

De zon

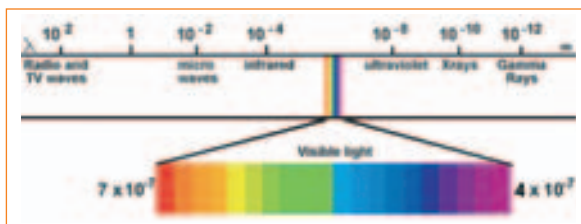
onze beste vijand

Het is weer zomer en dus genieten we van heel wat activiteiten in de open lucht. Maar gedurende behoorlijk lange tijd worden we dan blootgesteld aan de zon, in het bijzonder aan de ultraviolette stralen van onze ster... Dat zal weer heel wat vragen oproepen en heel wat discussie teweegbrengen.

In deze korte bijdrage proberen we een tipje van de sluier op te lichten over de waarnemingen van UV-straling van de zon door de groep Solar Radiation van het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA). We verklaren ook de UV-klimatologie op onze breedten en hebben het over enkele verkeerde maar hardnekkige ideeën in dit verband.

Enkele fundamentele begrippen

Elektromagnetische zonnestraling is het verschijnsel waarbij energie van de zon ontsnapt met de snelheid van het licht in een golfbeweging. De verschillende stralingstypes zijn bepaald in functie van de golflengte en het aantal golven per seconde. Dat laatste is recht evenredig met de energie van de golf. Het best gekend is het zichtbaar licht van de zon.



Figuur 1. Illustratie van het elektromagnetisch spectrum van de zon. De getallen duiden de golflengte aan, uitgedrukt in meter

Het infrarood (IR) heeft een zwakkere energie dan het rood en is niet zichtbaar, maar we voelen het als warmte. Het ultraviolet (UV) heeft een sterkere energie dan violet. Dit deel van de zonnestraling is onzichtbaar, maar gevaarlijk voor levende organismen.

UV-straling is het deel van het zonnespectrum met een golflengte tussen 100 en 400 nm ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$) en het wordt willekeurig onderverdeeld in drie banden: UVC (100-280 nm), UVB (280-315 nm) en UVA (315-400 nm). De UVC-stralen worden volledig geabsorbeerd door het stratosferisch ozon, waterdamp en zuurstof en koolstofdioxide in de atmosfeer van de aarde. Ze bereiken dus het aardoppervlak niet. Hetzelfde geldt voor ongeveer 90% van de UVB-straling. De UVA-stralen worden weinig gehinderd door de atmosfeer. Men spreekt ook over effectieve UV-straling, die afhangt van de manier waarop het organisme elke golflengte van de inkomende straling absorbeert. Het wordt gewogen door een actiespectrum dat in het algemeen doeltreffender is voor hoge energieën (UVB) dan voor zwakkere energieën (UVA).

Waarom moeten we de UV-straling op het aardoppervlak in de loop van de tijd volgen?

Op het eind van de jaren '80 bevestigden satellietmetingen een daling van de stratosferische ozonconcentratie. Dit had een verminderde werking van deze natuurlijke UVB-filter tot gevolg. Daardoor kan meer van dit soort straling het aardoppervlak bereiken.

Om de mogelijke toename van UVB-straling aan de grond te kunnen controleren, om te onderzoeken hoe ze in de atmosfeer doordringt en een betrouwbare klimatologie op te stellen, heeft de groep Solar Radiation van het BIRA in het kader van Europese programma's grondstations voor het monitoren van zichtbare UV-straling ontwikkeld. Momenteel zijn drie van dergelijke stations operationeel: in Ukkel, Oostende en Transinne.

De meetstations

Het station van Ukkel, operationeel sedert 1993, is een van de best uitgeruste Europese meetstations. Het zorgt voor spectrale metingen, rijk aan informatie maar met een relatief zwakke tijdsresolutie (een meting van 280

tot 600 nm om de 15 minuten), geïntegreerde metingen (UVB, UVA en totale zonnestraling) met een tijdsresolutie tot een meting per seconde en quasi-spectrale metingen (in discrete en smalle banden van golflengten). Deze laatste zijn een goed compromis tussen de golflengteresolutie (6, 10 en 14 banden in het zichtbare UV) en de tijdsresolutie (in de orde van één minuut). Het geheel van deze instrumenten levert ons volledige informatie over de directe, diffuse en globale bestanddelen van zichtbare UV-straling van de zon op het aardoppervlak.

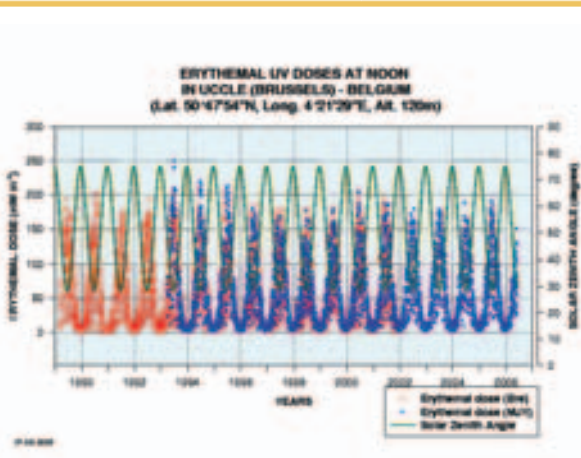
Bijkomende metingen van de meteorologische basisparameters (temperatuur, druk, relatieve vochtigheid, windsnelheid en windrichting, regen) en de bewolking (in zichtbaar licht en in het infrarood) vervolledigen het instrumentele geheel.

Figuur 2 stelt het station van Ukkel schematisch voor. Onlangs werden in Transinne (provincie Luxemburg) op het terrein van het Euro Space Center en in Oostende (bij Earth Explorer) nog twee stations met een beperkter instrumentarium opgericht.

- de wolken: de invloed van wolken hangt uitsluitend af van hun type, dat wil zeggen hun hoogte, hun dikte en hun vochtgehalte. Cirruswolken (dunne wolken op grote hoogte) laten 90 tot 95% van de UV-stralen door. Lage en grijze wolken (stratocumuluswolken) gaan het niveau van de UV-straling echter verminderen met een factor 10 tot 20 door retrostrooiing naar de hoge atmosfeer, absorptie en diffusie (dat doet de optische baan van elk foton toenemen en versterkt het absorberend effect van het troposferisch ozon).
- de aerosols: de aanwezigheid van aerosols verlaagt de hoeveelheid binnendringende UV-straling. Afhankelijk van hun type (absorberend of niet) zullen de gevolgen kwantitatief verschillend zijn.
- het albedo: ook de aard van de bodem beïnvloedt de hoeveelheid UV-straling. Zo gaat sneeuw aan de grond tot 80% van de UVB-stralen terugkaatsen, wit zand slechts tot 40%. (Het albedo geeft de verhouding tussen de hoeveelheid invallend licht en het door de grond teruggekaatste licht weer)
- de hoogte: de hoeveelheid UVB neemt elke 300 meter met ongeveer 4% toe...



Figuur 2. Schematische voorstelling van het meetstation van Ukkel.



Figuur 3. Dosis UVB-effectief, op de middag aan de grond ontvangen van 1989 tot nu.



Wat leren we uit de metingen?

Als we rekening houden met metingen van het KMI dan kunnen we dankzij het 17 jaar lang monitoren van de zonnestraling (figuur 3) de belangrijkste milieuparameters identificeren, die het binnendringen van UVB-straling in de atmosfeer regelen:

- de positie van de zon: intuïtief weten we dat bij een hoge zonnestand er aan de grond een hoger UV-niveau zal ontstaan dan bij een lage zonnestand.
- het ozon: het stratosferisch ozon in het bijzonder is de natuurlijke filter van de UVB-straling. Er bestaat een duidelijk vastgestelde anticorrelatie tussen de ozonconcentratie en de hoeveelheid UV aan de grond

De UV-index

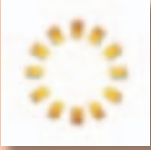



De UV-index is een grootheid die de hoeveelheid UV-effectief aan het aardoppervlak weergeeft. De grootheid "UV-effectief" is een maat voor de hoeveelheid UV gewogen in functie van de schade die kan worden veroorzaakt aan de huid, de ogen, het immuunsysteem... De 5 niveaus zijn hier voorgesteld met hun standaardkleuren:

Zwak	<2
Gematigd	3-5
Hoog	6-7
Heel hoog	8-10
Extreem	11+



In België kregen we nog nooit te maken met een extreme situatie, maar de niveaus 7-8 en zelfs 9 worden elke zomer regelmatig gemeten. Men kan de situatie als volgt samenvatten:

In België :

Volle zon	Gesluerde zon	Gedeeltelijk Bewolkt	Bewolkt
			
Periode juni en juli			
Index:			
7-8	6-7	5-6	3-4
Zonnebrand na :			
20-40 min	25-50 min	30-60 min	+ 60 min
Periode mei en augustus			
Index:			
6-7	5-6	4-5	2-3
Zonnebrand na :			
25-50 min.	30-60 min	+ 60 min	+ 60 min

De tendensen op lange termijn

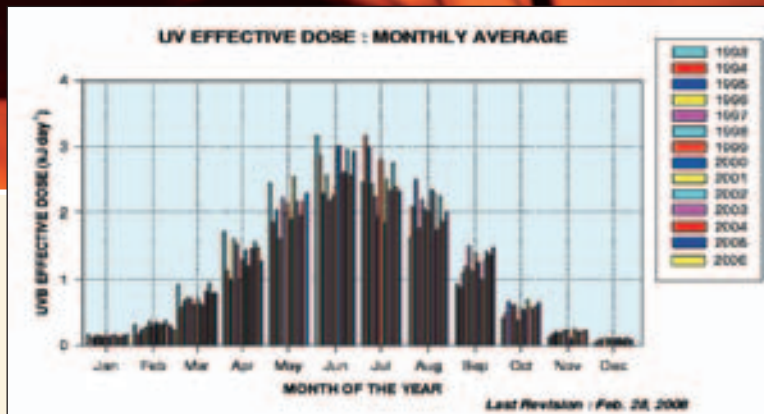
Gedurende 13 jaar waarnemingen hebben we een hele grote verscheidenheid aan situaties ontmoet, die verbonden zijn met de meteorologische omstandigheden. Terwijl figuur 3 heel goed de seizoensgebonden variaties laat zien, toont figuur 4 dat de variaties over eenzelfde periode gezien heel groot kunnen zijn.

Door de maandelijkse verschillen te berekenen en te vergelijken met het gemiddelde voor de effectieve UV-straling en de totale ozonconcentratie, voorgesteld in de figuren 5 en 6, kunnen we niettemin een aantal positieve trends laten zien in het geval van het effectieve UV en negatieve trends in het geval van het ozon. Verdere waarnemingen moeten deze tendensen nog bevestigen of ontcrachten.

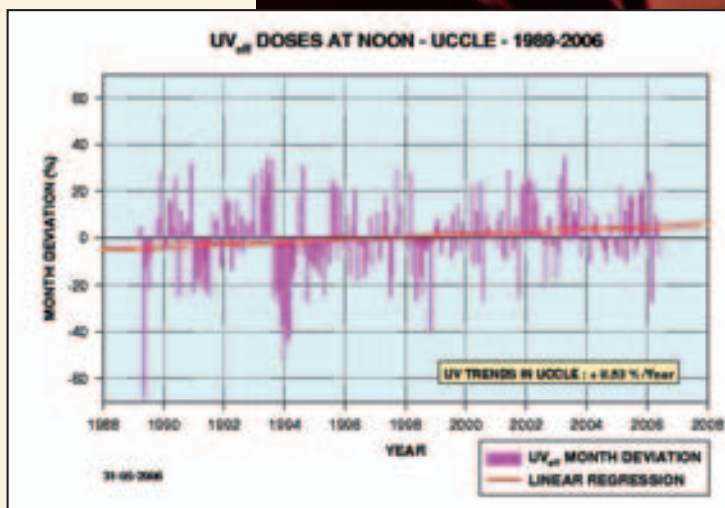
Bij wijze van besluit...

We willen hierbij nog komaf maken met een aantal verkeerde ideeën, die spijtig genoeg hardnekkig standhouden...

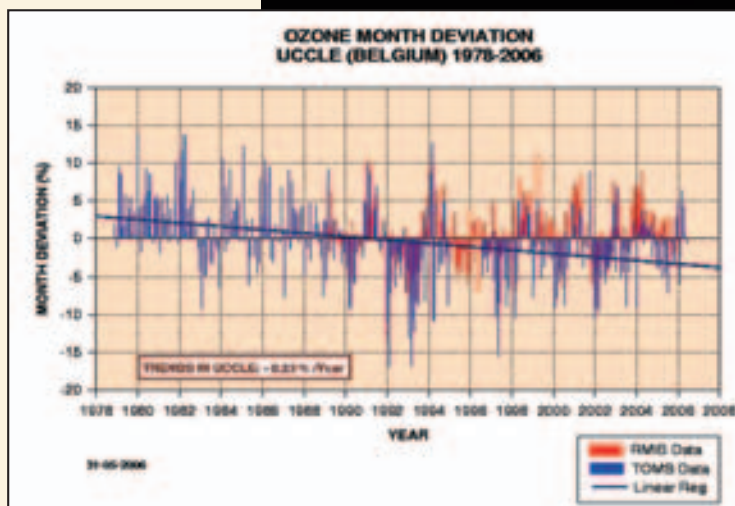
- Een mooi gebruinte huid is goed voor de gezondheid en beschermt mij tegen de zon... **Gedeeltelijk FOUT!** Bruinen is het zichtbare effect van het mechanisme waarmee de huid zich tegen zonnestraling beschermt... Deze bescherming is te vergelijken met zonnecrème met factor 4. Maar anderzijds is een redelijke dosis UV onontbeerlijk voor de opname van vitamine D.
- Als ik tijdens het zonnebaden regelmatig even pauzeer, dan krijg ik geen zonnesteek. **FOUT!** De blootstelling aan UV-straling is een cumulatief verschijnsel... tenminste gedurende één volle dag.



Figuur 4. Maandelijks gemiddelde van het UV-effectief.



Figuur 5. Positieve tendens van het effectieve UV



Figuur 6. Negatieve tendens van het ozon

- Ik kan geen zonnesteek oplopen wanneer het bewolkt is of als ik met een parasol rondloop. **FOUT!** Wolken laten 80 tot 90% van de UV-straling door en losse wolken of een nevelige hemel kunnen in sommige gevallen het effect zelfs nog versterken. Een parasol beschermt iemand wel gedeeltelijk tegen rechtstreekse zonnestraling... maar in volle zomer gaat het daarbij slechts om 50 tot 70% van de globale UV-straling, en dit getal vermindert nog als de zon lager aan de hemel staat.



Dr Didier Gillotay, Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie
www.aeronomie.be, www.aeronomie.be/nl/thema/interplanetair/zonnestraling_station.htm