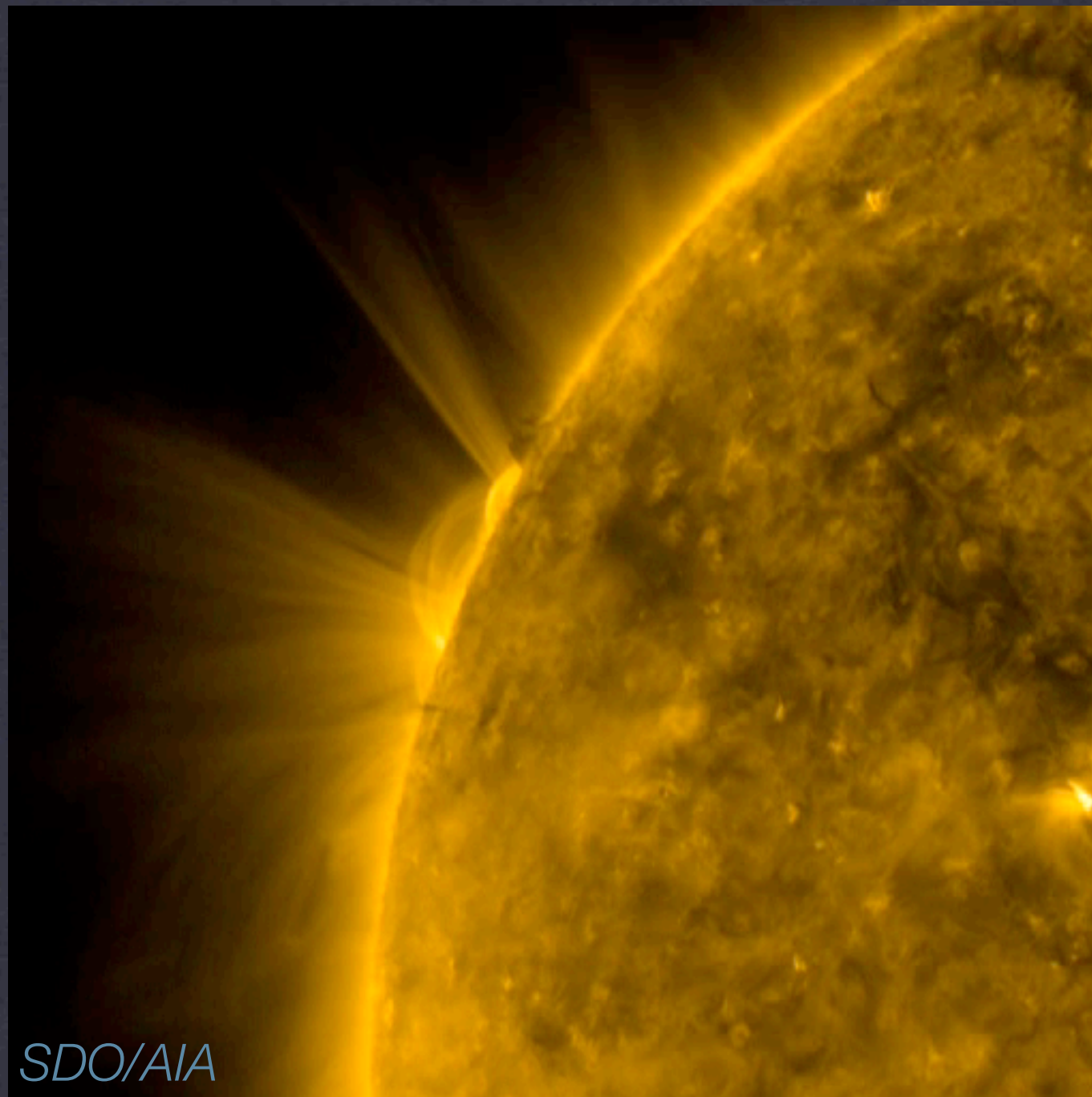
TRACE

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: brongebieden

👁 **ACTIEVE GEBIEDEN** -> zonnevlammen & CMEs



SDO/AIA

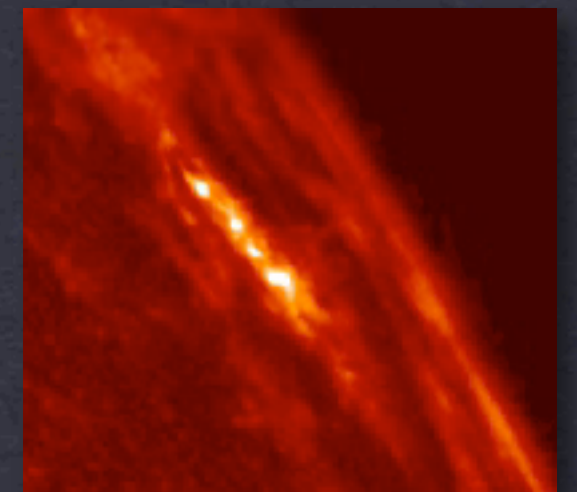
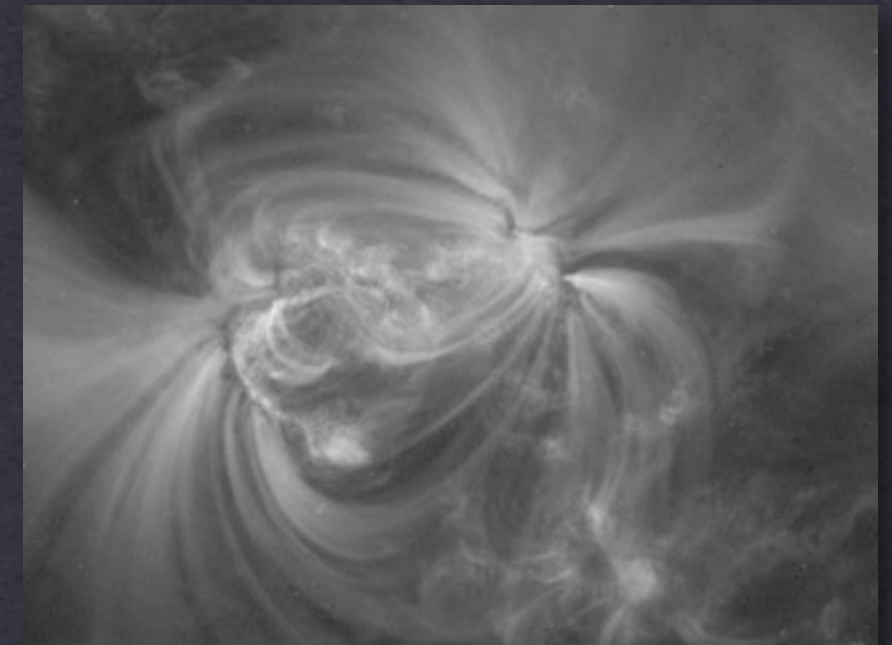
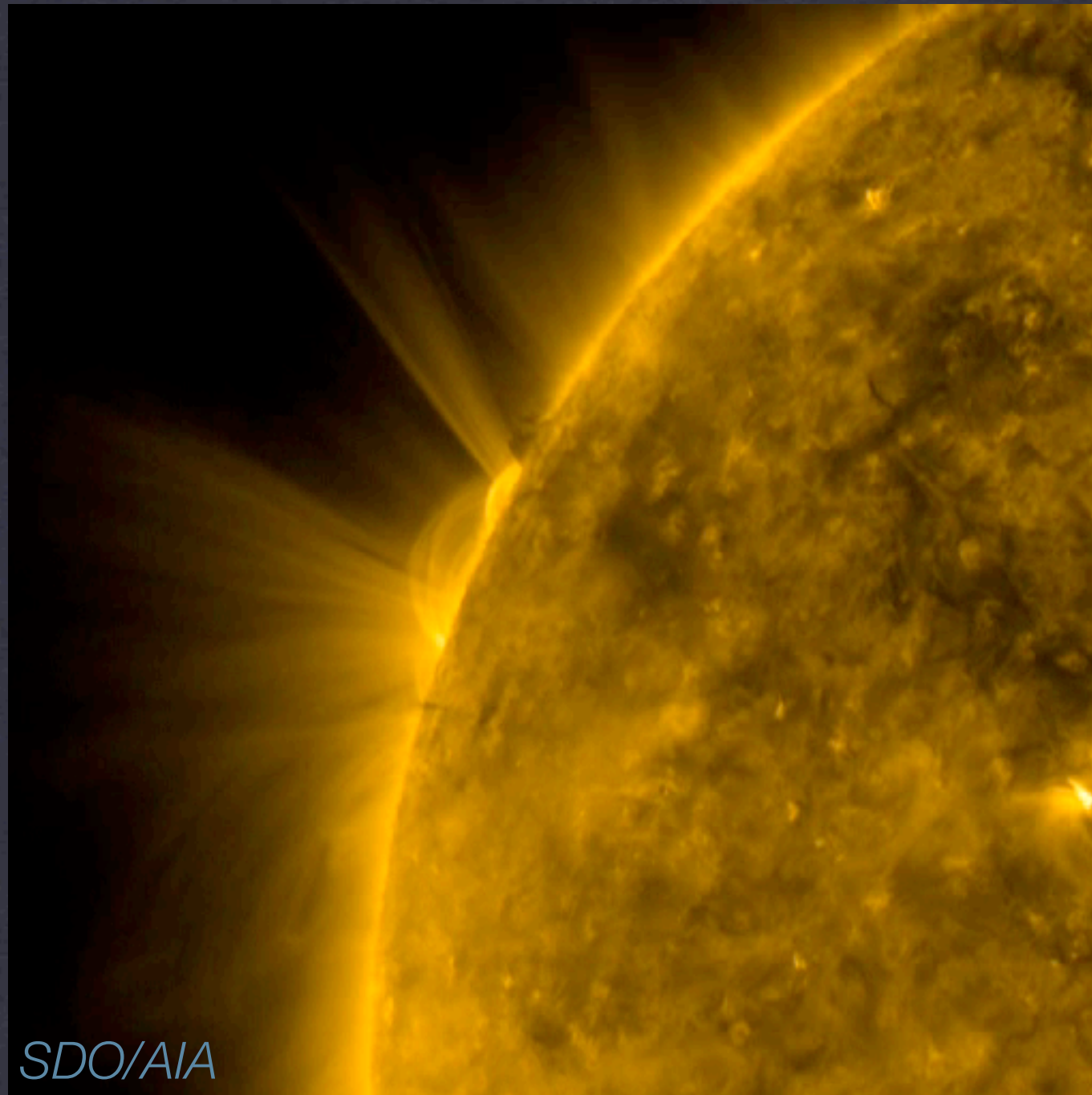
TRACE

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: brongebieden

👁 **ACTIEVE GEBIEDEN** -> zonnevlammen & CMEs

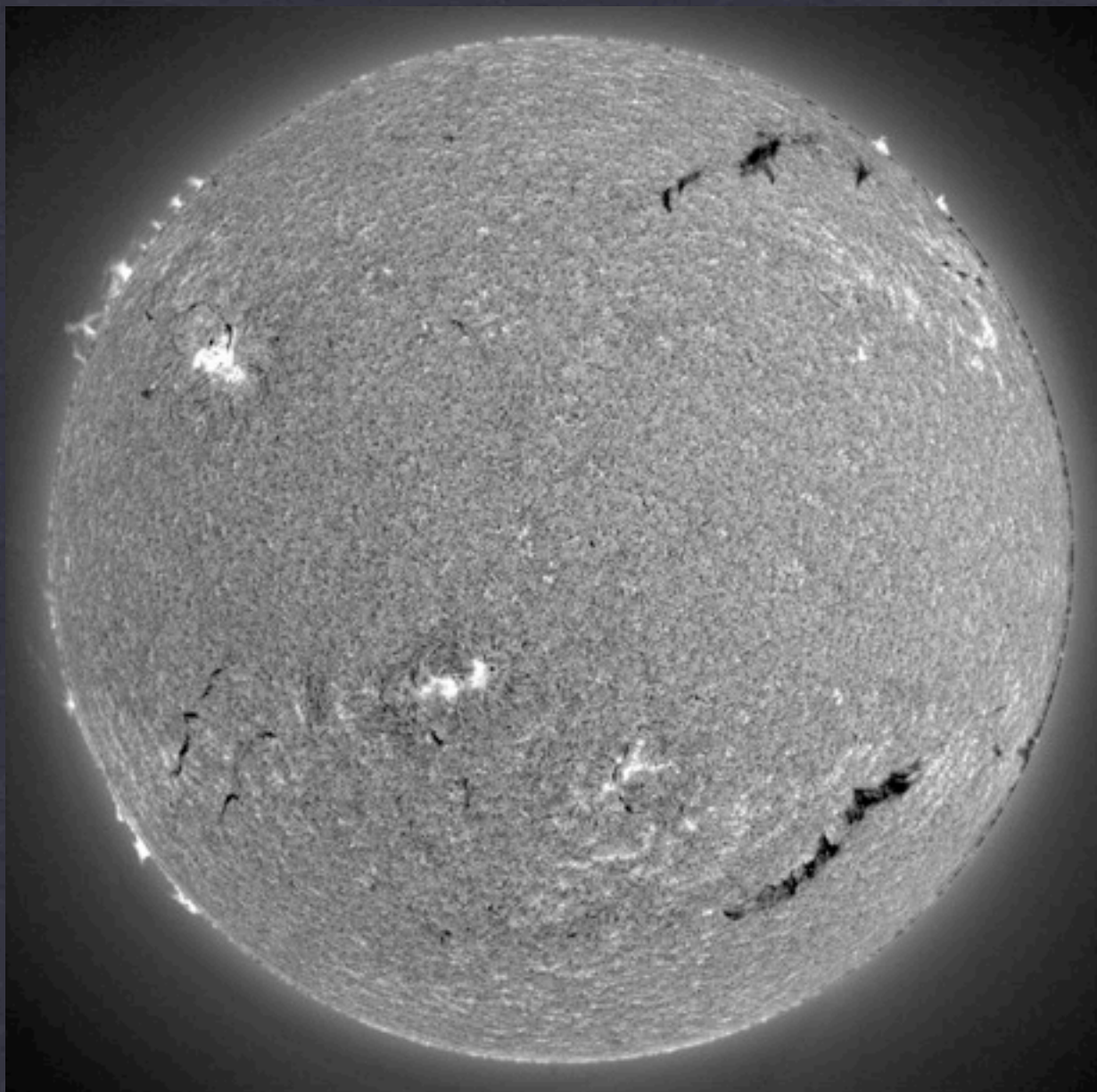


ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: brongebieden

🌀 **PROTUBERANSEN** -> lange, magnetische structuren, gevuld met zonneplasma, die boven zonne-oppervlak zweven



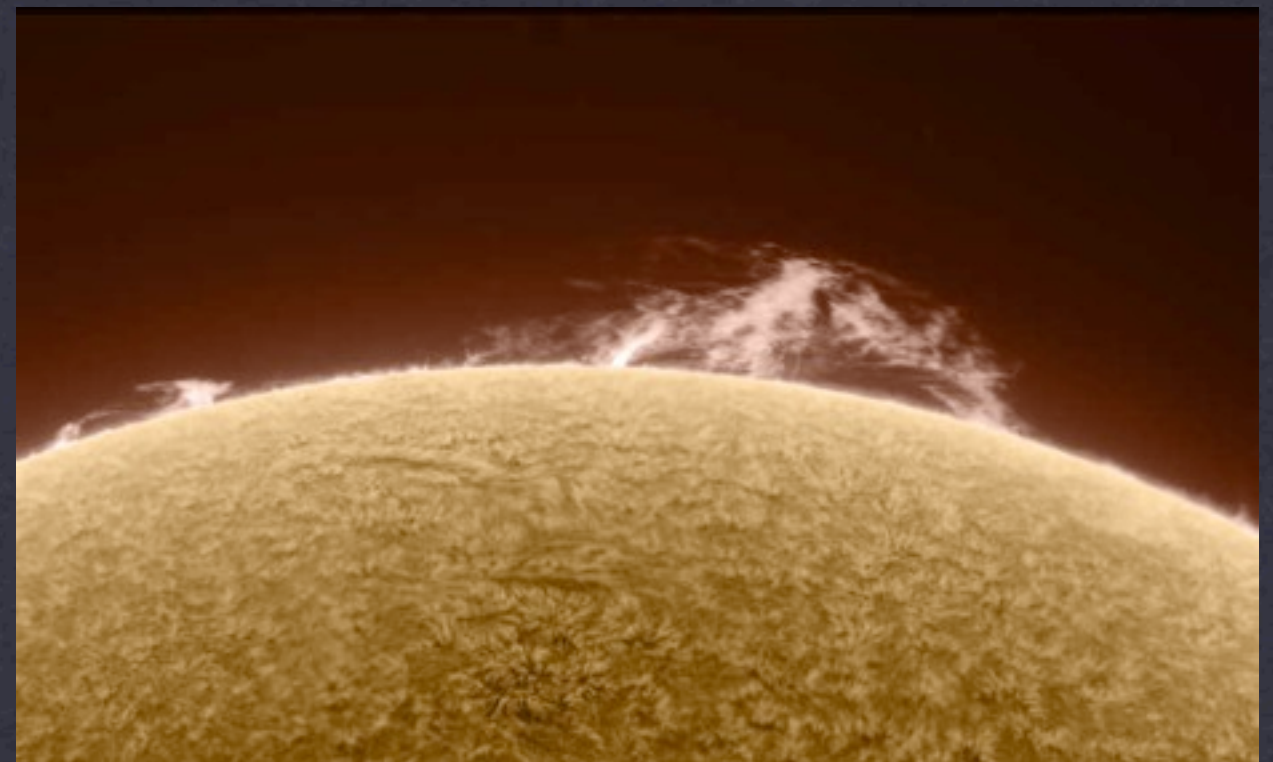
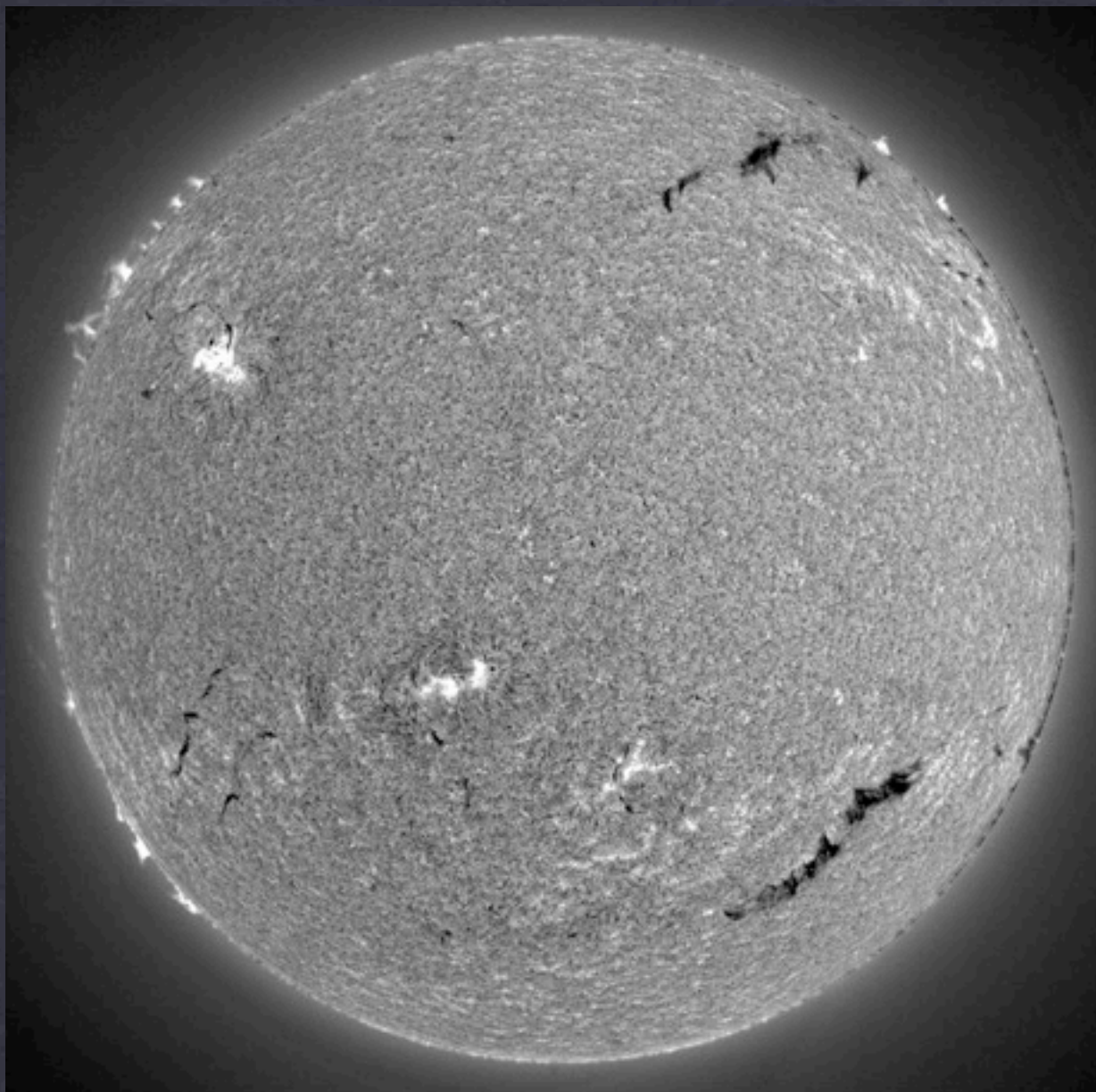
ANIK DE GROOF

Big Bear solar observatory

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: brongebieden

🌀 **PROTUBERANSEN** -> lange, magnetische structuren, gevuld met zonneplasma, die boven zonne-oppervlak zweven



ANIK DE GROOF

Big Bear solar observatory

URANIA - 5 OKT 2010

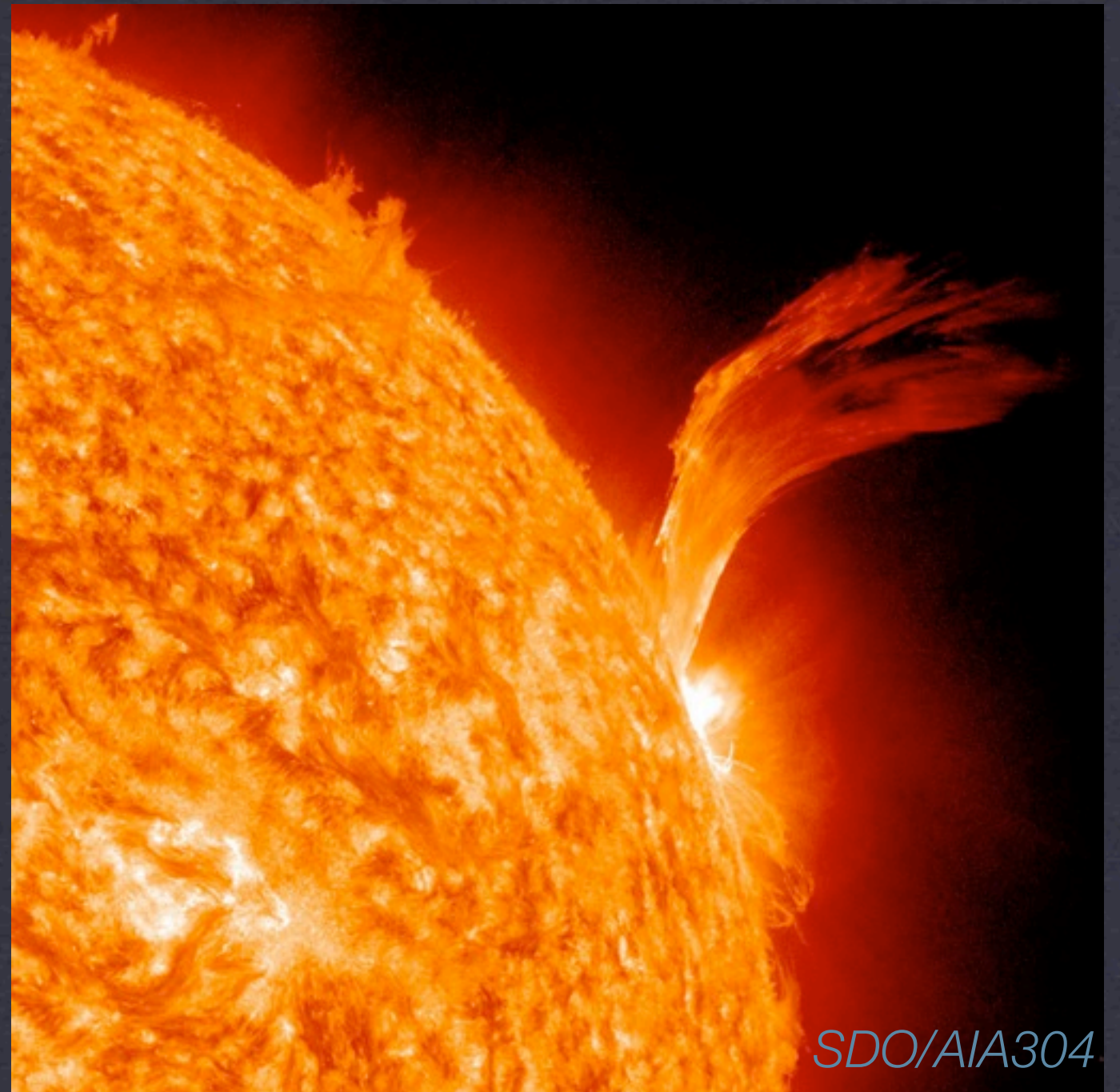
Ruimteweer: brongebieden

🌀 **PROTUBERANSEN** -> uitbarstingen kunnen leiden tot CMEs & zonnevlammen



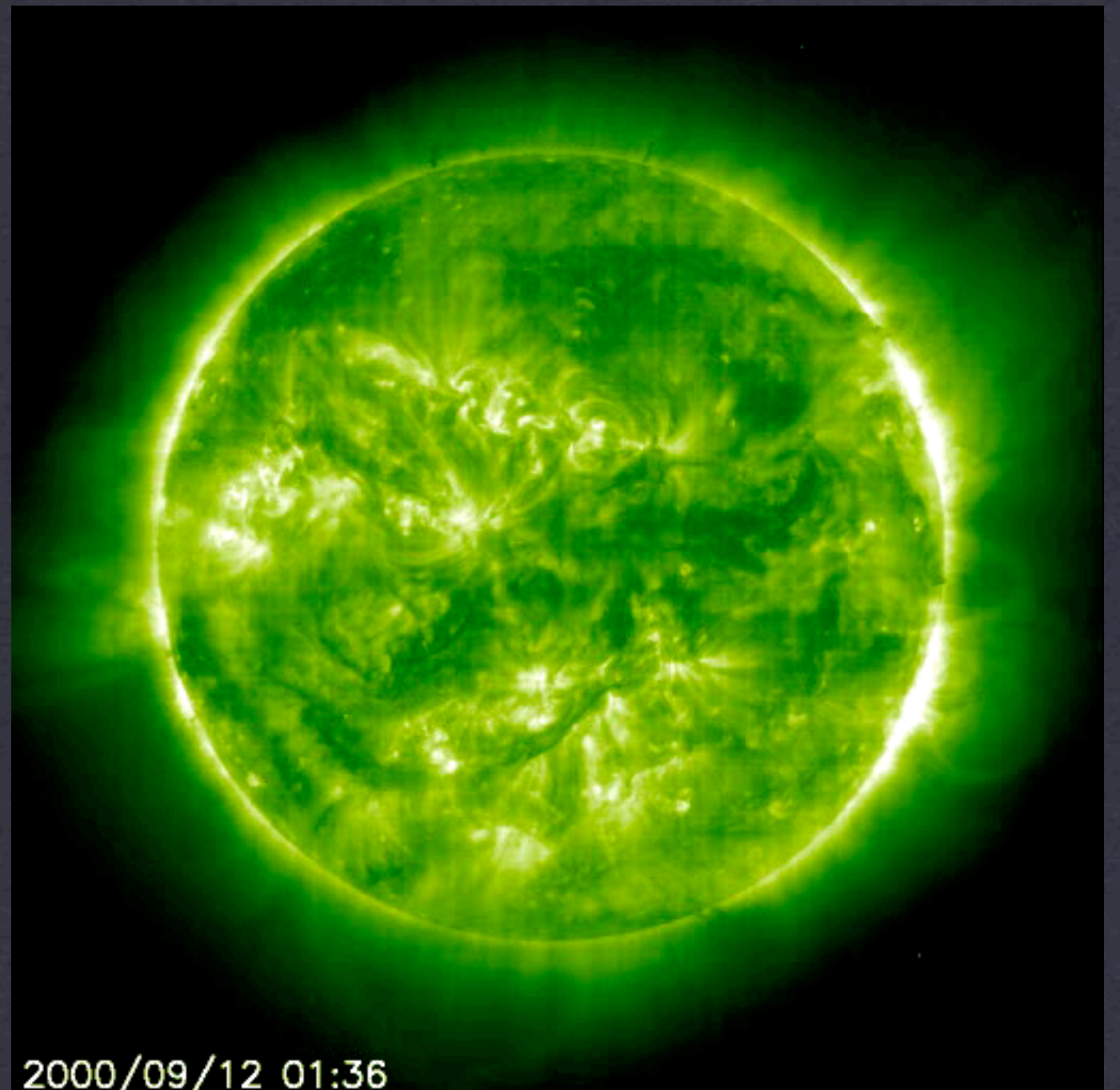
Ruimteweer: brongebieden

🌀 **PROTUBERANSEN** -> uitbarstingen kunnen leiden tot CMEs & zonnevlammen



Ruimteweer: brongebieden

🌀 **PROTUBERANSEN** -> uitbarstingen kunnen leiden tot CMEs & zonnevlammen



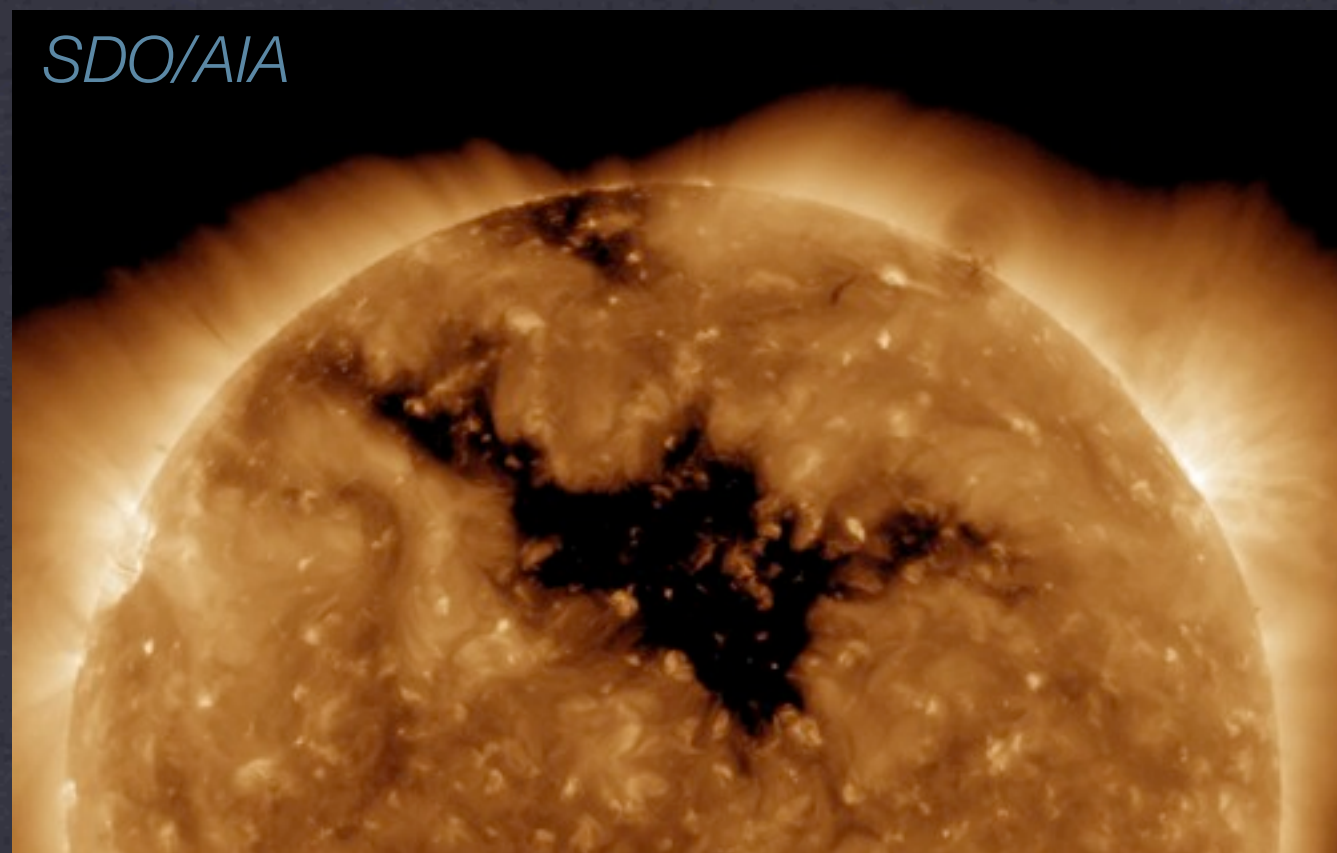
Ruimteweer: brongebieden

CORONALE GATEN

= grote coronale gebieden die minder dicht en koeler zijn dan de omgeving. Open magnetische veldlijnen.

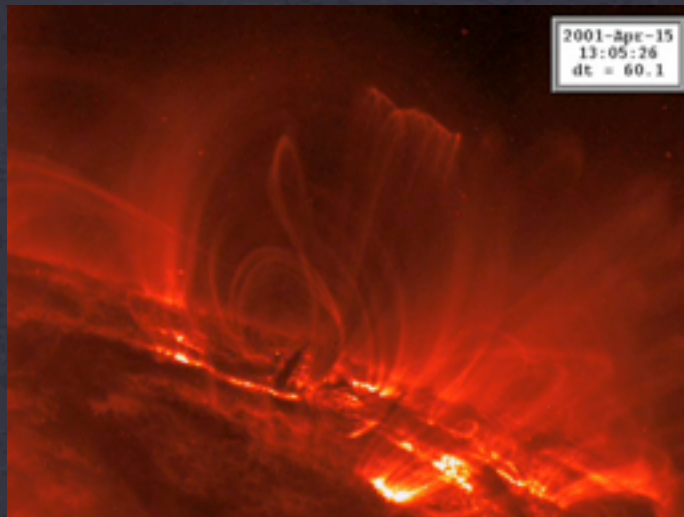
-> bron van **SNELLE ZONNEWIND**

-> voortdurende uitstroom van elektrisch geladen plasma (e^- & p^+)



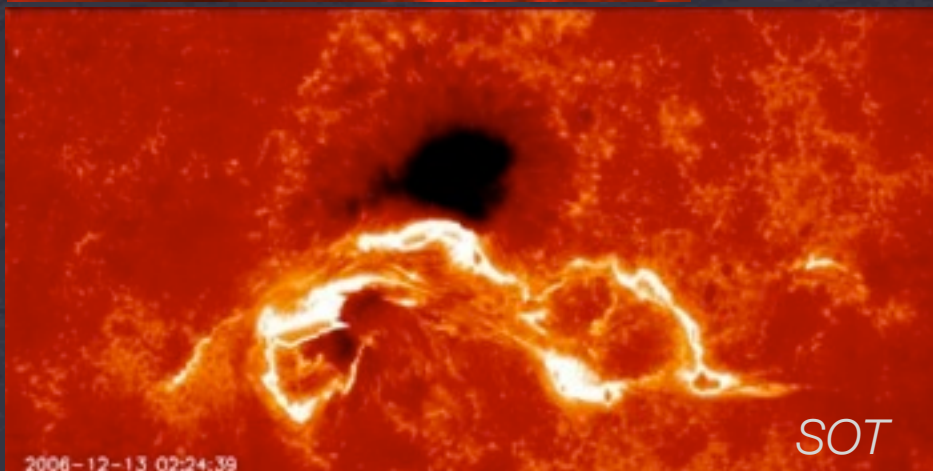
Ruimteweer: belangrijkste spelers

KAMP 'ZON':



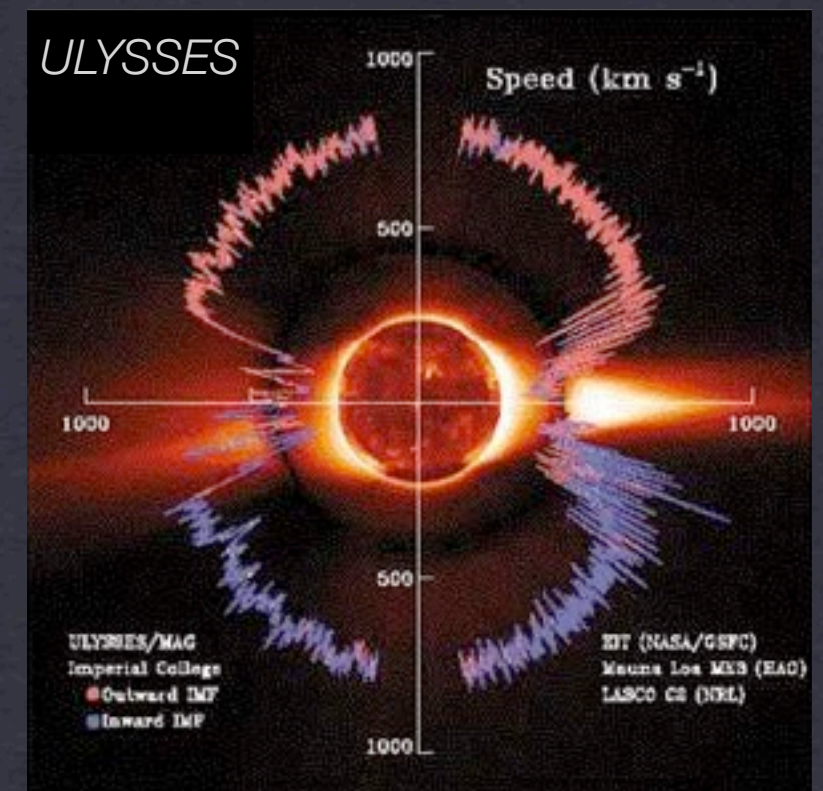
(HALO) CME

$\langle v \rangle = 1.5$ mill km/u
 $\langle m \rangle = 1-10$ miljard ton
 $\langle E \rangle = 10^{24}-10^{25}$ J
(~5000 atombommen)



ZONNEVLAMMEN

-> *PROTONENSTORMEN + Xstralen*



ZONNEWIND

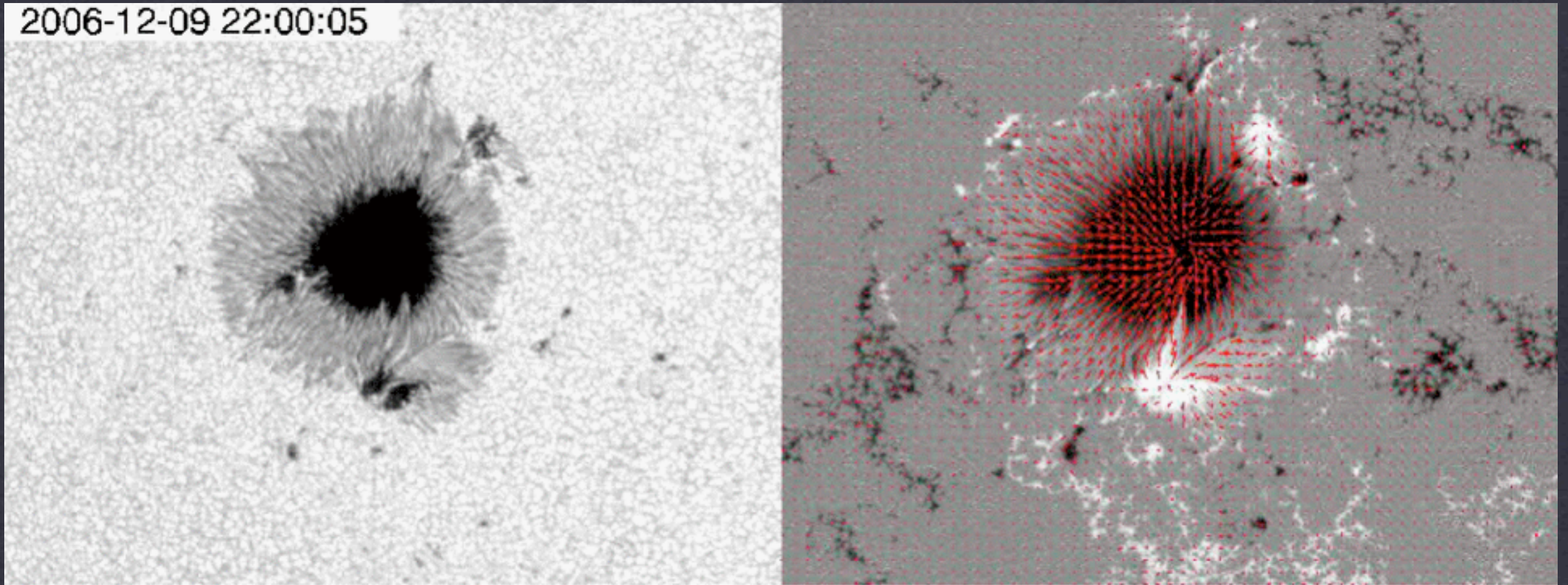
URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: belangrijkste spelers

ZONNEVLAMMEN:

Hinode

2006-12-09 22:00:05

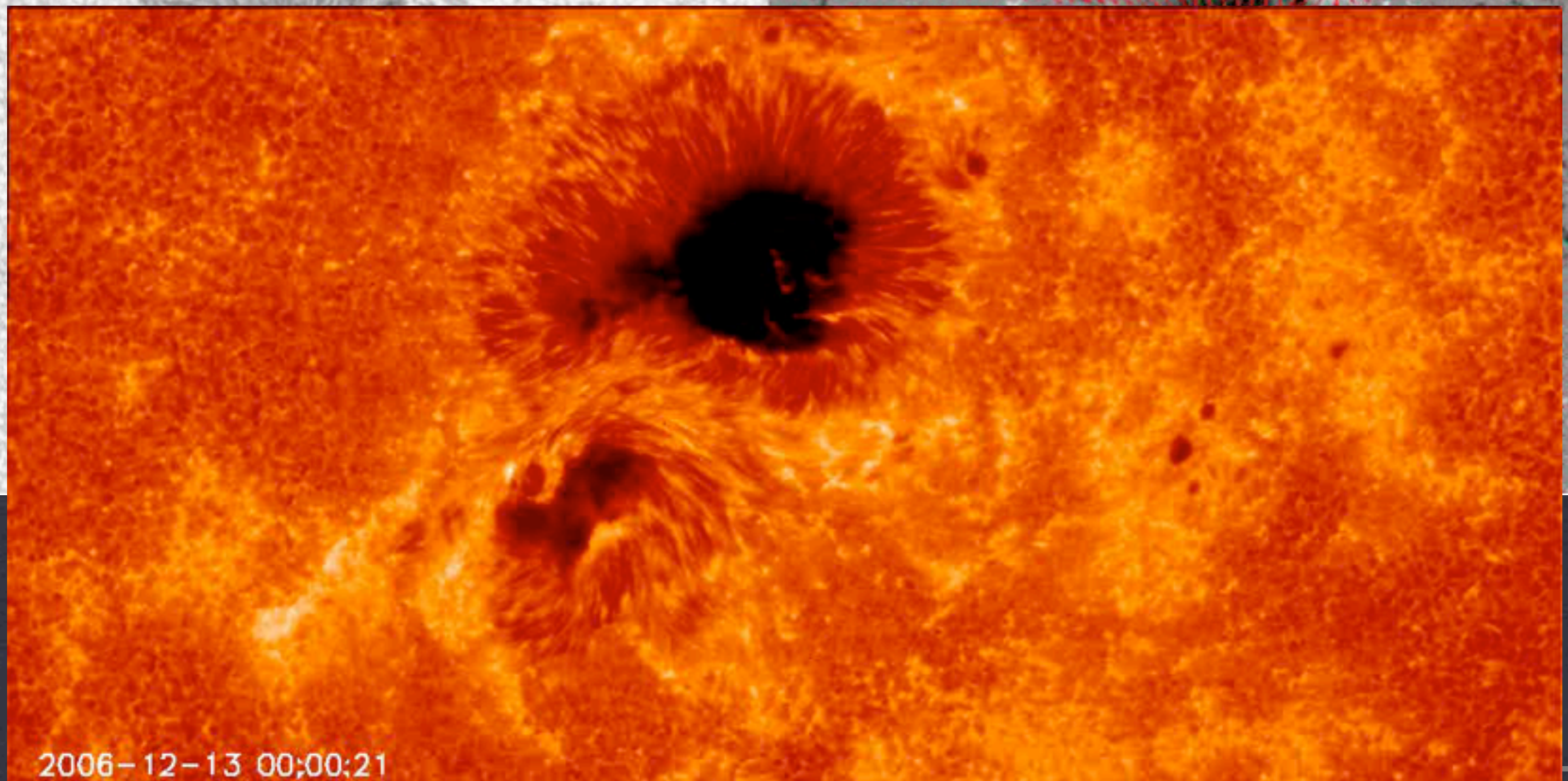


Ruimteweer: belangrijkste spelers

ZONNEVLAMMEN:

Hinode

2006-12-09 22:00:05



2006-12-13 00:00:21

ANIK DE GROOT

ORANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: belangrijkste spelers



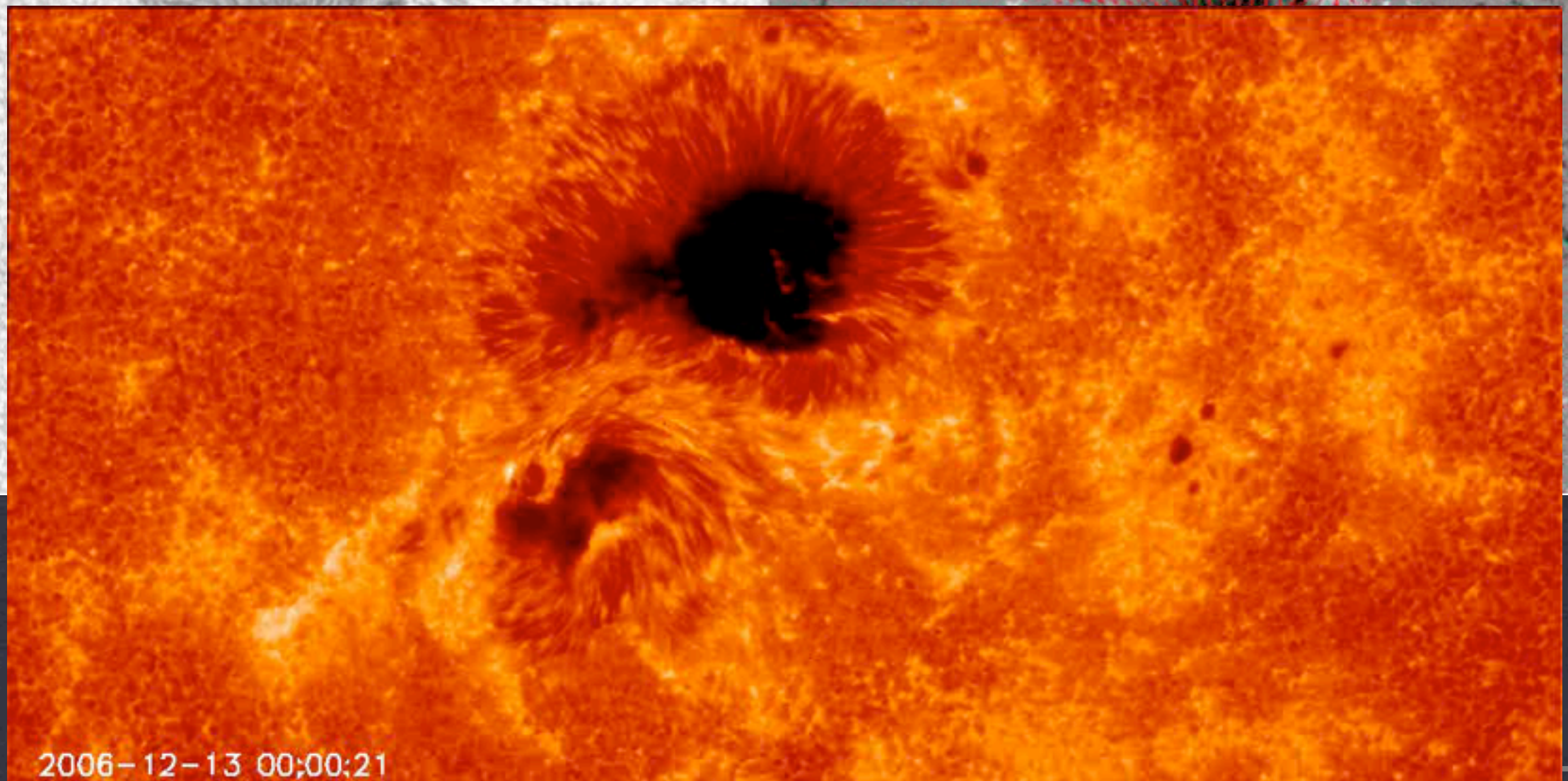
ZONNEVLAMMEN:

STRALING

PROTONEN

Hinode

2006-12-09 22:00:05



2006-12-13 00:00:21

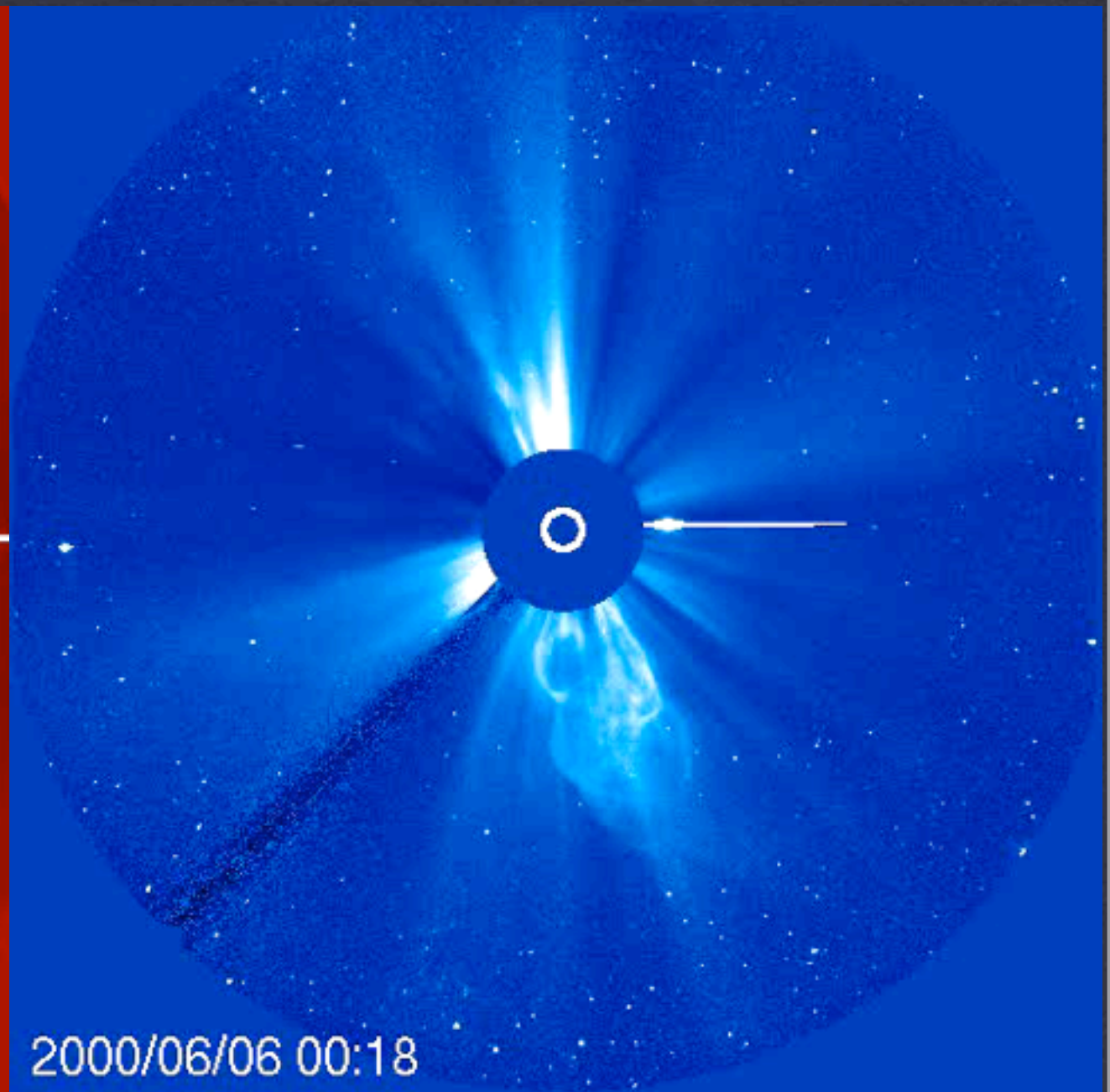
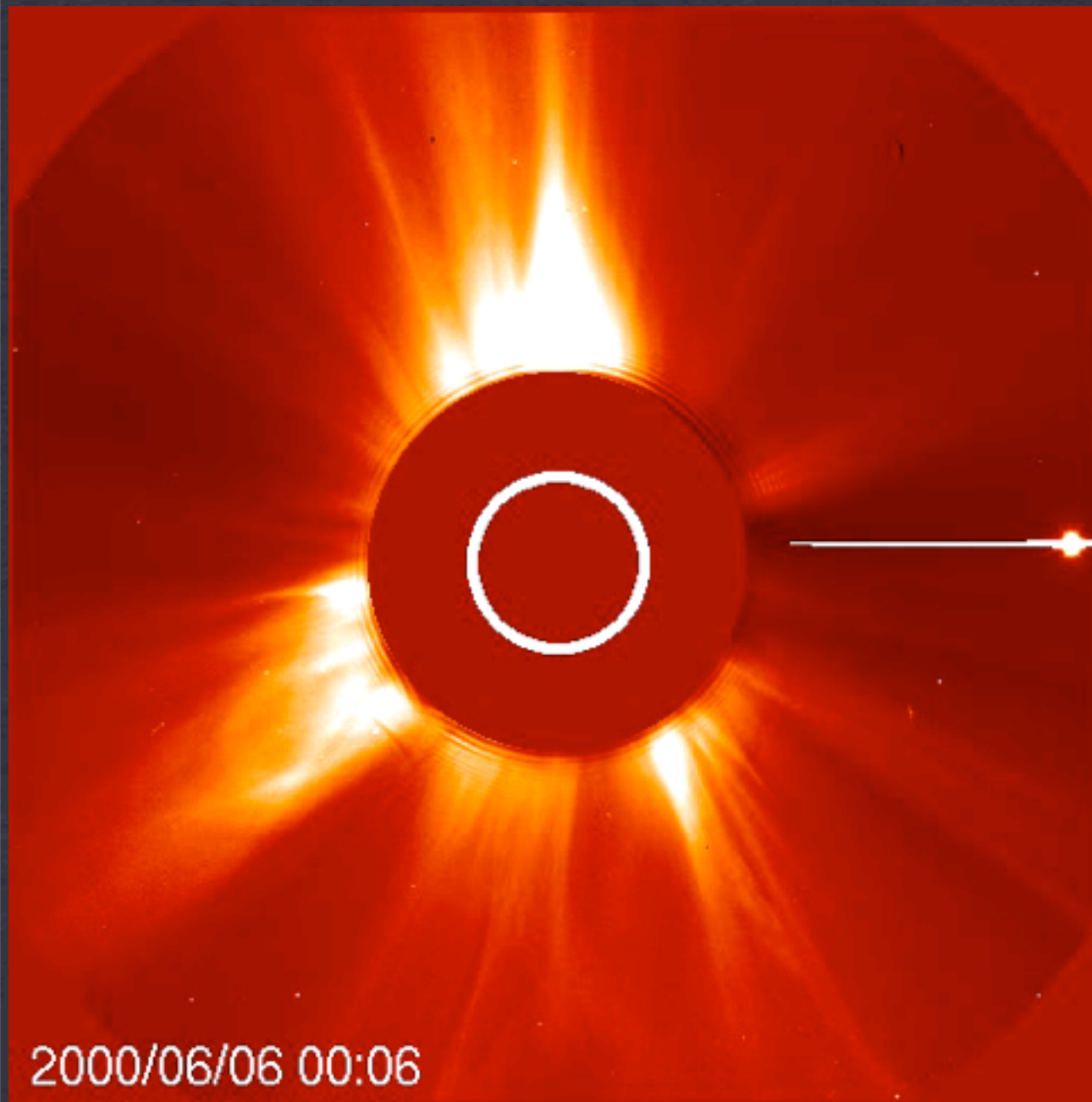
ANIK DE GROOT

ORANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: belangrijkste spelers

CORONALE MASSA-UITSTOTEN:

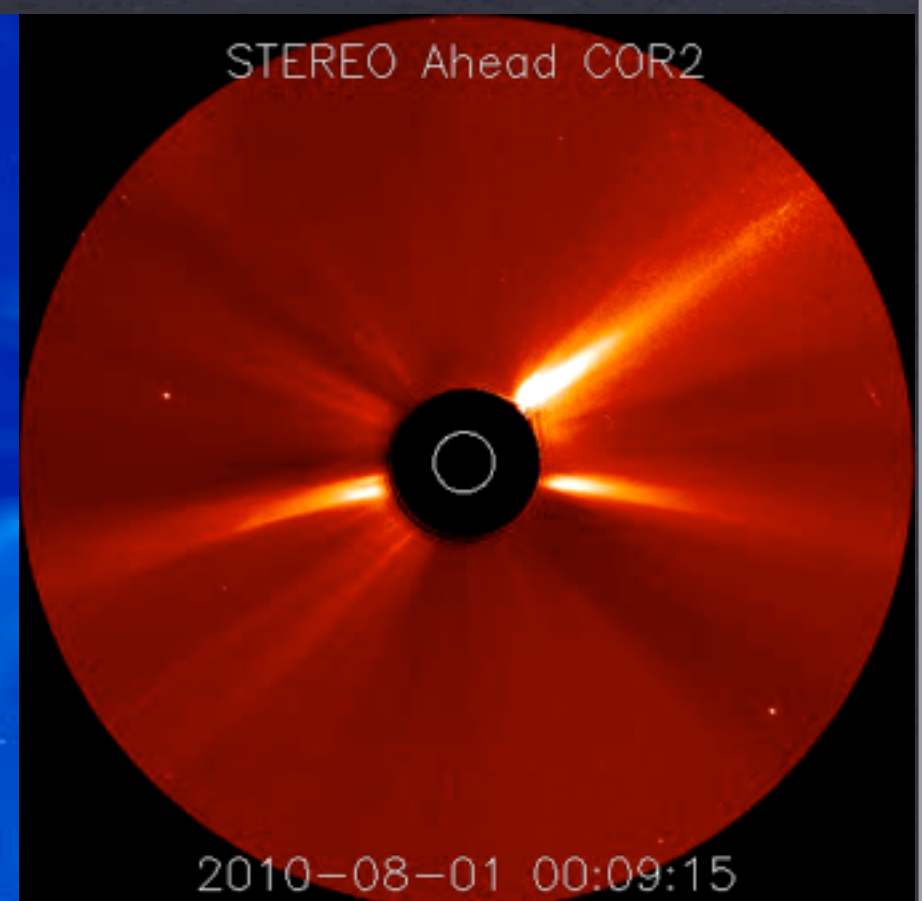
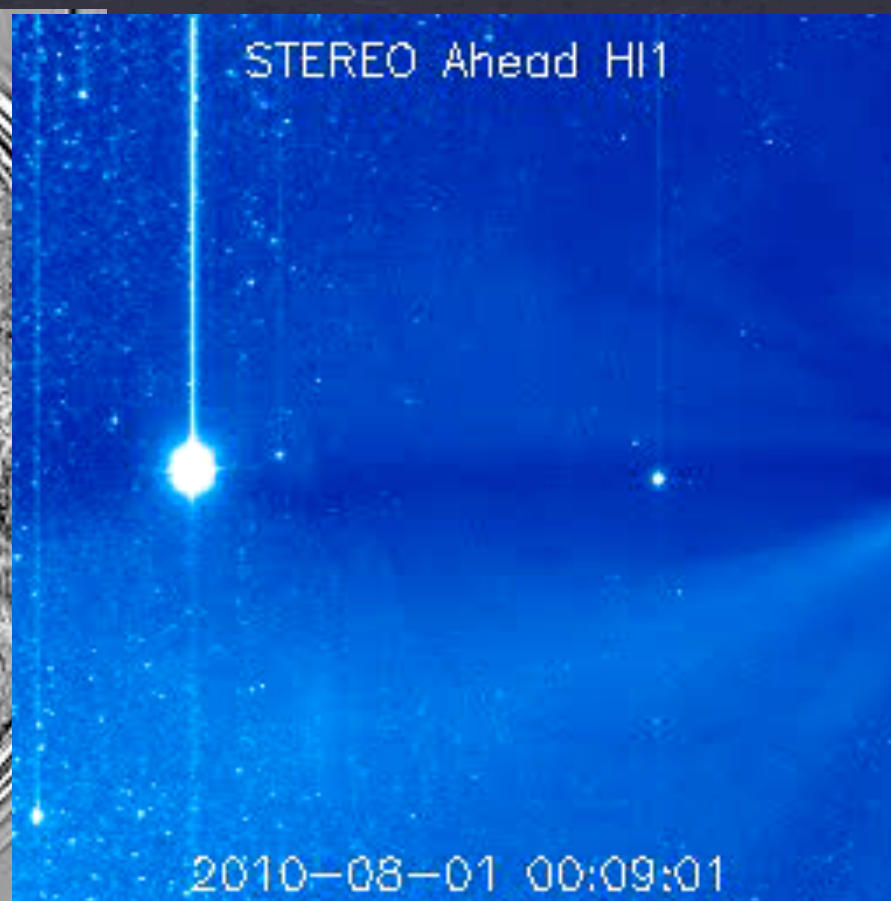
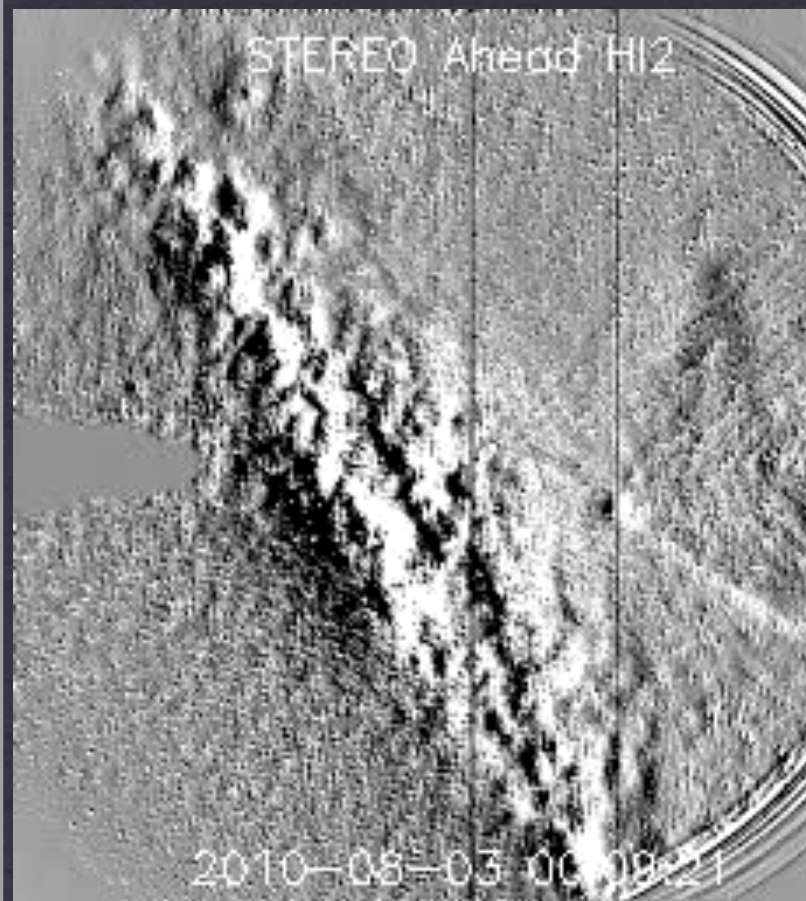
SOHO/LASCO



Ruimteweer: belangrijkste spelers

👁 CORONALE MASSA-UITSTOTEN:

STEREO

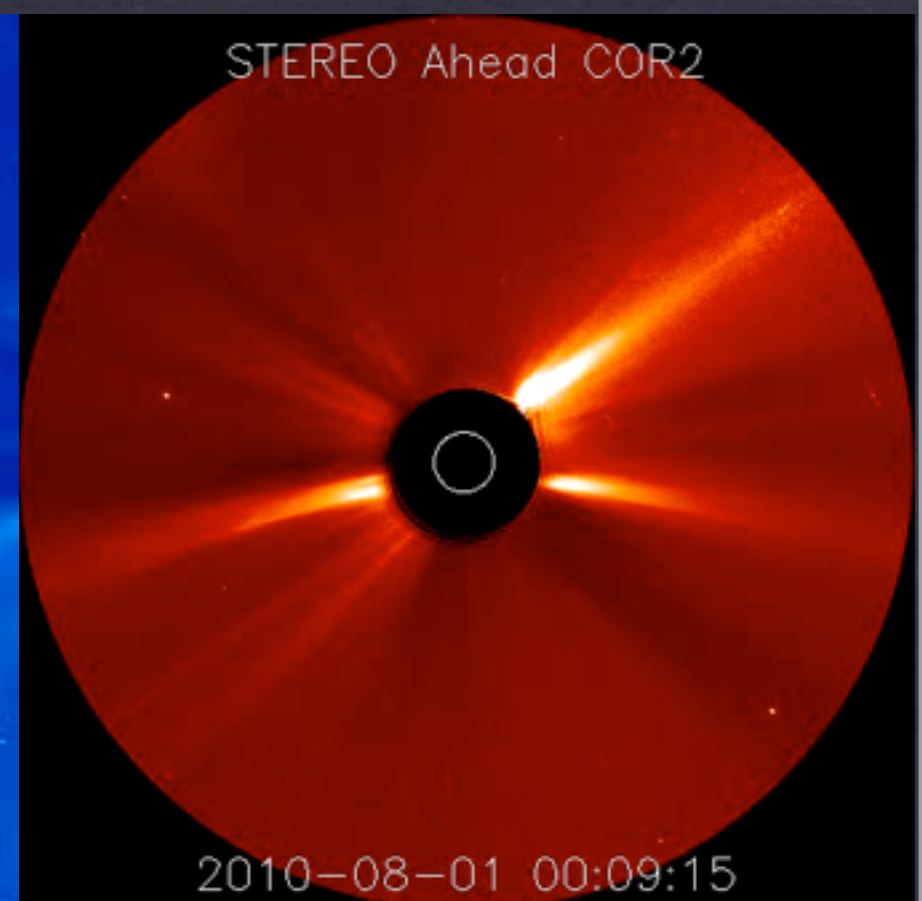
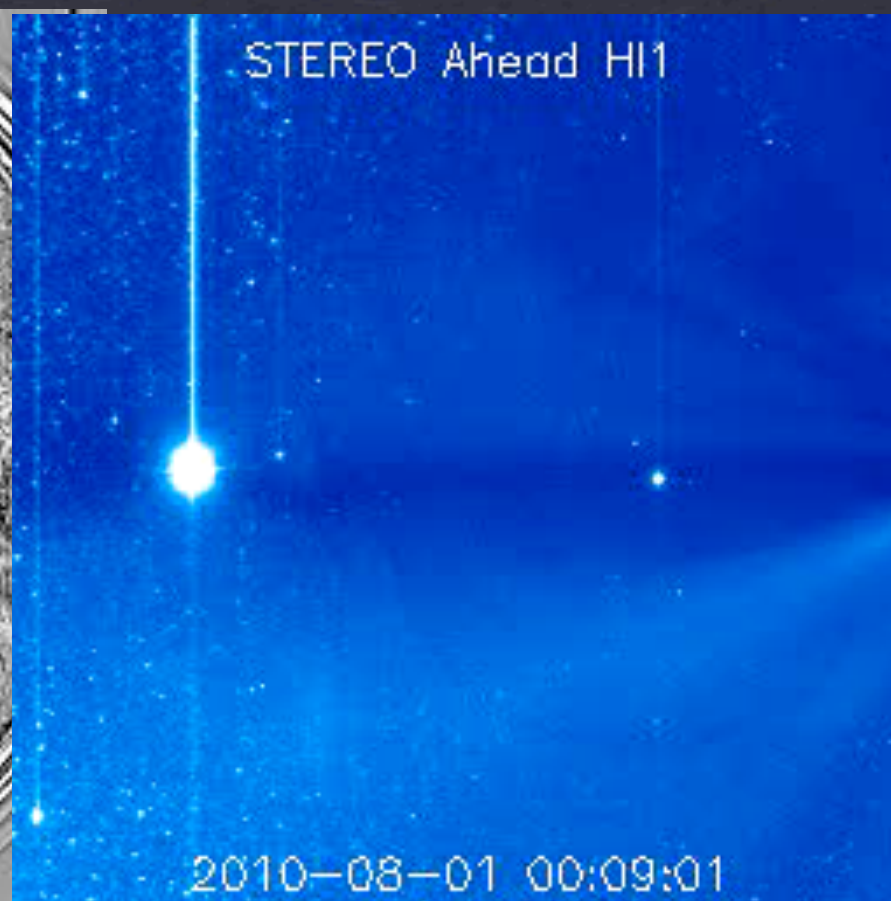
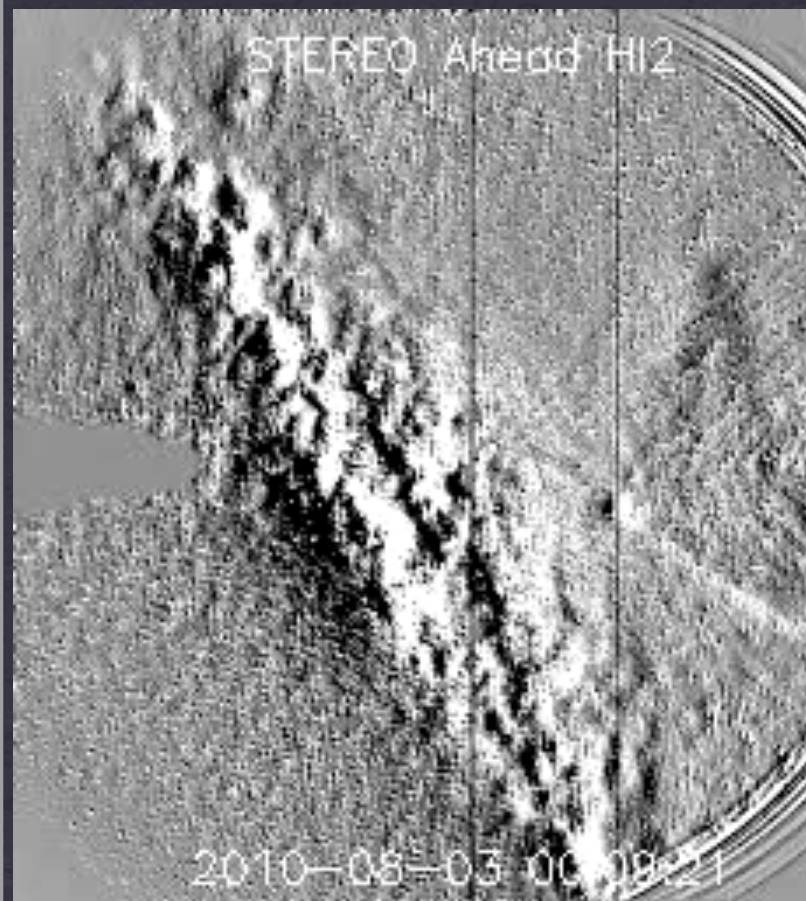


Ruimteweer: belangrijkste spelers

👁 CORONALE MASSA-UITSTOTEN:

MASSA

STEREO

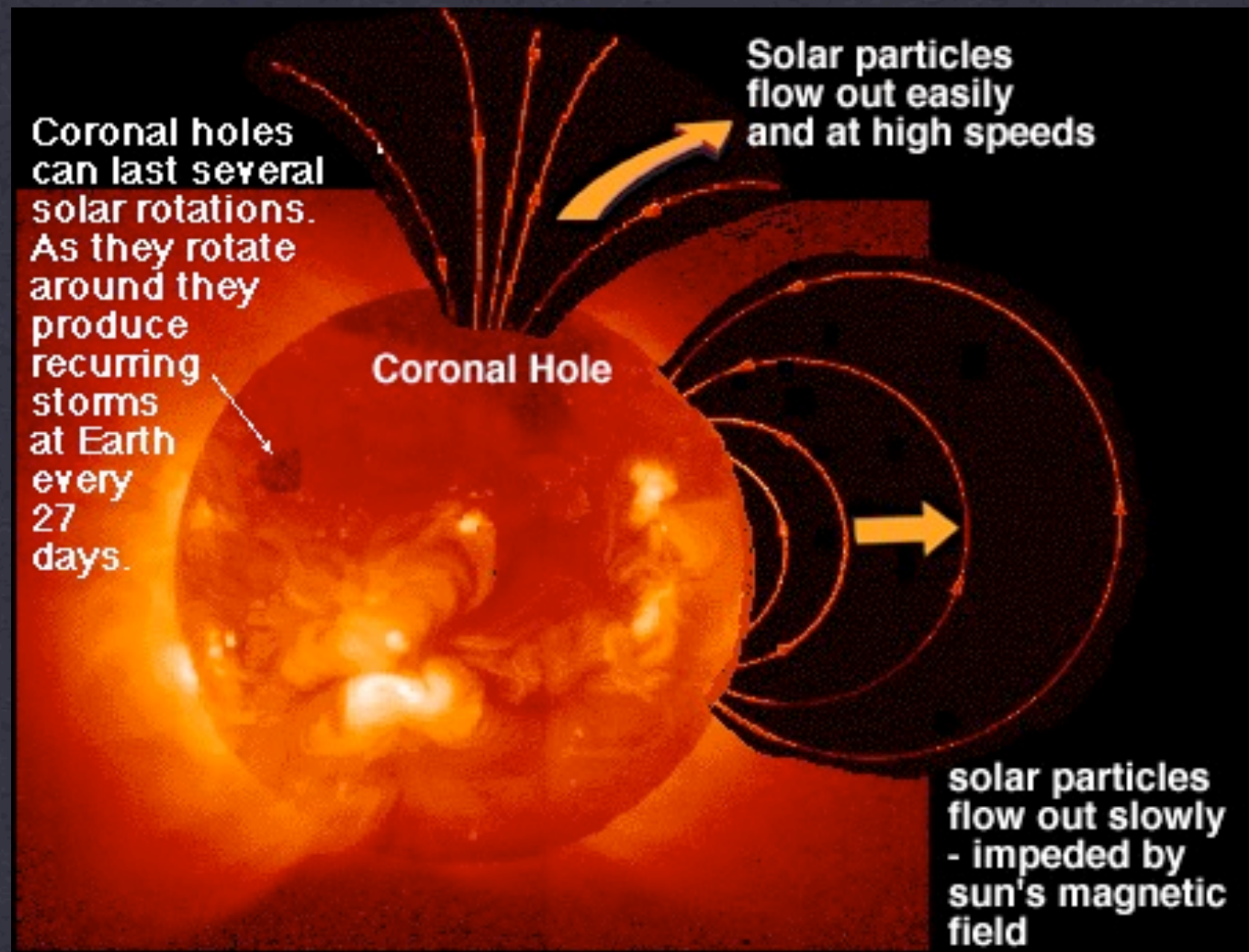


ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: belangrijkste spelers

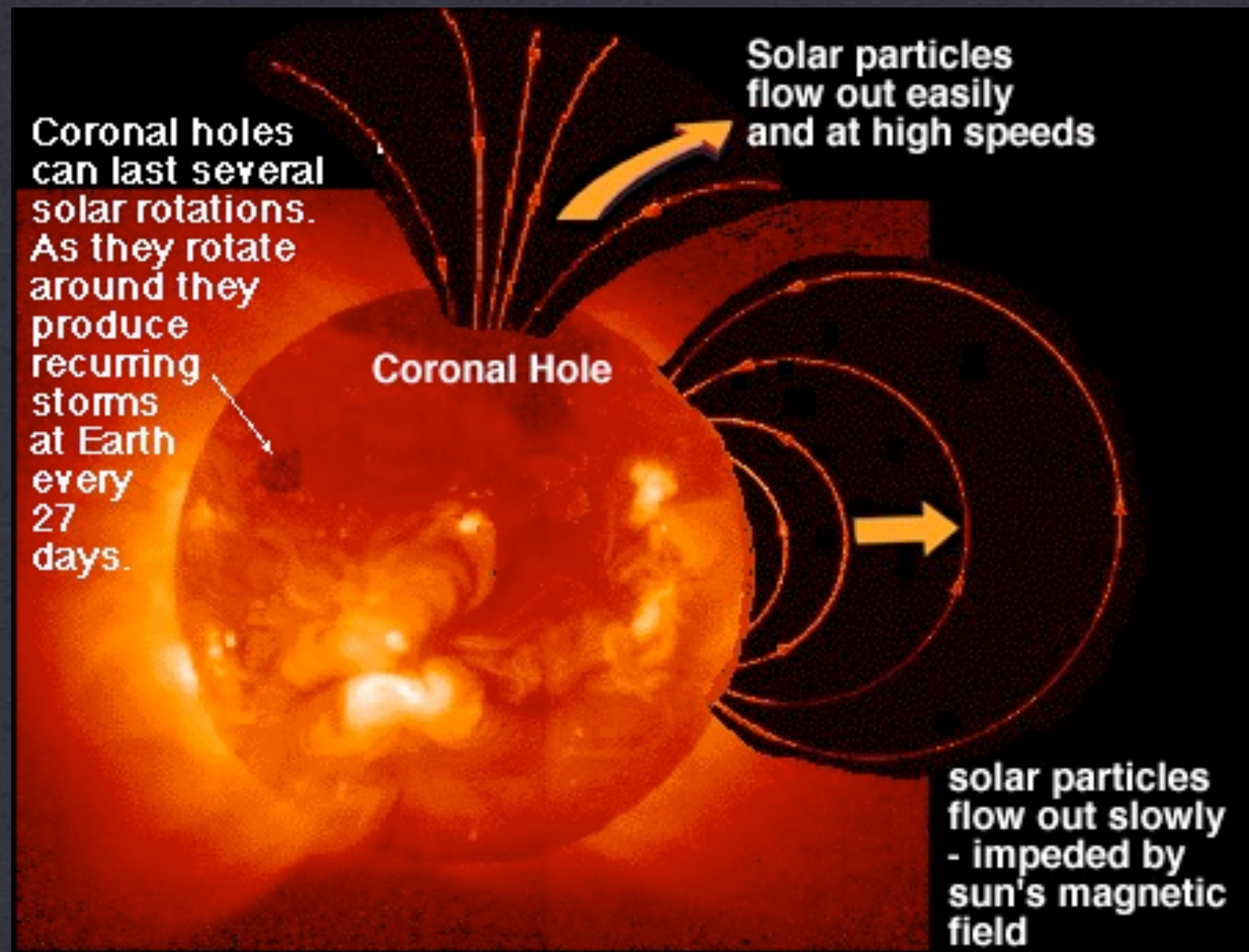
👁️ ZONNEWIND:



Ruimteweer: belangrijkste spelers

👁️ ZONNEWIND:

MASSA



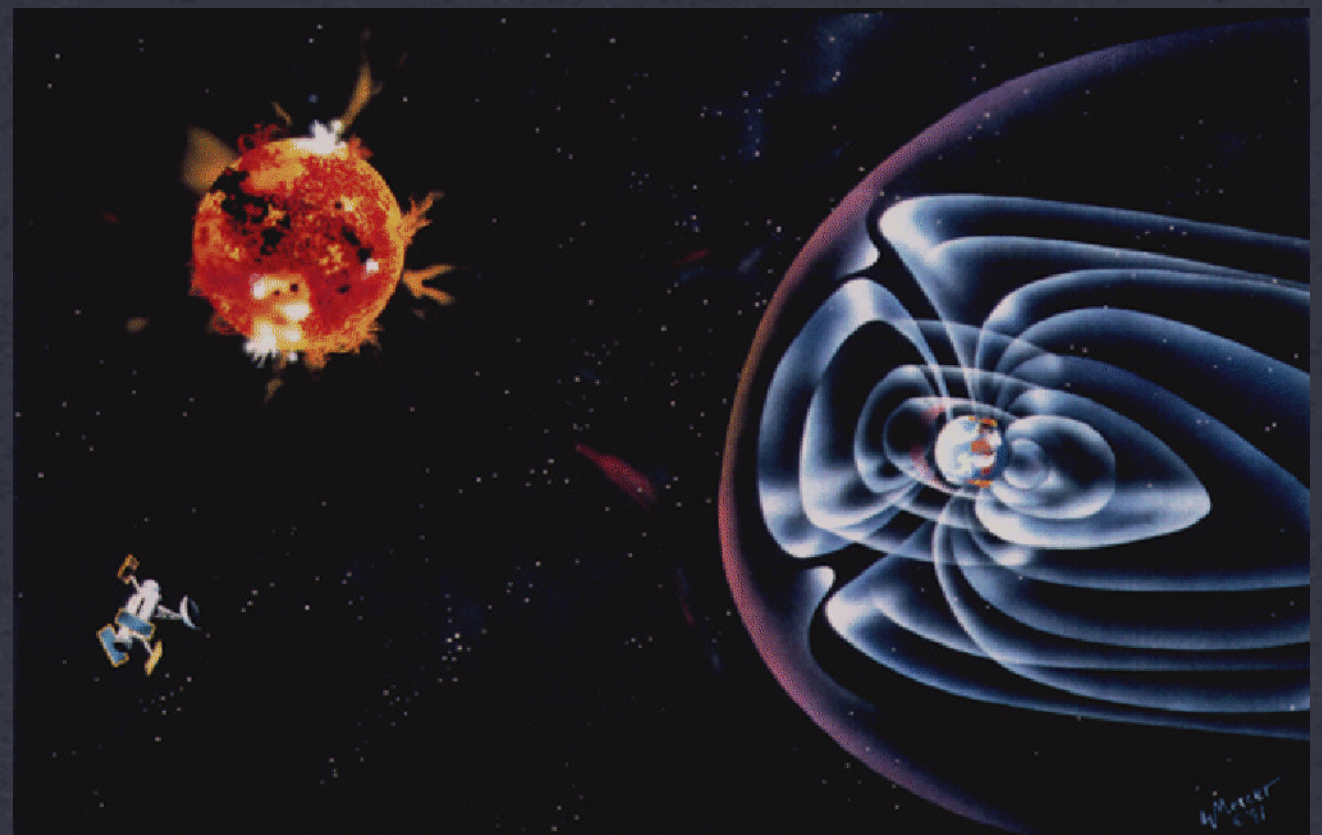
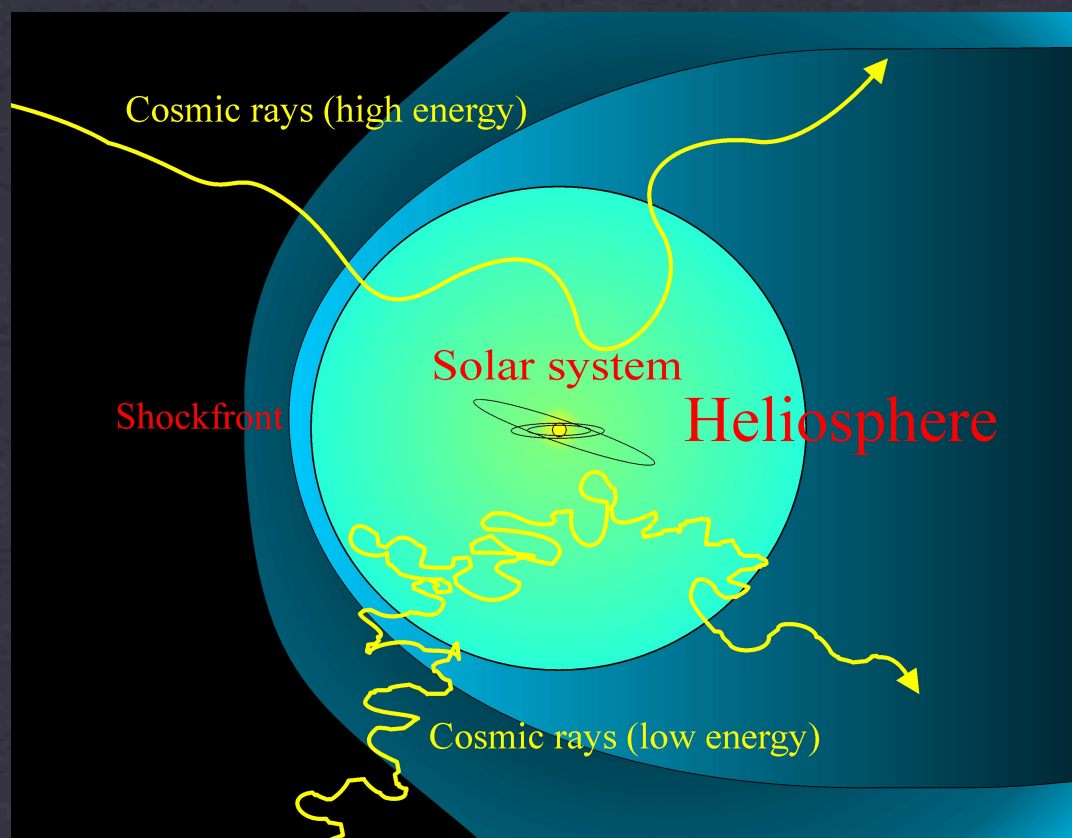
ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Ruimteweer: belangrijkste spelers

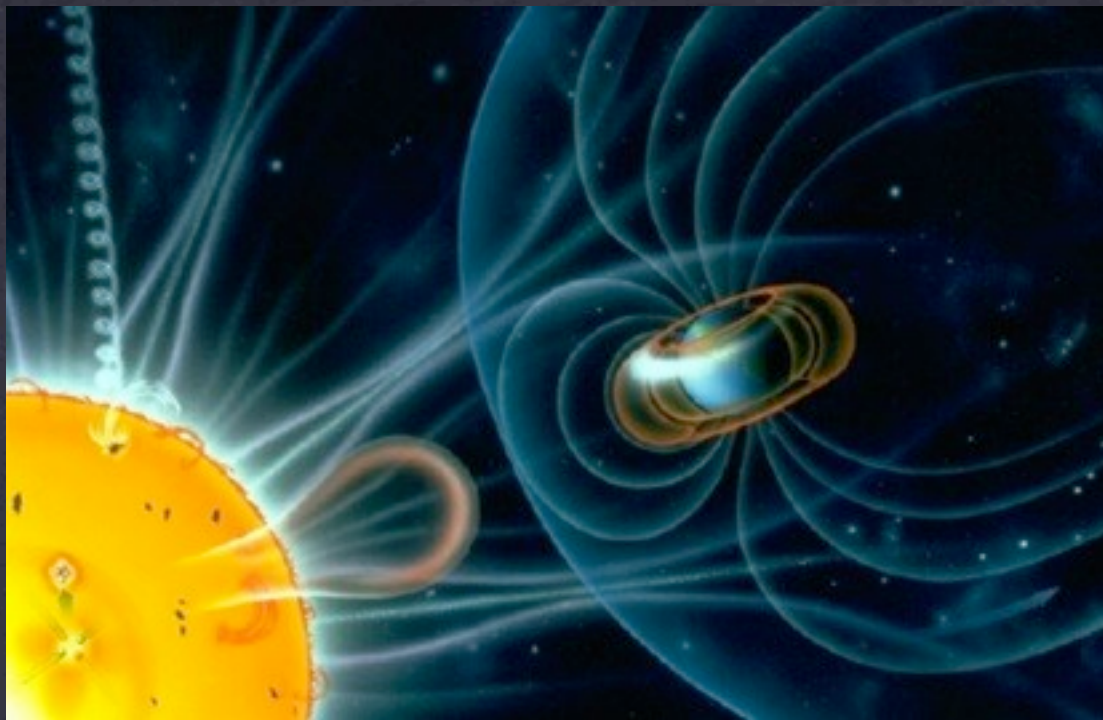
👁 KAMP AARDE:

- De heliosfeer -> beperkt de instroom van kosmische straling.
- De magnetosfeer -> schermt ons af tegen geladen deeltjes en zonnewind (3D)
- De ionosfeer -> schermt ons af tegen EUV, X-rays
- De lagere atmosfeer -> beschermt ons (gedeeltelijk) tegen kosmische straling.



Ruimteweer: belangrijkste spelers

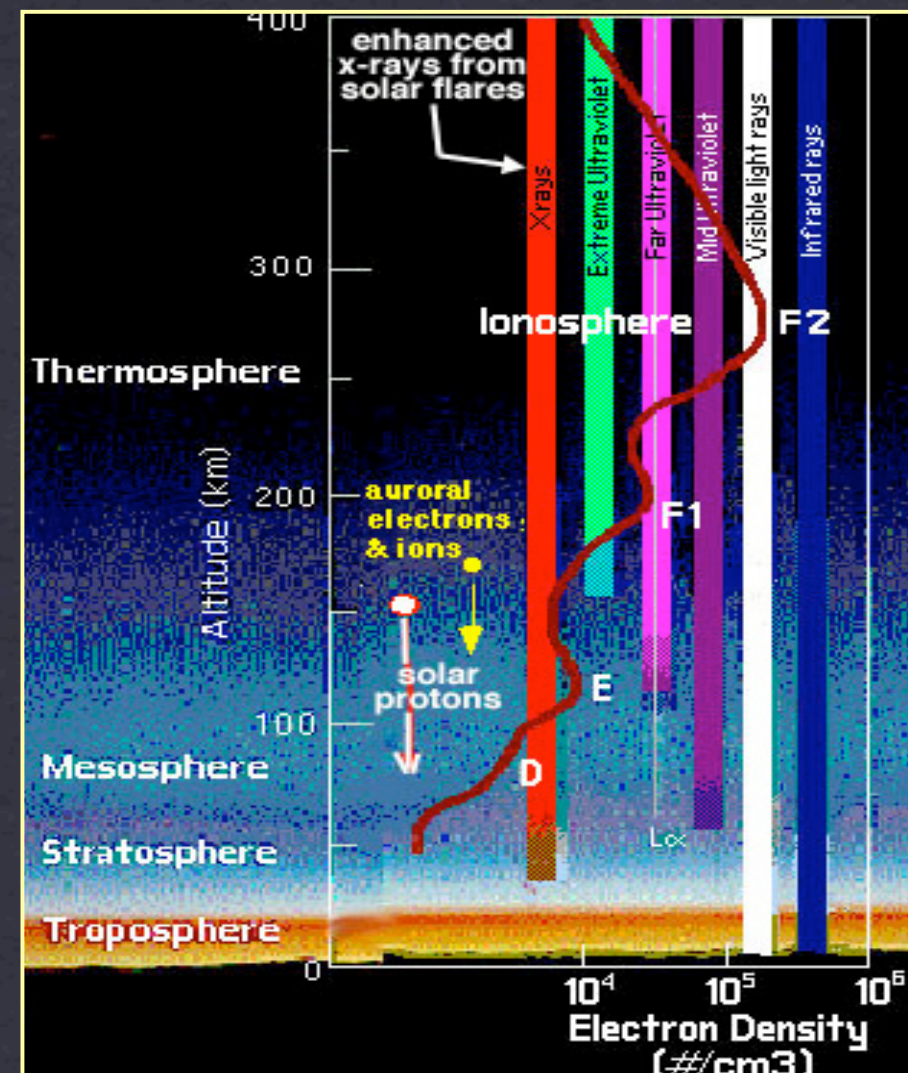
KAMP AARDE:



AARDSE MAGNETOSFEER

-> beschermt tegen geladen deeltjes
en zonnewind

ANIK DE GROOF



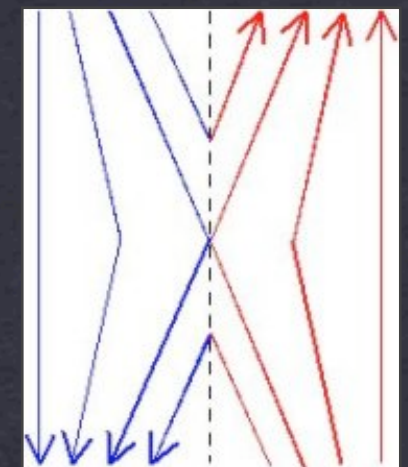
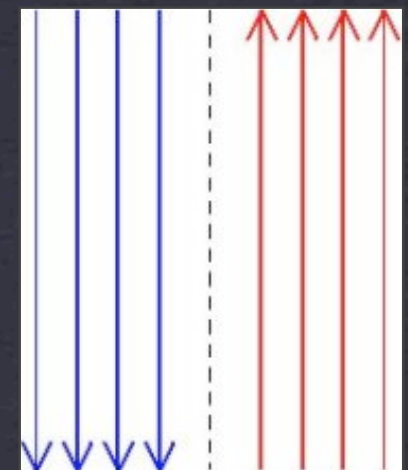
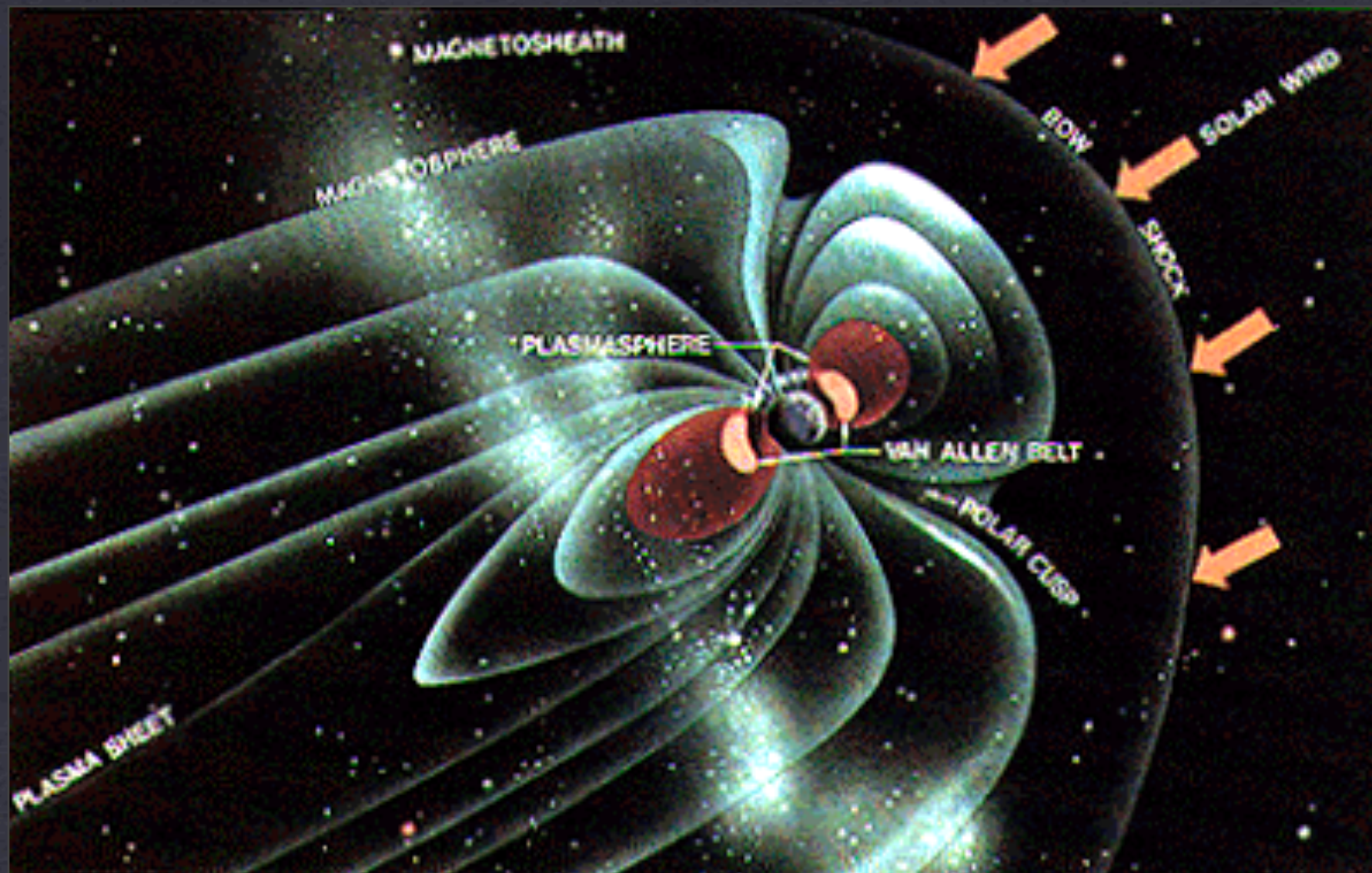
AARDSE IONOSFEER

-> beschermt tegen EUV & X-stralen

URANIA - 5 OKT 2010

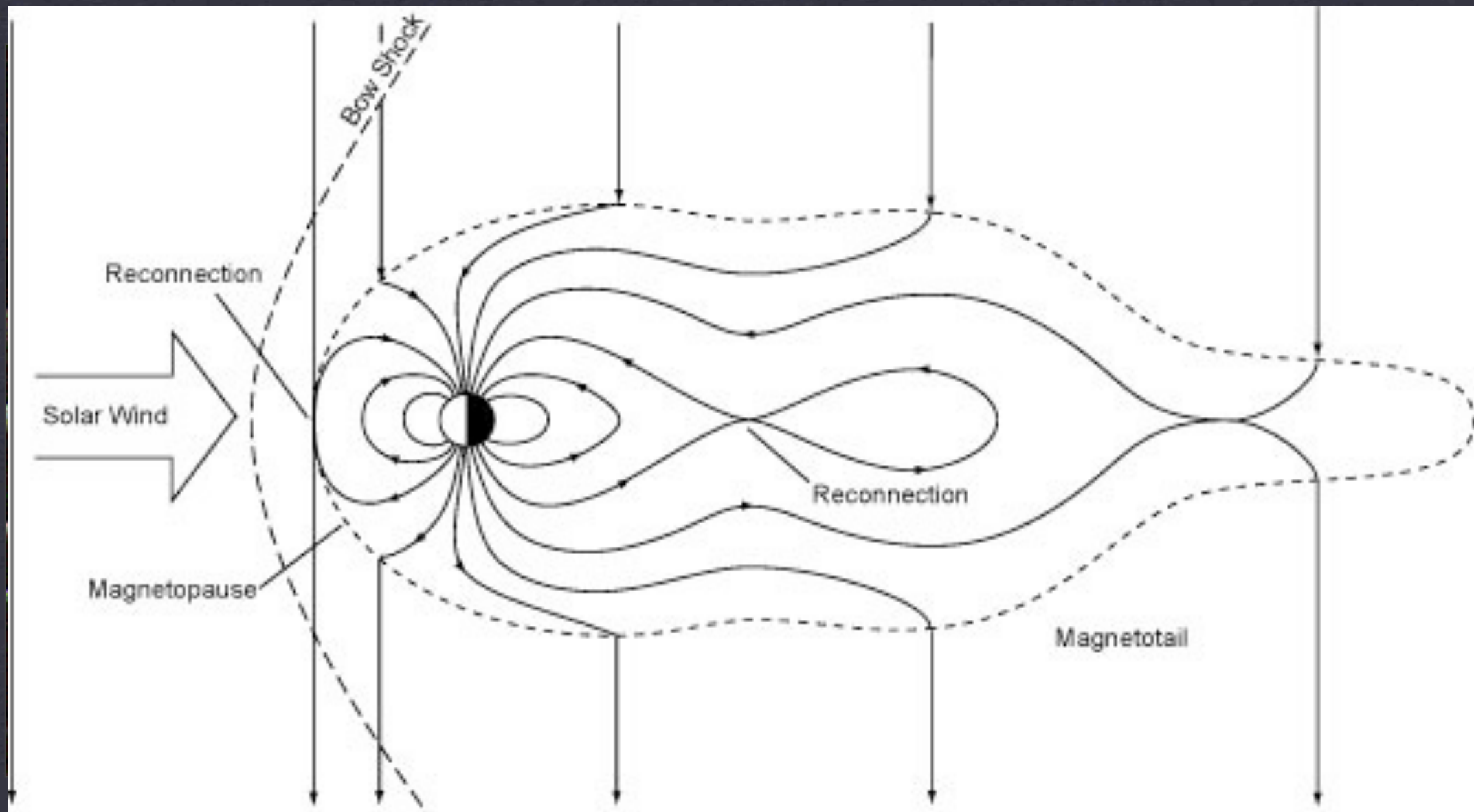
Ruimteweer: speelveld

👁 INTERPLANETAIR MAGNETISCH VELD:



Ruimteweer: speelveld

👁 INTERPLANETAIR MAGNETISCH VELD:



RW effecten op aarde

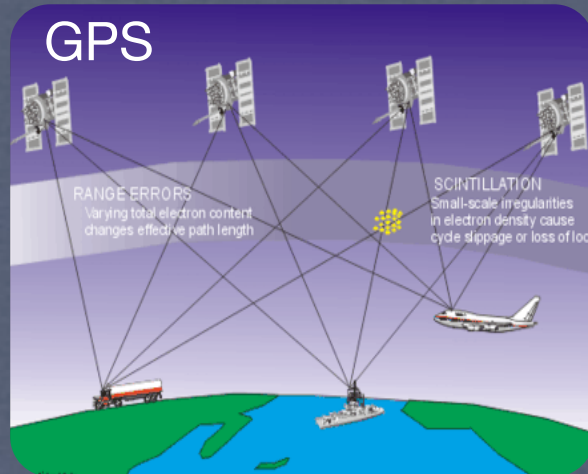
1. STRALING -> ionosfeer

2. PROTONENSTORMEN

3. GEOMAGNETISCHE STORMEN

RW effecten op aarde

1. STRALING -> ionosfeer



Radio
communicatie

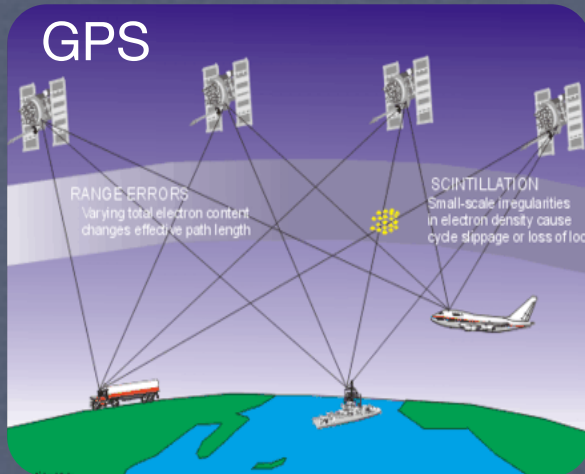


3. GEOMAGNETISCHE STORMEN

2. PROTONENSTORMEN

RW effecten op aarde

1. STRALING -> ionosfeer



Radio
communicatie



3. GEOMAGNETISCHE STORMEN

2. PROTONENSTORMEN



ISS



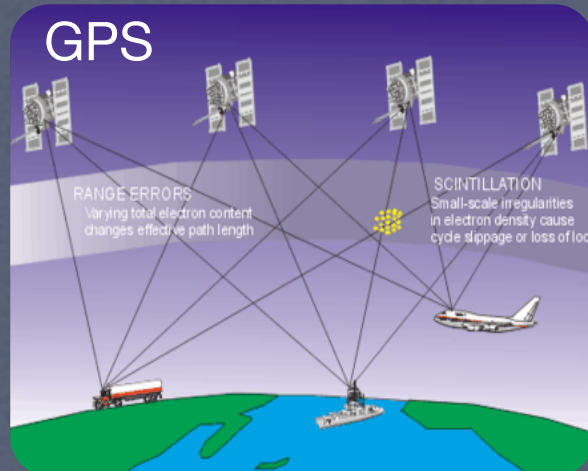
Air crew and passengers



Satellites

RW effecten op aarde

1. STRALING -> ionosfeer



Radio
communicatie



3. GEOMAGNETISCHE STORMEN



2. PROTONENSTORMEN



ISS



Air crew and passengers



spacecraft effects

Astronaut
Radiation

Cosmic Rays

Energetic Radiation Belt Particles

Coronal Mass
Ejections

Solar Cell Damage

Solar Energetic Protons

Electrostatic Charging
Magnetic Attitude Control

Enhanced Spacecraft Drag

Solar Flare Radiation

ionospheric effects

Enhanced Ionospheric Currents
and Disturbances

Crew and Passenger
Radiation

Navigation
Errors

Aurora and other
Atmospheric Effects

HF Radio
Wave Disturbance

Geomagnetically induced
Currents in
Power Systems

Signal
Scintillation

ground effects

Induced Geoelectric
Field and Current

Pipeline
Corrosion

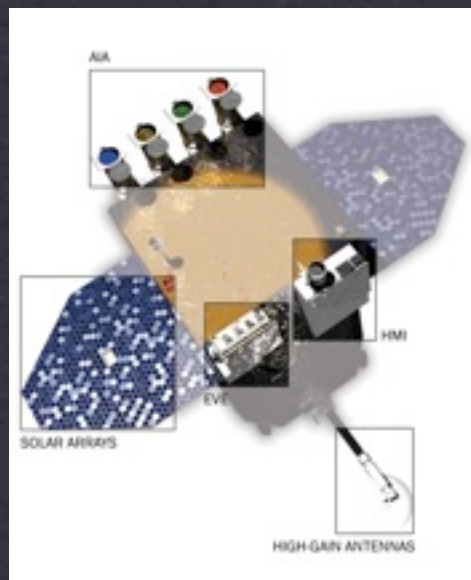
Disturbed
Reception



Space weather effects
www.esa-spaceweather.net

Observaties & voorspellingen

- * Observaties van telescopen op aarde
- * Satellieten buiten de aardatmosfeer



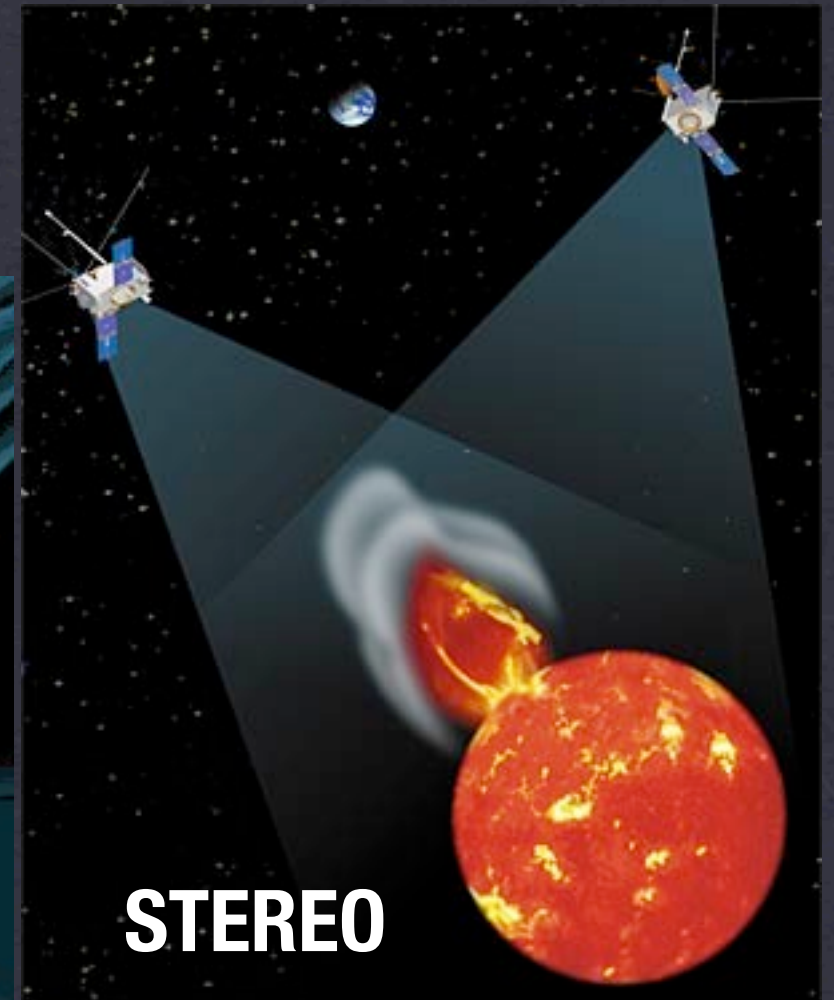
SDO



GOES

ACE

TRACE



STEREO



SOHO



Hinode



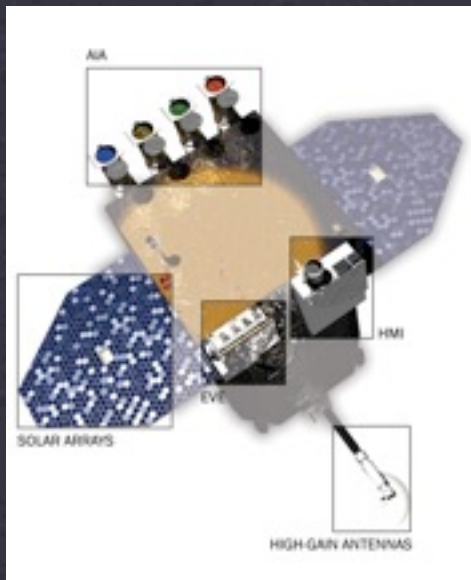
PROBA2

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Observaties & voorspellingen

- * Observaties van telescopen op aarde
- * Satellieten buiten de aardatmosfeer



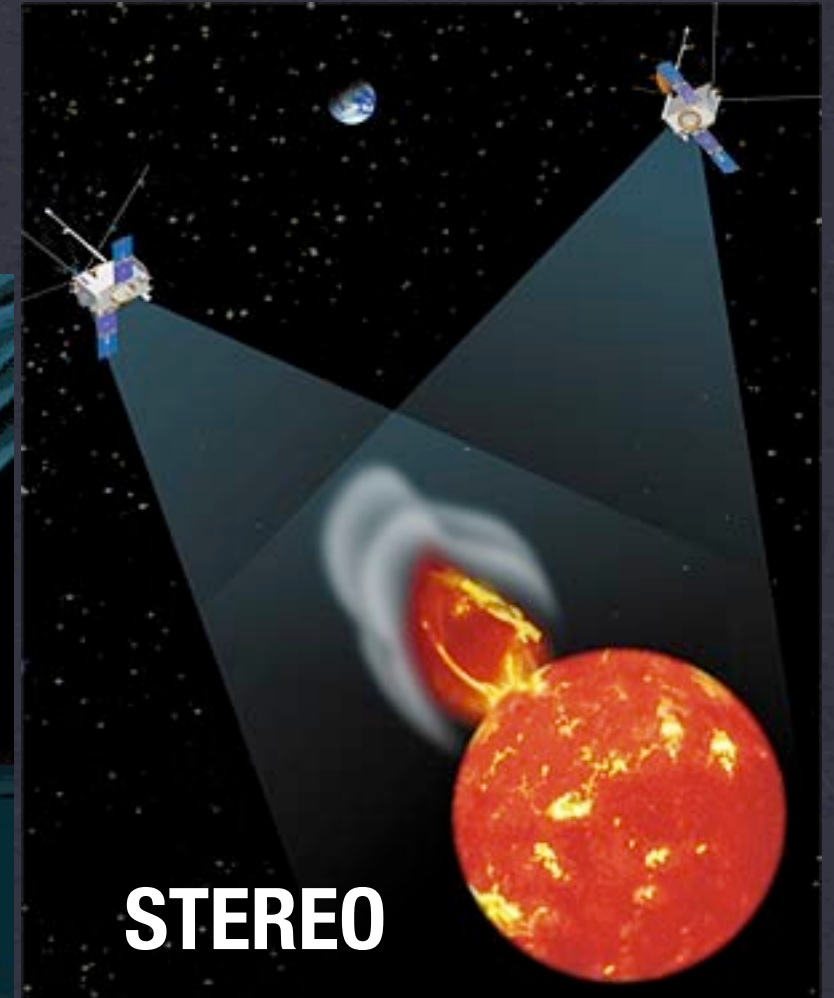
SDO



GOES

ACE

TRACE



STEREO



SOHO



Hinode



PROBA2

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

Observaties & voorspellingen

Observaties & voorspellingen

11 REGIONALE VOORSPELLINGSCENTRA OP AARDE:

-> SIDC (Solar Influences Data Analysis Center) van Koninklijke Sterrenwacht van België is verantwoordelijk voor West Europa

Observaties & voorspellingen

11 REGIONALE VOORSPELLINGSCENTRA OP AARDE:

-> SIDC (Solar Influences Data Analysis Center) van Koninklijke Sterrenwacht van België is verantwoordelijk voor West Europa

* **Groeiende zonnevlekkengroepen & magnetische complexiteit**

-> pas op voor zonnevlammen en CMEs !!

Observaties & voorspellingen

11 REGIONALE VOORSPELLINGSCENTRA OP AARDE:

-> SIDC (Solar Influences Data Analysis Center) van Koninklijke Sterrenwacht van België is verantwoordelijk voor West Europa

- * **Groeiende zonnevlekkengroepen & magnetische complexiteit**
-> pas op voor zonnevlammen en CMEs !!
- * In geval van zonnevlam of CME, kijk dan volgende na:

Observaties & voorspellingen

11 REGIONALE VOORSPELLINGSCENTRA OP AARDE:

-> SIDC (Solar Influences Data Analysis Center) van Koninklijke Sterrenwacht van België is verantwoordelijk voor West Europa

* **Groeiende zonnevlekkengroepen & magnetische complexiteit**

-> pas op voor zonnevlammen en CMEs !!

* In geval van zonnevlam of CME, kijk dan volgende na:

> zonnevlamsterkte via **EUV en X-stralenflux** (GOES, LYRA, ...)

Observaties & voorspellingen

11 REGIONALE VOORSPELLINGSCENTRA OP AARDE:

-> SIDC (Solar Influences Data Analysis Center) van Koninklijke Sterrenwacht van België is verantwoordelijk voor West Europa

* **Groeiende zonnevlekkengroepen** & magnetische **complexiteit**

-> pas op voor zonnevlammen en CMEs !!

* In geval van zonnevlam of CME, kijk dan volgende na:

> zonnevlamsterkte via **EUV en X-stralenflux** (GOES, LYRA, ...)

> **proton flux**: sprong als **B** verbonden is met aarde

-> bepaalt sterkte van stralingsstorm

Observaties & voorspellingen

11 REGIONALE VOORSPELLINGSCENTRA OP AARDE:

-> SIDC (Solar Influences Data Analysis Center) van Koninklijke Sterrenwacht van België is verantwoordelijk voor West Europa

* Groeiende zonnevlekkengroepen & magnetische **complexiteit**

-> pas op voor zonnevlammen en CMEs !!

* In geval van zonnevlam of CME, kijk dan volgende na:

- > zonnevlamsterkte via **EUV en X-stralenflux** (GOES, LYRA, ...)
- > **proton flux**: sprong als **B** verbonden is met aarde
-> bepaalt sterkte van stralingsstorm
- > **zonnewindsnelheid** (ACE, ...)

Observaties & voorspellingen

11 REGIONALE VOORSPELLINGSCENTRA OP AARDE:

-> SIDC (Solar Influences Data Analysis Center) van Koninklijke Sterrenwacht van België is verantwoordelijk voor West Europa

* Groeiende zonnevlekkengroepen & magnetische **complexiteit**

-> pas op voor zonnevlammen en CMEs !!

* In geval van zonnevlam of CME, kijk dan volgende na:

- > zonnevlamsterkte via **EUV en X-stralenflux** (GOES, LYRA, ...)
- > **proton flux**: sprong als **B** verbonden is met aarde
-> bepaalt sterkte van stralingsstorm
- > **zonnewindsnelheid** (ACE, ...)
- > **coronagrafen**: halo CME ? snelheid? (LASCO, STEREO/COR)

Observaties & voorspellingen

11 REGIONALE VOORSPELLINGSCENTRA OP AARDE:

-> SIDC (Solar Influences Data Analysis Center) van Koninklijke Sterrenwacht van België is verantwoordelijk voor West Europa

* Groeiende zonnevlekkengroepen & magnetische **complexiteit**

-> pas op voor zonnevlammen en CMEs !!

* In geval van zonnevlam of CME, kijk dan volgende na:

8 MIN > zonnevlamsterkte via **EUV en X-stralenflux** (GOES, LYRA, ...)

30 MIN > **proton flux**: sprong als **B** verbonden is met aarde
-> bepaalt sterkte van stralingsstorm

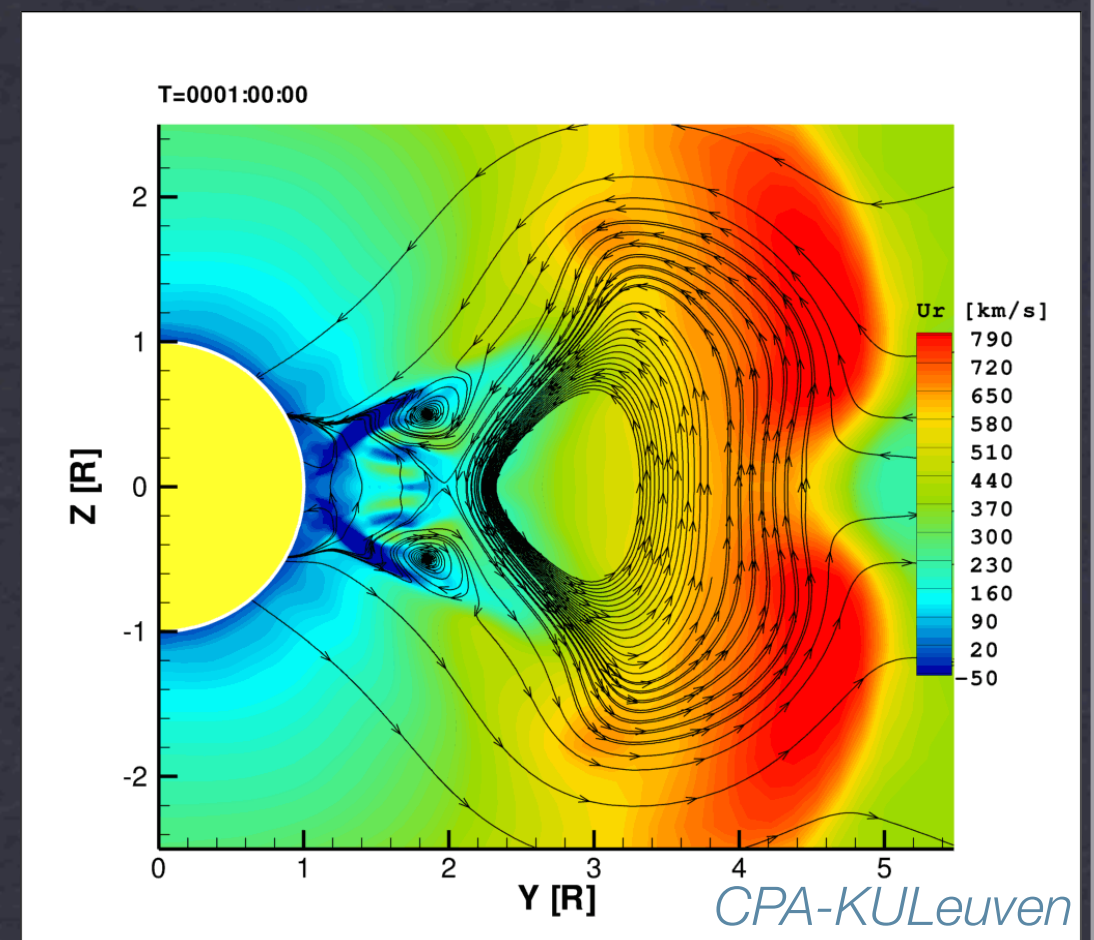
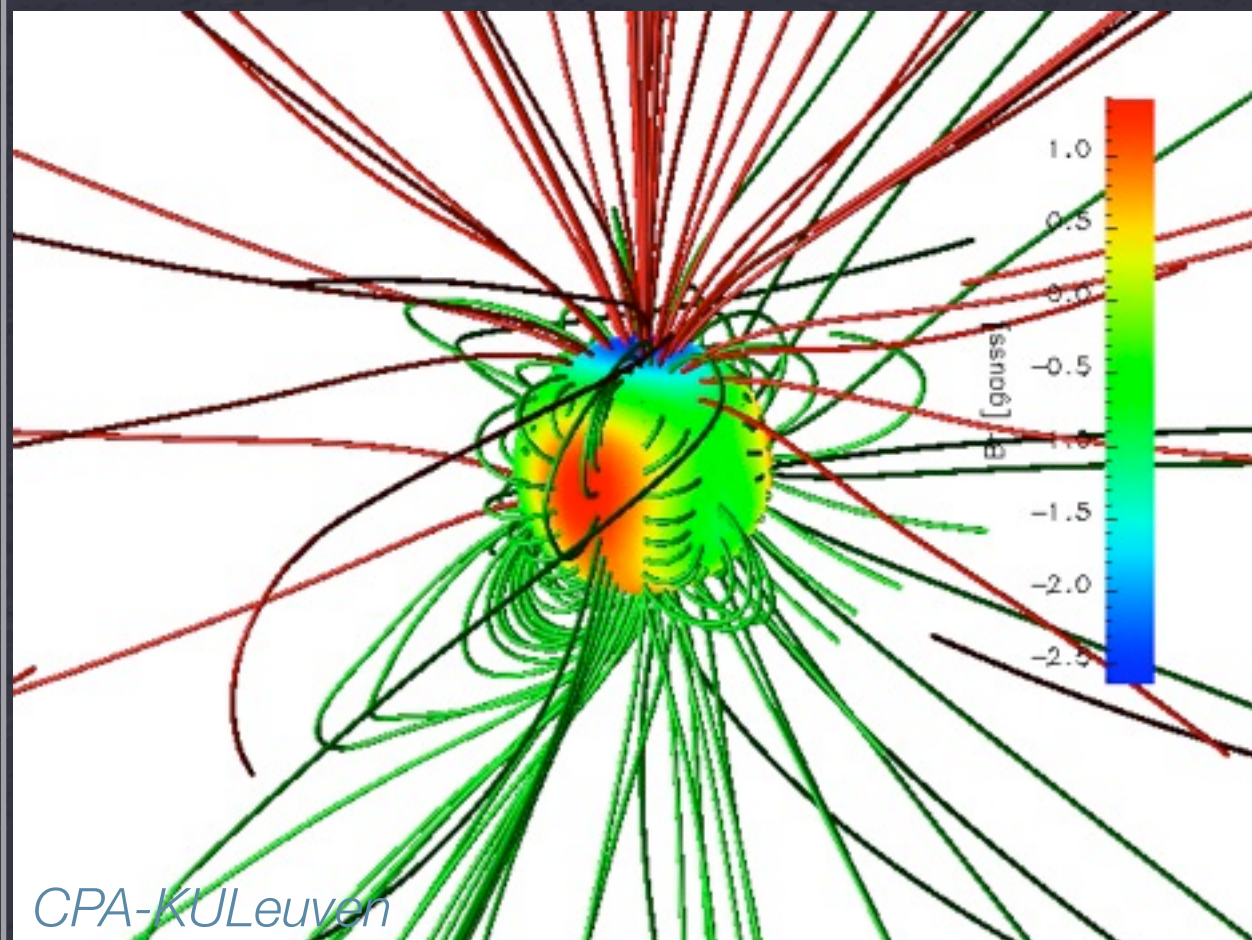
> **zonnewindsnelheid** (ACE, ...)

3 DAYS > **coronagrafen**: halo CME ? snelheid? (LASCO, STEREO/COR)

Observaties & voorspellingen

* **NUMERIEKE CME MODELLEN** kunnen helpen om:

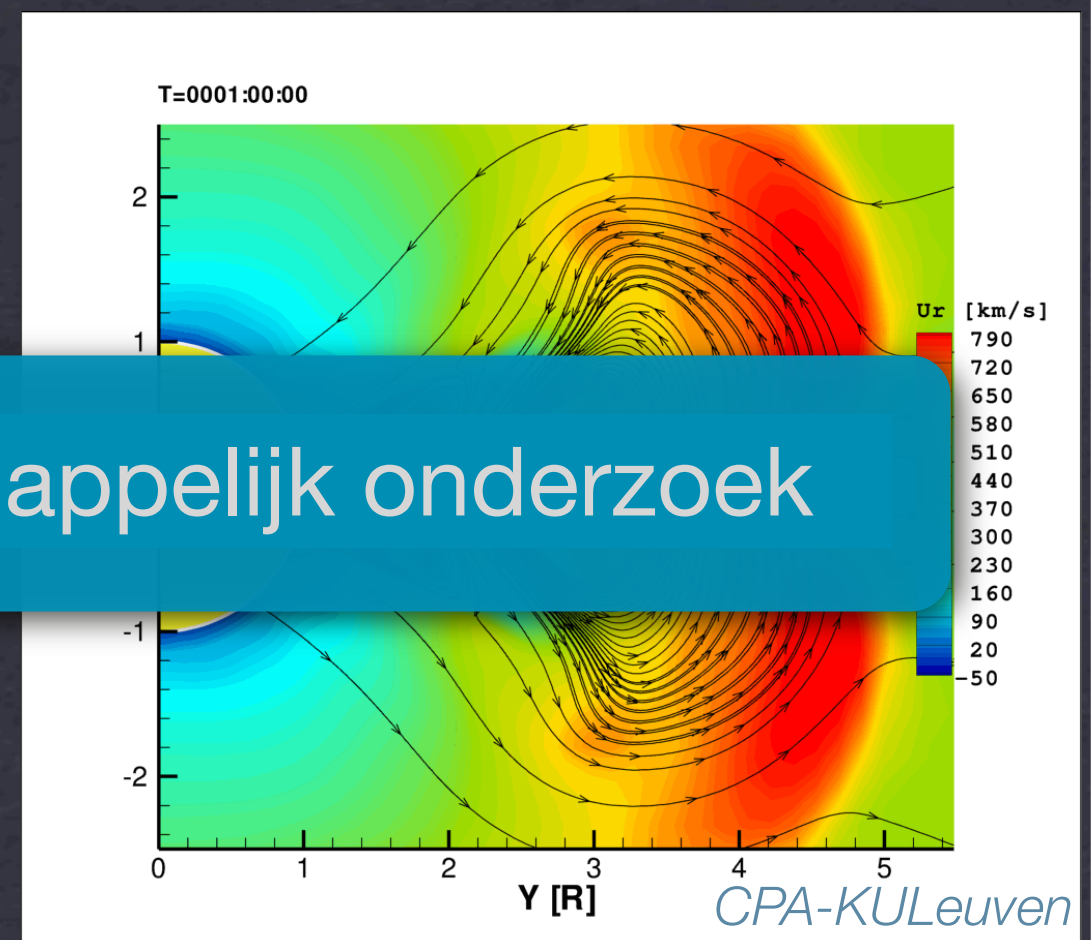
- > de kans dat CME aarde bereikt te berekenen
- > de aankomsttijd op aarde te voorspellen (zonnewindsnelheid!)
- > B_z te voorspellen om kracht geomagnetische storm te bepalen



Observaties & voorspellingen

* **NUMERIEKE CME MODELLEN** kunnen helpen om:

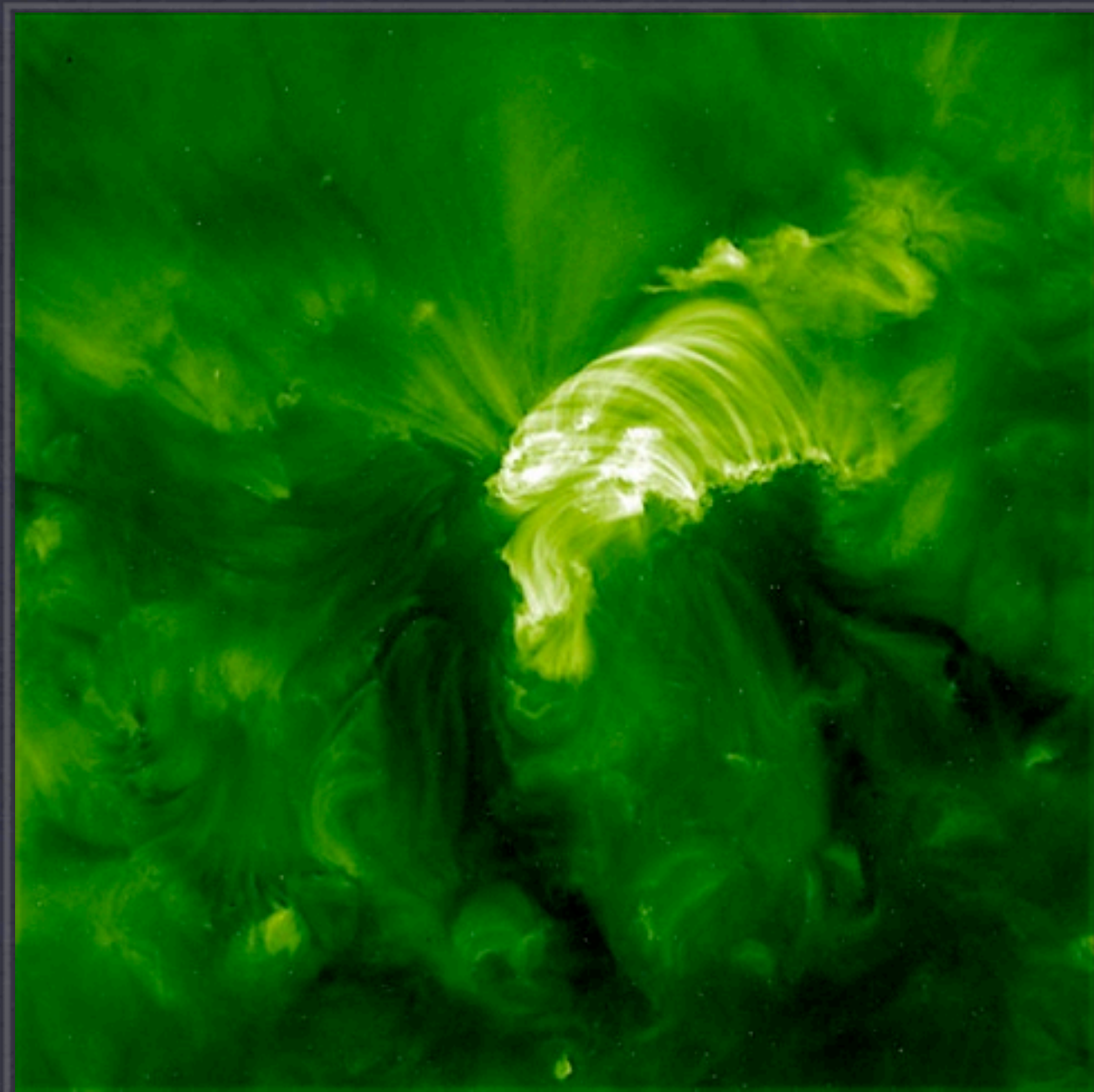
- > de kans dat CME aarde bereikt te berekenen
- > de aankomsttijd op aarde te voorspellen (zonnewindsnelheid!)
- > B_z te voorspellen om kracht geomagnetische storm te bepalen



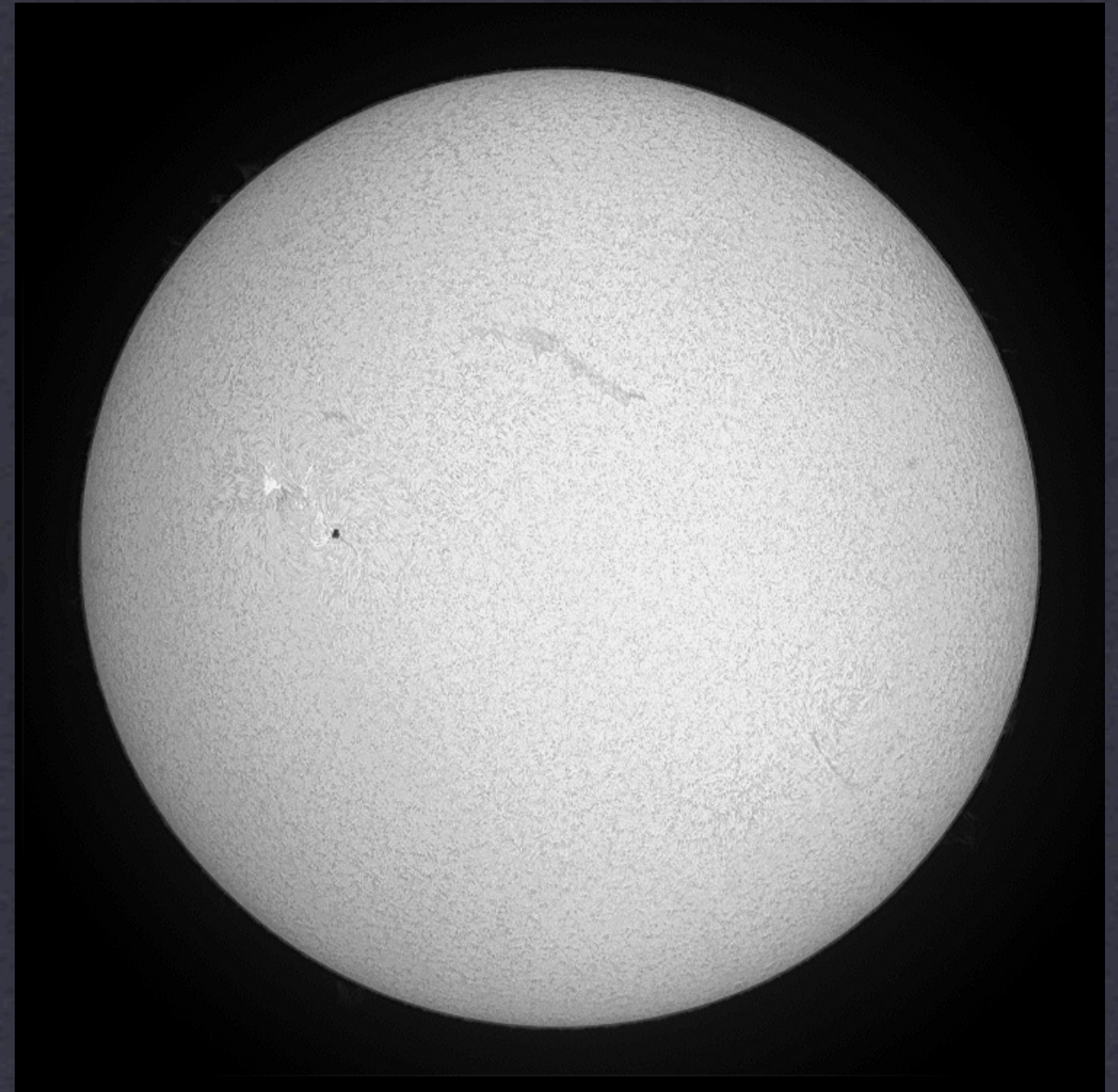
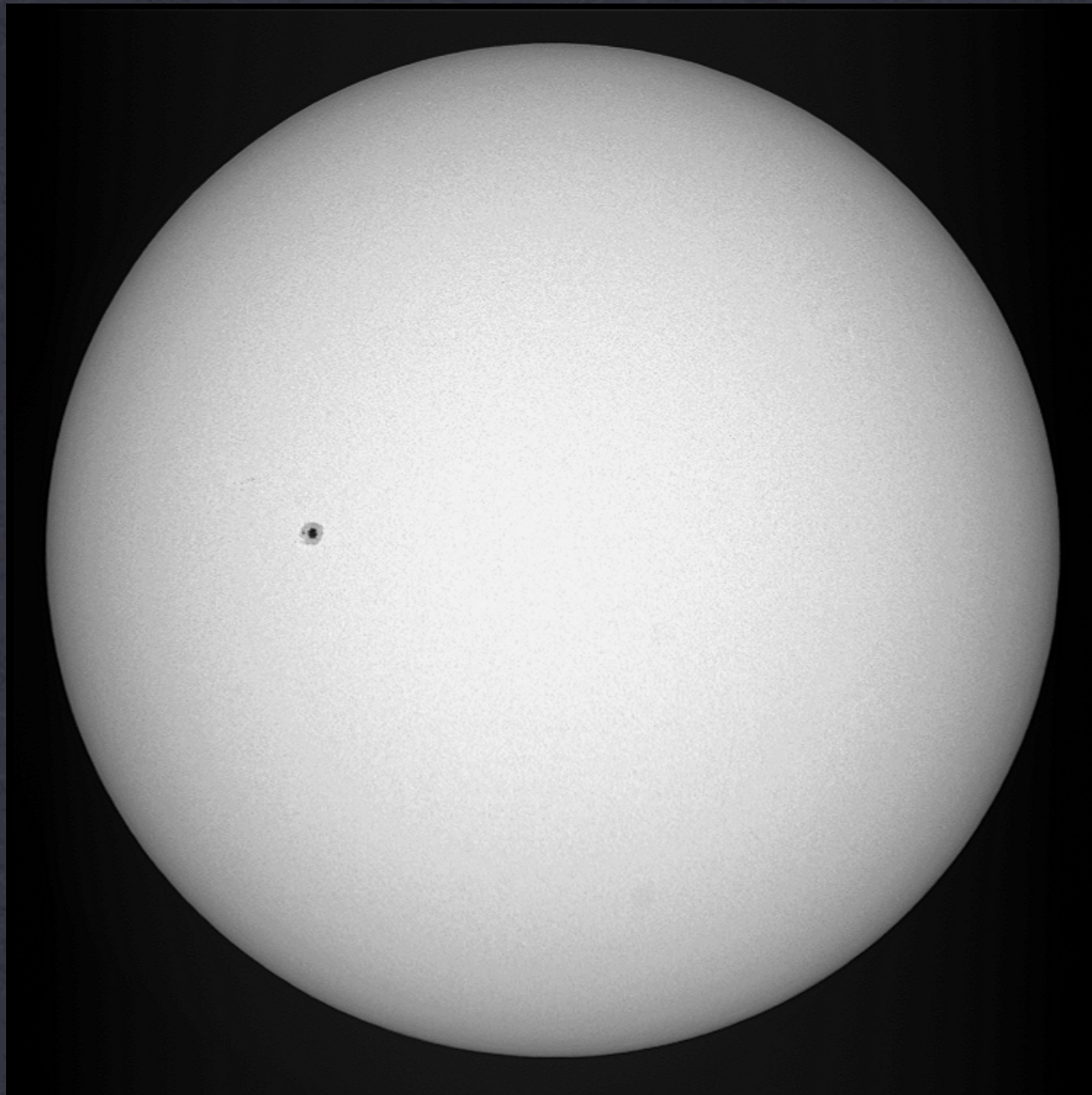
vooral gebruikt voor wetenschappelijk onderzoek

RUIMTEWEER IN ACTIE

- > 1-4 augustus 2010
- > 3-5 april 2010



Situatie gezien vanop aarde



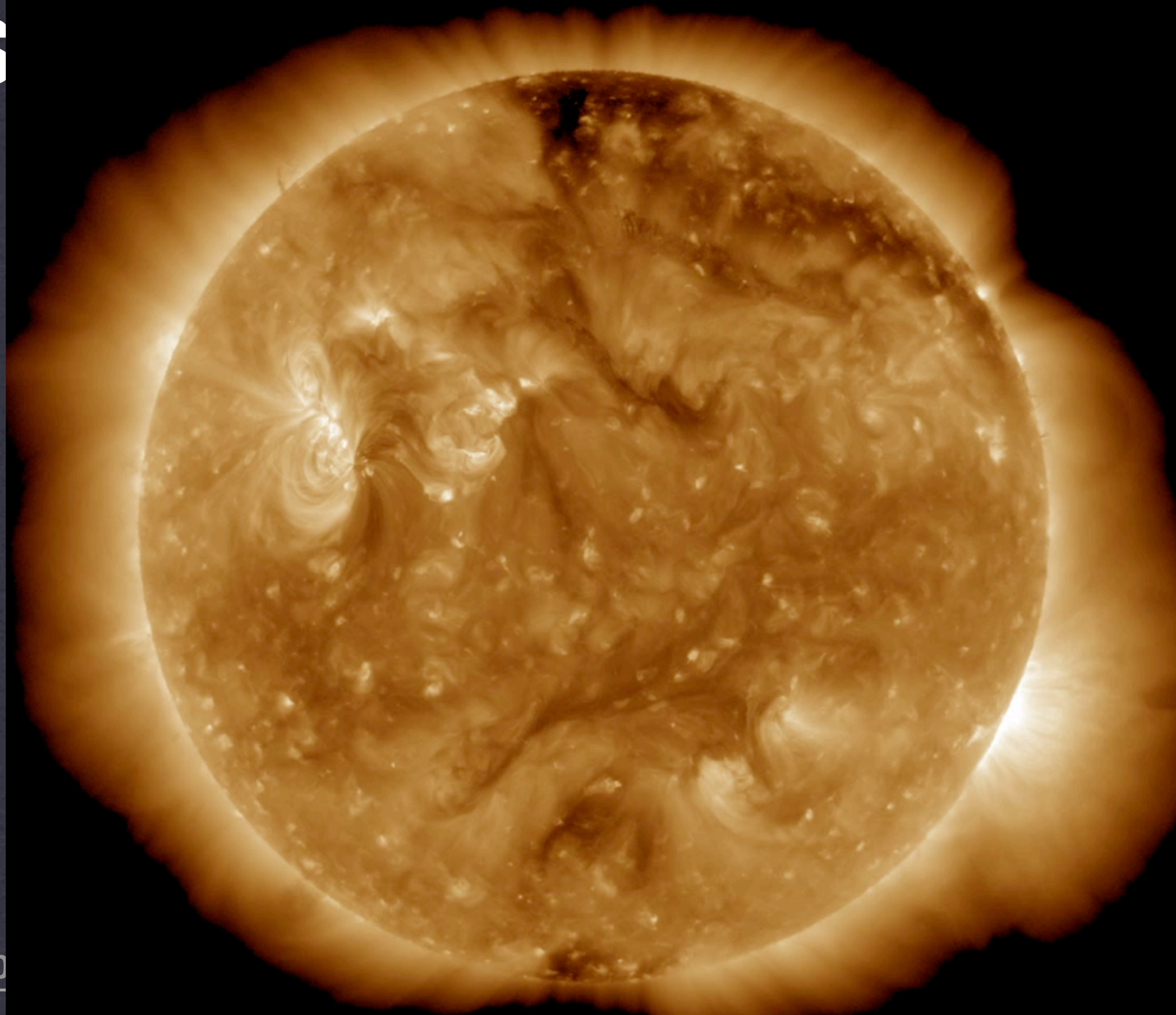
USET

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010

SDO (193 A)

S

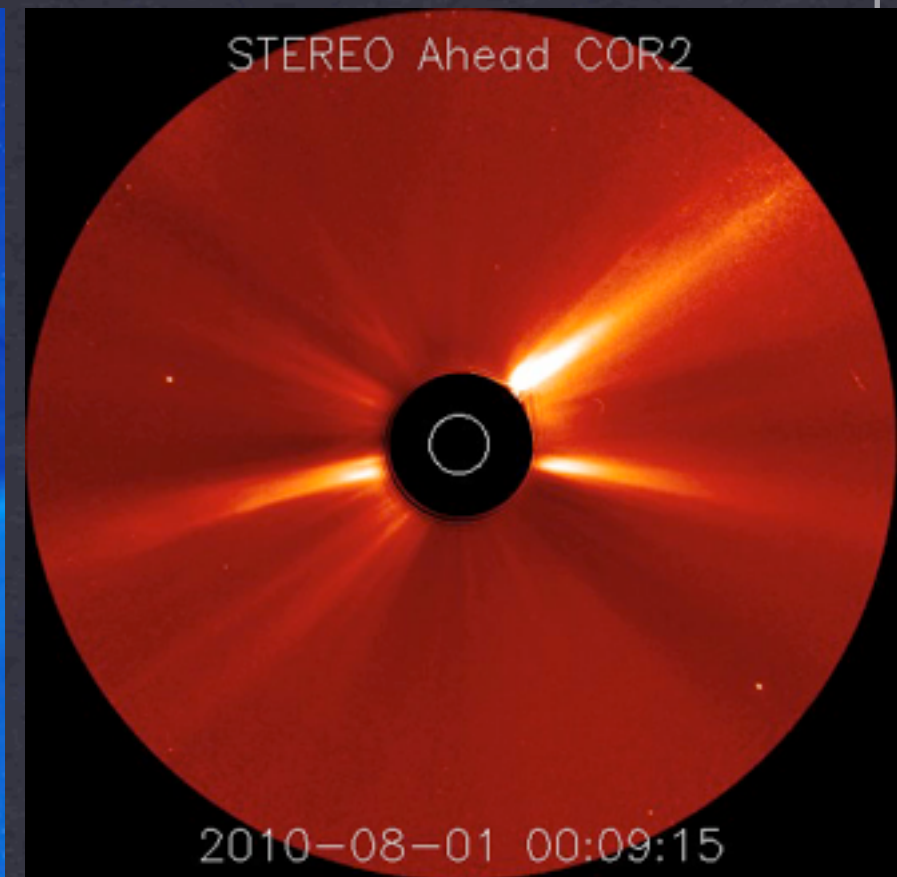
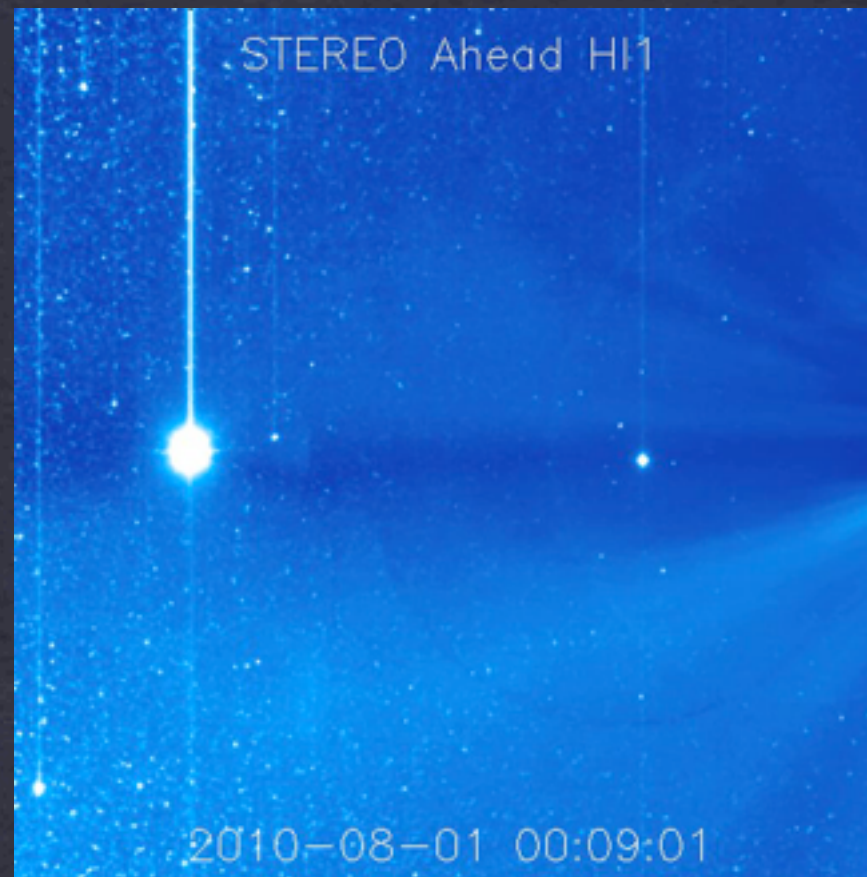
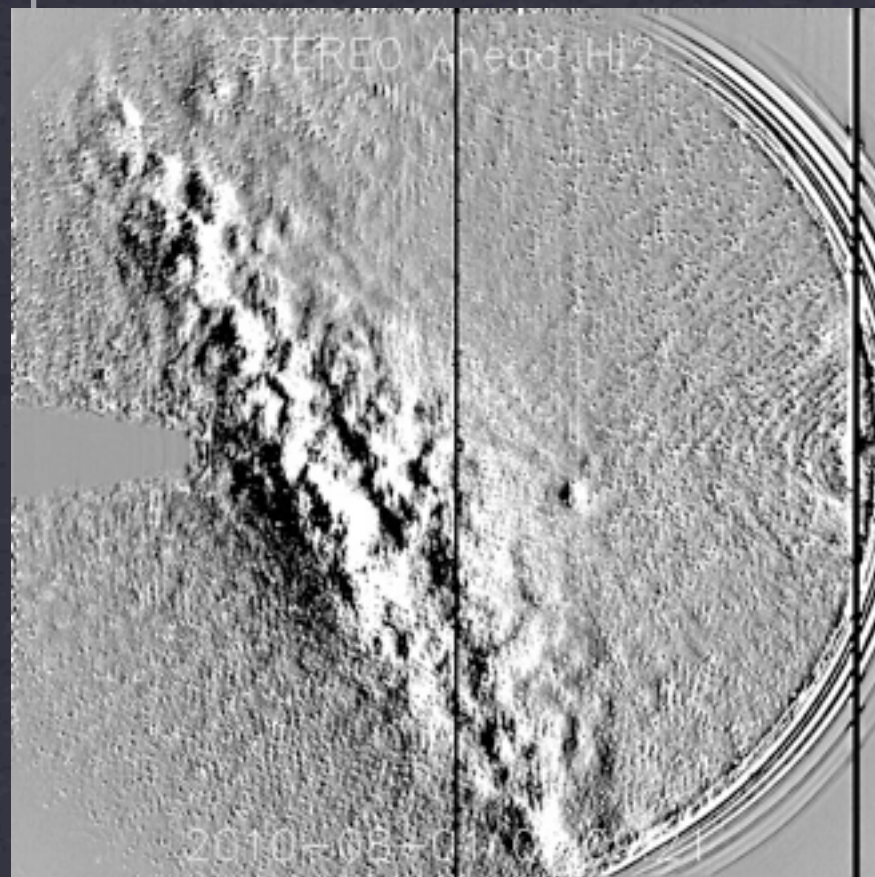


ANIK D

2010

Voortplanting in de heliosfeer

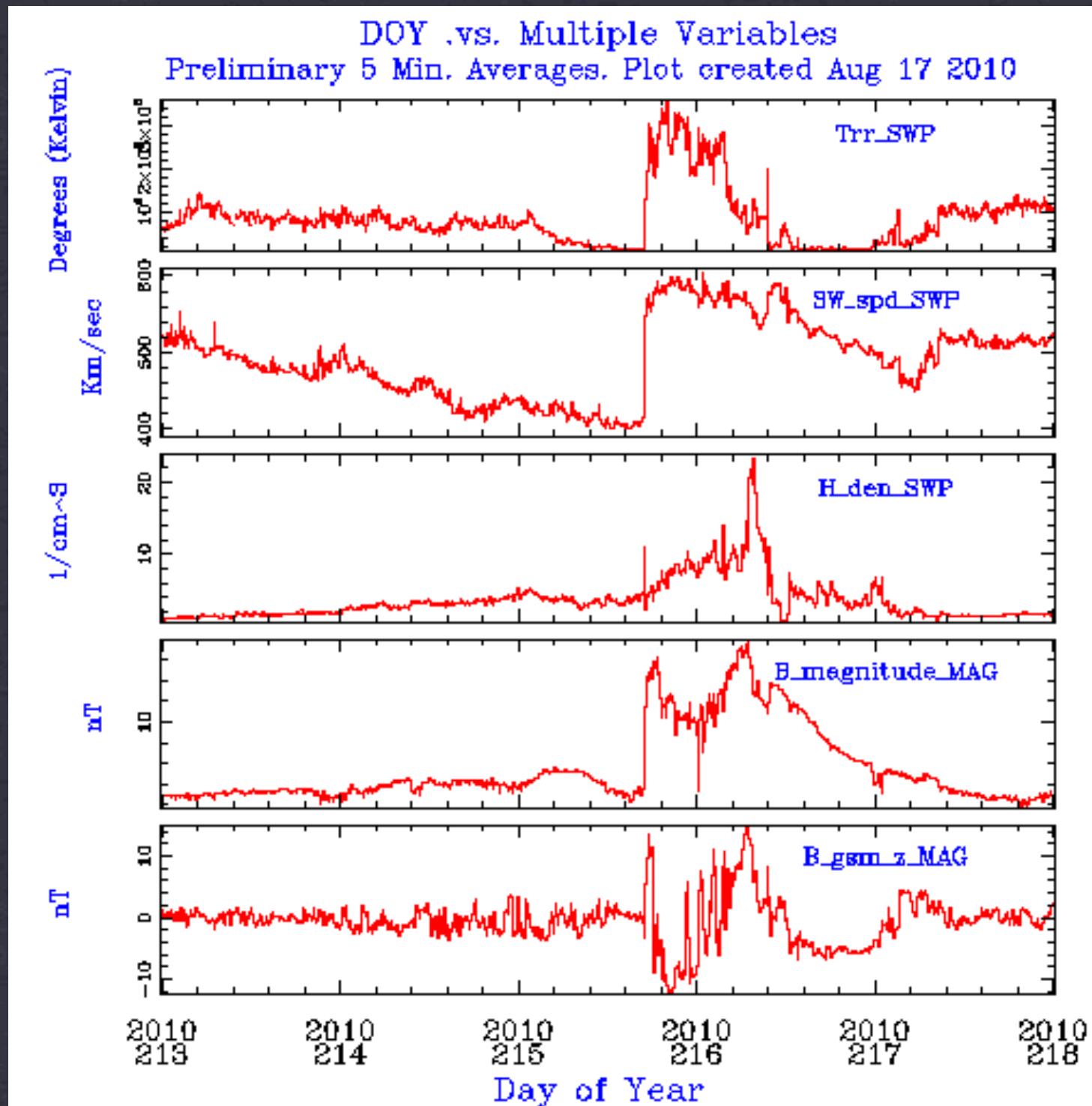
Voortplanting in de heliosfeer



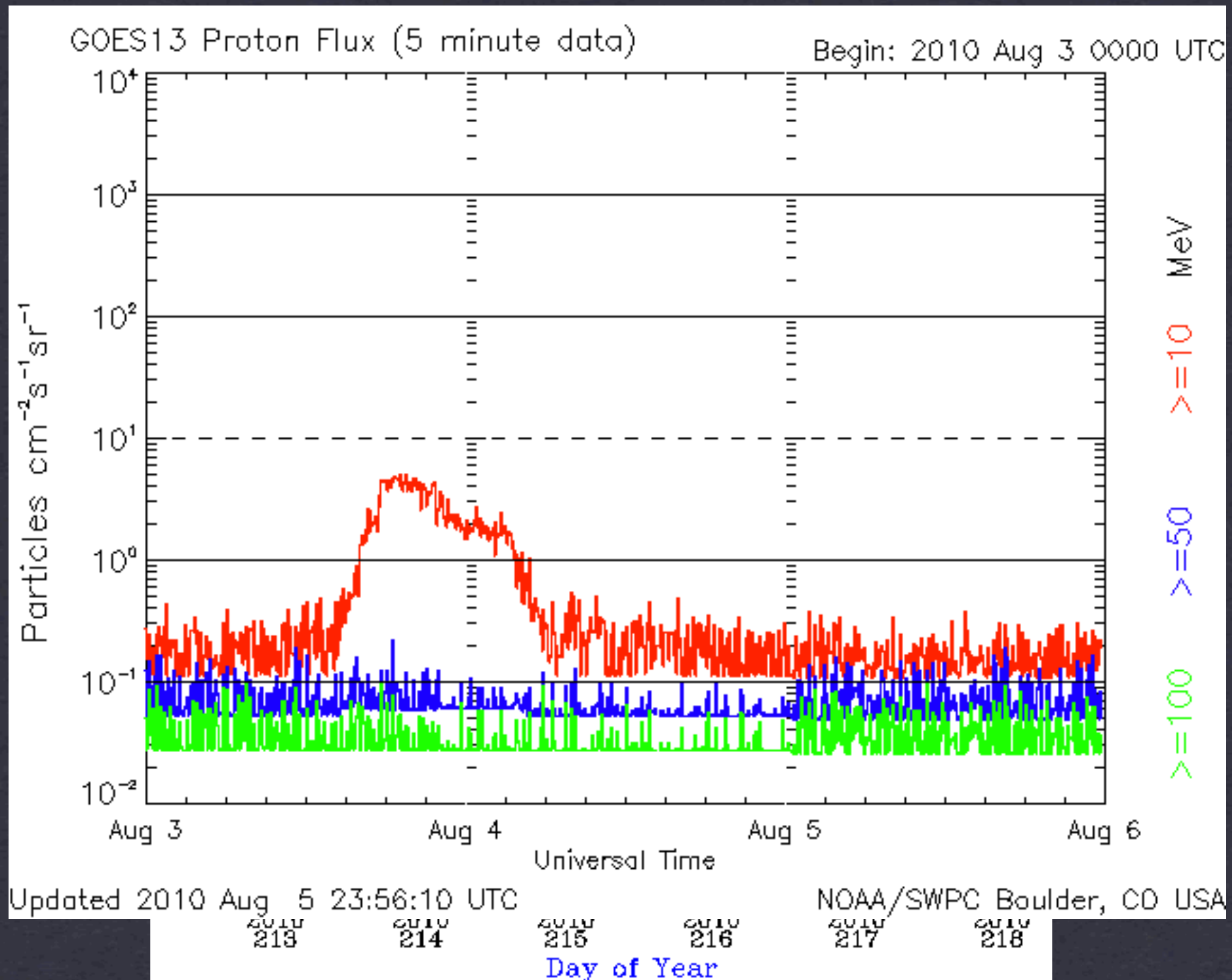
SIDC voorspelling

```
:Issued: 2010 Aug 02 1249 UTC
:Product: documentation at http://www.sidc.be/products/meu
#-----#
# DAILY BULLETIN ON SOLAR AND GEOMAGNETIC ACTIVITY from the SIDC      #
# (RWC Belgium)                                                         #
#-----#
SIDC URSIGRAM 00802
SIDC SOLAR BULLETIN 02 Aug 2010, 1214UT
SIDC FORECAST (valid from 1230UT, 02 Aug 2010 until 04 Aug 2010)
SOLAR FLARES   : Quiet conditions (<50% probability of C-class flares)
GEOMAGNETISM   : Active conditions expected (A>=20 or K=4)
SOLAR PROTONS  : Quiet
PREDICTIONS FOR 02 Aug 2010   10CM FLUX: 079 / AP: 008
PREDICTIONS FOR 03 Aug 2010   10CM FLUX: 079 / AP: 022
PREDICTIONS FOR 04 Aug 2010   10CM FLUX: 079 / AP: 022
COMMENT: Solar activity is expected to be mostly quiet with possible
risks of C class flares from NOAA AR 1092. Geomagnetic activity is
expected to be unsettled to active by the end of Aug. 2nd due to the
arrival of a halo CME linked to the long duration event of Aug. 1st.
Coronagraphic observations show actually a complex CME event, with a
fast component linked to the flaring event of NOAA AR 1092 (C class
flare) and subsequently, a slower component linked to a polar crown
filament eruption, to the north of this active region. SWAP observations
show that the fast component might not be completely Earth directed.
Arrival of the CME at the Earth orbit is expected for the end of Aug.
2nd. The filament eruption seems more favorable in terms of geomagnetic
effects, and is expected to trigger geomagnetic disturbances on Aug. 4.
```

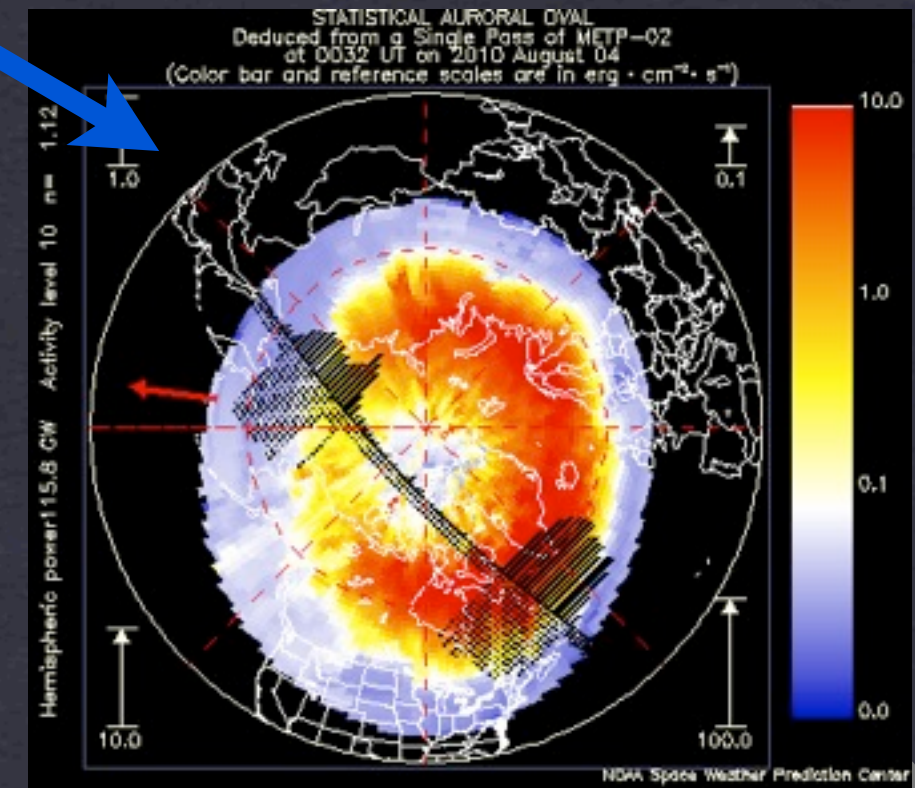
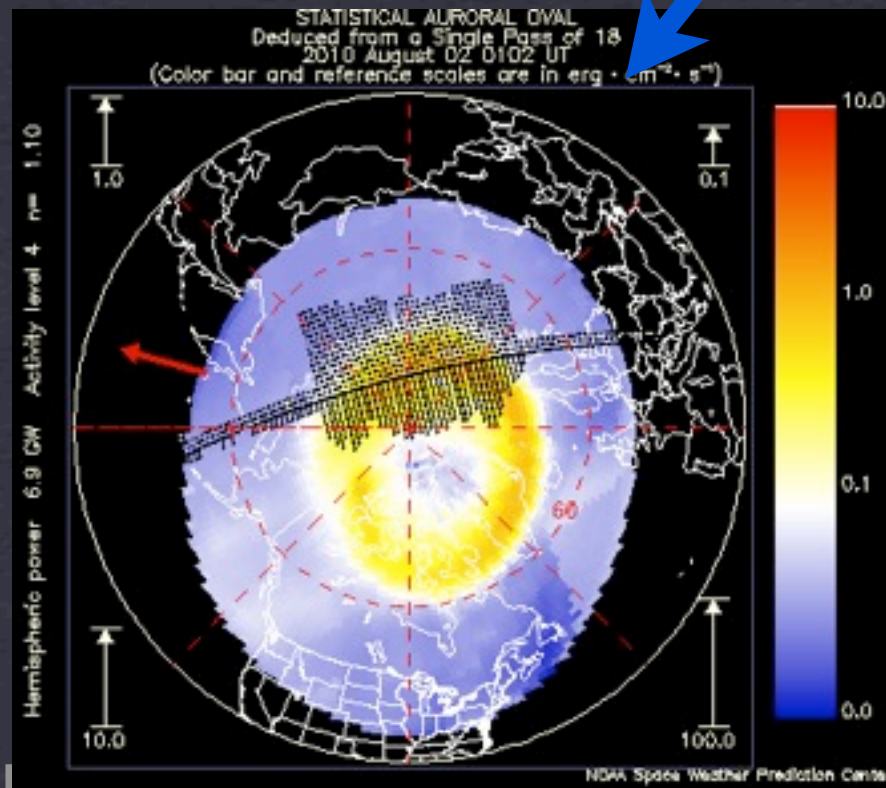
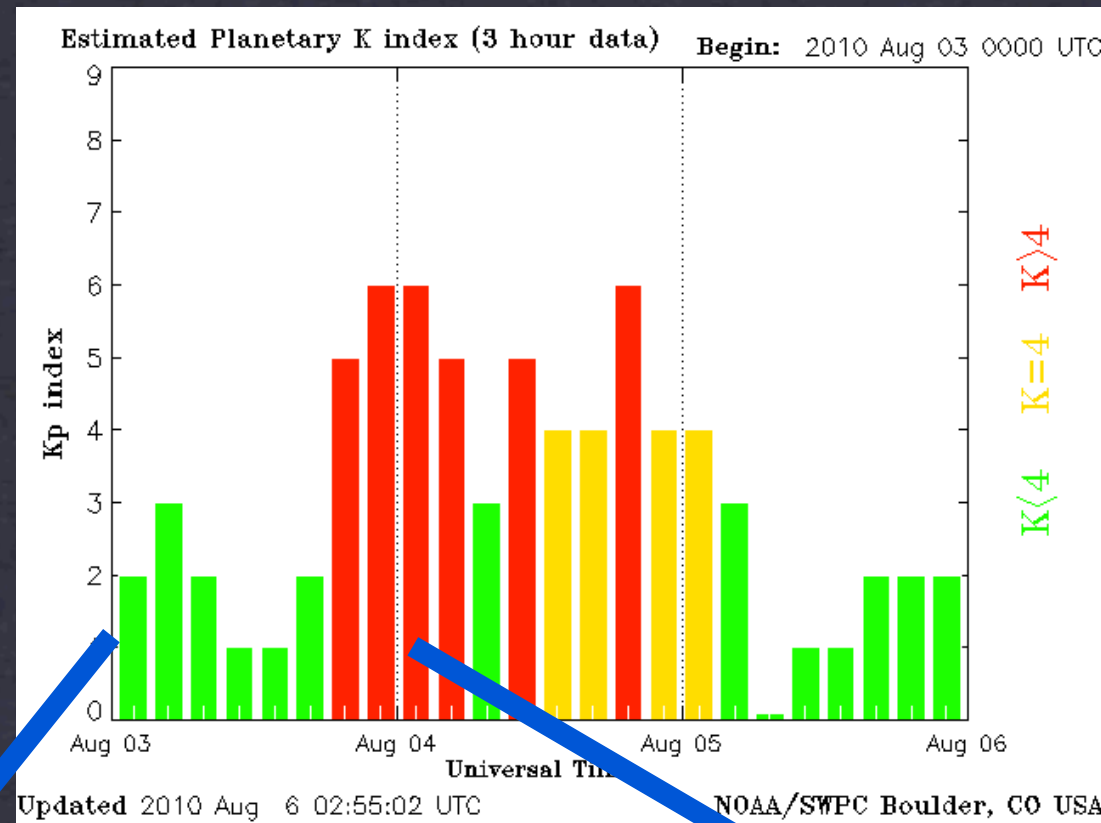

Zonnewind en protonen



Zonnewind en protonen



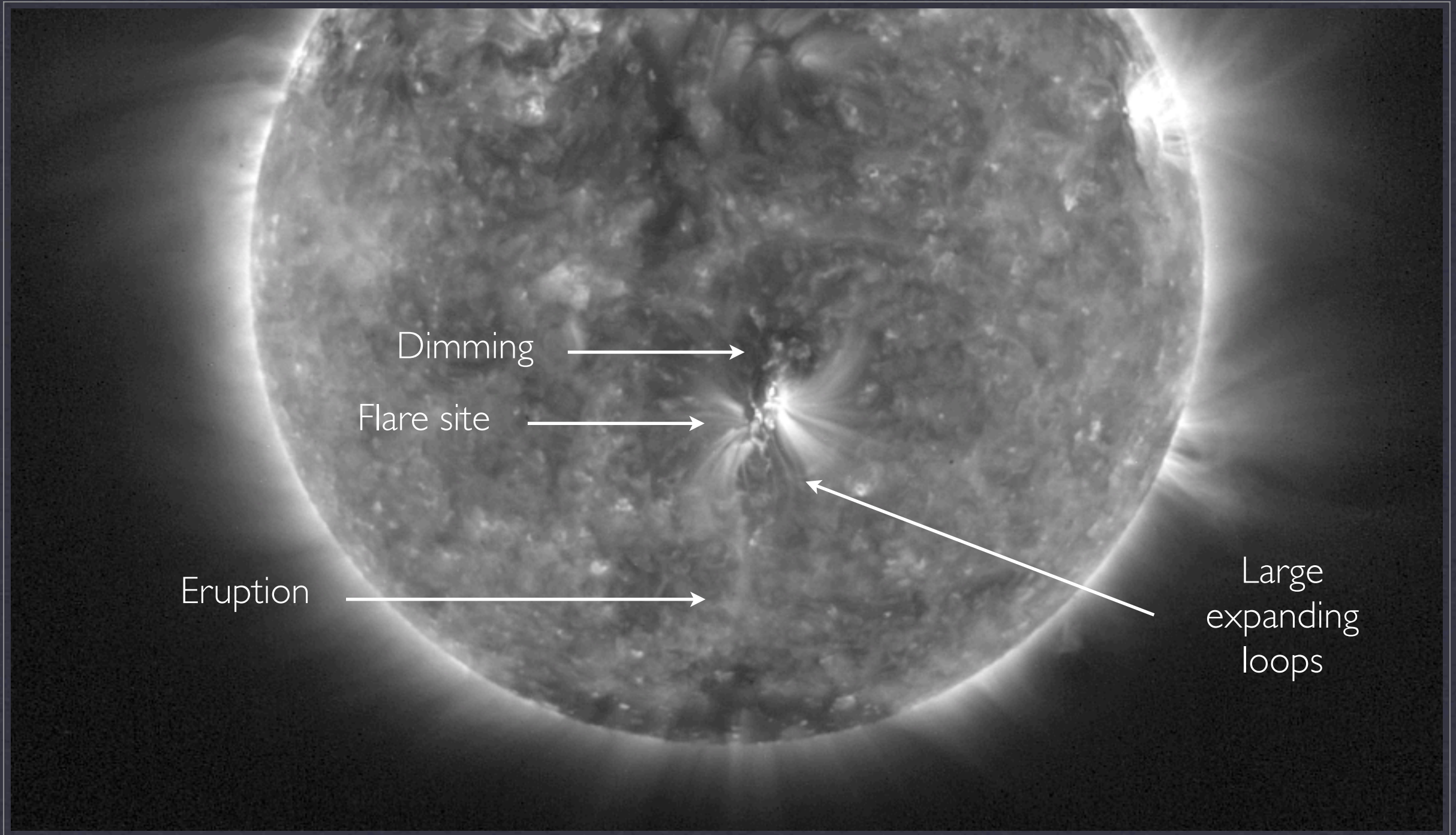
Effect op aarde: geomagnetisme



ALAN DE GROOT

CHRYSTAL GORT 2010

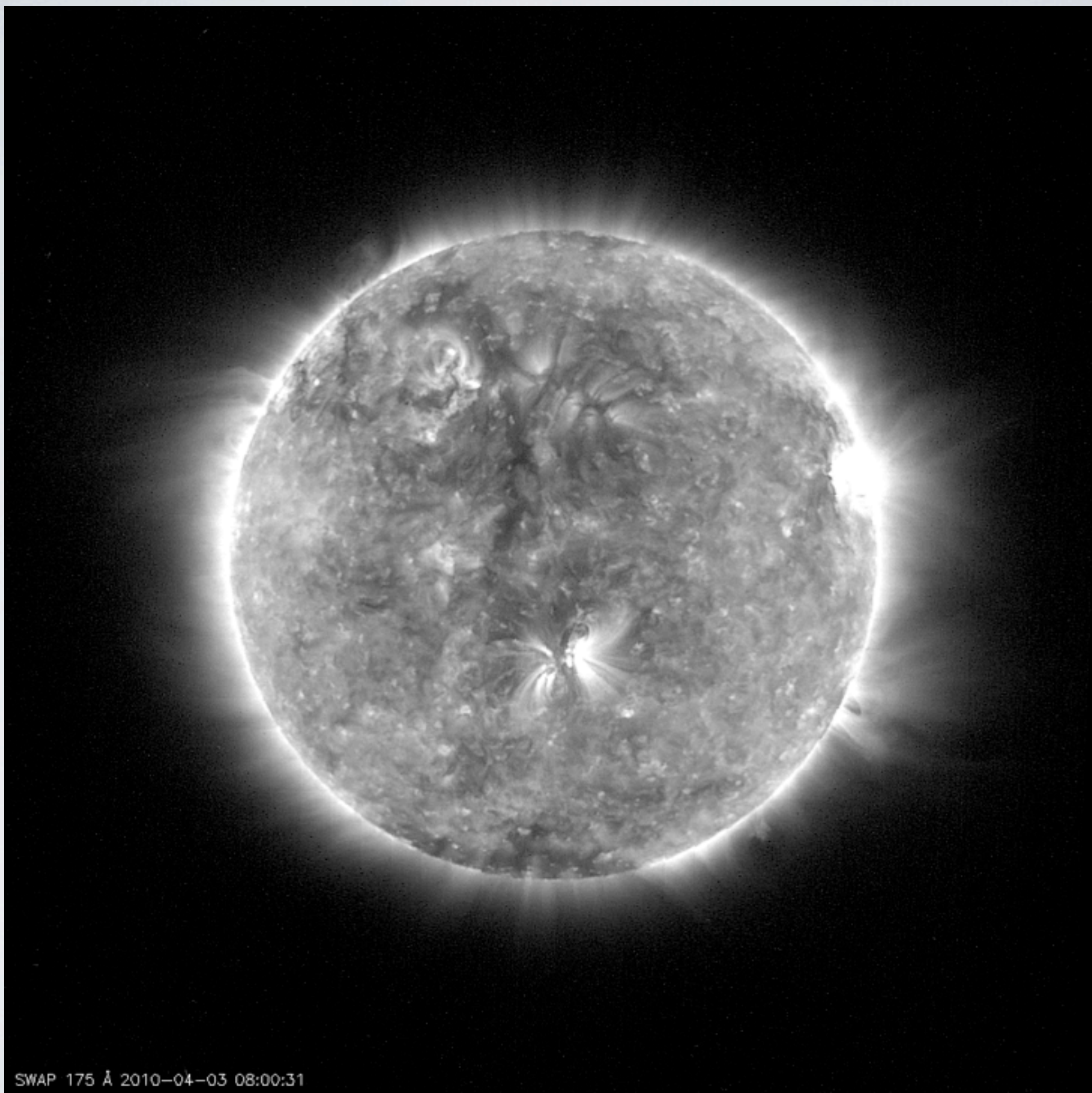
Ander voorbeeld: 3-5 april 2010



3 April 2010, 09:30 UTC ☀ B7.4 Flare ☀ Geoeffective CME

ANIK DE GROOF

URANIA - 5 OKT 2010





Background (1 of 2)

Galaxy 15 Satellite Anomaly - Impacts



SPACE NEWS 29th Annual International Space Dev Chicago May 27 - 31 2010 National Space Society

Home Launch Contracts Civil Military **Satellite Telecom** Earth Observation Venture Space Policy

CASBAA Singapore Satellite Industry Forum 2010 14 June 2010 Shanghai-La Singapore

04/01/10 02:33 PM ET
Intelsat Loses Contact with Galaxy 15 Satellite
By Warren Forster

WASHINGTON — Intelsat's five-year-old Galaxy 15 satellite stopped responding to commands early April 5, prompting the company to begin moving an on-orbit spare to the balky satellite's 133 degrees west longitude orbital slot to avoid an interruption in service, Intelsat of Washington and Luxembourg announced April 8.

Galaxy 15 satellite. Credit: Orbital Sciences photo

Enlarge Image 20

08 Apr 2010 – Intelsat reports that the Galaxy 15 stopped responding to ground commands (Anomaly time: 05 April @ 09:48 UTC)

10 Apr 2010 – FAA predicts erosion of WAAS capability due to Galaxy 15 failure

20 Apr 2010 – Orbital attributes the loss of Galaxy 15 to space weather

30 Apr 2010 – Intel reports Galaxy 15 still adrift and threatens nearby satellites (i.e. frequency interference)

SPACE NEWS 29th Annual International Space Dev Chicago May 27 - 31 2010 National Space Society

Home Launch Contracts Civil Military **Satellite Telecom** Earth Observation Venture Space Policy

CASBAA Singapore Satellite Industry Forum 2010 14 June 2010 Shanghai-La Singapore

04/05/10 02:05 PM ET
Orbital Blames Galaxy 15 Failure on Solar Storm
By Peter B. de Selding

PARIS — The in-orbit failure of the Orbital Sciences-built Intelsat Galaxy 15 telecommunications satellite April 5 was likely caused by unusually violent solar activity that week that damaged the spacecraft's ability to communicate with ground controllers, Orbital officials said April 20.

Galaxy 15 satellite. Credit: Orbital Sciences photo

Similar events have occurred, if less severely, on other Orbital spacecraft





Background (1 of 2)

Galaxy 15 Satellite Anomaly - Impacts



08 Apr 2010 – Intelsat reports that the Galaxy 15 stopped responding to ground commands (Anomaly time: 05 April @ 09:48 UTC)

10 Apr 2010 – FAA predicts erosion of WAAS capability due to Galaxy 15 failure

20 Apr 2010 – Orbital attributes the loss of Galaxy 15 to space weather

30 Apr 2010 – Intel reports Galaxy 15 still adrift and threatens nearby satellites (i.e. frequency interference)

DeMorgen.be

NIEUWS SPORT GELD MUZIEK DE GEDACHTEN PLANET WATCH TECHNOCITY MAGAZINE CULTUUR & MEDIA

BINNENLAND BUITENLAND WETENSCHAP GEZONDHEID STAND DER DINGEN

Satelliet op hol na intense zonnestorm

04/05/10 09:48

Intelsat's Galaxy 15, een communicatiesatelliet, is op hol geslagen. Volgens de makers van de kunstmaan komt dat door een "intense" zonnestorm op 5 april. De op hol geslagen satelliet - sinds 5 april zijn 200.000 commando's gestuurd - reageert voorlopig op niets. Vandaag komt ze gevaarlijk dicht in de buurt van een andere kunstmaan, AMC-11, ook een communicatiesatelliet en eigendom van het Luxemburgse SES.



Galaxy 15 zal tot 7 juni door de baan van AMC-11 vliegen volgens de berekeningen, en dat zou kunnen resulteren in storingen bij de Luxemburgse satelliet. (mvl)

EXTRA

ARTIKELS

- Lancering nieuwste gps-satelliet op laatste nippertje afgebroken
- Mars Phoenix Lander geeft geen teken van leven meer
- Atlantis losgekoppeld van ruimtestation ISS

MEER OVER Ruimtevaart

NUTTIGE LINKS

- Europees Ruimtevaartagentschap
- Volksterrenwacht mira





Background (1 of 2)

Operational Timeline



:Product: 0404RSGA.txt
:Issued: 2010 Apr 04 2201 UTC
Prepared jointly by the U.S. Dept. of Commerce, NOAA,
Space Weather Prediction Center and the U.S. Air Force.
#

Joint USAF/NOAA Report of Solar and Geophysical Activity
SDF Number 094 Issued at 2200Z on 04 Apr 2010

IA. Analysis of Solar Active Regions and Activity from 03/2100Z to 04/2100Z: Solar activity was very low. No flares were observed during the past 24 hours. New Region 1060 (N24E58) was assigned today and appears to be a small bipolar region.

IB. Solar Activity Forecast: Solar activity is expected to be very low. However, there is a chance for an isolated C-class event during the next three days (05-07 April).

IIA. Geophysical Activity Summary 03/2100Z to 04/2100Z: The geomagnetic field was mostly quiet to unsettled. However, there was an isolated active period at mid-latitudes from 0600-0900Z which was accompanied by storm level activity at some high latitude stations. Solar wind speed observed by the ACE spacecraft were elevated throughout the day, typically between 460-540 km/s. The greater than 2 MeV electron flux at geosynchronous orbit reached high levels during the past 24 hours.

IIIB. Geophysical Activity Forecast: The geomagnetic field is expected to be quiet with a chance for unsettled periods for the first day (05 April) and partway through the second day (06 April). An increase to mostly unsettled levels with a chance for active periods is expected sometime late on the second day or early on the third day (07 April) in response to a favorably positioned coronal hole. Yesterdays halo CME appears to be primarily directed south of the ecliptic plane. However, it is possible that the flank of the CME could contribute to somewhat elevated activity on the third day.

III. Event Probabilities 05 Apr-07 Apr

Class M 01/01/01

Class X 01/01/01

Proton 01/01/01

PCAF green

IV. Penticon 10.7 cm Flux

Observed 04 Apr 079

Predicted 05 Apr-07 Apr 080/080/085

90 Day Mean 04 Apr 083

V. Geomagnetic A Indices

Observed Afr/Ap 03 Apr 005/008

Estimated Afr/Ap 04 Apr 010/010

Predicted Afr/Ap 05 Apr-07 Apr 005/007-007/010-012/012

VI. Geomagnetic Activity Probabilities 05 Apr-07 Apr

A. Middle Latitudes

Active 05/25/35

Minor storm 01/10/20

Major-severe storm 01/01/05

B. High Latitudes

Active 10/30/40

Minor storm 05/15/30

Major-severe storm 01/01/10

Operational Timeline – Universal Time (UT)

April 3, 2010

09:54 B7 solar flare (sunspot region 1059)

10:33 CME first visible

22:04 SWPC Daily Forecast issued

– *Notes Flare and Coronal Mass Ejection (CME)*

– *Geomagnetic quiet expected: 04-05 April*

April 4

22:01 Daily Forecast issued (left text)

– *Flank of CME may contribute to elevated activity on April 7*

April 5

05:33 Warning issued: K=4

05:44 Alert issued: K=4

08:04 Warning issued

– *Sudden Impulse (CME hits ACE @ 07:56 UT)*

09:16 Warning issued: K=5

09:17 Alert issued: K=5

09:22 Alert issued: K=6

09:48 Galaxy 15 anomaly ★

09:56 Alert issued: K=7



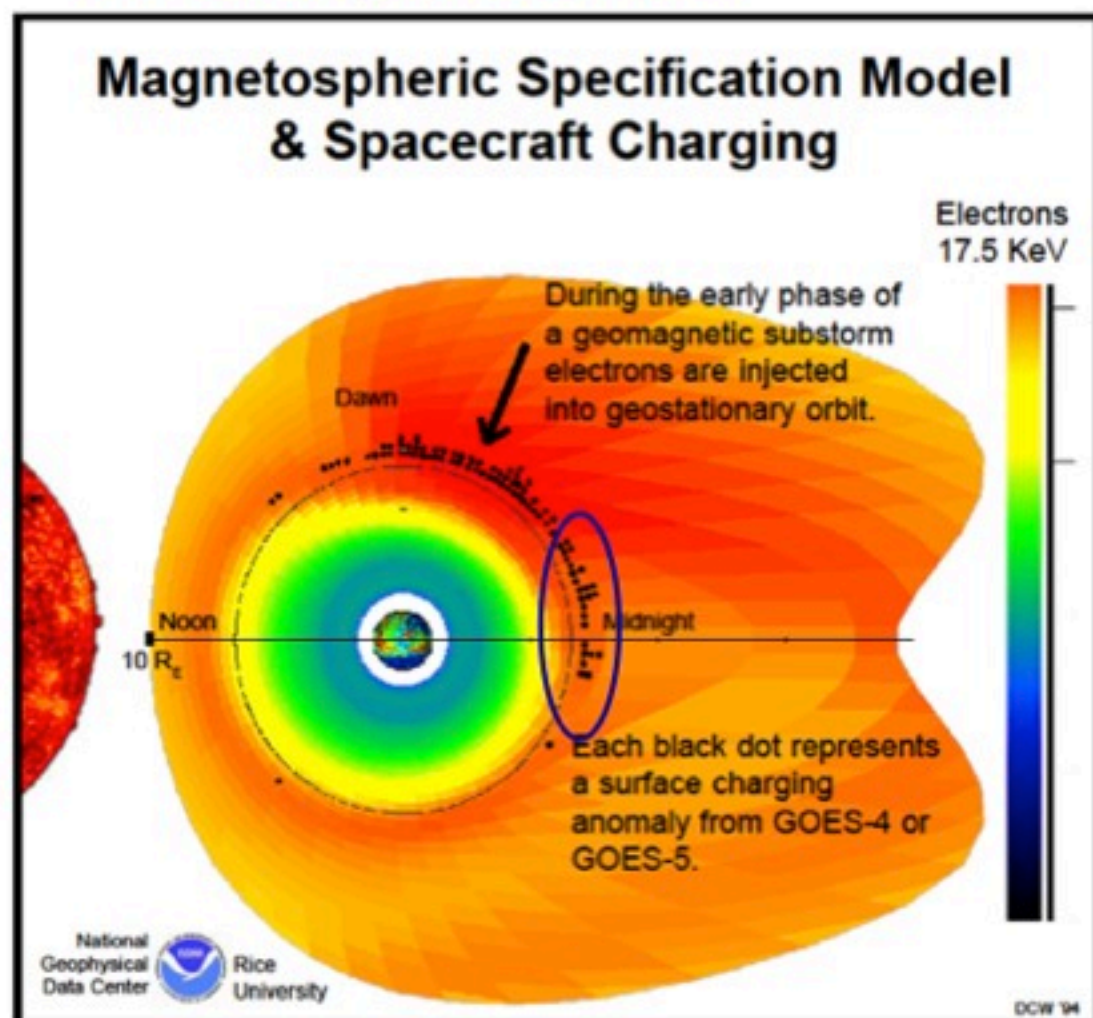
Space Weather Conditions

Galaxy 15 Anomaly (05 Apr 2010 0948 UT)



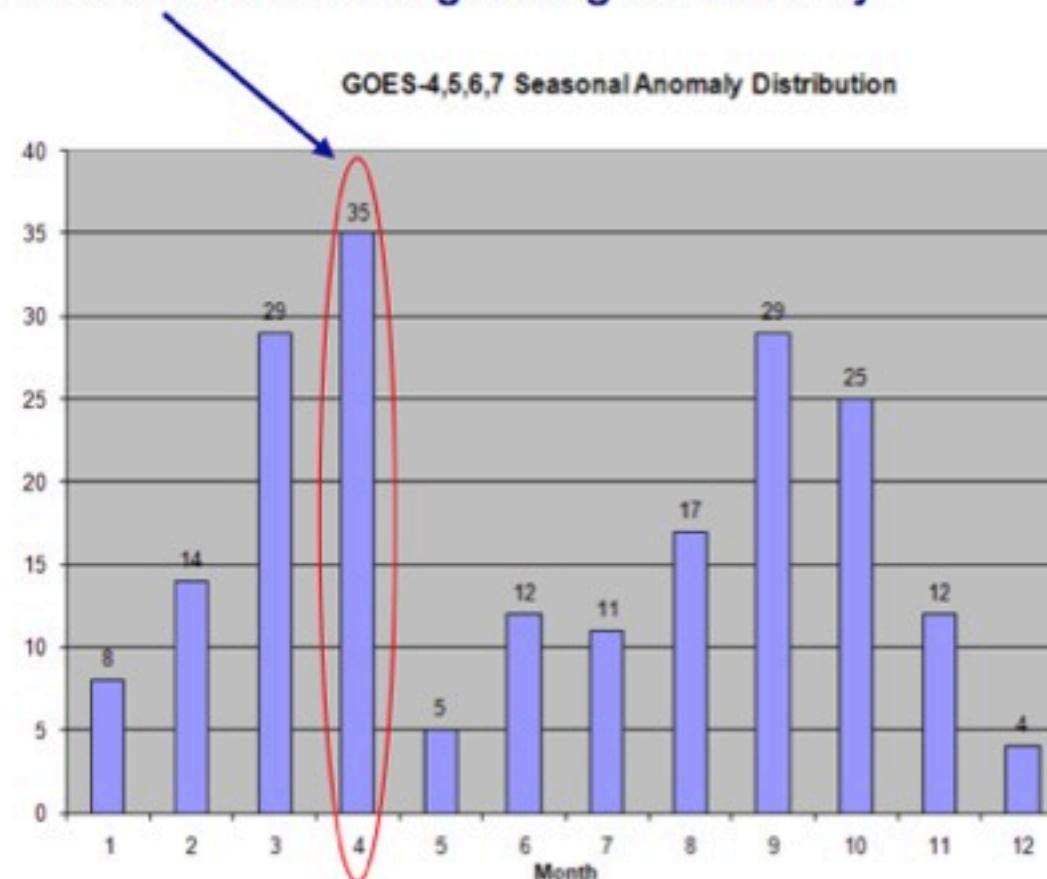
Statistical Distribution of Spacecraft Anomalies

GALAXY 15 anomaly occurred in the midnight to dawn local time sector, where anomalies are most likely to be observed.



GALAXY 15 anomaly occurred near equinox which is the time of year where anomalies are most likely to occur

Around equinox is also the time of year where geosynchronous spacecraft encounter eclipse periods and elevated geomagnetic activity



Summary

- ✓ Solar activity was elevated but not remarkable
- ✓ Global geomagnetic activity described by the AL auroral electrojet index and K_p were extreme. Other SWx indices were more moderate
- ✓ Local measurements near Galaxy 15 show that a large geomagnetic substorm occurred 48 minutes prior to the anomaly. The substorm caused remarkable increases in the measured local flux of energetic particles known to cause surface or internal satellite charging



- > B7 zonnevlam is eerder klein (>14000 grotere in cyclus 23)
- > CME was gemiddeld, bereikte ACE na ~2 dagen
B_z werd negatief en windsnelheid verhoogde tot 700km/s
- > magneetveld aarde werd zeer sterk verstoord (K_p 7, AL -2000NT)
- > **GALAXY15 bevond zich op verkeerde moment op verkeerde plaats**

Samenvatting

Samenvatting

- > ‘Onze’ zon is een zeer dynamische ster die **straling** uitzendt in vele verschillende golflengtes.

Samenvatting

- > ‘Onze’ zon is een zeer dynamische ster die **straling** uitzendt in vele verschillende golflengtes.
- > Naast straling, worden ook wolken **protonen** en **geladen plasma** onze richting uitgeslingerd.

Samenvatting

- > ‘Onze’ zon is een zeer dynamische ster die **straling** uitzendt in vele verschillende golflengtes.
- > Naast straling, worden ook wolken **protonen** en **geladen plasma** onze richting uitgeslingerd.
- > Dit kan problemen veroorzaken op aarde en in de aardse atmosfeer, vooral gerelateerd met hoogtechnologisch materiaal, electriciteitssystemen en satellieten.

Samenvatting

- > ‘Onze’ zon is een zeer dynamische ster die **straling** uitzendt in vele verschillende golflengtes.
- > Naast straling, worden ook wolken **protonen** en **geladen plasma** onze richting uitgeslingerd.
- > Dit kan problemen veroorzaken op aarde en in de aardse atmosfeer, vooral gerelateerd met hoogtechnologisch materiaal, electriciteitssystemen en satellieten.
- > Mensen kunnen ook beïnvloed worden, vooral aan boord van vluchten boven de polen en astronauten in het ISS. Ruimteweer is cruciaal voor lange bemande ruimtereizen (Mars).

Samenvatting

- > ‘Onze’ zon is een zeer dynamische ster die **straling** uitzendt in vele verschillende golflengtes.
- > Naast straling, worden ook wolken **protonen** en **geladen plasma** onze richting uitgeslingerd.
- > Dit kan problemen veroorzaken op aarde en in de aardse atmosfeer, vooral gerelateerd met hoogtechnologisch materiaal, electriciteitssystemen en satellieten.
- > Mensen kunnen ook beïnvloed worden, vooral aan boord van vluchten boven de polen en astronauten in het ISS. Ruimteweer is cruciaal voor lange bemande ruimtereizen (Mars).
- > Het wordt hoe langer hoe belangrijker ruimteweer te bestuderen, voorspellen. België draagt zijn steentje bij met een hoogtechnologisch satellietje, PROBA2. **Afspraak op 19 oktober!**