

VSW MIRA – Cursus Theorie

7. De Zon

18 april 2018

Jan Janssens



Inhoud

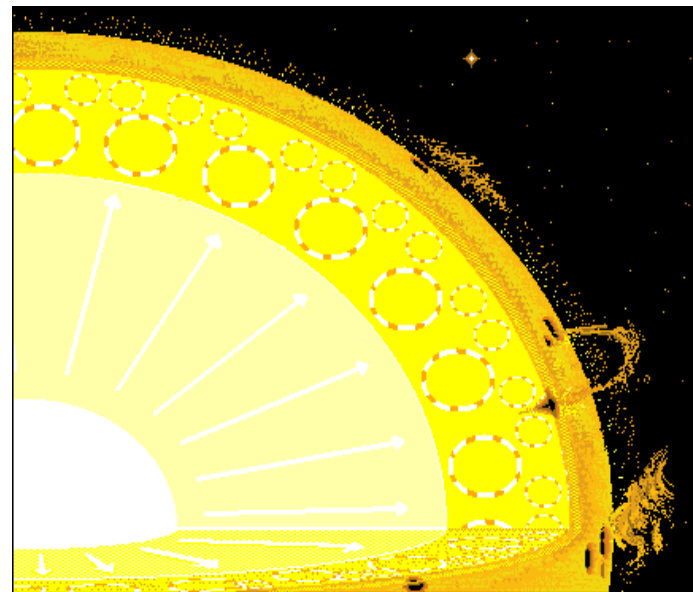
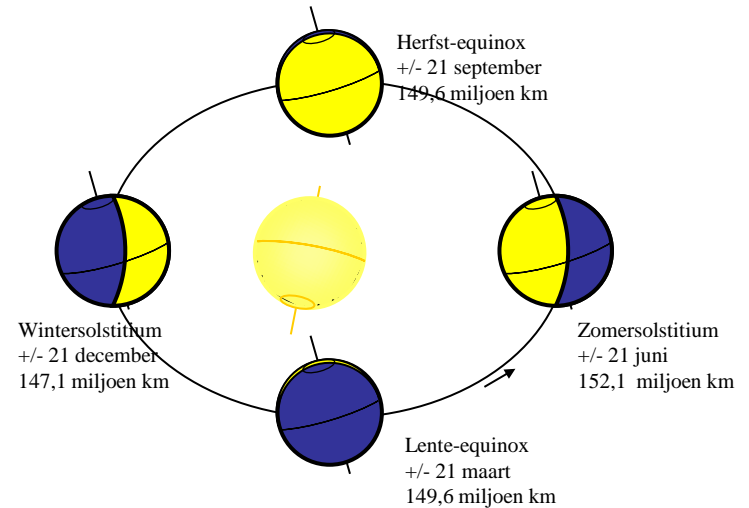
- **Structuur en evolutie**
 - Inwendige van de zon
 - Kern
 - Stralingszone
 - Convectiezone
 - Atmosfeer van de zon
 - Fotosfeer
 - Zonnevlekken
 - Chromosfeer
 - Protuberansen
 - Corona
 - Coronale gaten
 - Heliosfeer
 - Verdere evolutie
- **Het Ruimteweer**
 - Definitie
 - Hoofdrolspelers
 - De zon
 - Zonne-uitbarstingen
 - De aarde
 - Het geomagnetisch veld
 - Poollicht
 - Ionosfeer
 - Invloed van zon op aarde
 - Grote zonnestormen
 - Historisch
 - Tijdens SC24
 - Het SIDC / RWC

Inhoud

- **Structuur en evolutie**
 - Inwendige van de zon
 - Kern
 - Stralingszone
 - Convectionzone
 - Atmosfeer van de zon
 - Fotosfeer
 - Zonnevlekken
 - Chromosfeer
 - Protuberansen
 - Corona
 - Coronale gaten
 - Heliosfeer
 - Verdere evolutie
- **Het Ruimteweer**
 - Definitie
 - Hoofdrolspelers
 - De zon
 - Zonne-uitbarstingen
 - De aarde
 - Het geomagnetisch veld
 - Poollicht
 - Ionosfeer
 - Invloed van zon op aarde
 - Grote zonnestormen
 - Historisch
 - Tijdens SC24
 - Het SIDC / RWC

Het inwendige van de zon

- De zon is een ***ster***
 - Stralend
 - $3,84 * 10^{26}$ Watt
 - = 1362 W/m^2 op aarde
 - Groot
 - $1.392.000 \text{ km}$ ($109 * D_A$)
 - Zwaar
 - $1,99 * 10^{30} \text{ kg}$ ($332.980 * M_A$)
 - Dichtstbij
 - $149.597.870 \text{ km}$
 - = 1 Astronomische Eenheid
- Het zonne-inwendige omvat
 - Kern ($R = +/- 175.000 \text{ km}$)
 - Stralingszone (325.000 km)
 - Convectiezone (200.000 km)

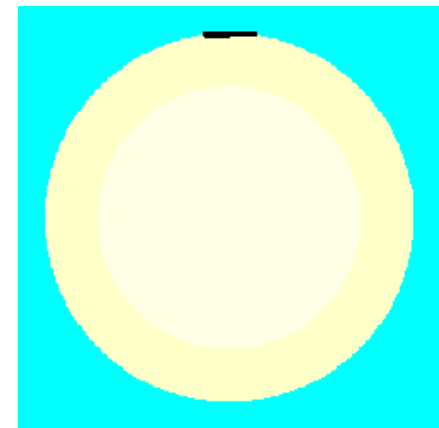
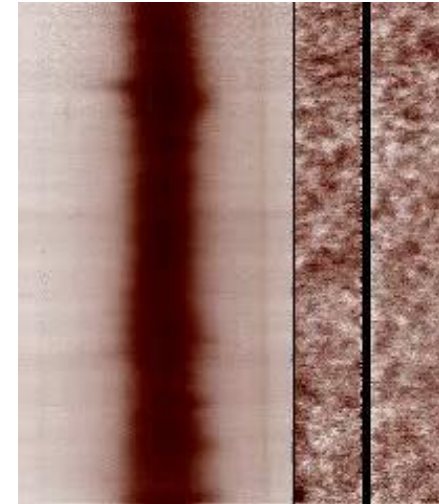
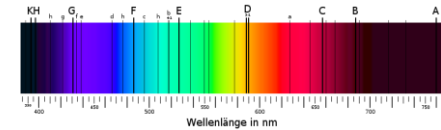


Inwendige van de zon

- **Helioseismologie**

- = studie van het zonne-inwendige
- Net zoals op aarde uit aardbevingen
 - Op de zon uit de op- en neergaande bewegingen in de fotosfeer
 - Doppler-effect
 - » Via zonnenspectrum
 - Storingen t.g.v. plasma bewegingen
 - Golf begrensd aan het “zonneoppervlak” door de plotselinge drukdaling, in het inwendige zorgt de toenemende temperatuur ervoor dat de golf teruggereflecteerd wordt
 - » Golven moeten geheel aantal keren in elkaar passen (versterking, net zoals bij orgelpijp)

- **Proefje**



Inwendige van de zon

- Kern

- Proton-proton-cyclus

- In de kern van de zon wordt waterstof (H) in 3 stappen omgezet in helium (He)

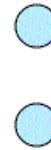


- 15 miljoen graden
 - plasma
- Per seconde verliest de zon 4,3 miljard kg aan massa (uitgestraalde energie)
 - $m_{\odot} = 1,989 \cdot 10^{30}$ kg
 - 75 miljard jaar
 - » Enkel kern
 - » Levensduur zon 12 miljard jaar

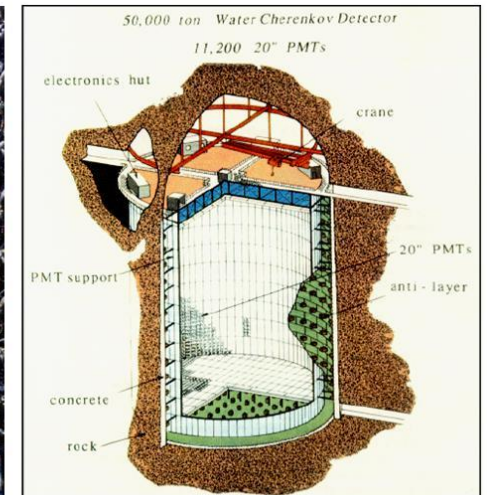
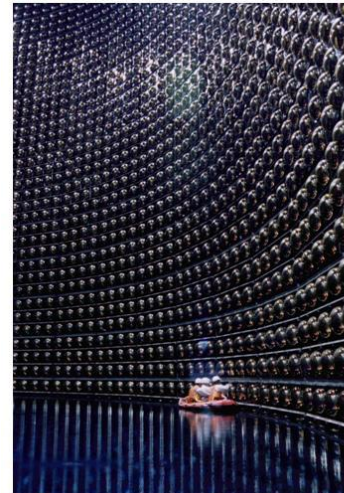
- Gasdruk + Stralingsdruk = Gravitatiedruk

- Neutrino-mysterie opgelost
 - Zéér kleine massa

Proton-proton fusion chain process



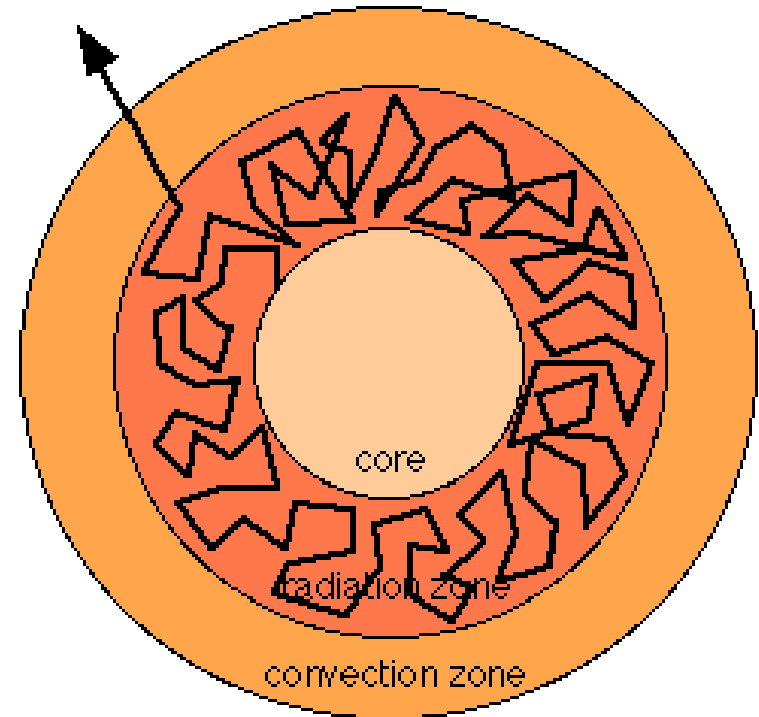
1st step: In two separate reactions, 2 protons in each reaction fuse



Inwendige van de zon

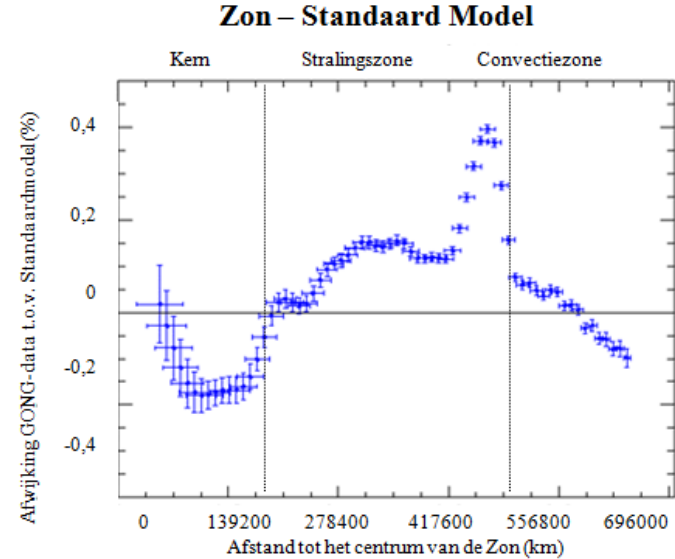
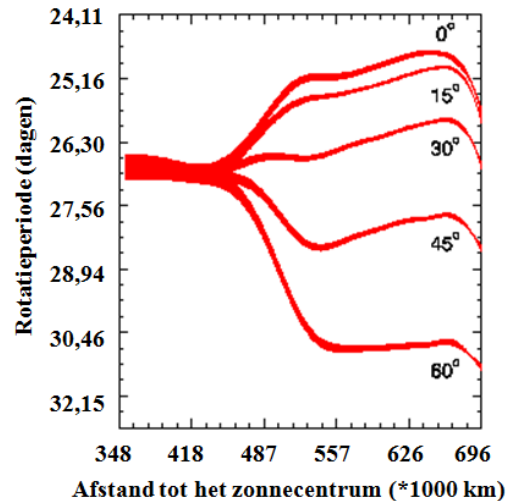
- **Stralingszone**

- De γ -fotonen uit de kern verplaatsen zich naar de buitenste regionen van zon o.v.v. straling
- Botsen daar met de andere deeltjes
 - “random walk”
- Verliezen energie
 - Temperatuur daalt van 8 miljoen naar 2 miljoen °C
- Het duurt tussen 10.000 en ruim 1 miljoen jaar voor de in de kern gevormde fotonen het zonneoppervlak bereiken
 - Gemiddeld 170.000 jaar
 - 8 minuten voor reis naar aarde



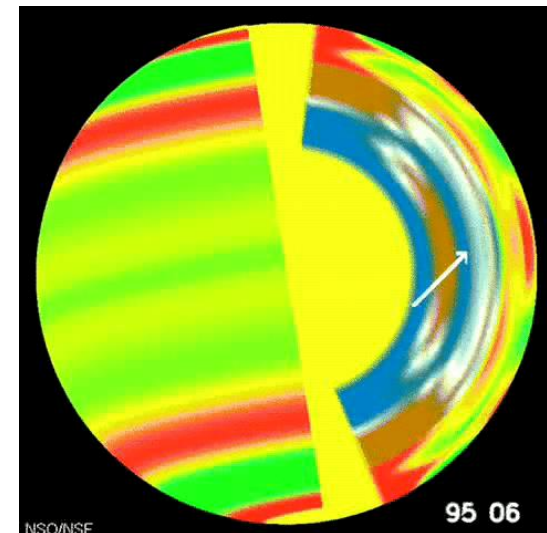
© M. B. Larson

Inwendige van de zon

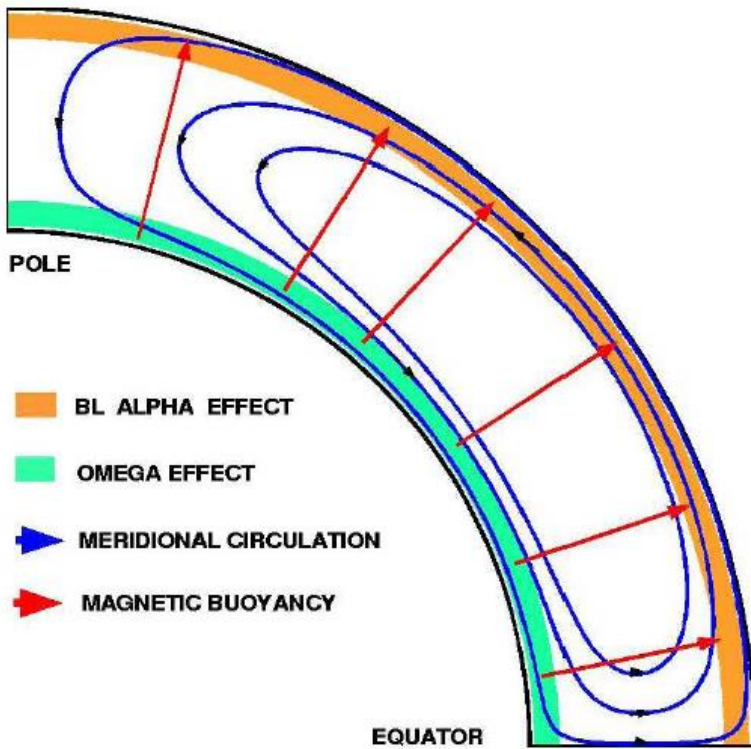


• Helioseismologie

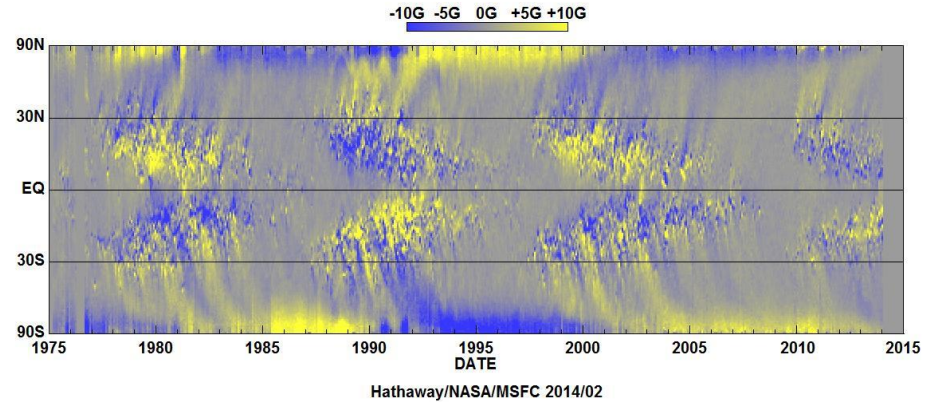
- Kern en stralingszone roteren met een uniforme snelheid (27 dagen)
- Het standaardmodel is grotendeels correct
 - Kleine afwijkingen in de kern en aan het oppervlak (turbulentie)
 - Opvallende afwijking aan de Tachocline
 - Overgang van stralingszone naar convectiezone
 - *Mogelijke locatie waar het magnetisch veld van de zon wordt opgewekt*



Zonnedynamo



http://www.iiap.res.in/meet/chandra/Chandra_files/arnab_invited.pdf
http://www.physics.iisc.ernet.in/~bidya_karak/APSPMiia.pdf



<http://solarscience.msfc.nasa.gov/dynamo.shtml>



18 april 2018

De Zon

9

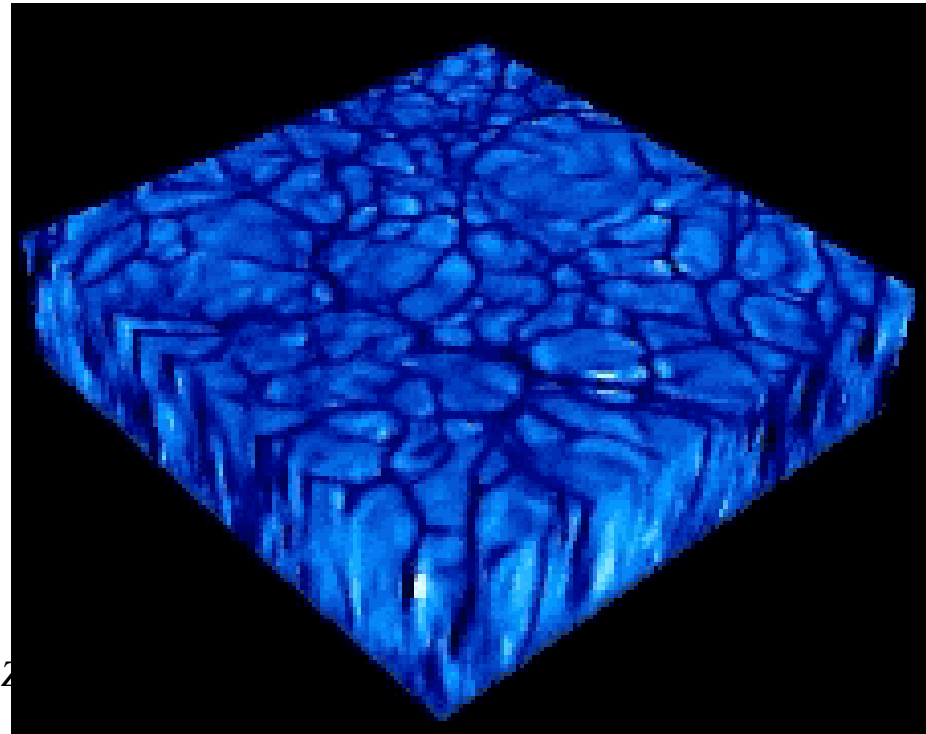
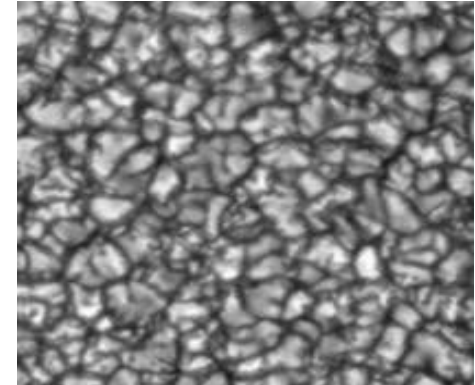
<http://svs.gsfc.nasa.gov/search/Series/SolarDynamo.html>

Inwendige van de zon

- **Convectiezone**

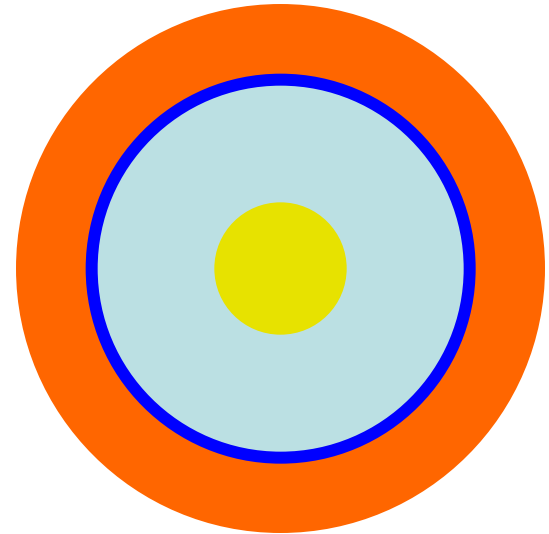
- 200.000 km onder zonneoppervlak
 - Temperatuur voldoende laag opdat zwaardere atoomkernen elektronen beginnen in te vangen
 - Energie-transport meest efficiënt door convectie
 - Vorming van reusachtige bellen
 - Reuzeconvectiecellen
 - » 150.000 km
 - Supergranulen
 - » 30.000-50.000 km
 - *Granulen*
 - » +/- 1.000 km

Giant Solar Cell
Convection -
short movie
NASA
Marshall Space Flight Center
May, 1998



Inwendige van de zon

- **Kern**
 - Energieproductie
- **Stralingszone**
 - Energieafvoer door straling
- **Tachocline**
 - Turbulente overgang
 - Bron zonnemagnetisme (?)
- **Convectiezone**
 - Energieafvoer door convectie (bellen)
 - Zonnedynamo



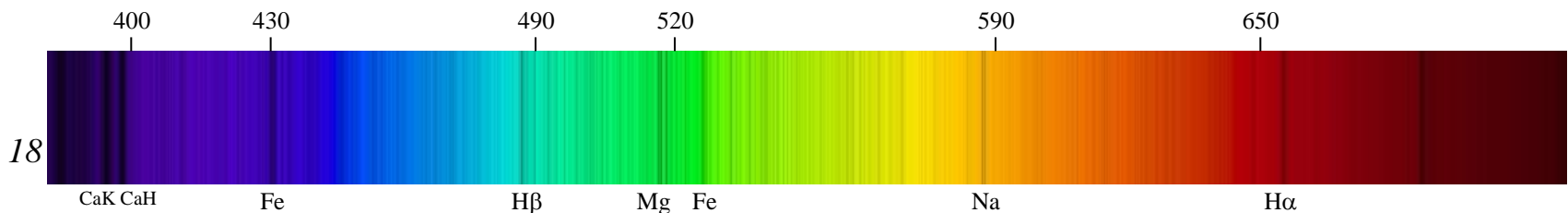
Inhoud

- **Structuur en evolutie**
 - Inwendige van de zon
 - Kern
 - Stralingszone
 - Convectiezone
 - **Atmosfeer van de zon**
 - **Fotosfeer**
 - Zonnevlekken
 - **Chromosfeer**
 - Protuberansen
 - **Corona**
 - Coronale gaten
 - Heliosfeer
 - Verdere evolutie
- **Het Ruimteweer**
 - Definitie
 - Hoofdrolspelers
 - De zon
 - Zonne-uitbarstingen
 - De aarde
 - Het geomagnetisch veld
 - Poollicht
 - Ionosfeer
 - Invloed van zon op aarde
 - Grote zonnestormen
 - Historisch
 - Tijdens SC24
 - Het SIDC / RWC

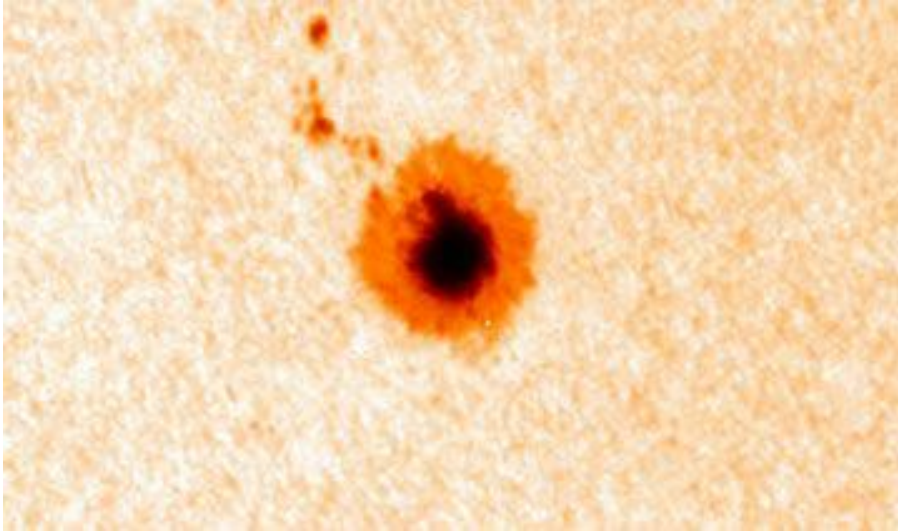
Atmosfeer van de zon

• Fotosfeer

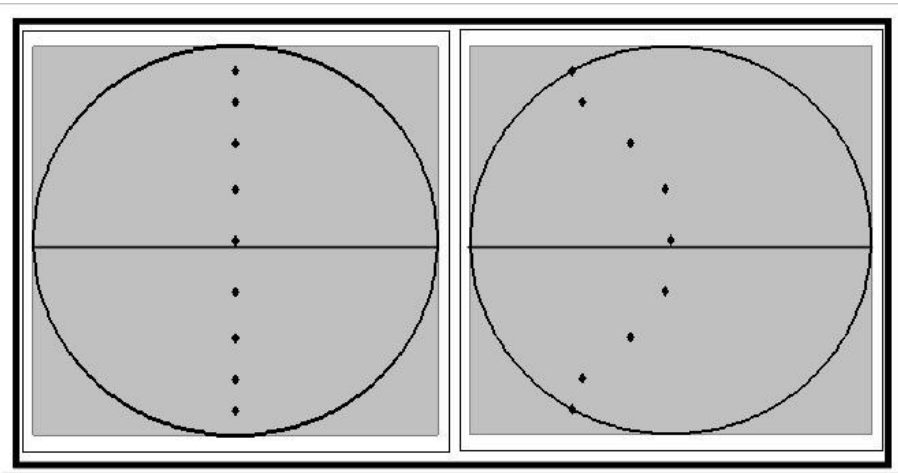
- “zonneoppervlak”
 - 500 km diep
- 5500°C
 - $T_{\min} = 4200^{\circ}\text{C}$ (+500 km)
- Absorptiespectrum
- Verschijnselen
 - Zonnevlekken
 - Fakkelvelden
 - Granulen
 - » Geen vast oppervlak
- Carrington (1853)
 - » Nulmeridiaan
 - » $T = \pm 27,3$ dagen
 - » Techt = 25,3 dagen



Zonnevlekken



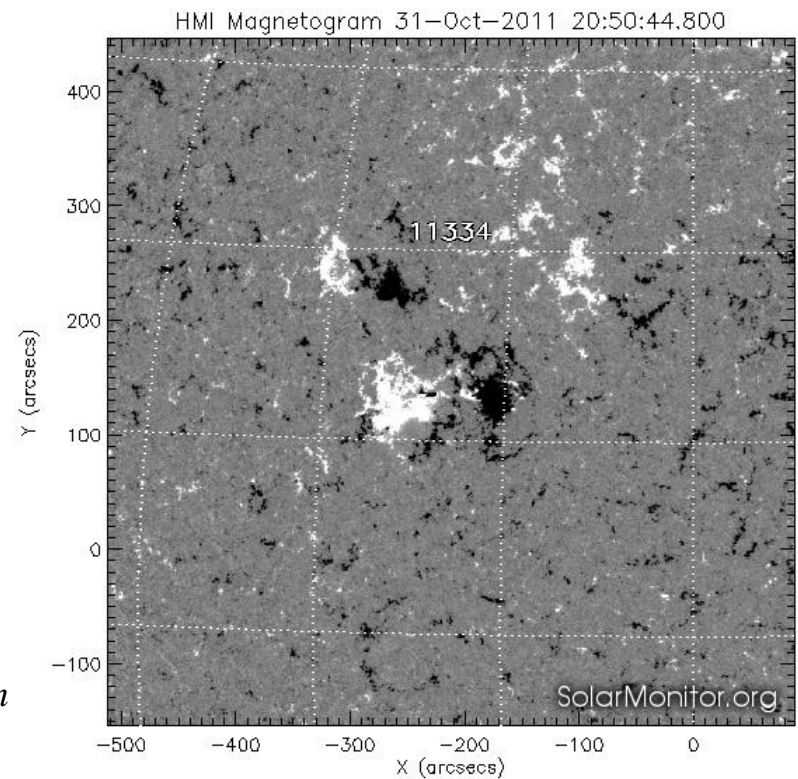
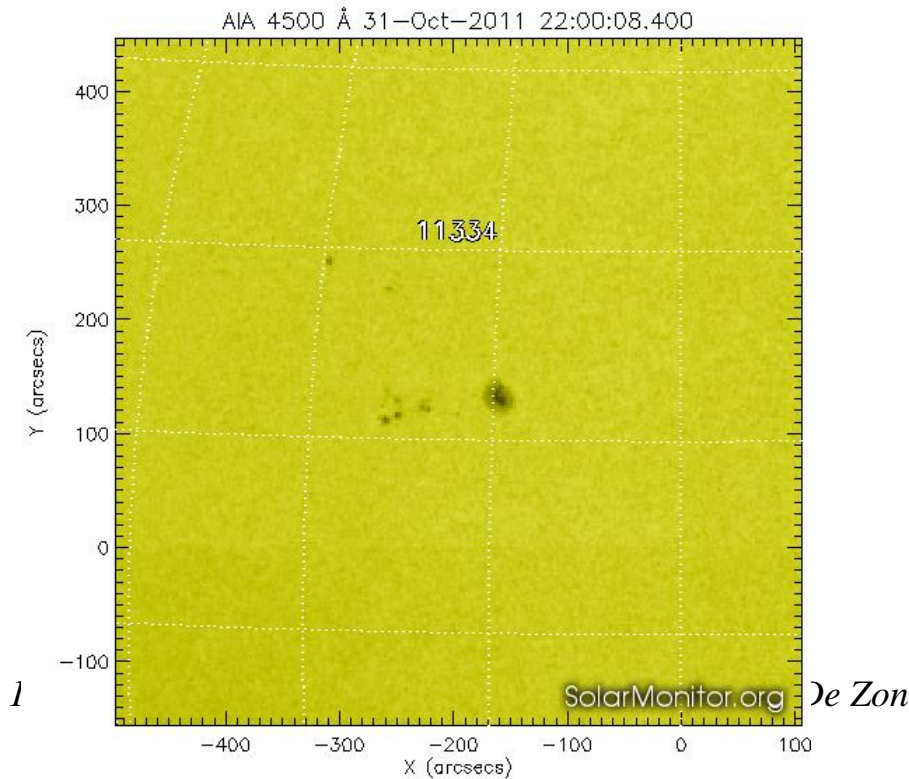
- Ondiepe depressies in de fotosfeer door magnetische storingen die het opstijgen van heet gas uit het zonne-inwendige verhinderen



- Temperatuur
 - Umbra: 3500-4500°C
 - Penumbra: 4800-5200°C
- Differentiële rotatie
 - Polen roteren trager dan aan evenaar

Zonnevlekken

- Magneetveld
 - 3000* sterker dan ongestoorde fotosfeer
 - **Bipolair**
 - Tegengestelde polariteit



Zonnevlekken

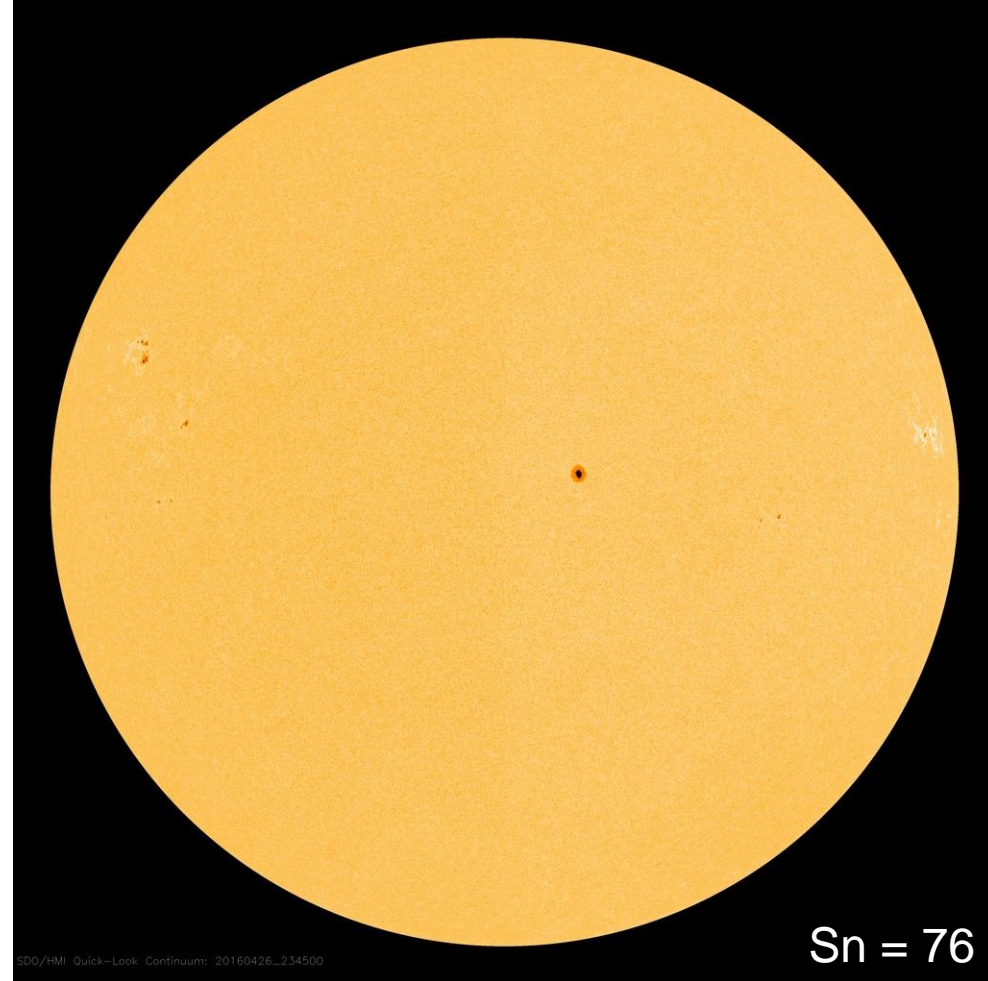
Grote zonnevlekkengroepen in September 2017



18 april 2018

Zonnevlekkencyclus

- Zonne(vlekken)cyclus
 - Zonnevlekkengetal (S_n)
 - $S_n = 10 \cdot g + f$, met g het aantal groepen, en f het aantal vlekken
 - Bepaald door het SIDC (Ukkel)!
 - <http://www.sidc.be/silso/>



Zonnevlekkencyclus

- Zonne(vlekken)cyclus

- Zonnevlekkengetal (S_n)

- $S_n = 10 \cdot g + f$, met g het aantal groepen, en f het aantal vlekken
- Bepaald door het SIDC (Ukkel!)
 - <http://www.sidc.be/silso/>

- Zonnecyclus van ± 11 jaar

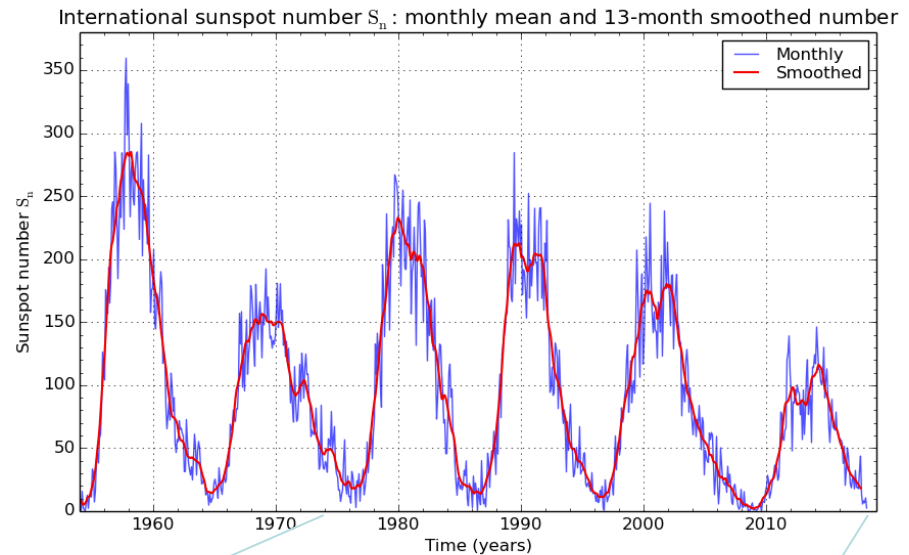
- Stijg/daaltijd: ± 4 & 7 jaar
- Gem. $S_{n_{max}}$: $184 (\pm 59)$
- SC24
 - Minimum: December 2008
 - Maximum: April 2014
 - » $S_{n_{max}} = 116.4$

- Vlinderdiagram

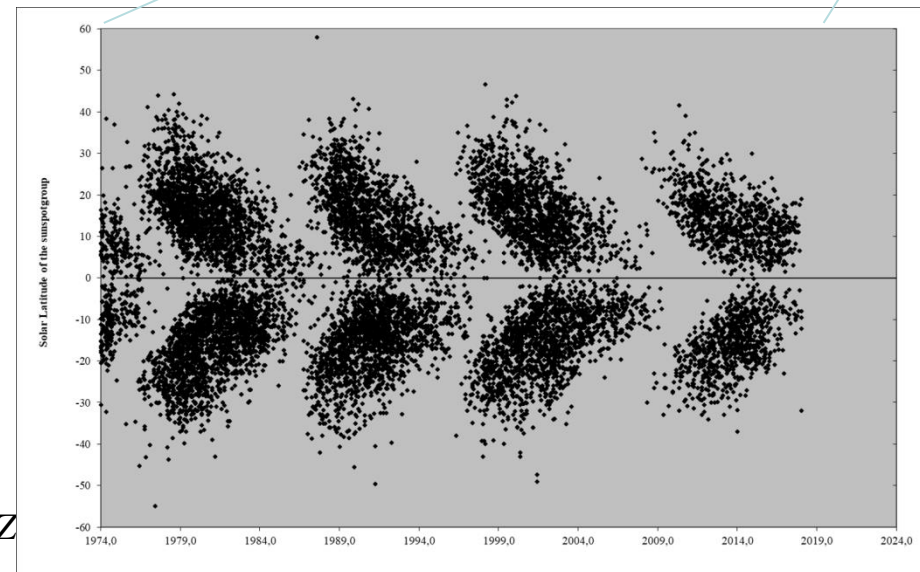
- Vlekken eerst op matige breedten ($\pm 30^\circ$), dan geleidelijk equator

- Complexe zonnevlekken

18 april 2018 • Zonnewitbarstingen



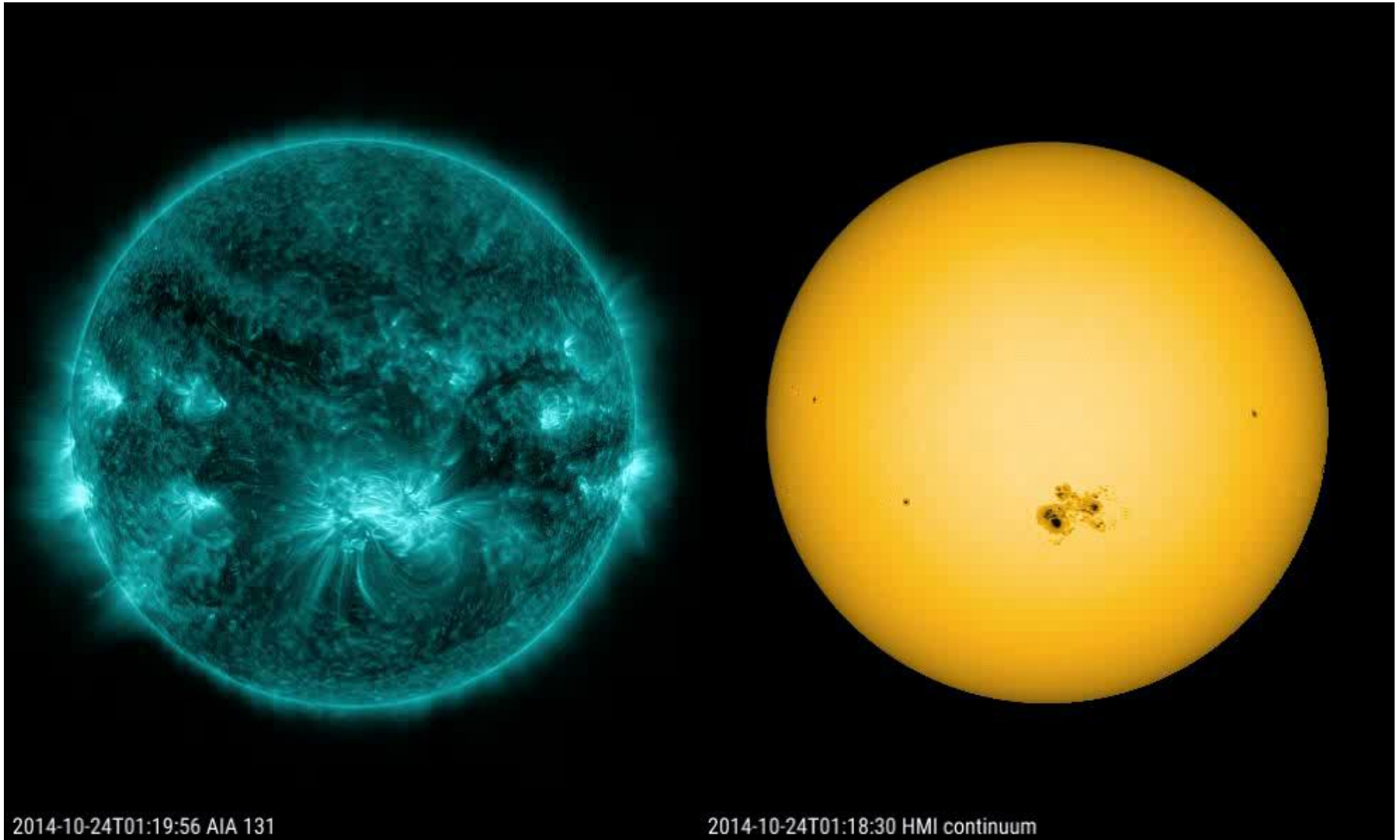
SILSO graphics (<http://sidc.be/silso>) Royal Observatory of Belgium 2018 April 3



De Z

<http://www.stce.be/news/414/welcome.html>

NOAA 2192



2014-10-24T01:19:56 AIA 131

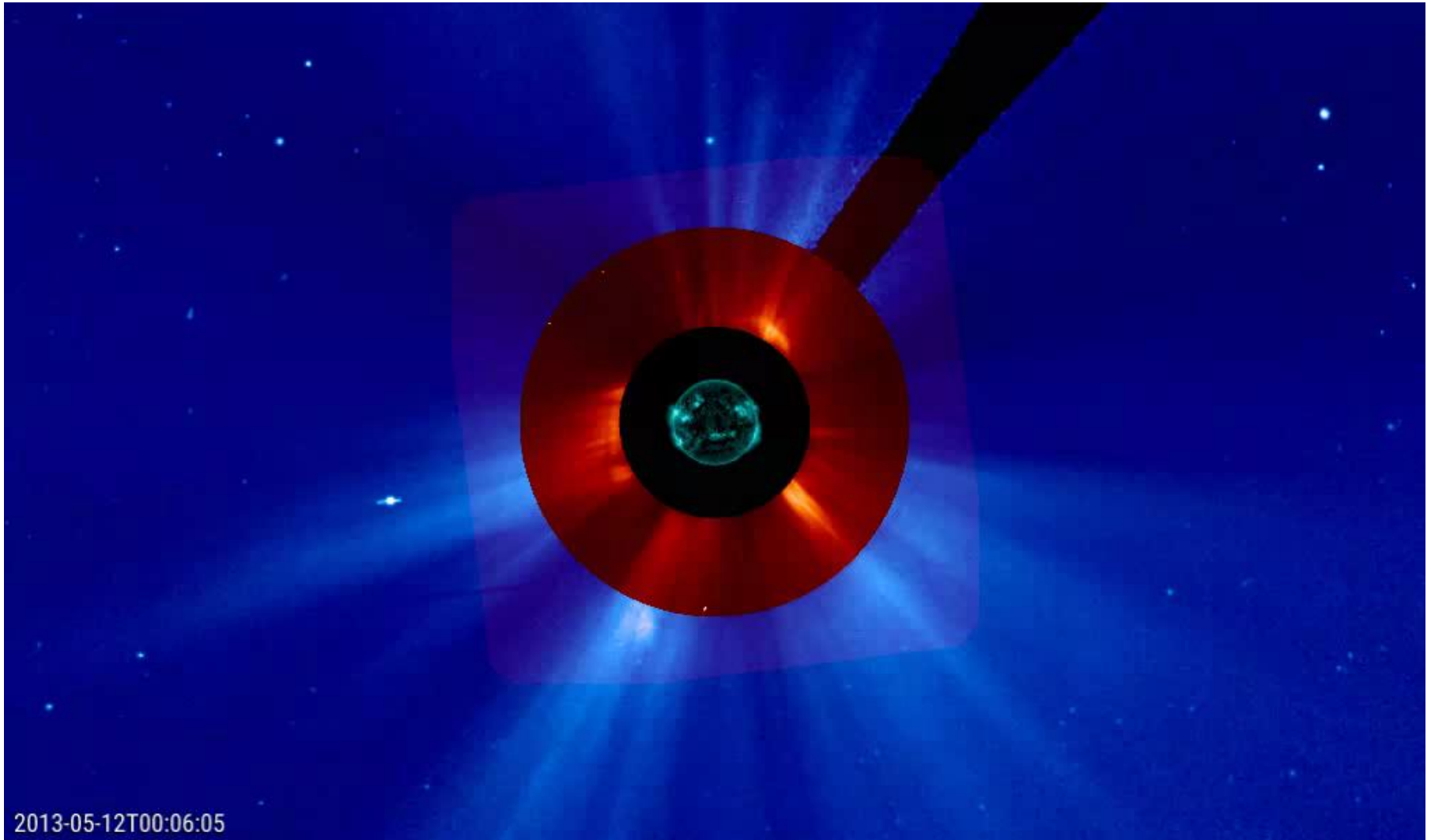
2014-10-24T01:18:30 HMI continuum

18 april 2018

De Zon

19

NOAA 1748



2013-05-12T00:06:05

18 april 2018

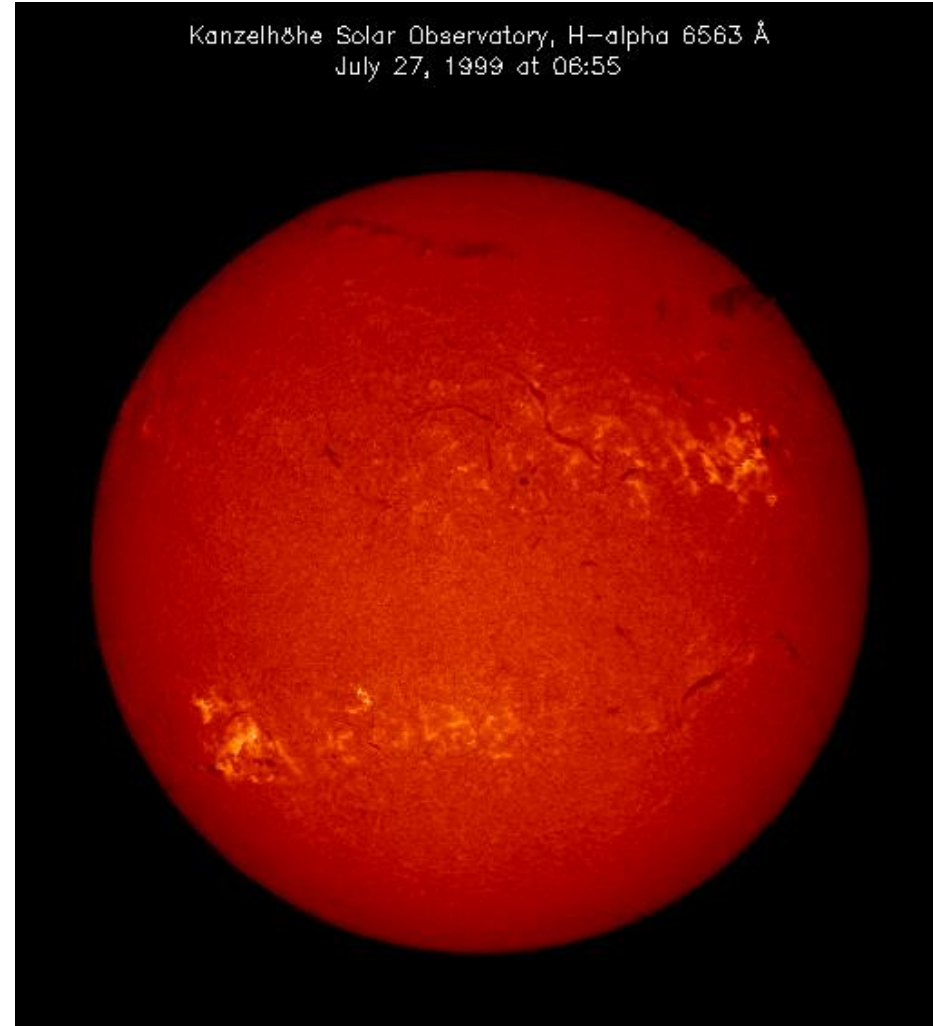
De Zon

20

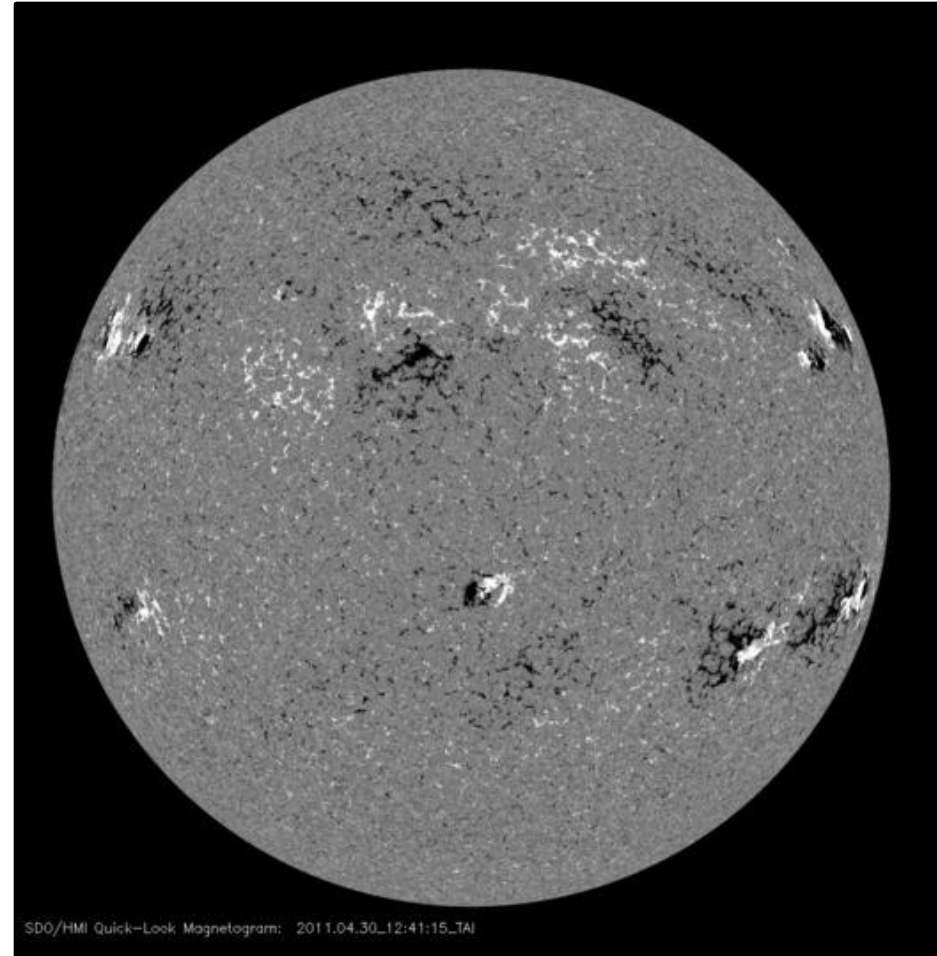
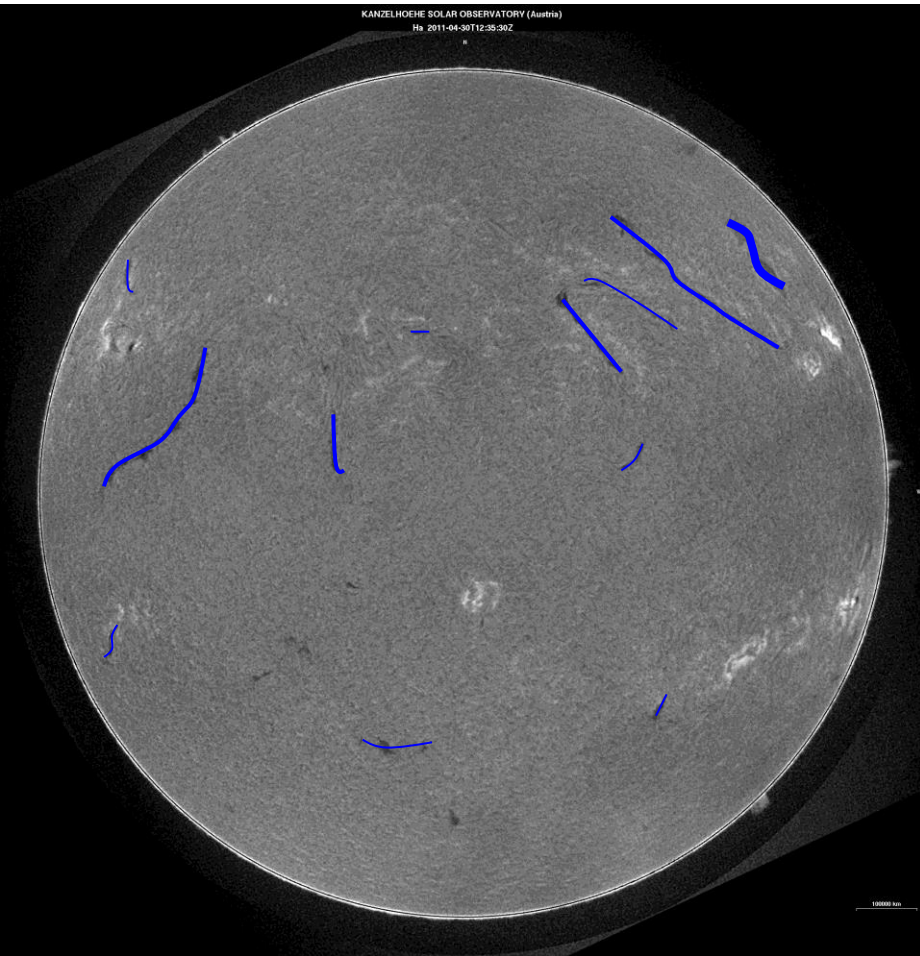
Atmosfeer van de zon

- Chromosfeer

- Ziet “rood” omwille van waterstofemissie
 - H α -lijn (656,3 nm)
 - Emissie-spectrum
- 2 belangrijke temperatuurovergangen
 - Op 500 km: minimum
 - Tussen 2000 en 2500 km:
 - plotse stijging tot > 1 miljoen °C
 - » Transitiezone
 - » Varieert met zonneactiviteit
 - Dikte chromosfeer varieert
 - tussen 2000 en 10000 km
- Filamenten & Protuberansen
 - Markeren overgangen tussen positieve en negatieve magnetische velden
 - Relatief koel (10.000°C) en ijl
 - Protuberansen aan rand, filamenten op zonneschijf
 - Verstrooiing van fotosferische straling

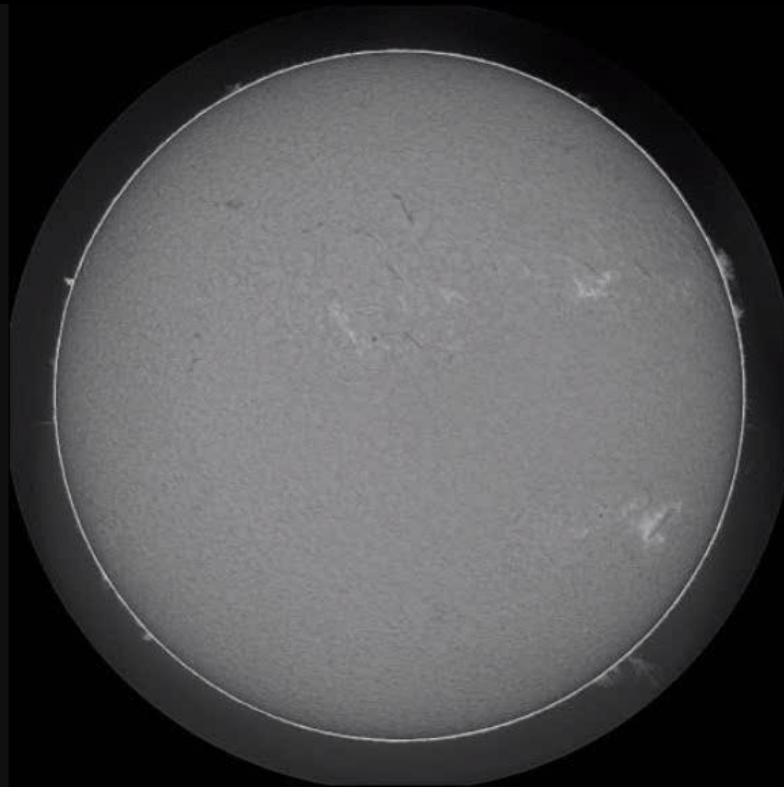


Atmosfeer van de zon



**Prominence Eruption
1945 June 28**

High Altitude Observatory



18 april 2018

23

Atmosfeer van de zon

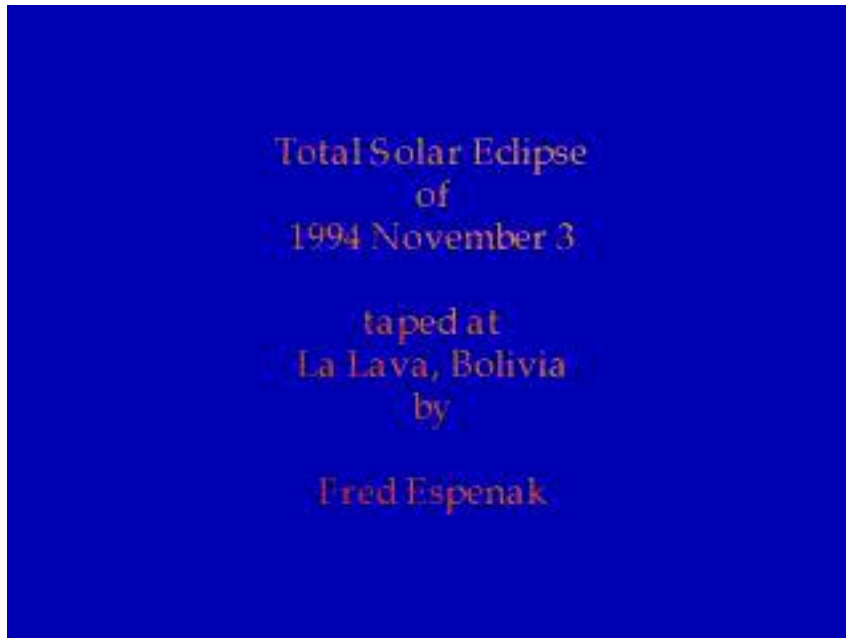


© R. Slobins, Juni 2001

H β Fe He H α

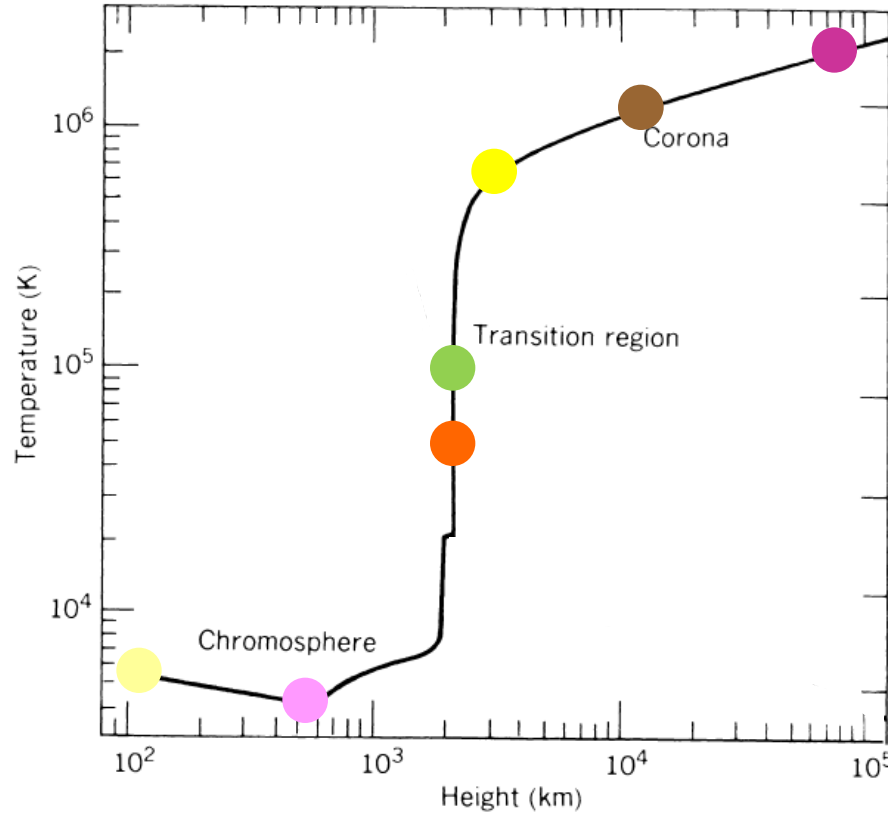
- Corona

- Zeer heet
 - T ~ 1 tot 3 miljoen °C
 - Straalt vooral in EUV en röntgen
 - Mogelijke oorzaken
 - Reconnectie
 - Hogesnelheidsjets
 - Spikulen
 - ...
- Zeer ijl
 - 1.000* beter dan vacuüm met een ionenpomp
 - 1.000 miljard maal ijler dan fotosfeer
- Continu/absorptiespectrum fotosfeer
 - Gereflecteerd zonlicht
- Vorm verandert doorheen SC
 - Symmetrisch tijdens SCmax
 - Asymmetrisch tijdens SCmin

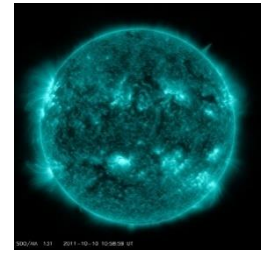


Temperatuursevolutie

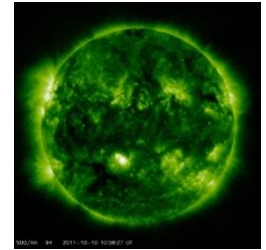
“gemiddelde” zonneatmosfeer



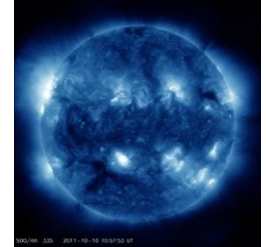
131Å



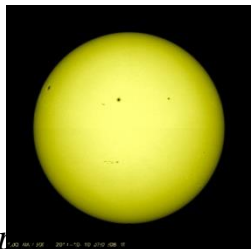
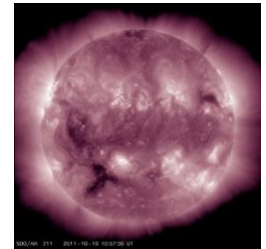
094Å



335Å



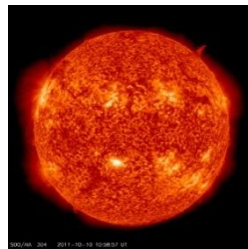
211Å



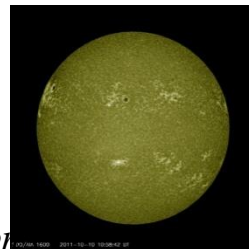
4500Å



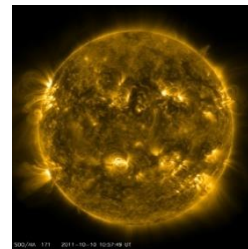
1700Å



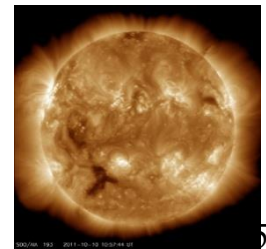
304Å



1600Å



171Å



193Å

18 ap

on

5

Atmosfeer van de zon

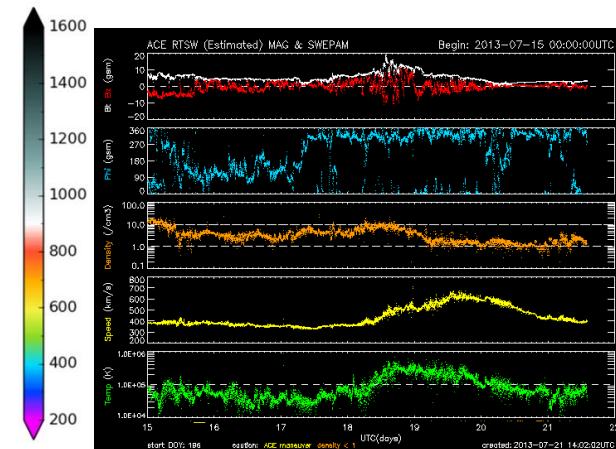
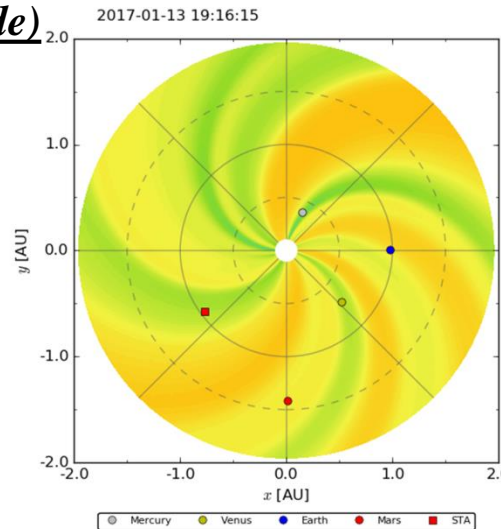
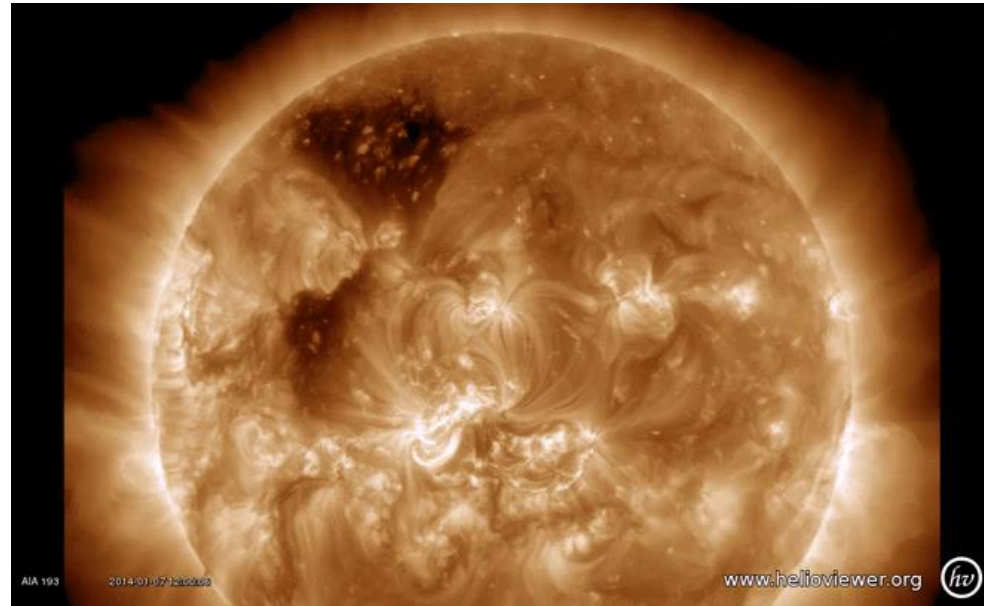
- Corona

- Zonnewind

- Hoge temperatuur drijft deeltjes van zon weg
- Deeltjes bewegen radiaal; volgen magnetisch veld volgens Archimedes-spiraal
- Coronale gaten
 - Hoge snelheidszonnwind
 - 550-800 km/s

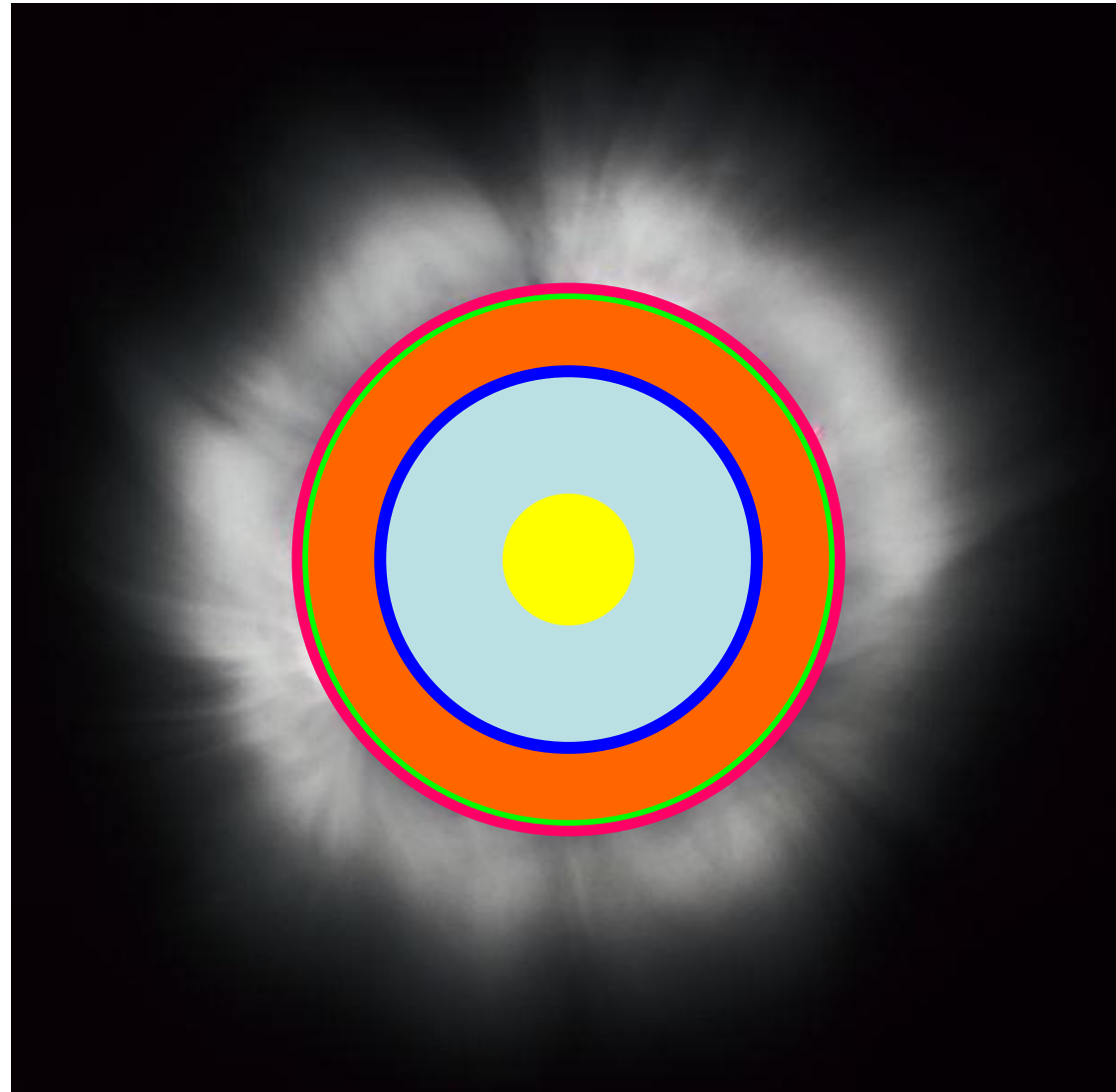
- Temp. & snelheid (t.h.v. aarde)

- Nominale waarden
 - » $v \sim 400$ km/s
 - » $T \sim 70000^\circ\text{C}$
- CMEs & coronale gaten
 - » $T \sim 20.000^\circ\text{C} - 1$ miljoen $^\circ\text{C}$
 - » $v \sim 200 - 1000$ km/s



Atmosfeer van de zon

- **Fotosfeer**
 - “Zonneoppervlak”
 - Zonnevlekken
- **Chromosfeer**
 - Protuberansen
 - Filamenten
- **Corona**
 - Superheet, ijl
 - Coronale gaten
 - Zonnewind
- **Zonnewindbarstingen**



The Grand 21 August 2017 Solar Eclipse



Video Credit & Copyright: Jun Ho Oh (KAIST, HuboLab)
<https://www.youtube.com/watch?v=5D9j-8Vhyto>

Inhoud

- **Structuur en evolutie**
 - Inwendige van de zon
 - Kern
 - Stralingszone
 - Convectionzone
 - Atmosfeer van de zon
 - Fotosfeer
 - Zonnevlekken
 - Chromosfeer
 - Protuberansen
 - Corona
 - Coronale gaten
 - **Heliosfeer**
 - **Verdere evolutie**
- **Het Ruimteweer**
 - Definitie
 - Hoofdrolspelers
 - De zon
 - Zonne-uitbarstingen
 - De aarde
 - Het geomagnetisch veld
 - Poollicht
 - Ionosfeer
 - Invloed van zon op aarde
 - Grote zonnestormen
 - Historisch
 - Tijdens SC24
 - Het SIDC / RWC

De Heliosfeer

- **Uiterste grens van het zonnestelsel**

- Eindschok

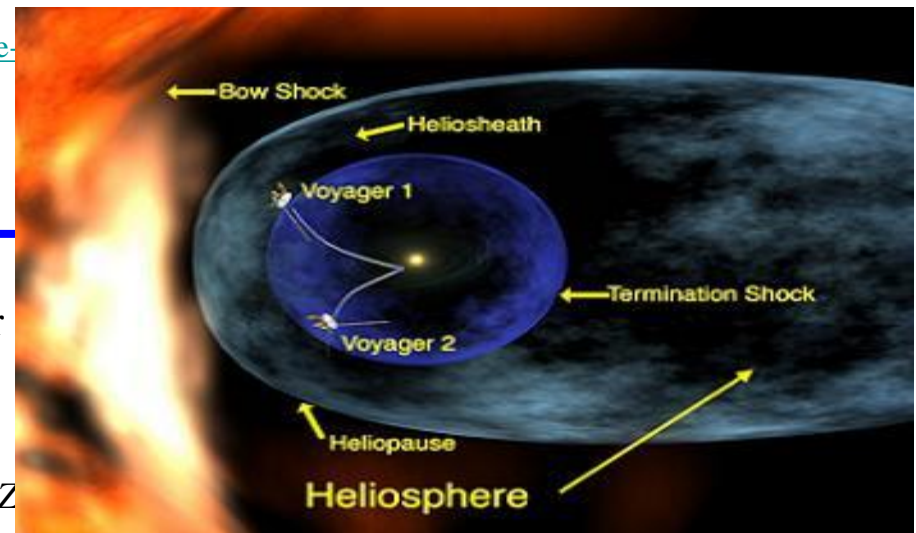
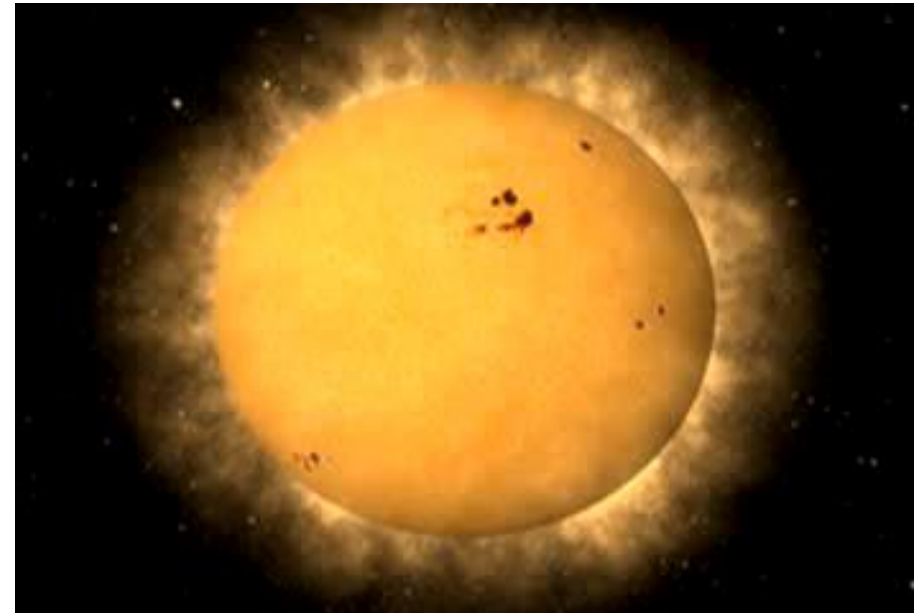
- Zonnewind vertraagt van 400 km/s tot +/- 60 km/s
 - Voyager 1: Dec 04 (94 AE)
 - Voyager 2: Aug 07 (84 AE)
 - » Asymmetrische eindschok
 - » Weinig kosmische straling

- Heliopauze

- Plaats waar MF zon even sterk is als van de interstellaire ruimte
- **V1 vanaf 25 Augustus 2012**
 - Interstellaire ruimte (> 122 AE)
 - <http://www.nasaspaceflight.com/2013/09/the-unknown-voyager-1-begins-interstellar-space-adventure/>
- **V2 mogelijk in 2019-2020!**
 - **2018: 117 AU**

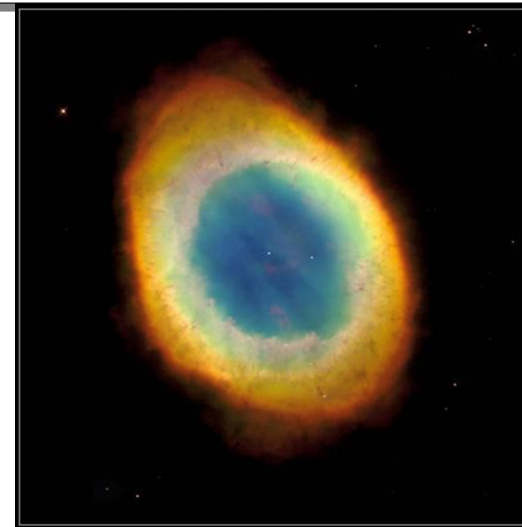
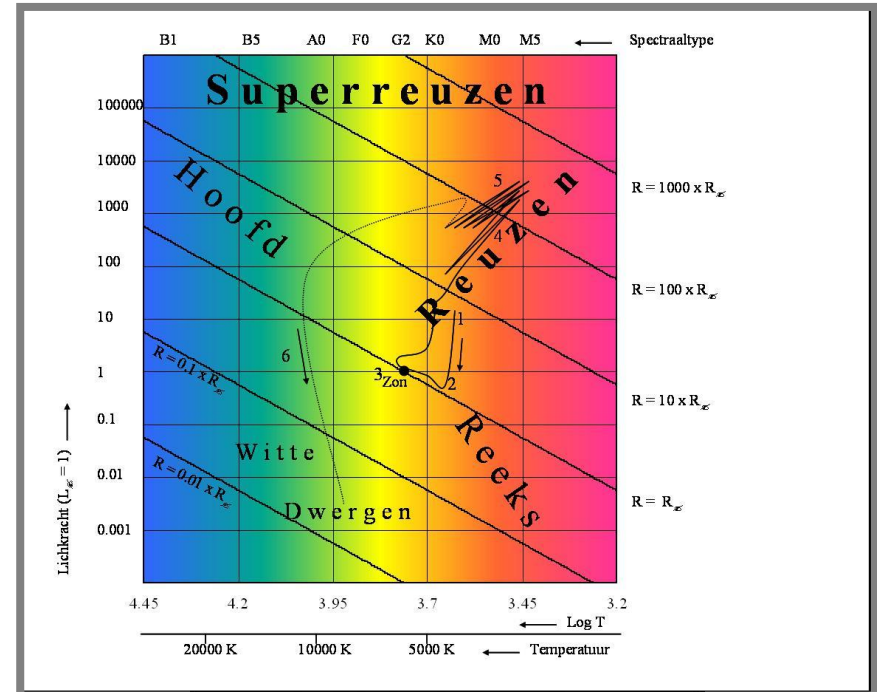
- Schokgolf

- Wind uit interstellaire ruimte gaat over naar subsonische snelheden
 - Geschat op 230 AE



Verdere evolutie

- 4,6 Ma jaar : nu
- 5,6 Ma jaar: 10% lichtkrachtiger
- 9 Ma jaar: oceanen verdampt
- 11 Ma jaar: H in kern opgebruikt
 - H verbranden rond kern
 - Opblazen tot rode reus
 - Aarde +/- baan van Mars
- 12 Ma jaar: H opgebruikt
 - He verbranden in kern
 - Heliumschilflitsen
- 12,5 Ma jaar
 - He opgebruikt
 - Wil He rond kern verbranden
 - Blaast zich opnieuw op tot RR
 - Planetaire nevel rond centrale dwerg (zonnekern)
 - Dooft zeer langzaam uit

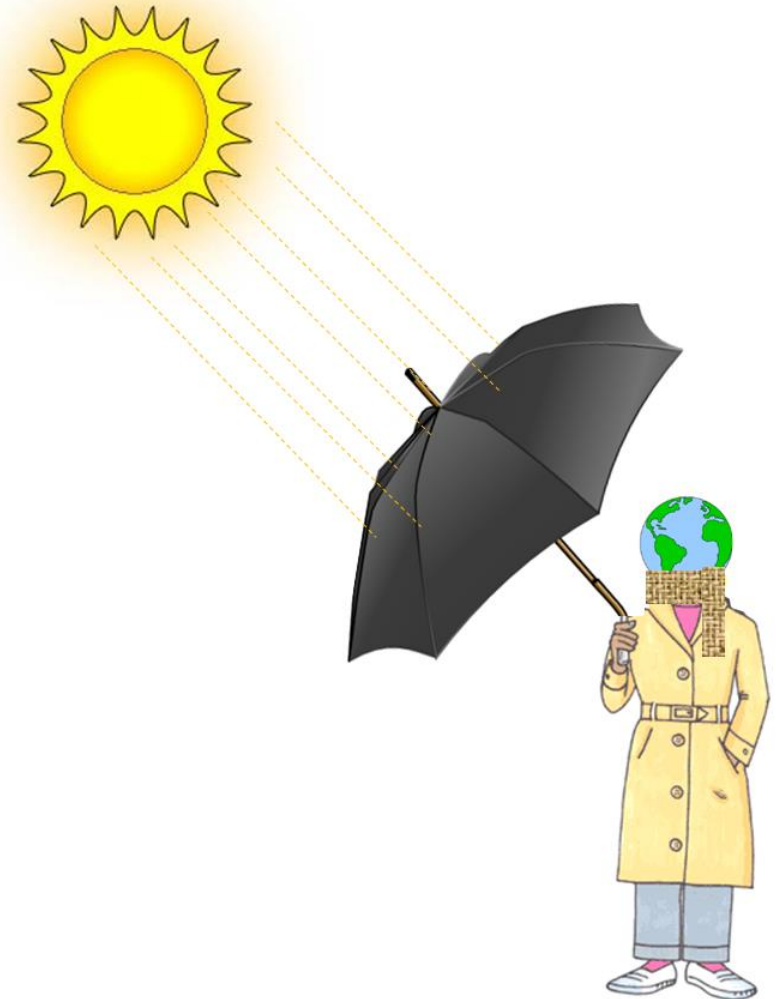


Inhoud

- Structuur en evolutie
 - Inwendige van de zon
 - Kern
 - Stralingszone
 - Convectiezone
 - Atmosfeer van de zon
 - Fotosfeer
 - Zonnevlekken
 - Chromosfeer
 - Protuberansen
 - Corona
 - Coronale gaten
 - Heliosfeer
 - Verdere evolutie
- **Het Ruimteweer**
 - **Definitie**
 - Hoofdrolspelers
 - De zon
 - Zonne-uitbarstingen
 - De aarde
 - Het geomagnetisch veld
 - Poollicht
 - Ionosfeer
 - Invloed van zon op aarde
 - Grote zonnestormen
 - Historisch
 - Tijdens SC24
 - Het SIDC / RWC

Het ruimteweer

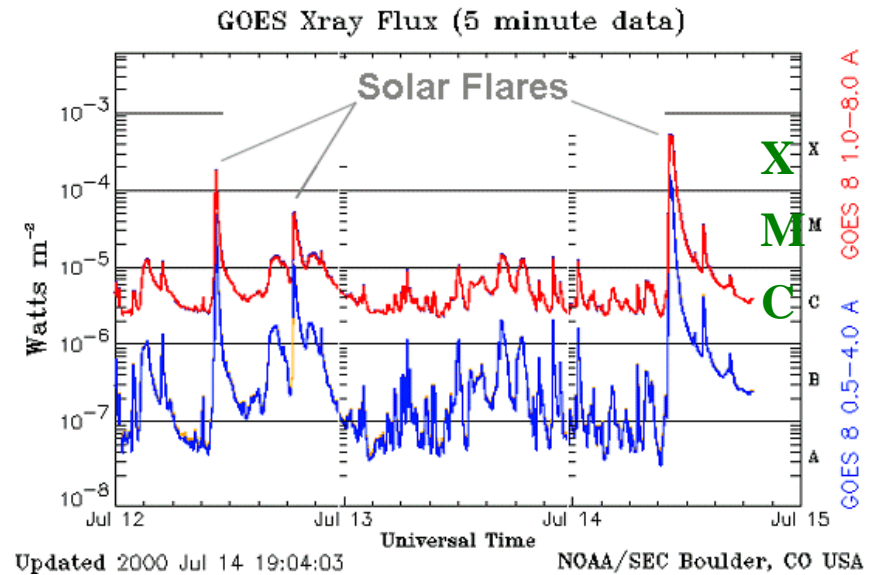
- ...alle omstandigheden op de zon en in de zonnewind, magnetosfeer, ionosfeer en thermosfeer die de prestaties en de betrouwbaarheid van technologische systemen in de ruimte en op grond kunnen beïnvloeden en die een gevaar kunnen betekenen voor het menselijk leven of de gezondheid.



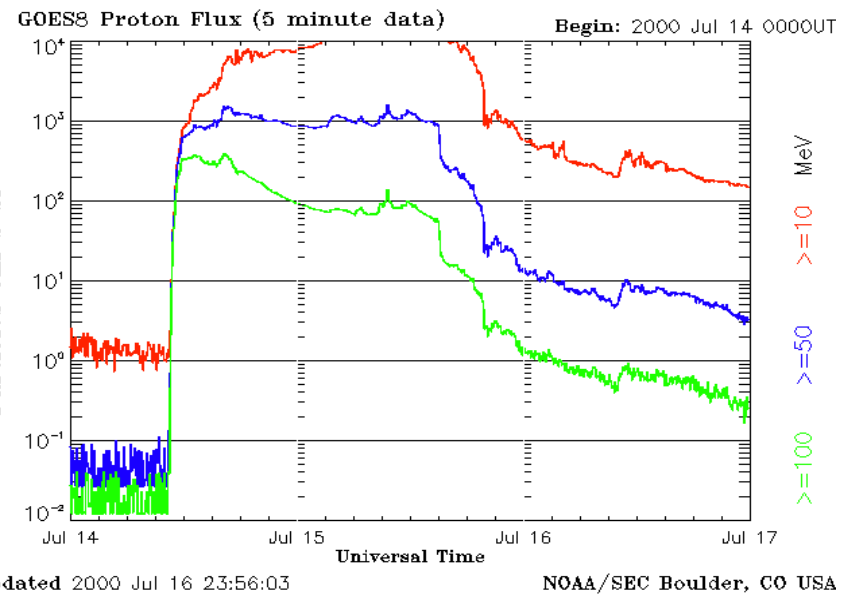
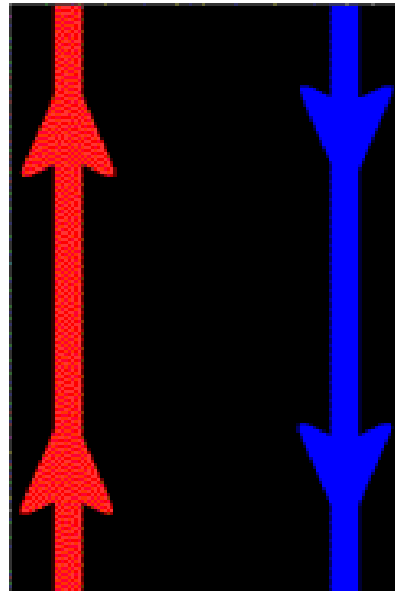
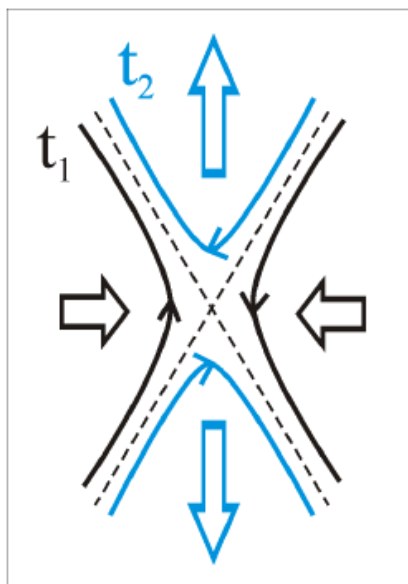
Inhoud

- Structuur en evolutie
 - Inwendige van de zon
 - Kern
 - Stralingszone
 - Convectionzone
 - Atmosfeer van de zon
 - Fotosfeer
 - Zonnevlekken
 - Chromosfeer
 - Protuberansen
 - Corona
 - Coronale gaten
 - Heliosfeer
 - Verdere evolutie
- **Het Ruimteweer**
 - Definitie
 - **Hoofdrospelers**
 - **De zon**
 - Zonne-uitbarstingen
 - **De aarde**
 - Het geomagnetisch veld
 - Poollicht
 - Ionosfeer
 - Invloed van zon op aarde
 - Grote zonnestormen
 - Historisch
 - Tijdens SC24
 - Het SIDC / RWC

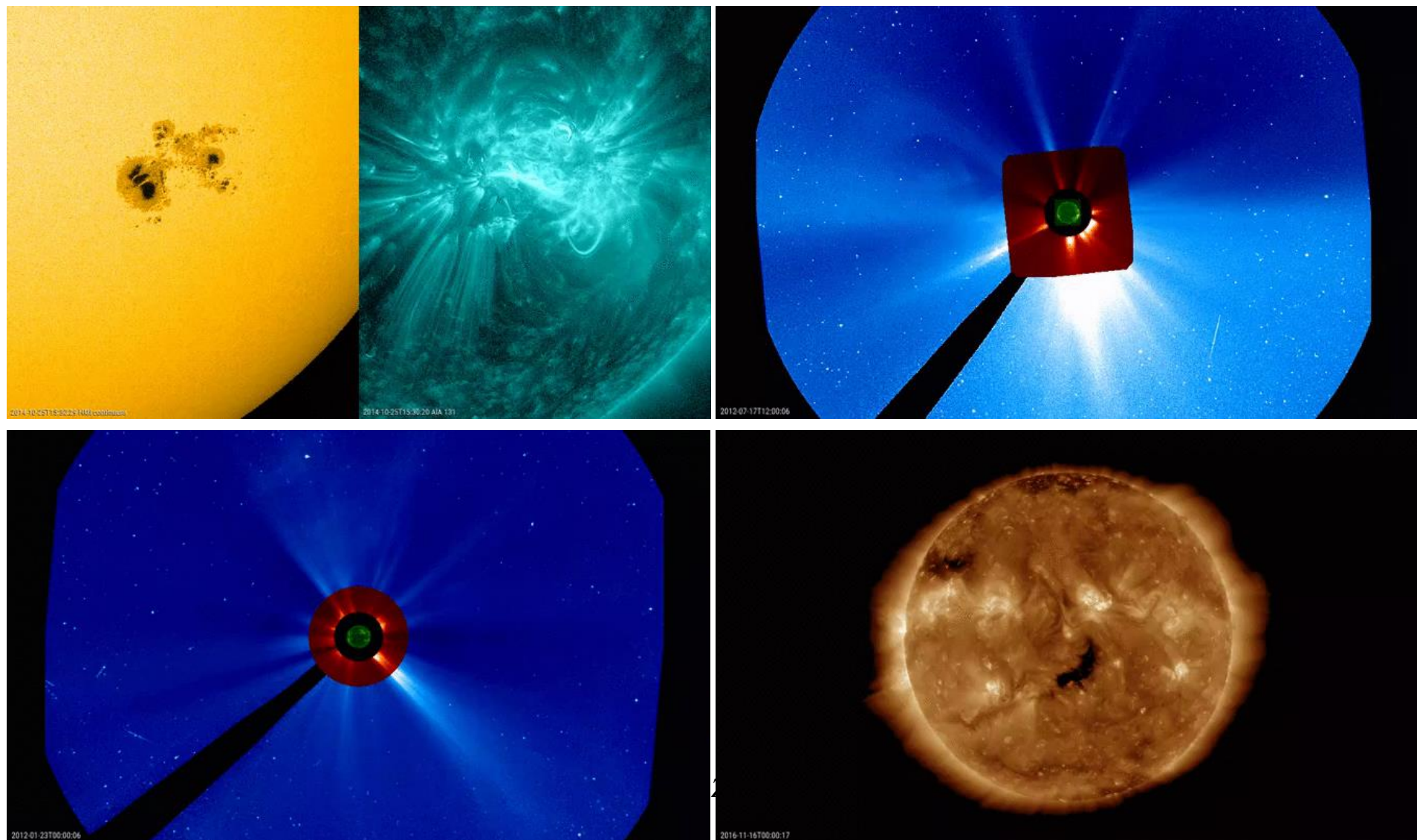
Zonne-uitbarstingen



<http://sohowww.nascom.nasa.gov/bestofsoho/Movies/movies2.html>

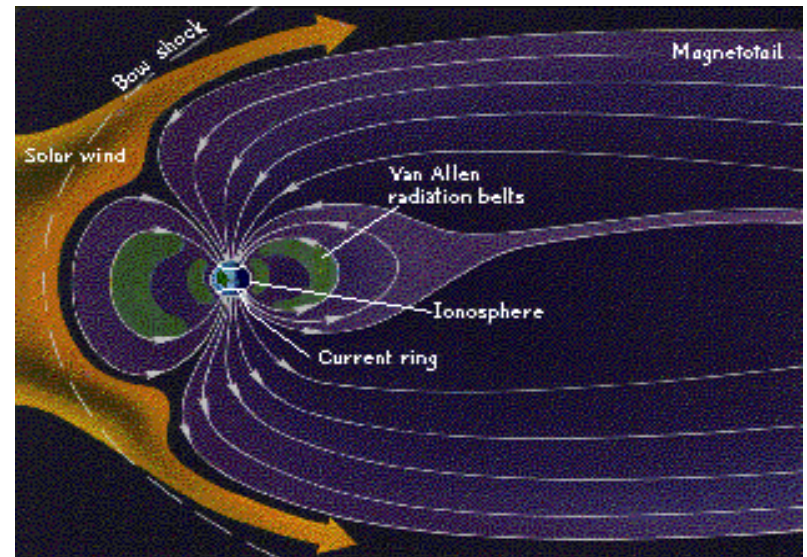


Zonnevlammen, coronale massa ejecties (CMEs), protonstormen, coronale gaten (CHs)



De aarde

- Geomagnetisch veld
 - Vervormd door zonnwind
 - Magnetosfeer
 - Geomagnetisch veld
 - Druppelvorm
 - » Zonzijde: +/- 10 R_E
 - » Nachtzijde: > 200 R_E
 - Van Allen stralings gordels
 - Ringstroom



Geomagnetische Storm

Poollicht

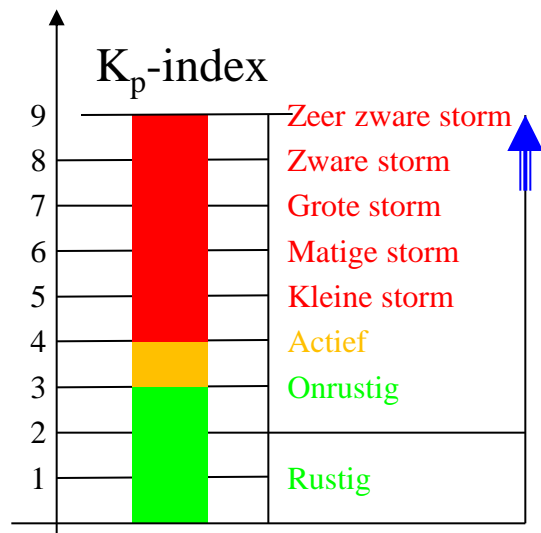
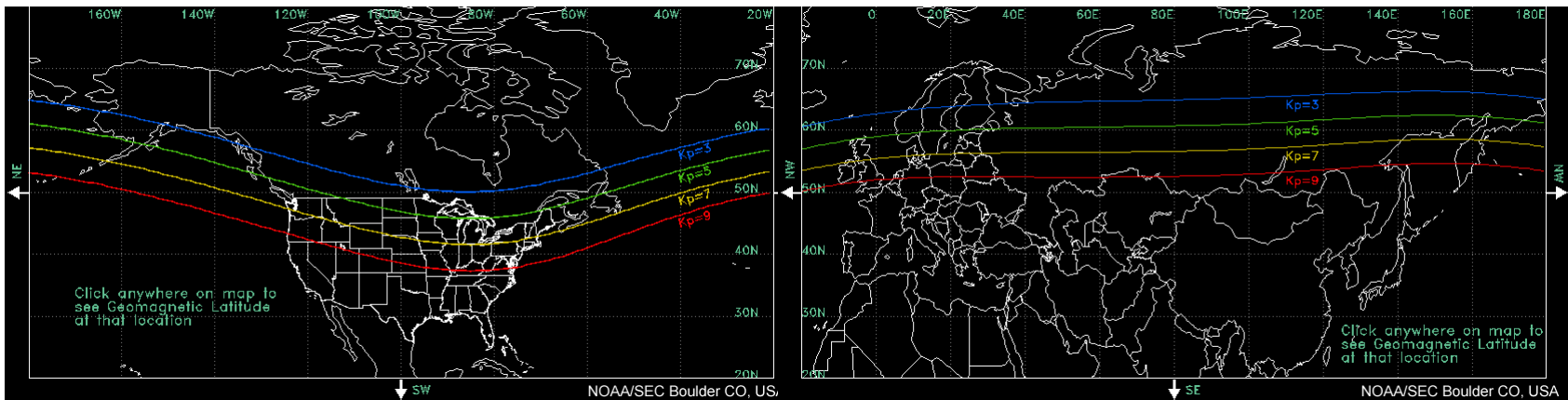
- Poollicht
 - Reconnectie in magnetostaart versnelt deeltjes naar de aarde toe die botsen met deeltjes uit de atmosfeer
 - Zuidwaarts gericht
 - Substormen
 - Zowel noord- als zuidpool
 - Noordelijke richting, lokale middernacht
 - Kleuren
 - In België: tiental keer / SC



© G. Gonzales, Iowa State University, Okt 2003

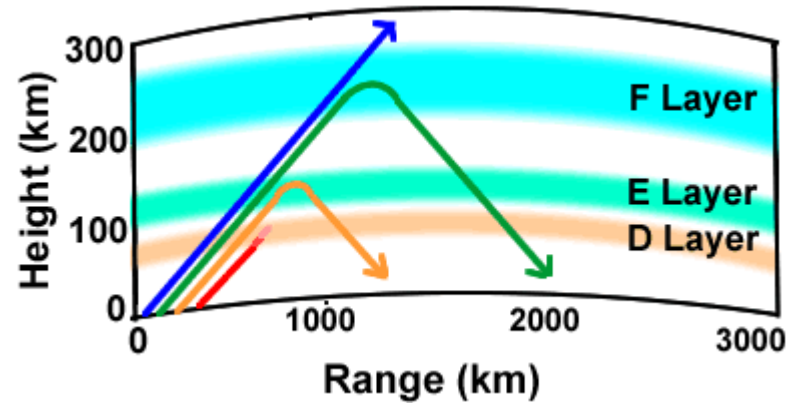
Poollicht in België

Voorwaarde: $K_p > 8$; Fotografisch: $K_p \geq 6$

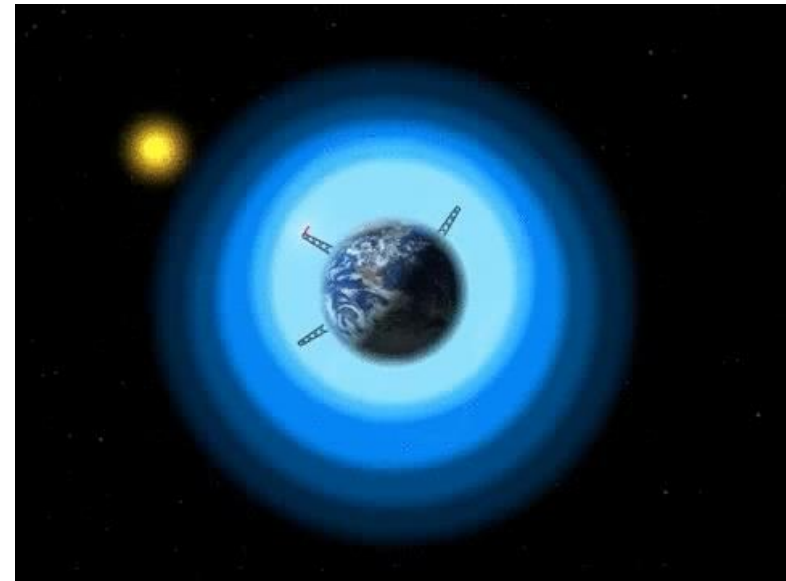
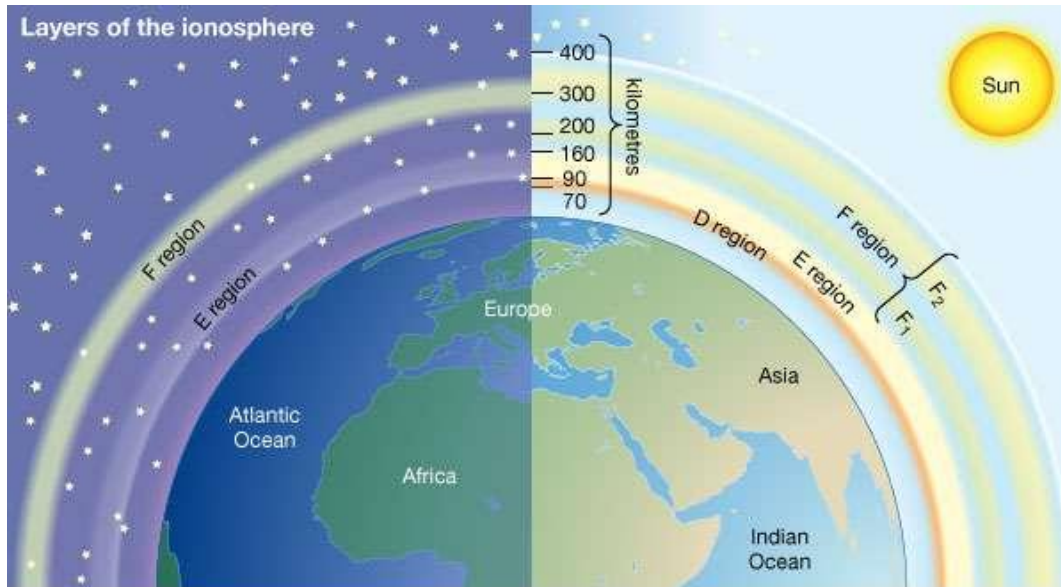


De aarde

- Ionosfeer
 - Zonnestraling ioniseert aardatmosfeer
 - D absorbeert, E en F reflecteren
 - Satellieten boven ionosfeer
 - Vliegtuigen, radioantennes,... eronder
 - Bepaalt communicatie
- Atmosfeer
 - Ozonlaag,...



http://www.weather.nps.navy.mil/~psguest/EMEO_online/



Inhoud

- Structuur en evolutie
 - Inwendige van de zon
 - Kern
 - Stralingszone
 - Convectorzone
 - Atmosfeer van de zon
 - Fotosfeer
 - Zonnevlekken
 - Chromosfeer
 - Protuberansen
 - Corona
 - Coronale gaten
 - Heliosfeer
 - Verdere evolutie
- **Het Ruimteweer**
 - Definitie
 - Hoofdrolspelers
 - De zon
 - Zonne-uitbarstingen
 - De aarde
 - Het geomagnetisch veld
 - Poollicht
 - Ionosfeer
 - **Invloed van zon op aarde**
 - Grote zonnestormen
 - Historisch
 - Tijdens SC24
 - Het SIDC / RWC

Invloed van zon op aarde

Zonnewitbarstingen

Corona

Magnetische Reconnectie

Zonnewind

Straling

Deeltjes

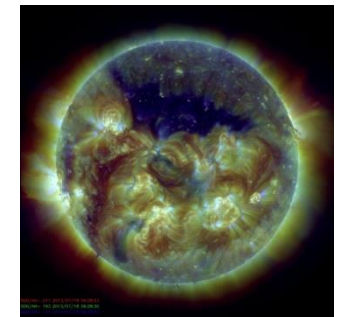
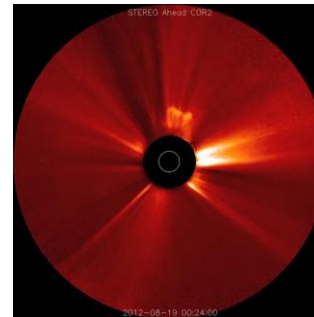
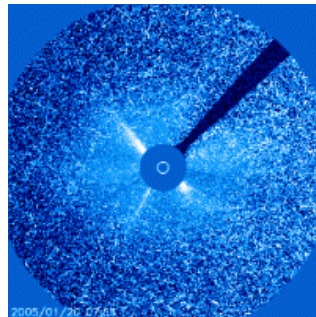
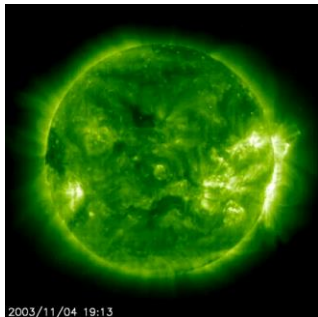
Deeltjes

Zonnevlammen

Proton stormen

Coronale Massa Ejecties

Coronale Gat



Verstoord Ruimteweer

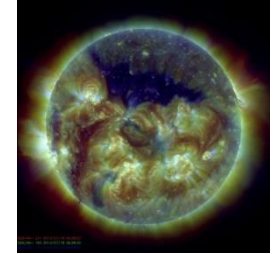
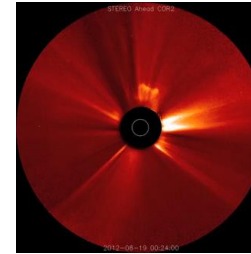
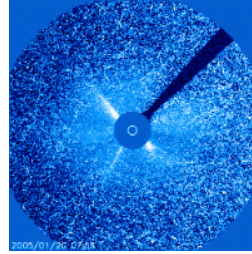
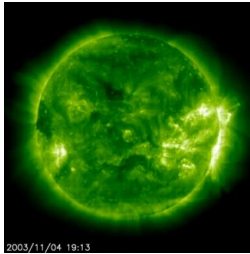
Oorzaak

Zonnevlammen

Protonstormen

CMEs

CHs



	Zonnevlammen	Protonstormen	Coronale Massa Ejecties	Coronale Gat
Aankomst	Onmiddellijk	15 min tot enkele uren	20 tot 72+ uur	2 tot 4 dagen
NOAA schaal	R1 (minor) => R5 (extreme)	S1 (minor) => S5 (extreme)	G1 (minor) => G5 (extreme)	
Parameter	M1 => \geq X20	Pfu (>10MeV): 10 => 10^5	Kp = 5 => Kp = 9	
Duur	Minuten tot uren	Uren tot dagen	Dagen	
Bescherming	Aardatmosfeer	Aards magneetveld	Aards magneetveld	

Gevolgen

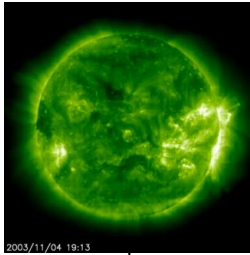
Radio communicatie	Satellieten	Satellieten
Radar interferentie	Astronauten & Vliegtuigen	Aurora
	Communicatie/Navigatie	Communicatie/Navigatie
	Ozon	Elektrische Stroom (GIC)

18 april

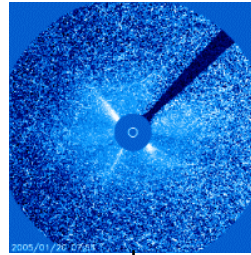
Effecten van verstoord ruimteweer

Oorzaak

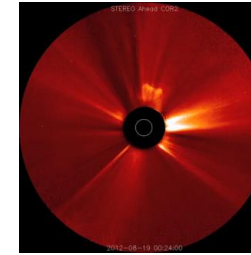
Zonnevlammen



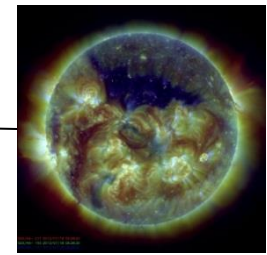
Protonstormen



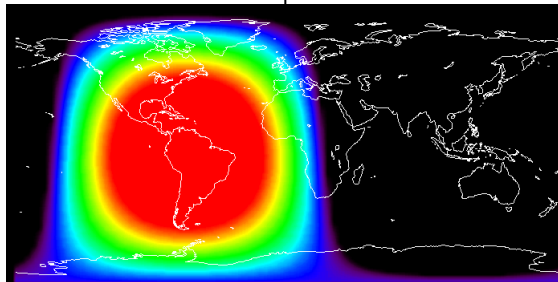
CMEs



CHs

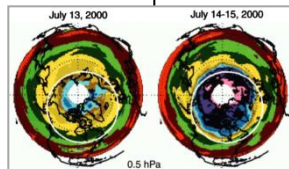


Gevolgen

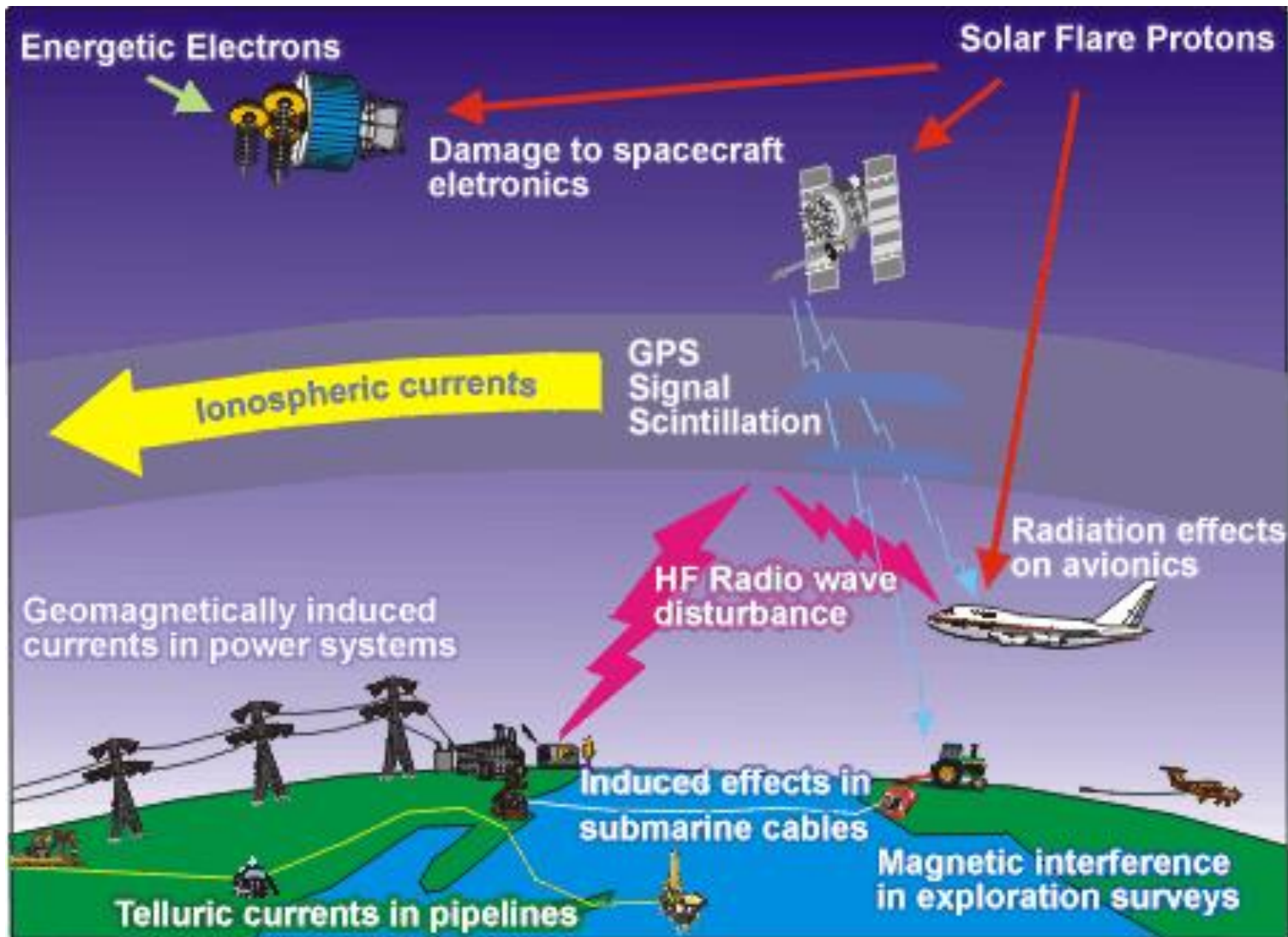


Strong X-ray flux
Product Valid At : 2015-03-11 16:22 UTC

Normal Proton Background
NOAA/SWPC Boulder, CO USA



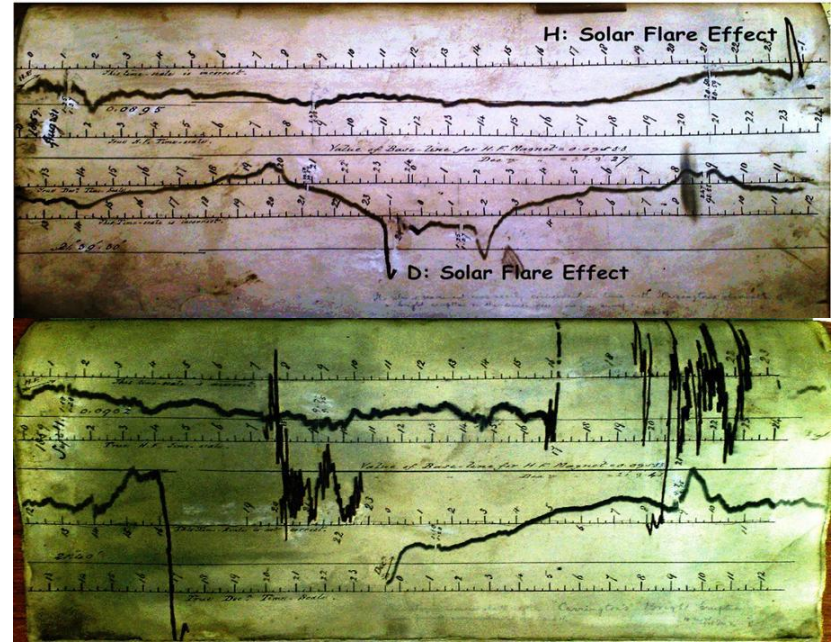
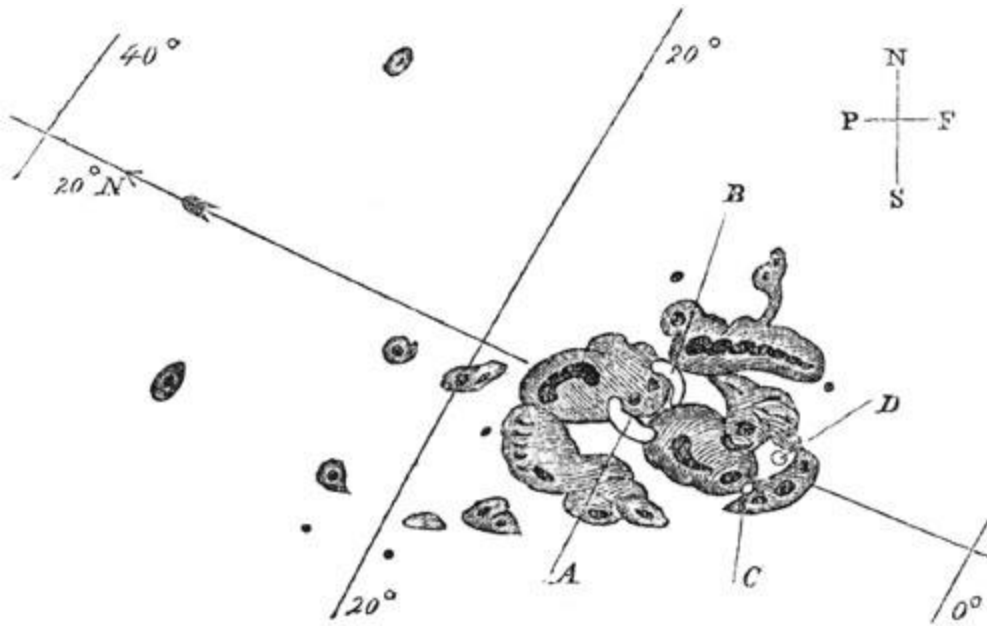
Invloed van zon op aarde



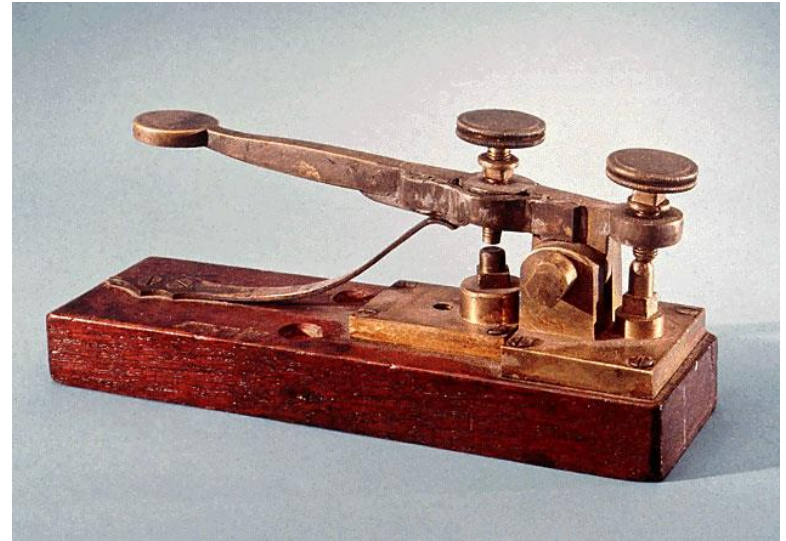
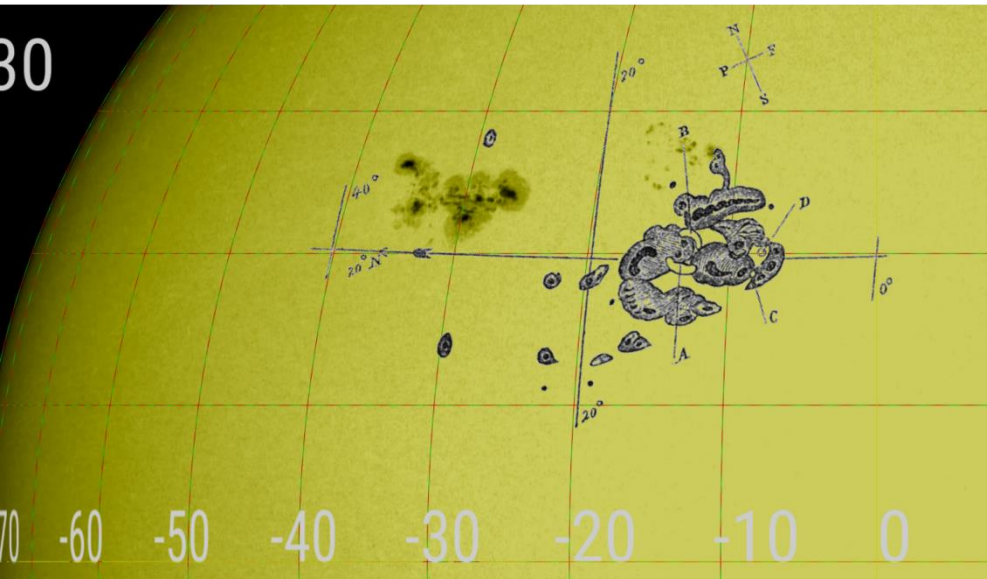
Inhoud

- Structuur en evolutie
 - Inwendige van de zon
 - Kern
 - Stralingszone
 - Convectiezone
 - Atmosfeer van de zon
 - Fotosfeer
 - Zonnevlekken
 - Chromosfeer
 - Protuberansen
 - Corona
 - Coronale gaten
 - Heliosfeer
 - Verdere evolutie
- **Het Ruimteweer**
 - Definitie
 - Hoofdrolspelers
 - De zon
 - Zonne-uitbarstingen
 - De aarde
 - Het geomagnetisch veld
 - Poollicht
 - Ionosfeer
 - Invloed van zon op aarde
 - **Grote zonnestormen**
 - **Historisch**
 - **Tijdens SC24**
 - Het SIDC / RWC

1 September 1859: Carrington event



<http://www.geomag.bgs.ac.uk/education/carrington.html>

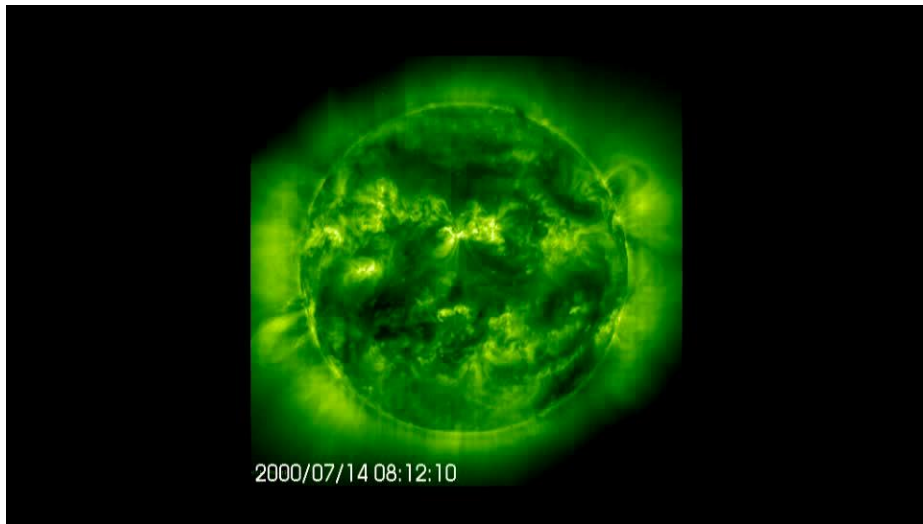




4 Augustus 1972 – Apollo event



13-14 Maart 1989 – Québec event



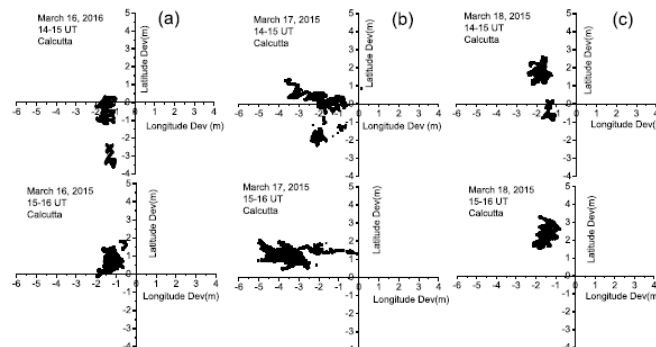
14-15 Juli 2000 – Bastille Day event



28 Oktober 2003 – Halloween event

Ruimteweereffecten tijdens SC24

- 24-25 Oktober 2011
 - WAAS/EGNOS diensten onderbroken; bloedrode aurora
- 24 Januari 2012
 - Poolvluchten omgeleid
- 7 Maart 2012
 - Poolvluchten omgeleid
- 7 Januari 2014
 - Vertraging lancering supply rocket ISS
- 1 September 2014
 - ST-B verloor sun-lock
- **17 Maart 2015**
 - **GPS verstoord**
- **4 November 2015**
 - **Zweeds Air Traffic verstoord**
- 6-12 September 2017
 - **HF comms down tijdens orkaan Irma**

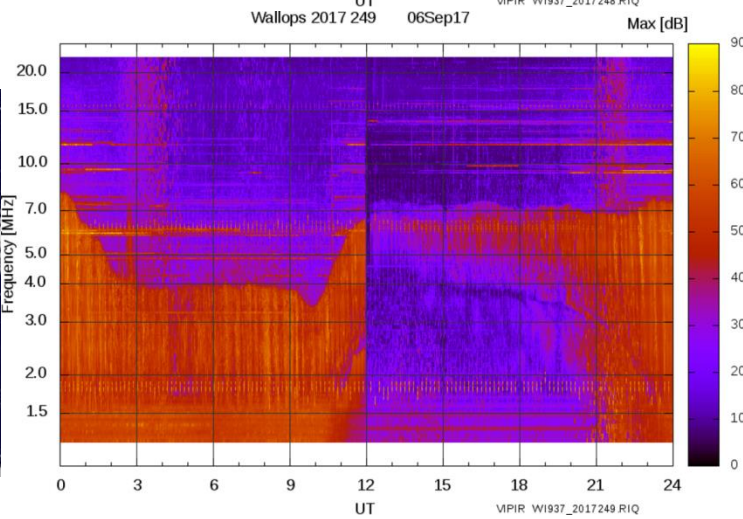
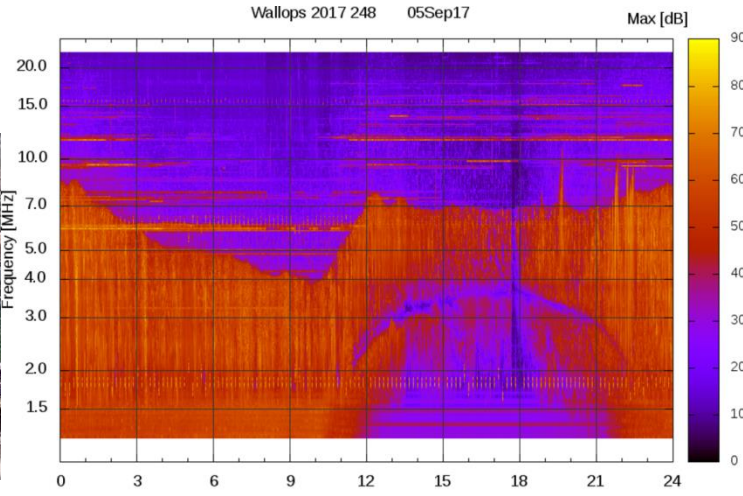


Ruimteweereffecten tijdens SC24

- 24-25 Oktober 2011
 - WAAS/EGNOS diensten onderbroken; bloedrode aurora
- 24 Januari 2012
 - Poolvluchten omgeleid
- 7 Maart 2012
 - Poolvluchten omgeleid
- 7 Januari 2014
 - Vertraging lancering supply rocket ISS
- 1 September 2014
 - ST-B verloor sun-lock
- 17 Maart 2015
 - GPS verstoord
- 4 November 2015
 - Zweeds Air Traffic verstoord
- **6-12 September 2017**
 - **HF comms down tijdens orkaan Irma**



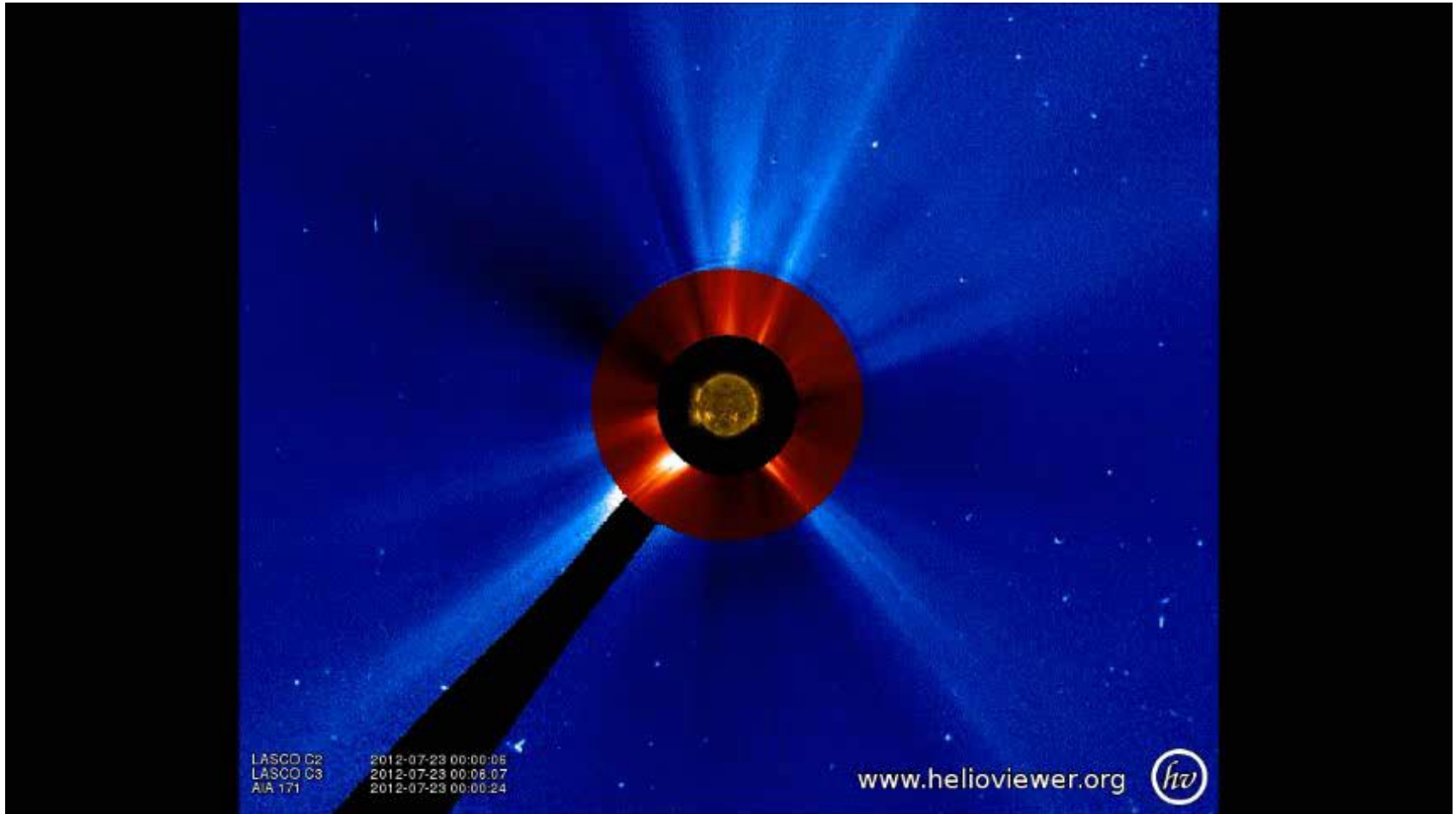
De Zon



Courtesy of CIRES, Terry Bullett

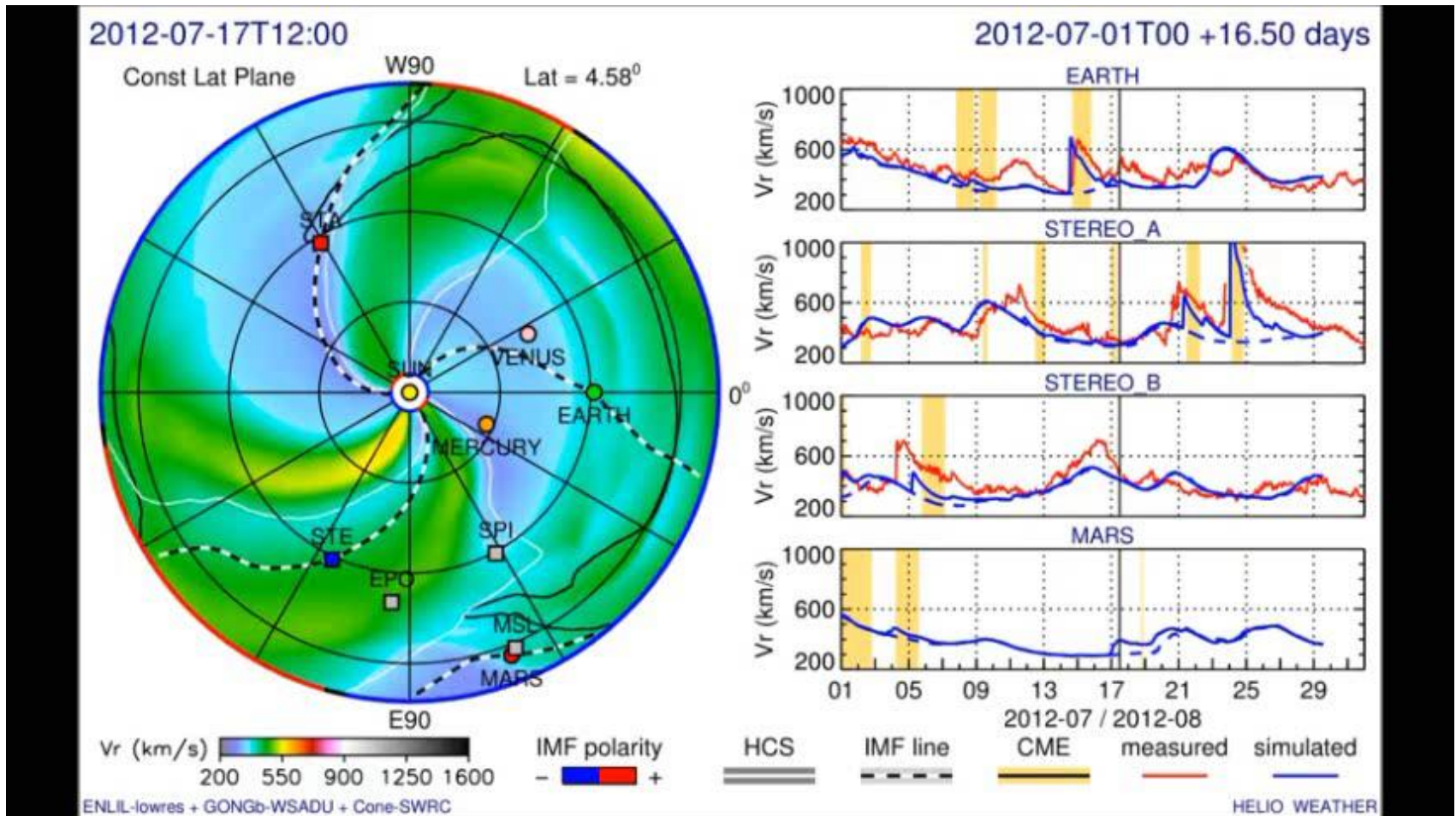
Uitbarsting achterkant zon

23 Juli 2012 - Carrington-achtig event in NOAA 1520



Uitbarsting achterkant zon

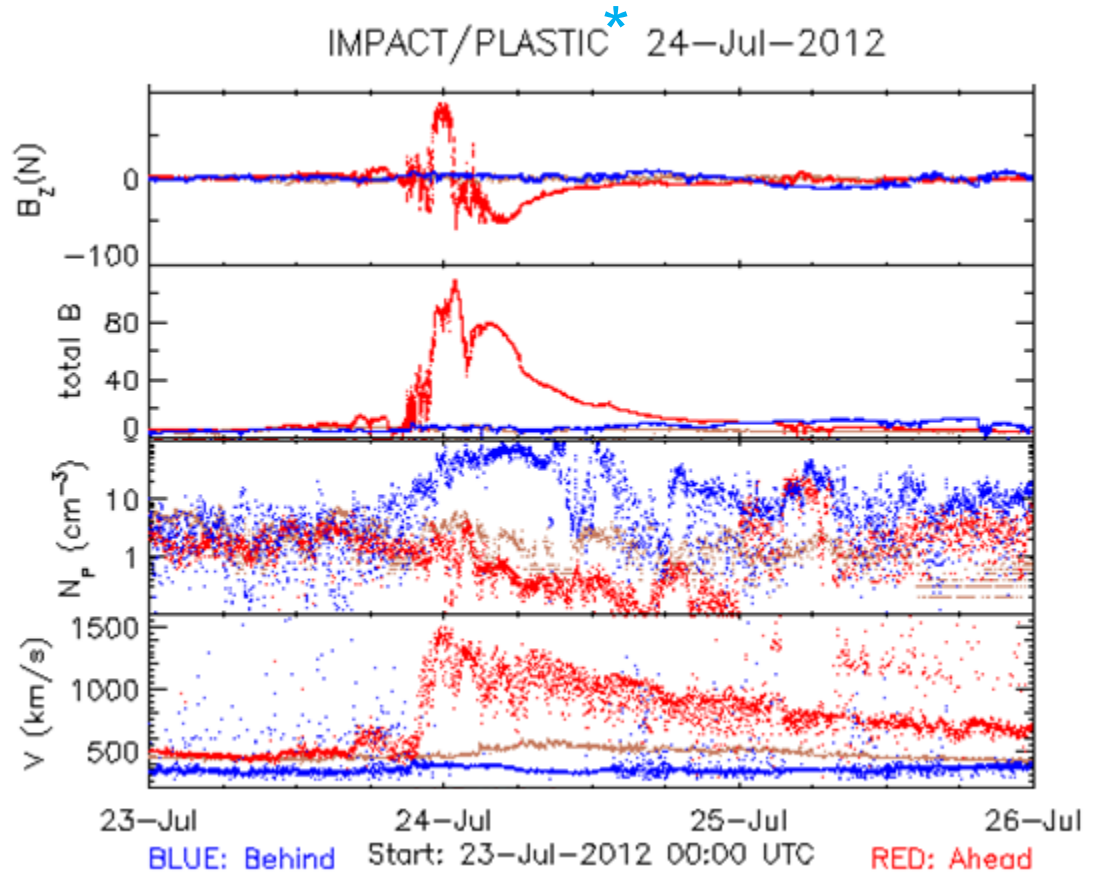
23 Juli 2012 - Carrington-achtig event in NOAA 1520



Uitbarsting achterkant zon

23 Juli 2012 - Carrington-achtig event in NOAA 1520

- R=3
 - M8.2 – X2.5
- S=3?
 - 10000* stijging
- G=5
 - Fast Transit Event
 - CME: +/-2800 km/s
 - 19 uur
 - $B_{Z_{corr}}$: -70nT
 - *Sterkste storm in 25 jaar!!*



* In situ values – To be corrected for algorithms, geometry and tilt Earth

Inhoud

- Structuur en evolutie
 - Inwendige van de zon
 - Kern
 - Stralingszone
 - Convectionzone
 - Atmosfeer van de zon
 - Fotosfeer
 - Zonnevlekken
 - Chromosfeer
 - Protuberansen
 - Corona
 - Coronale gaten
 - Heliosfeer
 - Verdere evolutie
- **Het Ruimteweer**
 - Definitie
 - Hoofdrolspelers
 - De zon
 - Zonne-uitbarstingen
 - De aarde
 - Het geomagnetisch veld
 - Poollicht
 - Ionosfeer
 - Invloed van zon op aarde
 - Grote zonnestormen
 - Historisch
 - Tijdens SC24
 - **Het SIDC / RWC**

Het SIDC

Solar Indices Data analysis Centre

- 1981
 - Sunspot Index Data Centre
 - Zonnevlekkengetal
- 2000
 - Solar Indices Data analysis Centre
 - = OD « Zonnestructuur en Ruimtetweer »
 - Incl. Ruimtetweerdiensten
 - SIDC/RWC
- 2013
 - SILSO
 - Sunspot Index and Long-term Solar Observations

18 april 2018

De Zon

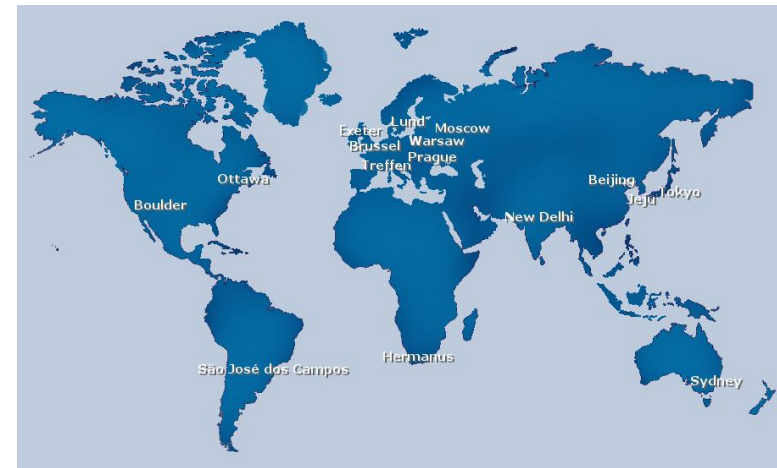


61

Het SIDC / RWC

Regional Warning Centre Brussels

- Internationale context
 - ISES
 - International Space Environment Service
 - ESA
 - Diensten en expertise
 - WMO / ICTSW
 - ICAO
 - HF, GNSS, radiation



Product Access Guide

Home Simple search Advanced search Themes -

Home / Simple Search / Space

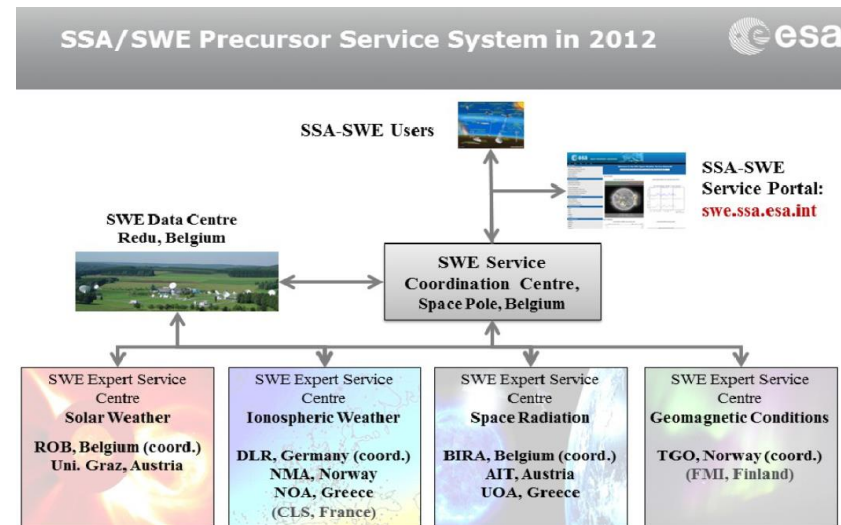
Domain terms

- Imagery
- Atmosphere
- Land
- Ocean
- Space
- Ionospheric
- Geomagnetic
- Solar and interplanetary
- Energetic Particles
- Access to low level data

Space

Product Collections

Preview Image	Organization	Access link	Geographical tag	Domain tag	Theme tag
	DLR	TEC over Europa and global	Global, Europe (Region VI)	Total Electron Content	Space weather
	BoM	Auroral Activity in the southern hemisphere	Antarctic (Region V), South-West Pacific	Auroral activity	Space weather
	FMI	Auroral Activity in Finland	Arctic, Europe (Region VI)	Auroral activity	Space weather



Zon

Het SIDC / RWC

Het team ruimteweervoorspellers



18 april 2018

Het SIDC / RWC

Het team ruimteweervoorspellers

- Team van 8 voorspellers
 - Wetenschappers
 - In cumul
 - Experts
 - Wekelijkse tour of duty
 - 7/7, 14/24
 - Back-up van geautomatiseerde diensten
 - IT ondersteund
 - Previweb
 - Interface
 - Web pagina
 - Mail service
 - Maandelijks SWOP mtg



A screenshot of the SIDC website. The header reads "SIDC - Solar Influences Data Analysis Center" with a status bar showing "Flares: Eruptive", "Geomagnetism: Quiet", "Protons: Quiet", and "Predicted". The main content area features a welcome message, a news item titled "INFO FROM SIDC - RWC BELGIUM 17 Oct 2012, 0716UT" describing solar activity, and a "Most recent alerts" section. On the right, there are four panels: "Latest SWAP image", "Latest LYRA curve", "Latest USET H-alpha image", and "Latest Callisto Observations". A sidebar on the left contains navigation links like "Home", "General info", "Jobs and Students", "Projects", "Publications", "Sunspots", "Software", "Educational", "Local Solar Observations", "Space Weather services", "Real Time Data", and "Seminars". Logos for "eswvs" and "SWSC" are also visible.

URSIgram – Website + mail

<http://www.sidc.be/>

SIDC - Solar Influences Data Analysis Center

ium forecast of 24 Jan 2017 Flares: Quiet Geomagnetism: Quie

Welcome to the Solar Influences Data Analysis Center (SIDC), which is the solar physics research department of the Royal Observatory of Belgium. The SIDC includes the World Data Center for the sunspot index and the ISES Regional Warning Center Brussels for space weather forecasting.

INFO FROM SIDC - RWC BELGIUM 2017 Jan 24 12:30UTC

Solar activity was very low, with no flares observed during the period. The currently visible sunspot regions continue their decay. A small filament between NOAA 2628's stable leading spot and NOAA 2627 erupted in two steps. The northern part erupted between 24/0445 and 24/07:00UT January, the main part erupted between 24/0930 and 24/1130UT January. No obvious coronal dimming was observed. No earth-directed coronal mass ejections (CMEs) were observed in available coronagraphic imagery. The greater than 10MeV proton flux was at nominal levels.

Mostly quiet flaring conditions are expected, with a small chance on an isolated C-class event.

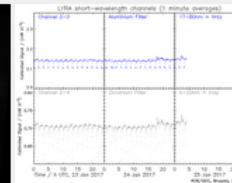
Solar wind speed declined from about 440 km/s to values near 320 km/s (ACE), with Bz fluctuating between -5 nT and +4 nT. The interplanetary magnetic field was mostly directed away from the Sun. A small positive equatorial coronal hole (CH) is transiting the central meridian.

The geomagnetic field was at unsettled to quiet levels and is expected to remain so. Starting around 27 January, the arrival of the CH's particle stream may affect the earth environment.

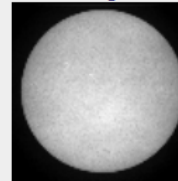
Latest SWAP image



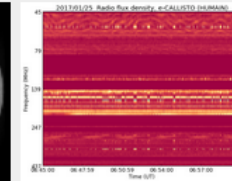
Latest LYRA curve



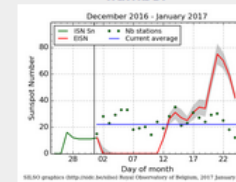
Latest USET H-alpha image



Latest Callisto Observations



Daily estimated sunspot number



Most recent alerts



- Home
- General info
- Jobs and Students
- Projects
- Publications
- Sunspots (SILSO)
- Software
- user guide
- Local Solar Observations
- Space Weather services
- Real Time Data
- Seminars

LEGAL NOTICES



Classroom



SWSC Journal of Space Weather and Space Climate

Wekelijkse SIDC SWx briefing



Uit de TV5 documentaire: “La météo de l’espace: l’émergence d’une nouvelle science”
<https://www.youtube.com/watch?v=wXAMKdA8w34>

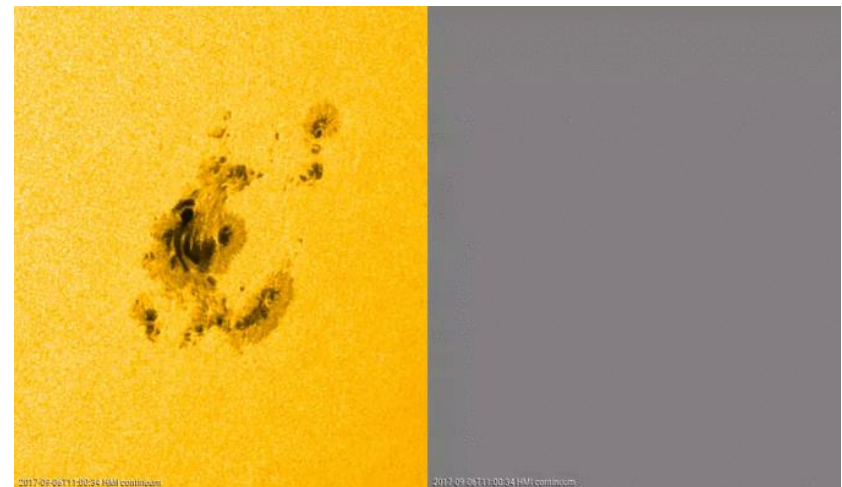
SW steun aan ESA-missies via SSCC

Space weather Services Coordination Centre

- Coördineert belangrijke ondersteuning tijdens specifieke ESA ruimtemissies
 - **GAIA**
 - December 2013 – Januari 2014
 - Lancering + L2-insertie
 - Zonnevlammen & Protonstormen
 - **Venus Express**
 - Mei – December 2014
 - Aerobraking campagne
 - Vlammen, Proton, CME, Radioflux
 - **Rosetta**
 - Oktober 2014 – September 2016
 - Philae landing & operatie
 - Vooral protonstormen
 - **VEGA**
 - December 2016
 - Lancering satelliet
 - Zonnevlammen & Protonstormen
- Coördineert extreme ruimteweer events

18 april 2018 - 12 September 2017

De Zon



Contactpunten

- **SIDC:**
 - <http://www.sidc.be/>
- **SIDC diensten:**
 - http://www.sidc.be/registration/registration_main.php
- **SSCC:**
 - <http://swe.ssa.esa.int/web/guest/contact>
 - [helpdesk.swe\[at\]ssa.esa.int](mailto:helpdesk.swe@ssa.esa.int)
- **STCE:**
 - <http://www.stce.be/>
 - [jan.janssens\[at\]oma.be](mailto:jan.janssens@oma.be)
- **Adres:**
 - Space Pole
 - Avenue Circulaire - Ringlaan, 3
1180 Uccle - Ukkel
 - BELGIUM

18 april 2018

De Zon



Solar-Terrestrial Centre of Excellence

HOME PROJECTS PEOPLE NEWSLETTER NEWS PRESS LINKS GOOD TO KNOW

SC24 highlights page **NEW**

Backside eruptions **VIDEO Ahead of time**

STCE Annual meeting **GOOD**

European Space Weather Week **GOOD**

13TH EUROPEAN SPACE WEATHER WEEK
November 14-16, 2017
Brussels, BELGIUM

At ESWS13 we try to make the

Wat hebben we vandaag geleerd?

- **De zon is een ster**
 - Waterstof => Helium + energie
- **Zonnevlekken**
 - Magnetische storingen
 - Zonnecyclus
 - Periode van +/- 11 jaar
 - Complex => uitbarstingen
- **Ruimteweer**
 - Bepaald door zonneactiviteit
 - Poollicht: onschadelijk
 - Technologie: kwetsbaar
 - Ruimteweercentra
 - SIDC / RWC



The image features a vibrant, fiery background with a sun-like appearance, showing bright orange and yellow rays emanating from a central point. Overlaid on this background is a large, dark red circle. Inside this circle is a smaller, white-outlined circle containing a black question mark. The word "Vragen" is written in a large, black, serif font across the upper portion of the image, partially overlapping the fiery background and the top of the dark red circle.

Vragen

?