



JAARVERSLAG 2018

KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT VAN BELGIË

I N H O U D

1° 	Voordwoord	02
2° 	Het leven op het KMI	05
3° 	Het weer in 2018	19
4° 	Klimaatverandering	27
5° 	Onderzoek op het KMI	39
6° 	KMI internationaal	47
7° 	Communicatie van het KMI	55
8° 	Wat in 2019?	59
9° 	Wetenschappelijke publicaties en conferenties	61
10° 	Lijst van acroniemen en afkortingen	73

KMI - KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT VAN BELGIË

Ringlaan 3, B-1180 Ukkel | Tel.: +32 2 373 05 08 | Fax: +32 2 375 12 59

www.meteo.be

Verantwoordelijke uitgever: Dr. D. Gellens | ISSN 2033-8554 | Coördinatie: Emilie Delhaye en Alex Dewalque
Fotocredit: KMI, tenzij anders vermeld | Druk en layout: Fedopress



BESTE LEZERS,

Het jaar 2018 werd gekenmerkt door een opmerkelijk contrast tussen enerzijds de behaalde successen in de projecten waaraan het KMI deelnam en de dienstverlening aan belangrijke gebruikers in België en het buitenland, en anderzijds de daling van het personeelsbestand, zowel wetenschappelijk als administratief. Dit rapport zal eerst aandacht besteden aan de evolutie van het personeel van onze instelling. Sinds enkele jaren al, moeten we vaststellen dat ons aantal medewerkers afneemt, hetzij door mensen die met pensioen gaan of door personeelsleden die vertrekken en niet vervangen worden vanwege de vermindering van de overheidsfinanciering die de inzet van nieuw personeel moeilijk maakt.

In het kader van de steeds groeiende aandacht voor de klimaatproblematiek, wil het KMI zich graag profileren als het klimaatcentrum van België. Dankzij onze expertise in onderzoek naar weer- en klimaatmodellering kan het KMI actief deelnemen aan deze nieuwe globale uitdaging en zo haar rol van nationaal meteorologisch instituut optimaal benutten. Ondanks onze internationale uitstraling, onder andere geïllustreerd door het werk van één van onze medewerkers voor het IPCC, bleef de oproep voor de oprichting van het centrum echter structureel en financieel onbeantwoord op politiek vlak.

Om dit centrum werkelijk te ontwikkelen, heeft het KMI nood aan een verzekerde financiering op lange termijn zodat onderzoekers en operationele medewerkers deze dienst aan de bevolking en aan de beleidsmakers kunnen ondersteunen. Vandaag wordt 69% van onze onderzoekers gefinancierd door nationale en internationale onderzoeksprojecten op korte en middellange termijn, wat maar weinig zekerheid biedt voor een mogelijke stabiliteit van de werkgelegenheid op lange termijn.

Een ander sleutelement dat een rol speelt bij het behoud van het functioneren van het KMI en de kwaliteit van onze diensten voor de bevolking is de evolutie naar een systeem van gratis open data, hetgeen door de regering in 2016 goedgekeurd werd. Het instituut hangt voor bijna 9% van zijn budget af van de verkoop van producten en diensten over weer en klimaat. Deze inkomsten zijn noodzakelijk voor de goede gang van zaken op het KMI. Tegen 2021 wordt het systeem van gratis open data een Europese verplichting en zal het cruciaal zijn om dit verlies te compenseren, anders zullen we onze diensten jammer genoeg moeten beperken.

Dit rapport toont aan dat het KMI in 2018 heeft kunnen voldoen aan de vraag van meteorologische



en klimatologische producten en diensten van hoge kwaliteit, op maat van de noden van de klant, zoals voor belangrijke actoren in het domein van transport en energie.

Wij hebben ook ons meteorologisch waarschuwingssysteem herzien en een project voor crowdsourcing van meteorologische waarnemingen via smartphones gestart.

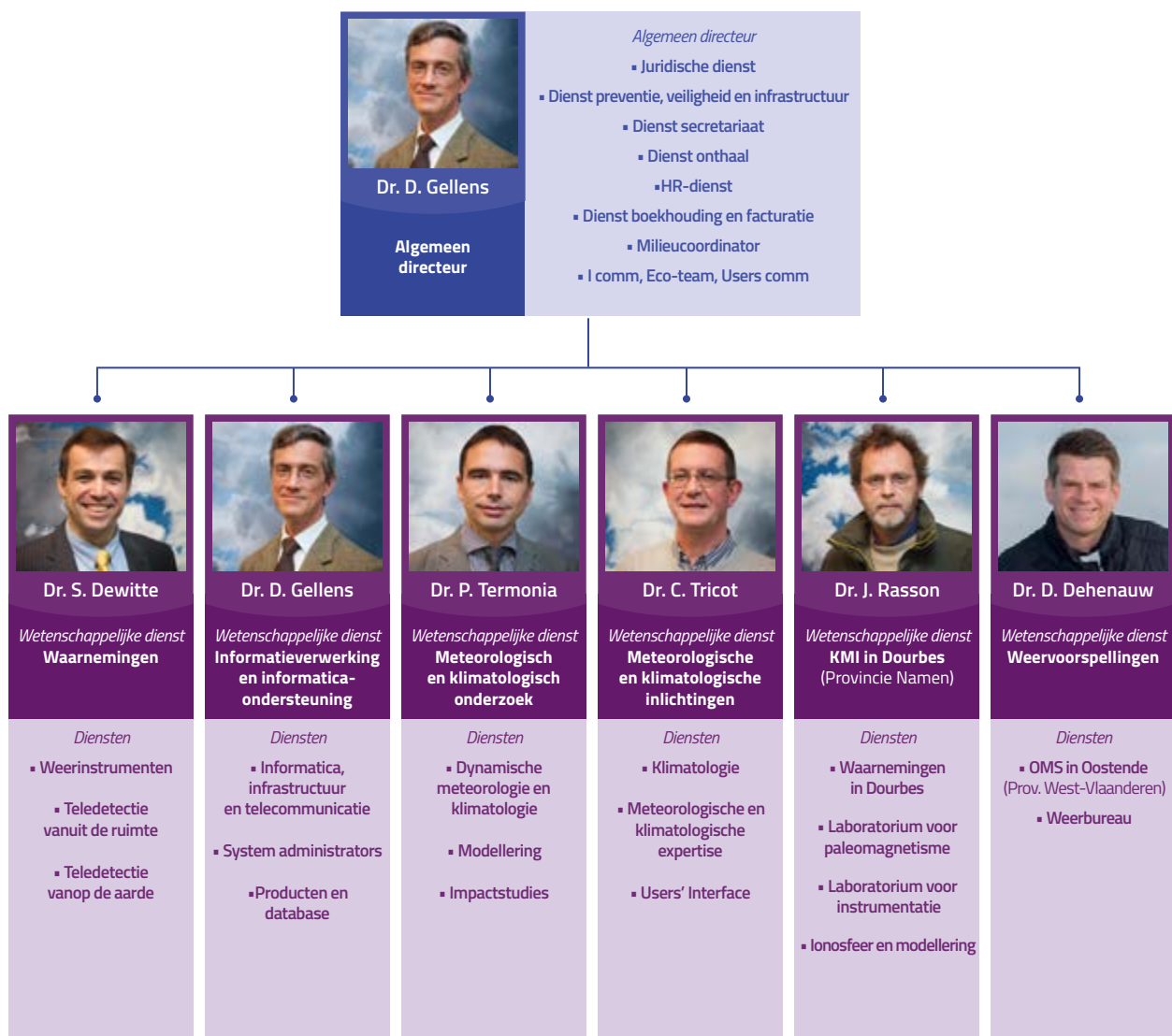
Dit jaarverslag laat u kennis maken met onze prestaties van 2018 waarop het KMI met trots terugblijkt, met de stand van zaken over lopende projecten en met de lancering van nieuwe initiatieven op nationaal en internationaal niveau.

Ik wens u alvast veel leesplezier.





1. STRUCTUUR VAN HET KMI



2° Het leven op het KMI

BEHEERSORGANEN

WETENSCHAPPELIJKE RAAD

- President:



Prof. Dr J. Cornelis

- Hoofd van de Instelling:
Dr. D. Gellens
- Leden van het wetenschappelijk leidinggevend personeel van de instelling
Dr. J. Rasson
Dr. C. Tricot
Dr. P. Termonia
Dr. S. Dewitte
Dr. H. De Backer
- Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten de instelling
Prof. Dr. J-P. Van Ypersele
Prof. Dr. H. Dejonghe
Prof. Dr. Ch. De Mol
Prof. Dr. Ch. Maes

BEHEERSCOMMISSIE

- Stemgerechtigde leden

Monsieur F. Monteny, Président
Dr D. Gellens, Vice-Président
Dr R. Van der Linden, Vice-Président
Dr M. De Mazière, Vice-Présidente
Prof. Dr Ch. Bouquegneau
Monsieur E. Moeyaert
Monsieur M. Praet
Monsieur T. Mary

JURY

- President:
Monsieur M. Beumier
- Hoofd van de instelling, dat ambtshalve lid is
Dr. D. Gellens
- Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten de instelling:
Prof. Dr H. Goose
Prof. Dr P. De Maeyer



2. HET PERSONEEL

2.1. STEEDS MINDER PERSONEEL OM HET PUBLIEK TE DIENEN

In tegenstelling tot andere federale overheden worden het KMI en andere federale wetenschappelijke instellingen niet louter gefinancierd door een dotatie. Het KMI heeft niet één, maar drie inkomstenbronnen: de dotatie, eigen inkomsten en inkomsten uit zowel nationale als internationale wetenschappelijke projecten.

De eigen inkomsten komen uit dienstverleningen naar overheden, commerciële en niet-commerci-

ële entiteiten. De inkomsten uit (vooral Europese) wetenschappelijke projecten staan jammer genoeg steeds meer onder druk, aangezien we als klein instituut niet altijd de middelen hebben om grotere projecten binnen te halen. Die gaan steeds vaker naar de grotere landen zoals het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Duitsland, ...

De figuur hieronder geeft hierbij ter illustratie een overzicht van het aantal personeelsleden verdeeld over de drie financieringsbronnen voor de afgelopen 10 jaar. Hier kan de effectieve impact van het budget van de dotatie op de personeelsdaling gezien worden.



Het globale personeelsbestand is sinds 2009 met iets meer dan 10% gedaald. Dit lijkt nog redelijk, maar als we kijken naar de daling van het personeelsbestand op de dotatie, valt daar een daling van bijna 22% te noteren. Het personeelsbestand over de laatste 10 jaar, gerealiseerd met de niet-dotatie inkomsten, is gestegen met 15%. Maar zoals hierboven omschreven, is deze inkomstenstroom variabel en enkel geldig voor de korte termijn. Bovendien verwachten we naar de toekomst toe een negatieve trend voor de niet-dotatie inkomsten.

Het KMI beschikt proportioneel steeds minder over middelen komende van de dotatie en heeft dit tot op heden kunnen opvangen met haar eigen niet-recurrente financieringsmechanisme. Door de verplichte invoering van het systeem van gratis open data, zal het KMI minder inkomsten verkrijgen uit de verkoop van producten. Doordat het daarnaast ook steeds moeilijker zal worden om gefinancierde projecten binnen te halen, zullen we in de nabije toekomst meer en meer afhangen van de dotatie (die dan niet toereikend zal zijn).

2° Het leven op het KMI

Tot slot wordt het KMI ook geconfronteerd met de problematiek van trage personeelsvervangings. Dit is het gevolg van de zware personeelsplanningsprocessen en het verplicht aanspreken van het wervingskanaal via Selor bij de aanwerving van niet-wetenschappelijk personeel.



Veerle De Bock

3. MEDEWERKERS IN DE VERF

3.1. PRIJZEN

Pieter de Meutter van het KMI/SCK-CEN/Universiteit Gent wint internationale prijs

In de context rond nucleaire veiligheid heeft het KMI deelgenomen aan de NERIS (European Nuclear and radiological Emergency management and Rehabilitation strategies Information web Site) workshop, die dit jaar voor de vierde keer werd georganiseerd. De workshop vond plaats in Dublin (Ierland) en werd georganiseerd door het Ierse Environmental Protection Agency (EPA). Deze workshop heeft als doel om de verschillende wetenschappelijke experts die nauw betrokken zijn bij het nucleair en radiologisch Europees noodplan bij elkaar te brengen en expertise te delen omtrent de meest recente ontwikkelingen binnen dit onderzoeksgebied.

Dit jaar werd ook voor het eerst een "Young Scientist award" uitgereikt. Deze werd gewonnen door Dr. Pieter De Meutter voor zijn presentatie met als titel: "Source localisation of the Ru-106 detected in autumn 2017". De resultaten van dit onderzoek werden reeds op onze website gedeeld in december 2017 met als titel: SCK-CEN en het KMI publiceren een analyse over de aanwezigheid van radioactief ruthenium-106.



Pieter De Meutter neemt de prijs in ontvangst van Dr. Wolfgang Raskob (KIT, rechts op de foto) en Dr. Thierry Schneider (CEPN, links op de foto)

Het resultaat zet de positieve samenwerking tussen het KMI en het StudieCentrum voor Kernenergie (SCK) in de verf en benadrukt tegelijk dat het onderzoek rond bronbepaling van radioactieve stoffen door de wetenschappelijke gemeenschap erkend wordt als "state-of-the-art". Proficiat Pieter!



Dr. Tobias Verhulst wint prestigieuze COSPAR-prijs

Het Internationaal Comité voor Ruimteonderzoek, COSPAR (Committee on Space Research) reikte een prestigieuze prijs uit aan onze collega Dr. Tobias Verhulst van het Geofysisch Centrum te Dourbes, voor zijn publicatie met als titel "High-resolution ionospheric observations and modeling over Belgium during the solar eclipse of 20 March 2015 including first results of ionospheric tilt and plasma drift measurements".

Dit artikel werd gepubliceerd in *Advances in Space Research* (Vol.57, No.11, pp.2407-2419), het officiële wetenschappelijke tijdschrift van COSPAR, dat alle aspecten van ruimteonderzoek bestrijkt, inclusief studies van het aardoppervlak vanuit de ruimte, meteorologie, klimaat, planeten en kleine hemellichamen van het zonnestelsel, hoge atmosferen, ionosferen en magnetosferen van de aarde en andere planeten, ruimtelijk plasma, ruimteweer, observaties van fenomenen in de ruimte, enz.

Deze erkenning werd toegekend op de Algemene Vergadering van COSPAR in Pasadena, Californië, die van 14 tot 22 juli 2018 doorging en werd gepubliceerd in het COSPAR Information Bulletin, *Space Research Today*.



3.2. DOCTORATEN

KMI-medewerkster **Julie Berckmans** behaalde op 22 maart 2018 haar doctoraatstitel aan de Universiteit van Antwerpen. Ze verdedigde met succes haar thesis "Modelling land-atmosphere interactions; Impacts of near future land use and climate change over Western Europe".

Haar onderzoeksproject werd gefinancierd door BELSPO in het kader van het project "MASC, Land Use and Climate interactions", waar onderzoek naar en simulatie van de invloeden van landgebruik op het West-Europees klimaat wordt gedaan. Dr. Berckmans onderzocht in welke mate het operationele weermodel van het KMI (i.e. ALARO-0) het regionale klimaat beter kan weergeven door gebruik te maken van een meer gedetailleerde voorstelling van het landoppervlak. Hier-

voor werd het model «SURFEX» gekoppeld aan het weermodel ALARO-0. De conclusies en resultaten van Dr. Berckmans' werk tonen aan dat ALARO-0, gekoppeld aan SURFEX, inderdaad een meerwaarde geeft voor regionale klimaatmodellering in West-Europa.

Door de gedetailleerde weergave van het landoppervlak op te nemen in de modellen, maakt Dr. Berckmans het mogelijk om op lokale schaal te bekijken hoe de temperatuur en neerslag de komende decennia zullen veranderen. Zij besluit dat de impact van klimaatverandering zich sterker manifesteert in stedelijke gebieden ten opzichte van plattelandsgebieden.

Op 12 oktober 2018 behaalde KMI-medewerkster **Veerle De Bock** haar doctoraatstitel aan de Universiteit Libre de Bruxelles na verdediging van haar thesis 'Analysis and Interpretation of Aerosol Optical Depth values retrieved from a Brewer spectrophotometer at Uccle, Belgium'. Het onderzoek van Veerle bestond uit twee delen. In een eerste deel werd een nieuwe methode ontwikkeld die gebruikt kan worden om de optische dikte van de aerosol kolom af te leiden uit metingen van de Brewer spectrofotometer. Tegelijkertijd werd er een nieuwe methode uitgewerkt om waarnemingen die beïnvloed zijn door wolken, te verwijderen uit de dataset. Dit resulteerde in een tijdreeks van de optische dikte van aerosolen te Ukkel van 2006 tot en met 2015, weergegeven in onderstaande figuur.

In het tweede deel van de thesis werden de langetermijnreeksen van uv-straling, totale zonnestraling, totale ozonkolom en de optische dikte van aerosolen bestudeerd. Zo werd onder meer vastgesteld dat er te Ukkel een toename is in uv-straling, totale zonnestraling en totale ozonkolom, terwijl de optische dikte van aerosolen over dezelfde periode is afgenomen. Er werd ook nagegaan of de veranderingen in uv-straling kunnen verklaard en voorspeld worden aan de hand van de andere drie parameters.

Op 8 november 2018 verdedigde **Pieter De Meutter** met succes zijn proefschrift aan de Universiteit Gent. Zijn doctoraat was in nauwe samenwerking met het KMI en het SCK (StudieCentrum voor Kernenergie).

2° Het leven op het KMI

De titel van zijn thesis luidt: "Uncertainty quantification in long-range Lagrangian atmospheric transport and dispersion modelling".

Het doctoraat handelt over het simuleren van transport en dispersie van radioactieve deeltjes in de atmosfeer over grote afstanden. Zulke modellen worden onder meer gebruikt bij de verificatie van de naleving van het alomvattend kernstopverdrag. De resultaten van het proefschrift zijn ook relevant voor de noodplanning in geval van een nucleair accident, en voor andere onderzoeksdomeinen waarbij gebruik wordt gemaakt van atmosferische transport en dispersiemodellen.

Tijdens het doctoraat werd gekeken naar de onzekerheidsbepaling van atmosferische transport- en dispersiemodellen. Daarvoor werd de ensemble-methode gebruikt: zo'n ensemble bestaat uit verschillende realistische scenario's die de mogelijke verspreiding van deeltjes in de atmosfeer weergeven. De spreiding tussen de verschillende scenario's is dan een maat voor de onzekerheid.

Het eerste deel van de thesis behandelt het transport en de dispersie van radioactief xenon uitgestoten door civiele bronnen, en wat de impact hiervan is op de verificatie van het kernstopverdrag. Het tweede deel van de thesis behandelt indirect modelleren, waarbij informatie over de bron wordt berekend op basis van gemeten concentraties in de lucht. Met deze methode wordt informatie bekomen over de eventuele bron en de vrijgekomen deeltjes.

Op basis van zijn onderzoekswerk op het KMI, behaalde **Edouard Goudenhoofd** zijn doctoraat op 26 januari 2018 bij de KULeuven. De thesis die hij verdedigde had als titel: "Estimation des précipitations à partir des mesures d'un radar météorologique : analyse statistique des orages et des extrêmes de pluie au sol".

De kennis over neerslag is gewoonlijk gebaseerd op metingen van de pluviometers, maar hun ruimtelijke verspreiding kan erg zwak zijn, zeker in de zomer. In dit doctoraat werd het potentieel van een lange reeks metingen van een 3D radar onderzocht. Het was een echte uitdaging om de metingen van de 3D radar (met een resolutie in de grootte-orde van 1km) te bestreden mede door

de talrijke foutenbronnen die gelinkt kunnen zijn aan de radarmetingen en aan de informatietechnieken die nodig zijn voor de behandeling van een groot aantal gegevens.

Een grondige analyse van de kenmerken van onweer boven België heeft toonde aan dat het voorkomen van onweer volgens vaste patronen gebeurt. Zo is bijvoorbeeld de duur van een onweer 1 op de 2 keer korter dan 20 minuten, terwijl het maar 1 op de 10 keer langer dan 40 minuten duurt. Indien we in de hoogte van een onweerswolk geïnteresseerd zijn, merken we dat er 10 keer meer kans dat de wolk een hoogte van 5 km bereikt dan 8 km. Een ander resultaat is dat onweer op een bepaalde plaats gemiddeld 6u per jaar wordt geobserveerd en dat er geen significante ruimtelijke variaties zijn in België.

De hoeveelheid neerslag die de grond bereikt wordt ingeschat aan de hand van een geavanceerde verwerking van de radarmetingen en in combinatie met de pluviometers. De algoritmen konden gecontroleerd worden dankzij de vergelijking met onafhankelijke pluviometrische stations. Tot slot liet het gebruik van een nieuwe regionale aanpak om de extreme neerslag te bestuderen ons toe om langetermijnreeksen van neerslag te reproduceren en om zo ook de onzekerheid ervan te beperken.

Tot de talrijke toepassingen van dit doctoraat behoren o.a. de verificatie van meteorologische modellen, het toezicht op het klimaat en de preventie van overstromingsrisico's.

Wij wensen **Julie, Veerle, Pieter en Edouard** nog veel succes in het uitbouwen van hun wetenschappelijke carrière.



3.3. REALISATIES VAN HET PERSONEEL

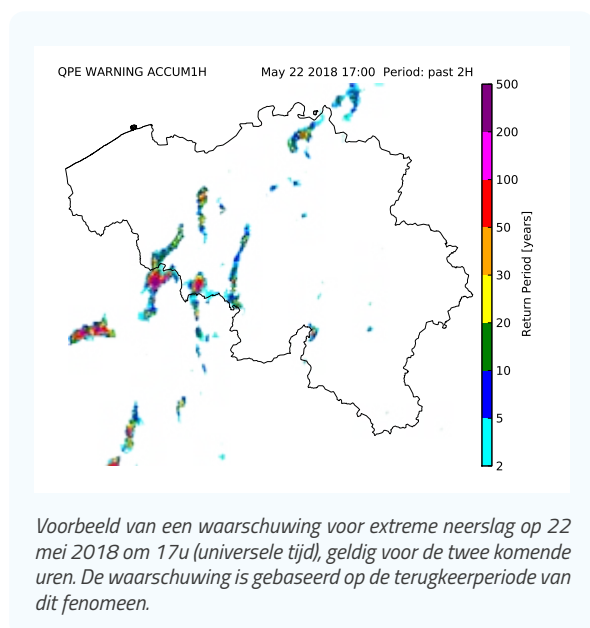
Waarschuwingen voor extreme neerslag op basis van radarwaarnemingen

Een nieuw systeem (RADWARN) werd ontwikkeld om waarschuwingen van extreme neerslag op een schaal van een vierkante kilometer te kunnen leveren. Het systeem gebruikt als input de beste schatting van de neerslag afgeleid van de weerradars en de pluviometers. Om de informatie samen te vatten, worden de meeste intense gevallen die zich in de afgelopen 2 u of 24 u hebben voorgedaan, beschouwd. We bekijken gebeurtenissen van verschillende duur, gaande van 10 minuten voor plotse overstromingen tot 72u voor rivieroverstromingen. Het systeem geeft ook waarschuwingen voor gebeurtenissen die in de komende 2u zullen aflopen. Om dit te kunnen doen, worden geëxtrapoleerde radarbeelden van het nowcastingsysteem INCA-BE gebruikt.

Terwijl de waarschuwingen gewoonlijk gebaseerd zijn op verschillende drempelwaarden, houdt dit nieuw systeem enkel rekening met de frequentie

van de gebeurtenis. Deze wordt gedefinieerd door de periode van terugkeer, de periode gedurende welke de gebeurtenis gemiddeld één keer voorkomt. De terugkeerperioden worden gegeven door een ruimtelijk model van extreme waarden gebaseerd op gegevensreeksen van neerslagmetingen over een periode van 40 jaar. Voor elk punt van België, stellen we de hypothese dat de extreme waarden afhankelijk zijn van de gemiddelde jaarlijkse neerslag. Aangezien deze laatste de neiging heeft om toe te nemen met de hoogte, zal eenzelfde evenement uitzonderlijker zijn aan zee dan in de Ardennen. Naast de gecumuleerde neerslag en de terugkeerperiode die ermee gepaard gaat, wordt ook het tijdstip van het einde van het evenement meegegeven.

De waarschuwingen die uitgegeven worden door het RADWARN systeem zijn nuttig voor de voorspelers voor het opvolgen (in real-time) alsook voor het voorspellen op heel korte termijn van de extreme neerslag. Deze waarschuwingen worden ook naar de regionale overheden doorgestuurd om te helpen bij het overstromingsbeheer.



2° Het leven op het KMI

De grootste pluviometer van België? De gravimeter!

De radar van Wideumont (zie figuur 1) en de supergeleidende gravimeter van Membach (figuur 2) liggen aan de basis van een verrassende studie uitgevoerd in samenwerking met de Koninklijke Sterrenwacht van België. De gravimeter is geïnstalleerd op een diepte van 48m en meet continu de zwaartekrachtvariaties sinds meer dan 23 jaar met behulp van een metalen bol die zweeft in een magnetisch veld.



Figuur 1: De weerradar van Wideumont



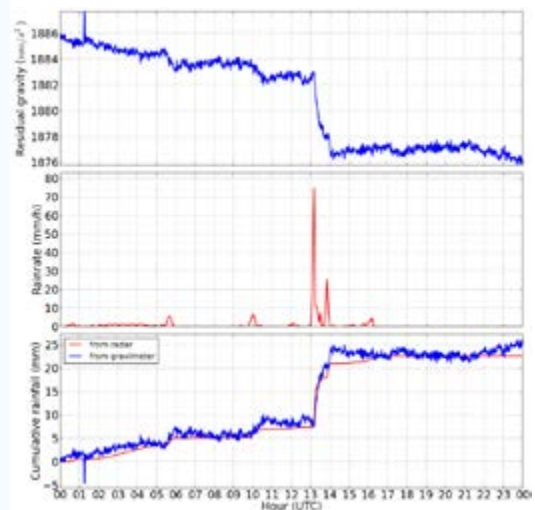
Figuur 2: De supergeleidende gravimeter van Membach. Rechts: Detailtekening van de sensor met de zweevende bol. Foto links: E. Coveliers

Neerslag beïnvloedt het magnetisch veld aangezien deze de verdeling van de massa verandert rond de gravimeter. Het onderzoek dat werd uitgevoerd had als doel het inschatten van de impact van zeer intense neerslag (regen en hagel) die in enkele minuten veroorzaakt wordt door zware onweersbuien. Het is in dit opzicht dat de metingen van de gravimeter met die van de radar werden vergeleken.

Figuur 3 toont de evolutie van de zwaartekracht zoals gemeten door de gravimeter en de intensiteit van de neerslag door de radar op 24 juli 2017. Een zware onweersbui trok over de gravimeter tussen 13u en 14u. De piek van neerslag ging gepaard met een snelle afname van de zwaartekracht. Door neerslag op het oppervlak nam de massa boven de gravimeter toe, waardoor de zwaartekracht afnam.

Meer dan 500 situaties van intense neerslag werden geanalyseerd. De resultaten tonen aan dat de gravimeter waardevol is voor het schatten van cumulatieve neerslag over een groot oppervlak. Inderdaad, als een gigantische regenmeter, registreert de gravimeter de neerslag in een straal van 400m. Dit instrument is daarom een nieuwe bron van interessante in-situ waarnemingen om neerslagwaarnemingen van teledetecterende instrumenten zoals radar- en meteorologische satellieten te valideren.

Referentie: Delobbe, L., Watlet, A., Wilfert, S., Van Camp, M., Exploring the use of underground gravity monitoring to evaluate radar estimates of heavy rainfall, *Hydrology and Earth System Sciences* vol. 23 pp. 93-105 (2019). 10.5194/hess-23-93-2019.



Figuur 3: Verloop van de zwaartekracht gemeten in Membach (bovenaan). Gemeten neerslagintensiteit op deze locatie met de weerradar (midden). Geaccumuleerde neerslaghoeveelheid (onderaan) gemeten door gravimeter (blauw) en radar (rood). Hoewel het meetprincipe van beide instrumenten totaal verschillend is, komen de metingen verbazingwekkend goed overeen.



De automatische stations van het KMI: innovatie waarborgt onze continuïteit

Het netwerk van automatische stations van het KMI geeft essentiële gegevens aan de gebruikers. Of het nu om gegevens voor voorspellingsmodellen of voor klimatologische studies gaat, hun beschikbaarheid en hun kwaliteit blijft van uiterst belang. In de afgelopen jaren werd een renovatie van het netwerk gestart om optimaal tegemoet te komen aan de behoeften van gebruikers en aan de internationale aanbevelingen van het WMO.

Dit jaar werden de stations van Sint-Katelijne-Waver, Buzenol en ons klimatologisch station te Ukkel gerenoveerd. Deze renovaties bieden de mogelijkheid om het beheer van gerenoveerde stations om te schakelen naar onze nieuwe AIS-database (Automatic Instrument System).

Deze database maakt het mogelijk om de wetenschappelijke informatie van de stations te beheren, evenals de technische informatie die snelle interventies in geval van problemen mogelijk maakt. Het maakt het ook mogelijk om informatie te bewaren die nuttig is voor de interpretatie van meteorologische metingen (wat ook metadata wordt genoemd).



Testsite met de verschillende meetstations van het KMI.

Deze metagegevens vormen een belangrijk aandachtspunt van de WMO-aanbevelingen voor de duurzaamheid van de metingen. In combinatie met een webinterface biedt de database op gebruikersvriendelijke wijze informatie die relevant is voor de verschillende gebruikers van de meteorologische metingen van onze automatische stations en wordt het beheer van de apparatuur voor de verschillende actoren van het meetnet gecentraliseerd.

Dit operationele aspect wordt ondersteund door meer specifieke projecten om toekomstige netwerkontwikkelingen te evalueren. In deze context werd een nieuw type thermometrische hut vergeleken met onze standaard hut. Er werd ook een studie uitgevoerd voor de ontwikkeling van een prototype van een datalogger op basis van goedkope consumentenelektronica. De resultaten van deze projecten werden gepresenteerd op internationale conferenties.

2° Het leven op het KMI

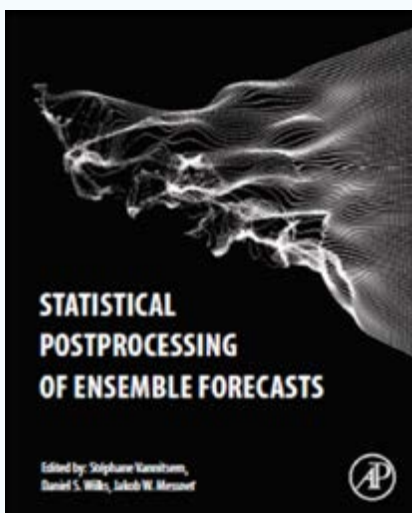
Publicatie van een boek over de nabehandeling (post-treatment) van probabilistische voorspellingen

De kwaliteit van een voorspelling daalt naarmate men verder gaat in de tijd. Dit fenomeen wordt gelinkt aan het voorkomen van fouten op de initiële condities van de atmosfeer die door het model gebruikt werden, alsook aan de onzekerheden in de beschrijving van de vergelijkingen van de evolutie van de atmosfeer. Deze twee soorten fouten groeien met de tijd door de natuurlijke instabiliteit van de oplossingen voor de vergelijkingen van de evolutie van de atmosfeer.

Om rekening te houden met deze geleidelijke daling in kwaliteit van de weersvoorspellingen en om de mate van onzekerheid te bepalen die door deze natuurlijke instabiliteit wordt veroorzaakt, is het maken van verschillende prognoses tegelijkertijd een algemeen aanvaarde aanpak. Deze prognoses gaan dan uit van enigszins verschillende beginvoorwaarden en er worden willekeurige wijzigingen in de evolutievergelijkingen aangebracht om rekening te houden met de onzekerheden met betrekking tot modellering. Deze benadering wordt voorspelling van ensembles genoemd en biedt probabilistische voorspellingen van de evolutie van gebruikelijke variabelen zoals temperatuur of neerslag op een bepaalde locatie.

Maar de ervaring leert ons echter dat de omvang van de onzekerheid die door de ensembleprognose wordt gegeven over het algemeen te klein is, dit wordt een 'sub-dispersive set' genoemd. Om dit probleem te verhelpen, hebben meteorologen in de afgelopen twintig jaar statistische technieken ontwikkeld voor het corrigeren van het ensemble of probabilistische voorspellingen. Deze statistische nabewerkings-technieken zijn absoluut noodzakelijk en het aantal momenteel voorgestelde benaderingen explodeert, met toenemende belangstelling van verschillende wetenschappelijke gemeenschappen met betrekking tot weersvoorspelling, klimaatvoorspelling en de toepassingen die daaruit vloeien.

Deze bevindingen hebben geleid tot het publiceren van een boek over deze technieken dankzij een samenwerking tussen Professor Dan S. Wilks van de Cornell University in de Verenigde Staten, Dr. JW Messner van de Technische Universiteit van Denemarken en Dr. Stéphane Vannitsem van de Koninklijk Meteorologisch Instituut. Dit boek, gepubliceerd in 2018 bij Elsevier, draagt de titel «Statistical Postprocessing of Ensemble Forecast» en bevat elf hoofdstukken geschreven door wereldberoemde onderzoekers op dit gebied.



Boekomslag van het boek « Statistical Postprocessing of Ensemble Forecasts », geschreven door S. Vannitsem, D. S. Wilks en J. W. Messner, Elsevier, 346 pp. ISBN: 978-0-12-812372-0, 2018.



Reconstructies van homogene lange klimatologische reeksen

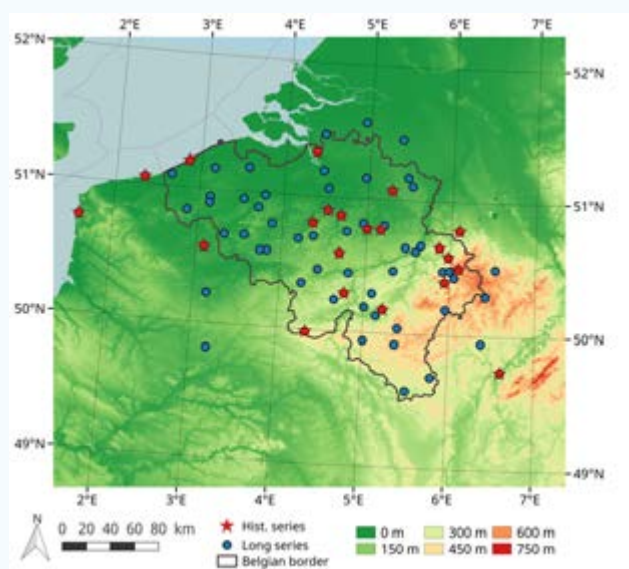
Om de evolutie van het klimaat te kunnen onderzoeken op basis van meteorologische waarnemingen is het noodzakelijk om over langetermijnreeksen te beschikken waarvan de waarden homogeen zijn. Het gebruik van metingen van instrumenten levert niettemin een aantal specifieke problemen op. Ten eerste kan een reeks waarnemingen foutieve waarden bevatten. Daarnaast kunnen de meetomstandigheden waarin de meteorologische gegevens worden verzameld in de loop van de tijd zijn veranderd, wat kan leiden tot kunstmatige wijzigingen in de reeks metingen.

Een set van lange temperatuur- en neerslagreeksen over heel België werd gevalideerd en gehomogeniseerd aan de hand van enerzijds de moderne technieken van kwaliteitscontrole van de gegevens en anderzijds de meest recente methodes van homogenisatie. Aangezien het aantal stations in het Belgisch

klimatologisch netwerk dat over een continue én lange reeks beschikt beperkt is, werden de lange gegevensreeksen opgemaakt volgens zeer strikte criteria op basis van verschillende stations die zich in elkaars buurt bevinden.

Uiteindelijk konden 61 temperatuursreeksen gevalideerd en gehomogeniseerd worden op maandelijkse en dagelijkse basis voor de periode 1954-2015. Hiertoe behoren 16 historische reeksen die starten voor 1931 en 8 reeksen daarvan bestrijken zelfs de periode 1880-2015. Figuur 1 illustreert de geografische verdeling van de beschikbare temperatuursreeksen.

Voor de neerslag (dagelijks totaal) werden 149 reeksen gemaakt voor de periode 1951-2015, evenals 23 honderdjarige reeksen. Deze nieuwe referentiereeksen zullen het mogelijk maken om de evolutie van het klimaat in België te bestuderen, zowel op nationaal als regionaal niveau.



Figuur 1: Verdeling van de lange temperatuursreeksen die in België beschikbaar zijn. De buitenlandse reeksen die tijdens het homogenisatieproces werden gebruikt staan eveneens aangeduid.

2° Het leven op het KMI

Digitalisering van het wetenschappelijk erfgoed van het KMI

Het KMI is de afgelopen jaren begonnen met het digitaliseren van haar wetenschappelijk erfgoed dat tot nu toe alleen beschikbaar was in handschrift of gedrukte vorm. Dit werd mogelijk gemaakt dankzij de steun van het digitaliseringsprogramma van het wetenschappelijk en cultureel erfgoed van federale wetenschappelijke instellingen dat sinds 2014 door BELSPO werd opgezet. Het DIGIT-03-luik van dit programma werd eind 2018 afgesloten en werd opgevolgd door een nieuw luik (DIGIT-04).

Tot nu toe werden een twintigtal collecties, die beschikbaar zijn in de archieven van het KMI, gedigitaliseerd. Deze omvatten de wetenschappelijke artikels van onze onderzoekers die in de loop der jaren werden gepubliceerd, waarvan de oudste dateren uit de jaren 1920. Handgeschreven gegevens werden

ook gedigitaliseerd, zoals bijvoorbeeld waarnemingsoverzichten van het weerstation te Ukkel sinds het einde van de 19e eeuw of die van de stations van het Belgische klimatologisch netwerk tussen 1881 en 1900. Een voorbeeld hiervan zijn de synoptische weerkaarten en voorspellingsbulletins van de periode 1952 tot 2004.

Deze digitalisering zorgt er in de eerste plaats voor dat wetenschappelijke documenten die vaak origineel en waardevol zijn bewaard kunnen worden. Het geeft medewerkers ook een gemakkelijke en directe toegang tot de inhoud van deze documenten, zonder naar de archiefkamers te hoeven gaan. Na de digitalisering zorgt de overdracht van papieren collecties naar het Rijksarchief ook voor betere opslagomstandigheden voor deze collecties en bovendien ook voor een ruimtebesparing op het KMI. Ten slotte zal er ook gekeken worden naar welke gedigitaliseerde collecties waardevol kunnen zijn voor het publiek.



Eerste publicatie van 1925 in de collectie Mémoires gepubliceerd door het KMI. Dit is de oudste publicatie van het KMI die tot nu toe werd gedigitaliseerd.



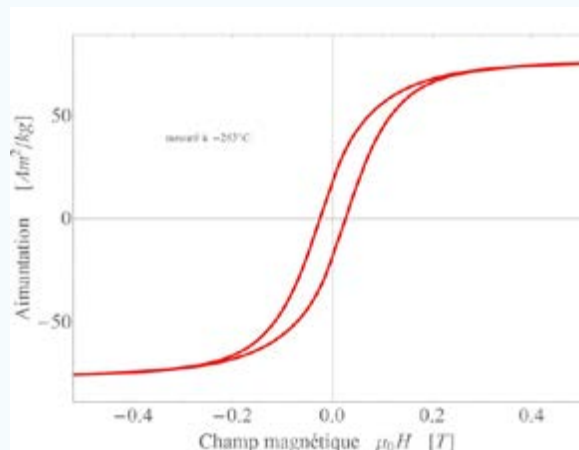
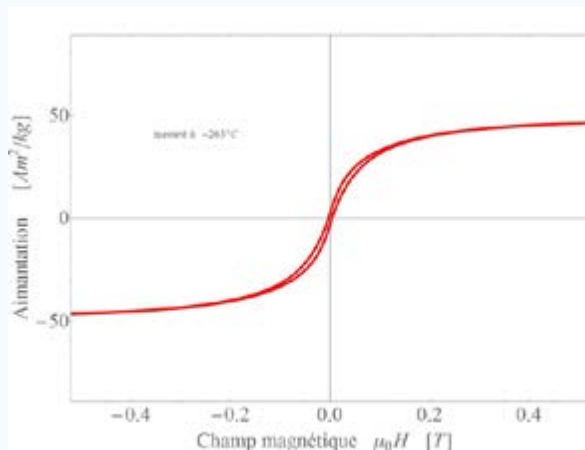
Magnetische nanodeeltjes

Magnetische nanodeeltjes zijn kleine kunstmatige deeltjes die bestaan uit een kristallijne kern, vaak gemaakt van ijzeroxides. De grootte van deze nanodeeltjes valt in het nanometerbereik, d.w.z. enkele miljardsten van een meter, of met andere woorden, ze zijn ongeveer 600 tot 6000 keer kleiner dan een haar van een volwassen mens. Omdat de kristallijne kernen magnetisch zijn, hebben ze de neiging om aan elkaar te klonteren bij blootstelling aan een magnetisch veld. Om dit samenkleven voor te komen, worden de kristallijne kernen omhuld met chemische verbindingen die tensio-actief of surfactant worden genoemd.

Een van de doelstellingen van het Europese COST netwerkproject RADIOMAG (zie artikel RADIOMAG op pagina 51) was om de magnetische eigenschappen van nanodeeltjes in afhankelijkheid van het gebruikte surfactant te onderzoeken. Een doctorandus van de Universiteit van Bialystok (Polen) bezocht het Laboratorium voor Omgevingsmagnetisme van het KMI om de magnetische eigenschappen van op voorhand bereidenanopartikels van ijzeroxide te meten.

In één van de experimenten werd een verschillende concentratie van dezelfde surfactant toegevoegd tijdens de fabricatie van de nanodeeltjes. De foto's gemaakt met een elektronenmicroscopie tonen aan dat de deeltjes in staal B, waaraan tweemaal meer surfactant werd toegevoegd in vergelijking met staal A, veel kleiner zijn. De magnetische eigenschappen zouden ook anders moeten zijn vanwege de verschillende korrelgrootte. Dit werd bevestigd door de meting van magnetische hysteresis bij $-263\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Samengevat, een verhoogde concentratie van surfactant verhoogt niet de laagdikte rond elk deeltje, maar resulteert in de vorming van kleinere deeltjes. De concentratie van het surfactant kan dus worden gebruikt als parameter die de grootte van de magnetische nanodeeltjes controleert om te voldoen aan de specifieke vereisten voor hun uiteindelijke toepassing.







1. OVERZICHT WEERBUREAU 2018

1.1. DE KWALITEITSCONTROLE VAN ONZE WAARSCHUWINGEN

Eén van de taken van het weerbureau van het KMI is het verspreiden van waarschuwingen voor meteorologische fenomenen zoals onweer, wind, regen, gladheid en mist. Op basis van de interpretatie van verschillende weermodellen en onderling overleg wordt besloten om al dan niet een waarschuwing uit te geven. Indien een waarschuwing wordt uitgegeven, zal aan de hand van een tabel met criteria, besloten worden over een waarschuwningsniveau (geel, oranje of rood), een timing en de locatie (provincies). Om de kwaliteit van onze waarschuwingen te monitoren, en verbeteren waar nodig, hanteren we een aantal methoden.

Allereerst wordt er door de meteorologen van dienst een eerste indicatie gegeven. Net na het aflopen van de waarschuwing wordt een kort verslag geschreven met daarin allerhande observaties (radar, satelliet, BELLS (Belgian Lightning Location System) bliksemdetectiesysteem, ...) en de output van de weermodellen ter motivatie van de waarschuwing. Er wordt gekeken of een waarschuwing al dan niet terecht lijkt (op basis van eerste observaties) en of er eventueel een verkeerde inschatting gemaakt is (bijvoorbeeld van de intensiteit, de timing of de locatie).

Daarna worden de waarschuwingen op bepaalde tijdstippen grondiger geanalyseerd op basis van waarnemingen van de radar, synoptische stations, automatische weerstations en het BELLS bliksemdetectiesysteem. Ook een inspectie van schadegevallen gemeld door de pers wordt meegenomen in de analyse.

Het resultaat zijn statistische scores per fenomeen en per niveau (geel, oranje of rood). Het is de bedoeling dat deze resultaten ons helpen in het beoordelen en eventueel bijsturen van onze waarschuwingen om het aantal valse alarmen en missers te reduceren.

1.2. WAARSCHUWINGEN TRANSPARANT

Het KMI geeft, indien aan de criteria ervoor voldaan wordt, meerdere malen per dag algemene waarschuwingen uit voor gevaarlijke regen, wind, onweer, stormtij en gladheid, per Belgische provincie en geldig voor een bepaalde tijdsspanne, volgens algemene principes. Code groen geeft geen aanleiding tot het uitgeven van een waarschuwing. Code geel kan maximaal 48 uur voordat (en soms korter, afhankelijk van de onzekerheid) het weerfenomeen optreedt, worden uitgegeven. Het is dan minstens 65% zeker dat aan de criteria voldaan wordt. Code oranje kan maximaal 24 uur van tevoren (en soms korter, afhankelijk van de onzekerheid) worden uitgegeven als er minstens 65% kans is dat aan de criteria ervoor wordt voldaan. Wees voorbereid en volg de raadgevingen van de bevoegde overheid op. Code rood wordt op zijn vroegst 12 uur vooraf (en soms korter, afhankelijk van de onzekerheid) uitgegeven als er minstens 65% kans is dat aan de criteria ervoor voldaan is. Onderneem actie om uzelf, anderen en indien mogelijk uw bezittingen in veiligheid te brengen en volg de raadgevingen van de overheid strikt op.

De verwachte kans op het bereiken van de drempelwaarden moet dus minstens 65% zijn over een gebied dat minstens een kwart van een provincie bedekt en bepaalt de overeenstemmende kleurcode. Indien de kans lager ingeschat wordt over minstens zo'n gebied, wordt een lagere kleurcode gegeven (rood->oranje, oranje->geel, geel->groen). In de praktijk zal het KMI dus vaak een lagere code geven 48/24u voorafgaand aan het fenomeen dan 24/12u vooraf. Een aantal fenomenen zijn soms zeer lokaal en daardoor nauwelijks correct in te schatten. Daarom zijn ze niet bepalend voor de keuze van de kleurcode van de waarschuwing.

Met betrekking tot de hitte en koude-waarschuwingen wordt erop gewezen dat deze niet noodzakelijk overeenstemmen met de begrippen koudegolf en hittegolf, die over een langere periode gaan, terwijl er kan gewaarschuwd worden voor een intense maar kortdurende koude- of hitteperiode. Bovendien hebben de criteria van een hittegolf enkel betrek-

king op de maximumtemperaturen, terwijl bij een hittewaarschuwing de minima ook in rekening worden gebracht, omdat blijkt dat hoge minima mee het verhoogde sterftecijfer (zeker bij oudere personen) verklaren.

Het KMI geeft ook een waarschuwing voor CO-intoxicatie uit (zonder kleurcode) wanneer de weersomstandigheden (een grote temperatuursinversie bij kalm weer) een normale afvoer van verbrandingsgassen van verwarmingsinstallaties belemmeren. Dit hangt uiteraard af van onder andere het verbrandingstoestel zelf en de ruimte waarin het zich bevindt.

Hoewel er dikwijls een verband is tussen zwaar weer en schade of overlast, merken we op dat het KMI het weer voorspelt, niet de aard en de omvang van de overlast of de schade, die soms ook het gevolg is van plaatselijke factoren waar we geen weet van hebben of die niet tot ons kennisdomein of tot onze federale bevoegdheid behoren (zoals bijvoorbeeld de lokale waterhuishouding bij veel regen die mee bepaalt of het tot wateroverlast komt, de toestand van gebouwen m.b.t. hun gedrag bij hevige wind of blikseminslagen, of er al dan niet gestrooid is op bepaalde wegen, fiets- of voetpaden,...). De impact kan vaak ook anders ervaren worden per persoon, groep, sector of bedrijf (bv. op festivals, open-lucht evenementen,...).

1.3. SOLAR AUTO (AUSTRALIË EN CHILI)

Op 25 oktober 2018, kwam een Belgische zonnewagen gemaakt door een groep studenten van de KU-Leuven, na vijf dagen racen en met een comfortabele voorsprong op zijn concurrenten, als eerste over de finishlijn van de Carrera Solar Atacama 2018. Deze internationale wedstrijd voor zonnewagens staat bekend als de meest extreme ter wereld. De 2500 kilometer lange rit, in het hart van de Atacama-woestijn in Chili, vormt op verschillende manieren een grote uitdaging.

Naast de felle zon, het woestijnklimaat en de sterke wind, werd het voertuig ook geconfronteerd met extreme hoogteverschillen: het beklimmen van meer dan 3400 meter op één dag is geen sinecure voor een auto die is ontworpen voor de Australische vlakke wegen van de Bridgestone World Solar Challenge 2017, een race waarbij dezelfde auto op plaats drie van de twaalf in zijn categorie werd gerangschikt.

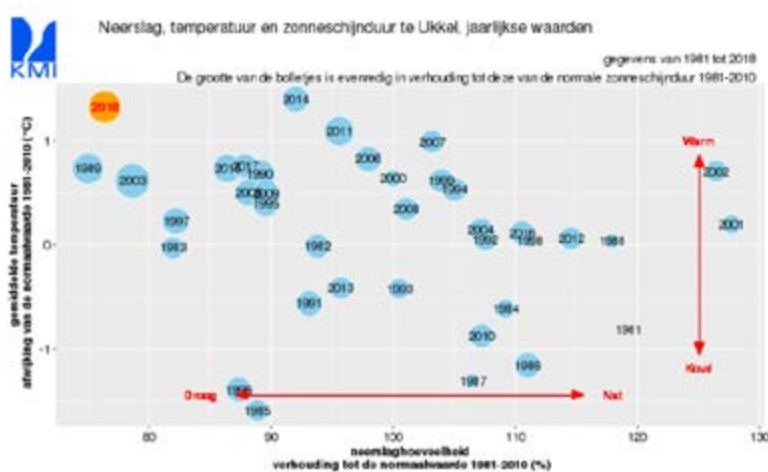
Na hun overwinning in 2018 zullen de studenten van het Punch Powertrain Solar Team binnen de 15 maanden een nieuwe zonneauto moeten ontwerpen en bouwen om deel te nemen aan het volgende Wereldkampioenschap, de Bridgestone World Solar Challenge 2019. Om de strategie te optimaliseren, het is cruciaal om zo precies mogelijk te kunnen anticiperen op de zonnestraling, de temperatuur en luchtdichtheid, de windsnelheid en -richting. Al vele jaren dragen de weersvoorspellingen van het KMI bij aan het succes van het team van de KULeuven, zowel dankzij meteorologische assistentie in de vorm van geautomatiseerde voorspellingen als door menselijke expertise.



2. KLIMATOLOGISCH OVERZICHT VAN 2018

2.1. KLIMATOLOGISCH OVERZICHT VAN 2018

2018 was een uitgesproken warm, droog en zonnig jaar voor Ukkel (zie figuur 1). Het afgelopen jaar werden er verschillende jaarlijkse records gebroken.

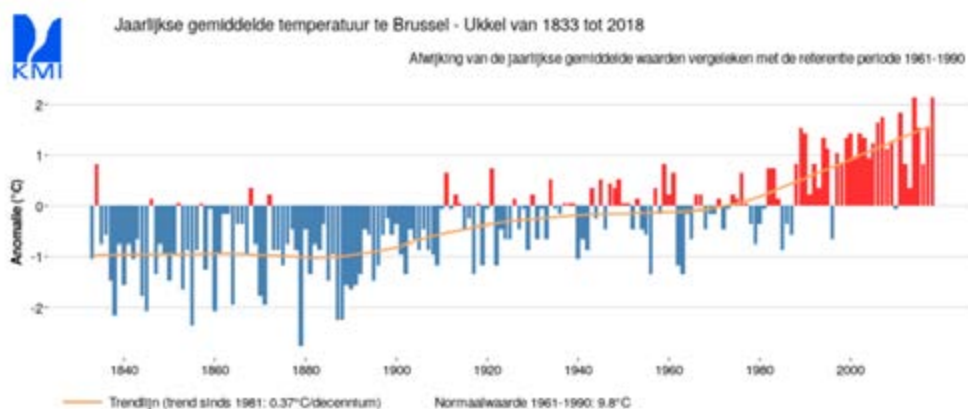


Figuur 1: Positie van het jaar 2018 voor de gemiddelde temperatuur, de neerslaghoeveelheid en de zonneshijnduur (vanaf 1981).

Uitzonderlijk hoge gemiddelde temperaturen

In 2018 bedroeg de gemiddelde temperatuur in Ukkel **11,9°C** (normaal: 10,5°C), een uitzonderlijk hoge waarde en een **evenaring van het record van 2014**

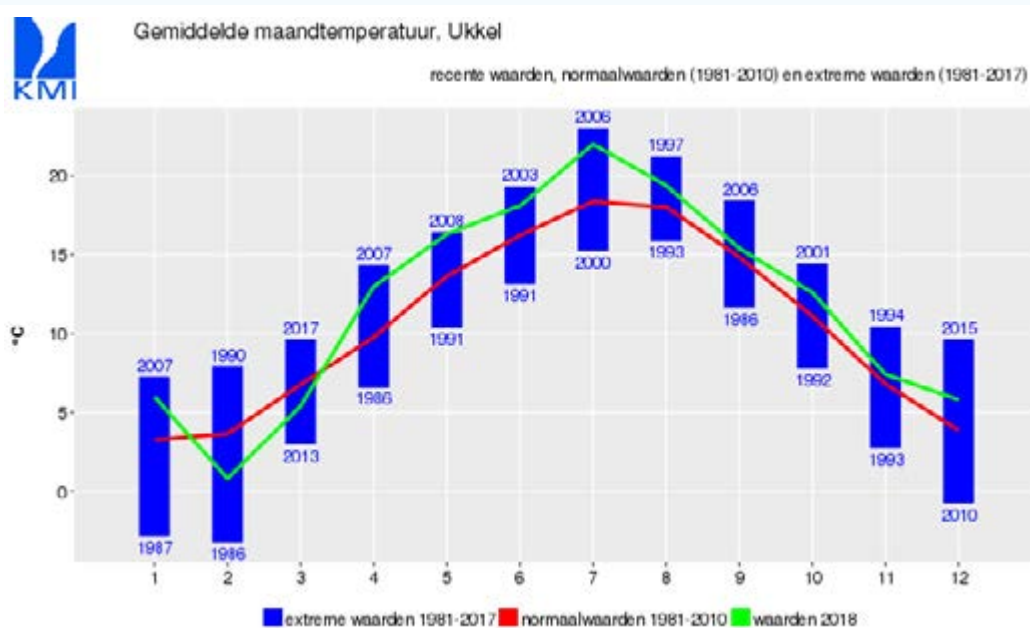
(figuur 2). Volgens de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) was 2018 het op vier na warmste jaar ooit sinds de jaren 1860.



Figuur 2: Afwijkingen van de jaarlijkse gemiddelde temperatuur in Brussel-Ukkel van 1833 tot en met 2018 tegenover de normaalwaarde 1961-1990.

Alhoewel er geen maandrecords sneuvelden, lag de gemiddelde temperatuur de meeste maanden toch hoger dan de normale waarde. Enkel februari was abnormaal kouden maart was kouder dan gemid-

deld, doch nog normaal te noemen (figuur 3). **Er werd wel een seizoenrecord gebroken: de zomer was de warmste sinds het begin van de waarnemingen in 1833.**



Figuur 3: Maandelijkse gemiddelde temperatuur van 2018 tegenover de respectievelijke normale en extreme waarden voor de periode 1981-2010.

De gemiddelde maximumtemperatuur zorgde wel voor een nieuw absoluut record. Met een uitzonderlijk hoge waarde van 16,0°C (norm.: 14,2°C) werd het vorige record van 2011 (15,8°C) gebroken. De gemiddelde minimumtemperatuur was zeer abnormaal hoog met 7,9°C (norm.: 6,9°C). **Twee andere uitzonderlijk hoge waarden:** we registreerden het afgelopen **jaar 132 lentedagen** [max>=20°C], **een nieuw absoluut record sinds 1901** (vorig record: 131 dagen in 1959, norm.: 88,5 dagen, metingen vanaf 1901) en **61 zomerdagen** [max>=25°C], goed voor een tweede plaats na het record van 1947 (66 dagen, norm.: 27,9 dagen, metingen vanaf 1901).

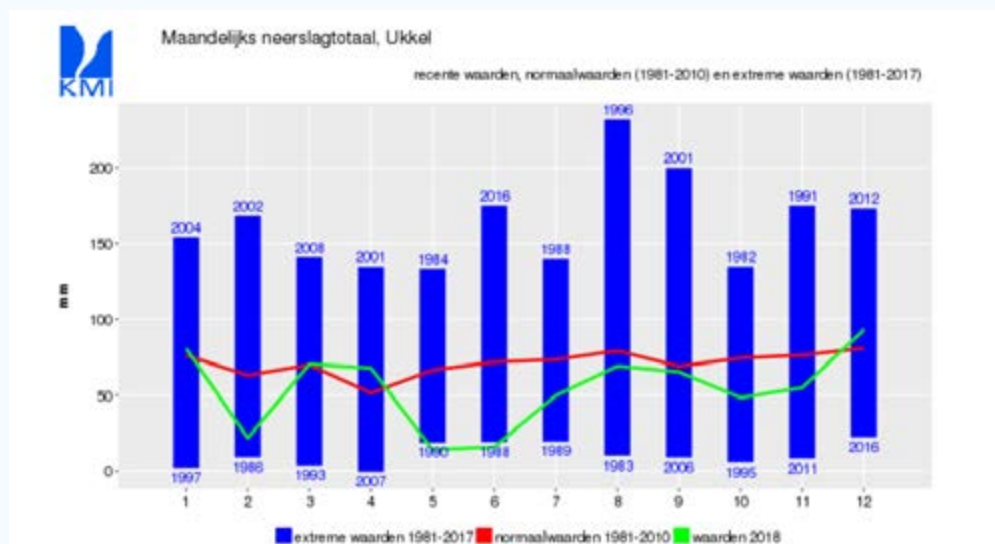
In ons land werd de laagste temperatuur geregistreerd in Neidingen (Sankt Vith). Op 28februari daalde de temperatuur er tot -18,2°C. Het hoogste maximum werd op 27 juli gemeten. In Hechtel-Eksel steeg de temperatuur toen tot 38,8°C, een evenaring van het landelijke record van 2015.



Zeer droog in Ukkel

Er viel in Ukkel in totaal slechts 650,2mm neerslag, ongeveer 25% minder dan normaal (852,4mm) en goed voor een tweede plaats voor de huidige referentieperiode, na 1989 (639,5mm). Wanneer we naar de volledige periode kijken (vanaf 1833), zien we dat 2018 ver achter het record van 1921 (406,4mm) eindigde.

De meeste maanden viel er minder neerslag dan normaal en in mei en juni bereikten we nieuwe droogterecords. Daarnaast was februari abnormaal droog. Alle andere maanden waren normaal te noemen op vlak van neerslaghoeveelheid. Enkel in januari, april en december viel er iets meer neerslag dan normaal (figuur 4).



Figuur 4: Maandelijkse neerslaghoeveelheid van 2018 tegenover de respectievelijke normale en extreme waarden voor de periode 1981-2010.

De totale neerslaghoeveelheid viel op een uitzonderlijk laag aantal dagen, goed voor een nieuw absoluut record (metingen vanaf 1833). In 2018 registreerden we **slechts 142 dagen met neerslag** (norm.: 198,7 dagen) in Ukkel terwijl het vorige record dateerde van 1921 met 153 dagen.

Zeer zonnig in Ukkel

2018 begon op het vlak van zonnenschijnduursomber met een laagterecord in januari. Daarna keerde echter het tij. Nieuwe maandelijkse records van de zonnenschijnduur werden bereikt in februari en oktober. Daarnaast waren ook juli, september en november

zeer abnormaal zonnig en was mei abnormaal zonnig. Dit alles zorgde voor een totale zonnenschijnduur van maar liefst 1898u 37min (normaal: 1544u 35min), **goed voor een tweede plaats in het rijtje van zonnigste jaren (sinds 1981)**.

Het jaar 2018 kende een uitzonderlijk laag aantal dagen met een betrokken hemel (49dagen, normaal 69,9 dagen), meteen goed voor een nieuw absoluut record (metingen vanaf 1931). Enkel in januari en maart lag de maandelijkse waarde net boven zijn respectievelijkenormale en in juli, augustus en september bleef de teller op nul. December kon niet meer voorkomen dat het record werd gebroken (50 dagen in 2014).

Nog enkele opvallende feiten:

- **Twee hittegolven** in juli en begin augustus met slechts 1 dag ertussen (van 13 tot 27 juli en van 29 juli tot 7 augustus).
- **Tussen begin juni en begin augustus kende het hele land extreme droogte.**
- De grootstedagelijksneerslaghoeveelheid in ons land viel op 5 september. Die dag registreerden we in Louveigné (Sprimont) een hoeveelheid van 83,4mm.
- Op 18 maart bereikten we in Ukkel een maximumtemperatuur van slechts $-0,1^{\circ}\text{C}$, de meest laattijdige winterse dag [$\text{max} < 0^{\circ}\text{C}$] sinds het begin van de waarnemingen in 1901 (vorig record: 12 maart in 2013 met $-1,3^{\circ}\text{C}$).
- In mei bedroeg de gemiddelde maximumtemperatuur in Ukkel $21,7^{\circ}\text{C}$, een uitzonderlijk hoge waarde en tevens een nieuw absoluut record (metingen vanaf 1833, vorig record: $21,3^{\circ}\text{C}$ in 1989 en 2008).
- In ons land lagen de **maxima op 26 en 27 juli overal boven 30°C** (tussen $30,5^{\circ}\text{C}$ in Mont-Rigi (Weismes) en $38,8^{\circ}\text{C}$ in Hechtel-Eksel, beiden op de 27^{ste}).
- Op 29 april werd er een tornado geregistreerd in Waulsort (Hastière).

2.2. EEN OPMERKELIJKE DROOGTE IN 2018

Tussen april en november 2018, waren er lage neerslaghoeveelheden in het land. Hogedrukgebieden bevonden zich vaak boven de Atlantische oceaan en strekten zich uit tot in Groot-Brittannië en Scandinavië, terwijl het zuiden en het oosten van Europa maar weinig verschillen in luchtdruk (lage drukgradiënt) kenden. Deze configuratie heeft regelmatig voor de aanvoer van noordelijke en oostelijke continentale droge lucht gezorgd. Ons land verkeerde vaak in een situatie van persistente blokkades, wat de neerslagzones van de Atlantische oceaan verhinderden om tot bij ons te komen.

Tussen twee periodes van blokkades hebben desondanks fronten ons land kunnen bereiken, maar vaak in afgezwakte vorm. Instabiele luchtmassa's verplaatsten zich van het centrum en het zuiden van Europa tot onze noordelijke regio's, wat voor soms hevige, maar zeer lokale onweersbuien heeft gezorgd. Dit was namelijk het geval in mei en begin juni.

Gemiddeld over het ganse land, toonden zowel de maand februari als de periode van mei tot november heel lage neerslaghoeveelheden, beduidend lager dan de normaal (figuur 5). Juli was de droogste maand, met iets minder dan 20% dan de normaal. De maanden februari en juni hebben tekorten van meer dan 50% gekend en die van oktober en november tussen 45% en 50%.

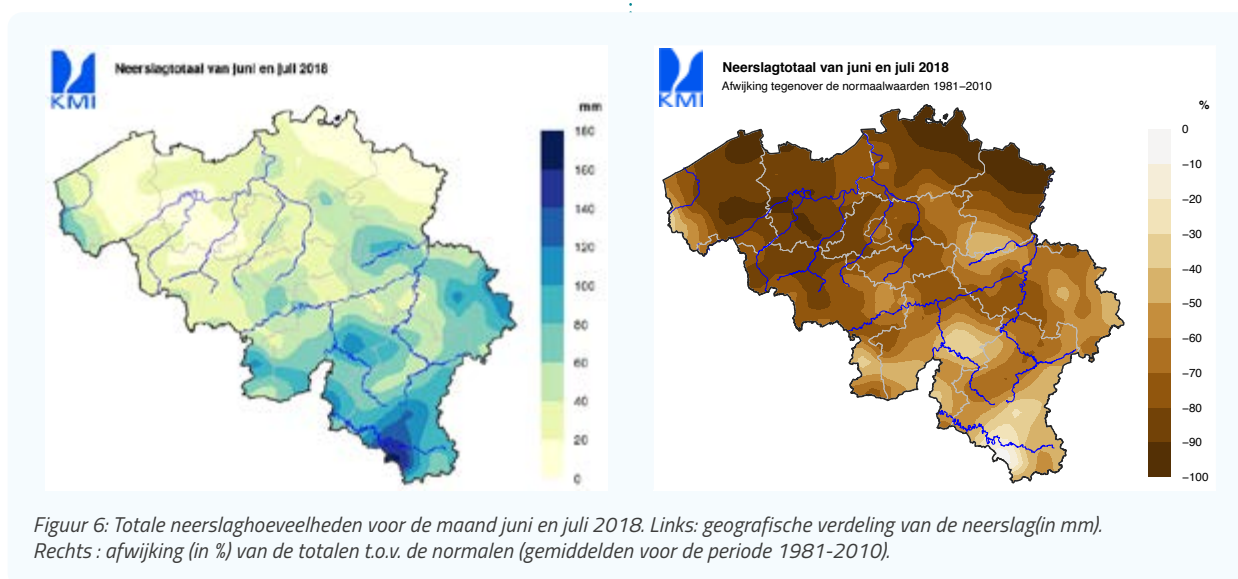


Figuur 5: Evolutie van de gemiddelde neerslaghoeveelheid in het land tussen november 2017 en december 2018. De waarden worden in % afwijking t.o.v. de maandelijkse normalen (periode 1981-2010) uitgedrukt.



Het is vooral tussen het begin van de maand juni en begin augustus dat een opmerkelijke droogte zich in het hele land heeft voorgedaan. De totalen bereiken voor deze twee maanden slechts tussen 10% en 30% van de normalen in het noorden van het land en

tussen 30% en 50% in het zuiden van het land (figuur 6). In een groot deel van deze laatste regio, kende de maand augustus ook een groot tekort in neerslaghoeveelheden.



Deze droogte heeft gevolgen gehad in verschillende sectoren. De overheid heeft een permanente opvolging van de situatie gegarandeerd tijdens de zomer en maatregelen werden getroffen om het effect van de droogte in toom te houden, namelijk voor wateraanvoer en watergebruik.

Door het brandgevaar werd de toegang tot bepaalde natuurgebieden beperkt of zelfs verboden. Bepaalde teelten hebben een belangrijke daling in rendement ondergaan. In deze sector werd deze droogte snel erkend door de overheden als een natuurramp voor alle Vlaamse en Waalse gemeenten, na statistische analyses van het KMI.

De neerslagtekorten hebben ook een impact gehad op de waterhoogte en debieten van rivieren. In Wallonië hadden een lage waterstand vanaf midden-juni, die langzaam gestart was in april en die over het algemeen in december eindigde, met een langzamer herstel in het Scheldebekken dan in het Maasbekken.



1. HET KMI VOERT ONDERZOEK NAAR IMPACTEN VAN KLIMAATVERANDERING

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) bracht in oktober 2018 een belangrijk rapport uit dat de impacten van 1,5°C versus 2°C beschrijft. Het rapport 1,5°C telt 400 pagina's en die meer dan 40000 geschreven commentaar zorgde, is het eindproduct van de samenwerking van 91 auteurs en editeurs-réviseurs en 133 medewerkers uit verschillende 40 landen.

Het is het eerste rapport die onder wetenschappelijk toezicht van drie werkgroepen van het IPCC werd opgesteld. Werkgroep I: fysische principes (oorzaken); Werkgroep II: gevolgen, kwetsbaarheid en adaptatie (aanpassing); Werkgroep III: mitigatie (terugdringen van broeikasgasemissies).

Een paar vragen die het rapport behandelde:

Kunnen we een verschil merken tussen de impact bij een opwarming van 1,5°C of 2°C? Wat zijn de gevolgen voor klimaatadaptatie? Welke beperkingen van de CO₂-uitstoot maakt het mogelijk om onder de 1,5°C te blijven en hoe gaan we praktisch te werk? Wat is de link met duurzaamheid?

Dit rapport zegt dat menselijke activiteiten een opwarming van de aarde van ongeveer 1°C hebben veroorzaakt. Deze opwarming zet zich voort met ongeveer 0,2°C per decennium.

De simulaties van de toekomst gemaakt met behulp van klimatologische modellen tonen dat er beduidende verschillen zijn in de klimatologische regionale kenmerken, onder andere voor de extreme hitte en neerslag, tussen de huidige condities en die bij een opwarming van 1,5°C, en tussen 1,5°C en 2°C.

Onderzoekers van het KMI zijn betrokken in verschillende nationale en internationale projecten waar de impact van klimaatverandering op verschillende extreme weerfenomenen en binnen verschillende domeinen worden onderzocht.

2. GEVOLGEN VAN KLIMAATVERANDERING VOOR LANDBOUW EN BOSBOUW IN CENTRAAL-AZIË: HET AFTER-PROJECT



In 2018 sloegen verschillende instituten uit België, Duitsland, Letland, Rusland en Turkije de handen in elkaar. Dit leidde tot de opstart van het AFTER-project (Impact of climate change and climate extremes on the Agriculture and Forestry in the Europe-Russia-Turkey Region Harvest). In het kader van dit interdisciplinair onderzoeksproject wordt de impact van klimaatverandering en klimaatextremen op landbouw en bosbouw onderzocht over een gebied dat zich uitstrekt over Europa, Rusland en Turkije, zoals weergegeven in figuur 1.

Door middel van klimaatprojecties kan worden nagegaan hoe klimaatverandering verschillende landbouwgewassen en bossen over het Euraziatisch continent heen zal beïnvloeden in de toekomst. Deze informatie is echter schaars voor de bestudeerde regio. Daarom maken wetenschappers van de Universiteit Gent en van het KMI gebruik van het ALARO klimaatmodel van het KMI om op hoge resolutie verschillende klimaatscenario's te berekenen over het CORDEX (COordinated Regional Climate Downscaling Experiment) domein van Centraal-Azië (Figuur 1). Na validatie van het ALARO klimaatmodel, met behulp van observaties uit het desbetreffende studiegebied, zullen onderzoekers van het VITO (Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek) deze klimaatinformatie gebruiken om de gevolgen voor de landbouw en bosbouw in kaart te brengen. Zo worden bijvoorbeeld de kwaliteit en de opbrengst van gewassen beïnvloed door het frequenter voorkomen van droogtes of hevige onweersbuien, veranderingen in het groeiseizoen en dergelijke meer.

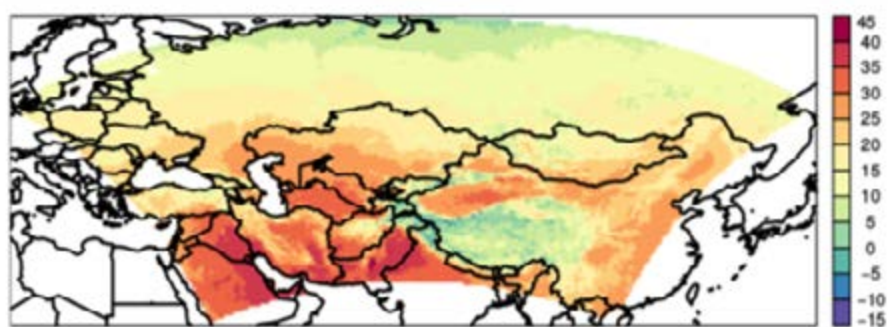
4°

Klimaatverandering

Het is belangrijk om de huidige situatie te vergelijken met mogelijke toekomstscenario's om vervolgens maatregelen te treffen in de landbouw- en bosbouwsector. Daarom wordt ook nauw samengewerkt met

stakeholders uit de regio.

Voor meer informatie:
<https://www.projectafter.net>



Figuur 1: Gemiddelde zomertemperatuur over het studiegebied voor het huidige klimaat zoals berekend met het ALARO klimaatmodel.



Figuur 2: Onderzoekers aanwezig op de AFTER Kick-off meeting te Gent in juni 2018.



3. DE IMPACT VAN KLIMAATVERANDERING OP HITTEGOLVEN EN HET STEDELIJK HITTE-EILAND IN EUROPESE STEDEN: HET URCLIM PROJECT

Om de evolutie van hittegolven en stedelijk hitte-eilandeffect in verschillende Europese steden met de klimaatopwarming te onderzoeken, werd het SURFEX-model gebruikt op het KMI om tot een schaal van 1km resolutie te komen op basis van gegevens van regionale modellen in het kader van het URCLIM-project. Een hittegolf wordt gedefinieerd door FOD Volksgezondheid als een periode van drie opeenvolgende dagen de gemiddelde dagtemperatuur hoger is dan 30 °C en het 's nachts gemiddeld warmer is dan 18 °C.

De grafiek hieronder toont de relatieve verandering in aantal hittegolven zoals voorspeld door het meest pessimistische scenario voor de nabije toekomst (2040-2064 en 2075-2099) ten opzichte van het verleden (1981-2005) voor 3 regio's in Brussel:

- in een landelijke omgeving (Brussegem in het blauw),
- in een buitenwijk (Ukkel in het paars),
- in een stedelijke omgeving (Molenbeek in het rood).

We zien dat het aantal hittegolven toeneemt naarmate de geprojecteerde temperatuur stijgt, indien we ded uitstoot van broeikasgassen niet beperken. Er is een toename van 60% in het centrum van de stad tegen 2060 en tot 200% in 2100.

Het aantal hittegolven in het centrum van de stad zal tegen het eind van de eeuw wel nog steeds hoger zijn dan op het platteland, ondanks de hoge toename.

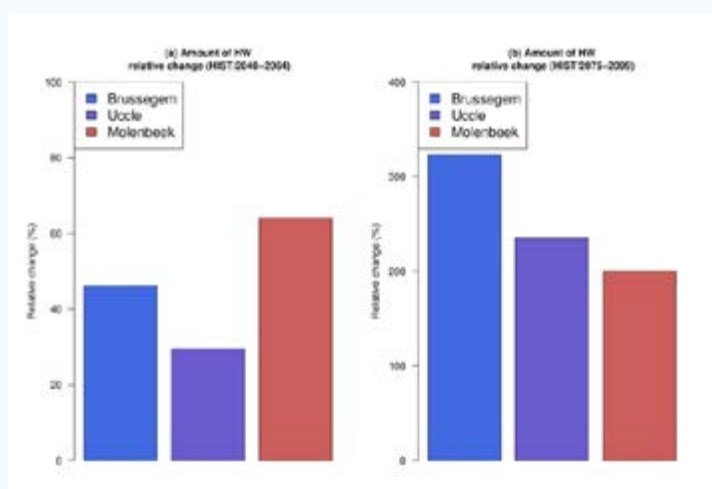
Samengevat voor dit scenario en voor het centrum van Brussel tegen 2100 :

- het aantal hittegolven is verdrievoudigd
- de intensiteit van de hittegolven zal verdubbelen
- de duur van de hittegolven zal toenemen met 50 %

In landelijke gebieden zullen de effecten gemiddeld gezien minder hevig zijn wat betreft de intensiteit en de duur van de hittegolven.

Voor meer informatie:

<http://urclim.prod.lamp.cnrs.fr/a-propos-de>



De relatieve verandering van het aantal hittegolven zoals voorspeld door het meest pessimistische scenario voor de nabije toekomst (2040-2064 en 2075-2099) ten opzichte van het verleden (1981-2005) voor 3 regio's in Brussel: in een landelijke omgeving (Brussegem in het blauw), in een buitenwijk (Ukkel in het paars), in een stedelijke omgeving (Molenbeek in het rood).

4. DE IMPACT VAN KLIMAATVERANDERING OP EXTREME NEERSLAG IN BELGIË: HET CORDEX.BE PROJECT

Om de klimaatverandering voor België te onderzoeken, werden in de context van het CORDEX.be project de regionale klimaatmodellen van het KMI (ALARO-0), van de KULeuven en van de UCL (beide COSMO-CLM) gebruikt met een hoge resolutie van 4 km.

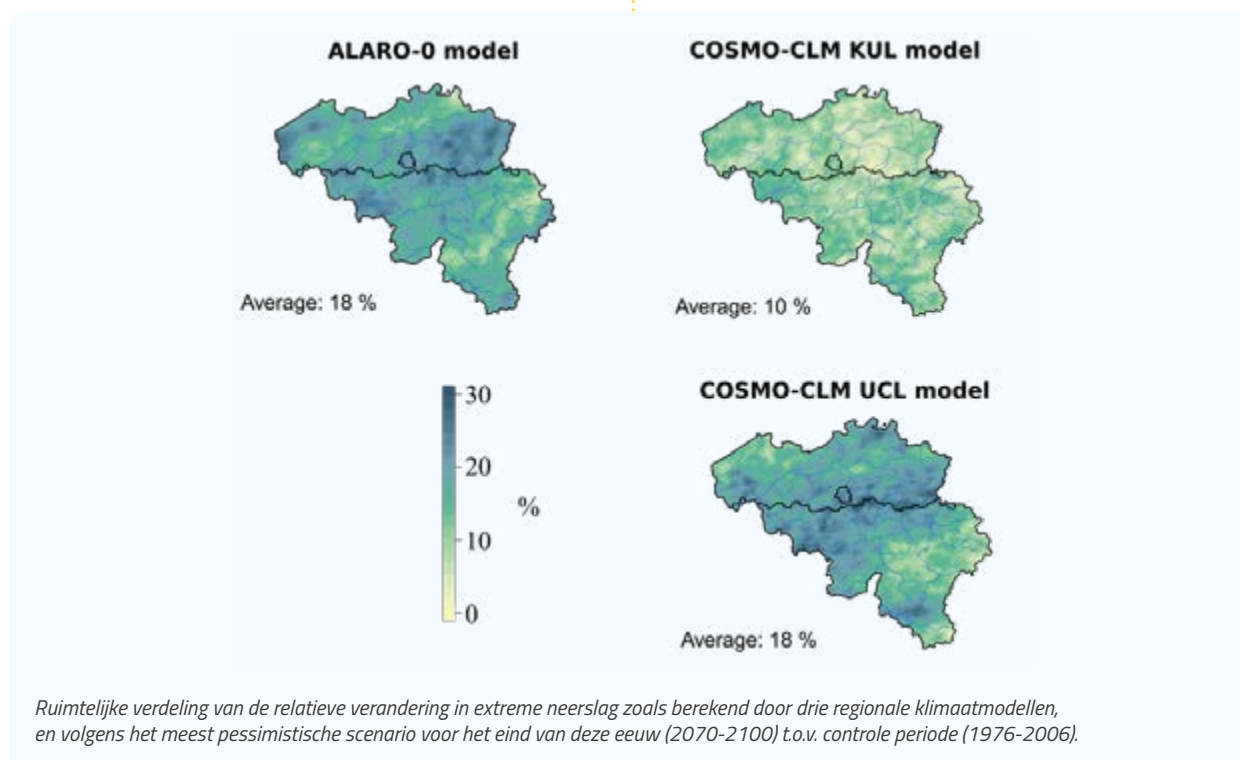
Voor het meest pessimistische scenario tonen de modellen voor België een gemiddelde toename in de temperatuur van 2,6 °C tot 3,5°C tegen 2100. Verder bleek uit de modelresultaten dat ons land voor het eind van deze eeuw nattere winters en warmere, drogere zomers zal ondervinden.

Bovendien kan een warmere atmosfeer meer vocht

bevatten, hetgeen een impact heeft op de neerslagpatronen. Voor het meest pessimistische scenario voorspellen de modellen tonen voor het einde van deze eeuw veranderingen in extreme neerslag waarbij (zie Figuur hieronder):

- De intensiteit van buien die één keer om de 10 jaar voorkomen, kan verdubbelen.
- De hoeveelheid **neerslag in de winter** gemiddeld kan toenemen met 20 procent.
- De hoeveelheid **extreme neerslag** (minimaal 22 mm regen per dag) met meer dan 10 procent toeneemt (zie figuur).

Voor meer informatie:
<http://cordex.meteo.be>.





5. DROOGTE STUDIE IN EUROPA

Droogte is een langdurige periode met een natuurlijk watertekort en wordt wereldwijd beschouwd als een natuurramp met een verregaande impact op ecosystemen en menselijke activiteiten. Minstens 11% van de Europese bevolking en 17% van het grondgebied is getroffen door langdurig watertekort. De totale kost die droogte met zich meebracht in Europa over de afgelopen dertig jaar, wordt geschat op 100 miljard euro. In het bijzonder is de landbouw één van de meest droogtegevoelige sectoren.

De hoeveelheid neerslag over een lange periode (d.w.z. 3 maand, 6 maand of zelfs langer) is de belangrijkste factor die de sterkte van een droogte bepaalt. Daarnaast zijn een hoge zonneshijnduur, veel wind en hoge temperaturen ook bepalend, aangezien er daarbij veel vocht kan verdampen, waardoor het watertekort toeneemt.

Er bestaat geen eenduidige definitie van het begrip droogte. Ruwweg geschat kan men drie types van droogte onderscheiden: meteorologische droogte, hydrologische droogte en landbouwkundige droogte. Meteorologische droogte is het eenvoudigste om te bevatten, en draait enkel over lage neerslagtotalen. Hydrologische droogte heeft betrekking tot waterbevoorrading, waarbij naast neerslag ook verdamping in rekening moet gehouden worden. Landbouwkundige droogte vindt plaats wanneer gewassen schade ondervinden. Voor de vaststelling van een landbouwkundige droogte moet men ook de evapotranspiratie van bepaalde gewassen incalculeren. De evapotranspiratie is immers een maat voor de groei en uiteindelijk dus ook voor de opbrengst.

De sterkte van een droogte wordt gemeten met een droogte indicator. In het kader van het INDECIS-project hebben medewerkers van het KMI bijgedragen in de ontwikkeling van nieuwe droogte indicatoren. In een ruimer kader houdt het INDECIS-project zich bezig met het definiëren en implementeren van sectorgerichte klimaatindicatoren binnen Europa, denk hierbij aan toepassingen voor landbouw- en voedselzekerheid, watervoorziening, rampenrisicovermindering, energie, gezondheid, en toerisme.

Voor meer informatie:
<http://www.indecis.eu>

6. DE IMPACT VAN KLIMAATVERANDERING OP HET STEDELIJK KLIMAAT IN VLAANDEREN: HET VLINDER PROJECT

De temperatuur van het afgelopen zomerseizoen kan als een record beschouwd worden en in onze steden waren de temperaturen voornamelijk tijdens de nacht vaak nog wat hoger. Dit stedelijke hitte-eiland-effect kent verschillende fysische oorzaken (zoals o.a. verharding in de stad, 3D geometrie van de stedelijke omgeving, menselijke activiteiten,...). Het KMI heeft heel wat expertise opgebouwd in het in rekening brengen van deze stedelijke processen in weer- en klimaatmodellen. Door het ALARO weermodel in een hoge resolutie te gebruiken en te koppelen aan het SURFEX schema, dat in detail de



Automatisch weerstation zoals ze geplaatst zullen worden op verschillende locaties verspreid in Vlaanderen.

interactie tussen het oppervlak en de atmosfeer beschrijft, bestuderen KMI-onderzoekers het stedelijk hitte-eiland-effect in onze Belgische steden.

Om zulke modelstudies te valideren is het belangrijk om over betrouwbare observaties te beschikken. Metingen in stedelijke omgevingen, en meer algemeen niet-landelijk omgevingen, zijn echter zeldzaam. Om hieraan tegemoet te komen werd in 2018 het VLINDER (Vlaanderen IN DE weer) project opgestart dat gefinancierd wordt door het Vlaamse Departement EWI (Economie-Wetenschappen-Innovatie). Het project, dat geleid wordt door de UGent en waarvan het KMI partner is, doet beroep op secundaire scholen om in Vlaanderen en Brussel metingen te doen in zo divers mogelijke omgevingen. Concreet zullen 50 automatische weerstations geplaatst worden in steden, bossen, duinen, industriegebieden,... De meteorologische data zullen geraadpleegd kunnen worden via het WOW-BE (Weather Observations Website – België) platform van het KMI. Het KMI zal als partner de data kunnen gebruiken om hoge-resolutie modelberekeningen te valideren. De bekomen data bieden ook de kans om na te gaan in hoeverre data die niet voldoen aan de officiële WMO standaarden kunnen gebruikt worden in numerieke weermodellering.

Voor meer informatie:
www.vlinder.ugent.be

7. HET KMI NEEMT DEEL AAN TWEE BELGISCHE PROJECTEN OM MODELLEN TE ONTWIKKELEN VOOR DE PLANNING VAN EEN EFFICIËNTE EN HERNIEUWBARE ENERGIE-TOEKOMST VOOR BELGIË

Het Energietransitiefonds zal, op aanbeveling van Minister voor Energie, Milieu en Duurzame Ontwikkeling Marghem en de Ministerraad, een aantal wetenschappelijke projecten financieren om modellen te ontwikkelen die zullen toelaten om het Belgische energiebeleid uit te stippelen voor de komende decennia.

Het KMI zal bijdragen tot het BREGILAB project en het EPOC 2030-2050 project. Die projecten zullen de bestaande wetenschappelijke expertise omtrent hernieuwbare energie van een 14-tal wetenschappelijke instellingen in België bundelen en zullen gecoördineerd worden door Energyville.

De projecten zullen alle aspecten van de energieproductie in rekening brengen, gaande van kostenefficiënte manieren om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen tot de garantie van een constante energielevering met oplossingen die de energierekeningen van de gebruikers onder controle zullen houden. Daarbij worden scenario's van toekomstige technologische ontwikkelingen uitgewerkt, zoals onder andere de evolutie van energieopslag in batterijen.

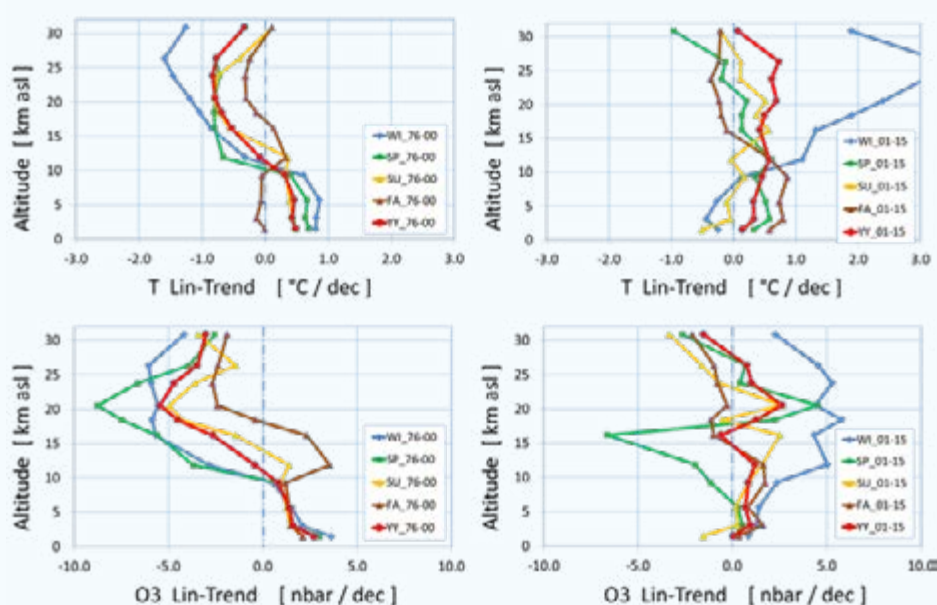
Het KMI zal de klimatologische expertise leveren die noodzakelijk is om een optimale beslissing te kunnen nemen inzake duurzame ontwikkeling. Deze bijdrage sluit nauw aan bij het milieubeleid en het managementsysteem van het KMI.



8. IS DE LAGERE STRATOSFEER AAN HET OPWARMEN NA DECENNIA VAN AFKOELING?

Radiosonddemetingen met weerballonnen en satellietwaarnemingen tonen aan dat sinds het midden van de vorige eeuw, de onderste luchtlagen ("troposfeer") opwarmen en de bovenste luchtlagen ("stratosfeer", hoger dan ongeveer 10 km) afkoelen. Deze veranderingen zijn te wijten aan de toename van de broeikasgasconcentraties en de verdunning van de ozonlaag. Klimaatmodellen voorspellen dat deze temperatuursveranderingen nog wel even doorgaan de volgende decennia. Echter, een analyse van temperatuursmetingen met ra-

diosondes duidt op een toename van de temperaturen tussen zo'n 15 en 30 km hoogte over de meeste continenten sinds het begin van deze eeuw (2000). Zoals kan opgemerkt worden in de volgende figuur, volgt deze ommekeer in het temperatuursverloop in 2000 mooi de verandering van een ozonafname in 1976-2000 naar een toename van de ozonconcentraties, vooral tussen 15 en 25 km, sinds 2001¹. Dit houdt zeker steek, aangezien de ozonlaag de (schadelijke) uv-straling van de zon absorbeert en daardoor zijn omgeving (de stratosfeer dus) opwarmt. Deze opwarming van de lagere stratosfeer wordt evenwel (nog) niet gedetecteerd in temperatuursmetingen met satellieten.



Jaarlijkse en seizoenale trends van temperatuur (bovenste panelen) en ozonconcentraties (onderste panelen) in functie van de hoogte voor de 2 tijdspannes 1976-2000 (links) en 2001-2015 (rechts). De data is afkomstig van de 3 ozonsonde stations Payerne (Zwitserland), Hohenpeissenberg (Duitsland) en Ukkel. De verschillende kleuren staan voor trends tijdens de winter (blauw), lente (groen), zomer (geel) en herfst (bruin), met in rood de jaarlijkse trends.

Meer weten?

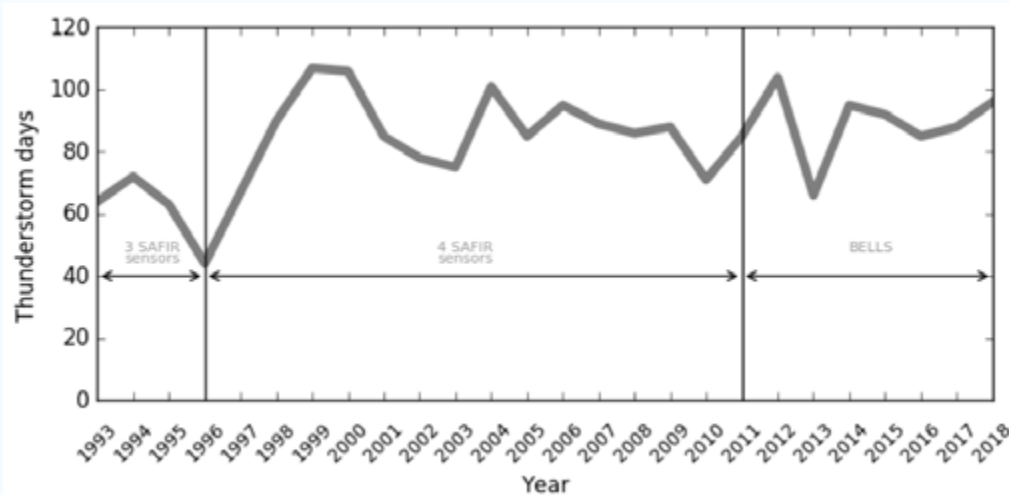
Philipona, R., Mears, C., Fujiwara, M., Jeannot, P., Thorne, P., Bodeker, G., Haimberger, L., Hervo, M., Popp, C., Romanens, G., Steinbrecht, W., Stübi, R., and Van Malderen, R. (2018). Radiosondes show that after decades of cooling, the lower stratosphere is now warming. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 123, 12,509–12,522. <https://doi.org/10.1029/2018JD028901>

1. Deze verdikking van de ozonlaag hebben we te danken aan het bannen van ozonafbrekende gassen in de industrie

8. EVOLUTIE VAN HET AANTAL ONWEERSDAGEN DOOR DE JAREN HEEN

Het KMI beschikt sinds 1993 over een systeem om bliksemontladingen te lokaliseren. Hiermee worden ontladingen naar de grond geregistreerd, maar ook de vaker voorkomende ontladingen in de wolken zelf. Oorspronkelijk bestond dit netwerk uit drie SAFIR-sensoren. Een vierde sensor werd in gebruik genomen in 1996. Vanaf 2011 werd het netwerk geleidelijk aangevuld met 5 nieuwe bliksemdetectie-sensoren van het type LS7002 en ontvangt het KMI ook de data van nog eens 9 LS7002-sensoren gelegen in de buurlanden. De huidige configuratie van het netwerk noemt het "Belgian Lightning Location System" (BELLS).

Gebruikmakend van de gearchiveerde waarnemingen is het mogelijk om de evolutie van het aantal onweersdagen te onderzoeken. Een onweersdag wordt gedefinieerd als een dag waarop minstens één bliksemontlading ergens in België wordt waargenomen. Het aantal onweersdagen tussen 1993 en 2018 wordt weergegeven in figuur 1. Dit aantal varieert van jaar tot jaar met een minimum van 44 onweersdagen in 1996 en een maximum van 106 dagen in 2000. Het aantal onweersdagen is het laagst tussen 1993 en 1996 en is een gevolg van het geringe aantal operationele sensoren. Na 1996 is er geen duidelijk stijgende of dalende trend waarneembaar. Door de modernisering van het netwerk sinds 2011 en de relatief korte meetperiode is het echter niet mogelijk om op basis van deze gegevens conclusies te trekken in verband met mogelijke klimatologische trends.

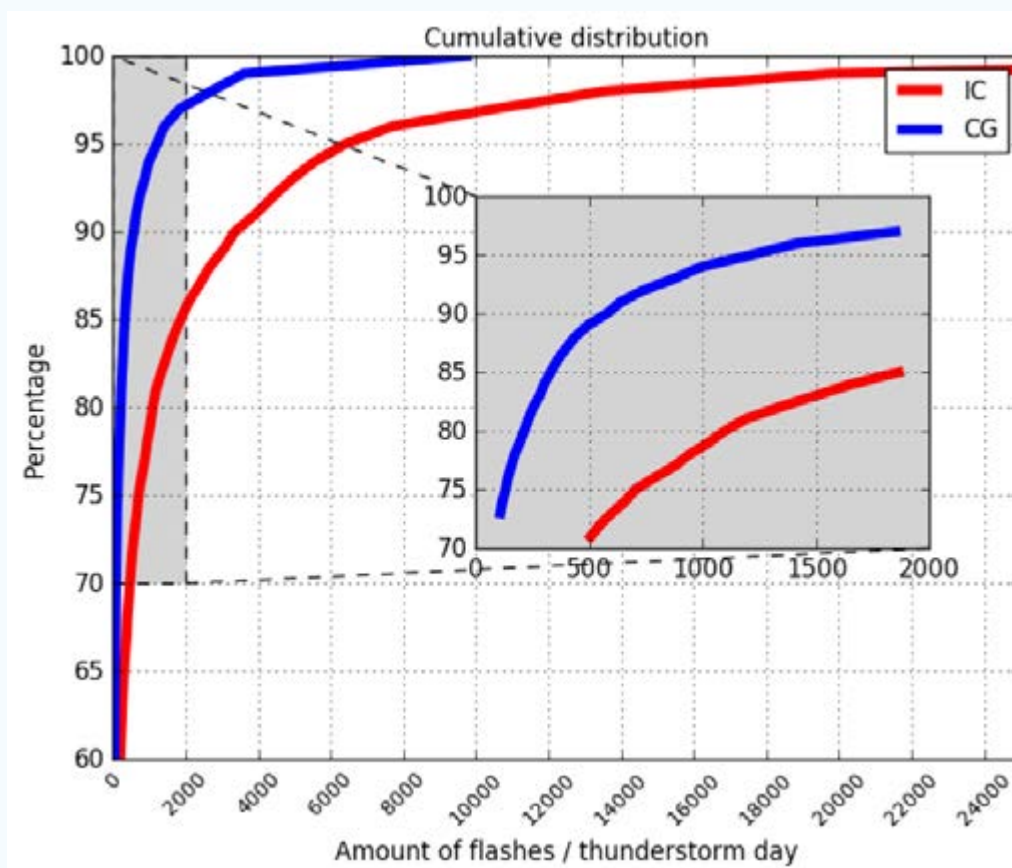


Figuur 1: Evolutie van het aantal onweersdagen in België, zoals waargenomen door KMI's bliksemdetectiesysteem.



Een cumulatieve verdeling van het aantal bliksemontladingen laat toe na te gaan wat het percentage is van het aantal onweersdagen waarbij maximum een welbepaald aantal bliksemontladingen wordt waargenomen. Uit figuur 2 kan op die manier worden

afgeleid dat op 90% van de onweersdagen minder dan 500 grondontladingen (blauwe curve) worden waargenomen en dat het aantal wolkontladingen (rode curve) vele malen hoger is dan het aantal grondontladingen.



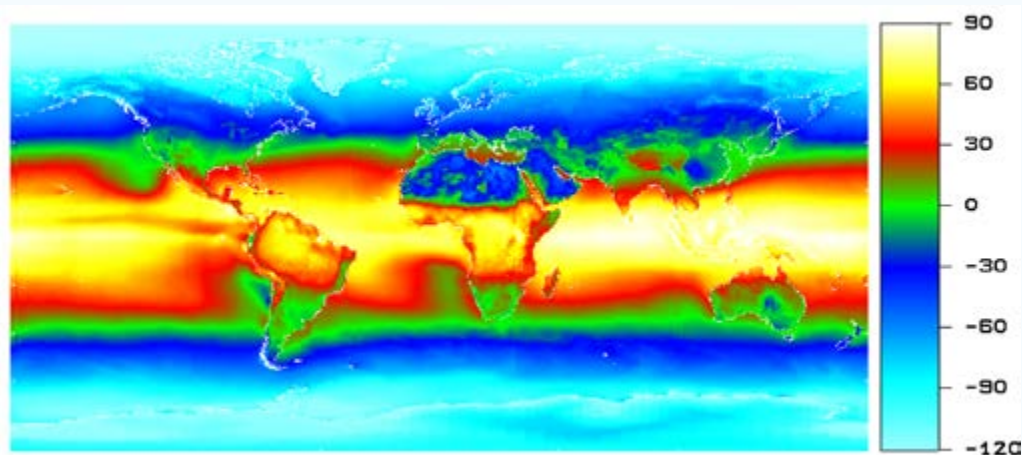
Figuur 2: Cumulatieve verdeling van het aantal waargenomen bliksemontladingen per onweersdag. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen grondontladingen (cloud-to-ground of "CG") en wolkontladingen (intracloud of "IC").

9. HET KMI LEVERT COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICES (C3S)

De zogenaamde energiebalans van de aarde, die kwantificeert hoeveel energie de aarde ontvangt van de zon en hoeveel energie ze verliest naar de ruimte, is van fundamenteel belang voor de studie van klimaatverandering op aarde. Het KMI heeft een sterke expertise gebaseerd op een lange traditie rond de meting van deze energiebalans vanuit de ruimte. Het KMI startte in 1983 dankzij het SOLCON/Spacelab project met de meting van de inkomende zonnestraling en startte in 2003 dankzij het Gerb/MSG project met de meting van de uitgaande aardse straling.

De expertise van het KMI wordt nu op Europees niveau erkend door de aanduiding van het KMI als verantwoordelijke voor het leveren van satellietgegevens van de energiebalans van de aarde binnen de zogenaamde Copernicus Climate Change Services (C3S). Copernicus is een programma voor de monitoring van de atmosfeer, beheerd door het ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecast) en gefinancierd door de Europese Gemeenschap.

Het KMI levert de C3S-diensten als deel van een Europees consortium geleid door de Deutsche Wetter Dienst (DWD).



Meerjaarlijks gemiddelde netto-straling ontvangen door de aarde. De schaal is in W/m^2 .

4°
KLIMAATVERANDERING





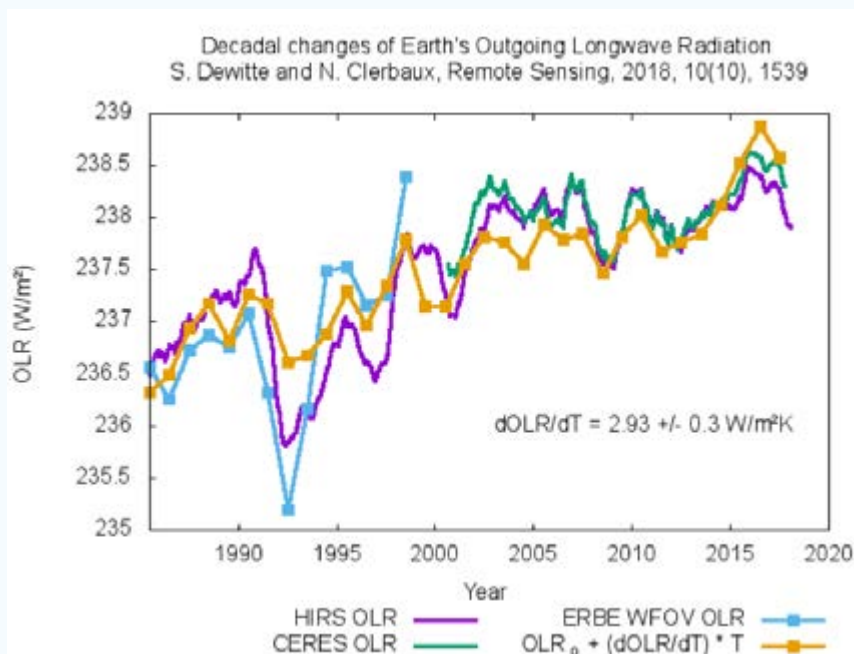


1. VARIATIE VAN DE INFRARODE STRALING UITGEZONDEN VAN DE AARDE OVER DE PERIODE 1985-2018

Het wordt tegenwoordig algemeen aanvaard dat het klimaat op aarde verandert door de toename van antropogene broeikasgassen, in de eerste plaats koolstofdioxide. Er bestaan echter hardnekkige onzekerheden die een nauwkeurige voorspelling van de te verwachten temperatuurstijging in functie van de hoeveelheid broeikasgassen in de weg staan. Wanneer de temperatuur op aarde stijgt door de toename van koolstofdioxide, zorgt dit voor veranderingen in de aardse atmosfeer, bv. de toename van de hoeveelheid waterdamp. Aangezien waterdamp zelf een broeikasgas is, zal dit leiden tot een extra opwarming – dit is een terugkoppelingsleffect, en dus een versterking van de initiële opwarming.

De theoretische verwachtingen van toekomstige klimaatveranderingen zijn gebaseerd op gemodelleerde veranderingen van de uitgaande componenten van de energiebalans van de aarde als functie van de temperatuur. Als verificatie van deze theoretische verwachtingen, onderzochten wij het verband tussen de temperatuur en de uitgaande infrarode straling over de periode 1985 tot 2018 (fig. X). Wij vinden een gemeten waarde $dOLR/dT$ van $2,93 \pm 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (i.e. de verhouding van de verandering in uitgaande infrarode straling t.o.v. de verandering in temperatuur). Deze gemeten waarde is lager dan de theoretische waarde voor een meerderheid van de klimaatsmodellen.

Deze paragraaf is een korte samenvatting van het in 2018 gepubliceerde artikel 'Decadal changes of Earth's Outgoing Longwave Radiation' [Dewitte & Clerbaux, 2018].



Variatie van de jaarlijks gemiddelde globale straling die de aarde uitzendt naar de ruimte over de periode 1985-2018. De verschillende gekleurde lijnen illustreren de waarnemingen van de uitgaande straling gemeten door drie verschillende instrumenten (blauw: HIRS, paars: ERBE, groen: CERES). De oranje lijn is de uitgaande straling berekend volgens de globale temperatuur.

2. HET SEAMLESS PREDICTION-PROGRAMMA: INNOVATIEVE PROBABILISTISCHE VOORSPELLINGEN

Het KMI voorziet het brede publiek van kwalitatieve weersvoorspellingen, gebaseerd op geavanceerde weermodellen die geïnterpreteerd worden door ervaren voorspellers. Daarnaast produceert INCA-BE (Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis) elke 10 minuten een nieuwe korte-termijnvoorspelling, die men vandaag reeds kan terugvinden in de KMI-App.

Omdat het KMI blijft inzetten op vernieuwing, werd in 2018 het Seamless Prediction-programma gelanceerd. Hiermee is het KMI mee aan boord met de internationale tendens om een naadloze voorspelling ('seamless forecast') te leveren voor enkele minuten tot meerdere dagen vooruit.

Drie factoren zijn belangrijk voor het bouwen van een naadloos voorspellingssysteem: het wordt gedreven door observaties, vereist een geavanceerde modellering van de fysica van de atmosfeer en het geeft informatie over de (on)zekerheid van de voorspelling.

De laatste jaren beschikt het rijke observatienetwerk van het KMI over steeds meer bronnen met een hoge resolutie en frequentie, zoals het netwerk van neerslagradars en meetstations, gecombineerd met data van vliegtuigen en satellieten.

Bovendien maken de laatste weermodellen gebruik van een verbeterde beschrijving van de atmosfeer en haar interacties met het landoppervlak, zodat fenomenen zoals onweer beter voorspeld kunnen worden. Toenemende rekenkracht laat toe om de atmosfeer op een hogere resolutie te simuleren (1.3 km i.p.v. 4 km). Dit vereist op zijn beurt weer meer observaties om het model te initialiseren. Dankzij data-assimilatie kan de huidige staat van de atmosfeer zo goed mogelijk in het model worden ingevoerd, uitgaande van de observaties en met respect voor de fysische wetten.

Het derde aspect is subtieler, maar daarom niet minder belangrijk. Naast de voorspelling zelf, is er steeds meer vraag naar informatie over de onzekerheid of de foutenmarge van de voorspelling. Probabilistische voorspellingen bieden een antwoord op die vraag. In de plaats van één enkele voorspelling, worden er meerdere toekomstscenario's berekend: een zogenaamd ensemble van voorspellingen. Op basis van dit ensemble kan de kans op bepaalde fenomenen beter ingeschat worden, wat de voorspellers helpt bij het uitgeven van waarschuwingen.



3. PROJECT IMA

De eerste fase van het Seamless Prediction-programma bestaat uit de ontwikkeling een observatie-gedreven ensemblevoorspelling voor de volgende 24 uur met een snelle update-frequentie. Dit project werd IMA genoemd, naar het Japanse woord voor nu/weldra.

Project IMA zal gebruik maken van het systeem STEPS-BE, dat steunt op recente wetenschappelijke inzichten over de statistische eigenschappen van neerslag. Het kan zo op basis van radarbeelden verschillende scenario's van neerslag genereren voor de komende uren. Deze extrapolaties worden gradueel en naadloos gecombineerd met een ensemble van weermodellen waarin hoge-resolutiedata geassimileerd worden.

Voor het brede publiek betekent dit dat bijvoorbeeld de kans op neerslag of extreme weerfenomenen nauwkeuriger berekend zal kunnen worden. Maar ook voor meer gespecialiseerde toepassingen zoals overstromingsmodellen zijn deze ensemblevoorspellingen van onschatbare waarde.

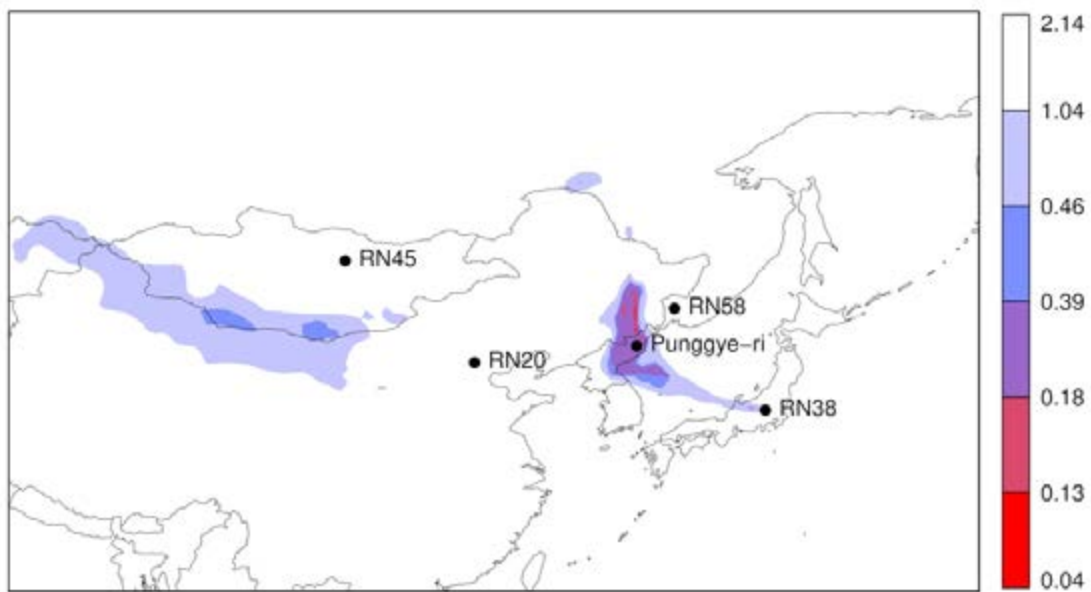
4. ATMOSFERISCHE TRANSPORTBEREKENINGEN VOOR HET KERNSTOPVERDRAG

In 1996 heeft België het alomvattend kernstopverdrag ondertekend. Dat verdrag verbiedt het verrichten van kernproeven in de atmosfeer, onderwater en ondergronds. Vooral de detectie van ondergrondse kernproeven vormt een heuse uitdaging op wetenschappelijk en technologisch vlak. Onderzoekers van het Studiecentrum voor Kernenergie, de Universiteit Gent en het Koninklijk Meteorologisch Instituut hebben hiervoor samengewerkt en nieuwe technieken ontwikkeld om clandestiene kerntesten beter op te sporen door gebruik te maken van atmosferische transportmodellen. Zulke modellen gebruiken weerdata om de beweging van kleine deeltjes, zoals gasen en aerosolen, te simuleren over grote afstanden in onze atmosfeer. Wanneer ergens ter wereld sporen van radioactiviteit worden gedetecteerd, kunnen deze transportmodellen de oorsprong van de radioactiviteit helpen opsporen. Op verschillende plaatsen over de hele wereld wordt de lucht voortdurend gemonitord naar de aanwezigheid van specifieke radioactieve deeltjes die vrijkomen bij een kerntest. Dat gebeurt door het CTBTO (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation), de organisatie die opgericht is voor de naleving van het alomvattend kernstopverdrag.

Enkele weken na de aangekondigde kerntest van Noord-Korea in april 2013 werden sporen van radioactiviteit gemeten in naburige monitoringstations. Op basis van de berekeningen bleek dat deze radioactieve sporengassen zeer waarschijnlijk afkomstig waren van de nucleaire testsite in Noord-Korea.

5°

Onderzoek op het KMI



Mogelijke plaatsen waarvan de gemeten sporen van radioactiviteit afkomstig zijn (hoe lager de waarde in de kleurenschaal, hoe groter de waarschijnlijkheid). De nucleaire testsite van Noord-Korea staat aangeduid op de map (Punggye-ri), samen met de locatie van de monitoringstations waarvan observaties zijn gebruikt (RN20, RN38, RN45 en RN58).



5. GEVAREN VOOR ELEKTRONISCHE APPARATEN ALS GEVOLG VAN KOSMISCHE STRALING

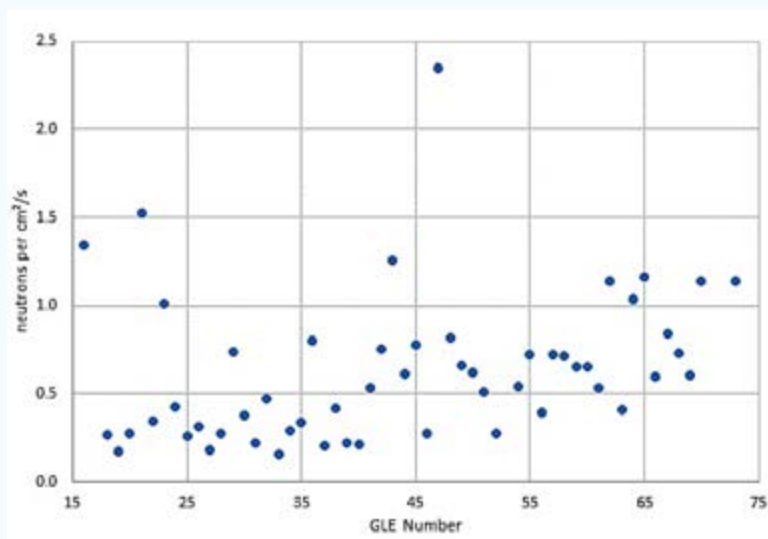
Kosmische stralen zijn al meer dan een eeuw bekend en uitgebreid onderzocht. Met de recente technologische vooruitgang in de richting van meer geavanceerde en geautomatiseerde instrumenten en toepassingen, werd begrip en bewaking van de activiteit van kosmische straling echter van cruciaal belang vanwege hun potentiële gevaarlijke effecten - zowel op instrumenten als op de volksgezondheid.

Stel je voor dat kosmische stralen tennisballen zijn die willekeurig naar een muur worden gegooid met licht aan. De kans op het omdraaien van een schakelaar hangt af van het aantal ballen (fluxintensiteit) en het aantal schakelaars (per oppervlakte-eenheid). De fluxintensiteit wordt sterk beïnvloed door zonneactiviteit en vooral door hoog energetische zonne-deeltjes die zich tijdens grote zonnegebeurtenissen

naar de aarde verspreiden. Zo verhoogt een sterke toename van de intensiteit van neutronen op grondniveau (de zogenaamde Ground Level Enhancement, GLE) de kans dat de werking van een elektronisch apparaat wordt verstoord of zelfs fysiek wordt beschadigd.

Met de continue miniaturisatie van de elektronische apparaten neemt de kans op storingen en hardwarefouten toe. Om de effecten van kosmische straling te kunnen verzachten, is het dus de bedoeling om het aantal mislukkingen in de tijd (FIT) als gevolg van neutronen van de kosmische straling te bepalen. FIT's zijn afhankelijk van de neutronenflux berekend op basis van de metingen van de neutronenmonitor en de dichtheid van schakelaars in het betreffende elektronische apparaat.

Met het oog op het onderzoeken en ondersteunen van het beperken van de effecten, wordt de intensiteit van neutronen wereldwijd constant gemonitord door speciaal ontworpen instrumenten genaamd «neutronenmonitoren», zoals die in Dourbes (Zie figuur).



De gemeten neutronenflux tijdens alle GLE-evenementen geregistreerd door de neutronenmonitor van het KMI in Dourbes (<http://neutronmonitor.meteo.be/>). Fails-in-Time (FIT) van een elektronisch apparaat hangt rechtstreeks af van de neutronenflux van de kosmische straling en de eigenschappen van het apparaat.

5° | Onderzoek op het KMI

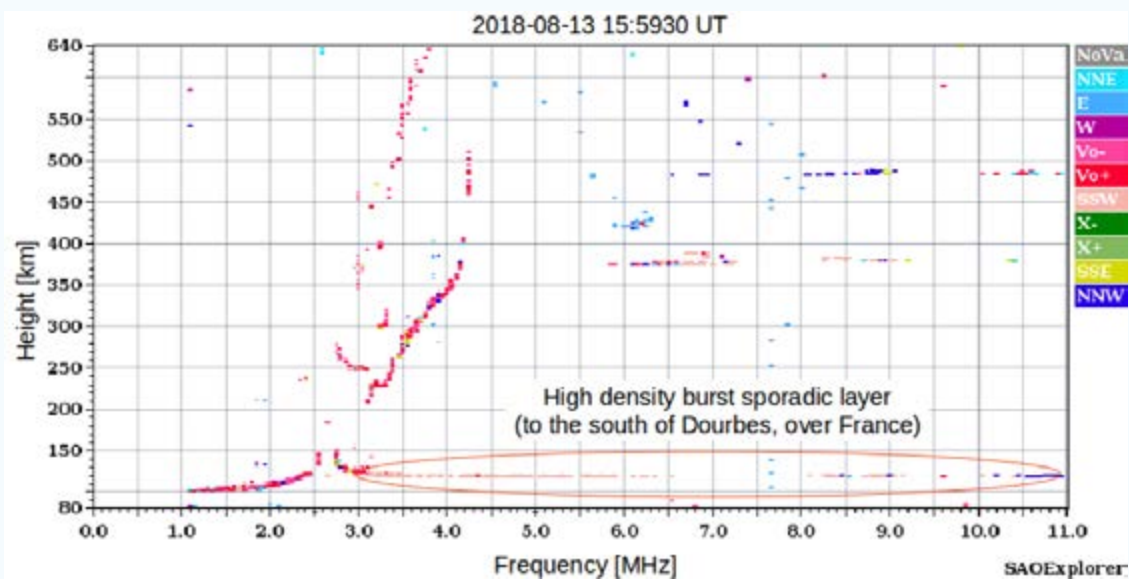
6. IONOSPHERISCHE OBSERVATIES VAN METEOREN

De sporadische E-laag is een dunne laag ionen van slechts enkele kilometers dik, die soms op hoogten tussen 80 en 150 km kan worden waargenomen. Wanneer het zichtbaar wordt, kan deze laag een dichtheid van elektronen en ionen hebben die vele malen hoger is dan de achtergronddensiteit op deze hoogten. De standaardtheorie die dit fenomeen verklaart, beschrijft hoe ionen, die altijd in lagere concentraties aanwezig zijn, samen worden gepakt door windscharen tussen verschillende lagen van de neutrale atmosfeer. De betrokken ionen zijn meestal metaalionen met een lange levensduur, afkomstig van meteoren.

Specifieke waarnemingen van ionosondes met een hoge tijdsresolutie hebben tijdens de 2018 de Perseiden-meteorenzwerm een ander type sporadische lagen onthuld, die niet kunnen worden verklaard door dit standaardmechanisme.

Het ontstaan van een typische duurt even, omdat er genoeg ionen moeten accumuleren om een zichtbare laag te vormen. We hebben echter waargenomen dat op tientallen seconden sporadische lagen verschijnen en na maximaal enkele minuten snel weer verdwijnen. Deze korte «burst»-lagen zijn hoogstwaarschijnlijk de resultaat van directe ionisatie door meteoroiden, die typisch op deze hoogten desintegreren.

Omdat de ionosonde het onderscheid kan maken tussen echo's afkomstig van verschillende richtingen, kunnen we ook het algemene gebied detecteren waarover deze ionisatiestoot verscheen. Met behulp van gelijktijdige observaties van collega's in Duitsland, Tsjechië en Hongarije konden we enkele van de duurzame uitbarstingen enkele minuten volgen terwijl ze over Europa trokken. Verdere campagnes van soortgelijke observaties zijn aan de gang tijdens verschillende jaarlijkse meteorenzwermen.



Een ionogram met metingen van de Dourbes digisonde op 13/08/2018 om 16:00h, die een sporadische laag met hoge dichtheid toont.



7. SAMENWERKINGS- OVEREENKOMST AWAP-CPG VAN HET KMI: ONTWIKKELING VAN HET ARCHEOMAGNETISCH ONDERZOEK IN WALLONIË

In het kader van de overeenkomsten gesloten sinds 2009 tussen het Geofysisch centrum van het KMI en de DGO4-SPW (Direction générale opérationnelle de l'Aménagement du Territoire, du Logement, du Patrimoine et de l'Énergie du service public wallon), sinds kort AWaP (Agence Wallonne pour le Patrimoine), heeft het Geofysisch centrum dankzij zijn dienst omgevingsmagnetisme de continuïteit van de waarnemingen, metingen, onderzoeken en archeomagnetische dateringen van verbrande structuren en terracotta aangetroffen in archeologische vindplaatsen in Wallonië verzekert en bevat een grote verzameling monsters van deze sites.

De samenwerkingsovereenkomst «publiek-publiek» werd op 28 december 2018 goedgekeurd door de Waalse regering en ondertekend door haar minister van Landbouw, Natuur, Platteland, Toerisme, Erfgoed en afgevaardigde van de Grote Regio, René Collin. Voor een periode van 5 jaar zullen AWaP en het Geofysisch centrum van het KMI zowel federaal als regionaal hun krachten en middelen bundelen, specifiek met betrekking tot het gemeenschappelijke doel van de resultaten van archeomagnetische studies en archeologische opgravingen op het grondgebied van Wallonië bestuderen, interpreteren en verspreiden om hun kennis te vergroten, het archeologisch erfgoed te verbeteren en de resultaten van dit onderzoek met het grote publiek te delen.

De samenwerking die door deze overeenkomst tot stand is gebracht, komt overeen met wetenschappelijke behoeften waarmee rekening moet worden gehouden in het kader van een missie van algemeen belang, waarbij elke partij vaardigheden en toegevoegde waarde inbrengt in het kader van haar missie. Het Waals Erfgoedbureau organiseert en beheert archeologisch onderzoek voor het hele Waalse grondgebied en het Geofysisch centrum van het KMI heeft ook gespecialiseerd personeel op het gebied van archeomagnetisme en gepaste apparatuur garandeert de ontwikkeling van archeomagnetisch onderzoek voor het Waalse gewest.

8. NIEUWE BRONNEN VAN METEO DATA

De voorspelling van zeer lokale weerfenomenen, zoals rukwinden, mist, hagel of de dikte van een sneeuwlaag, is en blijft een hele uitdaging in de meteorologie. Hoewel er grote vooruitgang is geboekt in de numerieke voorspellingsmodellen, is het nog steeds vaak zeer moeilijk te bepalen waar deze fenomenen precies zullen optreden. Bovendien wordt de verificatie van de voorspellingen bemoeilijkt door het ontbreken van observaties: in veel gevallen is er van deze fenomenen enkel deels informatie beschikbaar via bijv. het waarnemingsnetwerk van het KMI of via de (conventionele of sociale) media.

Het KMI heeft daarom een aantal projecten opgestart die de verzameling van deze zeer lokale informatie beogen. Het opzetten van het WOW-BE-platform in 2017 was al een eerste stap in die richting, maar er zitten nog andere projecten in de pijplijn. Zo zal in de loop van 2019 een update van de KMI-app gelanceerd worden, waarin de gebruikers van de app de mogelijkheid zullen hebben om een eigen observatie direct naar het KMI te sturen. Deze nieuwe bron van crowdsourced informatie zal een belangrijke tool worden om de waarschuwingen te verfijnen en de voorspellingen te valideren. Daarnaast is het KMI ook partner in een uniek project om de veiligheid op de weg te verbeteren. In het project zullen sensordata van wagens worden gebruikt om real-time waarschuwingen te genereren voor heel lokale weerfenomenen (bijv. slechte zichtbaarheid, hagel) of voor een gevaarlijke toestand van de weg (bijv. gladheid, sneeuw). Het project kreeg de naam Secure and Accurate Road Weather Services (SARWS) en wordt gedragen door een consortium van onderzoeks- en bedrijfspartners. De leidende partners IDLab (een IMEC-onderzoeksgroep aan de UAntwerpen) en Verhaert worden bijgestaan door partners Be-Mobile, Inuits, BPost en het KMI, die elk met hun unieke competenties bijdragen aan het uitwerken van de totaaloplossing.





1. INTERNATIONALE MEETINGS

1.1. TIJDREEKSEN VOOR KLIMAATSTUDIES

De 4^e steering group meeting van de Climate Monitoring SAF (CM SAF) werd gehouden op 3 en 4 december 2018 bij het KMI.

“SAF” staat voor Satellite Application Facility en deze zijn gefinancierd door de Europese organisatie voor meteorologische satellieten EUMETSAT. CM SAF bouwt, met behulp van (globale) waarnemingen van verschillende satellieten, tijdreeksen op die nuttig zijn voor klimaatstudies.



De steering group van de CM SAF in Ukkel

1.2. SPECIALE STAC EN PFAC MEETING TE BRUSSEL

Op 20 en 21 februari werd een uitzonderlijke vergadering in Brussel georganiseerd om de nieuwe overeenkomst en programma's van EUMETNET te voorbereiden.

1.3. ONDERTEKENING VAN DE NIEUWE EUMETNET OVEREENKOMST EN PROGRAMMA'S VOOR DE VOLGENDE 5 JAAR

EIG EUMETNET is een groepering van 31 Europese Nationale Meteorologische Diensten die een kader biedt voor het organiseren van samenwerkingsprogramma's tussen haar leden op de verschillende gebieden van elementaire meteorologische activiteiten. Deze activiteiten omvatten observatiesystemen, gegevensverwerking, basisvoorspellingsproducten, onderzoek en ontwikkeling en training.

Tijdens de algemene vergadering van Eumetnet in het najaar te Zagreb, werd de nieuwe overeenkomst van Eumetnet getekend alsook werden de samenwerkingsprogramma's voor de volgende vijf jaar (1919-1923) goedgekeurd.

Het KMI zal het leiding nemen over het programma van postprocessing.



1.4. BEZOEK VAN DE VN-AMBASSADEURS OP HET PLATEAU VAN UKKEL

Op dinsdag 23 januari 2018 kreeg het ruimtepool van Ukkel, die bestaat uit de Koninklijke Sterrenwacht, Koninklijk Instituut voor Aeronomie en het KMI, het bezoek de permanente ambassadeurs van de Verenigde Naties (VN) in New York. Argentinië, Butan, Brazilië, Ecuador, Kenia, Kiribati, Palau, Papoea-Nieuw-Guinea, Zuid-Soedan, Sri Lanka, Tanzania en Oeganda zijn de landen die hun interesse hebben uitgedrukt voor dit bezoek.



2. INTERNATIONALE REALISATIES

2.1. INSTALLATIE VAN EEN GYRODIF-TOESTEL OP DE JUAN CARLOS 1 BASIS OP ANTARCTICA

Het KMI heeft in februari 2018 één van zijn GYRODIF op het eiland Livingston van het Antarctisch schiereiland geïnstalleerd, naar aanleiding van een aankoop van een exemplaar door het Observatorium van Ebro (Spanje), dat beheerder is van een magnetisch observatorium ter plaatse.

De Spaanse basis heeft zich willen uitrusten met dit type instrument om de absolute waarnemingen van het magnetisch veld te verzekeren tijdens de Australische winterperioden, wanneer de basis onbewoond is.

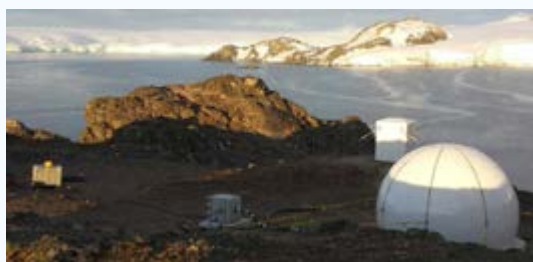
GYRODIF is momenteel het enige instrument dat in staat is om dit soort metingen automatisch uit te voeren, zonder dat er een menselijke operator voor nodig is (Figuur 1). Het instrument werd volledig in de laboratoria van het KMI gebouwd. Onze zeer geavanceerde technieken worden gebruikt om een robotapparaat te maken, maar dat het magnetische veld dat het moet meten niet verstoord. De belangrijkste sensoren zijn een gyroscoop met optische vezels en een fluxgate-magnetometer.



Figuur 1: De GYRODIF die op Antarctica werd geïnstalleerd. Het toestel meet automatisch: De richting van het geografische noorden, van het magnetische noorden en de magnetische inclinatie.



De GYRODIF is geïnstalleerd in een speciaal voor hem gebouwde koepel, ver weg van de activiteit van de basis (figuur 2).



Figuur 2: Het magnetische observatorium Livingston Island. GYRODIF is geïnstalleerd in de koepel op de voorgrond.

De installatie werd uitgevoerd door Ir. Alex Gonsette die het apparaat via Ushuaia in Argentinië heeft vervoerd. Vervolgens ging het instrument aan boord van het oceanografische schip *Hesperides* van de Spaanse marine (figuur 3) om de Straat Drake over te steken en het eiland Livingston te bereiken.



Figuur 3: Het oceanografische schip Hesperides voor anker voor Juan Carlos Base 1, Livingston Island, Antarctica.

2.2. HOE AEROSOLDEELTJES EN WOLKEN HET KLIMAAT IN OOST-ANTARCTICA BEÏNVLOEDEN

Antarctica speelt een belangrijke rol in het klimaat van de Aarde. Als koudste plaats op Aarde stuurt Antarctica de circulatiepatronen in de oceanen en de atmosfeer en dus ook de verdeling van de energie rond de Aarde. Deeltjes van fijn stof hebben een groot effect door het verzwakken, verstrooien en absorberen van het zonlicht. Bovendien hebben ze een grote invloed op neerslag en op de vorming en de levensduur van. Neerslag is dan weer de enige bron van massa voor de ijskap. Daarom is een beter inzicht in de wisselwerking tussen aerosoldeeltjes, wolken, neerslag en de stralingsbalans van essentieel belang.

Het KMI voert daarom wetenschappelijk onderzoek uit aan de Belgische poolbasis (Prinses Elisabeth), samen met het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie en de Katholieke Universiteit Leuven. Sinds 2009 wordt door die drie instituten een atmosferisch observatorium voor permanent gebruik onderhouden. Het observatorium bestaat uit 15 instrumenten op de grond, die (i) de fysische eigenschappen van atmosferisch fijn stof, (ii) wolkentype en -hoogte en neerslag, (iii) de totale zonnestraling aan de oppervlakte en de inkomende uv-A en uv-B straling en (iv) de totale hoeveelheid ozon in de atmosferische kolom meten. Een automatisch weerstation verzamelt meteorologische gegevens zoals temperatuur, luchtvochtigheid en wind. Sinds januari 2014 worden tijdens de Antarctische zomer (december-februari) weerballonnen gelanceerd, om ook de verticale profielen van temperatuur, luchtvochtigheid en wind te meten, tot op een hoogte van 30 km.

In meerdere wetenschappelijke publicaties kon o.a. getoond worden dat stormen die langer duren en grootschaliger zijn het meest efficiënt zijn voor een blijvende accumulatie van sneeuw. Van de aerosolmetingen bleek dat de zuidelijke oceaan en vooral de regio's dicht bij de kust, bedekt met ijsplateaus en pakij, bronnen zijn voor partikels die de wolkenvorming bevorderen.

Gerelateerde artikels:

Herenz, P. H. Wex, A. Mangold, Q. Laffineur, Gorodetskaya, I. V., Z. Fleming, M. Panagi and F. Stratmann, CCN measurements at the Princess Elisabeth Antarctica Research station during three austral summers, Atmos. Chem. Phys. 19, 275-294, doi.org/10.5194/acp-19-275-2019, 2019

Souverijns, N., A. Gossart, I. V. Gorodetskaya, S. Lhermitte, A. Mangold, Q. Laffineur, A. Delcloo and N. P. M. Van Lipzig, How does the ice sheet surface mass balance relate to snowfall? Insights from a ground-based precipitation radar in East Antarctica, The Cryosphere 12, 1987-2003, 2018



De Belgische poolbasis Prinses Elisabeth. De ingevoegde kaart toont de locatie van de poolbasis in Antarctica, evenals van de andere onderzoekstations.



Wolken met neerslag tot de grond in de omgeving van het Prinses Elisabeth station.

2.3. SAMENWERKINGSOVEREENKOMST MET DE CHINESE METEOROLOGISCHE ADMINISTRATIE VOOR DE VALIDATIE VAN PRODUCTEN VOOR DE MONITORING VAN KLIMAATVERANDERING VANAF DE FENG YUNG 3 SATELLIETEN

Voor de monitoring van klimaatsverandering is de meting van de inkomende zonnestraling en de uitgaande aardse straling vanuit de ruimte van fundamenteel belang. Momenteel gebeuren deze metingen in de eerste plaats door NASA, waarmee het KMI een langdurige samenwerking heeft in het kader van de DIARAD, CERES en GERB projecten. In principe kunnen ook de instrumenten op de Chinese polaire weersatellieten van de Feng Yung 3 reeks een belangrijke bijdrage leveren. De validatie van de Chinese producten wordt echter bemoeilijkt doordat er geen rechtstreekse samenwerking tussen de Verenigde Staten en China mogelijk is.

In de loop van 2018 onderhandelden en ondertekenden het KMI en de VUB een samenwerkingsovereenkomst met de Chinese Meteorologische Administratie (CMA), die verantwoordelijk is voor de Feng-Yung satellieten. Wij krijgen een geprivilegieerde toegang tot de Chinese satellietdata, in ruil hiervoor zullen wij de Chinezen helpen met de validatie van hun data. Op termijn zal deze samenwerking leiden tot een betere internationale samenwerking rond de monitoring van klimaatverandering vanuit de ruimte.



Bezoek van Dr. Steven Dewitte aan de Chinese instellingen CMA en RADI.



2.4. TOEPASSINGEN VAN HET ARCHAEO-MAGNETISME VOOR DE BESCHERMING VAN CULTUREEL ERFGOED IN AFRIKA

De snelle economische expansie van veel Afrikaanse regio's leidt onvermijdelijk tot het verlies van het Cultureel Erfgoed van de Mensheid. Archeologische vindplaatsen worden vaak vernietigd ten behoeve van bouwprojecten en ideologische conflicten, waarbij informatie over oude beschavingen verloren gaat. Tijdens archeologische opgravingen worden vaak gebakken materialen zoals keramiek en verbrande structuren zoals ovens en open haarden bijgewerkt. Ze zijn van groot belang voor de bestudering van het gedrag van het aardmagneetveld in het verleden en mogelijk voor de datering van archeologische vindplaatsen met behulp van de archaeomagnetische methode. Archaeomagnetisme is daarom van groot belang in de archeologie, waar de dimensie van tijd essentieel is. De gebeurtenissen, feiten en menselijke acties waargenomen en geregistreerd door de archeoloog hebben alleen een historische betekenis als ze zich in de tijd bevinden.

De toepassing van het archeomagnetisme als dateringsmethode wordt door verschillende geofysische laboratoria in Europa toegepast. Maar in Afrika is er een gebrek aan onderzoekseenheden in het archeomagnetisme, hoewel sommige landen zoals Marokko een groot potentieel hebben in archeologische vindplaatsen. Archaeomagnetische toepassingen zullen een rol spelen bij de versterking en bescherming van het cultureel erfgoed in Afrika.

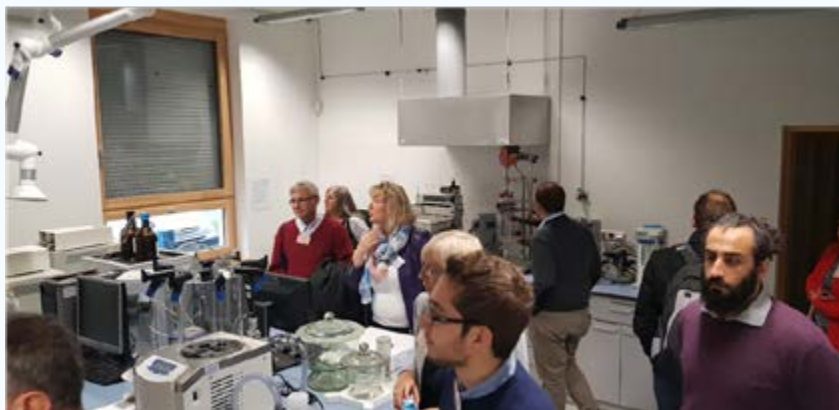


2.5. EUROPESE SAMENWERKING VOOR DE STRIJD TEGEN KANKER

Kanker is een van de belangrijkste doodsoorzaken in België en zelfs de meest voorkomende voor mannen (Eurostat databank 2014). Daarom kan kankeronderzoek niet wachten, en er zijn nieuwe benaderingen dringend nodig. Het Europese netwerk project RADIOMAG werd geïnitieerd en gecoördineerd door ons Laboratorium voor Omgevingsmagnetisme en is gericht op het samenbrengen van jonge en ervaren wetenschappers uit verschillende disciplines om nieuw onderzoek mogelijk te maken en te bevorderen met betrekking tot de efficiëntie van radiotherapie en hun synergetische combinatie in verband met magnetische hyperthermie. De laatste maakt gebruik van de warmte die wordt gegenereerd door magnetische nanodeeltjes wanneer deze worden geëxposeerd aan magnetische wisselvelden om kankercellen te doden of te beschadigen.

Het uitgebreid netwerken resulteerde in 32 gezamenlijke publicaties en vijf gefinancierde gezamenlijke onderzoeksprojecten. Bovendien werden aanbevelingen uitgewerkt voor in vitro / in vivo testen van gecombineerde radiotherapie en magnetische hyperthermie, of voor het testen van de prestatie van magnetisch nanodeeltje om warmte af te geven. Een bijzondere verzoek van RADIOMAG was de opleiding van jonge wetenschappers in moderne experimentele technieken. Dit werd geïmplementeerd via een veeltal van korte wetenschappelijke missies tussen netwerklaboratoria en een trainingsschool.

RADIOMAG creëerde maatschappelijke en wetenschappelijke / technologische impact. Wat dit laatste betreft, heeft RADIOMAG de weg geëffend voor de ISO-standaardisatie van de eigenschappen van magnetische nanodeeltjes suspensies en hun meting. Deze norm zal de basis vormen voor de en massa productie van zulke suspensies en zal zo het nodige vertrouwen van de consumenten in kwaliteitscontrole van trendsettende producten en toepassingen creëren die gebruikmaken van magnetische nanodeeltjes.



RADIOMAG-deelnemers bezoeken een chemielaboratorium voor de productie van magnetische nanodeeltjes tijdens een wetenschappelijke bijeenkomst in Bialystok (Polen).

2.5. EERSTE AUTONOOM EN ZELFGEKALIBREERD MAGNETISCH OBSERVATORIUM OP DE ZEEBODEM

In 2018 sloot het KMI een overeenkomst met Ocean Networks Canada om een magnetisch observatorium op 2600 meter diepte in de Stille Oceaan te installeren. Dit zal de eerste keer zijn dat een autonoom en zelfgekalibreerd magnetisch observatorium op de zeebodem wordt geïnstalleerd. Deze innovatie is het resultaat van ontwikkelingen in geomagnetische instrumentatie die vele jaren in het Geofysische Centrum van het KMI zijn uitgevoerd.

Momenteel zien we grote veranderingen in het magnetisch veld van de aarde, zoals de versnelling van de magnetische noordpooldrift en de uitbreiding van de magnetische afwijking in de Zuid-Atlantische Oceaan.

Meer dan ooit moeten we doorgaan met geomagnetische metingen en het leveren van betrouwbare tijdreeksen. Een zo homogeen mogelijk, wereldwijde dekking van magnetische observatoria blijft één van de grootste uitdagingen van de internationale wetenschappelijke gemeenschap. In 1994 benadrukte de internationale gemeenschap van magnetische observatoria de noodzaak van geomagnetische me-

tingen op zee. Inderdaad, omdat het grootste deel van de aarde door oceanen wordt bedekt, schatte dit rapport dat minstens 8 observatoria op de oceaانبodem moeten worden geïnstalleerd.

Maar het «complete» magnetische observatorium bestond tot nu toe niet en deze behoefte blijft 25 jaar later nog steeds relevant. Dankzij het Gyrodif-instrument (metingen uitvoeren die declinatie en magnetische helling kalibreren), ontwikkeld door het KMI, kan dit eerste volledige magnetische observatorium worden geïmplementeerd. Het zal bestaan uit een variometer, een scalaire magnetometer en de Gyrodif MKIII (terrestrische versie van de Gyrodif aangepast aan de afdichtingskast en uitgerust met een geautomatiseerd niet-magnetisch nivelleersysteem met hoge precisie).

De ontwikkeling van dit observatorium wordt naar verwachting eind 2019 afgerond en de implementatie op de oceaانبodem van het Canadese Neptunus-systeem is gepland voor 2020. Neptunus, 's werelds grootste bekabelde oceaanwetenschapsnetwerk, zal ook het magnetische observatorium van stroom voorzien. dan de overdracht van gegevens in realtime. Het observatorium wordt geïnstalleerd door een onbemand onderwater voertuig op de tektonische plaat van Juan de Fuca, een site van groot belang voor de studie van aardbevingen en tsunami's.

6°

KMI

INTERNATIONAAL





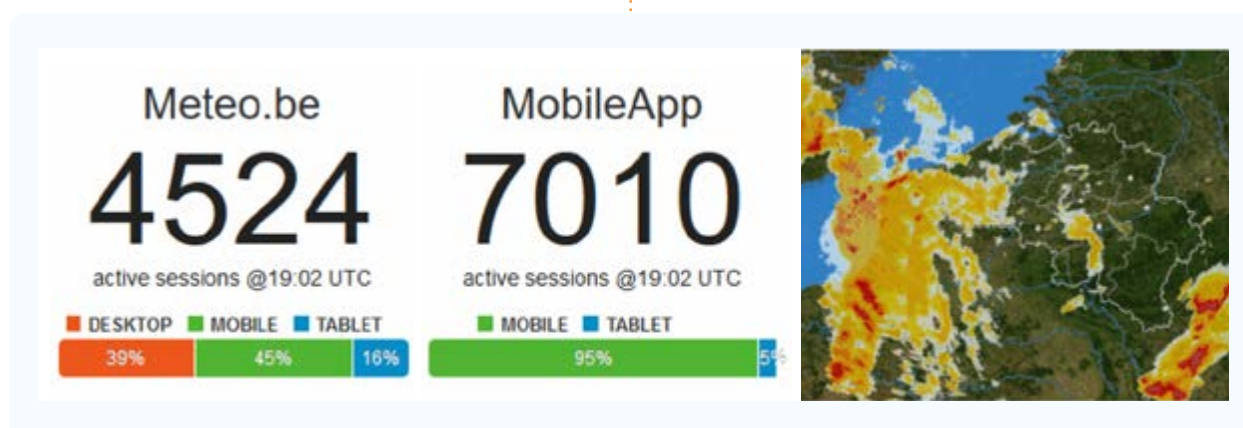
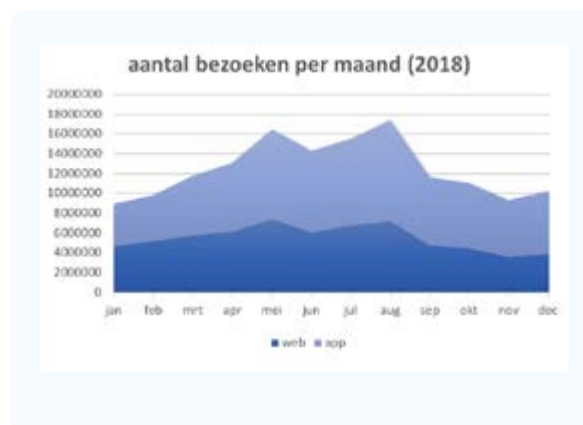
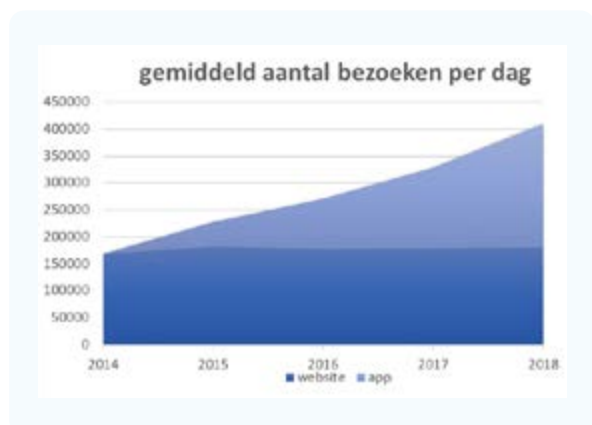


1. WEBSITE EN MOBIELE APP

Het succes van onze app groeide verder in 2018: een stijging van 53% van het aantal sessies in vergelijking met het jaar voordien (2017 : 149590 sessies per dag – 2018 : 228864 sessies per dag). De website (www.meteo.be) blijft een stabiel aantal bezoekers hebben: gemiddeld 180 000 bezoeken per dag.

Opmerkelijke feiten:

- Tussen maart en december 2018 werd onze app populairder dan de website. Er zijn sindsdien meer mensen die onze live informatie raadplegen op smartphone dan op pc of laptop.
- Tengevolge van hevig onweer op 7 augustus 2018, wendden veel Belgen zich tot onze openbare communicatiemiddelen om meer te weten te komen over de evolutie van slecht weer.
- In totaal (app+website) werden er 1370k sessies geregistreerd in 24u en we zagen tot 11 500 personen tegelijkertijd op onze media. Dit is een record voor onze visibiliteit.



2. OPENDEURDAGEN VAN 'SPACE POLE' EN VERWONDERING - TENTOONSTELLING OP HET KONINKLIJK PALEIS

Op zaterdag 29 en zondag 30 september 2018 opende de Space Pole, inclusief de Koninklijke Sterrenwacht van België, het Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie en het KMI, haar deuren voor het grote publiek op het plateau van Ukkel. Het programma omvatte activiteiten voor iedereen: wetenschappelijke workshops, het weerbureau, Climate Center, live-ervaringen, thematische conferenties, telescoopronleidingen ... evenals kinderentertainment. Deze open deuren zijn opnieuw fenomenaal succesvol geweest met niet minder dan 8.000 bezoekers!

Van 22 juli tot 2 september 2018 werd de tentoonstelling «Verwondering» in het Koninklijk Paleis gehouden in het kader van Wetenschap en Cultuur op het Paleis. In die context organiseren de FOD Kanselarij van de Eerste Minister, de POD Wetenschapsbeleid (BELSPO) en de federale wetenschappelijke instellingen (FWI's) de tentoonstelling 'Verwondering' die toegankelijk is voor het grote publiek en die het federale culturele en wetenschappelijke erfgoed in de kijker zet met een rijkelijke selectie van voorwerpen en kunstwerken, waarbij soms erg uiteenlopende disciplines samenvloeien. Het KMI heeft oude en emblematische stukken van sommige van haar onderzoeksactiviteiten gepresenteerd.

3. MILIEUMANAGEMENT

In 2018 werd ons milieubeheersysteem EMAS werd opnieuw geregistreerd bij Leefmilieu Brussel. In de maand juni valideerde de audit dit systeem voor een nieuwe periode van drie jaar.

Dit betekent dat er tevredenheid was over de resultaten die behaald werden tijdens de eerste 3 jaar waar dit systeem in werking was:

- Een daling van 27% van het papierverbruik
- een vermindering van 5,36% in ons verbruik van gestandaardiseerde stookolie, dat wil zeggen vrij van klimaat-effecten
- Op het niveau van elektriciteitsverbruik is de daling 6,7%, wetende dat we een superenergie-efficiënte calculator gebruiken om voorspellingsmodellen en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren
- Het waterverbruik daalde tot 7 m³ per voltijdse equivalent per jaar, een daling van 49%, maar in 2015 die al referentie dient, hebben we een groot lek ontdekt.

Het is een reeks van 12 indicatoren met betrekking tot onze directe milieueffecten die worden gemonitord. De gedetailleerde gegevens hiervan worden elk jaar gepubliceerd in de milieuverklaring op de website van het KMI en in het milieubeleid. Het is ook een erkenning van onze werkelijke inzet, want aan het begin van de 2e cyclus zal het KMI blijven werken aan de directe impacten op het milieu.

Het KMI is ook bewust van het belang van de kwaliteit van de verstrekte informatie als een indirecte bijdrage aan de vermindering van het impact op het milieu en heeft besloten haar milieumanagementsysteem aan te vullen met een kwaliteitsmanagementsysteem. Dit systeem zal de bescheiden bijdrage van ons instituut aan duurzame ontwikkeling in België versterken. Dit zal op twee manieren gebeuren: (1) de voorspellingen op korte en middellange termijn laat andere actoren toe om hun impacten te minimaliseren. (2) op de langere termijn kunnen klimaatscenario's en een beter begrip van het klimaat betere richtlijnen geven aan economische sectoren die gevoelig zijn voor het klimaat.



Deze aanpak van continue verbetering past perfect in een meer algemene strategische visie waarin het KMI de rol speelt van klimaatcentrum voor België.



4. OPENDEURDAG BIJ DE RADAR VAN WIDEUMONT

Op vraag van het toerismebureau van de gemeente Libramont werd een opendeurdag georganiseerd bij de meteorologische radar van Wideumont. De bezoekers konden de 250 tredes tot aan de top van de radartoren opklimmen en er de installaties ontdekken en genieten van een mooi zicht op de regio. De bezoekers konden ook kennismaken met de experts van het KMI en hun tal van vragen stellen ivm de radartechnologie en over het operationele en wetenschappelijk gebruik van de waarnemingen.

De radar van Wideumont is reeds in gebruik sinds 2001. Hij vormt samen met die van Jabbeke (KMI), Zaventem (Skeyes) en Helchteren (VMM), het Belgisch netwerk van meteorologische radars. Hij maakt ook deel uit van het Europees netwerk (Eumetnet/OPERA) die ongeveer 200 meteorologische radars telt.





Wat in 2019?



- Lancering van een nieuwe website
- Viering 50j ozonmetingen
- Uitbreiding van de diensten voor de energie en transport sectors
- Nieuwe mobiele app features
- Smart Mobility project
- ...





1. PUBLICATIES IN INTERNATIONALE TIJDSCHRIFTEN MET LEESCOMITÉ

Barrios, J. M., Ghilain, N., Arboleda, A., Sachs, T., Gellens-Meulenberghs, F.: Daily evapotranspiration at sub-kilometre spatial resolution by combining observations from geostationary and polar-orbit satellites. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 39, N° 23, p.8984-9003, 2018.

Bauwens, M., Stavrakou, T., Müller, J.F., Van Schaeybroeck, B., De Cruz, L., De Troch, R., Giot, O., Hamdi, R., Termonia, P., Laffineur, Q., Amelynck, C., Schoon, N., Heinesch, B., Holst, T., Arneth, A., Ceulemans, R., Sanchez-Lorenzo, A., Guenther, A.: Recent past (1979-2014) and future (2070-2099) isoprene fluxes over Europe simulated with the MEGAN-MOHYCAN model. *Biogeosciences* vol. 06, n° 15 (12), p. 3673-3690, 2018.

Berckmans, J., Van Malderen, R., Pottiaux, E., Pacione, R., Hamdi, R.: Validating the water vapour content from a reanalysis product and a regional climate model over Europe based on GNSS observations. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 2018.

Bertrand, C., Housmans, C., Leloux, J., Journée, M.: Solar irradiation from the energy production of residential PV systems. *Renewable Energy*, n° 125, p. 306-318, 2018.

Damodaran, V., Allan, R., Ogilvie, A.E.J., Demarée, G.R., Gergis, J., Mikami, T., Mikhail, A., Nicolson, S., Norrgård, S., Hamilton, J.: The 1780s: Global Climate Anomalies, Floods, Droughts, and Famines., *The Palgrave History of Climate History*. London, Chapter 34, p. 517-550, 2018.

De Cruz, L., Schubert, S., Demaeyer, J., Lucarini, V., Vannitsem, S.: Exploring the Lyapunov instability properties of high-dimensional atmospheric and climate models. *Nonlinear Processes in Geophysics*, n° 25, p. 387-412, 2018.

De Frenne, P., Van Langenhove, L., Van Driessche, A., Bertrand, C., Verheyden, K., Vangansbeke, P.: Using archived television video footage to quantify phenology responses to climate change. *Methods in Ecology and Evolution*, n° 9(8), p.1874-1882,2018.

De Meutter, P., Camps, J., Delcloo, A., Deconinck, B., Termonia, P.: Time Resolution Requirements for Civilian Radioxenon Emission Data for the CTBT Verification Regime. *Journal of Environmental Radioactivity* n° 182, p. 117-127,2018.

De Meutter, P., Camps, J., Delcloo, A., Deconinck, B., Termonia, P.: Time resolution requirements for civilian radioxenon emission data for the CTBT verification regime. *Journal of Environmental Radioactivity*, n° 182, p. 117-127, 2018.

De Meutter, P., Camps, J., Delcloo, A., Termonia, P.: Source Localisation and Its Uncertainty Quantification After the Third DPRK Nuclear Test. *Scientific Reports* 8.

De Meutter, P., Camps, J., Delcloo, A., Termonia, P.: Source localisation and its uncertainty quantification after the third DPRK nuclear test. *SCIENTIFIC REPORTS*, n° 8, 2018.

Demayer, J., Vannitsem, S.: A comparison of stochastic parameterizations in the framework of a coupled ocean-atmosphere model. *Nonlinear Processes in Geophysics*, n° 25, p. 605-631, 2018.

Demarée, G.R., Mailier, P., Beilleval, P., Mikami, T., Zaiki, M., Tsukahara, T., Tagami, Y., Hirano, J.: The Atmospheric Pressure Observations 1856-1858 by Father Louis Furet, at Naha, Japan. *Journal of Geography*, Vol. 127, No. 4, p. 503-511,2018.

Demarée, G.R., Ogilvie, A.E.J., Kusman, D.: Historical records of earthquakes for Greenland and Labrador in Moravian Missionary journals. *Journal of Seismology* 2018.

De Meutter, P., Delcloo, A., Camps, J., Termonia, P.: Using NWP Ensembles in Nuclear Test Verification. *Ecmwf Newsletter*. Reading, UK, 2018.

Fountoulakis I., Zerefos, C.S., Bais, A. F., Kapsomenakis, J., Koukoulis, M.-E., Ohkawara, N., Fioletov, V., De Backer, H., Kakkala, K., , T., Webb, A. R.: Twenty-five years of spectral UV-B measurements over Canada, Europe and Japan : Trends and effects from changes in ozone, aerosols, clouds and surface reflectivity. *Comptes Rendus Geoscience*, n° 350, p. 393-402, 2018.

Gross, M., Wan, H., Rasch, P., Caldwell, P., Williamson, D., Klocke, D., Jablonowski, C., Thatcher, D., Wood, N., Cullen, M., Beare, B., Willett, M., Lemarié, F., Blayo, E., Malardel, S., Termonia, P., Gassmann, A., Lauritzen, P., Johansen, H., Zarzycki, C., Sakaguchi, K., Leung, R.: Physics-dynamics coupling in weather, climate and earth system models: challenges and recent progress. *Monthly Weather Review* vol.146, n° 11, p. 3505-3544,2018.

Klekotka, U., Satuła, D., Spassov, S., Kalska-Szostko, B.: Surfactant dependence on physicochemical properties of magnetite nanoparticles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 537, p. 452-459,2018.

Kotova, L. , Aniskevich, S., Bobylev, L., Caluwaerts, S., De Cruz, L., De Troch, R., Gnatiuk, N., Gobin, A., Hamdi, R., Sakalli, A., Sirin, A., Termonia, P., Top, S., Van Schaeybroeck, B., Viksna, A.: A new Project AFTER investigates the impacts of climate change in the Europe-Russia-Turkey region. *Climate Services* n° 12, p. 64-66, 2018.

Liechti, F., Aschwanden, J., Blew, J., Boos, M., Brabant, R., Dokter, A. M., Kosarev, V., Lukach, M., Maruri, M., Reyniers, M., Schekler, I., Schmaljohann, H., Schmid, B., Weisshaupt, N., Sapir, N.: Cross calibration of different radar systems for monitoring nocturnal bird migration across Europe and the Near East. *Ecography*, 2018.

López-Solano, J., Redondas, A., Carlund, T., Rodríguez-Franco, J. J., Diémoz, H., León-Luis, S. F., Hernández-Cruz, B., Guirado-Fuentes, C., Kouremeti, N., Gröbner, J., Kazadzis, S., Carreño, V., Berjón, A., Santana-Díaz, R., Rodríguez-Valido, M., De Bock, V., Moreta, J. R., Rimmer, J., Smedley, A. R. D., Boulkelia, L., Jepsen, N., Eriksen, P., Bais, A. F., Shirovov, V., Vilaplana, J. M., Wilson, K. M., Karpainen,



Wetenschappelijke publicaties en conferenties

T.: Aerosol optical depth in the European Brewer Network. *Atmos. Chem. Phys.*, n° 18, p. 3885-3902, 2018.

Lukach, M., Quibus, L., Vanhoenacker Janvier, D., Delobbe, L.: Rain attenuation statistics at Ka band estimated from weather radar observations in Belgium. *Int J Satell Commun Network.*, n° 36, p. 528-541, 2018.

Maurer, C., Eslinger, P., Baré, J., Kusmierczyk-Michulec, J., Seibert, P., Orr, B., Philipp, A., Ross, O., Generoso, S., Achim, P., Schoeppner, M., Malo, A., Ringbom, A., Saunier, O., Quelo, D., Mathieu, A., Kijima, Y., Crawford, A., Stein, A., Chai, T., Ngan, F., Leadbetter, S., De Meutter, P., Delclocq, A., Britton, R., Davies, A., Glascoe, L., Lucas, D., Simpson, M., Vogt, P., Kalinowski, M., Bowyer, T.: International challenge to model the long-range transport of radionuclides released from medical isotope production to six Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty monitoring stations. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2018.

Nicolis, C.: Climatic responses to systematic time variations of parameters: a dynamical approach. *Nonlin. Processes Geophys.*, n° 25, p. 649-658, 2018.

Nicolis, C.: Nonlinear dynamical approach to atmospheric predictability. *Advances in Nonlinear Geosciences*, Ed. A.A. Tsonis, Springer, p. 393-425, 2018.

Ogilvie, A.E.J., Hill, B. T., Demarée, G. R.: A Fleet of Silver: Local Knowledge Perceptions of Sea Ice from Iceland and Labrador/Nunatsiavut. *North Atlantic Island Biota: Aspects of the Past, Choices for the Future*, Edited by Eva Panagiotakopulu and Jon Sadler, p. 23, 2018.

Pan, T., Zhang, C., Kuang, W., De Maeyer, P., Kurban, A., Hamdi, R., Du, G.: Time Tracking of Different Cropping Patterns Using Landsat Images under Different Agricultural Systems during 1990-2050 in Cold China. *Remote Sensing* vol.12, n° 10(12) p.2011, 2018.

Philippa, R., Mears, C., Fujiwara, M., Jeannot, P., Thorne, P., Bodeker, G., Haimberger, L., Hervo, M., Popp, C., Romanens, G., Steinbrecht, W., Stübi, R., Van Malderen, R.: Radiosondes show that after decades of cooling, the lower stratosphere is now warming. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, n° 123, p. 12509-12522, 2018.

Reinisch, B., Galkin, I., Belehaki, A., Paznukhov, V., Huang, X., Altdill, D., Buresova, D., Mielich, J., Verhulst, T., Stankov, S., Blanch, E., Kouba, D., Hamel, R., Kozlov, A., Tsagouri, I., Mouzakis, A., Messerotti, M., Parkinson, M., Ishii, M.: Pilot ionosonde network for identification of travelling ionospheric disturbances. *Radio Science*, vol. 53, No.3, p.365-378, 2018.

Souverijns, N., A. Gossart, I. V. Gorodetskaya, S. Lhermitte, A. Mangold, Q. Laffineur, A. Delclocq and N. P. M. Van Lipzig, How does the ice sheet surface mass balance relate to snowfall? Insights from a ground-based precipitation radar in East Antarctica, *The Cryosphere* 12, 19887-2003, 2018.

Tagami, Y., Demarée, G.R., Mailier, P., Beillevalere, P., Mikami, T., Zaiki, M., Tsukahara, T., Hirano, J.: Strong Wind Hazards and Their

Variations in East Asia during the Little Ice Age. *Journal of Geography*, Vol. 127, No. 4, p. 513-529, 2018.

Termonia, P., Fischer, C., Bazile, E., Bouyssel, F., Brožková, R., Bénéard, P., Bochenek, B., Degrauwe, D., Derková, M., El Khatib, R., Hamdi, R., Mašek, J., Pottier, P., Pristov, N., Seity, Y., Smolřková, P., Španiel, O., Tudor, M., Wang, Y., Wittmann, C., Joly, A.: The ALADIN System and its canonical model configurations AROME CY41T1 and ALARO CY40T1. *Geoscientific Model Development* vol. 01, n° 11 (1), p. 257-281, 2018.

Termonia, P., Van Schaeybroeck, B., De Cruz, L., De Troch, R., Caluwaerts, S., Giot, O., Hamdi, R., Vannitsem, S., Duchêne, F., Willems, P., Tabari, H., Van Uytven, E., Hosseinzadehtalaei, P., Van Lipzig, N., Wouters, H., Vanden Broucke, S., Van Ypersele, J.P., Marbaix, P., Villanueva-Birriel, C., Fettweis, X., Wyard, C., Scholzen, C., Doutreloup, S., De Ridder, K., Gobin, A., Lauwaet, D., Stavrakou, T., Bauwens, M., Müller, J.F., Luyten, P., Ponsar, S., Van den Eynde, D., Pottiaux, E.: The CORDEX.be initiative as a foundation for climate services in Belgium. *Climate Services* vol. 6, n° 11, p. 49-61, 2018.

Van de Vyver, H., Van den Bergh, J.: The Gaussian copula model for the joint deficit index for droughts. *Journal of Hydrology* n° 561, p. 987--999, 2018.

Van de Vyver, H.: A multiscaling based intensity-duration-frequency model for extreme precipitation. *Hydrological Processes* n° 32, p. 1635--1647, 2018.

Van Malderen, R., Pottiaux, E., Stankunavicius, G., Beirle, S., Wagner, T., Brenot, H., Bruyninx, C.: Interpreting the time variability of world-wide GPS and GOME/SCIAMACHY integrated water vapour retrievals, using reanalyses as auxiliary tools. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 2018.

Vannitsem, S., Ekelmans, P.: Causal dependences between the coupled ocean-atmosphere dynamics over the Tropical Pacific, the North Pacific and the North Atlantic. *Earth System Dynamics*, n° 9, p. 1063-1083, 2018.

Vannitsem, S.: Que nous apprennent les modèles météorologiques et climatiques simplifiés sur la prévisibilité à long terme de l'atmosphère? *La Météorologie*, n° 102, p. 22-30, 2018.

Verhulst, T.G.W., Stankov, S.M.: Ionospheric wave signature of the American solar eclipse on 21 August 2017 in Europe. *Advances in Space Research*, vol. 61, No.9, p.2245-2251, 2018.

Verstraeten, W.W., Boersma, K., Douros, I., Williams, J., Eskes, H., Liu, F., Beirle, S., Delclocq, A.: Top-Down NOX Emissions of European Cities Based on the Downwind Plume of Modelled and Space-Borne Tropospheric NO2 Columns. *Sensors*. N° 18, p. 2893, 2018.

Yano, J., Ziemiański, M., Cullen, M., Termonia, P., Onvlee, J., Bengtsson, L., Carrassi, A., Davy, R., Deluca, A., Gray, S., Homar, V., Köhler, M., Krichak, S., Michaelides, S., Phillips, V., Soares, P., Wyszogrodzki, A.: Scientific challenges of convective-scale numerical weather prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society* vol. 99, n° 4, p. 699-710, 2018.



2. PUBLICATIES IN NATIONALE TIJDSCHRIFTEN MET LEESCOMITÉ

Demarée, G.: Meteorologen versus mycologen over de aardappelziekte (Brugge, 1845). Biekorf, West-Vlaams Archief voor Geschiedenis, Archeologie, Taal-en Volkskunde, n° 2, p. 184-199, 2018.

Demarée, G.R.: De aardbeving van 1640 (Vraagwinkel 2018-2). Biekorf, West-Vlaams Archief voor Geschiedenis, Archeologie, Taal-en Volkskunde, n° 3, p. 362, 2018.

Ech-chakrouni, S., Hus, J. : Jemeppe-sur-Sambre/Moustier-sur-Sambre : Datation archéomagnétique d'un four à chaux à Moustier sur Sambre. Chronique de l'Archéologie Wallonne 25, p. 178-179, 2018.

Ech-chakrouni, S., Hus, J.: Datation archéomagnétique de deux fours de potiers romains à Tongres. Signa Romana, p. 105-110, 2018.

Fock, H., Ech-chakrouni, S., Hus, J.: Baelen /Baelen: l'établissement rural du Bas-Empire à Nereth 2, compagne de fouille 2016. Chronique de l'Archéologie Wallonne 25, p. 93-95, 2018.

Gerard, L.: A few thoughts about cloud reunification in Alaro. Aladin-Hirlam Newsletter 11, p 39-40, 21 August 2018.

3. INTERNATIONALE MONOGRAFIEËN

3.1. BOOK

Vannitsem, S., Wilks, D., Messner, J. (Eds): Statistical Postprocessing of Ensemble Forecasts. Elsevier, 2018, 346 p.

3.2. CHAPTER OF BOOKS

Bader, D.A., Blake, R.A., Grimm, A., Hamdi, R., Kim, Y., Horton, R.M., Rosenzweig, C., Alvenson, K., Gaffin, S.R., Crane, S.: Urban climate science. In Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network (ARC3.2). Cambridge University Press, p. 27-60, 2018.

Boucher, M.A., Roulin, E., Fortin, V.: Short-Range Ensemble Forecast Post-processing. In: Handbook of Hydrometeorological Ensemble Forecasting. Springer, Berlin, Heidelberg, 2018.

Delclocq, A.W., Duchêne, F., Hamdi, R., Berckmans, J., Deckmyn, A., Termonia, P.: The Impact of Heat Waves and Urban Heat Island on the Production of Ozone Concentrations Under Present and Future Climate Conditions for the Belgian Domain. In Air Pollution Modeling and its Application XXV. ITM 2016. Springer Proceedings in Complexity. Springer, Cham, 2018.

Demayer, J., Vannitsem, S.: Stochastic parameterization of subgrid-scale processes: A review of recent physically-based approaches. In Advances in Nonlinear Geosciences, Ed. A.A. Tsonis, Springer, p. 55-85, 2018.

Van Schaeybroeck, B., Vannitsem, S.: Applications of Postprocessing for long range forecasts. In Statistical postprocessing of ensemble forecasts. Elsevier, p. 267-290, 2018.

Wilks, D., Vannitsem, S.: Uncertainty forecasts from deterministic dynamics. In Statistical postprocessing of ensemble forecasts. Elsevier, p. 1-13, 2018.

4. PROCEEDINGS

Barrios, J.M., Gellens- Meulenberghs, F., Hamdi, R., Wieneke, S., Janssens, I., Balzarolo, M.: Landscape heterogeneity around flux measurement stations investigated through Sentinel-2 and PRO-BA-V satellite imagery. Proceedings of the SPIE Remote Sensing. 13 p, Berlin, 10-13 September 2018.

De Meutter, P., Camps, J., Delcloo, A., Termonia, P.: Backtracking Radionuclides in Europe Using Ensemble Transport and Dispersion Modelling. In Springer Proceedings in Complexity, p. 147-150. Cham, Switzerland, 2018.

Barrios, J.M., Gellens- Meulenberghs, F., Hamdi, R., Wieneke, S., Janssens, I., Balzarolo, M.: Landscape heterogeneity around flux measurement stations investigated through Sentinel-2 and PRO-BA-V satellite imagery. Proceedings of the SPIE Remote Sensing. 13 p, Berlin, 10-13 September 2018.

Poelman, D., Delobbe, L., Mailier, P., Debal, F.: Evaluation of thunderstorm warnings in Belgium. 25th International Lightning Detection Conference (ILDC), Ft. Lauderdale, Florida, USA, 2018.

5. INTERNE EN EXTERNE RAPPORTEN ZONDER LEESCOMITÉ

Ampoorter, E., Delvaux, C., De Troch, R., Dewan, S., Jacobs, K., Rahman Masud, M., Sousa-Silva, R., Bertrand, C., Carnol, M., De Frenne, P., Hamdi, R., Muys, B., Ponette, Q., Vander Mijnsbrugge, K., Verheyen, K. : FORBIO Climate: Adaptation potential of biodiverse forests in the face of climate change. Belgian Science Policy, Brussels, 2018.

Arboleda, A., Ghilain, N., Gellens-Meulenberghs, F.: Satellite Application Facility on Land Surface Analysis (LSA SAF): Product User Manual. 32 p, 2018.

Ech-chakrouni, S., Hus, J. :Archeomagnetische datering van een verbrande structuur ondekt in de marktplaats van Sint-Lievens-Houtem. Firma SOLVA, 2018.

Ech-chakrouni, S., Hus, J.: Archeomagnetische datering van ovens in West-Vleteren (West-Vlaanderen). Firma Monument Vande-Kerckhove, 2018.

Ech-chakrouni, S., Hus, J. Archeomagnetische datering van een baksteenoven in Veurne (West-Vlaanderen). Firma Ruben Willaert, 2018.

Ech-chakrouni, S.: Premier rapport intermédiaire 2018. Convention SPW-DG04 – CPG de l'IRM, n° 17/16091, 2018.

Ech-chakrouni, S.: Rapport accord public-public AWaP-IRM, 2018.

Ech-chakrouni, S.: Rapport final 2017. Convention SPW-DG04 – CPG de l'IRM, n° 16/18861, 2018.

Ech-chakrouni, S.: Rapport final du projet RAPSCA 2018. Belspo, 2018.

Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: Satellite Application Facility on Land Surface Analysis (LSA SAF): Algorithm Theoretical Basis Document for MTG Land SAF Evapotranspiration & Surface Heat Fluxes (ET&SF). 33 p, 2018.

Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: Satellite Application Facility on Land Surface Analysis (LSA SAF): Validation Report - Evapotranspiration & Surface Fluxes (ET&SF v2). 23 p, 2018.

Hamdi, R.: Ecoprophet Annual report. 2018.

Hamdi, R.: RespiRIT Annual report. 2018.

Janssens, I., Balzarolo, M., ECOPROPHET project team: ECO-PROPHET activity report – 2nd year. 28 p, 2018.

Spasov, S. : Measurements of initial hysteresis curves of magnetic nanoparticle suspensions. Rapport technique dans le cadre du projet MagNaStand, novembre 2018.



6. ABSTRACTS VAN CONFERENTIES EN POSTERS

Spassov, S., Ortega, D., RADIOMAG team : Final Achievement Report. Rapport final du projet COST Multifunctional Nanoparticles for Magnetic Hyperthermia and Indirect Radiation Therapy (RADIOMAG), décembre 2018.

Spassov, S.: Magnetic property measurements of dry magnetic nanoparticles. Rapport technique dans le cadre du projet MagNaStand, février 2018.

Termonia, P., Van Schaeybroeck, B., De Cruz, L., De Troch, R., Giot, O., Hamdi, R., Van Uytven, E.: Combining regional downscaling expertise in Belgium: CORDEX and beyond. Politique Scientifique Fédérale (Belgique) BELSPO, 2018.

Van Bever, J., Smet, G., Degrauwe, D.: Report on workflow analysis for specific LAM applications, Tech. rep., ESCAPE, 2018.

Vannitsem S., Crucifix M., Termonia P., Nicolis C., Demaeyer J., Mitsui T., Van Ginderachter M.: Improving the representation and prediction of climate processes through stochastic parameterization schemes. Final Report. 50 p, Belgian Science Policy Office, Brussels, 2018.

Verbeiren, B., van Griensven, A., HiWET project team: HiWET Activity report – 3rd year. 62 p, 2018.

Arboleda, A., Ghilain, N., Barrios, J. M., Gellens-Meulenberghs, F.: An improved version of the LSA-SAF evapotranspiration and new surface heat fluxes products. Poster at the Joint International Surface Working Group and Satellite Applications Facility on Land Surface Analysis (ISWG - LSA-SAF) Workshop Lisbon, Portugal, 26-28 June 2018.

Barrios, J. M., Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: Towards sub-kilometer daily Evapotranspiration by exploiting Proba-V in surface energy balance modelling and Random Forest-based modelling. Presentation at PROBA-V Symposium. Ostend, Belgium, 29-31 May 2018.

Barrios, J. M., Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: Daily Evapotranspiration at sub-kilometer spatial resolution by combining surface energy balance modelling and statistical downscaling. Poster at the Joint International Surface Working Group and Satellite Applications Facility on Land Surface Analysis (ISWG - LSA-SAF) Workshop Lisbon, Portugal, 26-28 June 2018.

Berckmans, J., Hamdi, R., Dendoncker, N., Ceulemans, R.: Bridging the gap between policy-driven land use changes and regional climate projections. Geophysical Research Abstracts Vol. 20, 2018.

Berckmans, J., Hamdi, R.: Designing mitigation strategies for Belgian cities in the near future under climate change and land use change. Geophysical Research Abstracts Vol. 20, 2018.

Cai, P., Hamdi, R., Luo, G., De Maeyer, P.: The climate effects of the city expansion in the arid area of China. Geophysical Research Abstracts Vol. 20, 2018.

Caluwaerts, S., Hamdi, R., Lauwaet, D., Berckmans, J., Degrauwe, D., De Troch, R., Duchêne, F., Maiheu, B., Vanginderachter, M., Verdonck, M., Wauters, G., Termonia, P.: Design of the MOCCA Network in the City of Ghent Based on High-resolution Urban Modelling. In 10th International Conference on Urban Climate, New York City, USA, 6-10 August 2018.

De Coster, N., Gonzalez Sotelino, L.: Prototyping a versatile, interoperable and gregarious (VIG) logger: early Stages. TECO WMO 2018.

De Cruz, L., Schubert, S., Demaeyer, J., Lucarini, V., Vannitsem, S.: Lyapunov instability study of high-dimensional atmospheric and climate models. EGU, Vienna, 8-13 April, 2018.

Demaeyer, J., Vannitsem, S.: Comparison of stochastic parameterizations in the framework of a coupled ocean-atmosphere model. EGU, Vienna, 8-13 April 2018.

Ech-chakrouni, S.: Archaeomagnetic Applications for the Rescue of Cultural Heritage in Africa. Conférence dans le cadre de : 24ème rencontre biennale de la Société des Archéologues Africanistes: Etablir des points de ave la passé Africain. Toronto, Canada, 19-21 juin 2018.



Wetenschappelijke publicaties en conferenties

Egli, R., Spassov, S.: Discrimination of ferri- and antiferromagnetic iron oxides and oxyhydroxides of pedogenic origin. Conférence dans le cadre de : XVIth Castle Meeting New trends on Rock Paleo and Environmental Magnetism. Chęciny, Pologne, 16 - 20 juin 2018.

Ghilain, N., Arboleda, A., Barrios, J. M., Gellens-Meulenberghs, F.: LSA-SAF ET&SF – version 2: monitoring evapotranspiration & surface heat fluxes over entire continents at kilometer scale in near-real time thanks to satellite data. Abstract Vienna, Austria, 8-13 April 2018.

Ghilain, N., Arboleda, A., Barrios, M., Gellens-Meulenberghs, F.: LSA-SAF ET&SF – version 2: an improved monitoring of evapotranspiration & surface heat fluxes thanks to the assimilation of vegetation and land surface temperature. Presentation at the Joint International Surface Working Group and Satellite Applications Facility on Land Surface Analysis (ISWG - LSA-SAF) Workshop Lisbon, Portugal, 26-28 June 2018.

Ghilain, N.: Mapping water and heat release from land surface over several continents thanks to geostationary satellites. Royal Meteorological Institute of Belgium seminar series, Brussels, Belgium, 29 March 2018.

Gonzalez Sotelino, L., De Coster, N., Beirinckx, P., Peeters, P.: Intercomparison of Shelters in the RMI AWS Network. TECO WMO 2018.

Hamdi, R.: First evaluation of ALARO-SURFEX over Xinjiang, China: A tool to study the interaction between oasis and urban areas within an arid mountains desert system. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, China, 21 August 2018.

Hamdi, R.: Resilient Cities : Lessons learned, progress, needs and challenges. International Conference on Adaptation Metrics for Agriculture, Water and Resilient Cities, Marrakech, Morocco, 26-27 October, 2018.

Maleki, M., Wieneke, S., Barrios, J.M., Liu, Q., Janssens, I., Balzarolo, M.: Identification of Novel Remote Sensed Based Indicators for Phenology. Abstract Vienna, Austria, 8-13 April 2018.

Martins, J., Trigo, I.F., Ghilain, N., Jimenez, C., Ermida, S., Göttsche, F.-M., Olesen, F., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: All weather LST product comparison. Poster at the Joint International Surface Working Group and Satellite Applications Facility on Land Surface Analysis (ISWG - LSA-SAF) Workshop Lisbon, Portugal, 26-28 June 2018.

Masson, V., Hamdi, R., Fortelius, C., Wichers, B., Tascu, S., Bucher, B., Bocher, E., Perrels, A., Van Schaeybroeck, B., Calvet, J.C., Lemonsu, A., Votsis, A., Hoarau, C., Petit, G., Van Velthoven, P., Cica, R.: RCLIM project: development of the Urban Climate Services. Geophysical Research Abstracts, Vol. 20, 2018.

Schertzer, D., Tchiguirinskaia, I., Vannitsem, S.: Multifractal Intermittency and Ensemble Prediction Systems. EGU, Vienna, 8-13 April 2018.

Smet, G.: Thunderstorm forecasting with the convection-permitting RMI-EPS and model error based stochastic perturbations. SRNWP-EPS II workshop on Probabilistic prediction of severe weather phenomena: role of physics perturbations, Barcelona, Spain, 24-25 October 2018.

Spassov, S.: Magnetic methods for retrieving information of the past geomagnetic field. Conférence dans le cadre de : OIC/ISNET International Workshop on Geomagnetism and Ionosphere. Sonmiani, Pakistan, 16 - 20 juin 2018.

Spassov, S., Egli, R., Marks, G., Steinhoff, U.: Uncertainty analyses of static measurements of induced magnetisation. Conférence dans le cadre de : XVIth Castle Meeting New trends on Rock Paleo and Environmental Magnetism. Chęciny, Pologne, 16.-20 juin 2018.

Van de Vyver, H., Van Schaeybroeck, B., Hamdi, R.: Qualitative climatological features of observed intense precipitation extremes over Western and Northern Europe. EMS Annual Meeting: European Conference for Applied Meteorology and Climatology. Budapest, Hungary, 3-7 September 2018.

Van de Vyver, H.: A multiscaling intensity-duration-frequency model for extreme precipitation. Geophysical Research Abstracts Vol. 20, 2018.

Van de Vyver, H., Van Schaeybroeck, B., Hamdi, R.: Qualitative climatological features of observed intense precipitation extremes over Western and Northern Europe. EMS Annual Meeting Abstracts Vol. 15, 2018.

Masson, V. et al. : URCLIM project: development of the Urban Climate Services. Geophysical Research Abstracts Vol. 20, 2018.

Coll, J.R., Aguilar, E., the INDECIS: Integrated approach for the development across Europe of user oriented climate indicators for GFCS high-priority sectors: agriculture, disaster risk reduction, energy, health, water and tourism (INDECIS). Geophysical Research Abstracts Vol. 20, 2018.

Van den Bergh, J., Roulin, E.: Member by member postprocessing of hydrological ensemble predictions. Geophysical Research Abstracts, Vol. 20, 2018.

Van Schaeybroeck, B., Hamdi, R., Duchêne, F., De Troch, R., Termonia, P., Caluwaerts, S.: Validation of a Computationally-cheap Dynamic Downscaling Approach for Urban Climate Simulations. In 10th International Conference on Urban Climate, New York City, USA, 6-10 August 2018.

Van Schaeybroeck, B., Hamdi, R., Duchêne, F., De Troch, R., Termonia, P., Caluwaerts, S.: Using the Urban Signature for Downscaling the Climate in Different European Cities. In EMS Annual Meeting Abstracts. Vol. 15. & European Conference for Applied Meteorology and Climatology, Budapest, Hungary, 3-7 September 2018.

Van Schaeybroeck, B., Termonia, P.: Presentation at Climate Change op de International Conference Climate and Cultures :



Perspectives for the Future. KAOW/ARSOM, Brussels, 23-24 May, 2018.

Van Schaeybroeck, B., Vannitsem, S.: Aspects of post-processing of long-range forecasts. EGU, Vienna, 8-13 April 2018.

Vannitsem, S., Ekemans, P.: Causal dependences between the coupled ocean-atmosphere dynamics over the Tropical Pacific, the North Pacific and the North Atlantic. EGU, Vienna, 8-13 April 2018.

5. CONFERENTIES EN POSTERS ZONDER ABSTRACTS

Altadill, D., Blanch, E., Juan, J.M., Paznukhov, V., Belehaki, A., Galkin, I., Buresova, D., Verhulst, T., Sanz, J.: Characterization of large scale TIDs by analysis of classical ionospheric data in European region. Pres. COSPAR Scientific Assembly, Pasadena, USA, 14-22 July 2018.

Belehaki, A., Reinisch, B., Galkin, I., Borries, C., Sanz, J., Zornoza, M.J., Altadill, D., Buresova, D., Mielich, J., Verhulst, T., Stankov, S., Haralambous, H.: HF-based TID nowcast methodology and its validation with GNSS-TEC analysis techniques. Proc. URSI Atlantic Radio Science Conference (AT-RASC), Gran Canaria, Spain, 28 May - 1 June 2018.

Bergeot, N., Alfonsi, L., Bageston, J. V., Burrell, A., Cliverd, M., Correia, E., Cilliers, P. J., De Franceschi, G., Gulisano, A.M., Hernandez-Pajares, M., Heygster, G., Høeg, P., Jee, G., Krankowski, A., Lee, C., Lester, M., Lichtenberger, J., Lyatsky, S., Marcucci, M.F., Di Mauro, D., Mitchell, C., Morton, J., Nakamura, T., Negusini, M., Paul, A., Pozoga, M., Prikryl, P., Romano, V., Jayachandran, P.T., Tiwari, A.K., Weatherwax, A., Zalozovski, A., Zou, S., Benoit, L., Brescani, C., Chevalier, J.-M., Lombardi, D., Van Malderen, R., Meyer, F.J., Pottiaux, E., Roma-Dollase, D., Spogli, L.: RESOURCE: an International Initiative for Radio Sciences Research on Antarctic Atmosphere. AGU Fall Meeting, Washington, USA, 10-14 December 2018.

Bourgeois, Q., Duguay-Tetzlaff, A., Stöckli, R., John, V., Lattanzio, A., Schulz, J., Hollmann, R., Trentmann, J., Clerbaux, N., Gellens-Meulenberghs, F., Ghilain, N., Urbain, M., Trigo, I.: Regional Land Fluxes TCDR within the EUMETSAT Climate Monitoring SAF: Surface Radiation Budget. Poster presented at the EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Tallinn, Estonia, 17-21 September 2018.

Bruffaerts N., Hoebeke L., Guilbert A., Cox B., Delcloo A., Van Nieuwenhuysse A., Hendrickx M.: Airborne pollen concentrations in Brussels (Belgium): long-term trends and health impact. ICA, Parma, Italy, 1 - 5 September 2018.

Camps, J., Gueibe, C., Rutten, J., Vidmar, T., Menneson, F., Delcloo, A., Deconninck, B.: Xenon Release Source Term Estimation Based on Near-range Monitoring and Atmospheric Dispersion Modelling. WOSMIP VII, Sydney, Australia, 3-7 December 2018.

De Bock, V., Mangold, A., De Backer, H., Delcloo, A.: UV measurements at Uccle, Belgium (1990-2018) and Utsteinen, Antarctica (2011-2018). European conference on solar UV monitoring, Vienna, Austria, 12-14 September 2018.

De Cruz, L., Reyniers, M., Delobbe, L., Foresti, L.: Blending high-frequency NWP precipitation forecasts in an ensemble nowcasting system : STEPS-ALARO. 10th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology, Ede-Wageningen, The Netherlands, 2018.

De Meutter, P., Camps, J., Delcloo, A., Termonia, P.: Source localisation of the Ru-106 detected in autumn 2017. NERIS workshop, Dublin, Ireland, 25 - 27 April 2018.



Wetenschappelijke publicaties en conferenties

De Meutter, P., Camps, J., Delcloon, A., Termonia, P.: Source localization of ruthenium-106 detections in autumn 2017 using inverse modelling. International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and Its Application XXVI, Ottawa, Canada, 14 – 18 May 2018.

De Meutter, P., Delcloon, A., Camps, J., Deconinck, B., Termonia, P.: Simulating Xe-133 concentrations at IMS noble-gas-stations using stack emission data from medical isotope production facilities. WOSMIP VII, Sydney, Australia, 3-7 December 2018.

De Troch, R., Caluwaerts, C., De Cruz, L., Termonia, P., De Maeyer, P.: Central-Asia CORDEX climate runs. Ugent VSC Users Day, Brussels, 22 May 2018.

De Troch, R., Van Schaeybroeck, B., Termonia, P., Davis, A., Strubbe, D., Vanderhoeven, S., Groom, Q.: EURO-CORDEX climate data for the distribution modelling of invasive alien species. Climate Europe Festival, Belgrade, Serbia, October 2018.

Delcloon, A., De Meutter, P.: Uncertainty in Lagrangian dispersion modelling, using ECMWF's new ERA5 ensemble. ITM, Ottawa, Canada, 14 - 18 May 2018.

Delcloon, A., De Meutter, P.: Uncertainty quantification of Lagrangian dispersion modelling using ECMWF's ERA5 ensemble data within the framework of the ATM Challenge. NERIS workshop, Dublin, Ireland, 25 - 27 April 2018.

Delcloon, A., Laffineur, Q., De Backer, H.: Confusing situation of the European air traffic on October 2017: joint use of ceilometer measurements together with dispersion model output and CAMS forecasts are an asset for making critical decisions. EUNADICS-AV scientific conference, Rome, Italy, 19 June 2018.

Delcloon, A., Tuinder, O., Heue, K.P., Valks, P., Loyola, D.: Validation and quality assurance of GOME-2A and GOME-2B ozone profiles and tropospheric ozone column products in an operational context, using balloon sounding data. EUMETSAT conference, Tallinn, Estonia, 17 - 21 September 2018.

Delcloon, A.: Contribution of RMI to the Belgian Convention for Radiation Protection Research. Workshop to prepare 5-year work plan, SCK-CEN, Brussels, 1 March 2018.

Delobbe, L., Wilfert, S., Watlet, A., Van Camp, M.: Weather radar and superconducting gravimeter for estimating heavy rainfall. 10th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology, Ede-Wageningen, The Netherlands, 2018.

Galkin, I., Reinisch, B., Belehaki, A., Borries, C., Altadill, D., Sanz, J., Buresova, D., Verhulst, T., Mielich, J., Katamzi, Z., Haralambous, H.: TechTIDE: Warning and mitigation technologies for travelling ionospheric disturbance effects. Pres. COSPAR Scientific Assembly, Pasadena, USA, 14–22 July 2018.

Gerard, L.: Reconnecting cloud representations in Alaro-1. Joint 28th ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting, Toulouse, France, 16-20 April 2018.

Gerard, L.: Use of MUSC to track an old hidden bug. Belgium National Poster at Joint 28th ALADIN Workshop and HASM 2018.

Hamdi, R., De Troch, R., Van Schaeybroeck, B., Termonia, P.: On the use of ALARO and SURFEX for regional climate modeling at RMI. UA Antwerpen, Belgium, 5th June 2018.

Hamdi, R.: Review of surface data assimilation in ALADIN/HIRLAM. Surface data assimilation workshop. Meteo-Romania, Romania, 19-20 September 2018.

Hamdi, R.: Urban micro-climate modeling. WIV, Brussels, Belgium, 16th February 2018.

Herenz, P., Wex, H., Mangold, A., Laffineur, Q., Gorodetskaya, I. V., Fleming, Z. L., Panagi, M., Stratmann, F.: Aerosol and CCN Properties and Sources in East Antarctica during Austral Summer. SCAR/IASC Open Science Conference, Davos, Switzerland, 19-23 June 2018.

Heue, K.P., Xu, J., Loyola, D., Valks, P., van Roozendael, M., Lerot, C., Lambert, J.C., Koukouli, M., Balis, D., Garane, K., Delcloon, A.: Total and Tropospheric ozone columns from S5P. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 8-13 April 2018.

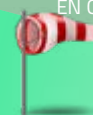
Keppens, A., Lambert, J.C., Granville, J., Hubert, D., Verhoelst, T., Compennolle, S., Latter, B., Kerridge, B., Siddans, R., Boynard, A., Hadji-Lazaro, J., Clerbaux, C., Wespes, C., Hurtmans, D., Coheur, P.F., van Peet, J., van der A, R., Garane, K., Koukouli, M.E., Balis, D., Delcloon, A., Kivi, R., Stübi, R., Godin-Beekmann, S., Van Roozendael, M., Zehner, C.: Quality assessment and ground-based validation of Metop-A and Metop-B nadir ozone profile products. EUMETSAT conference, Tallinn, Estonia, 17 - 21 September 2018.

Klos, A., Van Malderen, R., Pottiaux, E., Alshawaf, F., Bock, O., Bogusz, J., Chimani, B., Domonkos, P., Elias, M., Gruszczynska, M., Guijarro, J., Zengin Kazanci, S., Ning, T., Tornatore, V.: Homogenization of tropospheric data: evaluating the algorithms under the presence of autoregressive process. IX Hotine-Marussi Symposium, Rome, 18-22 June 2018.

Laffineur, Q., Delcloon, A., Mangold, A., De Bock, V., De Backer, H.: Misidentification of smoke plumes over Europe: joint use of ceilometer measurements with dispersion model increases their identification. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 8-13 April 2018.

Lukach, M., Quibus, L., Vanhoenacker, D., Delobbe, L.: Rain attenuation at Ka-Band estimated from weather radar observations. 10th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology, Ede-Wageningen, The Netherlands, 2018.

Mangold, A., Laffineur, Q., Delcloon, A., Hermans, C., Hendrick, F., Gossart, A., Souverijns, N., Herenz, P., Wex, H., Van Lipzig, N., De Backer, H.: Aerosol variability linked to clouds and precipitation in the Sor Rondane area. SCAR/IASC Open Science Conference, Davos, Switzerland, 19-23 June 2018.



Mangold, A., Laffineur, Q., Van Malderen, R., Hermans, C., Nys, K., Verbruggen, M., De Backer, H.: Total ozone, UV and radio sounding measurements in the Sør Rondane Mountains. SCAR/IASC Open Science Conference, Davos, Switzerland, 19-23 June 2018.

Merlaud, A., Pinardi, G., Delcloc, A., Dimitropoulou, E., Hendrick, F., Van Roozendaal, M.: Using CHIMERE to reduce the NO₂ and H₂CO horizontal representativeness errors between GOME-2 and MAX-DOAS dat. EUMETSAT conference, Tallinn, Estonia, 17 - 21 September 2018.

Moutier, W., Ghilain, N., Urbain, M., Clerboux, N., Gellens-Meulenberghs, F., Arboleda, A., Barrios, M., Bourgeois, Q., Duguay-Tetzlaff, A., Stöckli, R., Trigo, I., Johns, V., Lattanzio, A., Schulz, J., Akkermans, T.: Regional Land Fluxes TCDR within the EUMETSAT Climate Monitoring SAF: Evapotranspiration and Latent and Sensible Heat Fluxes. Poster presented at the EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Tallinn, Estonia, 17-21 September 2018.

Poelman, D., Delobbe, L.: Producing convection daily maps based on OPERA composite and EUCLID lightning data. 10th European Conference on radar in Meteorology and Hydrology, Ede-Wageningen, the Netherlands, 2018.

Poelman, D., Schulz, W., Pedebay, S.: Performance validation of a ground strike point algorithm. European Lightning Detection Workshop, Warsaw, Poland, 2018.

Reyniers, M., Brabant, R., Lukach, M., Schmid, B., Boos, M.: Comparison of onshore and offshore bird migration by different radar systems near the Belgian coast. 10th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology, Ede-Wageningen, The Netherlands, 2018.

Smet, G., Termonia, P.: Storm forecast tool. RMI-Elia workshop, RMI, Brussels, Belgium, 11 October 2018.

Souverijns, N., Gossart, A., Lhermitte, S., Gorodetskaya, I. V., Kneifel, S., Maahn, M., Bliven, F. L., Mangold, A., Laffineur, Q., Delcloc, A., Van Lipzig, N.: Snowfall rate retrieval and its relation with the Antarctic surface mass balance. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 8-13 April 2018.

Souverijns, N., Gossart, A., Lhermitte, S., Gorodetskaya, I.V., Kneifel, S., Maahn, M., Bliven, F.L., Mangold, A., Laffineur, Q., Delcloc, A., van Lipzig, N.P.M.: Snowfall Rate Retrieval and its Relation with the Antarctic Surface Mass Balance. Polar 2018, Davos, Switzerland, 18-26 June 2018.

Spasov, S., Ortega, D., RADIOMAG team: RADIOMAG – Four years of European cooperation on magnetic field hyperthermia therapy. Conférence dans le cadre de : MagNaStand stakeholder meeting, Teddington (Royaume-Uni), 27 novembre 2018.

Spasov, S.: M(H) measurements of Micromod particles. Conférence dans le cadre de : MagNaStand mid-term project meeting, Teddington (Royaume-Uni), 26 novembre 2018.

Tuinder, O., Delcloc, A., Hess, M.: Status of Metop/GOME-2 vertical ozone profiles. EUMETSAT conference, Tallinn, Estonia, 17 - 21 September 2018.

Van Lil, E., Van Malderen, R.: On the worst case trajectories of microwave links above Belgium. 2nd URSI Atlantic Radio Science Meeting, Gran Canaria, 28 May – 1 June 2018.

Van Malderen, R., Berckmans, J., Pottiaux, E., Pacione, R.: Evaluation of the atmospheric water vapor content in the regional climate model ALARO-0 using GNSS observations from EPN Repro2. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 8-13 April 2018.

Verhoelst, T., Hubert, D., Keppens, A., Granville, J., Van Roozendaal, M., Lambert, J.-C., Balis, D., Garane, K., Koukoulis, M., Pazmino, A., Goutail, F., Pommereau, J.-P., Delcloc, A., Kivi, R., Stübi, R., Retscher, C. and Zehner K.: Continuous Ground-based Assessment of the Stability of ESA's Ozone_cci and EC's C3S O3 Column and Profile Climate Data Records. ATMOS conference, Salzburg, Austria, 26-29 November 2018.

Verhulst, T., Altadill, D., Galkin, I., Blanch, E., Stankov, S., Reinisch, B., Kozlov, A., Belehaki, A.: Improving signal-to-noise ratio in oblique ionosonde soundings using new hardware capability of the DP54D ionosonde. Proc. URSI Atlantic Radio Science Conference (AT-RASC), Gran Canaria, Spain, 28 May – 1 June 2018.

Verhulst, T., Stankov, S.: Ionospheric disturbances due to the 2017 American solar eclipse detected at a European observatory. Proc. URSI Atlantic Radio Science Conference (AT-RASC), Gran Canaria, Spain 28 May – 1 June 2018.

Verhulst, T., Stankov, S.: The importance of the three-dimensional geometry of solar eclipses for analysis of the impact on the ionosphere. Pres. COSPAR Scientific Assembly, Pasadena, USA, 14-22 July 2018.

Verhulst, T.G.W.: New opportunities for ionospheric research and applications made possible by modern ionosondes. 2nd OIC Workshop on Geomagnetism and Ionosphere, Sonmiani, Pakistan, 10-17 November 2018.

Verstraeten, W., Dujardin, S., Hoebeke, L., Hendrickx, M., Sofiev, M., Delcloc, A.: Assessing birch pollen levels in Belgium by integrating spaceborne observations of vegetation activity into an air mass transport model. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 8-13 April 2018.

Verstraeten, W., Folkert, K.F., Boersma, J., Williams, J., Eskes, H., Delcloc, A.: NO_x emissions of European cities derived from modelled and spaceborne tropospheric NO₂ columns. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 8-13 April 2018.

Wagner, T., Beirle, S., Dörner, S., Wang, Y., Loyola, D., Van Malderen, R.: Global maps of water vapor trends and correlation of the water vapor distribution to different teleconnection indices derived from 20 years of combined GOME-SCIAMACHY-GOME-2 observations. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 8-13 April 2018.

6. LEZINGEN ALS GUEST

Vannitsem, S.: Ocean-Atmosphere coupling and long-term predictability. Workshop on Nonequilibrium Systems in Physics, Geosciences, and Life Sciences. ICTP, Trieste, Italy, 14-25 May 2018.

Vannitsem, S.: Is ocean surface wind stress key in the long term predictability of the atmosphere? IUTAM Workshop on Stochastic approaches to transitions in fluid flows, Ithaca, NY, USA, 12-14 Sept 2018.

Vannitsem, S.: Is ocean surface wind stress key in the long term predictability of the atmosphere? Workshop Dynamical Systems in Atmospheric Sciences. Paris, France, 8-9 october 2018

7. PROEFSCHRIFTEN TER VERKRIJGING VAN EEN DOCTORAAT

De Bock, V.: Analysis and interpretation of Aerosol Optical Depth values retrieved from a Brewer spectrophotometer at Uccle, Belgium. Université libre de Bruxelles, Faculté des Sciences – Chimie, Bruxelles, 2018.

De Meutter, P.: Uncertainty Quantification in Long-range Lagrangian Atmospheric Transport and Dispersion Modelling. Ghent, Belgium: Ghent University. Faculty of Sciences, 2018.

8. OPLEIDINGEN

Trainer: Ghilain, N.: Training course on the use of satellite products for drought monitoring and agro-meteorological applications, WMO/ EUMETSAT, 22-25 October 2018.

9°

WETENSCHAPPELIJKE
PUBLICATIES
EN CONFERENTIES







ALADIN : Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational

ALARO : Hoge resolutie versie van ALADIN

AWS : Automatic Weather Station

BELLS : Belgian Lightning Location System

Belspo : BELgian Science POLicy

CFC : Chlorofluorocarbure

CORDEX : Coordinated Regional climate Downscaling Experiment

COSPAR : Committee on Space Research

COST : European COoperation in Science and Technology

ECMWF : European Centre for Medium-range Weather Forecast

GERB : Geostationary Earth Radiation Budget HIRLAM: High Resolution Limited Area Model

INCA-BE : Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis-BELgium

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change

KNMI : Koninklijk Nederlands Meteorologische Instituut

KULeuven : Katholieke Universiteit Leuven

LIDAR : Light Detection And Ranging

NASA : National Aeronautics and Space Administration

NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration
NWP : Numerical Weather Prediction

SAF : Satellite Application Facility

SAFIR : Système d'Alerte Foudre par Interferometrie Radioélectrique

SCHEME : Hydrologische model voor Schelde en Maas

S-BE : Short Term Ensemble Prediction System-BELgium

STOCHCLIM : Stochastic Climatology, Brain-Be Project

SURFEX : SURface EXternalisé

SWPC : Space Weather Prediction Center

TOPROF : Towards Operational ground-based PROFiling with ceilometers, doppler lidars and microwave radio-meters

ULg : Université de Liège

WOW-BE : Wheather Observation Website - Belgium



KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT VAN BELGIË

JAARVERSLAG 2018

WWW.METEO.BE