

# JAAERVERSLAG

# KMI

# 2009

Koninklijk  
Meteorologisch  
Instituut  
van België





**KMI**

**Koninklijk Meteorologisch Instituut**

Ringlaan 3  
B-1180 Brussel  
Tel. +32 2 373 06 11  
Fax +32 2 375 12 59

**[www.meteo.be](http://www.meteo.be)**

**Verantwoordelijke uitgever :** Dr. H. Malcorps ISSN/1377-2406

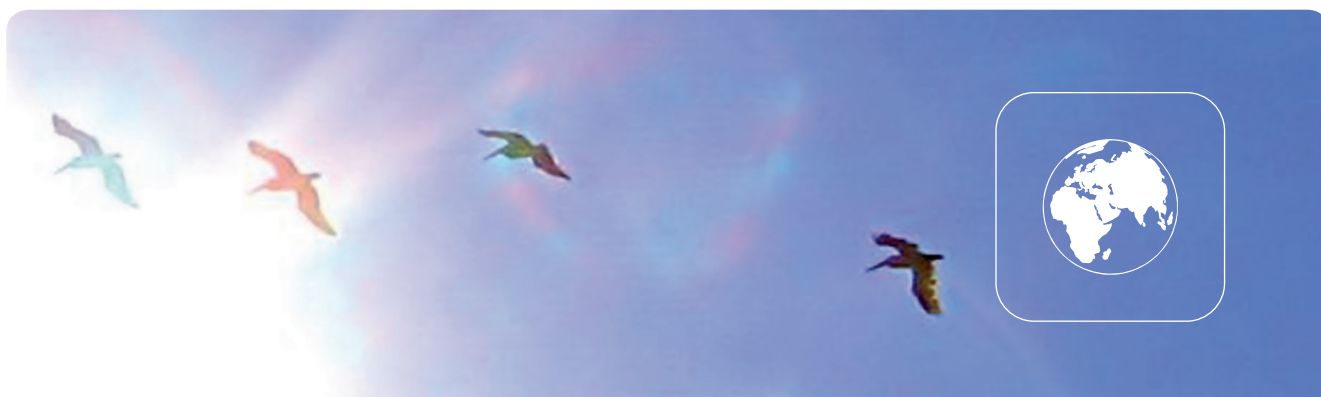
**Coördinator :** Heidi Langenus

**Graphisch ontwerp en realisatie :** Trinome.be





<b>VOORWOORD</b>	<b>7</b>	
<b>OPMERKELIJKE FEITEN</b>	<b>9</b>	
<b>VERBETEREN WAARSCHUWINGEN BOVEN LAND EN ZEE</b>	<b>12</b>	
1. Kwaliteitscontrole van de waarschuwingen . . . . .	13	
2. Verbetering van de waarschuwingen voor gevaarlijke weersomstandigheden . . . . .	20	
<b>UITBREIDEN VAN DE KENNIS OVER HET KLIMAAT</b>	<b>26</b>	
<b>UITBREIDEN EN VERBETEREN VAN DE WAARNEMINGSSYSTEMEN</b>	<b>32</b>	
<b>VERBETEREN EN UITBREIDEN VAN DE PRODUCTEN EN DIENSTEN AAN DE GEBRUIKERSGROEPEN</b>	<b>36</b>	
<b>BIJDRAGEN TOT DE INTERNATIONALE UITSTRALING VAN BELGIË</b>	<b>42</b>	
<b>MODERNISEREN VAN HET BEHEER</b>	<b>46</b>	
<b>HET WEER IN 2009</b>	<b>50</b>	
<b>SAMENSTELLING VAN DE WETENSCHAPPELIJKE RAAD, DE BEHEERSCOMMISSIE, DE JURY EN DE DIRECTIERAAD VAN HET KMI</b>	<b>56</b>	
1. Wetenschappelijke Raad . . . . .	57	
2. Beheerscommissie . . . . .	57	
3. Jury . . . . .	57	
4. Directieraad . . . . .	57	
<b>WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES EN CONFERENTIES</b>	<b>58</b>	
1. Publicaties met leetuurcomité . . . . .	59	
2. Proceedings . . . . .	60	
3. Interne rapporten . . . . .	60	
4. Abstracts van conferenties of van posters . . . . .	61	
5. Conferenties en posters zonder abstracts . . . . .	62	
6. Proefschriften ter verkrijging van een doctoraat . . . . .	62	
7. Publicaties voor het Rampenfonds . . . . .	63	
8. Populair - wetenschappelijke artikelen . . . . .	63	
<b>LIJST VAN LETTERWOORDEN EN AFKORTINGEN</b>	<b>65</b>	





© Foto Ivan Mervillie

---

## VOORWOORD

---

Zowel voor de operationele werking als voor het wetenschappelijk onderzoek zijn de nationale meteorologische diensten aangewezen op een intense internationale samenwerking. Deze samenwerking gebeurt soms tussen individuele meteorologische diensten, maar vaak ook binnen consortia of zelfs intergouvernementele organisaties door de omvang van de opdracht. Zonder synergie tussen de verschillende landen of diensten zou het onmogelijk zijn om het onderzoek, noch de dienstverlening op het huidige niveau te handhaven.

Op het niveau van het KMI werd in 2009 verder gewerkt aan de realisatie van de strategische objectieven zoals deze in het managementplan 2006 - 2011 werden gedefinieerd. Twee belangrijke objectieven zijn:

- Meer veiligheid bieden door kennisopbouw over het weer, het klimaat, het geomagnetisch veld en de ionosfeer ;
- Het verbeteren en uitbreiden van meteorologische producten en diensten voor de gebruikersgroepen.

Voor de realisatie van het eerste objectief ging de aandacht in de eerste plaats uit naar de waarschuwingen voor gevaarlijke weersomstandigheden voor de volgende 24 uur : hevige neerslag, wind en onweer, sneeuw en ijzel. De bewaking van de kwaliteit van deze waarschuwingen is hierbij essentieel, daarom is dit één van de eerste paragrafen van dit jaarverslag. De uitkomst van deze kwaliteitsmetingen dient als input voor het onderzoek en de modellering van deze fenomenen. De meeste van deze weerverschijnselen spelen zich af op lokale schaal. Daarom werd binnen het ALADIN-consortium, in synergie met 16 andere meteorologische diensten, het onderzoek over kleinschalige (1 à 2 km) modellen aangevat. Het KMI speelt in dit consortium een toonaangevende rol.

Voor waarschuwingen tot 6 uur vooraf (nowcasting) wordt ook in belangrijke mate gebruik gemaakt van moderne waarnemingssystemen. Daarom is het Instituut gestart met de implementatie van een "Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis systeem" (INCA). Dit project loopt in synergie met de Oostenrijkse Meteorologische Dienst (ZAMG).

Wanneer het deterministisch voorspellen van meteorologische fenomenen voor langere perioden moeilijk wordt, moeten we ons tevreden stellen met het voorspellen van de waarschijnlijkheid dat sommige gevaarlijke fenomenen zich zullen voordoen in bepaalde streken. Deze informatie is niettemin

bijzonder waardevol en heeft steeds meer toepassingsgebieden. Het is voor het KMI dan ook een belangrijk onderwerp geworden. Voor deze waarschijnlijkheidsvoorspellingen maken we gebruik van de modellen van het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn te Reading. Meer lokale voorspellingen maken we met behulp van ALADIN binnen een internationaal project (Grand Limited Area Model Ensemble Prediction System ).

Aandacht ging ook naar de uitbreiding van de kennis in verband met het klimaat. We deden onderzoek naar de invloed van de klimaatsverandering en de invloed van de urbanisatie op hydrologische extremen. Hiervoor deden we een beroep op een model van Météo-France. Ook de evolutie van de extreme windsnelheden en temperaturen voor België werden met moderne technieken onderzocht.

Voor het verbeteren en uitbreiden van meteorologische producten en diensten zochten we naar synergie met de verschillende gebruikersgroepen en werd een innovatiestrategie ingevoerd. Naast de federale staat, hebben ook de gewesten verantwoordelijkheden waarvoor ze een beroep moeten doen op meteorologische expertise. Enerzijds besteedden we meer aandacht aan hernieuwbare energie en deden we lokale waarnemingen van zonne-energie aan de grond, waarbij we gebruik maakten van satellietwaarnemingen. Anderzijds ondersteunden we de gewesten met meteorologische informatie die hen toelaat om, op basis van probabilistische voorspellingen, tijdig beslissingen te nemen voor het beschermen van de bevolking tegen gevaarlijke weersomstandigheden. Een voorbeeld hiervan is de samenwerking met het IBGE-BIM aangaande het sluiten van Brusselse bossen en parken. Tot slot vermelden we nog dat het KMI, in synergie met het Vlaamse gewest, een Oceanografisch Meteorologisch Station exploiteert ter ondersteuning van de activiteiten in de havens en de veiligheid op het strand, de kust en op zee.

Uit dit alles blijkt dat het KMI niet onder een glazen stolp werkt, maar actief synergie ontwikkelt met de onderzoeksgemeenschap, de operationele diensten en de gebruikers en zowel op gewestelijk, federaal als internationaal niveau.

**Dr. Henri Malcorps,**  
Algemeen Directeur  
van het KMI

## **OPMERKELIJKE FEITEN**





## OPMERKELIJKE FEITEN

### Expeditie Antarctica

Het KMI is leider van een onderzoeksproject op de nieuwe Antarctische onderzoeksbasis Prinses Elisabeth.

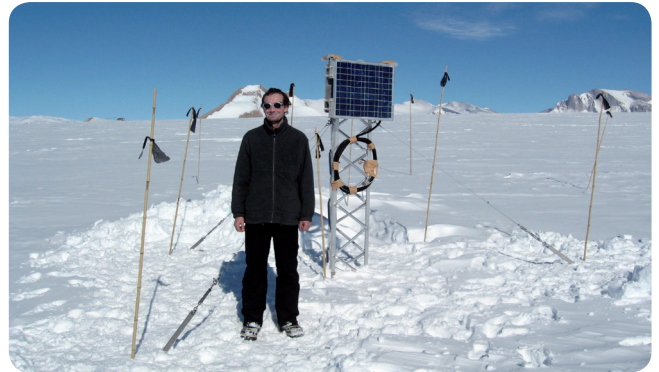
De nieuwe Belgische onderzoeksbasis, Prinses Elisabeth, werd op Antarctica gebouwd gedurende de Antarctische zomers van 2007/2008 en 2008/2009. Op 15 februari 2009 vond de officiële inhuldiging plaats.

Het Koninklijk Meteorologisch Instituut leidt, in samenwerking met het Belgisch Instituut voor Ruimte Aëronomie en de Universiteit van Gent, op deze nieuwe basis een wetenschappelijk project: het BelAtmos-project. De bedoeling bestaat erin om een lange tijdreeks van waarnemingen van ozon en andere minderheidsbestanddelen op te bouwen. Bijzondere aandacht gaat daarbij naar een uitgebreide karakterisering van aerosoldeeltjes in de Antarctische atmosfeer.

Tijdens de onderzoeksexpeditie in 2009 installeerde een personeelslid van het KMI een aantal instrumenten voor de bepaling van optische eigenschappen van aerosoldeeltjes. Het gaat om een CIMEL zonfotometer, die bij verschillende golflengten de totale verzwakking van het zonlicht meet en om een Magee Scientific aethalometer die de absorptie van zonlicht bij verschillende golflengten meet. Daarnaast werd ook een magnetometer geïnstalleerd, die het magnetisch veld in de drie ruimtelijke dimensies meet.

### Kick-off 'Magnetic Valley'

Dit jaar werd het startsein gegeven voor het "Magnetic Valley"-project in het Geofysisch Centrum (in de gemeente Viroinval). Magnetic Valley wil met de wetenschappelijke kennis van zaken en expertise van het Geofysisch Centrum bijdragen tot de sociaaleconomische ontwikkeling van de regio rond Dourbes. We stelden rond een specifiek voor dit project gerekruteerde coördinator een engineeringteam samen dat zich toelegt op de verschillende O&O-activiteiten van het project. Anderzijds richtten we ook een begeleidingscomité op samengesteld uit de coördinator en uit de wetenschappers die voor de verschillende betrokken afdelingen verantwoordelijk zijn. Het begeleidingscomité buigt zich tijdens wekelijkse vergaderingen over de opvolging van de lopende acties en over de gewenste projectkoers. Daarbij worden zowel de strategische (keuze van de uit te werken technologieën, identificeren van opportuniteiten, keuzes op het vlak van intellectuele eigendom), organisatorische als functionele lijnen van het project uiteengezet. Tijdens de eerste werkingsmaanden van het project knoopten we tal van contacten aan die uitmondten in verschillende samenwerkingsverbanden (BEP, SPAQuE, Pi2, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ...).



Afbeelding 1.1: KMI medewerker A. Mangold op de meetplaats van de magnetometer. Zichtbaar is de kleine mast met het zonnepaneel voor de energievoorziening en GPS-ondersteuning en de satellietantennes voor automatische dataoverdracht. Het instrument zelf is ondergesneeuwd.



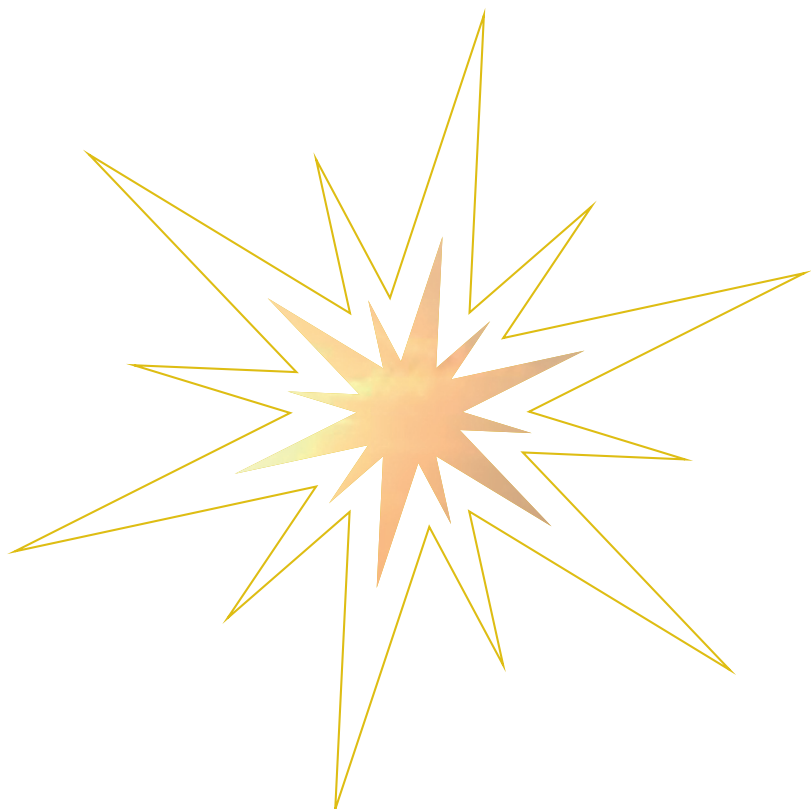
Afbeelding 1.2: logo Magnetic Valley

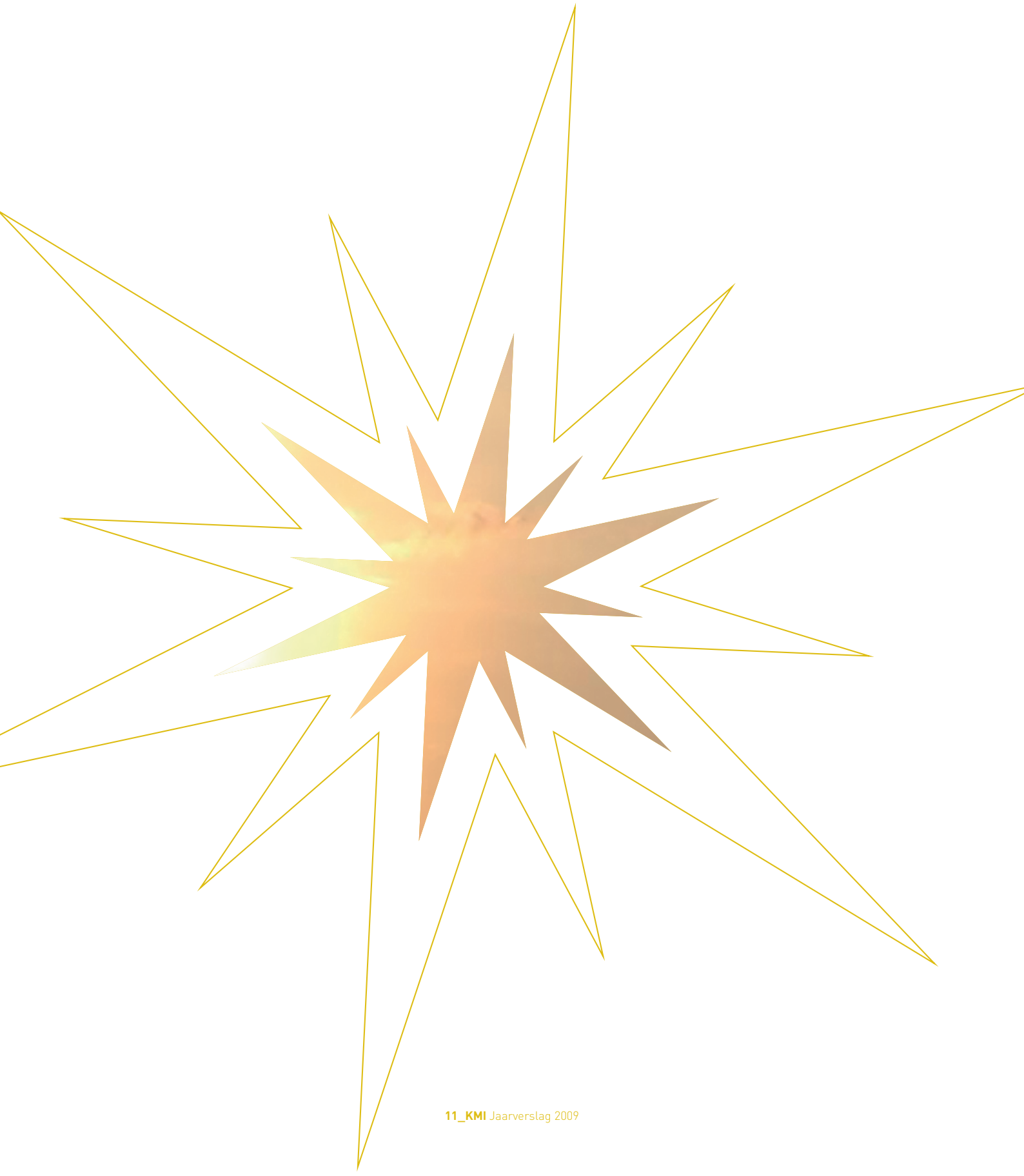


Afbeelding 1.3: Het KMI SOVAP-team en het Picard wetenschappelijk comité. Rechts op de achtergrond: de 'stralingstoren' van het KMI, waar sinds 1887 metingen van de zonneshijnduur worden gemaakt.

### **Picard: een historische ruimtemissie voor de studie van de invloed van de zon op ons klimaat**

In 2009 bouwde het KMI haar nieuwste ruimte-instrument: SOVAP. SOVAP zal vanaf de Picard-satelliet metingen maken. De Picard-missie wil de invloed van de zon op ons klimaat bestuderen, waarmee een belangrijke blinde vlek in onze kennis over klimaatsveranderingen op aarde zal worden opgevuld. Het SOVAP ruimte-instrument werd volledig binnen het KMI gerealiseerd door een team van een vijftal deskundigen. SOVAP is ons vijfde ruimte-instrument en zorgt voor de aflossing van de wacht van ons instrument op de SOHO-satelliet, dat sinds 1996 ononderbroken metingen maakt van de door de zon uitgezonden energie: de zogenaamde zonne-irradiantie. Zonne-irradiantie is een bepalende factor voor de temperatuur, en dus het klimaat, op aarde. De Picard-satelliet is genoemd naar de Franse astronoom Jean Picard. Hij leefde in de zeventiende eeuw, toen Europa gekenmerkt werd door een kleine ijstijd. Jean Picard maakte metingen van de schijnbare diameter van de zon om de excentriciteit van de baan van de aarde rond de zon te bestuderen. Dankzij hem beschikken we over historische metingen van de diameter van de zon. Met de Picard satellietmetingen zullen we nagaan of er een verband is tussen enerzijds de variaties van de energie die de zon uitzendt - de zogenaamde zonne-irradiantie - en de zonnediameter anderzijds. We vermoeden dat tijdens de kleine ijstijd de zon minder energie uitzond en groter was dan nu. Hierdoor heeft de zon waarschijnlijk een belangrijke invloed gehad op de klimaatsverandering over de laatste driehonderd jaar, die we dankzij de Picard metingen beter zullen begrijpen.







**VERBETEREN  
WAARSCHUWINGEN  
BOVEN LAND EN ZEE**



## VERBETEREN WAARSCHUWINGEN BOVEN LAND EN ZEE

### Kwaliteitscontrole van de waarschuwingen

Een van de hoofdtaken van het KMI is de veiligheid van de bevolking te vergroten. Een belangrijke bijdrage daartoe is de verbetering van de waarschuwingen voor land en zee. De kwaliteit van de weerberichten en de betrouwbaarheid van onze waarschuwingen worden beoordeeld door de waarschuwingen bij gevaarlijk weer (overvloedige neerslag, hevige wind, zwaar onweer, sneeuw en ijzel) te toetsen aan de reële weersomstandigheden.

#### A. Voorspellingen van en waarschuwingen voor overvloedige neerslag

Bij intense en overvloedige neerslag vraagt het Ministerie van Binnenlandse Zaken het KMI om advies over het mogelijk uitzonderlijke karakter van het verschijnsel. Op basis daarvan, en aan de hand van de aangerichte schade, wordt over een eventuele tussenkomst van het Rampenfonds beslist.

Alle gevallen waarvoor ons advies in 2009 werd ingewonnen, werden geanalyseerd. In 2009 waren er 7 periodes van zware neerslag die schade veroorzaakte.

**Gele waarschuwingen:** verwachte overvloedige neerslag: (i) minstens 20 mm in 6 uur of (ii) tussen 25 en 50 mm in 24 uur

**Oranje waarschuwingen:** verwachte hele zware neerslag: (i) minstens 30 mm in 6 uur of (ii) minstens 50 mm in 24 uur, of (iii) minstens 30 mm in 24 uur, voorafgegaan door een eerdere gele waarschuwingscode

1. Overvloedige regenval van 14 mei 2009 op het grondgebied van de provincies Vlaams-Brabant, Waals-Brabant, West-Vlaanderen, Oost-Vlaanderen, Namen en het Brussels Hoofdstedelijk Administratief Arrondissement, waarvoor een gele waarschuwing werd uitgestuurd.
2. Overvloedige regenval van 25 en 26 mei 2009 op het grondgebied van de provincies West-Vlaanderen, Oost-Vlaanderen, Henegouwen, Luik, Luxemburg en Namen, waarvoor een oranje waarschuwing werd gegeven.
3. Overvloedige regenval van 9 juni 2009 op het grondgebied van de provincies Vlaams-Brabant en West-Vlaanderen. Gele waarschuwing
4. Overvloedige regenval van 26 en 27 juni 2009 op het grondgebied van de provincies Henegouwen, Luik en Namen. Oranje waarschuwing
5. Overvloedige regenval van 21 en 22 juli 2009 op het grondgebied van de provincies Antwerpen, Oost-Vlaanderen en Luik. Oranje waarschuwing
6. Overvloedige regenval van 7 oktober 2009 op het grondgebied van de provincies Vlaams-Brabant, Waals-Brabant en West-Vlaanderen, Henegouwen, Limburg en het Brussels Hoofdstedelijk Administratief Arrondissement. Gele waarschuwing
7. Overvloedige regenval van 9 oktober 2009 op het grondgebied van de provincie West-Vlaanderen. Gele waarschuwing

#### RESULTATEN EN CONCLUSIE:

We beklemtonen dat het KMI voor alle gevallen waarin het Rampenfonds tussenkwam, een waarschuwing uitstuurde.

Wat de kleur van de waarschuwingen betreft, kondigden we de risico's regelmatig met de juiste kleur aan. De gebeurtenissen van 14 mei en 7 oktober 2009 hebben we evenwel onderschat (gele waarschuwing). De analyse van de klimatologische waarnemingen toonde aan dat dit oranje had moeten zijn.

	Aantal bestudeerde gevallen	Aantal correcte KMI waarschuwingen	Percentage correcte voorspellingen
Gevallen waarin het Rampenfonds tussenkwam	7	7	100%

Tabel 2.1 : Overzicht van de scores behaald door het KMI

2009	Geobserveerde wind (km/u)	Verwachte wind (km/u)	Waarschuwing (km/u)
18/01	94	90	80-100
19/01	90	90	80-100
22/01	76	80	80-100
23/01	90	90	80-100
10/02	94	100	100-120
08/03	83	80	80-100
...	.	.	.
03/09	79	80	80-100
07/10	83	50	Geen waarschuwing
01/11	65	75	80-100
14/11	83	90	80-100
18/11	76	90	80-100
22/11	86	85	80-100
23/11	97	90	80-100
27/11	83	80	80-100

Tabel 2.2 : Geobserveerde en verwachte windsnelheden en uitgestuurde waarschuwingen

## B. Voorspellingen van en waarschuwingen voor hevige wind (snelheid meer dan 80 km/u)

Net als voorgaande jaren onderscheiden we twee denkbeeldige situaties:

- Situaties die gepaard gaan met uitgestrekte en diepe stormdepressies; hiervoor bestaan goed gedefinieerde methoden die de maximale snelheid van de rukwinden kunnen voorspellen. Hoewel ze zich het vaakst in de winter voordoen, kunnen dergelijke situaties net zo goed in de herfst en in de lente optreden.
- Situaties waarbij onweer zich op aanzienlijk kleinere schaal ontwikkelt; hierbij is het veel moeilijker, of zelfs onmogelijk, om de maximale snelheid van de rukwinden te voorspellen. In dat geval maken we enkel gewag van rukwinden of hevige windstoten, zonder de snelheid ervan te preciseren.

In 2009 bleef het op het vlak van hevige wind betrekkelijk rustig. De hoogste windsnelheid – 101 km/u – werd op 26 mei 2009 opgetekend. Die ging gepaard met onweer. Voor die dag stuurde het KMI een waarschuwing uit voor windstoten van 100 tot 120 km/u.

De maanden januari, februari, maart, september, oktober en november werden gekenmerkt door hevige wind die gepaard ging met winterdepressies. Met windsnelheden die onder 80 km/u bleven, was het tijdens de maanden april en augustus heel wat rustiger. In mei, juni en juli traden de windstoten hoofdzakelijk op bij onweer.

In totaal telden we bij grootschalig stormweer 10 situaties met hevige wind (windsnelheid boven de 80 km/u). In 13 gevallen stuurde het KMI een waarschuwing uit. In 8 gevallen waren de waarschuwingen correct. Een melding (op 10/02/2009) waarschuwde voor windsnelheden van 100 tot 120 km/u, terwijl het in werkelijkheid niet harder waaide dan 94 km/u. Vier maal werd gewaarschuwd voor windsnelheden van 80 tot 100 km/u; uiteindelijk bleef de windsnelheid onder de 80 km/u. Een situatie met hevige wind (83 km/u) werd niet gedetecteerd; hiervoor stuurde het KMI dus geen waarschuwing uit.

Tijdens de zomermaanden werd tien maal gewaarschuwd voor hevige wind tijdens onweersbuien; 7 waarschuwingen hadden betrekking op windsnelheden van 80 tot 100 km/u en 3 op windstoten van 100 tot 120 km/u. Langs de kust stelden we algemeen hogere windsnelheden vast dan in het binnenland. 7 oktober 2009 vormde een merkwaardige uitzondering daarop. Een kern van lage druk die over het land trok, veroorzaakte in het binnenland een windsnelheid van 83 km/u, terwijl die aan de kust niet boven de 50 km/u uitkwam. Die dag werd ten onrechte geen enkele waarschuwing uitgestuurd.

## RESULTATEN EN CONCLUSIE:

We zijn tevreden over de voorspellingen van winterse hevige wind, die gepaard gaat met depressies op grote schaal. Het voorzichtigheidsprincipe maakt dat we het aantal gevallen wat overschat hebben. De onterechte waarschuwingen hadden wel slechts betrekking op winden minder dan 80 km/u. Een enkele keer hebben we een windsnelheid van meer dan 83 km/u niet opgemerkt.

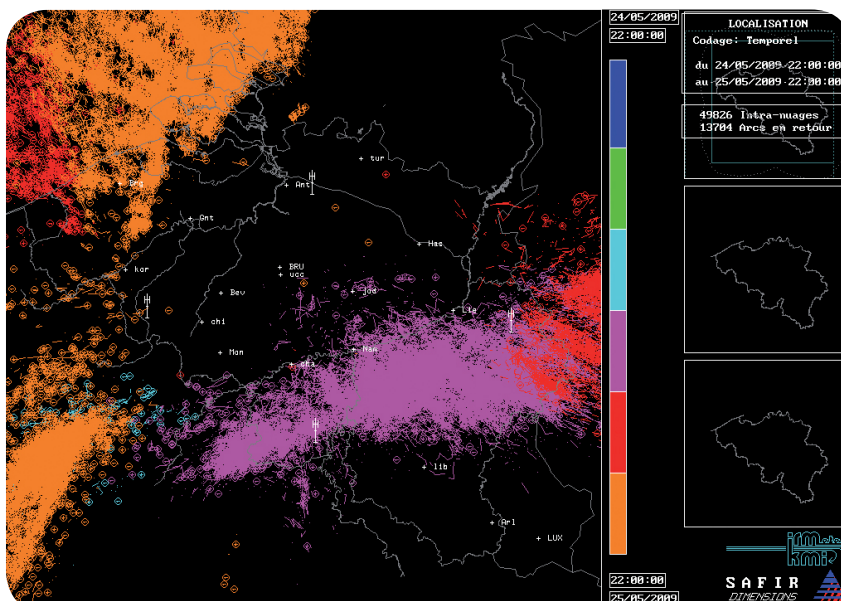
### C. Voorspellingen en waarschuwingen voor hevig onweer

In 2009 registreerde het bliksemdetectiesysteem SAFIR boven het Belgische grondgebied iets meer dan 138.000 bliksemontladingen. Sinds het KMI in 1993 met het SAFIR-systeem startte, bedroeg het aantal gemiddelde jaarlijkse ontladingen 158.000. We kunnen dus stellen dat 2009 een jaar van matige onweersactiviteit was. Tijdens het "topjaar" 2002 werden er bijvoorbeeld 266.000 ontladingen opgetekend, terwijl 1998 met 88.000 bliksems het minst actieve jaar was. Er werden in 2009 ook 58.400 bliksems genoteerd met ontlading naar de grond (dit is bijna 47% van het totaal aantal bliksemontladingen). In 2009 telden we tot slot 86 onweersdagen, wat een normaal getal is.

Onweer kan heel wat schade aanrichten: veel neerslag op korte tijd, hagelstenen van meerdere centimeters diameter, zware windstoten met eventueel windhozen en blikseminslagen die brand kunnen veroorzaken of toestellen kunnen beschadigen. Een onweersdag krijgt het etiket "belangrijk" vanaf ongeveer 5.000 ontladingen. De kans op schade in meerdere regio's is dan aanzienlijk en een gepaste waarschuwing is vereist. Deze waarschuwingen worden onder meer verstuurd naar de media en de hulpdiensten en eveneens op de website van het KMI geplaatst.

Het is achteraf bekeken normaal dat bepaalde waarschuwingen de situatie wat hebben onderschat of overschat, of dat bepaalde waarschuwingen eventueel onterecht waren. Onweer is immers per definitie zeer wispelturig en het blijft een hele opdracht om dit noodweer voldoende correct in te schatten. Ten eerste is er al de moeilijke vraag of het al dan niet gaat onweren. Ten tweede moet de plaats worden ingeschat waar het onweer gaat losbreken (dit is dikwijls maar een klein gedeelte van het land). Ten derde moet ook worden nagegaan wat de intensiteit van het onweer is en welke schade het kan teweegbrengen.

Tot slot houdt men bij het waarschuwingssysteem ook rekening met de impact van het onweer zoals de timing, want een onweer tijdens de spitsuren is gevaarlijker dan een nachtelijk onweer. In 2009 waren er 8 dagen met een belangrijke onweersactiviteit:



Abbeelding 2.1 : Onweersituatie van 25 mei waarbij er in de namiddag vooral ten zuiden van Sambre en Maas flink wat schade was. Deze afbeelding toont de verdeling van het aantal ontladingen in 6 perioden (kleurenschaal) van 4 uur tussen 22.00 UTC op 24 mei en 22.00 UTC op 25 mei. Het onweer dat in de vroege ochtend van 26 mei toesloeg is op dit beeld al herkenbaar boven Frankrijk (zie ook afbeelding 2.2).

datum	aantal ontladingen	opgestelde waarschuwing
25 mei 2009	19.355	oranje
26 mei 2009	21.408	oranje
9 juni 2009	5.633	geel
26 juni 2009	4.994	oranje
21 juli 2009	18.523	oranje
22 juli 2009	7.444	geel
20 augustus 2009	30.484	oranje
7 oktober 2009	7.720	geel

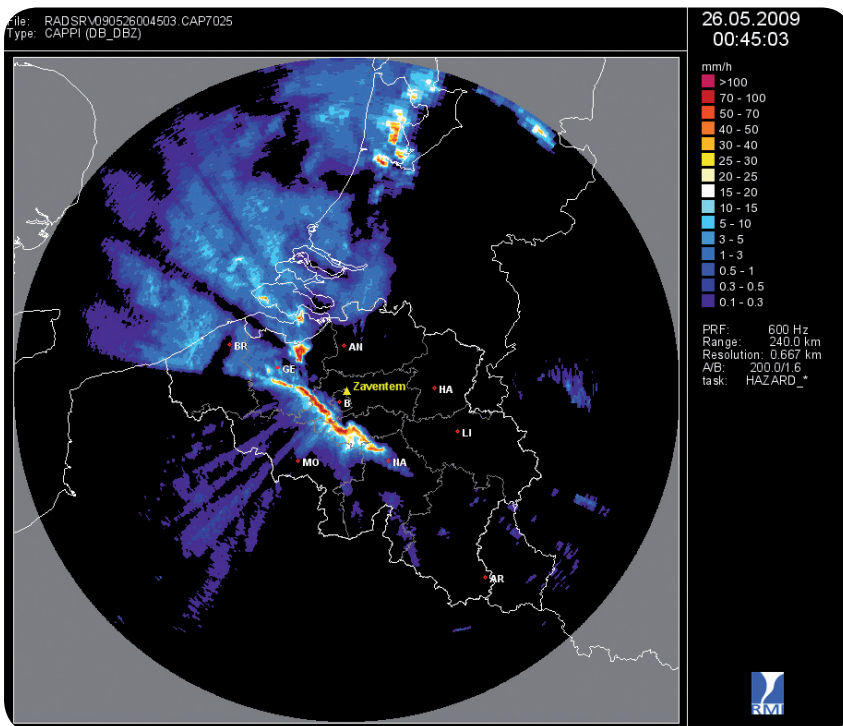
Tabel 2.3 : de belangrijkste dagen met bliksemontladingen boven België in 2009.



Met 30.484 ontladingen was 20 augustus de belangrijkste dag, maar toen bleef verhoudingsgewijs de schade nog binnen de perken. Dit aantal ontladingen is immers niet zo uitzonderlijk hoog, want sinds het begin van de meetreeks staan de dagrecords genoteerd op 11 juli 1995 (61.337 bliksems) en 30 juli 2002 (59.595 bliksems). De meest memorabele onweersdagen van 2009 waren wellicht die van 25 en 26 mei. Op 25 mei trof een eerste onweerscomplex vooral Hoog-België en vielen er hagelstenen tot 4 cm diameter (zie afbeelding 2.1). Op 26 mei werd het rond en na middernacht nog erger en teisterde een zeer actieve onweerszone vooral het centrale en het westelijke deel van ons land (zie afbeelding 2.2). Plaatselijk vielen er toen hagelstenen tot 7 cm groot met zelfs een uitschieter tot 9 cm. Er viel ook veel neerslag op korte tijd en er deden zich zware windstoten voor. Andere belangrijke onweersdagen met schade waren 21 en 22 juli en 20 augustus. Tot slot was ook 7 oktober opmerkelijk, toen al laat in het seizoen nog spectaculair onweer losbrak met veel ontladingen en flink wat neerslag.

Voor de 8 vermelde dagen werd er telkens een tijdige waarschuwing verstuurd; meer bepaald code geel (kans op lokaal en eerder matig onweer waarbij hier en daar aanzienlijke schade zeker niet uit te sluiten is) of code oranje (belangrijk risico op matig tot zwaar onweer in meerdere streken). Een code rood werd in 2009 terecht niet gegeven (zeer hoog risico op zwaar onweer op grote schaal).

Er waren in totaal ook 6 dagen met tussen de 1.000 en 5.000 ontladingen (14 april, 15 april, 14 mei, 27 juni, 17 juli en 7 augustus). Ook voor deze dagen werd er telkens een gepaste waarschuwing gegeven. Ook in dergelijke situaties kan de schade immers plaatselijk hoog oplopen. De omvang blijft over het algemeen dan wel beperkt tot enkele gemeenten of een deel van een provincie.



Afbeelding 2.2 : Radarbeeld van 26 mei 2009 om 2.45 uur (lokale tijd). Dat zwaar onweer zeker niet altijd in de late namiddag of de avond hoeft toe te slaan werd tijdens de nacht van 25 op 26 mei 2009 nogmaals aangetoond. Toen trok rond en na middernacht een verwoestend onweersfront - een zogenaamde "squall line" - over grote delen van het land. Op het beeld is ten noordoosten van Gent ook een zogenaamde supercel te zien, die lokaal hagelstenen van meer dan 7 cm diameter produceerde.

## D. Voorspellingen van en waarschuwingen voor sneeuw en ijzel

Tijdens de maanden januari, februari, maart en december van 2009 werd 79 maal gewaarschuwd voor sneeuw en ijzel. Volgende samenvattende tabel licht de gegevens van deze gebeurtenissen, de gemeten sneeuwdikte, en de kleur van de uitgestuurde waarschuwingen toe.

Er waren in totaal 79 waarschuwingen. In 13 gevallen (ofwel 16 %) ging het over een gemiste waarschuwing. Van deze gemiste waarschuwingen waren er 6 (ofwel 7,5%) waar een gele waarschuwing nodig was, 5 (ofwel 6%) waar een oranje waarschuwing nodig was en 1 die een rode waarschuwing vereiste.

Te weinig waarnemingsstations verstrekken gegevens die een gepaste evaluatie van de waarschuwingen voor sneeuw en ijzel toelaten. De ontwikkeling van fijnmazige modellen en globale voorspellingen aan de hand van regionale modellen moeten ons toelaten de scores de komende jaren te verbeteren.

1. Op 4 januari viel 5 cm sneeuw in de provincie Luik en 10 cm in Limburg. Hier was dus een oranje waarschuwing nodig geweest.
2. Op 11 januari viel lokaal wat lichte sneeuw in de provincies Antwerpen en Luik. Er werd plaatselijk 2 tot 3 cm waargenomen, een gele waarschuwing had hier gekund.
3. Op 12 januari gaven in Luik en Limburg 2 stations behoorlijk wat sneeuw : 6 cm in Luik en 10 cm in Limburg. Het is twijfelachtig of deze waarnemingen correct zijn.
4. Op 26 januari is tot 5 cm gevallen op de toppen van de Ardennen. Daar had een oranje waarschuwing gekund.
5. Op 12 februari om 8 uur werd heel wat sneeuw gemeten ten zuiden van Samber en Maas. In Henegouwen en Namen viel maximum tot 5 en 8 cm sneeuw. Daar was een oranje waarschuwing nodig. Op de hoogten viel tussen 14 en 18 cm sneeuw. Hier ontbrak een rode waarschuwing.
6. Op 13 februari om 8 uur werd 2 cm sneeuw waargenomen in de provincies Henegouwen, Luik en Luxemburg. Hier had een gele waarschuwing gekund.
7. Op 14 februari werd er 's morgens 2 tot 3 cm sneeuw gemeten in de provincies Henegouwen, Luik en Luxemburg. In de provincie Namen werd 5 cm gemeten. Hier ontbraken 3 gele en 1 oranje waarschuwing.
8. Op 12 februari om 8 uur werd 8 cm sneeuw gemeten in Henegouwen, 14 cm in Luik, 5 cm in Namen en 16 cm in Luxemburg. Hier werd onterecht geen waarschuwing uitgestuurd; een oranje en een rode waarschuwing waren noodzakelijk geweest.
9. Op 13 februari om 8 uur werd tot 2 cm sneeuw gemeten in de provincies Henegouwen, Luik en Luxemburg. Hier had een gele waarschuwing gekund.
10. Op 14 februari om 8 uur werd 3 cm sneeuw gemeten in de provincies Henegouwen en Luik. Hier was een gele waarschuwing nodig. In de provincie Luxemburg viel 2 cm sneeuw. Hier had een gele waarschuwing gemogen, maar deze was niet strikt nodig. In de provincie Namen viel 5 cm sneeuw. Hier was een oranje waarschuwing terecht geweest.
11. Op 15 februari om 8 uur werd 2 cm sneeuw gemeten op de Hoge Venen. Hier had een gele waarschuwing gekund, maar deze was niet strikt noodzakelijk.
12. Op 19 februari om 8 uur werd 2 cm sneeuw gemeten op de Hoge Venen. Hier had een gele waarschuwing gekund, maar deze was niet strikt noodzakelijk.
13. Op 23 februari om 8 uur werd 2 cm sneeuw gemeten op de Hoge Venen. Hier had een gele waarschuwing gekund, maar deze was niet strikt noodzakelijk.
14. Op 27 februari om 8 uur werd 4 cm sneeuw gemeten op de Hoge Venen. Er ontbrak hier een oranje waarschuwing.
15. Op 5 maart om 8 uur werd 7 cm sneeuw gemeten op de Hoge Venen. Hier ontbrak een oranje waarschuwing.
16. Op 23 maart om 8 uur werd 3 cm sneeuw gemeten op de Hoge Venen. Hier had een gele waarschuwing gekund, maar deze was niet strikt noodzakelijk.
17. Op 24 maart om 8 uur werd er 2 cm sneeuw gemeten in de provincie Henegouwen. Hier had een gele waarschuwing gekund. In de provincies Luik en Luxemburg viel er tussen 8 en 10 cm. Hier ontbrak een oranje waarschuwing.
18. Op 12 december om 8 uur werd 2 cm sneeuw gemeten in de provincie Limburg. Hier had een gele waarschuwing gekund.

	01-Mar	02-Mar	03-Mar	04-Mar	05-Mar	06-Mar	07-Mar	08-Mar	09-Mar	10-Mar	11-Mar	12-Mar	13-Mar	14-Mar	15-Mar	16-Mar	17-Mar	18-Mar	19-Mar	
Kust																				
West-Vlaanderen																				
Oost-Vlaanderen						0,8			2											
Antwerpen																				
Limburg																				
Brabant									3											
Henegouwen							0,8		1											
Luik					7	19	1		2	3										
Namen									1											
Luxemburg						13			1											

	01-Dec	02-Dec	03-Dec	04-Dec	05-Dec	06-Dec	07-Dec	08-Dec	09-Dec	10-Dec	11-Dec	12-Dec	13-Dec	14-Dec	15-Dec	16-Dec	17-Dec	18-Dec	19-Dec	
Kust													0,8						2	
West-Vlaanderen																				
Oost-Vlaanderen																	3	4		
Antwerpen																		7	10	
Limburg											2	2	1				4	12	17	
Brabant													0,9	1			7	9	2	
Henegouwen													2	0,2		0,8	5	16	6	
Luik													0,9				7	15	2	
Namen													2				9	16	11	
Luxemburg													0,9				16	10	5,1	

Tabel 2.4 : Gemiste waarschuwingen (cfr. tabel 2.6)

• **Groen:** gevaar voor sneeuw of ijzel.

• **Geel:** gevaar voor gladheid op de grond; ofwel door enkele centimeters verse sneeuw, ofwel door lokale, aanvriezende regen, ofwel door aanvriezende motregen. Een dergelijke situatie kan verplaatsingen van voetgangers en fietsers bemoeilijken, het wegverkeer stremmen en zelfs gevaarlijk maken. Houd daarom voldoende afstand en matig de snelheid.

• **Oranje:** gevaar voor algemene gladheid op de grond; ofwel door één of meerdere hevige sneeuwbuien, ofwel door aanhoudende sneeuwval over een langere periode, ofwel door aanvriezende regen of motregen op een bevroren ondergrond en in diverse regio's. Dergelijke gladheid maakt rijden erg moeilijk en uiterst gevaarlijk. Houd daarom voldoende afstand en tracht verplaatsingen in de mate van het mogelijke uit te stellen. Voorzichtigheid en geduld zijn hier geboden.

• **Rood:** gevaar voor algemene gladheid als gevolg van intense of langdurige sneeuwbuien, terwijl de situatie intussen al uitermate gevaarlijk is. De nieuwe sneeuw heeft een directe impact op de wegsituatie en op alle economische activiteit in de regio. Blijf thuis in de mate van het mogelijke.

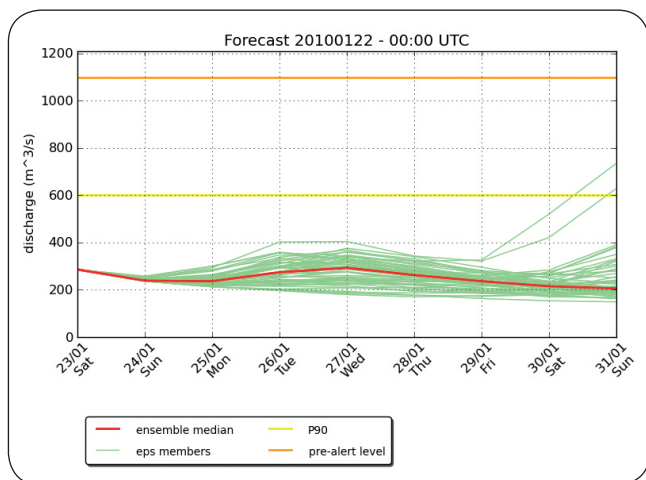


	kust	West-V	Oost-V	Antw	Limb	Brab	Luik	Heneg
Correct	39.29%	43.24%	34.21%	39.47%	32.50%	43.59%	28.57%	53.19%
Onterecht	53.57%	51.35%	52.63%	44.74%	42.50%	38.46%	16.88%	25.53%
Gemiste waarschuwing	0.00%	0.00%	2.63%	0.00%	5.00%	0.00%	15.58%	10.64%
Licht overdreven	0.00%	2.70%	0.00%	0.00%	7.50%	5.13%	2.60%	4.26%
Overdreven	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Zwaar overdreven	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Licht onderschat	7.14%	2.70%	10.53%	15.79%	12.50%	12.82%	27.27%	4.26%
Onderschat	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.19%	2.13%
Zwaar onderschat	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ontbrekende gegevens	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.90%	0.00%
Totaal	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabel 2.5 : Overzicht van de waarschuwingen (zonder de waarde van de onterechte en gemiste waarschuwingen)

	kust	West-V	Oost-V	Antw	Limb	Brab	Luik	Heneg
Correct	39.29%	43.24%	34.21%	39.47%	32.50%	43.59%	28.57%	53.19%
Licht overdreven	50.00%	45.95%	44.74%	39.47%	47.50%	38.46%	16.88%	23.40%
Overdreven	3.57%	8.11%	7.89%	5.26%	2.50%	5.13%	1.30%	6.38%
Zwaar overdreven	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.30%	0.00%
Licht onderschat	7.14%	2.70%	13.16%	15.79%	15.00%	12.82%	35.06%	12.77%
Onderschat	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.50%	0.00%	11.69%	4.26%
Zwaar onderschat	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.30%	0.00%
Ontbrekende gegevens	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.90%	0.00%
Totaal	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabel 2.6 : Beoordeling van alle waarschuwingen (waarin de onterechte en gemiste waarschuwingen zijn meegeteld)



Afbeelding 2.3 : Hydrologische Ensemble-voorspelling voor het debiet van de Maas te Visé. De groene lijnen zijn de voorspellingen gebaseerd op de 51 Ensemble-leden van het ECMWF EPS, die als input dienst doen voor het hydrologisch model SCHEME (de rode lijn geeft de mediaan weer). Dit geeft een indicatie van het risico op overschrijding van het waakpeil (oranje lijn) en het klimatologisch P90 peil (gele lijn, het peil dat op tien procent van alle dagen overschreden wordt) gedurende de komende negen dagen.

## Verbetering van de waarschuwingen voor gevaarlijke weersomstandigheden

### A. Systeem van Ensemble-voorspellingen voor de neerslag en de waarschijnlijkheid van hoogwaterstand en overstromingen

Een automatische procedure die voor het HEPDO-project (Hydrological Ensemble Predictions for the Demer and Ourthe) werd ontwikkeld, maakte van de lente 2005 tot einde 2009 elke dag hydrologische voorspellingen op middellange termijn voor de twee teststroomgebieden van de Demer en de Ourthe. Die voorspellingen gaan uit van de resultaten van het Ensemble Prediction System (EPS) van het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECMWF) en berekenen de kansen dat het rivierpeil op een bepaald punt een bepaalde drempel overschrijdt. Die voorspellingen kunnen bijdragen tot de ontwikkeling van systemen die vroegtijdig waarschuwen voor hoogwaterstand. We bestudeerden nieuwe ontwikkelingen, meer bepaald de toepassing van deze methodologie op alle Belgische stroomgebieden. De nieuwe procedure is preoperationeel voor zes stroomgebieden in het Scheldebekken en voor tien andere stroomgebieden in het Maasbekken. Voor uitbreiding dienden bijkomende gegevens te worden verwerkt, zoals van de radar van Avesnois van het waarnemingsnet van Météo-France, maar ook van debietmetingen van de gewestelijke overheden (SPW en HIC) en van het Franse SCHAPI. De voorspellingen van de periode van 2006 tot 2009 werden retrospectief gevalideerd. In 2010 wordt de procedure aangepast aan de resolutie van de EPS-verwachtingen (30 km) en wordt de horizon uitgebreid tot 14 dagen. De nieuwe producten zullen door SPW worden getest.

### B. Ontwikkeling van een model over beperkt gebied met hoge resolutie

#### → Operationele voorspellingen en ontwikkelingen van het Alaro-0 model

In 2009 werd een nieuw systeem voor operationele voorspellingen met het Alaro-0 model in gebruik genomen. Dit "operationele vervolg", waarvan de uitvoering wordt gecontroleerd door het SMS-systeem (Supervisor Monitor Scheduler) ontwikkeld door het ECMWF, produceert 4 maal per dag voorspellingsvelden met een resolutie van 4 km (tot 36 uur en een gebied van 770x770 km) en van 7 km (tot 60 uur over een gebied zo groot als West-Europa). Alaro is een internationale samenwerking binnen de groep ALADIN, die de numerieke operationele weersvoorspelling op korte termijn verbetert door een hogere horizontale resolutie (zodat extreme verschijnselen beter kunnen worden weergegeven) en een meer gedetailleerde representatie van de effecten van fysische verschijnselen, kleiner dan de mazen van het model (betere parametrisatie van de wolken en de neerslag). Eind 2009 gebruikten vijf Europese landen Alaro-0 voor operationele voorspellingen en werd het model in twee andere landen getest. In 2009 zette het KMI zijn onderzoek verder om zowel de evolutie van convectieve wolken beter te simuleren en het modelgedrag bij de allerhoogste resolutie (tot 1 of 2 km) te verbeteren.

We verwachten verdere voordelen, zowel voor de voorspellingen op 4 km als voor de fijnere resoluties (1 tot 2 km, voldoende om zonder parametrisatie bepaalde mature onweercellen, maar niet hun eerste evolutiestadia, weer te geven).

Samen met het onderzoek dat andere landen van het ALADIN-consortium voeren rond turbulentie, ondiepe convectie en straling, zal ook dit onderzoek bijdragen tot de volgende modelversie die naar de naam Alaro-1 luistert.

### → **GLAMEPS: ontwikkeling van een internationaal project voor regionale Ensemble-voorspellingen**

Het KMI werkt mee aan het internationale project GLAMEPS (Grand Limited Area Model Ensemble Prediction System). Bij Ensemble-voorspellingen worden verschillende voorspellingen (met licht verschillende beginvoorwaarden of verschillen in de details van de fysische processen) gecombineerd. Dit geeft een spreiding van voorspellingen waaruit een kansverdeling kan worden berekend voor het optreden van bepaalde gebeurtenissen (vb. het overschrijden van een drempelwaarde van neerslag of windsnelheid).

De kwaliteit van zulke Ensemble-voorspellingen hangt af van een voldoende spreiding van de voorspellingen, zodat rekening kan worden gehouden met alle onzekerheden. In het GLAMEPS-project worden dan ook voorspellingen van verschillende weermodellen (ALADIN, HIRLAM en het globale model IFS) gecombineerd. In 2009 werden voor een aantal proefperiodes verschillende experimentele versies uitgetoet. Daarbij werd aangetoond dat GLAMEPS, dankzij de hogere resolutie, de focus op Europa en het gebruik van verschillende modellen, hogere scores haalt dan het globale EPS-systeem van het ECMWF. Om de behandeling van de oppervlaktedata te verbeteren werd een oppervlaktedata-assimilatiesysteem (CANARI genaamd) toegevoegd aan de ALADIN-runs. De verschillende componenten van GLAMEPS werden in één systeem samengebracht met een voorspellingstermijn van 42 uur. Dit systeem wordt in de loop van 2010 operationeel.

### → **Oppervlakteperturbaties in Ensemble-voorspellingen**

Ensemble-voorspellingen kunnen worden gebruikt om de onzekerheid in numerieke weersvoorspellingen te kwantificeren. De huidige Ensemble-voorspellingssystemen zijn echter allen 'onderdispersief'. Dat betekent dat de spreiding in de voorspellingen (veel) kleiner is dan de spreiding in de waarnemingen. Door het correct in rekening brengen van onzekerheden in de oppervlaktevariabelen van de weermodellen, kunnen we de spreiding vergroten. Helaas wordt dit vandaag de dag in vele Ensemble-voorspellingssystemen nog niet toegepast. In het kader van het ALADIN-NWP-project werd daarom onderzoek verricht naar het introduceren van oppervlakteperturbaties in het ALADIN-LAEF (Limited Area Ensemble Forecasting) Ensemble-voorspellingssysteem. De resultaten van het onderzoek toonden een lichte verbetering van de spreiding voor oppervlaktevariabelen; vooral dan voor de temperatuur op 2 meter hoogte tijdens de eerste 12 uur van de voorspelling.



### → Studie van de fysische parametrisatie van diffusieprocessen

Numerieke atmosferische modellen bestaan in het algemeen uit een dynamische kern die de atmosferische vergelijkingen integreert (tot op een zekere resolutie) en een set van fysische parametrisaties voor de subgrid-processen (die niet opgelost worden op de resolutie van het model). Bij deze subgrid-parametrisaties gaat het vaak om diffusieprocessen. Bij fysische parametrisaties geldt er meestal een zekere vrijheid, waar in NWP gebruik van wordt gemaakt om de modellen te 'tunen' met het oog op een betere overeenstemming met de waarnemingen.

Meer en meer worden fysische parametrisaties voor één NWP-model ontwikkeld en vervolgens uitgewisseld om in een ander NWP-model te worden gebruikt. Dit verloopt echter niet altijd even vlot als verwacht. Een mogelijke oorzaak is de rol die het tunen speelt in fysische parametrisaties. De wetenschappelijke methodologie om dit te bestuderen ontbreekt echter nagenoeg volledig. In een eerste poging om de rol van het tunen systematisch aan te pakken werden daarom de numerieke eigenschappen (stabiliteit en accuraatheid) bekeken van een set van "fractional time-splitting schemes" voor de niet-lineaire diffusievergelijking. Dit zijn numerieke methodes die in computermodellen worden gebruikt om de atmosferische vergelijkingen op te lossen. Daarbij worden de verschillende fysische processen ofwel parallel ofwel sequentieel in rekening gebracht. Er werd bestudeerd welke invloed het tunen op deze schemes heeft, in de vereenvoudigde context van de niet-lineaire diffusievergelijking.

	Structuur	Amplitude	Locatie
ALADIN	0.484	0.466	0.112
Alaro	0.347	0.255	0.111

Afbeelding 2.7 : Gemiddelde SAL-scores van het ALADIN- en het Alaro-model van maart 2009 tot juli 2009. Scores dicht bij 0 zijn beter.

### → Neerslagverificatie

De verificatie van weersvoorspellingen is essentieel om systematische modelfouten te identificeren en om verschillende modellen op kwantitatieve wijze met elkaar te vergelijken. Voor meteorologische velden die op synoptische schaal variëren, zoals temperatuur of druk, kunnen gridpunt-gebaseerde verificatiemethodes worden gebruikt, maar voor velden zoals neerslag, die door complexe fijnschalige structuren worden gekenmerkt, zijn meer geavanceerde verificatiemethodes aangewezen. Een recent ontwikkelde neerslagverificatiemethode is SAL. Deze methode karakteriseert de kwaliteit van een neerslagvoorspelling aan de hand van 3 componenten: Structuur, Amplitude en Locatie. Sinds maart 2009 wordt op het KMI behalve het ALADIN-model ook het Alaro-model dagelijks gedraaid. Alaro onderscheidt zich van ALADIN wat betreft de resolutie en wat betreft de parametrisatie van microfysische processen zoals neerslag. De neerslagvoorspellingen van beide modellen van maart 2009 tot juli 2009 werden aan de hand van radarobservaties (zie tabel 2.7) met de SAL methode geverifieerd. Deze scores tonen duidelijk aan dat zowel de structuur van het neerslagpatroon als de hoeveelheid neerslag significant beter worden voorspeld met het Alaro-model dan met het ALADIN-model. Wat betreft de locatie van de neerslagzones is er geen merkelijke verbetering, maar de scores voor deze component zijn voor beide modellen zeer goed.

### → Verbeterde voorspellingen op korte termijn met behulp van nieuwe satellieten

Het H-SAF-project (Satellite Application Facilities on Support to Operational Hydrology and Water Management) is een door EUMETSAT opgestart center of excellence dat toepassingen ontwikkelt om neerslag, bodemvochtigheid en sneeuwhoefveelheid te ramen. Dit gebeurt op basis van de gegevens van weersatellieten die voor de operationele hydrologie worden gebruikt. Een belangrijke activiteit van H-SAF is het valideren van verschillende producten en het testen van hun bijdrage aan hydrologische toepassingen. Ook het KMI neemt aan deze valideringsactiviteiten deel. Voor de validering van deze producten en hun assimilatie in de hydrologische modellen werden verschillende methodologieën bestudeerd. Voor het ramen van de neerslag worden hyperfrequentie-instrumenten (AMSU en SSM/I) aan boord van poolsatellieten gebruikt. De verkregen gegevens stemmen overeen met een footprint met een diameter van vele tientallen kilometers. Die gegevens worden vergeleken met de gegevens van de weerradar van het KMI in Wideumont, met een veel fijnere spatiale resolutie. Om de ruimtelijke schaaldispariteit tussen die verschillende bronnen uit te vlakken, werd onderzoek naar de filtertechnieken gestart. De hydrologische toepassingen vergen een meer volledige temporele dekking die andere poolsatellieten niet kunnen waar maken. Daartoe worden de infraroodgegevens van de geostationaire satelliet Meteosat gecombineerd met de neerslaggegevens die de voorbij zwevende poolsatelliet optekent. Het resulterende product wordt dan de hele dag lang om het kwartier berekend.

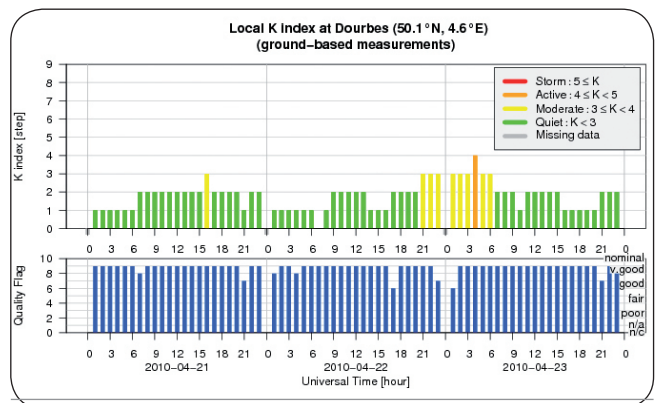
In de demonstratiefase, die ook in 2009 doorliep, werd een eerste versie van de lijst producten voor systematische validering overgemaakt. De totale hoeveelheid neerslag binnen deze producten, berekend over periodes variërend van drie uur tot één dag, is gebaseerd op de integratie van bovenvermelde gegevens. Die neerslaghoeveelheden werden gebruikt in een hydrologisch model voor het teststroomgebied van de Demer en dat van de Ourthe. Het geraamde debiet werd vergeleken met het gemeten debiet en met het debiet geraamd op basis van de gegevens van het pluviometernet of van de radar van Wideumont. Met hetzelfde hydrologisch model kan de bodemvochtigheid en de hoeveelheid water in een eventueel sneeuwdek worden gesimuleerd. Ook die variabelen werden vergeleken met de overeenstemmende satellietproducten.

### → Effect van de ruimtemeteorologie op satellietnavigatie

Satellietnavigatiesystemen, ook wel GNSS genoemd, nemen een steeds belangrijkere plaats in onze samenleving in. Hun invloedssfeer reikt verder dan wetenschappelijke toepassingen en strekt zich ook uit tot het economische leven en zelfs tot het leven van iedere dag.

De afdeling "ionosferische profielen" van het KMI legt zich toe op de meting van de ionosferische activiteit en op de modellering van de effecten ervan op GNSS-applicaties. Geomagnetische stormen verstoren vaak de ionosferische activiteit met nadelige gevolgen voor de precisie van GNSS. Speciaal daartoe ontwikkelde het KMI operationele procedures om berekeningen in reële tijd uit te voeren en de geomagnetische index K te voorspellen, een maatstaf voor de variabiliteit van het aardmagnetisch veld. Informatie daarover vindt u op de site <http://swans.meteo.be> (afbeelding 2.4). Zodra een geomagnetische storm wordt gedetecteerd, ontvangen de gebruikers die zich op onze site lieten registreren een waarschuwing.

De ionosferische activiteit moet worden gemeten om de ionosferische fout op de posities gemeten door de GNSS, te kwantificeren en te corrigeren. De Total Electron Content (TEC) is de belangrijkste parameter om deze fout te kwantificeren. De TEC wordt bepaald door de dichtheid van vrije elektronen in de ionosfeer. Het KMI ontwikkelde een innovatieve techniek die de TEC bepaalt op basis van metingen door de satellieten van het Europese navigatiesysteem Galileo. Deze techniek werd met succes gevalideerd op de gegevens van de twee experimentele satellieten GIOVE A en GIOVE B en verhoogt de TEC-nauwkeurigheid nu al met factor 3. Het KMI ontwikkelde tot slot een software die op ieder ogenblik de fout geïnduceerd door de ionosfeer op de hoge-precisietoepassingen van het GPS-systeem kan kwantificeren. Onder "hoge-precisietoepassing" wordt een applicatie begrepen die in reële tijd tot op de centimeter nauwkeurig is. Deze software werd met succes gevalideerd op een netwerk van 66 permanente GPS-stations in België. Zodra de applicatie op de site <http://swans.meteo.be> operationeel is, krijgen de gebruikers informatie (met een vertraging van 24 uur) over de ionosferische fout. In een tweede fase wordt deze informatie in reële tijd verstrekt.



Afbeelding 2.4 : Geomagnetische index K gemeten in het Geofysisch Centrum van Dourbes

### → Geïntegreerde benadering van de fouten in de begintoestanden en de modellering

Verkeerde inschattingen van de begintoestand en de onzekerheid van de weer- en klimaatmodellen zijn twee factoren die het voorspellen van het weer en van het klimaat algemeen bemoeilijken. Die vaststelling dateert al van de eerste weersvoorspellingen en kon door empirische analyses van de fout-evolutie van operationele prognosemodellen worden gekwantificeerd. Toch bestond er nog geen enkele theorie over de potentiële gevolgen van een bundeling van de initiële fout en de fout in de modelvorming. Die kwestie, die de afgelopen jaren bij de dienst Dynamische Meteorologie en Klimatologie aan de orde werd gesteld, kreeg in 2009 een vervolg met de studie naar een meer gedetailleerd, maar toch nog voldoende eenvoudig atmosferisch model om een exhaustieve studie toe te laten. We breidden de analyse van de foutdynamiek uit met twee fouten en met de onderling gecorreleerde initiële fouten. In 2009 werd hierover een scriptie aan de Université Libre de Bruxelles verdedigd.

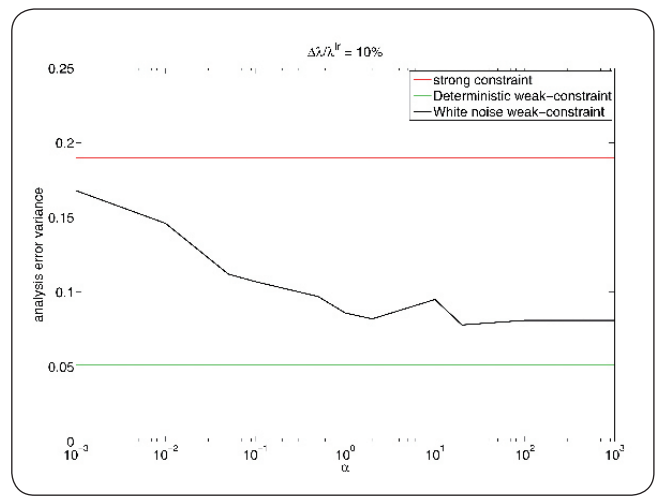
### → Correctie van de voorspellingen

Een van de grootste problemen van weervoorspellers is dat hun voorspelling geleidelijk degradeert, waardoor ze voor de min of meer lange termijn onbruikbaar wordt. Om beter te kunnen voorspellen worden verschillende benaderingswijzen overwogen (verbetering van de begintoestand, verbetering van het model, ...). Een daarvan stuurt de voorspelling achteraf bij met statistische informatie van vroegere voorspellingen. Die benadering werd bedacht met de Engelse naam 'Model Output Statistics (MOS)'. In dit verband werden heel wat technieken voor het corrigeren van deterministische voorspellingen (met andere woorden de correctie van een enkele voorspelling) voorgesteld. De lineaire benadering die uitgaat van het minimaliseren via de kleinste kwadratenmethode van het verschil tussen de waarnemingen en voorspellingen uit het verleden oogst nog steeds het meeste succes.

Sinds enkele jaren werd de postprocessing van voorspellingen uitgebreid tot Ensemble-voorspellingen en werden daarvoor specifieke technieken ontwikkeld. Uitgaande van het onderzoek van vorige jaren vergeleken we in 2008 de voordelen van postprocessing met de Ensemble-voorspellingen van het ECMWF. Daarbij gingen we uit van twee verschillende technieken: enerzijds een lineaire methode ontwikkeld aan het KMI (Error-in-Variable MOS, EVMOS) en een regressiemethode van een waarschijnlijkheidsverdeling (Non-homogeneous Gaussian Regression, NGR). In beide gevallen gaat de oefening uit van een nieuwe set voorspellingen van het Europese Centrum gekend onder de naam 're-forecasts'. De EVMOS-techniek reikt een correctie aan die de systematische fout voor België rechtzet, maar de variabiliteit van het geheel nauwelijks verhoogt. Met de toepassing van de NGR-methode bekomen we daarentegen een geheel dat ook de waarnemingen dekt met een aanzienlijke toename van de variantie van de Ensemble-voorspellingen. Houden we rekening met de aanwezigheid van waarnemingsfouten, dan komen we al snel tot de vaststelling dat de Ensemble-voorspellingen met de EVMOS-techniek ook van een goede kwaliteit getuigen, omdat ze de variabiliteit van de atmosferische schalen omgezet door het model goed weergeven. Afhankelijk van het specifieke doel bewijzen beide technieken dus hun nut, zowel voor het corrigeren van de grootschalige weergave door het model (het geval van EVMOS), als voor het "downscalen" van de informatie om de variabiliteit van de schaal van de waarnemingen weer te geven.

## → Gegevensassimilatie

Essentieel bij de weersvoorspelling is de keuze van een begintoestand. Daarvoor werden gesofistikeerde technieken ontwikkeld, gekend als gegevensassimilatietechnieken. Toch houden ze maar heel summier rekening met de aanwezigheid van de onvermijdelijke modelfouten. Onlangs pakten we dit probleem aan door een sequentieel assimilatieschema te ontwikkelen dat rekening houdt met de deterministische aard van modelleringsfouten en hun dynamiek. Dit kaderde in het perspectief van het recente onderzoek van de Dienst Dynamische Meteorologie en Klimatologie over de modelleringsfout. In 2009 onderzochten we dit aspect binnen de context van de variationele assimilatie. Dit is een techniek die operationeel binnen heel wat weerkundige centra wordt gebruikt. Bij het actuele gebruik van deze techniek wordt ervan uitgegaan dat het model dat de atmosfeer beschrijft volmaakt is, of wordt de modelleringsfout behandeld als random noise. We ontwikkelden een nieuwe strategie, deterministische variationele assimilatie genoemd, die deze modelleringsfout als een deterministisch proces beschouwt. Formeel wijzigden we die met een techniek van licht belaste, variationele assimilatie. Onze benadering laat een raming toe van de covarianties en correlaties van de foutmodellering tijdens de assimilatie-intervallen. Verder biedt dit het voordeel van een flexibele benadering wanneer het assimilatievenster of de dichtheid van het waarnemingsnet wijzigen. De benadering werd getest door de beperkte, variationele assimilatietechniek binnen de formulering te vergelijken met de random noise en met de variationele assimilatie uitgaande van een volmaakt model. Afbeelding 2.5 toont de variantie van de analysefout in de context van het convectieve Lorenzmodel (Lorenz, 1963) aan, waarbij de modelleringsfout wordt gesimuleerd door een ontregeling van de systeemparameters. De coëfficiënt vertegenwoordigt de amplitude van de covariantie van de modelleringsfout binnen de beperkte, zachte assimilatietechniek met een modelleringsfout die wordt beschouwd als random noise. Binnen deze context is de deterministische benadering (groene lijn) die we introduceerden heel wat beter dan de twee klassieke benaderingen (rode en zwarte lijnen) voor alle onderzochte modelleringsfouten, voor de verschillende assimilatievensters en voor de verschillende waarnemingsdichtheidswaarden.



Afbeelding 2.5 : Variantie van de analysefout volgens de covariantie van de modelleringsfout waarvan de amplitude door de  $\alpha$  coëfficiënt wordt bepaald. Deze coëfficiënt wordt voorgesteld volgens de as van de abscis (Aanpassing van Carrassi en Vannitsem, 2010)





**UITBREIDEN VAN  
DE KENNIS OVER  
HET KLIMAAT**

**3**

---

## UITBREIDEN VAN DE KENNIS OVER HET KLIMAAT

---

### Probabilistische en dynamische aspecten van het Hurst-fenomeen

In de jaren vijftig ontdekte E. Hurst een opmerkelijk verband tussen de terugkeer van hoogwaterstanden in de Nijl en de lengte van de tijdsduur waarin ze gemeten werden. Dit verband is belangrijk bij het inschatten van het risico op overstromingen. Er bestaat echter nog steeds geen afdoende wetenschappelijke verklaring voor dit fenomeen, dat intussen het Hurst-fenomeen wordt genoemd. Sindsdien is het een boeiend onderwerp voor wiskundigen, natuurkundigen, statistici, ingenieurs en hydrologen.

Tijdens de jaren 60 en 70 zijn er stochastische processen ingevoerd (door o.a. Mandelbrot) die het Hurst-fenomeen exact reproduceren, zoals de 'fractional Brownian motion'. De natuur is echter op te vatten als een complex dynamisch systeem dat in essentie wordt beschreven door natuurwetten. In dit onderzoek werd getracht het Hurst-fenomeen te begrijpen via de onderliggende dynamiek van het systeem; wat veeleer een natuurkundige benadering is in vergelijking met de wiskundige beschrijving van Mandelbrot.

In een eerste stadium hebben we algemene uitdrukkingen bepaald van de distributie van de range van extreme waarden binnen een dynamisch deterministisch systeem. Het fundamentele verschil met de klassieke theorie van Feller (waarbij de gebeurtenissen onafhankelijk en identiek verdeeld zijn) is dat de distributie discontinuïteiten vertoont. Voorts zijn er al enkele dynamische systemen gevonden die het Hurst-fenomeen goed kunnen reproduceren.

### Impact van klimaatveranderingen op de hydrologische extremen

#### → Verstedelijking versus klimaatverandering: kwantificering van de invloed op het afvloeien van oppervlaktewater in het bekken van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

De stedelijke microklimatologie is het gevolg van de uitwisseling tussen het verstedelijkte oppervlak en de atmosfeer.

De energiebalans en hydrologische balans tussen het stedelijke oppervlak en de atmosfeer zijn de twee fysische processen die de kern vormen van deze microklimatologie. In een stedelijk milieu wordt minder oppervlaktewater opgeslagen en verdampt er minder oppervlaktewater dan in een natuurlijke omgeving. Anderzijds vloeit er in stedelijk milieu heel wat meer oppervlaktewater af dan bij een spontane bodembedekking. Doel van deze studie is een betere kijk te krijgen op de impact van de verstedelijking op het hydrologisch regime van het regenwater in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Er zal gebruik worden gemaakt van het oppervlaktemodel SURFEX dat door het Centre National de Recherches Météorologiques (Météo-France) werd ontwikkeld en waarin de TEB-module (Town Energy Balance) specifiek is voor de stedelijke hydrologietoepassingen. Om de water- en energiebalans aan het oppervlak te simuleren zullen bovendien de representatieve meteorologische gegevens van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest hierin worden geïntegreerd. De historische verstedelijking van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest tussen 1960 en 2000 werd geraamd volgens het ondoorlatend oppervlakpercentage berekend met beelden van de "Landsat"-satelliet die tijdens de voorgaande jaren werden gemaakt en met de gegevens van de klimaatveranderingsscenario's uit de gegevensbank van het Europese project PRUDENCE.

### Impact op schaal van de Belgische stroomgebieden

Om scenario's van klimaatverandering in België te creëren, vooral met het oog op de analyse van de gevoeligheid voor hydrologische extremen, onderzochten we in het project CCI-HYDR (Climate Change Impact on HYDRrological extremes along rivers and urban drainage systems gesponsord door Federaal Wetenschapsbeleid) scenario's van klimaatverandering uit het Europese project PRUDENCE onderzocht. Dat ging de gevoeligheid van een tiental Europese regionale klimaatmodellen (RCM) voor de toename van broeikasgassen in detail na. Deze regionale klimaatmodellen werden zelf aangedreven door 5 globale klimaatmodellen, die 2 scenario's met toenemende broeikasgassen volgden, zoals gedefinieerd door het IPCC. De resultaten van deze modellen zijn beschikbaar als dagelijkse tijdreeksen. De resolutie van de gegevens in ruimte en tijd is dus veel beter dan de resolutie uit de vorige KMI-studies.

Een eerste gedetailleerde analyse evalueerde de kwaliteit van de gegevens van het Europese PRUDENCE-project. Daarvoor gebruikten we de waarnemingen van het KMI als referentie. Vervolgens veralgemeenden we deze analyse voor wat de neerslag betreft tot het volledige Belgische grondgebied. Tot slot werden voor het hele Belgische grondgebied en voor een gedeelte van het Franse grondgebied, dat de stroombekkens van de Schelde en de Maas stroomopwaarts van ons land omvat, scenario's voor de klimaatwijziging gemaakt. Die scenario's hebben betrekking op de neerslag, de temperatuur en de potentiële evapotranspiratie, m.a.w. de variabelen die het hydrologische model aandrijven dat voor de impactanalyses wordt gebruikt. Dit jaar spitsten we onze activiteiten hoofdzakelijk toe op hydrologische simulaties en op de evaluatie van de gevoeligheid van het hydrologisch model voor klimaatwijzigingen. Zo bestudeerden we de Maas en de Schelde en hun voornaamste bijrivieren. De impact op het gemiddelde regime van deze rivieren, de frequentie van de laagste en hoogste waterstanden en de mogelijke evolutie van het honderdjarig debiet werden geanalyseerd. Door al deze scenario's samen te leggen slaagden we erin onzekerheidsniveaus aan deze analyses te koppelen.

## Studie van klimaatextremen

### → Foutenanalyse in de berekening van de gemiddelde temperatuur

De dagelijkse gemiddelde temperatuur wordt bepaald als het gemiddelde van de maximum- en de minimumdagtemperatuur.

Deze formule kan, op het eerste gezicht, onvermijdelijk deviaties veroorzaken t.o.v. de exacte gemiddelde temperatuur. Om het inzicht in de statistiek van gemiddelde temperaturen te verbeteren werd van deze fout een grondige statistische studie gemaakt; zowel seizoensgebonden als op jaarbasis.

### → Verbeterde methodes voor het opstellen van Intensiteit-Duur-Frequentie (IDF) krommen voor extreme neerslag

De Intensiteit-Duur-Frequentie (IDF) krommen voor de neerslag zijn een probabilistisch instrument dat zijn nut heeft bewezen in het waterbeheer en -beleid. Specifiek laten de IDF-krommen voor de neerslag toe vragen te beantwoorden over het extreme karakter van de neerslag. Het opstellen van IDF-krommen voor neerslag wordt bemoeilijkt of zelfs onmogelijk gemaakt wanneer langetermijngegevens van extreme neerslagwaarden ontbreken (bv. in tropische gebieden). We hebben een methodologie voorgesteld die zulke tekortkomingen overbrugt door gebruik te maken van een beperkte hoeveelheid hoogfrequente neerslaggegevens, gekoppeld aan lange termijn dagelijkse neerslagwaarden. Deze techniek werd geïllustreerd door het aanmaken van IDF-krommen voor Lubumbashi, Kongo.

### → Oog voor het klimaat

In januari 2009 verscheen het rapport "Oog voor het klimaat" als resultaat van een nauwe samenwerking tussen een 15-tal medewerkers van het KMI. Daarmee wilden de auteurs de voornaamste activiteiten van het Instituut zowel bij het publiek als bij de belangrijkste beslissingnemers kenbaar maken. De titel van het verslag vat de finaliteit van de activiteiten, die binnen de openbare opdrachten van het Instituut kaderen, heel goed samen:

- Het klimaat van België bestuderen (een opdracht die een aanvang nam in de 19<sup>de</sup> eeuw).
- Vanuit België en elders, een bijdrage leveren tot de globale waarneming en het op wereldvlak begrijpen van het klimaat, onder andere door middel van Belgische instrumenten die zich aan boord van satellieten bevinden.
- Gevaarlijke meteorologische fenomenen of eventuele impacts van de klimaatverandering voorspellen



**Het eerste hoofdstuk** van dit rapport belicht de geanalyseerde waarnemingen van de klimaatparameters die voor sommige plaatsen in België al sinds 1833 werden geregistreerd. De reeks waarnemingen is van voldoende kwaliteit om hier eventueel belangrijke statistische trends voor de verschillende parameters uit af te leiden.

Zo stellen we onder meer vast dat de temperatuur sinds het begin van de metingen globaal steeg met 2°C. Bovendien stellen we een toename van de neerslag met ongeveer 7% ten opzichte van 1910 vast (ook op seizoensniveau stijgt de neerslaghoeveelheid tijdens de winter en de lente, terwijl er zich voor de zomer- en herfstmaanden nauwelijks veranderingen van betekenis voordoen).

De in België opgetekende gegevens werden ook getoetst aan andere meteorologische en klimaatindicatoren.

**De volgende hoofdstukken** belichten de verschillende activiteiten van het KMI in het kader van 'Oog voor het klimaat'.

Via satelliet of van op andere locaties ter wereld monitort het KMI parameters (de zonnestraling, de ozonprofielen, aerosols, variaties van het magnetisch veld, ...) die de Belgische grenzen overschrijden.

Het KMI bestudeert ook verder de voorspelbaarheid van complexe systemen en de mogelijke impact van de klimaatverandering op de hydrologie.

Tot slot werpt het rapport een licht op nieuwe toepassingen bij het voorspellen van gevaarlijke verschijnselen. Dit werk wordt in toenemende mate beschouwd als een referentie voor de beslissingnemers in België.

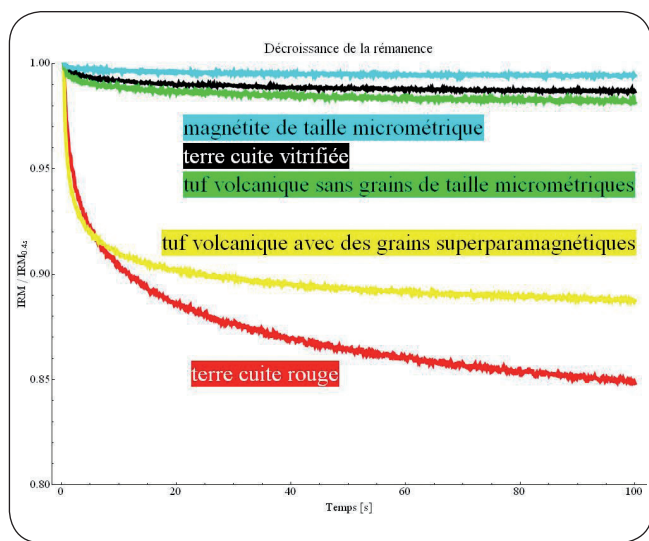


Afbeelding 3.1 : Omslag van het rapport "Oog voor het Klimaat"





Afbeelding 3.2: Hysteresiskurven worden bekomen met een rotatie-magnetometer. Het staal wordt gemonteerd aan de binnenkant van de plexiglazen schijf (pijl 0). Tijdens de draaibeweging van de schijf, neemt de intensiteit van het magneetveld met stappen toe, telkens wanneer de staal de luchtspleet van de elektromagneet passeert (pijl 1) waar de geïnduceerde magnetisatie wordt gemeten. De remanente magnetisatie wordt gemeten in een andere detectiespoel (pijl 2), die zich in het nulveld bevindt.



Afbeelding 3.3: Magnetische susceptibiliteit volgens het toegepaste veld voor verschillende magnetische mineralen. De geïnduceerde magnetisatie van gebakken klei die ijzeroxide bevat, varieert lineair met het veld. De magnetische susceptibiliteit (MS) volgens het veld blijft dus constant. Voor een fyllade dat pyrrriet bevat en een polykristal hematiet hangt de MS sterk af van de intensiteit van het toegepaste veld. Die methode laat dus toe de aard van magnetische mineralen in gesteente en gebakken aarde te typeren.

## Omgevingsmagnetisme

### → Magnetische eigenschappen

De typering (samenstelling en korrelgrootte) van magnetische mineralen in gesteente en gebakken aarde is heel belangrijk om de paleo- en archeomagnetische metingen, en vooral dan de magnetische eigenschappen die informatie kunnen verstrekken over het klimaat, te interpreteren. Aan het ontstaan van ijzerhoudende magnetische mineralen gaan behoorlijk wat processen vooraf. Voorbeelden daarvan zijn chemische verandering, bodenvorming of de groei van concreties in sedimenten (die worden bepaald door de omgevingsomstandigheden zoals de temperatuur en de vochtigheid) of nog gebakken klei of leem in ovens die op archeologische sites werden blootgelegd. Bij deze processen worden magnetische korrels gevormd die zich door hun grootte en/of door hun minerale samenstelling onderscheiden. De aanwezigheid van hele fijne, superparamagnetische korrels is vaak verantwoordelijk voor instabiele magnetisatiecomponenten in gesteente en gebakken aarde. Bij het typeren van magnetische mineralen bieden magnetische methodes het grote voordeel dat zwakke concentraties (ter grootte van een ppm) van de ferromagnetische fasen in een korte meettijd en zonder dure voorbereiding van het staal kunnen worden gedetecteerd, geïdentificeerd en gekwantificeerd.

De typering kan gebeuren in de roterende magnetometer (J-coercivity meter), die in het Geofysisch Centrum van het KMI werd geïnstalleerd en die met hoge resolutie de parameters van de magnetische hysteresis en van de afname in de tijd van de remanente magnetisatie meet (afbeelding 3.2). Aangezien de metingen niet-destructief zijn en bij omgevingstemperatuur worden uitgevoerd, kunnen de monsters ook nadien nog voor andere analyses worden gebruikt. De afname van de isotherme remanente magnetisatie (IRM) in de tijd wijst op de aanwezigheid van fijne superparamagnetische korrels in een staal. In het geval van ijzeroxide gaat het doorgaans om korrels kleiner dan 30 nm. De mate waarin de remanente magnetisatie met de tijd afneemt is bepalend voor het aantal superparamagnetische korrels in het staal.

Deze methode werd op twee referentiestalen van vulkanisch tufsteen toegepast, waarvan één superparamagnetische korrels bevatte. Afbeelding 3.2 illustreert dat de IRM bij een staal met superparamagnetische korrels na 100 s daalt met 10% (gele curve in afbeelding 3.2).

Diezelfde methode kan ook voor de typering van gebakken materiaal worden toegepast. De monsters van gebakken klei in afbeelding 3.2 zijn afkomstig van de verbrandingskamer van een pottenbakkersoven uit de Romeinse tijd. Tijdens de verbranding zorgen temperaturen van meer dan 1000°C bij aanwezigheid van reductiegassen in de verbrandingskamer voor de vorming van magnetiet van monodomein grootte (zwarte curve in afbeelding 3.2). Dat is niet het geval voor de buitenzijde van de wand van de verbrandingskamer waarin de reductiegassen niet doordringen en waar een oxidatief milieu heerst. Daardoor ontstaat superparamagnetisch hematiet (rode curve in afbeelding 3.2).

Een andere manier om de samenstelling en de aard van magnetische korrels te bepalen bestaat in de meting van de Magnetische Susceptibiliteit (MS) in een zwak veld (of de verhouding van de geïnduceerde magnetisatie tot het inductieveld). De metingen die met de KLY-4 werden uitgevoerd, die recent werd uitgerust voor metingen in een variabel veld, tonen een sterke afhankelijkheid met het veld (afbeelding 3.3) aan; in het bijzonder in het polykristal hematiet en gesteente met pyrrhotiet. Door de MS in een zwak, maar variabel veld te meten kunnen de aard en de grootte van de magnetische korrels in gesteente en gebakken aarde worden gemeten. Tot slot is het ook belangrijk om de waarde van het veld te vermelden waarin de MS metingen worden uitgevoerd: dat laat vergelijkingen tussen laboratoria toe.





**UITBREIDEN EN  
VERBETEREN VAN DE  
WAARNEMINGSSYSTEMEN**



**4**



## UITBREIDEN EN VERBETEREN VAN DE WAARNEMINGSSYSTEMEN

Het KMI installeerde haar eerste automatische magnetometer, AUTODIF, in het ondergrondse laboratorium CONRAD van het ZAMG in Neder-Oostenrijk. De installatie werd in twee fasen, in mei en in november, met succes doorgevoerd. Dit is de eerste stap naar de verwezenlijking van een volledig automatisch Magnetisch Observatorium.

In verband met geomagnetische waarnemingen zag het AUTODIF MKII-project de start op het einde van het jaar. Dit project moet ons in staat stellen om de betrouwbaarheid, de nauwkeurigheid en het gebruiksgemak van deze automatische magnetometer te verhogen. In het kader van ons INTERLATAM-project gingen we actief door met de ontwikkeling van het wereldwijde net van magnetische waarnemingen (zie afbeelding 4.1)

Nadat de ULG de verhuur van het station van Vaux-Chavannes, dat dienst doet als Magnetisch Observatorium (code AIGA: MAB), in vraag stelde, ondernam het KMI de nodige stappen voor de overname van het observatorium door de Regie der Gebouwen. Tot slot gingen we ook door met ons programma voor het meten van het magnetisch veld in de repetitiestations in België en Nederland zodat we onze klanten volledig geactualiseerde gegevens kunnen aanreiken. We voerden ook magnetische repetitiemetingen in Slovenië uit, waar we hielpen bij de oprichting van een nieuw Sloveens repetitienet.

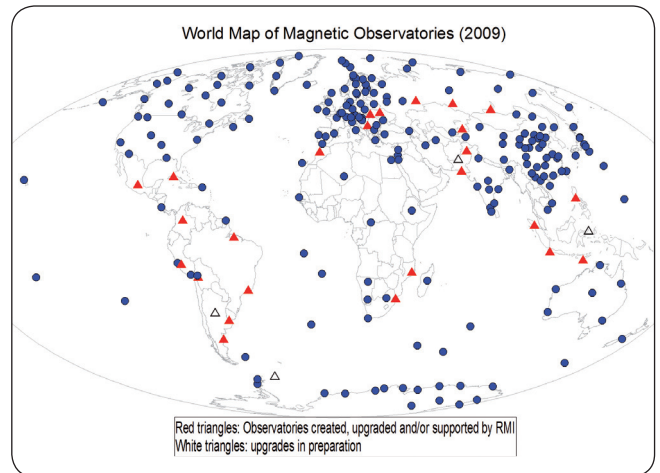
Aan het begin van het jaar, tijdens de zomer op de Zuidpool, werd op de nieuwe Belgische Zuidpoolbasis Prinses Elizabeth een magnetometer geïnstalleerd die eerder, meer dan een maand lang, op ware grootte in het Geofysisch Centrum van Dourbes was getest. Hoewel dit instrument eigendom is van het Japanse NIPR krijgen de vorsers van Dourbes onbeperkt toegang tot de vergaarde gegevens.

### Een nieuwe weertoren in Jabbeke

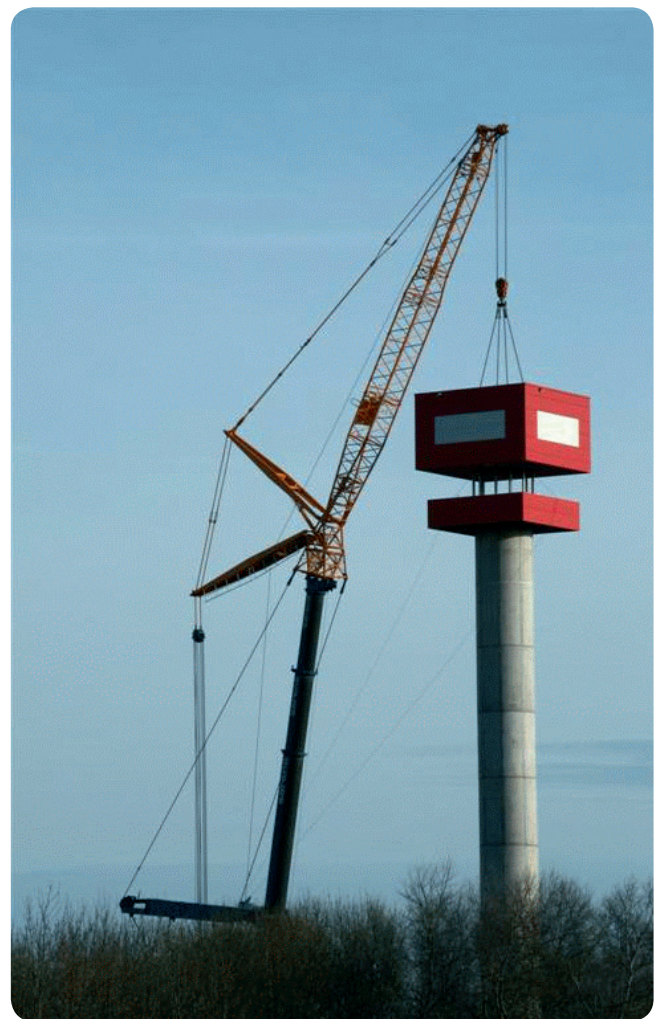
De Regie der Gebouwen voltooide voor rekening van het KMI de constructie van een weertoren in Jabbeke. De 50 m hoge toren zal onderdak bieden aan een nieuwe meteorologische radar die de radars van Wideumont (KMI) en Zaventem (Belgocontrol) komt versterken.

De radar van Jabbeke zal worden voorzien van nieuwe, zogenaamde "dubbele polarisatietechnologie". De conventionele radars geven enkel een raming van de hoeveelheid neerslag. De dubbele polarisatietechniek laat ook toe het type neerslag te ramen. Zo kan de radar bijvoorbeeld een onderscheid maken tussen regendruppels en hagel. Dankzij deze techniek maakt de radar van Jabbeke deel uit van de modernste radars van Europa.

De nieuwe radar zal bijdragen tot betere kortetermijnvoorspellingen voor het noordwesten van het land en waarschuwingen verfijnen voor meteorologische gevaarlijke situaties zoals storm, hevig onweer, hagel en sneeuwval.



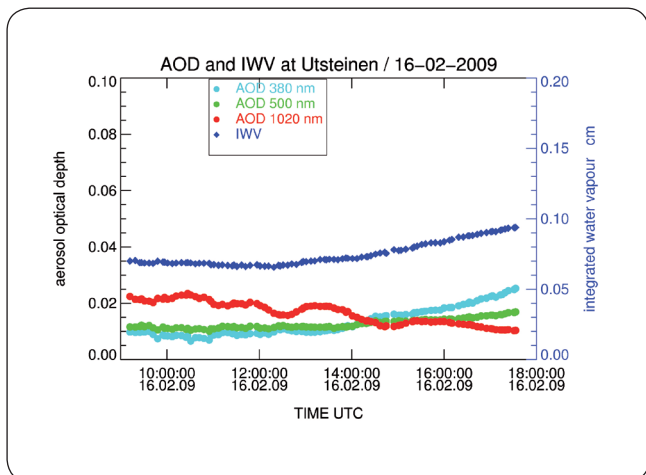
Afbeelding 4.1 : Wereldkaart van magnetische observatoria



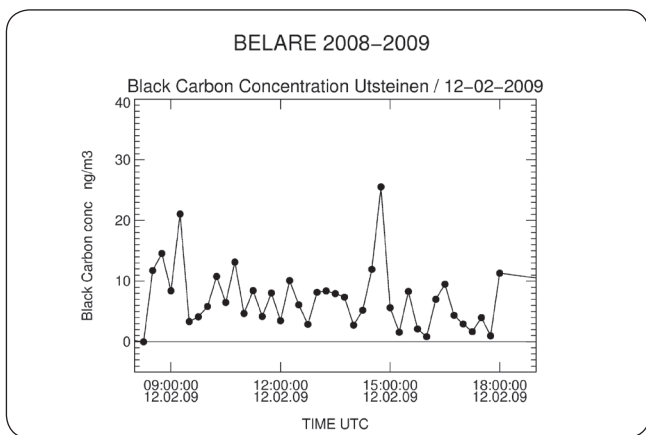
Afbeelding 4.2 : Radartoren in Jabbeke



Afbeelding 4.3 : Interferometrische antenne in Ukkel.



Afbeelding 4.5 : (links): De CIMEL-zonfotometer op de Prinses Elisabeth basis meet de totale verzwakking van het zonlicht door aerosoldeeltjes. (boven): Aerosol optische dikte (maat voor de verzwakking van het zonlicht) en geïntegreerde waterkolom (hoeveelheid water in de atmosfeer dat kan neerslaan) op 16 februari 2009 gemeten door de zonfotometer.



Afbeelding 4.6 : Concentratieverloop van "zwarte koolstof" op 12 februari 2009 op de Prinses Elisabeth basis, gemeten met de aethalometer.

## Een nieuw bliksemdetectiesysteem

Het SAFIR-bliksemdetectiesysteem kreeg een nieuwe centrale processor. Met het nieuwe systeem kunnen blikseminslagen op de grond volgens het principe van aankomsttijd worden gelokaliseerd. Dit lokalisatieprincipe verhoogt de precisie van de plaatsbepaling met factor vier en gebruikt daarvoor de precisie van de klokken van de GPS-satellieten. Om de continuïteit van de waarnemingen veilig te stellen ontwikkelde het KMI zijn savoir-faire op het vlak van het ontwerp van interferometrie-antennes. Onze werktuigkundigen bouwden intussen een eerste antenne. Dit is de vijfde antenne in het Belgische SAFIR-net die in het bijzonder zal worden aangewend om de reparaties aan de interferometrische ontvangers te valideren. Interferometrische antennes kunnen bliksems in de wolken detecteren en lokaliseren. De waarneming in reële tijd van de totale atmosferische elektrische activiteit (tussen de wolken en inslagen op de grond) beoogt een verbeterde opvolging en voorspelling van onweer op korte termijn.

## Ontwikkeling Nowcastingsysteem

In de loop van 2009 heeft het KMI beslist om te starten met de implementatie van een nieuw Nowcastingsysteem voor België. Nowcasting is het opstellen van voorspellingen voor de zeer nabije toekomst (0-6 uur), met een hoge ruimtelijke resolutie (typisch 1km). Numerieke modellen zijn vaak niet precies genoeg in dit tijds kader en de voorspellingen vragen een aangepaste strategie. Vaak bestaat deze strategie erin een zo volledig mogelijk beeld te vormen van de huidige toestand van de atmosfeer (analyse) en vervolgens een nauwkeurige extrapolatie in de tijd te maken voor de komende uren (voorspelling). Deze aanpak vraagt de input van een grote waaier aan waarnemingsgegevens op basis van informatie van de radar, weerstations, peilingen, satellieten etc. Het uiteindelijke doel van het Nowcastingsysteem is niet alleen de verbetering van de kwaliteit van de kortetermijnvoorspellingen, maar ook de verhoging van de betrouwbaarheid van waarschuwingen voor gevaarlijk weer (onweer, wateroverlast, ijzel, sneeuw, ...).

Het Nowcastingsysteem dat op het KMI zal worden geïmplementeerd, is INCA (Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis). INCA levert analyses en nowcasts af voor verschillende meteorologische velden in hoge resolutie (temperatuur, vochtigheid, wind, bewolking, neerslag, ...). Sommige van deze velden worden geanalyseerd in een driedimensionaal grid. De INCA-nowcasts convergeren geleidelijk naar de voorspelling van de numerieke modellen voor de langere voorspellingstermijnen. Het systeem werd ontwikkeld door de meteorologische dienst van Oostenrijk (ZAMG) en wordt momenteel door verschillende landen als operationeel Nowcastingsysteem gebruikt. De licentie om de software op het KMI te implementeren werd in de loop van 2009 verkregen. De aanpassing van het systeem voor het Belgische grondgebied houdt in dat het compatibel wordt gemaakt met de dataflow van de waarnemingsgegevens op het KMI en dat de geografische projectie veranderd wordt naar een projectie die beter geschikt is voor België.

## Raming van de evapotranspiratie

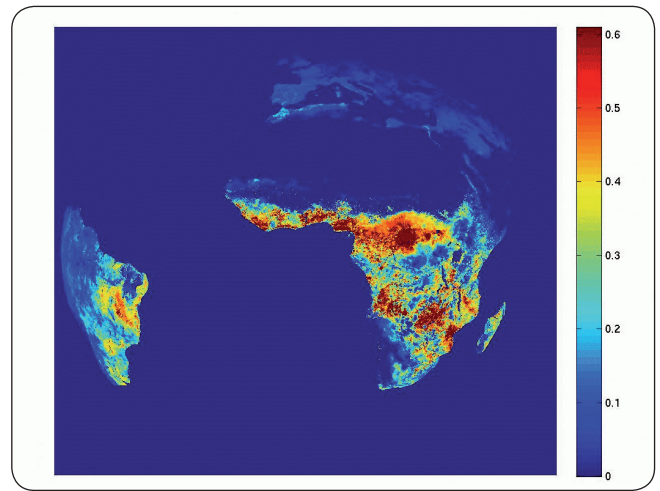
Het KMI voert mee onderzoek in het kader van LSA-SAF (<http://landsaf.meteo.pt>). Doel is de gegevens van de weersatellieten te gebruiken om een nauwkeurig gekende bouwsteen van de waterbalans te ramen. We hebben het over de evapotranspiratie (ET) waarbij vloeibaar water afkomstig van de grond en van de begroeiing in gasvorm aan de atmosfeer wordt afgegeven.

Het onderzoek van het KMI leidde in 2009 tot de preoperationele fase van het ET-product verkregen op basis van gegevens van de "Meteosat Second Generation" (MSG) satelliet. De resultaten worden in quasi reële tijd met een frequentie van 30 minuten en met een ruimtelijke resolutie van het SEVIRI-instrument (3 x 3 km op het punt onder de satelliet) aangemaakt. Het beeld dat de MSG-satelliet vanaf zijn positie boven de evenaar waarneemt, bestaat uit vier vensters (gericht op Europa, het noordelijke en zuidelijke deel van Afrika en op een deel van Zuid-Amerika). Afbeelding 4.4 toont een compositievoorbeeld voor 10 december 2009 om 12u UT. De resultaten kunnen gratis worden opgevraagd via de internetsite van LSA-SAF of via het wereldwijde distributiesysteem EUMETCast ([http://www.eumetsat.int/Home/Main/What\\_We\\_Do/EUMETCast/index.htm](http://www.eumetsat.int/Home/Main/What_We_Do/EUMETCast/index.htm)).

Om tegemoet te komen aan de vraag van bepaalde gebruikers die belangstelling hebben voor de evolutie van de waterbalans over lange periodes werd een applicatie ontwikkeld om de onmiddellijke resultaten te integreren en de resultaten met een interval van een dag aan te maken. Dit product zal worden gevalideerd en moet binnenkort even vlot toegankelijk zijn als het onmiddellijke product.

Samen met de meer operationele activiteiten loopt ook het onderzoek gewoon door. Doel is de mogelijkheden te evalueren van andere informatie die via teledetectie toegankelijk is. In 2009 kon, dankzij een samenwerking met de Technische Universiteit van Wenen, een eerste studie worden verricht waarbij de gemodeliseerde grondvochtigheid vergeleken werd met de grondvochtigheid afgeleid van waarnemingen door de ERS-satelliet op het vlak van microgolven. Deze gegevens vertonen een interessant potentieel ter aanvulling van de evolutie van de grondvochtigheid in slecht geïnstrumenteerde aride en semi-aride bodems.

Tegelijk werd in het kader van het GLOBAM-project, dat deel uitmaakt van het Belgische STEREO-programma, onderzoek gevoerd. Dit project wil het rendement van gewassen bepalen door gebruik te maken van satellietgegevens van verschillende ruimtelijke resoluties, gaande van hele hoge resolutie (enkele tientallen meters) tot lage resolutie van de weersatellieten (enkele kilometers). Evapotranspiratie speelt een belangrijke rol bij de opbrengst van gewassen. Het zou dan ook bijzonder interessant zijn om de evapotranspiratie op grote schaal te kunnen bepalen. De studie die in 2009 werd uitgevoerd, toonde aan hoe het gebruik van satellietgegevens van hoge ruimtelijke resolutie, gecombineerd met die van MSG, een verfijnde opvolging van de evapotranspiratie van graan- en gewassen mogelijk maakt.



Afbeelding 4.4 : Onmiddellijke evapotranspiratie (mm h<sup>-1</sup>) gezien door de MSG-2 satelliet op 10 december 2009 om 12 h UT vanuit de positie boven de evenaar.

## Uitbreiden en verbeteren van waarnemingssystemen

In het kader van het BelAtmos-project plant het KMI, in samenwerking met het BIRA en de Universiteit Gent, langetermijnwaarnemingen van ozon en minderheidsbestanddelen in de atmosfeer, met bijzondere aandacht voor de karakterisering van aerosoldeeltjes in de atmosfeer op de nieuwe Antarctische basis Prinses Elisabeth. Deze metingen op een desolate plaats zoals Antarctica, zijn belangrijk voor de evaluatie van de achtergrondconcentraties, voor de verbetering van de kennis van het langeafstandstransport van aerosoldeeltjes en van sporengassen en zijn ook nuttig voor de validatie van satellietmetingen en modelresultaten.

De eerste instrumenten werden tijdens de onderzoeks-expeditie in 2009 geïnstalleerd. Het gaat om een CIMEL-zonfotometer, die bij verschillende golflengten de totale verzwakking van het zonlicht meet en om een Magee Scientific aethalometer, die de absorptie van zonlicht meet bij verschillende golflengten. De aethalometer bepaalt eveneens de concentratie aan "zwarte koolstof". Dit is een synoniem voor deeltjes afkomstig van verbrandingsprocessen (bijvoorbeeld uit de verbranding van biomassa, verwarmingsinstallaties, elektriciteitsproductie, ...). Voor de volgende expedities zijn bijkomende instrumenten voorzien. Deze zullen meer informatie verschaffen over andere optische eigenschappen van aerosoldeeltjes, de totale massa en het aantal deeltjes. Bovendien zal ook de totale ozonkolom en de spectrale UV-straling kunnen worden gemeten.

Zoals verwacht voor Antarctica, toont afbeelding 4.5 zeer lage waarden van de aerosol optische dikte. De zeer lage waarden ( $\leq 0.1$  cm) van de geïntegreerde waterkolom wijzen op de droogte van de Antarctische lucht.

De eerste waarnemingen met de aethalometer (afbeelding 4.4) vertonen concentraties van zwarte koolstof lager dan 10 ng/m<sup>3</sup>. Deze lage waarden worden vooral gemeten bij windsnelheden boven 4m/s, die meestal in verband staan met een oostelijke of zuidelijke windrichting. Met die windrichtingen zijn de metingen van de aethalometer nagenoeg volledig vrij van invloeden van de basis.



**VERBETEREN EN  
UITBREIDEN VAN  
DE PRODUCTEN  
EN DIENSTEN AAN DE  
GEBRUIKERSGROEPEN**



## VERBETEREN EN UITBREIDEN VAN DE PRODUCTEN EN DIENSTEN AAN DE GEBRUIKERSGROEPEN

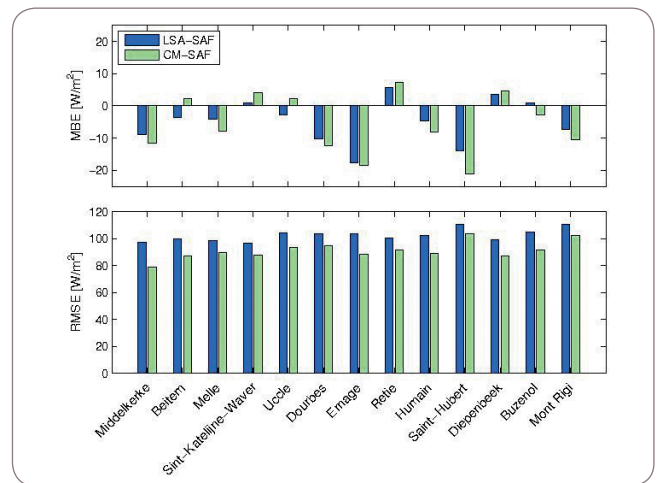
### Beschikbare zonne-energie in België

Zonne-energie bekleedt een belangrijke plaats binnen de groep van hernieuwbare energiebronnen. Voor de ontwikkeling van fothermische of fotovoltaïsche systemen en om hun prestaties te kunnen evalueren komt het erop aan heel precies te weten hoe de zonnestraling zich over een specifiek geografisch gebied verdeelt. Het beperkte aantal weerstations laat ons echter niet toe de zonne-energie op plaatselijk/regionaal niveau in ons land optimaal te ramen.

In 2009 startte het KMI een onderzoeksproject, gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid, om onze kennis op dit vlak te verbeteren. Het originele van dit onderzoek schuilt daarin dat zowel de metingen op de grond als de gegevens afkomstig van beeldvorming door satellieten gelijktijdig worden geëxploiteerd. Die kunnen bijzonder nuttig zijn voor het in kaart brengen van de volledige beschikbare zonnestraling op het Belgische grondgebied.

In het kader van dit project werd gestart met een eerste validering van de geraamde gegevens over de zonne-energie aan het oppervlak op basis van de gegevens afkomstig van Meteosat-9 (de Europese weersatelliet die momenteel als basis voor voorspellingen wordt gebruikt). Afbeelding 5.1 vat de voornaamste resultaten samen die deze studie in 2009 opleverde. Ze toont op de plaats van ieder radiometrisch station van het KMI het gemiddelde verschil voor de periode 2008-2009 tussen de waarden die op basis van de Meteosat-9 gegevens werden geraamd en de daadwerkelijke metingen in het station. Zoals uit de afbeelding kan worden afgeleid, is de gemiddelde fout (MBE) bijzonder laag, ongeacht het algoritme dat wordt gebruikt om de globale zonnestraling op het oppervlak, uitgaande van de satellietgegevens, te ramen (hiervoor worden de methodes ontwikkeld door SAF Land (LSA-SAF) en SAF Climat (CM-SAF)). Voor de 13 meetstations samen komen we tot een gemiddelde onderwaardering van 1,6% (LSA-SAF) tot 1,8 % (CM-SAF). Wat de gemiddelde absolute afwijking (RMSE) betreft, variëren de waarden van 30% (CM-SAF) tot 34% (LSA-SAF); de hoogste fout werd in beide gevallen opgetekend in de stations van Saint-Hubert en Mont Rigi (Waimes).

In 2010 wordt een reeks operationele producten voorbereid op basis van de metingen van de stations van het radiometrische net van het KMI. Binnen een termijn van 24 uur worden de dag- en urengegevens van de directe en diffuse, globale zonnestraling na een automatische kwaliteitscontrole in de vorm van standaardabonnementen beschikbaar gesteld. We gaan ook door met ons onderzoek om de ramingen van de satellietgegevens samen te voegen met de metingen aan het oppervlak. Doel is tegen 2011 te komen tot een klimatologie van de in België beschikbare, globale zonne-instraling.



Afbeelding 5.1 : Gemiddelde fout (MBE) en gemiddelde absolute afwijking (RMSE) tussen de waarden van de globale zonnestraling op het oppervlak (in  $W/m^2$ ) geraamd volgens de gegevens van Meteosat-9 en gemeten door de 13 radiometrische stations van het KMI. We gingen uit van de gegevens van twee jaar (2008 en 2009), en van twee verschillende algoritmes: enerzijds LSA-SAF en anderzijds CM-SAF, die beide respectievelijk in het kader van SAF land en SAF climat van Eumetsat werden ontwikkeld.





Afbeelding 5.2 : Stormschade aan bomen  
(Dendermonde, 5 februari 2008)

## Lancering van het vooralarm “hevige wind”

De numerieke meteorologie heeft al heel wat vooruitgang geboekt. Dankzij de invoering van de zogenaamde methode van de Ensemble-voorspellingen kunnen bepaalde diensten, die het beslissingsproces ondersteunen, aanzienlijk worden verbeterd. Zo kan een aantal gewestelijke overheidsinstellingen nu reeds gebruik maken van dit type van specifieke methodes die in 2009 bij het KMI operationeel werden.

Dat is meer bepaald het geval voor sectoren die gevoelig zijn voor hevige wind en die vaak enkele dagen vooraf over heel concrete beslissingen moeten beschikken om de bevolking tegen grote risico's te beschermen. Zo kan het bij hevige wind bijzonder gevaarlijk zijn om wegen in bosrijke omgevingen te gebruiken. De gewestelijke overheid is, samen met de federale politie, verantwoordelijk om die wegen af te sluiten en alternatieve wegen voor de gebruikers aan te duiden. Uiteraard moeten de verantwoordelijken daarvan enige tijd vooraf op de hoogte worden gebracht zodat ze hun beslissingen kunnen nemen.

De klassieke waarschuwingen, die al enkele jaren online op onze site verschijnen, gelden voor de heel nabije toekomst en worden zeker niet ruim voldoende vooraf gegeven om de organisatie van het uitstippelen van alternatieve wegen toe te laten. Het uitsturen van een vooralarm kan daarom bijzonder nuttig zijn. Zo kan er immers enkele dagen vooraf personeel worden gemobiliseerd om de omleidingen via alternatieve wegen voor te bereiden. In het Brussels Gewest werden in 2009 vooralarmprocedures tussen het KMI en het IBGE-BIM afgesproken zodat het personeel, dat de nodige voorzorgen moet treffen, tijdig op de hoogte wordt gebracht wanneer de drempelwaarde dreigt te worden overschreden. De verschillende modellen laten toe om mogelijke winterstormen tot vier dagen vooraf aan te kondigen. Zodra de waarschijnlijkheid een overeengekomen drempel bereikt, wordt naar verschillende adressen een sms of een e-mail gestuurd waarin de ontvangers worden verzocht hun waakzaamheid de volgende dagen op te voeren. Ze kunnen de website van het KMI consulteren en soms ook telefonisch contact opnemen met de weervoorspellers. Tijdens de dagen die op dit vooralarm volgen, wordt de risicobeoordeling verder verfijnd, zodat het vooralarm op het laatste ogenblik kan worden versterkt of worden opgeheven.

De eerste vooralarmervaringen met het IBGE-BIM, dat instaat voor de veiligheid in de parken en bossen van het Brussels Gewest, zijn heel bemoedigend. De vraag naar specifieke producten voor meteorologisch vooralarm zal in de toekomst alleen maar toenemen. Dit soort producten wordt in heel nauwe samenwerking tussen de klant en de User Interface van het KMI ontwikkeld en gevalideerd.

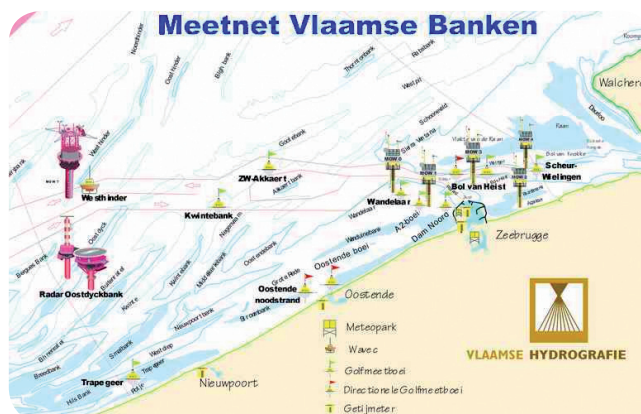
## Samenwerking met Het Weer Magazine

Het Nederlandse "Het Weer Magazine" heeft in 2009 zijn distributie naar Vlaanderen uitgebreid. Het is een uitgave van Virtumedia en verschijnt 6 maal per jaar. Het KMI heeft met de uitgever een samenwerking afgesloten, zodat nu regelmatig Belgische bijdragen in het tijdschrift verschijnen. Hiermee wenst het KMI met wegerelateerde teksten zijn zichtbaarheid naar een geïnteresseerd publiek te verhogen.

De bijdragen van het KMI waren in 2009 van zeer uiteenlopende aard. Zo werd zowel de geschiedenis van het KMI als de huidige activiteiten en de toekomstplannen aan de lezers van Het Weer Magazine voorgesteld.

Een paar voorbeelden:

- De metingen van de weerradar van Wideumont worden tijdens de vogeltrek vaak verstoord. Deze storingen kunnen waardevolle informatie bevatten voor piloten en ornithologen. De radar wordt dus niet alleen gebruikt om neerslagzones op te sporen en de inherente intensiteit in te schatten! (<http://www.meteo.be/meteo/view/nl/66981-Archief.html?view=1119155>)
- De Belgische pioniers van het broeikaseffect werden in de kijker geplaatst. Het begrip 'broeikaseffect' is een term uit de dagelijkse woordenschat geworden. Twee Luikse wetenschappers waren in 1886 de eersten die de opwarming van het klimaat met een broeikas vergeleken.
- Het KMI houdt via het Oceanografisch Meteorologisch Station in Oostende een oog in het zeil aan de Belgische Kust. Onze mariene meteorologen maken gespecialiseerde kustweerberichten, met verwachtingen voor getijden, golven, wind en zichtbaarheid op zee. Deze zijn ook door het publiek te raadplegen op een speciaal hiertoe ontwikkelde website: <http://www.kustweerbericht.be/nl/home.asp>



Abbeelding 5.3 : Het Meetnet Vlaamse Banken en de vaargeulen naar de Belgische havens

## Het Oceanografisch Meteorologisch Station

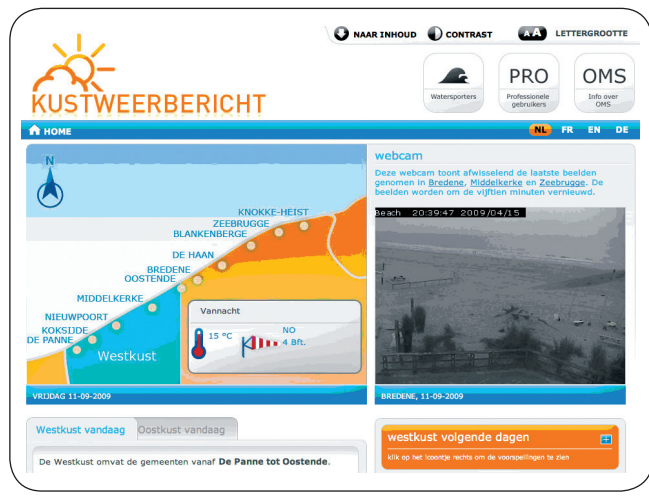
Het Oceanografisch Meteorologisch Station (OMS) in Oostende maakt deel uit van de Vlaamse Hydrografie, die op haar beurt een onderdeel vormt van de afdeling Kust van het Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust van de Vlaamse Overheid. Het OMS bewaakt zeven dagen op zeven het weer en het getij aan onze kust en de vaargeulen naar de Westerschelde en de kusthavens. Voor de bemanning van het OMS doet de afdeling Kust beroep op een team van zeven gespecialiseerde mariene meteorologen van het KMI. Sinds 1 juni 2009 stelt het KMI zijn kennis ter beschikking om het OMS uit te baten. De visie van het KMI luidt: "Betrouwbare dienstverlening aan het publiek en de overheid, gebaseerd op onderzoek, innovatie en continuïteit". Het project "Opstellen van hydrometeo-verwachtingen en het ondersteunen van het Oceanografisch Meteorologisch Station" van het Ministerie van de Vlaamse Overheid past volledig binnen deze visie van het KMI.

De werkkamer in Oostende beschikt over alle actuele waarnemingen van het Meetnet Vlaamse Banken en over de resultaten van specifieke numerieke verwachtingsmodellen voor getij en golven. Verder maken ze gebruik van alle mogelijke meteorologische informatie: synoptische waarnemingen, satelliet- en radarbeelden, atmosferische peilingen, uitvoer van regionale en globale weermodellen.

De mariene meteorologen interpreteren al deze informatie en verwerken ze tot een gespecialiseerd kustweerbericht, met verwachtingen voor getij, golven, wind en zichtbaarheid op zee. De weerberichten zijn in de eerste plaats bedoeld voor professionele gebruikers van de vaargeulen voor de Vlaamse kust (scheepvaart, loodsdiens, baggeraars, aannemers, ...), maar zijn ook nuttig voor bijvoorbeeld watersporters, de horeca-uitbaters en uiteraard de toeristen. Daarom zijn de weerberichten in professionele en eenvoudige vorm vrij te raadplegen op de website <http://www.kustweerbericht.be>.

Het OMS maakt windverwachtingen voor de locaties Zeebrugge, Wandelbaan en Westhinder en golfverwachtingen voor de locaties Oostende, Bol van Heist, Scheur Wielingen,

Kwintebank en Westhinder. De locaties Zeebrugge, Oostende, Bol van Heist en Scheur Wielingen liggen in de zogenaamde "kustzone", een gebied dat zich uitstrekt van het strand tot vijf kilometer in zee. De Wandelaar ligt in de overgangszone tussen de kust en de volle zee, ongeveer 5 kilometer voor de kust van Blankenberge. De twee andere locaties liggen in zee: de Kwintebank op ongeveer 10 kilometer en de Westhinder op ongeveer 30 kilometer voor de kust van Nieuwpoort.



Afbeelding 5.4 : De nieuwe webpagina

Het OMS heeft verschillende taken die het elke dag moet uitvoeren. Dagelijks worden in het OMS de mariene weersvoorspellingen opgesteld.

Deze voorspellingen omvatten de verwachtingen op zeer korte, korte en middellange termijn van de weertoestand op zee, het getij, de golven en eventueel andere oceanografische parameters. Geografisch worden ze opgesteld voor de Vlaamse Kust, de Belgische Territoriale Zee en het Belgisch Continentaal Plat. In het bijzonder zijn de scheepvaartpassen Westhinder - Kwintebank - Scheur/Wielingen belangrijk. Ook de aanloopvaargeulen naar de havens en de aansluiting met het gebied van de Westerschelde (waarvoor Rijkswaterstaat de mariene weersvoorspellingen opstelt) zijn belangrijk.

Het OMS staat ook in voor de begeleiding van werken op zee of langs de kust, zoals zeeeringswerken, havenbouw, hydrografische opnamen, baggerwerken, ruiming van wrakken, enz. Het OMS verleent mariene meteorologische ondersteuning aan de Stormvloedwaarschuwingsdienst van de afdeling Kust van Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK). Bij storm, bij verwachte gemiddelde windsnelheden vanaf 9 Bft, of wanneer hoogwater wordt verwacht dat het eerste alarmpeil tot op 20 cm nadert, moet de evolutie van de weersomstandigheden en de invloed ervan op het getij met bijzondere aandacht worden gevolgd. Zodra uit de meteorologische verwachtingen kan worden afgeleid dat er zich een kans op hoge waterstand zou voordoen, schakelt het OMS over naar verhoogde waakzaamheid. Daarnaast biedt het OMS ook bijstand bij crisissituaties zoals scheepsrampen en belangrijk pollutiegevaar.

De weerberichten van het OMS worden per fax of e-mail verstuurd aan professionele gebruikers onder wie de MDK-entiteiten en afdelingen van het departement Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse Overheid. Deze voorspellingen worden ook op de website [www.kustweerbericht.be](http://www.kustweerbericht.be) geplaatst. Als aanvullende dienstverlening realiseert het OMS een afgeleid product van de weerberichten: een kustweerbericht in vier talen voor alle kustsectoren en voor het grote publiek, opgesplitst voor Oost- en Westkust. Recent werd de website volledig vernieuwd.

In de rubriek "watersporters" wordt een samenvatting gegeven van de voorspellingen voor wind, golven en getijden voor een beperkt aantal locaties. In de sectie professionele gebruikers worden gedetailleerde prognoses gegeven voor alle belangrijke locaties. De kortetermijnvoorspellingen lopen tot maximaal 96 uur vooruit waarbij tevens een langetermijnverwachting wordt opgesteld.

- Maritieme Dienstverlening en Kust: <http://www.agentschapmdk.be>

## Interne gebruikers

### → Beheersysteem voor incidentmeldingen

Het departement Informatieverwerking nam in 2009 een nieuw systeem voor het beheer van incidentmeldingen, of kortweg "ticketingsysteem", in gebruik. Voornaamste doel van dit nieuwe systeem is de "Service Desk" te versterken door een uniform proces voor rapportering, verwerking en registratie van incidenten in te voeren. Gelijktijdig met de implementatie van dit systeem versterkte het departement ook haar Single Point of Contact (SPOC) gebruiksbeleid. Via een uniek telefoonnummer en een uniek e-mailadres moedigen we de gebruikers aan om in alle omstandigheden beroep te doen op het SPOC. Het SPOC, dat in het gebouw van het rekencentrum van het KMI werd ondergebracht, is 24 uur per dag en 7 dagen per week operationeel.

Alle incidentrapporten en alle aanvragen om ondersteuning worden in het systeem ingevoerd. Dat is in se een systeem voor probleemopvolging (issue tracking system), dat ook door softwareontwikkelingsteams wordt gebruikt. Dit systeem dient tevens als database voor nuttige informatie om incidenten op te lossen. Het afgelopen jaar registreerde het systeem duizenden meldingen. Het percentage van afhandeling van deze meldingen bedraagt om en bij de 97%.

Na een jaar gebruik is duidelijk dat er nog bijkomende inspanningen moeten worden geleverd om:

- De meldingen beter in te delen naar type en ernstgraad. Dit moet een verkeerde dispatching tussen Niveau 1 (helpdesk) en Niveau 2 (technici, ontwikkelaars) helpen voorkomen;
- De capaciteit voor het oplossen van incidenten op Niveau 1 te verhogen;
- Een gedeelte van de kennis ter beschikking te stellen van de gebruikers en een selfservice helpdesksysteem in te voeren. De gebruikers zouden bijvoorbeeld via de FAQ en de how-to die in de wiki worden toegelicht, kleine incidenten eigenhandig kunnen oplossen;
- Prestatie-indices in te voeren (voorbeeld: duurtijd tot aan de oplossing, tevredenheidsniveau van de gebruikers, enz.).

## Actualisering van de gegevensbank

De gegevensbank is het zenuwcentrum van de informatiestromen binnen het KMI. Of de meeste operationele taken vlot verlopen, hangt af van de correcte werking van de gegevensbank, zowel wat de prestaties als de integriteit betreft. Binnenkort krijgt de hardware een opknapbeurt en komt er een upgrade naar de nieuwste Oracle versie. Met de externe steun van Realdolmen werden de services van de vroegere server in december gemigreerd naar de nieuwe server. De expertise van Realdolmen maakte het mogelijk om de onderbrekingen zo kort mogelijk te houden. De nieuwe infrastructuur berust op de RAC-technologie (Real Application Cluster) van Oracle, die 2 X 86 servers van IBM toelaat parallel te werken en de service bij uitval van een van de machines toch te handhaven. Gezien het belang van de database werd bovendien in het gebouw van het BIRA een noodserver geïnstalleerd. Die zou in geval van calamiteiten kunnen worden gebruikt om de verdere dienstverlening te garanderen. Bovendien wordt deze server gebruikt voor de dagelijkse back-ups op magneetdrager.

## Opslag

Er werden meerdere ingrepen uitgevoerd om de gebruikers van de computerinfrastructuur van het KMI meer opslagruimte ter beschikking te stellen. We vestigen ook de aandacht op de actualisering van de centrale bestandsserver van het Plateau van Ukkel. De verdubbeling van de opslagcapaciteit kadert in het leasingcontract dat met Fujitsu Technology Solutions werd afgesloten. De drie Instituten van het Plateau, namelijk het KMI, het BIRA en de KSB, beschikken daarmee over een gemeenschappelijke ruimte van 72 TB die onder de gebruikers kan worden verdeeld. Dankzij de technici van NetApp kon deze bijkomende capaciteit zonder noemenswaardige onderbreking van de service worden toegevoegd.

## SMS

Het KMI gaat vier maal per dag over tot numerieke weersvoorspellingen op de intensieve rekenserver van het Plateau van Ukkel. Deze heel complexe taken, die zowel onderling als van het weer afhankelijk zijn, worden voortaan geregeld en opgevolgd door de SMS-software (Supervisor Monitor Scheduler); een ontwikkeling van het ECMWF. De software werd redundant op twee servers geïnstalleerd zodat technische problemen kunnen worden ondervangen. De controle-interface volgt de uitvoering van de operationele taken in reële tijd op en stelt de operator bij storingen in staat om in te grijpen.



**BIJDRAGEN TOT DE  
INTERNATIONALE  
UITSTRALING VAN BELGIË**



**6**



## BIJDRAGEN TOT DE INTERNATIONALE UITSTRALING VAN BELGIË

### Organisatie van de 15<sup>de</sup> zitting van de Regionale Associatie VI (RA VI) van de Meteorologische Wereldorganisatie te Brussel

Een belangrijk strategisch objectief van het managementplan van het Koninklijk Meteorologisch Instituut is bijdragen tot de internationale uitstraling van België. In dit kader organiseert het KMI jaarlijks bijeenkomsten van wetenschappers of vertegenwoordigers van organisaties van internationaal niveau. Van 18 tot 24 september 2009 kregen we de gelegenheid om een grootse gebeurtenis te organiseren. Het ging om de 15de zitting van de Regionale Associatie VI (RA VI) van de Meteorologische Wereldorganisatie. Het was de eerste keer dat deze vierjaarlijkse vergadering in ons land werd gehouden.

De vergadering ging door in het 'Internationaal Auditorium', Koning Albert-II laan 5 in 1210 Brussel. Een 200-tal deelnemers werden er verwelkomd. We hebben een belangrijke financiële steun gekregen van Federaal Wetenschapsbeleid. Daarnaast mochten we ook genieten van de sponsoring van Offimex, IBM, DELL, ECC, Gematronik en OTT.

De deelnemers aan deze vergadering waren de Permanent Afgevaardigden bij de Meteorologische Wereldorganisatie van een vijftigtal lidstaten en hun medewerkers. De vergadering had als doel de werking van hun meteorologische diensten te coördineren met het oog op het beperken van de schade als gevolg van natuurrampen veroorzaakt door weer en klimaat en het bevorderen van de duurzame ontwikkeling.

De vergadering van de RA VI werd op 16 en 17 september tijdens een Technische Conferentie vooraf voorbereid. Volgende onderwerpen kwamen daarbij aan bod:

- Voordeel van de meteorologische diensten voor de Europese maatschappij;
- Partnerschap en capaciteitsopbouw;
- Wetenschappelijke en technische ontwikkelingen;
- Europese uitdagingen;
- Noden van de nationale meteorologische diensten voor het uitvoeren van hun taken op economisch en sociaal vlak.

Van 18 tot 24 september werd deelgenomen aan de RA VI zitting. De conferentie werd geopend door een vertegenwoordiger van de minister, de secretaris-generaal van de WMO, de voorzitter van de RA VI en de permanent afgevaardigde van België bij de WMO.

Volgende onderwerpen werden onder meer aangekaart:

- Regionale aspecten (zie Technische conferentie);
- Efficient Management en goed bestuur;
- Specifieke uitdagingen.

Voor een van de twee wetenschappelijke voordrachten, die tijdens de RA VI werden gegeven, tekende Dr. Termonia van het KMI. Hij werd hiervoor door verschillende afgevaardigden uitbundig gefeliciteerd.



Afbeelding 6.2 : Logo's van de sponsors van de RAVI conferentie



Afbeelding 6.1 : Groepsfoto van de deelnemers aan RA VI.



Afbeelding 6.3 : Groepsfoto van de KMI-medewerkers die mee de RAVI-conferentie in de steigers zetten.

### 3<sup>de</sup> Wereldklimaatconferentie in Genève

Van 31 augustus tot 4 september 2009 trok een delegatie van het KMI naar de derde Wereldklimaatconferentie in Genève. De Belgische ambassade in Zwitserland greep de gelegenheid aan om een korte informele ontmoeting te organiseren tussen verschillende personaliteiten, onder wie de minister voor Klimaat en Energie, Paul Magnette. Onze aandacht werd vooral getrokken door de verklaring van de secretaris-generaal van de Wereld Meteorologische Organisatie, Michel Jarraud, na afloop van de Conferentie die verklaarde "dat het er nu op aan komt de juiste en gepaste structuur in het leven te roepen die alle activiteitssectoren toelaat vlot te interpreteren producten te verstrekken om te kunnen anticiperen op de evolutie van de klimaatomstandigheden." Deze doelstelling sluit perfect aan bij de strategische doelstellingen van het KMI, die erin bestaan het publiek een vlottere toegang tot relevante klimaatgegevens aan te reiken.

### Earth Challenge

Dit project is oorspronkelijk de vrucht van enkele vurige liefhebbers van lichte luchtvaart die zich verenigden in "ULM zonder grenzen".

Met een reis die hen aan boord van een ULM van Australië naar België bracht, wilden ze de aandacht vestigen op de bedreigingen van onze planeet. In twee etappes, van 5 tot 30 april en van 30 oktober tot 5 december, legden zeven avonturiers zowat 27.000 km af. Deze expeditie, met de steun van Federaal Wetenschapsbeleid, kon rekenen op de expertise van het KMI. Luc Trullemans, een



Afbeelding 6.4 : Sfeerbeeld van de 3<sup>de</sup> Wereldklimaatconferentie. Van links naar rechts: Alex Van Meeuwen (Ambassadeur bij de Verenigde Naties te Genève), Paul Magnette (Federaal Minister van Klimaat en Energie) en François Brouyaux (communicatiemedewerker van het KMI).



van de weervoorspellers van het KMI, nam wat de meteorologische bijstand betreft, het voortouw. Daarmee was Trullemans niet aan zijn proefstuk toe; in maart 1999 begeleidde hij al met succes Bertrand Piccard en Brian Jones tijdens de eerste non-stop ballonvlucht rond de wereld. Deze keer kreeg Luc de steun van de andere voorspellers van het weerbureau van het KMI. De avonturiers, die de gelegenheid kregen om uitzonderlijke landschappen te aanschouwen, reisden aan boord van ultralichte vliegtuigen die bovendien speciaal waren uitgerust met instrumenten voor het meten van de atmosferische verontreiniging. Zoals de website van deze operatie zelf suggereert: "Door op lage hoogte de meest bedreigde gebieden van onze planeet te overvliegen, wil 'Earth Challenge' massaal oproepen tot een dringende bijsturing van onze gewoonten om het pronkstuk dat wij bewonen te beschermen". De operatie werd een denderend succes en wordt binnenkort in het kader van de conferenties van 'Exploration du Monde' verfilmd.

### Bezoek van de 'Turkish State Meteorological Service'

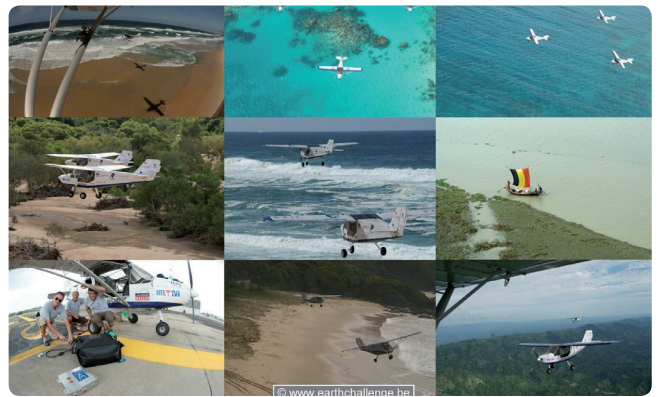
Van 2 tot 4 december 2009 bracht een 31-koppige delegatie van het Turks Meteorologisch Instituut een bezoek aan het KMI in het kader van een 'Mobility for Professionals in Vocational Education and Training (VETPRO) project met de steun van het Leonardo da Vinci Longlife Learning Programme van de Europese Commissie. Doel van dit project was een idee te krijgen van de organisatiestructuur van nationale meteorologische instituten in de Europese Unie en de relaties met deze diensten te versterken. In dit kader plande de TSMS een vierdaags technisch bezoek aan het KMI. Op 1 december brachten de Turkse collega's een bezoek aan de departementen 'Informatieverwerking' en 'Waarnemingen'. De volgende dag kwam het onderzoeksdepartement aan bod, waar zij onder meer wegwijs werden gemaakt in de chaostheorie en het ALADIN-weermodel. Natuurlijk mocht ook een rondleiding door het weerbureau niet ontbreken. Dag drie stond in het teken van de geofysica, met een bezoek aan het 'Centre de Physique du Globe' van het KMI te Dourbes. Vrijdag 4 december, de laatste dag van hun bezoek, begon met een vergadering om eventuele samenwerkingsmogelijkheden te bespreken. In de namiddag stonden een toeristische rondrit doorheen Brussel en een bezoek aan het Planetarium op het programma, gevolgd door een diner in het Atomium om het bezoek in stijl af te sluiten.

### Buitenlandse wetenschappers op bezoek

Diverse buitenlandse wetenschappers brachten een bezoek aan het Geofysisch Centrum.

Twee voorbeelden:

- In het kader van de samenwerking tussen het ZAMG (Oostenrijk) en het KMI verbleef de heer Richard Mandl in Dourbes om er te werken aan AUTODIF.
- De heer Gerardo Cifuentes van UNAM (Mexico) werkte samen met ons een week rond het INTERLATAM project.



Abbeelding 6.5 : Foto van Earth Challenge (copyright Earth Challenge)



Abbeelding 6.6 : Groepsfoto van de delegatie van de Turkish State Meteorological Service in het weerbureau van het KMI.



**Moderniseren van  
het beheer**

---



**7**



## MODERNISEREN VAN HET BEHEER

---

### Verbeteren en uitbreiden van het 'management information system'

In 2009 legden we ons vooral toe op de ontwikkeling van de tweede versie van het systeem voor het beheer van de human resource gegevensbanken (HRDB). We maakten de HRDB betrouwbaarder en voegden er een aantal bijkomende functies aan toe, zoals een zoek- en uitvoerfunctie. Die laatste functie laat ons toe gegevensbestanden te genereren in formaten verenigbaar met P-data (de Statistieken van de federale overheid), OFO (Opleidingsinstituut voor de Federale Overheid) en Medex (Bestuur Medische Expertise). De HRDB werd uitgebreid met nieuwe functionaliteiten om tegemoet te komen aan de eisen van de nieuwe ontwikkelcirkels die door de Federale Overheidsdiensten werden ingevoerd ([http://http://www.fedweb.belgium.be/nl/evaluatie/ontwikkelcirkels\\_voor\\_ambtenaren/index.jsp](http://http://www.fedweb.belgium.be/nl/evaluatie/ontwikkelcirkels_voor_ambtenaren/index.jsp)).

Het gebruiksniveau van de geautomatiseerde processen (workflow) nam in 2009 gestadig toe. Het aantal workflows gegenereerd door de nieuwe workflowmotor Shark steeg van 6 (2008) naar 260 (2009) en overschreed daarmee de kaap van de duizend tweehonderd uitgevoerde opdrachten. De oude OS-Workflowmotor blijft verder instaan voor het beheer van zowat duizend workflows op jaarbasis.

Alle nieuw geautomatiseerde processen werden een of meerdere malen herhaald zodat uiteindelijk nieuwe versies konden worden geproduceerd. Die herhalingen zijn afkomstig van feedback van gebruikers en van problemen die tijdens het gebruik werden vastgesteld. De verbetering die door iedere nieuwe versie werd aangebracht, draagt bij tot het proces van business re-engineering.

### Welzijn van het personeel: veiligheid en preventie

#### → Medische onderzoeken

De externe preventiedienst IDEWE blijft instaan voor de medische tests van het personeel. Nieuwe personeelsleden worden zo vlug mogelijk aan het onderzoek onderworpen. De personeelsleden met een veiligheids- of risicofunctie, die onderworpen zijn aan een jaarlijks onderzoek, krijgen indien nodig voorrang.

#### → EHBO

Het EHBO-materiaal werd vernieuwd.

#### → Elektriciteit

De elektricien heeft voldoende kennis van de installaties verworven om curatief op te treden bij (veiligheids)problemen.

#### → Ergonomie

Een opleiding ergonomie voor de system administrators werd goedgekeurd en toegewezen aan de firma SECUREX. Deze opleiding zal plaatsvinden in het voorjaar van 2010 en daarna worden geëvalueerd.

#### → Hygiëne

Het keukenpersoneel heeft een opleiding voedselhygiëne gevolgd (HACCP). Heel wat verouderd elektrisch/elektronisch materiaal werd afgevoerd via een gespecialiseerde firma. Er werd in de mate van het mogelijke een inventaris gemaakt van de chemische producten. Afvoer gebeurt via een gespecialiseerde firma.

#### → Branddetectie

De aanbesteding, waarvan sprake in het jaarverslag 2008, werd afgerond. De effectieve plaatsing zal in september 2010 bij de collega's van het BIRA worden opgestart. Afhankelijk van de gemaakte voortgang kan in het KMI in 2011 met de werkzaamheden een aanvang worden genomen.





Abbeelding 7.1 : Sfeerbeeld van het gerenoveerde weerbureau

## Een splinternieuwe weerkamer

De weerkamer van het KMI werd in 2009 volledig gerenoveerd. Sindsdien kan het voorspellersteam in een heel wat comfortabelere omgeving aan de slag. De weersvoorspellers beschikken voortaan elk over de nodige middelen om hun specifieke taak te vervullen, zonder te ver verwijderd te zijn van de collega's.

Om dag en nacht, week in week uit, een permanentie te kunnen waarborgen, wisselen de ploegen steeds af. Dergelijke organisatie staat garant voor een continue opvolging van de weersomstandigheden - in het bijzonder met het oog op eventuele gevaarlijke weersomstandigheden.

Gevaarlijke weergebeurtenissen worden sinds het gebruik van weermodellen beter en sneller voorspeld. Toch kunnen sommige weersituaties zoals onweersbuien, zelfs op zeer korte termijn totaal onvoorspelbaar zijn.

De taken van de voorspellers worden ingedeeld op basis van de termijn van de voorspellingen:

- Iemand voorspelt het weer op " zeer korte termijn"; wat in het weerjargon "Nowcasting" heet. Deze voorspellingen omvatten slechts enkele uren.
- Een tweede voorspeller houdt de " korte termijn" in het oog. Dit beslaat een tijdspanne van ongeveer 48 uur.
- Een derde is verantwoordelijk voor de voorspellingen van de " middellange termijn". Hij bekijkt de weersituaties op grotere schaal dan België en over een tijdspanne van, in de beste omstandigheden, 10 dagen. Meestal blijft dit echter beperkt tot 5 dagen. Het zijn deze voorspellingen die het grote publiek in een beknopte vorm op onze site kan raadplegen.

Voor de "Nowcasting" beschikt de voorspeller over hoogstaande realtime waarnemingsmiddelen zoals radarbeelden, satellietbeelden, een bliksemdetectiesysteem, automatische stations en webcams. Al deze instrumenten zijn bijzonder waardevol voor een permanente bewaking en maken het mogelijk om, indien nodig, extra waarschuwingen op de website te plaatsen.

Voor de voorspellingen en de waarschuwingen op korte termijn baseert de voorspeller zich op de vergelijking van verschillende weermodellen, waaronder een fijnmazig regionaal model, ontwikkeld door een internationaal team van wie sommigen bij het KMI werken.



## Het weer in 2009



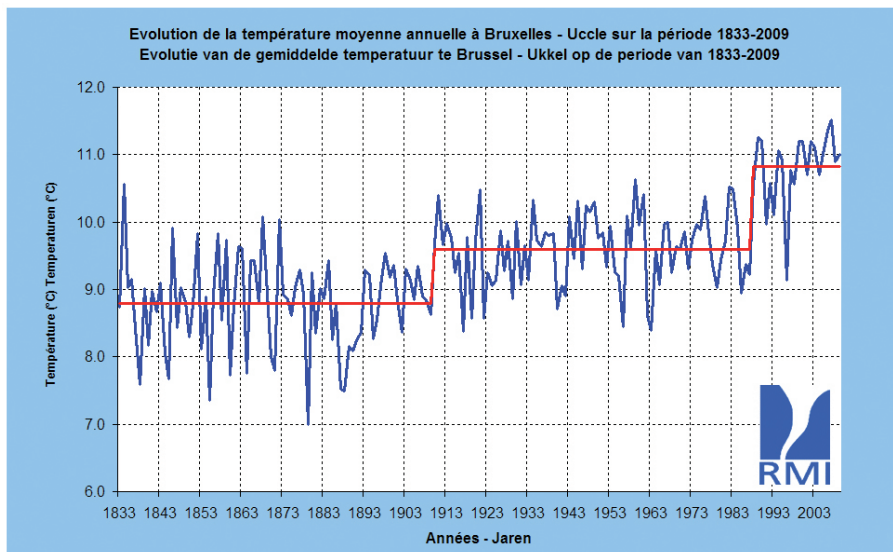
## HET WEER IN 2009

Net als de voorgaande jaren werd 2009, in vergelijking met de gemiddelde temperatuur die in de Brusselse regio sinds 1833 wordt waargenomen, gekenmerkt door een belangrijke hoge temperatuur in Ukkel (zie afbeelding 8.1). Dit is sinds 1901 voor Ukkel het 11de warmste jaar. In 2009 bedroeg de gemiddelde temperatuur 11,0°C. Dat is 1,3°C boven de normale waarde van de 20ste eeuw (9,7°C). Een dergelijke afwijking wordt als "zeer abnormaal" geklasseerd (zie tabel 8.1 voor de abnormaliteitgraden).

In 2009 kunnen de waarden van de parameters neerslaghoeveelheid, aantal neerslagdagen en dagen met onweer als "normaal" worden gekwalificeerd (zie tabel 8.2). Met 763,6 mm was het neerslagtotaal iets lager dan normaal (804,8 mm), doch nog steeds "normaal" te noemen. De zonneschijnduur bedroeg 1.699 uur en vertoont een "abnormale" toename tegenover de normale waarde van 1572 uur. Enkel de relatieve luchtvochtigheid en de gemiddelde windsnelheid waren "zeer abnormaal" laag. De gemiddelde relatieve vochtigheid bedroeg 77% (normaal 81%) en de gemiddelde windsnelheid bedroeg 3,4 m/s (tegen normaal 3,7 m/s).

Afkorting	Graad van abnormaliteit	Fenomeen bereikt of overtroffen gemiddeld één keer om de
n	normaal	-
a	abnormaal	6 jaar
za	zéér abnormaal	10 jaar
u	uitzonderlijk	30 jaar
zu	zéér uitzonderlijk	100 jaar

Tabel 8.1 : Definitie van de abnormaliteitgraad van een klimatologische parameter, uitgedrukt in gemiddelde terugkeerperioden.



Afbeelding 8.1 : Gemiddelde jaarlijkse temperatuur (in °C) te Brussel - Ukkel van 1833 tot 2009.

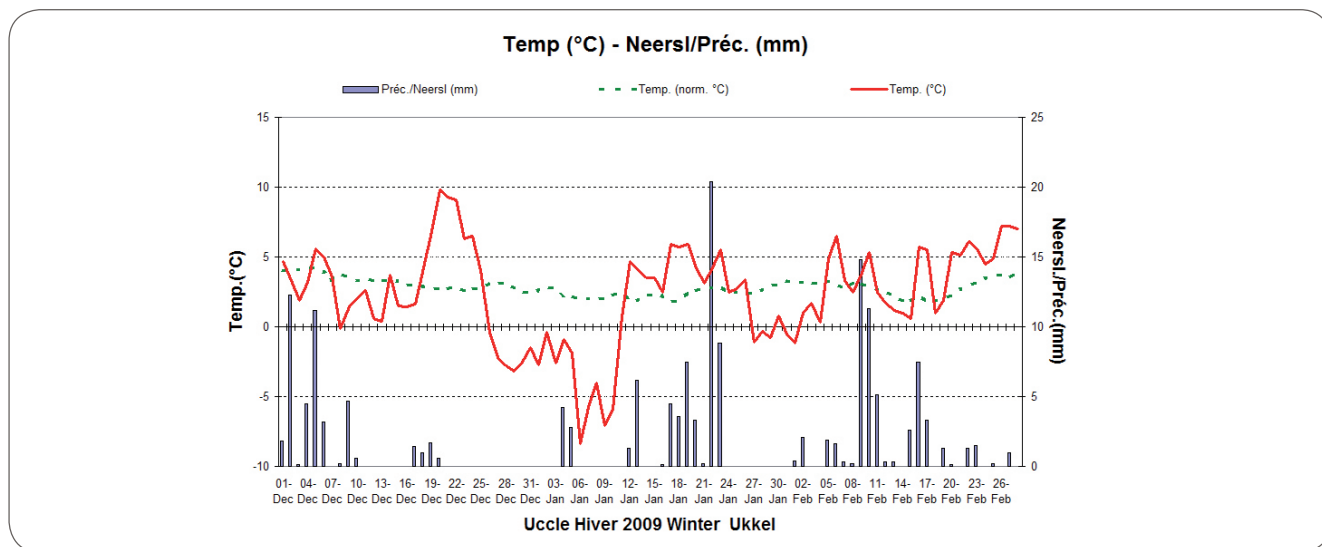


Parameter	2009	Normaal	Kar
Luchtdruk (herleid tot zeeniveau) (hPa)	1014,5	1015,7	a-
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	3,4	3,7	za-
Zonneschijnduur (h)	1699	1572	a+
Gemiddelde temperatuur (°C)	11,0	9,7	za+
Gemiddelde maximumtemperatuur (°C)	15,0	13,8	za+
Gemiddelde minimumtemperatuur (°C)	7,1	6,7	n
Absolute maximumtemperatuur (°C)	33,4	31,7	n
Absolute minimumtemperatuur (°C)	-12,8	-8,9	a-
Aantal vorstdagen (min <= 0°C)	47	47	n
Aantal winterse dagen (max <= 0°C)	9	8	n
Aantal zomerse dagen (max >= 25°C)	36	a+	a+
Aantal hittedagen (max >= 30°C)	4	3	n
Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%)	77	81	za-
Gemiddelde dampdruk (hPa)	10,1	3	n
Neerslagtotaal (mm)	763,6	804,8	n
Aantal dagen met meetbare neerslag (<= 0,1 mm)	190	207	n
Aantal onweersdagen in het land**	95	94	n

Tabel 8.2 : Waarden van het jaar 2009 en normale waarden voor verschillende meteorologische parameters te Ukkel. De kolom "Kar" (=statistische karakteristieken) geeft de graad van abnormaliteit aan van de parameter in 2009 uitgedrukt in gemiddelde terugkeerperiodes (zie tabel 8.1).

\* De normale waarden en de statistische karakteristieken werden berekend aan de hand van waarnemingen voor de periode 1901-2000, met uitzondering van het aantal onweersdagen in het land (referentieperiode 1981- 2007), van de uiterste temperaturen (maxima en minima), evenals van de parameters afgeleid van deze temperaturen (absolute waarden en aantal dagen) waar als referentieperiode 1968-2000 werd genomen (begin van de waarnemingen onder gesloten hut). Vanaf het jaaroverzicht 2009 wordt de normale waarde voor de zonneschijnduur te Ukkel berekend op basis van de metingen van een automatische actinometer. De drempelwaarde voor het registreren van de zonneschijnduur wordt vastgelegd op 120W/m<sup>2</sup>.

\*\* Vanaf het jaaroverzicht 2008 wordt de normale waarde van het aantal onweersdagen berekend op basis van de metingen van de elektrische activiteit van de atmosfeer. Deze metingen worden door het SAFIR-systeem uitgevoerd. De winter van 2009 (december 2008, januari 2009 en februari 2009, zie afbeelding 2) werd gekenmerkt door normale waarden wat betreft de gemiddelde temperatuur, het neerslagtotaal, het aantal neerslagdagen en de zonneschijnduur. Tussen 5 en 10 januari kenden we een korte koudeperiode die gepaard ging met sneeuw. Tijdens deze periode werd te Ukkel vier keer een minimumtemperatuur onder -10,0°C opgemeten; wat sinds 1996 niet meer werd waargenomen. Een ander opmerkelijk feit voor deze winter was het tekort aan zonneschijn geregistreerd te Ukkel in februari. Met 32 h 51 min is deze waarde de tweede laagste geregistreerd te Ukkel sinds 1887. Het vorig record dateerde van 2006 met een duur van 30 h 46 min.



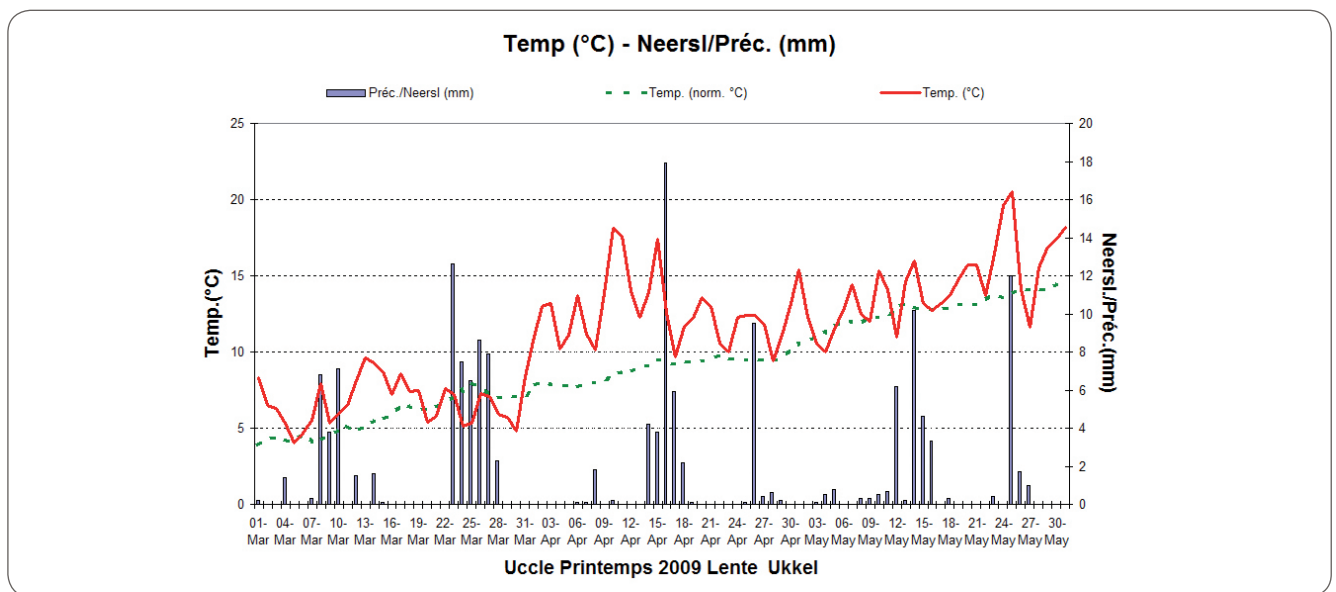
Afbeelding 8.2 : Evolutie van de temperaturen en de dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de winter 2008 (december 2007 tot februari 2008).

**De lente van 2009** (van maart tot mei, zie afbeelding 8.3) betekende meteen het begin van een periode van hogere temperaturen die tot december aanhield. Vooral de hoge uitzonderlijke temperaturen van april verklaren waarom de gemiddelde temperatuur van de lente de op een na hoogste is die kon worden opgemeten, sinds het begin van de waarnemingen in 1833 in Ukkel. De gemiddelde lentetemperatuur voor 2009 bedroeg 11,2°C. De lente van 2007 blijft echter recordhouder met een gemiddelde temperatuur van 12,3°C. De derde warmste lente was deze van 1993 met temperaturen iets lager dan deze van dit jaar. De relatieve vochtigheid was zeer abnormaal laag met een gemiddelde seizoenswaarde van 72% tegen een gemiddelde van 77%.

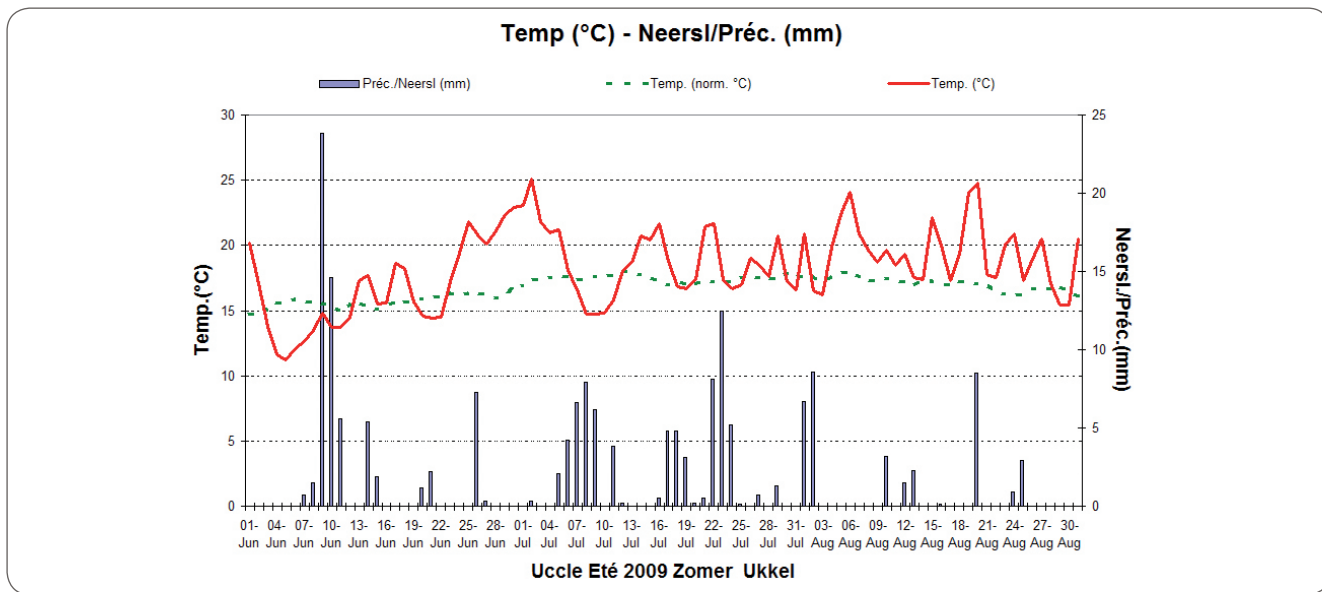
**De zomer van 2009** (juni tot augustus, zie afbeelding 8.4) werd ook gekenmerkt door hoge temperaturen, de gemiddelde seizoenswaarde voor deze zomer was zeer abnormaal hoog. De gemiddelde waarden voor de 3 zomermaanden apart waren uitzonderlijk hoog, maar het was vooral de temperatuur voor de maand augustus die verantwoordelijk was voor de uitzonderlijk hoge waarde van de gemiddelde zomertemperatuur.

Van de overige klimatologische parameters was het opnieuw de relatieve vochtigheid die opviel met een zeer abnormale lage waarde (69%), terwijl het seizoensgemiddelde normaal 78% bedraagt.

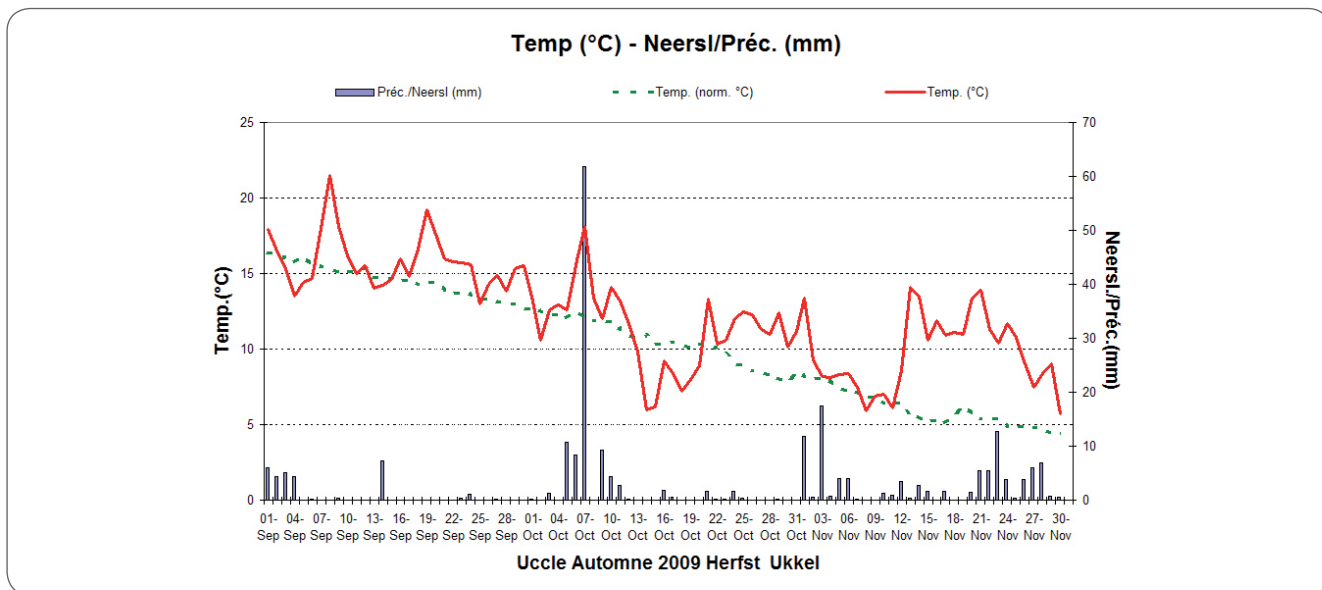
In verschillende regio's van het land was het neerslagtotaal van begin augustus tot eind september zeer laag. Te Ukkel werd tijdens deze periode een gecumuleerd totaal gemeten van 63,8 mm, tegen een normale waarde van 144,2 mm. Dit gecumuleerd totaal kan als zeer abnormaal laag worden beschouwd.



Afbeelding 8.3 : Evolutie van de temperaturen en de dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de lente van 2009 (maart - mei).



Afbeelding 8.4 : Evolutie van de temperaturen en van de dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de zomer van 2009 (juni - augustus).



Afbeelding 8.5 : Evolutie van de temperaturen en de dagelijkse neerslaghoeveelheden in Ukkel tijdens de herfst van 2009 (september - november).

**De herfst van 2009** (september tot november, zie afbeelding 8.5) was zoals de lente uitzonderlijk warm met een gemiddelde temperatuur van 12,3°C (tegen een normale waarde van 10,4°C). Hier tekende vooral de maand november voor met zeer zachte temperaturen voor de tijd van het jaar.

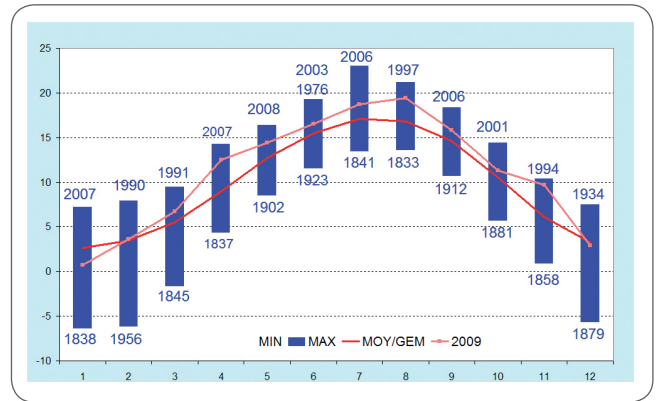
Samen met de meetgegevens voor de herfst van 2005 maakten deze waarden de herfst van 2009 tot de op een na meest warme herfstperiode sinds de start van de waarnemingen. De warmste herfst blijft echter deze van 2006. Toen bedroeg de gemiddelde temperatuur 13,9°C en dat is nog steeds 1,6°C meer dan dit jaar.

Tot slot was, vanuit klimatologisch oogpunt, de laatste maand van het jaar normaal. Wel werd een dag (19 december) met uitzonderlijke harde vorst opgetekend. De temperatuur daalde die dag in Ukkel tot onder -10°C (-10,9°C als minimum). De laatste keer dat het in december in Ukkel zo hard vroom, dateert van 1996 toen -10,4°C werd opgetekend.

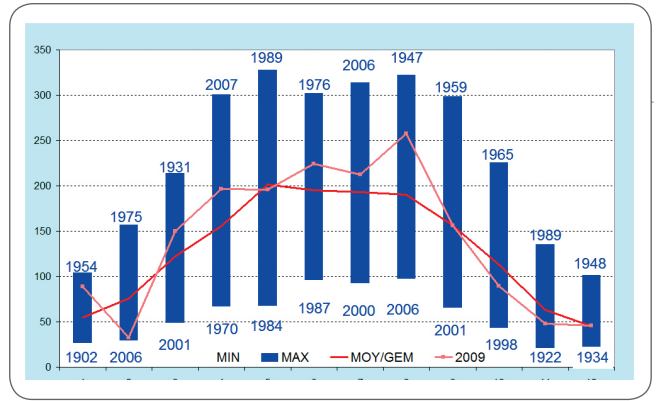
De curven voor Ukkel geven op de afbeeldingen 8.6 tot 8.9 in het roze de maandelijkse waarden weer van de gemiddelde temperatuur, de zonschijnduur, het neerslagtotaal en het aantal neerslagdagen. De afbeeldingen tonen ook de normale maandwaarden (curven in het rood), en de uiterste maandelijkse waarden waargenomen te Brussel-Ukkel sinds het begin van de metingen van de diverse parameters (1833 voor de temperatuur en de neerslag en 1887 voor de zonschijnduur).

Tot besluit kunnen we stellen dat de temperaturen in 2009, met uitzondering van de winter, over het algemeen hoger lagen dan de normale waarden. In het bijzonder werden de lente en de herfst gekenmerkt door uitzonderlijk hoge gemiddelde temperatuurswaarden. Sinds 1901 is dit voor Ukkel de 11<sup>de</sup> hoogste gemiddelde jaartemperatuur. Bijgevolg merken we op dat, net als in 2008, de bereikte waarde (11,0°C) zeer dicht aanleunt bij het gemiddelde van de warmteperiode die sinds het einde van de jaren 80 (10,8°C) wordt geregistreerd (zie afbeelding 8.1).

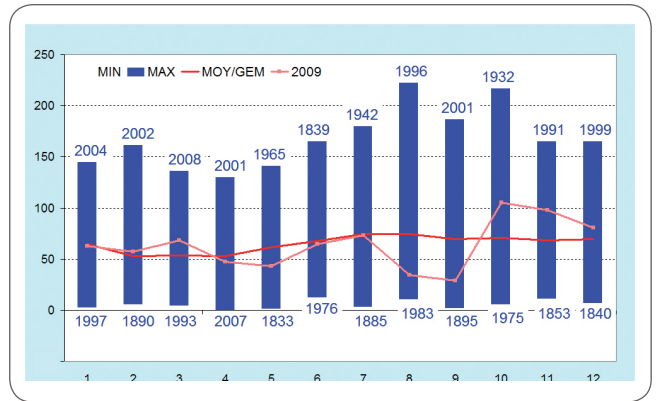
Net als in 2008, kunnen we dit overzicht afsluiten met aan stippen dat de gemiddelde jaarlijkse windsnelheid zeer abnormaal onder de normale waarden lag en dat de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid eveneens zeer abnormaal laag was.



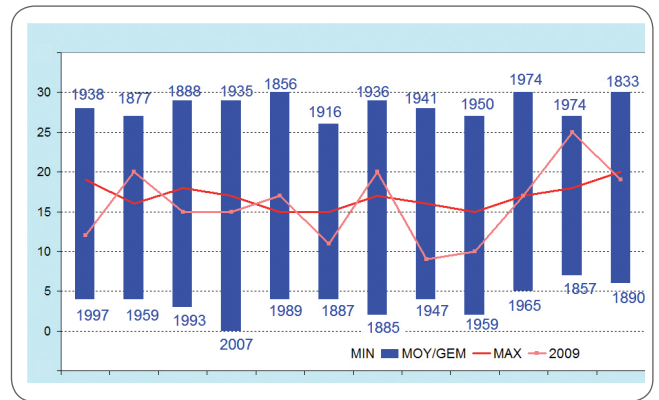
Afbeelding 8.6 : Maandelijks gemiddelde temperatuur in Ukkel (in °C).



Afbeelding 8.7 : Maandelijks zonschijnduur in Ukkel (in uur).  
Opmerking: Vanaf 2009 werden voor deze grafiek de waarden met behulp van een automatische actinometer opgetekend met een drempelwaarde van 120W/m<sup>2</sup>. Voorheen werden die waarden verkregen door registratie op papier met een heliograaf.



Afbeelding 8.8 : Maandelijks neerslagtotaal in Ukkel (in mm).



Afbeelding 8.9 : Maandelijks aantal neerslagdagen in Ukkel (in dagen).



# **Samenstelling**



**9**

## **SAMENSTELLING VAN DE WETENSCHAPPELIJKE RAAD, DE BEHEERSCOMMISSIE, DE JURY EN DE DIRECTIERAAD VAN HET KMI**

---

### **1. Wetenschappelijke Raad**

#### **→ Voorzitter**

Prof. Dr. Ch. Bouquegneau

#### **→ Hoofd van de Instelling, ambtshalve lid**

Dr. H. Malcorps

#### **→ Leden van het leidinggevend personeel van de instelling**

Dr. Ch. Tricot  
Dr. S. Dewitte  
Dr. J. Rasson  
Prof. Dr. E. Rouvas-Nicolis  
Dr. P. Termonia

#### **→ Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten de instelling**

Prof. Dr. Cl. Buess-Herman  
Prof. Dr. J. Cornelis  
Prof. Dr. H. Dejonghe  
Prof. Dr. Ch. De Mol

### **2. Beheerscommissie**

#### **→ Stemgerechtigde leden**

De heer F. Monteny, voorzitter  
Dr. H. Malcorps, ondervoorzitter  
Dr. R. Van der Linden, ondervoorzitter  
De heer N. Parmentier, ondervoorzitter  
De heer R. Renier, attaché  
De heer Burggraaf D. Frimout  
De heer R. Van de Walle  
De heer M. Praet  
De heer T. Mary  
Prof. Dr. A. Berger

### **3. Jury**

#### **→ Voorzitter**

Dr. D. Fonteyn

#### **→ Hoofd van de Instelling, ambtshalve lid**

Dr. H. Malcorps

#### **→ Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten de instelling**

Prof. Dr. Ir F. Ronday  
Prof. Dr. J. Paredaens

### **4. Directieraad**

#### **→ Hoofd van de Instelling, ambtshalve voorzitter**

Dr. H. Malcorps

#### **→ Leden van het leidinggevend personeel van de instelling**

Dr. S. Dewitte  
Dr. J. Rasson  
Prof. Dr. C. Rouvas - Nicolis  
Dr. P. Termonia  
Dr. Ch. Tricot

#### **→ Secretaris**

Mevr. E. Honnay

**Wetenschappelijke  
publicaties en  
Conferenties**

---



**10**



## WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES EN CONFERENTIES

### 1. Publicaties met leetuurcomité

- Carrassi A., Vannitsem S., Zupanski D., Zupanski M. (2009)**, *The maximum likelihood ensemble filter performances in chaotic systems*. *Tellus A*, 61, 587-600.
- Cheymol A., Gonzalez Sotelino L., Lam K. S., Kim J., Fioletov V., Siani A.M., De Backer H. (2009)**, *Intercomparison of Aerosol Optical Depth from Brewer Ozone Spectrophotometer and CIMEL Sunphotometer measurements*, *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 733-741, 2009. <http://www.atmos-chem-phys.net/9/733/2009/acp-9-733-2009.pdf>
- De Backer H. (2009)**, *Time series of daily erythemal doses at Uccle, Belgium*, *International Journal of Remote Sensing*, volume 30, issue 1516, 4145-4151, doi: 10.1080/01431160902825032, 2009. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160902825032>
- Demarée G. (2009)**, *The phenological observations and networking of Adophe Quetelet at the Royal Observatory of Brussels*, *Italian Journal of Agrometeorology - Rivista Italiana di Agrometeorologia*, n.1 febbraio 2009, p. 22-24.
- Gerard L., Piriou J.M., Brožková R., Geleyn J.F., Banciu D. (2009)**, *Cloud and Precipitation Parameterization in a Meso-Gamma-Scale Operational Weather Prediction Model*. *Mon. Wea. Rev.*, 137, 3960-3 977.
- Hamdi R., Deckmyn A., Termonia P., Demarée G.R., Baguis P., Vanhuyse, S. & Wolff, E. (2009)**, *Effects of historical urbanization in the Brussels Capital Region on surface air temperature time series*. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, doi: 10.1175/2009JAMC2140.1, 56 p.
- Kutiev I., Marinov P., Fidanova S., Warnant R. (2009)**, *Modeling medium-scale TEC structures observed by Belgian GPS receiver network*. *Adv. Space Research*, Vol. 43, pp. 1732-1739, doi:10.1016/j.asr.2008.07.021.
- Kutiev I., Muhtarov P., Andonov B., Warnant R. (2009)**, *Hybrid model for nowcasting and forecasting the K index*, *J. of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Vol. 71, pp. 589-596, doi:10.1016/j.jastp.2009.01.005.
- Mangold A., Groß J.U., Ruhnke R., De Backer H., Kirner O., Ruhnke R., Müller R. (2009)**, *Modeling the January 2006 low ozone episode over Western Europe and comparison with ozone sonde data*, *Atmos. Chem. and Phys.*, 9, 6429-6451, 2009. <http://www.atmos-chem-phys.net/9/6429/2009/acp-9-6429-2009.pdf>
- Nicolis C., Nicolis G. (2009)**, *Memory effects in recurrent and extreme events*, *Phys. Rev. E* 80, 061119.
- Nicolis C., Nicolis G. (2009)**, *Butterfly effect*, *Scholarpedia* 4(5), 1720.
- Nicolis C., Nicolis S.C. (2009)**, *Propagation of extremes in space*, *Phys. Rev. E* 80, 026201.
- Nicolis C., Perdigao R., Vannitsem S. (2009)**, *Dynamics of prediction errors under the combined effect of initial condition and model errors*. *J. Atmos. Sci.*, 66, 766-778.
- Nicolis G., Nicolis C. (2009)**, *Foundations of complex systems*, *European Review*, 17, 237-248.
- Stankov S., Warnant R., Stegen K. (2009)**, *Trans-ionospheric GPS signal delay gradients observed over mid-latitude Europe during the geomagnetic storms of October-November 2003*, *Adv. Space Research*, Vol. 43, pp. 1314-1324, doi:10.1016/j.asr.2008.12.012.
- Stankov S., Warnant R. (2009)**, *Monitoring the ionospheric slab thickness over mid-latitude Europe - analyses and applications*. *Adv. Space Research*, Vol. 44, 1295-1303, doi:10.1016/j.asr.2009.07.010.
- Schnadt Poberaj Ch., Stähelin J., Brunner D., Thouret V., De Backer H., Stübi R. (2009)**, *Long term changes in UT/LS ozone between the late 1970s and the 1990s deduced from GASP and MOZIC aircraft programs and from ozonesondes*, *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 5343-5369, [2009]. <http://www.atmos-chem-phys.net/9/5343/2009/acp-9-5343-2009.pdf>
- Termonia P., Deckmyn A., Hamdi R. (2009)**, *Study of the Lateral-Boundary-Condition Temporal-Resolution Problem and a Proposed Solution by means of Boundary-Error Restarts*, *Mon. Wea. Rev.*, 137, 3551-3566.
- Termonia P., Van de Vyver H. (2009)**, *A computationally efficient scheme for the non-linear diffusion equation*. *Physics Letters A* 373 (2009) 1573-1577.
- Van de Vyver H., Roulin E. (2009)**, *Scale recursive estimation for merging precipitation data from radar and microwave cross-track scanners*. *Journal of Geophysical Research* 114 (2009) D08104, doi: 10.1029/2008JD010709.
- Vannitsem S. (2009)**, *A unified Linear Model Output Statistics scheme for both deterministic and ensemble forecasts*. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 135, 1801-1815.
- Van der Putten N., Verbruggen C., Ochyra R., Spassov S., de Beaulieu J.-L., De Dapper M., Hus J., Thouveny N. (2009)**, *Peat bank growth, Holocene palaeoecology and climate history of South Georgia (sub-Antarctica), based on a botanical macrofossil record*, *Quaternary Science Reviews*, 28, 65-79.
- Verschuren D., Sinninghe Damsté J.S., Moernaut J., Kristen I., Blaauw M., Fagot M., Haug G.H., CHALLACEA project members (2009)**, *Half-precessional dynamics of monsoon rainfall near the East African Equator*, *Nature*, 462, 637-641.
- Voitus F., Termonia P., Benard P. (2009)**, *Well-posed Lateral Boundary Conditions for Spectral Semi-implicit Semi-Lagrangian schemes: Tests in a one-dimensional model*, *Mon. Wea. Rev.*, 137, 315-330.
- Warnant R., Foelsche U., Aquino M., Bidaine B., Gherm V., Hoque M. M., Kutiev I., Lejeune S., Luntama J.-P., Spits J., Strangeways H. J., Wautet G., Zernov N., Jakowski N. (2009)**, *Mitigation of ionospheric effects on GNSS*, *Annals of Geoph.*, Vol. 52, 3/4, pp. 373-390.



## 2. Proceedings

**Ashfaque M., Murtaza, G., Rasson, J.L., Turbitt, C., 2009.**

*Geomagnetic Activities in Pakistan since 2006 - to date. Proceedings of the XIIIth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition, and processing: U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1226, pp.146-153*

**Bidaine B., Warnant R. (2009),** *Ionosphere modeling based on the NeQuick model and GNSS data ingestion. Proceedings of the Second International Colloquium - Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Program (CD-ROM), Padoue, Italy, 14-16 October 2009.*

**Bidaine B., Warnant R. (2009),** *Measuring Total Electron Content with GNSS: investigation of two different techniques. Proceedings of "Ionospheric Radio Systems & Techniques" (CD-ROM), Edinburgh, 28 April - 1 May 2009.*

**De Crane F., Hasenhauer S., Ghilain N., Arboleda A., Gellens-Meulenberghs F. (2009)** *Pluri-annual comparison of land surface modeled and ERS remote sensed surface soil moisture. Proceedings of the 2009 EUMETSAT meteorological satellite data user's conference, Bath, United Kingdom, 21st-25th September, 8 pp.*

**Delcloo A., Tuinder O.,** *Validation of GOME-2 Ozone Profiles, using balloon sounding data, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, 20-25 September, 2009, Bath, United Kingdom.*

**Gellens-Meulenberghs F., Arboleda A., Ghilain N., de Crane F., Sepulcre Canto G. (2009)** *Large scale evapotranspiration modeling using MSG SEVIRI derived data. Proceedings of the conference on Earth Observation and Water Cycle Science. Frascati, 18-20 November 2009, 5 pp.*

**González Lopo D. (2009)** *Volcano eruptions, earth- & seaquakes, dry fogs vs. Aristotle's Meteorologica and the Bible in the framework of the eighteenth century science history, Proceedings of the international ICHM conference Weather, Local Knowledge and Everyday Life... Issues in Integrated Climate Studies, Rio de Janeiro, May - June 2008, p. 57-66.*

**Lambert J.C., Pinardi G., Delcloo A., Hao N., De Backer H., Valks P., Van Roozendaal M.,** *Setting up an operational validation facility for GOME-2 NO2 column data, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, 20-25 September, 2009, Bath, United Kingdom.*

**Rasson J.L., van Loo S., Berrami N. (2009)** *Automatic Dflux Measurements with AUTODIF. Proceedings of the XIIIth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition, and processing: U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1226, pp. 220-224*

**Rasson, J.L. (2009)** *Testing the Time-Stamp Accuracy of a Digital Variometer and its Data Logger. Proceedings of the XIIIth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition, and processing: U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1226, pp.225-231*

**Riddick, J.C., Rasson, J.L., Turbitt, C.W., Flower, S.M.(2009)** *INDIGO Digital Observatory Project, 2004 - 2008. Proceedings of the XIIIth IAGA Workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition, and processing: U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1226, pp.232-238*

**Spits J., Warnant R. (2009),** *Total Electron Content monitoring using triple frequency GNSS: results with GIOVE-A data. Proceedings of the Second International Colloquium - Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Program (CD-ROM), Padoue, Italy, 14-16 October 2009.*

**Stankov S., Warnant R., Stegen K. (2009),** *Local electron density reconstruction from simultaneous ground-based GNSS and ionosonde measurements, Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, Abs. No EGU2009-10956 (Proc. EGU General Assembly 2009, Vienna, 19-24 April 2009).*

**Stankov S., Warnant R., Kozarev R. (2009),** *On the TEC short-term forecast with corrections based on the average ionospheric response to background and storm-time geomagnetic conditions, Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, Abs. No EGU2009-13283 (Proc. EGU General Assembly 2009, Vienna, 19-24 April 2009).*

**Wautelet G., Lejeune S., Warnant R. (2009),** *Effects of ionospheric small-scale structures on GNSS. Proceedings of "Ionospheric Radio Systems & Techniques" (CD-ROM), Edinburgh, 28 April - 1 May 2009.*

## 3. Interne rapporten en publicaties zonder leetuurcomité

**Brouyaux F., Tricot C., Debontridder L., Delcloo A., Vandiepenbeeck M., De Witte S., Cheymol A., Joukoff A., De Backer H., Hus J., Van Malderen R., Vannitsem S., Roulin E., Mohymont B. (2009),** *Oog voor het Klimaat, Uitgegeven door het KMI, ISBN, 02008/0224/050, Bruxelles, 2009. <http://www.meteo.be/meteo/view/nl/2791820-Oog+voor+het+klimaat+NL+versie.html>*

**De Crane F.; Hasenauer S., Arboleda A., Ghilain N., Gellens-Meulenberghs F. (2009),** *Investigation of the relationship between ERS scatterometer derived superficial SM (H-SAF) and both LSA-SAF ET and ECMWF upper layer SM. Report of Inter-SAF activity between the LSA-SAF and the H-SAF, 40 pp.*

**Demarée G., Baguis P., Debontridder L., Deckmyn A., Pinnock S., Roulin E., Willems P., Ntegeka V., Kattenberg A., Bakker A., Bessembinder J., Lenderinck G., Beersma J. (2009),** *Berekening van klimaatscenario's voor Vlaanderen, Eindverslag bij de studie met besteknummer INBO.FD.2007.5, février 2009, 60 p., Annexes, 16 p.*

**Iversen T., Bremnes J.B., Santos Burguete C., Deckmyn A., Feddersen H., Frogner I-L, Sattler K. (2009),** *Configuring GLAMEPS for operational production, HIRLAM Newsletter 55 .*

**Malaquias I., Demarée G.R., Nordli Ø., González Lopo D. (2009),** *Volcano eruptions, earth- & seaquakes, dry fogs vs. Aristotle's Meteorologica and the Bible in the framework of the eighteenth century science history, Proceedings of the international ICHM conference*

**Ntegeka V., Baguis P., Willems P., Roulin E. (2009),** *Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems "CCI-HYDR". Final Report, Brussels: Belgian Science Policy (Research Program Science for a Sustainable Development), 106 pp. + Annexes.*

**Smet G.,** *Surface perturbation in LAEF. Report on stay at ZAMG, 29.09-27.11.2009, Vienne, Autriche ([http://www.rclace.eu/File/Predictability/2009/report\\_gsmet\\_Vienna\\_2009.pdf](http://www.rclace.eu/File/Predictability/2009/report_gsmet_Vienna_2009.pdf)).*

#### 4. Abstracts van conferenties of van posters

**Carrassi A., Vannitsem S., Zupanski D., Zupanski M. (2009)**, *The Maximum Likelihood Ensemble Filter performances in chaotic systems. Assemblée générale de l'EGU, Geophysical Research Abstracts, Vol 11, 2583, 2009.*

**Deckmyn A. (2009)**, *Research in the Belgian ALADIN team, 31st EWGLAM and 16th SRNWP meetings 28-1 octobre 2009, GRÈCE (Athena, Glyfada).*

**Demarée G. R., Ogilvie A.E.J., Csonka, Y. (2009)**, *Contacts between the Labrador Inuit, Moravian missionaries, and French-speaking Switzerland. "Environments, Movements, Narratives in the Circumpolar North", BOREAS Final Conference, Arctic Centre, University of Lapland, Rovaniemi, Finlande, 29-31 octobre 2009, 1 p.*

**Ghilain N., Arboleda A., Gellens-Meulenberghs F. (2009)**, *Use of geostationary satellite imagery in optical and thermal bands for the estimation of soil moisture status and land evapotranspiration. Poster presented at the EGU assembly, Vienne, 20-24 avril 2009.*

**Nurgalieva N.G., Ponomarchuk V.A., Nurgaliev D.K., Spassov S. (2009)**, *Palaeogeographical features of the Permian sedimentary basins by variations of stable isotopes ratios  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ,  $^{13}\text{C}$  and  $^{18}\text{O}$  in carbonate rocks in the eastern part of the Russian plate, Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, N° EGU2009-4858, EGU General Assembly, Vienne, Autriche, du 19 au 24 avril 2009. (présentation poster).*

**Perdigao R., Pires C., Vannitsem S. (2009)**, *Dynamics of combined Initial-condition and model-related errors in a quasi-geostrophic prediction system. Assemblée générale de l'EGU, Geophysical Research Abstracts, Vol 11, 2583, 2009.*

**Petitclerc E., Devleeschouwer X, Spassov S., Casier J.-G., Prêt A. (2009)**, *Givetian/Frasnian boundary (Nismes and Sourd d'Ave sections, southern Belgium): tracing the magnetic mineralogy signal, 27th IAS Meeting of Sedimentology, Alghero, Italie, du 20 au 23 septembre 2009 (présentation orale).*

**Spassov S., Nurgaliev D.K., Heller F., Egli R., Jasonov P.G. (2009)**, *Isothermal magnetization curves measured with a coercivity spectrometer, Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-6161-6, EGU General Assembly, Vienne, Autriche, du 19 au 24 avril 2009. (présentation poster)*

**Spassov S., Geeraerts R. (2009)**, *Appreciation of scientific achievements of Jozef Hus, Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-792-3, EGU General Assembly, Vienne, Autriche, du 19 au 24 avril 2009. (présentation orale)*

**Spassov S., Hus, J., Geeraerts R. (2009)**, *Comparing Thellier-Thellier palaeointensity results with a technique based on the linear field dependence of partial thermoremanence, XXVth General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, 112-SAT-P1330-1347, Sopron, Hongrie, du 23 au 30 août 2009. (présentation poster)*

**Spassov S., da Silva A.-C., Whalen M.T., Hladil J., Chen D., Boulvain F., Devleeschouwer X. (2009)**, *Application of magnetic susceptibility on palaeozoic sedimentary rocks, XXVth General*

*Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, 116-THU-01445-0999, Sopron, Hongrie, du 23 au 30 août 2009. (présentation orale)*

**Spassov S., Valet J.-P., LeGoff M. (2009)**, *Puzzling aspects of deep-sea sediment magnetization from laboratory redeposition experiments, XXVth General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, N° 113-MON-01530-1101, Sopron, Hongrie, du 23 au 30 août 2009. (présentation orale comme 'invited speaker')*

**Tuinder O.N.E., Delcloo A., Kins L. (2009)**, *Vertical Ozone Profiles from GOME-2 on Metop-A, Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU General Assembly 2009, Vienne, Autriche, 19 - 24 avril 2009.*

**Van den Bergh J., Roulin E. (2009)**, *Hydrological Ensemble Prediction System for the River Scheldt and Meuse Basins, HEPEx-09 Workshop on post-processing and downscaling of atmospheric ensemble forecasts for hydrological applications, Toulouse 15-18 juin, 2009.*

**Van de Vyver H., Demarée G.R. (2009)**, *Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) de precipitaciones en África Central - un método útil en la prevención de catástrofes naturales. XIII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología y el X Congreso Argentino de Meteorología, Buenos Aires, Argentine, 5-9 octubre 2009, 1 p.*

**Vannitsem S. (2009)**, *A unified linear Model Output Statistics scheme for both deterministic and ensemble forecasts. Assemblée générale de l'EGU, Geophysical Research Abstracts, Vol 11, 2007, 2009.*

**Zanani I., Spassov S., Kondopoulou D., Gault A., Polya D., Atzemoglou A., Maher B. (2009)**, *Magnetic signature of anthropogenic pollution of soil and correlation with heavy metals in the broader Kozani-Ptolemaida region, Northern Greece. Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-12153, EGU General Assembly, Vienne, Autriche, du 19 au 24 avril 2009. (présentation poster)*

**Valet J.-P., Spassov S. (2009)**, *New redeposition experiments of marine sediments, AGU 2009 Fall Meeting, N° GP21B-05, San Francisco, États-Unis, du 14 au 18 décembre 2009 (présentation orale).*

**Van Malderen R., De Backer H. (2009)**, *Revision of 40 years of ozone measurements in Uccle, Belgium, Poster at EGU General Assembly, Vienne, Autriche 20-24 avril 2009.*

**Van Malderen R., De Backer H. (2009)**, *Analysis of the upper tropospheric humidity trend from radio sondes at Uccle, lezing, METEOCLIM-2009, Louvain-la-neuve, Belgique, 28 janvier 2009.*

#### 5. Conferenties en posters zonder abstracts

**De Bock V., De Backer H. (2009)**, *Comparison of AOD values at 340nm from Brewer#178 and Cimel measurements at Uccle, Belgium Poster at WMO Brewer users workshop, Aosta, Italy, 21-26 September 2009.*

**Debontridder L., Roulin E. (2009)** *présentation intitulée: "Risque météorologique et changements climatiques", à la journée d'information du "Plan national d'urgence Inondations", à Florival, le 26 novembre 2009.*

**Demarée G.R. (2009)** *Data: Moravian missionaries in Labrador (in co-operation with A. Ogilvie) - Congo, Rwanda and Burundi. ACRE WG1 Data & Data visualization Planning Meeting, Bologna, Italy, 27-29 May 2009.*

**Gellens-Meulenberghs, F.** *Evapotranspiration from LSA-SAF, oral contribution presented at the Workshop on operational product availability for users in Africa AMESD / NARMA geoland2 held in Darmstadt, Germany, 27-28 August 2009.*

**Gellens-Meulenberghs, F.** *LSA-SAF Evapotranspiration, oral contribution presented at the GEO Water Cycle Data Integration Workshop held in Frascati, Italy, 21st November 2009.*

**Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F. (2009)** *Use of geostationary satellite imagery in optical and thermal bands for the estimation of soil moisture status and land evapotranspiration. Poster presented at the EGU assembly, Vienna, 20th-24th April 2009.*

**H. De Backer,** *Overview of WG1 activities on input data for UV maps, lezing, COST 726 Final workshop, Warschau (Polen), 12-15 mei 2009.*

**H. De Backer, Van Malderen R.,** *lezing, STCE annual meeting, Brussel, 8 juni 2009.*

**Ogilvie A.E.J., Patterson W.P., Jónsdóttir I., Einarsson N., Demarée G.R., Nordli, Ø. (2009)** *Northern Narratives: Social and Geographical Accounts from Norway, Iceland and Canada (NORSAGA): A BOREAS Project for IPY. Boreas Final Conference, Arctic Centre, University of Lapland, Rovaniemi, Finland, 29-31 October, 2009.*

**Stankov S., Warnant R., Stegen K. (2009),** *Iono slab monitoring service, presented at the International GBAS Working Group Meeting (IGWG-8), 3-6 March 2009, Palermo.*

**Stankov S., Warnant R., Stegen K., Lejeune S., Wautelet G., Spits J., Brenot H. (2009),** *Local ionospheric activity - nowcast and forecast services, presented at LATO-15 meeting, Brussels, 16-18 June 2009.*

**Van Malderen R., De Backer H. (2009),** *Analysis of the upper tropospheric humidity trend from radio sondes at Uccle, lezing, METEOCLIM-2009, Louvain-la-neuve, Belgium, 28 January 2009.*

**Van den Bergh J. (2009)** *"Hydrological Ensemble Prediction System for the River Scheldt and Meuse Basins". Poster presented at the HEPEx-09 Workshop on post-processing and downscaling of atmospheric ensemble forecasts for hydrological applications, Toulouse 15-18 June, 2009.*

**Vannitsem S. (2009)** *Dynamical properties of Model Output Statistics (MOS): The impact of initial condition and model errors. "Dynamics and Statistics in Weather and Climate", Focus Workshop - 29 - 31 July 2009, MPI PKS, Dresden.*

**Vannitsem S. (2009)** *A unified linear Model Output Statistics scheme for both deterministic and ensemble forecasts. 15 September 2009, THORPEX, Monterey, USA.*

**Vannitsem S. (2009)** *A unified linear Model Output Statistics scheme for both deterministic and ensemble forecasts. ECMWF, 29 October 2009.*

## 6. Proefschriften ter verkrijging van een doctoraat

**Delcloc A. (2009),** *Influence of meteorology on the production of tropospheric ozone - VIII, 151 p.: ill. ; 24 cm Thesis: Universiteit Gent. Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, ISBN 978-90-5989-343-6/BB A 2010 58*

**Lejeune S. (2009),** *Influence de l'ionosphère sur le positionnement différentiel par GNSS. Thèse de doctorat, Université de Liège, 222 pages.*

## 7. Publicaties voor het Rampenfonds

Datum van de gebeurtenis	Aard van de gebeurtenis	Getroffen provincies (aantal gemeenten)
Januari 2009		
Januari 2009	Koudegolf	Belgisch grondgebied
01/06/2007	Overvloedige neerslag	West-Vlaanderen (1)
23/07/2007	Overvloedige neerslag	West-Vlaanderen (1)
10 & 11/11/2007	Overvloedige neerslag	West-Vlaanderen (15)
02/06/2008	Overvloedige neerslag	Antwerpen (1)
Mei 2009		
29/05/2008	Onweer met overvloedige neerslag	Luik (1)
14/05/2009	Onweer met overvloedige neerslag	Vlaams-Brabant (10) Waals-Brabant (11) Brussel (8) West-Vlaanderen (15) Oost-Vlaanderen (13) Henegouwen (1) Luik (2) Namen (6)
25 & 26/05/2009	Overvloedige neerslag	Vlaams-Brabant (1) Waals-Brabant (5) Brussel (1) West-Vlaanderen (5) Oost-Vlaanderen (25) Henegouwen (9) Luik (1) Luxembourg (1) Namen (4)
25 & 26/05/2009	Windstoten en windhozen	Belgisch grondgebied
Juni 2009		
09/06/2009	Windhoos in Hooglede	West-Vlaanderen (1)
09/06/2009	Overvloedige neerslag	Vlaams-Brabant (4) West-Vlaanderen (14)
26 & 27 juni 2009	Overvloedige neerslag	Henegouwen (13) Luik (2) Namen (1)
Juli 2009		
21 & 22 juli 2009	Zware hagelval	Vlaams-Brabant (4) Waals-Brabant (2) Antwerpen (7) Oost-Vlaanderen (4) Luik (17) Limburg (11)
21 & 22 juli 2009	Overvloedige neerslag	Antwerpen (12) Oost-Vlaanderen (7) Luik (2)
21/07/2009	Stormwind en zware hagelval	Limburg (2)

21 & 22/07/2009	Windstoten en windhozen	Belgisch grondgebied
Oktober 2009		
07/10/2009	Onweer met overvloedige neerslag	Vlaams-Brabant (11) Waals-Brabant
09/10/2009	Onweer met overvloedige neerslag	West-Vlaanderen (6)
November 2009		
22 & 23/11/2009	Stormwinden	Belgisch grondgebied
Zomer 2009	Droogte	West-Vlaanderen (1)

**Demarée G., Brouyaux F., Verheyden R. (2009)** *Walthère Spring: un précurseur liégeois de l'effet de serre. Ciel et Terre, Vol. 125, n° 6, p. 170-174.*

**Demarée G.R., Rutishauser T. (2009)** *Origins of the Word 'Phenology'. Historical Note. Eos, Vol. 90, No. 34, 25 August 2009, p. 291, Supplementary material to "Origins of the Word 'Phenology'", 4 p.*

## 8. Populair-wetenschappelijke artikelen

**Demarée G., Verheyden R. (2009)** *Pioniers van het broeikas-effect. Weer, het Magazine voor Weerliefhebbers, Jaargang 10, Nr. 4, aug/sep 2009, p. 17-19.*





# Lijst van letterwoorden en afkortingen

---





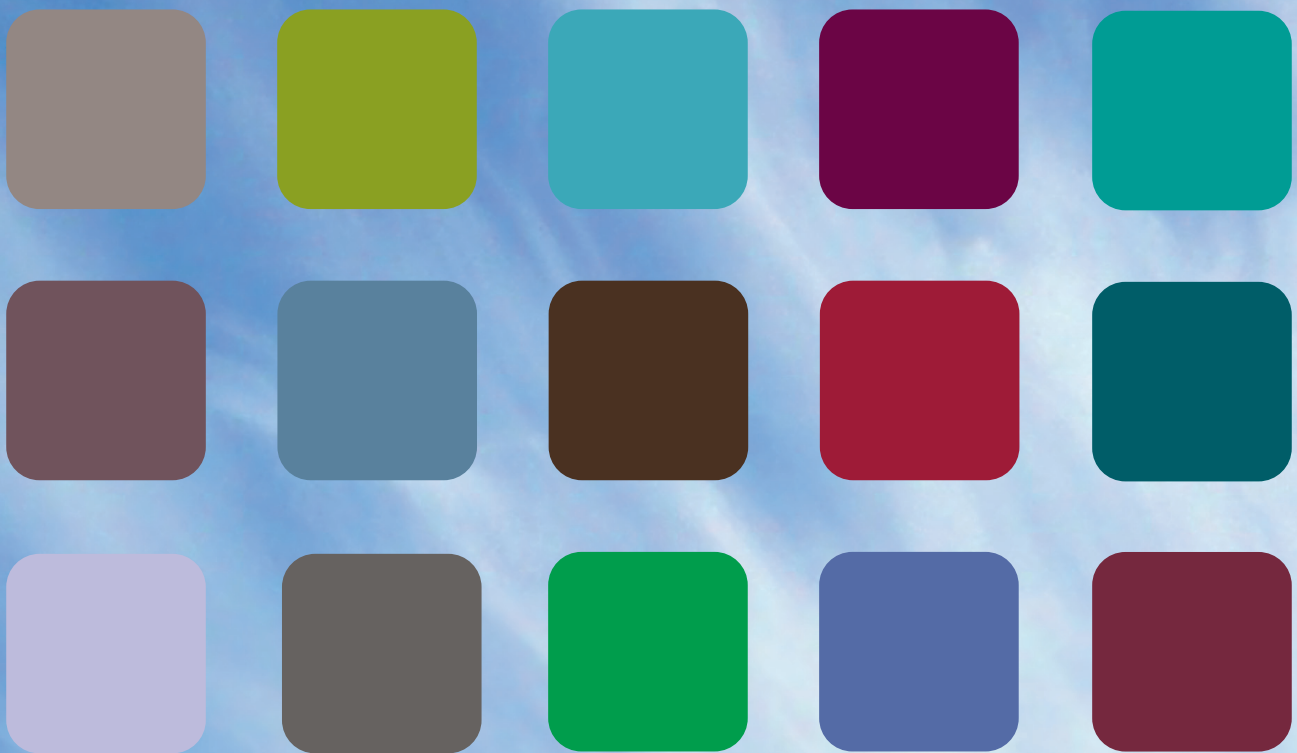
## 11. LIJST VAN LETTERWOORDEN EN AFKORTINGEN

<b>ALADIN</b> .....	Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational	<b>IFS</b> .....	Integrated Forecasting System
<b>ALADIN-LAEF</b> .....	Limited Area Ensemble Forecasting	<b>IDEWE</b> .....	Externe Dienst voor Bescherming en Preventie op het Werk
<b>ALADIN-LACE</b> .....	Limited Area Modelling Central Europe	<b>INCA</b> .....	Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis
<b>AMSU</b> .....	Advanced Microwave Sounding Unit	<b>INTERLATAM</b> .....	Intermagnet for Latin America
<b>ARPEGE</b> .....	Action de Recherche Petite Echelle Grande Echelle	<b>IFA</b> .....	Institut de Formation de l'administration fédérale
<b>AUTODIF MK II</b> .....	Automatic Magnetic Theodolite Mark two	<b>IPCC</b> .....	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>BEL ATMOS</b> .....	Belgische monitoring van ozon en gerelateerde sporengassen, UV-straling en aerosoldeeltjes ter ondersteuning van de atmosferische chemie en klimaatonderzoek	<b>LSA - SAF</b> .....	Land Surface Analysis - Satellite Application Facility
<b>BEP</b> .....	Bureau Economique de la Province de Namur	<b>MBE</b> .....	Mean Bias Error
<b>BIRA</b> .....	Belgisch Instituut voor Ruimte Aëronomie	<b>Medex</b> .....	Administration expertise médicale
<b>CANARI</b> .....	Code d'Analyse Nécessaire à ARPEGE pour ses Rejets et son Initialisation	<b>MOS</b> .....	Model Output Statistics
<b>CCI-HYDR</b> .....	Climate Change Impact on HYDRrological extremes along rivers and urban drainage systems	<b>MSG</b> .....	Meteosat Second Generation
<b>CM - SAF</b> .....	Satellite Application Facility on Climate Monitoring	<b>NAO</b> .....	North Atlantic Oscillation
<b>CONRAD</b> .....	(laboratoire) Geophysical Observatory in Lower Austria	<b>NGR</b> .....	Non-homogeneous Gaussian Regression
<b>CPG</b> .....	Centre de Physique du Globe	<b>NIRR</b> .....	National Institute of Polar Research (Japan)
<b>ECMWF</b> .....	European Centre for Medium Range Weather Forecasts	<b>NWP</b> .....	Numerical Weather Prediction
<b>ERS</b> .....	Solar Radiation and the Earth System	<b>OMS</b> .....	Oceanografisch Meteorologisch Station
<b>EPS</b> .....	Ensemble Prediction System	<b>POT</b> .....	Peaks-over-Threshold
<b>EUMETNET</b> .....	European Meteorological Network	<b>PRUDENCE</b> .....	Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects
<b>EUMETSAT</b> .....	European Meteorological Satellites	<b>RAC</b> .....	Real Application Cluster
<b>GIOVE A et B</b> .....	Galileo in Orbit Validation Element	<b>RA VI</b> .....	Regional Association VI
<b>GLAMEPS</b> .....	Grand Limited Area Model Ensemble Prediction System	<b>RBC</b> .....	Région de Bruxelles Capitale
<b>GLOBALAM</b> .....	Global Agricultural Monitoring Systems by Integration of Earth Observation and Modelling Techniques	<b>RCM</b> .....	Regional Climate Models MDK Maritieme Dienstverlening en Kust
<b>GNSS</b> .....	Global Navigation Satellite System GPD Generalized Pareto Distributions	<b>RMSE</b> .....	Root Mean Square Error
<b>GPD</b> .....	Generalized Pareto Distributions	<b>SAL</b> .....	Structure - Amplitude - Location
<b>GPS</b> .....	Global Positioning System	<b>SCHAPI</b> .....	Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appuis à la Prévision des Inondations
<b>HACCP</b> .....	Hazard Analysis Critical Control Points.	<b>SMS</b> .....	Supervisor Monitor Scheduler
<b>HEPDO</b> .....	Hydrological Ensemble Predictions for the Demer and Ourthe	<b>SOHO</b> .....	(satelliet) Solar and Heliospheric Observatory
<b>H-SAF</b> .....	Satellite Application Facilities on Support to Operational Hydrology and Water Management	<b>SPAQUE TEB</b> .....	Town Energy Balance
<b>HIC</b> .....	Hydrologisch InformatieCentrum	<b>SPOC</b> .....	Single Point of Contact
<b>HIRLAM</b> .....	High Resolution Limited Area Model	<b>SPW</b> .....	Service Public de Wallonie
<b>H-SAF</b> .....	Satellite Application Facilities on Support to Operational Hydrology and Water Management	<b>SSMI</b> .....	Special Sensor Microwave/Imager
<b>IASB</b> .....	Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique	<b>STEREO</b> .....	Support to the Exploitation and Research in Earth Observation Data
<b>IBGE - BIM</b> .....	Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement - Brussels Instituut voor Milieubeheer	<b>SURFEX</b> .....	SURFace EXternalisée
<b>IDF</b> .....	Intensiteit - Duur - Frequentie	<b>TEB</b> .....	Town Energy Balance
		<b>TEC</b> .....	Total Electron Content
		<b>TSMS</b> .....	Turkish State Meteorological Service
		<b>UTC</b> .....	Universal Time Coordinated
		<b>VETPRO</b> .....	Mobility for Professionals and Vocationals Education and Training
		<b>WMO</b> .....	Wereld Meteorologische Organisatie
		<b>ZAMG</b> .....	ZentralAnstalt für Meteorologie und Geodynamik (Oostenrijk)









**Koninklijk  
Meteorologisch  
Instituut**

Ringlaan 3  
B-1180 Brussel  
[www.meteo.be](http://www.meteo.be)

