

# RAPPORT ANNUEL 2023-2024



Institut  
Royal  
Météorologique  
de Belgique

365 jours  
au service  
du temps

**INSTITUT ROYAL  
MÉTÉOROLOGIQUE DE  
BELGIQUE**

Avenue Circulaire 3, B-1180 Uccle  
**Tel.:** +32 2 373 05 08  
**Email:** info@meteo.be

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

**Éditeur responsable :**

Dr. D. Gellens  
ISSN 2033-8554

**Design:**

[www.atelierdesign.be](http://www.atelierdesign.be)



# TABBLE DES MATIÈRES

/ 01	Avant-propos	P. 06
/ 02	L'IRM en chiffres	P. 08
/ 03	Conditions météorologiques extrêmes	P. 12
/ 04	OPEN DATA : état d'avancement	P. 18

IRM-  
2023-2024

/ 05	Lancement du premier satellite MTG	P. 22
/ 06	SIMBA de retour sur Terre	P. 24
/ 07	Journées portes ouvertes au Centre de Physique du Globe	P. 26
/ 08	Les tempêtes géomagnétiques du 10.05 et du 10.11.2024	P. 28
/ 09	Le projet européen Destination Earth	P. 32
/ 10	L'intelligence artificielle en 2023	P. 34
/ 11	La science au service de l'action climatique	P. 36
/ 12	La recherche en 2023-2024	P. 38

# AVANT-PROPOS

*Il est de plus en plus important d'être bien préparé aux conditions météorologiques extrêmes.*

— **Dr Daniel Gellens**

Directeur Général a.i.

Cher lecteur, chère lectrice,

Dans ce rapport annuel, un mot revient comme fil conducteur : « ensemble ». Car bâtir une sécurité météorologique solide et approfondir nos connaissances climatiques ne peuvent se faire isolément. Et lorsque je dis « ensemble », je pense réellement à tous et toutes : des autorités fédérales aux universités, des partenaires internationaux aux centres de crise régionaux, sans oublier les nombreux observateurs bénévoles qui ont mis la main à la pâte, ou encore

les citoyens qui nous ont transmis leurs observations via l'application de l'IRM.

Vous découvrirez dans ces pages le travail de collègues passionnés, à travers les récits de nos projets scientifiques. Ce sont d'ailleurs ces mêmes experts qui se mobilisent sans relâche lorsque des conditions météorologiques extrêmes frappent notre pays.

Le changement climatique apporte avec lui de nouveaux défis pour la sécurité de la Belgique, en générant des risques inédits. Il devient plus que jamais crucial de se

préparer à ces phénomènes extrêmes. L'IRM y contribue activement : par des mesures quotidiennes, une surveillance continue de la météo, des recherches approfondies et une diffusion d'informations toujours plus précises sur l'impact des conditions extrêmes, dans un climat devenu plus imprévisible.

Je vous invite donc à explorer, au fil de ce double rapport annuel mais aussi à travers nos publications et activités tout au long de l'année, les projets les plus marquants dans les domaines de la météorologie, du climat et de la géophysique.



CHAPITRE

# 02 /12

L'IRM en chiffres

## L'IRM en chiffres

### Budget & Projets externes

National — 15 projets —

€ 2.940 K  
au total

International — 8 projets —

€ 1.850 K  
au total

Nouveaux projets scientifiques avec un financement externe entre le 1/01/2023 et le 31/12/2024

# 196

## collaborateurs

\*au 31/12/2024



= Personnel administratif



= Personnel scientifique

# 48



Âge



25



35



45



55



65

# 148



30 entrées en service

29 sorties de service

# Site web & application mobile

Site web meteo.be en 2023 & 2024

**79.831.477**  
visiteurs en 2023

**108.675.793**  
visiteurs en 2024

**Pic de fréquentation :**

**2023**  
**669.186**  
visiteurs  
- **20/06/2023**  
code orange pour des orages dans le centre du pays

**2024**  
**848.997**  
visiteurs  
- **17/01/2024**  
neige sur une grande partie du pays

Application mobile en 2023 & 2024

**81.933.193**  
visiteurs en 2023

**305.962.887**  
visiteurs en 2024

**Pic de fréquentation :**

**2023**  
**2.136.152**  
visiteurs  
- **09/07/2023**  
code orange pour des orages accompagnés de grêles

**2024**  
**1.858.529**  
visiteurs  
- **17/01/2024**  
neige sur une grande partie du pays

# Médias Sociaux

Au 31/12/24

**45.714**  
abonnés sur les médias sociaux

	<b>32.582</b>	Fr: 19.676 NI: 12.906
	<b>1.999</b>	
	<b>1.678</b>	
	<b>9.455</b>	Fr: 2.785 NI: 6.670

02/06/25

**4,7** ★★★★★

**4,5** ★★★★★

Nombre total de téléchargements depuis le lancement :

**1 281 088**

**2 475 779**

## Observations dans l'app :

Nombre d'observations qui ont été partagées durant la période 01/01/2023 - 31/12/2024.

Nombre de photos qui ont été partagées durant la période 01/01/2023 - 31/12/2024

	2023	2024		2023	2024
	416.954	415.356		19.291	21.091
Total des 2 années :	<b>832.310</b>		Total des 2 années :	<b>40.382</b>	

CHAPITRE

## 03 /12

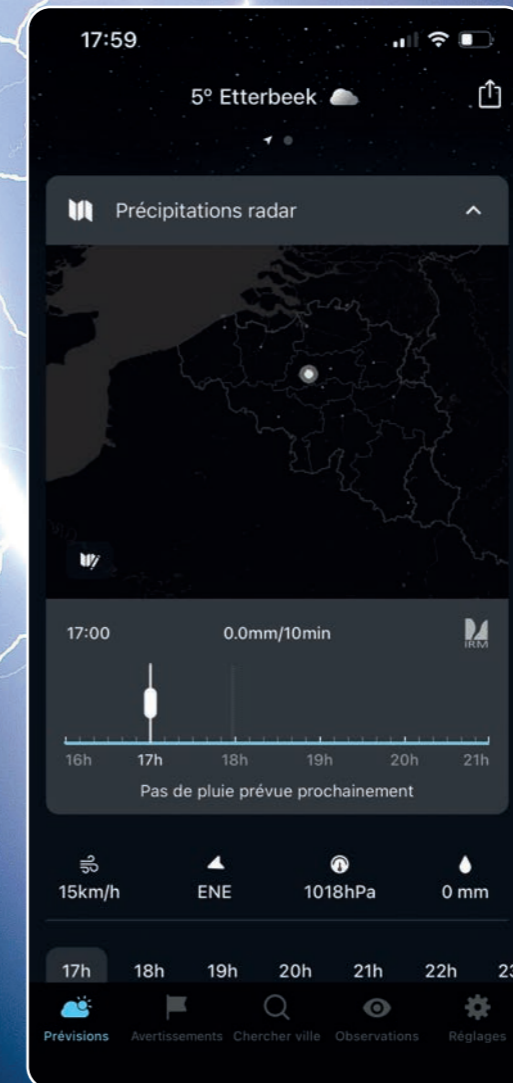
Conditions météorologiques  
extrêmes : communication  
et coopérationFace aux  
conditions  
extrêmes :*la communication et la  
coopération sont essentielles*

Les conditions météorologiques extrêmes ne sont plus une exception, mais une réalité à laquelle la Belgique est de plus en plus souvent confrontée. Les fortes pluies, les inondations, les tempêtes et les chutes de neige causent non seulement des dégâts matériels, mais mettent également des vies humaines en danger. Dans ce contexte, l'IRM joue un rôle crucial. Grâce à une collaboration étroite et à une communication permanente avec les services de crise, les autorités provinciales et communales, les hydrologues, les ingénieurs et les gestionnaires routiers, il est possible d'intervenir plus rapidement et de manière plus ciblée. Ce texte met

en lumière la manière dont l'IRM, en collaboration avec ses partenaires, s'engage en 2023 et au début de 2024 à limiter l'impact des conditions météorologiques extrêmes et à alerter la population en temps utile, grâce à la technologie, à son expertise et à la coopération.

Au printemps 2023, plusieurs épisodes de fortes précipitations ont touché la Wallonie. En juin, l'IRM a émis une alerte pour de fortes pluies accompagnées d'orages violents, avec un code orange pour les provinces de Liège, du Luxembourg et du Limbourg (où l'on prévoyait entre 50 et 100 mm en 24 heures) et même

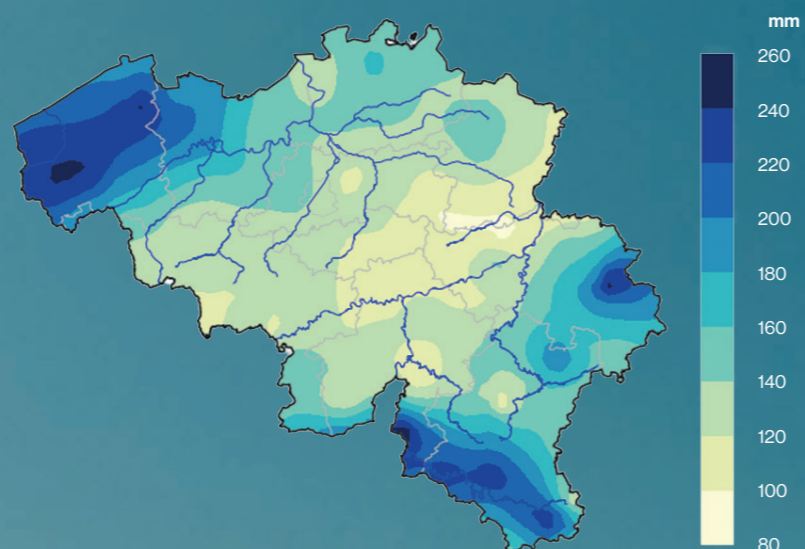
un code rouge temporaire pour la province de Namur (où l'on prévoyait plus de 100 mm en 24 heures ou plus de 60 mm en 6 heures). Le bureau du temps a organisé plusieurs vidéoconférences avec le Centre de crise wallon, mais aussi avec la cellule de crise provinciale de Namur. Nos flashes météo ont permis de suivre de près les orages et de donner aux citoyens, peu avant leur arrivée, plus de détails via l'application sur les précipitations et les rafales de vent qui les accompagnaient. Une tornade a même été observée près de Menuchenet, dans la province du Luxembourg.





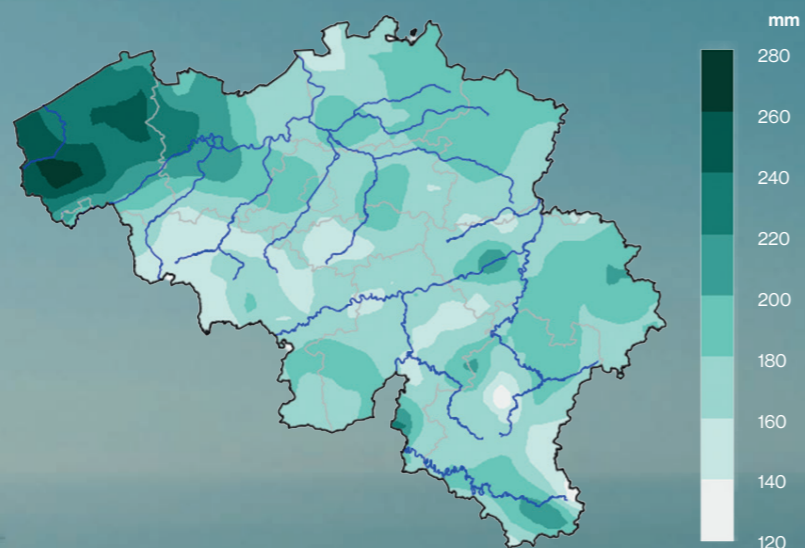
## Quantité de précipitations

Total novembre  
2023



## Relation par rapport à la valeur normale des précipitations

Total pour novembre  
2023 par rapport à la  
moyenne mensuelle  
de 1991 à 2020



En novembre 2023, la Flandre occidentale et orientale ont été touchées par des précipitations locales d'environ 275 mm en un mois dans le Westhoek (voir carte ci-dessus). Des concertations en ligne ont eu lieu plusieurs fois par jour avec les gouverneurs provinciaux, les hydrologues, les ingénieurs, les bourgmestres et les services de secours pendant plusieurs semaines.

Grâce à la bonne coopération et à la communication efficace avec les cellules de crise provinciales, le pire a pu être évité, car les prévisions de précipitations ont été rapidement converties en prévisions d'impact par les hydrologues et les ingénieurs, ce qui a permis une gestion active de l'eau, en collaboration avec les Pays-Bas et la France. Par la suite, le gouvernement flamand a créé une commission

« Weerbare Ijzer » (Yser résilient) afin d'améliorer encore la coopération et de réduire l'impact des inondations, à laquelle participe également l'IRM.

Nos prévisions fournies par notre équipe de météorologues maritimes à Ostende ont également permis de franchir des étapes importantes pour rendre notre trafic maritime encore plus sûr, plus rentable et pour fournir davantage d'informations à nos services de pilotage. Depuis 2023, des prévisions de vent spécifiques sont établies pour diverses écluses du port d'Anvers et nos prévisions sont également mises à la disposition des pilotes néerlandais qui naviguent dans nos eaux. En 2024, en cas de rafales soudaines de vent dans la zone nautique, des messages seront immédiatement envoyés aux contrôleurs du trafic maritime qui sont en contact étroit avec les pilotes. Les bulletins météorologiques réguliers seront également mis à jour plus fréquemment.

Une conférence internationale des météorologues de crise

a été organisée en octobre à Ostende, au cours de laquelle les alertes maritimes ont également été abordées.

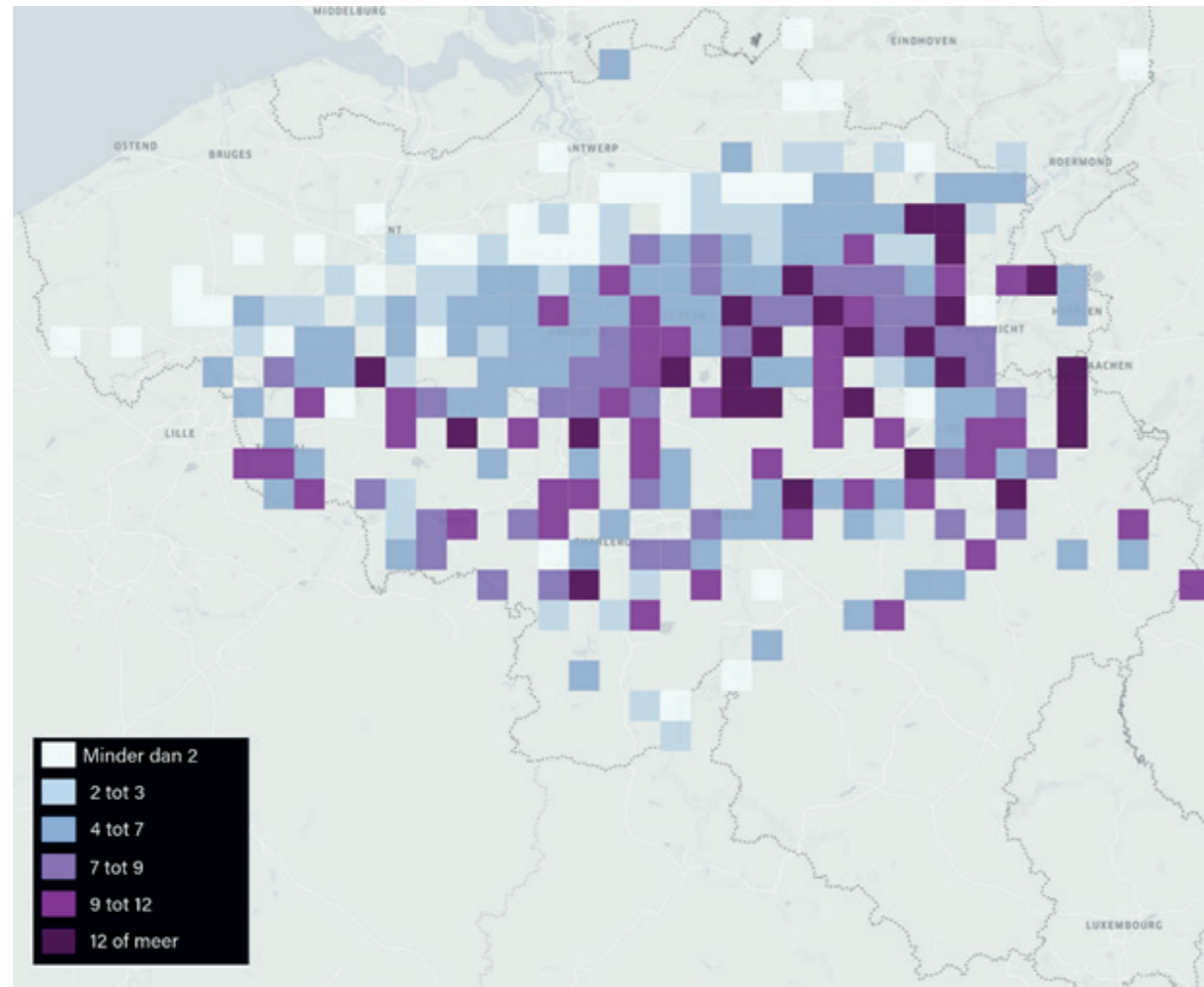
En janvier 2024, des inondations ont principalement touché le sud-est du pays et les provinces de Flandre orientale et du Brabant flamand. Des vidéoconférences ont été organisées avec différents gouverneurs de province afin d'expliquer la situation météorologique, les hydrologues ont ensuite pu prévoir le niveau que l'eau allait atteindre.

L'IRM avait alors émis un code orange pour la province de Luxembourg (valable entre le 1/1/24 22h et le 4/1/24 8h) et un code jaune pour Liège, le Hainaut et Namur (et très temporairement étendu au Brabant flamand, au Brabant wallon, à Bruxelles et au Limbourg). La plupart des précipitations sont tombées

vers le 2 janvier. La station de mesure de l'IRM à Witry a enregistré 61,6 mm entre le 2/1/24 à 8 h et le 3/1/24 à 8 h, et en Flandre, les précipitations les plus importantes ont été enregistrées entre le 2/1/24 à 8 h et le 3/1/24 à 8 h à Zulzeke (37,1 mm).

À la mi-janvier 2024, une zone de neige accompagnée de verglas localisé a touché notre pays, entraînant la mise en place d'un code rouge temporaire dans la province de Luxembourg. Là aussi, nous avons organisé plusieurs fois par jour des vidéoconférences avec les gestionnaires routiers de Flandre et de Wallonie afin qu'ils puissent évaluer la situation heure par heure et entreprendre des opérations de salage ou de déneigement.





Carte indiquant la répartition des hauteurs de neige en cm que nous avons reçue grâce aux observations des utilisateurs de l'application de l'IRM le 17 janvier 2024.

Au printemps, le Brabant wallon, la région de Fourons et la province de Liège ont été touchés par de graves inondations causées par des orages. Nous avons été en contact non seulement avec les autorités provinciales, mais aussi avec la cellule de crise communale de Fourons. Un projet pilote a été mis en place avec le gouverneur du Brabant wallon afin de lui envoyer activement des flashes météo, ainsi qu'à ses collaborateurs.

En juillet, un violent orage a coûté la vie à une personne et détruit des pylônes à haute tension. Bien que plusieurs alertes aient été envoyées, y compris juste avant les intempéries, il reste difficile d'estimer l'impact exact des orages. C'est pourquoi les contacts avec les services de crise bruxellois ont été renouvelés afin de renforcer encore les procédures. De plus, ils ont suivi une formation afin de pouvoir désormais

utiliser de manière optimale les alertes et les flashes météo en temps réel.

Les météorologues de l'IRM dispensent également chaque année plusieurs formations aux gestionnaires de crise au niveau national et provincial afin qu'ils puissent bien interpréter nos prévisions et nos produits afin de prendre les mesures qui s'imposent.

## Avis aux Fonds des Calamités

En 2023 et 2024, l'IRM a été régulièrement consulté par les Fonds des Calamités flamand et wallon afin de donner son avis sur le caractère exceptionnel de certains événements météorologiques.

Le fonds de secours flamand a notamment sollicité un avis détaillé dans les cadres suivants :

1. les inondations d'octobre et novembre 2023
2. les inondations début janvier 2024
3. les orages du 9 juillet 2024 (inondations, vent, grêle)
4. les inondations, le vent et la grêle début août 2024
5. la tornade à Putte et Sint-Katelijne-Waver le 3 janvier 2024
6. la tornade potentielle à Zoutleeuw et Geetbets le 26 septembre 2024

Le Fonds wallon pour les catastrophes a également introduit plusieurs demandes, notamment pour :

7. les inondations du 22 juin 2023 à Ciney, Hamois, Oupeye, Visé et Bièvre
8. les inondations du 25 août 2023 à La Louvière, Oreye, Ottignies, Ramillies et Seneffe
9. les inondations des 12 et 13 mai 2024 dans le centre du Brabant wallon et le nord de la province de Namur
10. les inondations des 17 et 18 mai 2024 à Soumagne, Dalhem, Blegny, Trooz, Herve, Visé, Plombières, Welkenraedt, Liège, Charleroi et Arlon
11. les inondations du 1er août 2024 à Ath, Brunehaut, Celles, Ellezelles, Frasnes-lez-Anvaing, Lessines, Leuze-en-Hainaut, Pecq et Tournai
12. la possible tornade à Beauvechain le 26 septembre 2024

**Au total, 10 avis officiels ont été émis pour les événements météorologiques qui se sont produits en 2023 et 30 pour ceux qui se sont produits en 2024**

CHAPITRE

## 04 /12

OPEN DATA: État d'avancement

Le 20 juin 2019, la directive 2019/1024/EU instaurant les Données à Haute Valeur (High Value Datasets ou HVD) venait compléter la directive Open Data. Les HVD qui ont alors été définies pour le secteur de la météorologie sont :

- Données d'observations en station, en temps réel
- Données d'observations climatologiques (longues séries)
- Données d'observations RADAR
- Données des modèles de prévisions numériques
- Avertissements météorologiques

Ces données devront être mises gratuitement à disposition du public, le plus rapidement possible, d'une manière

automatisée en «bulk download» au moyen d'interfaces de programmation d'application (API) et donc sous un format

«machine readable». Cette directive devra, en principe, être d'application pour janvier 2025.

# OPEN DATA: État d'avancement

Le 26 juin 2013, le Parlement et le Conseil européen adoptaient la directive 2013/37/EU, instaurant l'Open Data pour tous les secteurs publics, dont l'IRM.

Le gouvernement belge a transposé cette directive dans la loi du 04 mai 2016.

## Que contient cette directive ?

- Établir un cadre harmonisé pour des conditions de réutilisation équitables, proportionnées et non discriminatoires
- Limiter les distorsions de concurrence sur le marché communautaire
- Faciliter et promouvoir la réutilisation des informations du secteur public pour la création de produits et de services par des entreprises privées en vue de produire de l'information à valeur ajoutée
- Développer les moyens modernes d'accès à l'information et à la connaissance et encourager l'utilisation de licences ouvertes
- L'utilisation de formats open source, lisibles par machine, avec des métadonnées facilement réexploitables
- Des redevances de mise à disposition et de diffusion transparentes et limitées si possible aux coûts marginaux de reproduction.



## Application de ces directives à l'IRM

**RODEO**

Les données HVD seront mises gratuitement à disposition du public d'une manière automatisée en « bulk download » au moyen d'interfaces de programmation d'application (API) et donc sous un format « machine readable » grâce au projet européen RODEO :

<https://rodeo-project.eu/about/>

# Homogénéisation des séries climatiques

Dans le cadre de la mise à disposition de données au public, les longues séries sont essentielles car elles permettent d'analyser l'évolution du climat sur une longue période. Néanmoins, cela nécessite un travail de vérification et d'homogénéisation.

Le suivi de l'évolution du climat en Belgique constitue une mission essentielle de l'IRM. Les premières observations météorologiques ont été récoltées en 1833 à l'Observatoire Royal de Bruxelles installé alors dans

le centre de Bruxelles. À partir des années 1870, un véritable réseau climatologique est mis en place. Les températures minimales et maximales journalières ainsi que les quantités de précipitations y sont mesurées chaque jour.

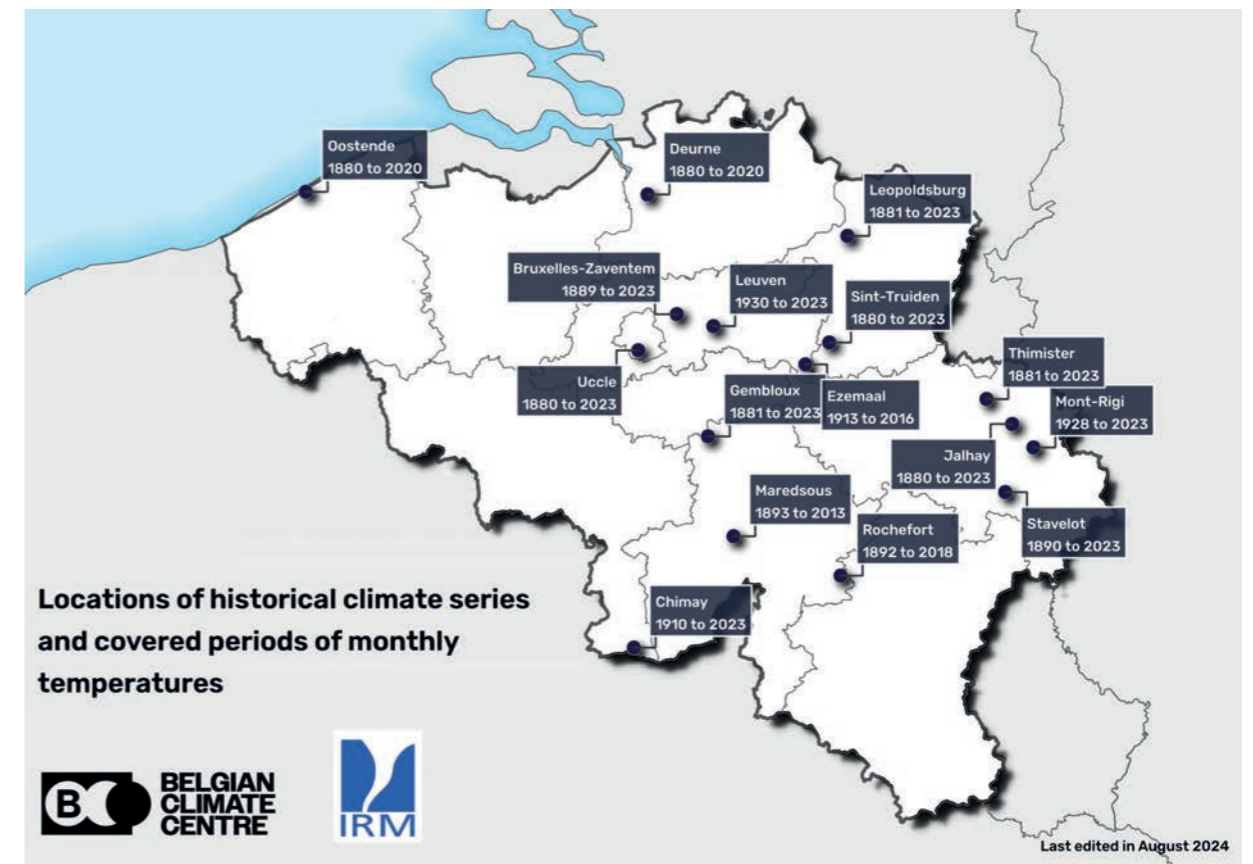
Les longues séries d'observations constituent une

source inestimable d'informations pour analyser et comprendre les changements climatiques depuis la période préindustrielle jusqu'à nos jours. Ces séries d'observations sont néanmoins affectées par des facteurs non-climatiques. L'emplacement ou l'environnement de la station de mesure, le type d'instruments ou encore les pratiques d'observations peuvent changer au cours de la période d'observation. L'exploitation de ces séries nécessite dès lors d'un travail d'homogénéisation visant à éliminer les facteurs non-climatiques et produire ainsi des séries représentatives de l'évolution réelle du climat.

Un important travail d'homogénéisation a déjà été réalisé par l'IRM dans les années 2010. Il a permis de produire 61 séries mensuelles de températures homogénéisées jusqu'en 2015 et 110 séries mensuelles de précipitations homogénéisées jusqu'en 2018. Depuis lors, ces séries n'avaient plus été mises à jour. En 2023, une nouvelle phase d'homogénéisation a été initiée par l'extension des 15 séries de température les plus longues. Ces séries débutent avant 1930. Huit d'entre elles démarrent en 1880 ou 1881.

Sous l'impulsion du Centre belge du Climat (BCC), les séries déjà homogénéisées ont été mises à disposition sur les portails Open Data de l'IRM (<https://opendata.meteo.be/download>) et du BCC (<https://www.climatecentre.be/data-portal-catalogue>). Le travail d'homogénéisation se poursuit avec le support du Centre belge du Climat et du programme « National Collaboration » du Copernicus Climate Change Service (C3S) géré par ECMWF, le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme. Le processus de mise à jour sera automatisé et les séries homogénéisées seront incorporées dans le Climate Data Store du Copernicus. Pour une description plus détaillée de ce projet, voir

<https://www.climatecentre.be/fr/projects/belgian-time-series-homogenization>



Le parc climatologique à Uccle.



En 2023, une nouvelle phase d'homogénéisation a été lancée grâce à l'extension des 15 séries de températures les plus longues. Ces séries remontent avant 1930. Huit d'entre elles commencent en 1880 ou 1881.

CHAPITRE

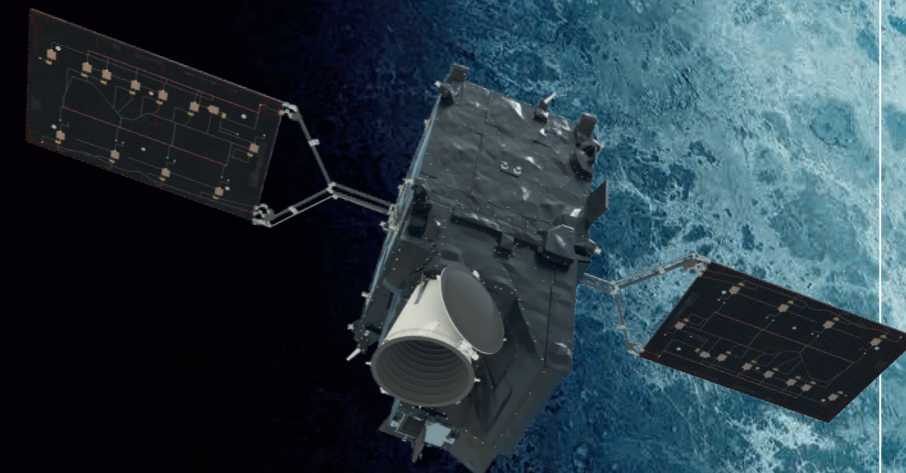
## 05 /12

Lancement du premier satellite MTG

# Le lancement du premier satellite MTG assure l'avenir de l'observation spatiale et des prévisions météorologiques

Le premier satellite météorologique de Meteosat Third Generation (MTG) a été lancé le 13 décembre 2022 en Guyane française.

Ce système satellitaire sera le système météorologique géostationnaire le plus complexe et le plus innovant jamais construit. MTG comprendra trois satellites qui tourneront en orbite fixe autour de la Terre à 36.000 kilomètres au-dessus de l'équateur.



Copyright : ESA/Mlabspace

Un outil inestimable pour cartographier le changement climatique

- Le système comprendra deux satellites d'imagerie (MTG-I) fonctionnant en tandem qui seront d'une importance capitale pour la surveillance météorologique et la recherche climatique. Ces satellites embarqueront deux nouveaux instruments : le premier capteur de foudre européen Lightning Imager (LI) et un Flexible Combined Imager (FCI). Le FCI fournira des données sur l'Europe et l'Afrique pour la prévision des phénomènes météorologiques extrêmes et

l'observation en temps quasi réel de notre atmosphère, des surfaces terrestres et des océans, tandis que le LI fournira des données continues qui pourront être utilisées pour détecter, surveiller et suivre la foudre.

- Un satellite (MTG-SI) viendra compléter le système qui fournira des mesures détaillées de la composition de l'atmosphère et des profils horizontaux et verticaux de l'humidité et de la température.

Des données indispensables pour l'avenir

Au cours de l'année 2024, une partie des données de ce premier satellite était déjà disponible à des fins opérationnelles et, dans les années à venir, l'IRM investira dans la mise à niveau de tous ses systèmes afin de pouvoir utiliser ces données et les données supplémentaires à des fins opérationnelles.

Les observations contribueront au développement de produits et services susceptibles d'apporter une contribution majeure à la lutte contre les incendies, aux prévisions de la qualité de l'air, au contrôle du trafic aérien, aux missions de recherche et de sauvetage, à la réduction des risques de catastrophe, à la productivité agricole, à la gestion marine et côtière, à la production d'énergie durable, et bien plus encore.

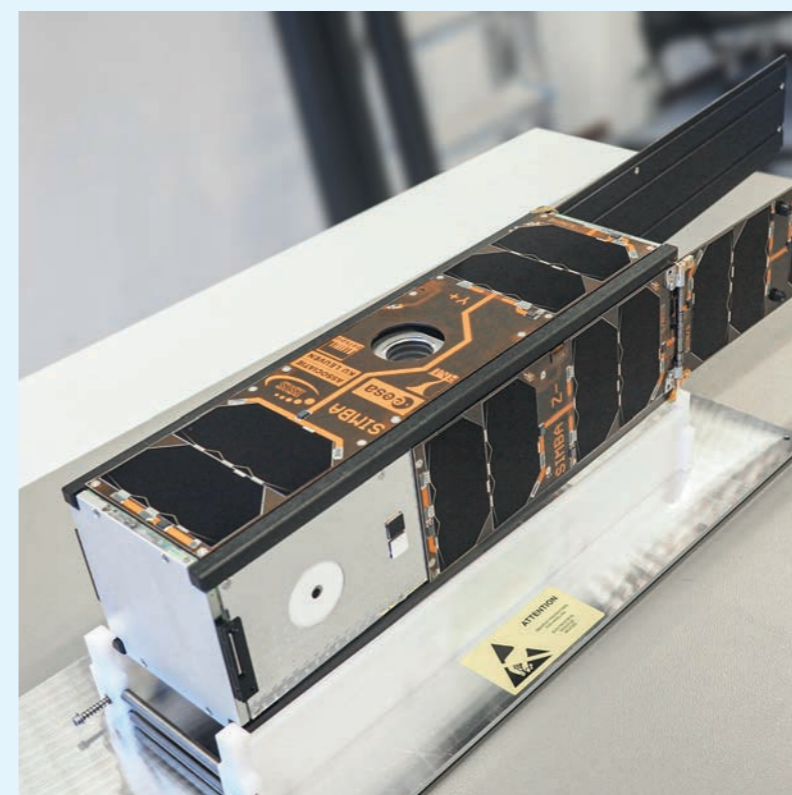
Les météorologues de l'IRM utiliseront ces images satellites pour analyser les systèmes météorologiques, les champs nuageux, les prévisions pour les heures à venir et disposeront de données de plus en plus fréquentes. Des images en 3D de la vapeur d'eau et de la température seront également disponibles. Le brouillard, les cendres volcaniques, les caractéristiques des types d'air et les aérosols seront également mieux détectés pour être traités dans les prévisions météorologiques.

CHAPITRE

## 06 /12

SIMBA de retour sur Terre

# Le CubeSat SIMBA de retour sur Terre



SIMBA juste après les derniers préparatifs avant le vol.

SIMBA était l'un des quatre CubeSats révolutionnaires de ESA Technology (l'Agence Spatiale Européenne) qui se sont désintégrés dans l'atmosphère terrestre au cours de l'été 2024. SIMBA et les autres CubeSats ont été lancés à basse altitude afin que leurs orbites finissent par les désintégrer naturellement au fil du temps.

Le CubeSat SIMBA (Sun-earth IMBALance) a été développé pour l'ESA par un consortium dirigé par l'Institut Royal Météorologique (IRM). Il a été lancé en septembre 2020 et est revenu de l'espace le 14 août 2024. Il utilisait un système de positionnement et d'attitude très précis basé sur une caméra expérimentale de suivi d'étoiles et des roues à réaction.

À l'aide de mesures de rayonnement effectuées par des radiomètres, l'objectif était de calculer le bilan radiatif de notre planète. Le bilan radiatif correspond à la quantité d'énergie que notre planète retient au lieu de la réfléchir ou de la rayonner, et constitue l'un des principaux facteurs du changement climatique. L'intégration d'un radiomètre à bord d'un satellite aussi petit s'est avérée très difficile et certaines fonctions des radiomètres conventionnels ont dû être supprimées, ce qui a nécessité un travail supplémentaire lors du traitement des données.

À deux reprises, le consortium SIMBA a reçu une évaluation positive de ses objectifs de mission de la part de l'ESA, qui lui a recommandé de prolonger la mission. Cette dernière, initialement prévue

pour six mois, a ainsi été quadruplée pour passer à plus de deux ans. Au cours de cette période supplémentaire, le satellite a bénéficié d'une série de mises à jour logicielles visant notamment à améliorer considérablement la précision du pointage et à permettre le téléchargement d'un plus grand volume de données scientifiques.

« La construction et la mission ont représenté un défi de taille pour la petite équipe de l'IRM, mais nous avons beaucoup appris et cela se traduira dans un avenir proche par de meilleurs instruments au sol », déclare le Dr Stijn Nevens, chercheur principal de la mission. « Cela fait bizarre de ne plus avoir SIMBA dans les airs ! »

CHAPITRE

## 07 /12

Journées portes ouvertes  
au Centre de Physique du  
Globe de l'IRM

# Journées portes ouvertes au Centre de Physique du Globe de l'IRM

À l'occasion de son 70<sup>e</sup> anniversaire, le Centre de Physique du Globe à Dourbes (Viroinval) a ouvert ses portes au public les 12, 14 et 15 septembre.

Tout au long du week-end, les collaborateurs du Centre de Physique du Globe ont accueilli des visiteurs francophones et néerlandophones pour leur faire découvrir les activités scientifiques et opérationnelles du centre. Le petit train touristique de Viroinval a emmené les visiteurs par groupes de 25 pour une visite guidée passionnante de deux heures sur le champ magnétique terrestre, l'ionosphère, le rayonnement cosmique et le magnétisme environnemental.

Environ 400 visiteurs s'étaient inscrits pour en savoir plus sur les mesures du champ magnétique terrestre et ses applications, mieux comprendre l'importance de la météorologie spatiale, observer les muons<sup>1</sup> dans le rayonnement cosmique et, enfin, découvrir comment la terre cuite provenant de fouilles peut être utilisée pour dater des structures archéologiques.

<sup>1</sup> Les muons (pluriel de muon) sont des particules élémentaires qui ressemblent beaucoup aux électrons, mais qui sont environ 200 fois plus lourdes et ont une durée de vie très courte.

Les cafés scientifiques organisés en soirée ont également remporté un vif succès. Lors de l'une des deux soirées, les visiteurs intéressés ont pu écouter des scientifiques expliquer le changement climatique passé et présent ainsi que ses implications pour le climat futur en Belgique. Lors de la deuxième soirée, consacrée au champ magnétique terrestre et à son observation, les visiteurs ont pu découvrir, par exemple, les effets des perturbations du champ magnétique terrestre sur la santé et les systèmes de communication. Leur soif de connaissances a bien sûr été satisfaite, car les visiteurs ont pu poser des questions à l'avance, auxquelles les scientifiques ont répondu dans une ambiance conviviale.



*Le Centre géophysique  
de Dourbes, dans le sud  
de la province de Namur*

CHAPITRE

## 08 /12

Les tempêtes géomagnétiques  
du 10 mai et du 10 octobre 2024

# Les tempêtes géomagnétiques du 10 mai et du 10 octobre 2024

Le jeudi 9 mai et le mercredi 9 octobre 2024, une éruption solaire s'est produite.

Cette éruption a envoyé un flux rapide de particules, appelé éjection de masse coronale (CME), vers la Terre. Ce phénomène se produit plus fréquemment pendant les périodes d'activité solaire.

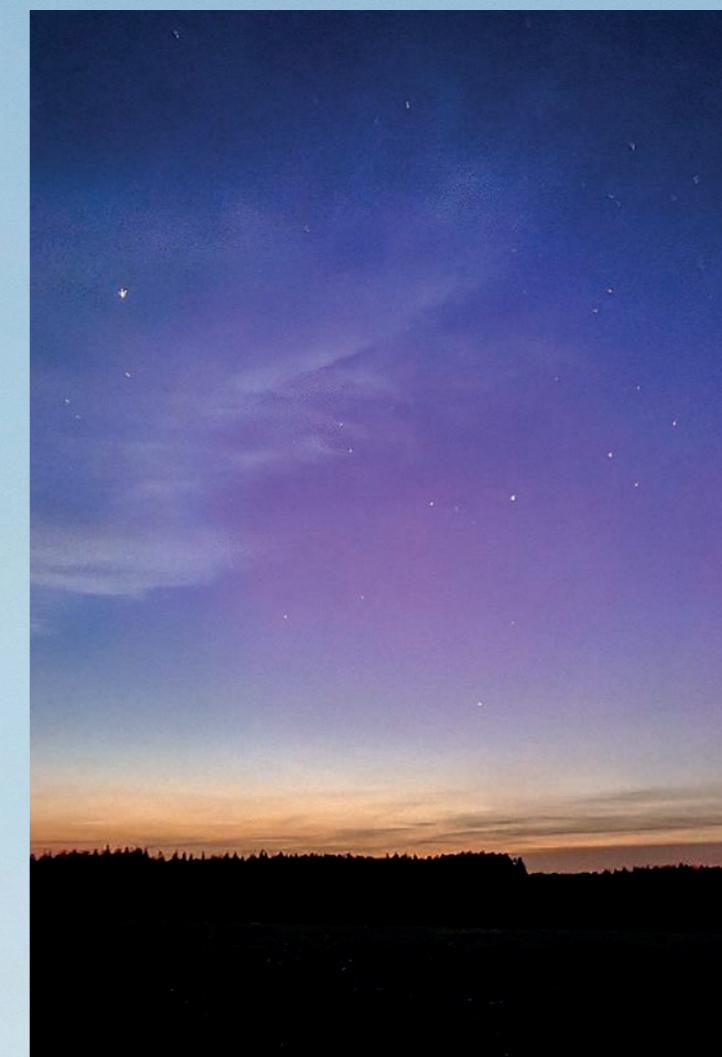
À la suite de l'éruption solaire, une forte tempête géomagnétique a été observée dans la nuit du jeudi 10 octobre au vendredi 11 octobre. Au cours de ces tempêtes géomagnétiques, les aurores boréales ont été visibles en Belgique pour la première

fois depuis longtemps, mais leur impact sur l'ionosphère, et par conséquent sur divers systèmes radio et satellitaires, a été beaucoup plus important. Cela montre l'importance d'une bonne connaissance et d'une bonne prévision de la météorologie spatiale.

## L'activité solaire suit un cycle de 11 ans

L'activité solaire suit un cycle d'environ 11 ans, période pendant laquelle le nombre de taches solaires varie. Les deux derniers cycles solaires de 11 ans ont été exceptionnellement faibles par rapport aux cycles précédents. De ce fait, il y a eu peu de tempêtes géomagnétiques extrêmes au cours des dernières décennies. Cette période de faible activité solaire a pris fin avec le cycle actuel (cycle 25), lorsqu'un nouveau minimum a été atteint en décembre 2019. L'activité solaire est nettement plus forte dans ce cycle que dans les deux précédents, même si elle reste inférieure à l'activité maximale observée dans la seconde moitié du XXe siècle.

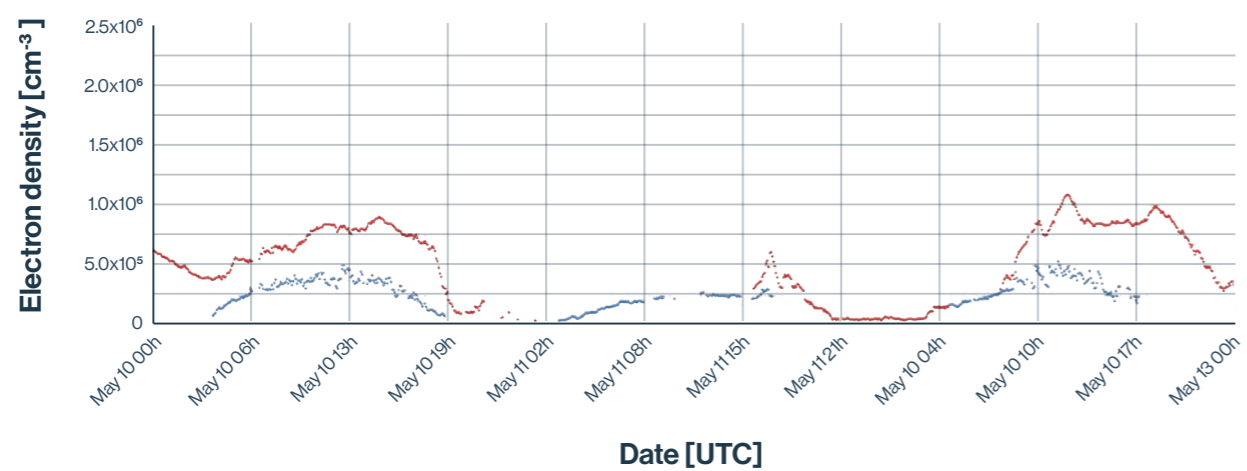
Une conséquence de la récente augmentation de l'activité solaire est que la Terre a été frappée en 2024 par deux tempêtes géomagnétiques extrêmes, l'une commençant le 10 mai (avec un indice de tempête magnétique Dst = -412 nT) et l'autre le 10 octobre (avec Dst = -335 nT). Il s'agit des perturbations géomagnétiques les plus énergétiques de ces vingt dernières années (depuis la tempête du 30 novembre 2003, avec Dst = -383 nT).



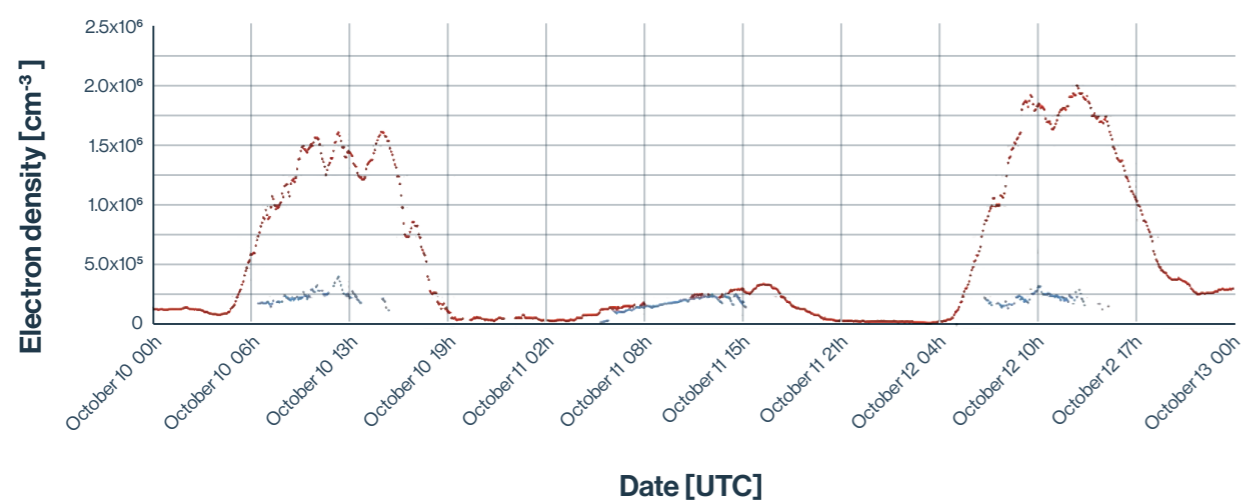
## L'ionosonde, une sorte de radar, surveille l'ionosphère

La figure ci-dessous montre l'évolution de la densité électronique dans les deux couches principales de l'ionosphère (appelées couches F1 et F2), mesurée par l'ionosonde à Dourbes. Les tempêtes du 10 mai et du 10 octobre ont toutes deux commencé vers 20 heures, heure locale. Comme on peut le voir, la couche F2 a (presque) complètement disparu pendant plus d'une journée après le début de la tempête. Mais on observe également de grandes différences entre la réaction ionosphérique aux deux tempêtes.

## May event



## October event



Densité électronique dans les couches principales de l'ionosphère (rouge : couche F2 ; bleu : couche F1) pendant les tempêtes géomagnétiques des 10 mai et 10 octobre 2024.

Les tempêtes de cette ampleur sont rares, ce qui explique pourquoi de nombreuses questions restent sans réponse quant à la manière dont l'ionosphère réagit exactement. Avec la reprise de l'activité solaire, cela devient un problème urgent : de nombreuses technologies développées au cours des vingt dernières années n'ont jamais été exposées à des périodes d'activité solaire aussi intense.



# Les scientifiques de l'IRM contribuent au projet européen Destination Earth

L'une des missions principales de l'Institut Royal Météorologique (IRM) est la prévision des phénomènes météorologiques extrêmes. La recherche et le développement jouent donc un rôle essentiel pour améliorer encore la précision

de ces prévisions et mieux évaluer l'impact de ces événements sur l'environnement, la vie humaine et les biens. C'est pourquoi l'IRM participe au projet Destination Earth.

## Mieux comprendre les changements climatiques et les phénomènes météorologiques extrêmes dangereux

Destination Earth, ou DestinE, est une initiative financée par la Commission européenne et est géré par le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF), l'Agence spatiale européenne (ESA) et l'Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (EUMETSAT) visant à développer, d'ici 2030, une réplique numérique – ou un « jumeau numérique » – de notre planète. Ce projet novateur permettra de mieux comprendre les changements climatiques et les phénomènes météorologiques extrêmes dangereux. Le développement

de DestinE constitue une contribution majeure au Green Deal, à la stratégie européenne des données et à la stratégie numérique de la Commission européenne, tout en complétant les efforts nationaux et européens déjà existants.

Grâce à une quantité sans précédent de données, à des modèles innovants du système terrestre et à des technologies de calcul avancées, Destination Earth développe de nouvelles techniques de modélisation capables de produire des simulations d'une précision inédite.

### L'IRM participe au développement de modèles météorologiques à haute résolution

L'IRM joue un rôle de premier plan dans l'exploitation des GPU au sein du projet. Ces

processeurs, habituellement utilisés pour l'entraînement de modèles d'intelligence artificielle, voient ici leur usage élargi : le code des modèles numériques est optimisé afin d'être pleinement compatible avec cette technologie.

Dans le cadre de ce projet, l'IRM contribue au développement de versions à haute résolution des modèles météorologiques, fonctionnant avec des résolutions de 500 mètres et 750 mètres. Ces résolutions permettent de mieux simuler les orages convectifs, responsables de précipitations extrêmes. Comme ces résolutions exigent une puissance de calcul considérable, des techniques sont mises au point pour les activer uniquement lorsque cela est nécessaire, c'est-à-dire lorsque des conditions météorologiques extrêmes sont prévues.



CHAPITRE

# 10 /12

L'intelligence artificielle en 2023

# 2023 L'année où l'intelligence artificielle a conquis la météorologie

L'année 2023 a marqué un tournant dans l'application de l'intelligence artificielle (IA) aux prévisions météorologiques numériques. Fin 2022, plusieurs grandes entreprises technologiques ont publié des prévisions spectaculaires issues de modèles d'apprentissage automatique (Machine Learning ou ML). Ces prévisions météorologiques basées sur le ML ont d'abord égalé les performances du modèle numérique global traditionnel IFS (Integrated Forecasting System) du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF), avant

de les surpasser rapidement selon plusieurs critères standard. De plus, ces nouveaux modèles nécessitent très peu de puissance de calcul : produire une prévision prend moins d'une minute et consomme seulement une fraction de l'énergie requise par une prévision IFS. Plusieurs de ces modèles ML ont été rendus publics, notamment Pangu-Weather (Huawei) et FourCastNet (NVIDIA).

En 2023, l'ECMWF a commencé à développer son propre modèle de prévision météorologique basé sur le ML, appelé Artificial Intelligence Forecasting System

(AIFS). Ce modèle a été mis au point en un temps record et affiche des performances au moins équivalentes à celles des autres modèles de prévision basés sur le ML. Parallèlement, l'ECMWF a lancé le développement d'une infrastructure informatique destinée à faciliter le développement et l'exécution de ces modèles : cette plateforme, appelée Anemoui, offre un environnement convivial pour les chercheurs. Les prévisions du modèle AIFS sont désormais librement accessibles et sont notamment utilisées au sein du service de prévisions de l'IRM.

Pour entraîner un tel modèle ML, il faut disposer d'une très grande quantité de données météorologiques historiques. Le modèle AIFS est ainsi entraîné à partir du jeu de données ERA5 du Copernicus Climate Change Service (C3S), qui couvre la période de 1940 à aujourd'hui, avec une résolution spatiale de 31 km. Cependant, cette résolution est bien trop faible pour représenter correctement les phénomènes de précipitations extrêmes, qui sont liés à des processus physiques se produisant à des échelles d'environ un kilomètre ou moins. En conséquence, les prévisions globales des modèles ML ont tendance à sous-estimer les précipitations extrêmes.

Depuis 2024, l'IRM participe au projet pilote sur l'apprentissage automatique (Machine Learning Pilot Project), mené dans le cadre d'un consortium d'une dizaine

d'instituts météorologiques européens. L'objectif est de développer conjointement la plateforme Anemoui et de concevoir des modèles météorologiques ML à haute résolution.

L'IRM se concentre plus particulièrement sur le développement d'un modèle régional ML produisant des prévisions sur une zone géographique limitée. En 2024, une première phase d'entraînement de ce modèle a été réalisée sur la base d'un jeu de données à résolution de 5 km, offrant beaucoup plus de détails que la version globale de l'AIFS.

Le chercheur de l'IRM Michiel Van Ginderachter explique :

« Notre objectif final est de développer un modèle d'intelligence artificielle couvrant une zone régionale – en l'occurrence la Belgique – avec une résolution

comparable à celle de nos modèles physiques actuels (environ 1 km), tout en fournissant une estimation de l'incertitude des prévisions. Nous avons déjà entraîné un premier modèle couvrant l'ensemble de l'Europe avec une résolution intermédiaire de 5 km. Ce modèle a été entraîné à partir d'un jeu de données représentant environ 40 ans d'observations, fourni par le Copernicus Climate Change Service. La prochaine étape consiste à augmenter la résolution à 1 km, en utilisant un jeu de données développé par l'IRM, combinant des observations avec les prévisions du modèle à méso-échelle AROME. »

Ce modèle régional, ou une version équivalente, pourra à l'avenir être utilisé pour les applications opérationnelles de l'IRM.



## Quelle est la différence entre l'Apprentissage Automatique (Machine Learning - ML) et l'Intelligence Artificielle (IA) ?

L'intelligence artificielle (IA) est le terme générique qui désigne les systèmes capables d'effectuer des tâches qui nécessitent normalement l'intelligence humaine, telles que le raisonnement, l'apprentissage, la planification ou la compréhension du langage.

L'apprentissage automatique (ML) est une composante de l'IA. Il désigne spécifiquement les techniques par lesquelles les ordinateurs apprennent eux-mêmes à reconnaître des modèles à partir de données, plutôt que d'être explicitement programmés.

En bref : l'IA est l'objectif – construire des systèmes intelligents. L'apprentissage automatique est l'un des principaux moyens d'atteindre cet objectif.

CHAPITRE

11

/12

La science au service  
de l'action climatique

# Le Centre Belge du Climat: la science au service de l'action climatique

En 2024, le Centre belge du climat a consolidé sa position d'acteur essentiel dans le paysage scientifique et politique belge.

Créé fin 2022, il a pour mission principale d'optimiser l'incidence de la recherche scientifique sur l'action climatique à travers trois axes : le renforcement de la recherche climatique, la transformation des données scientifiques en outils pratiques pour les décideurs et les citoyens, et l'orientation de la recherche vers les enjeux sociétaux et les politiques publiques.

L'année 2024 a été marquée par plusieurs réalisations importantes. Le Centre a notamment lancé un groupe de travail scientifique interdisciplinaire consacré au dépassement des seuils climatiques et aux points de bascule sociétaux. En février 2024, la première conférence intitulée « Belgian Science for Climate Action » consacrée aux extrêmes climatiques a rassemblé près de 400 participants issus des milieux scientifique, universitaire, politique et privé, créant ainsi un espace de dialogue inédit en Belgique. Le Centre a également organisé un atelier sur les contentieux climatiques et la première rencontre des directeurs de centres climatiques nationaux européens.



L'équipe du Centre belge du Climat en 2024. De gauche à droite : Etienne Hannon, Bieke Machiels, Florine Lebeau, Thomas Muller, Roberta Calce, Francesca Finello et Rozemien De Troch.

Parmi les outils développés figure un catalogue en ligne répertoriant plus de 440 experts belges en sciences du climat, facilitant l'accès à l'expertise pour les médias, les décideurs et les acteurs du secteur public et privé. Le Centre a par ailleurs coordonné la publication des projections climatiques existantes et des indicateurs climatiques belges sur le portail fédéral de géodonnées, et créé un catalogue de portails de données climatiques.

Il a obtenu des financements européens pour plusieurs projets et œuvré à renforcer la participation des chercheurs belges à des programmes internationaux, en particulier aux travaux du GIEC. Sa désignation comme siège du Secrétariat permanent du nouveau Conseil scientifique fédéral du climat confirme son rôle central dans la gouvernance climatique nationale.

CHAPITRE

## 12 /12

La recherche en 2023-2024

## La recherche en 2023-2024



## Recherche du service scientifique « Observations »

Les fortes précipitations de juillet 2021 en Belgique ont été analysées à partir d'observations pluviométriques et radar, révélant des cumuls atteignant jusqu'à 90 % au-dessus des niveaux de retour de 200 ans, en particulier dans le bassin de la Vesdre (Journée et al, 2023).

Les concentrations polliniques à long terme (1982–2019) ont été étudiées à l'aide du modèle SILAM, alimenté par les données ERA5 et par des cartes d'émission. Les pollens de bouleau ont fortement augmenté en raison de changements climatiques affectant

le rayonnement, les précipitations et le vent, tandis que les pollens de graminées ont diminué en lien avec la baisse des sources d'émission (Verstraeten et al, 2023).

Pour la mission EarthCARE, le processeur BMA-FLX a été développé afin de déduire les flux radiatifs à partir d'observations de radiomètres large bande. La validation sur données synthétiques montre des écarts n'excédant pas  $18 \text{ W m}^{-2}$ , approchant ainsi le niveau visé de fermeture radiative (Velázquez Blázquez et al, 2024).

## Publications dans des revues internationales avec comité de lecture

Anema, J. C. S., Boersma, K. F., Tilstra, L. G., Tuinder, O. N. E., and Verstraeten, W. W.: Improved consistency in solar-induced fluorescence retrievals from GOME-2A with the SIFTER v3 algorithm, *EGUsphere* [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-2666>, 2024.

Arosio, C., Sofieva, V., Orfanoz-Chequela, A., Rozanov, A., Heue, K.-P., Malina, E., Stauffer, R. M., Tarasick, D., Van Malderen, R., Ziemke, J. R., and Weber, M.: Inter-comparison of tropospheric ozone column datasets from combined nadir and limb satellite observations, *EGUsphere* [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-3737>, 2024.

Beele, E., Aerts, R., Reyniers, M., and Somers, B.: Urban green space, human heat perception and sleep quality: a repeated cross-sectional study, *Environmental Research*, 263, 120129, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120129>, 2024.

Beele, E., Aerts, R., Reyniers, M., and Somers, B.: Spatial configuration of green space matters: Associations between urban land cover and air temperature, *Landsc. Urban Plan.*, 249, 105121, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105121>, 2024.

Björklund, R., Vigouroux, C., Effertz, P., García, O. E., Geddes, A., Hannigan, J., Miyagawa, K., Kotkamp, M., Langerock, B., Nedoluha, G., Ortega, I., Petropavlovskikh, I., Poyraz, D., Querel, R., Robinson, J., Shiona, H., Smale, D., Smale, P., Van Malderen, R., and De Mazière, M.: Intercomparison of long-term ground-based measurements of total, tropospheric, and stratospheric ozone at Lauder, New Zealand, *Atmos. Meas. Tech.*, 17, 6819–6849, <https://doi.org/10.5194/amt-17-6819-2024>, 2024.

Clarisse, L., Franco, B., Van Damme, M., Di Giocchino, T., Hadji-Lazarou, J., Whitburn, S., Nopen, L., Hurtmans, D., Clerbaux, C. and Coheur P.: The IASI NH3 version 4 product: averaging kernels and improved consistency, *Atmos. Meas. Tech.* 2023; 16, 5009–5028, <https://doi.org/10.5194/amt-16-5009-2023>

De Longueville, H., Clarisse, L., Whitburn, S., Clerbaux, C., Lecomte, G., & Coheur, P. (2023). Atmospheric trends of long-lived halogenated gases derived from 15 years of IASI measurements. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.*, 311, 108755. doi: 10.1016/j.jqsrt.2023.108755

De Meutter, P., Hoffman, I. & Delcloo, A., *Journal of environmental radioactivity*. 273, 13 p., 107372. *mental radioactivity*. 273, 13 p., 107372, <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2024.107372>, 107372, 2024.

Donovan, D. P., Kollias, P., Velázquez Blázquez, A., and van Zadelhoff, G.-J.: The generation of EarthCARE L1 test data sets using atmospheric model data sets, *Atmos. Meas. Tech.*, 16, 5327–5356, <https://doi.org/10.5194/amt-16-5327-2023>, 2023.

Erdmann, F., and D. R. Poelman: Automated Lightning Jump (LJ) detection from geostationary satellite data. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 62, 1573–1590, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-22-0144.1>, 2023.

Journée, M., Goudenhoofd, E., Vannitsem, S., and Delobbe, L.: Quantitative rainfall analysis of the 2021 mid-July flood event in Belgium, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 27, 3169–3189, <https://doi.org/10.5194/hess-27-3169-2023>, 2023.

Kawo, A., Van Schaeybroeck, B., Van Malderen, R., & Pottiaux, E. Precipitable water vapor in regional climate models over Ethiopia: model evaluation and climate projections. *Clim Dyn* (2023). <https://doi.org/10.1007/s00382-023-06855-y>

Keppens, A., Di Pede, S., Hubert, D., Lambert, J.-C., Veeffkind, P., Sneep, M., De Haan, J., ter Linden, M., Leblanc, T., Compernelle, S., Verhoeff, T., Granville, J., Nath, O., Fjærraa, A. M., Boyd, I., Niemeijer, S., Van Malderen, R., Smit, H. G. J., Duflot, V., Godin-Beekmann, S., Johnson, B. J., Steinbrecht, W., Tarasick, D. W., Kollonige, D. E., Stauffer, R. M., Thompson, A. M., Dehn, A., and Zehner, C.: 5 years of Sentinel-5P TROPOMI operational ozone profiling and geophysical validation using ozonesonde and lidar ground-based networks, *Atmos. Meas. Tech.*, 17, 3969–3993, <https://doi.org/10.5194/amt-17-3969-2024>, 2024.

Lam, L., George, M., Gardoll, S., Safieddine, S., Whitburn, S. and Clerbaux, C. (2023). Tropical Cyclone Detection from the Thermal Infrared Sensor IASI Data Using the Deep Learning Model YOLOv3. *Atmosphere*, 14, 215. doi:10.3390/atmos14020215

Lorenz, S., F. Heinzl, S. Bauer, M. Janßen, V. De Bock, A. Mangold, P. Scholz-Kreisel, D. Weiskopf: Increasing solar UV radiation in Dortmund, Germany: data and trend analyses and comparison to Uccle, Belgium, *Photochem. Photobiol. Sci.*, <https://doi.org/10.1007/s43630-024-00658-8>, 2024.

Nilsen, K., Kivi, R., Laine, M., Poyraz, D., Van Malderen, R., von der Gathen, P., Tarasick, D.W., Thölix, L. & Jepsen, N. Time-varying trends from Arctic ozonesonde time series in the years 1994–2022. *Sci Rep*14, 27683 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-75364-7>.

Petkov, B. H., Vitale, V., Di Carlo, P., Drofa, O., Mastrangelo, D., Smedley, A. R. D., Diémoz, H., Siani, A. M., Fountoulakis, I., Webb, A. R., Bais, A., Kift, R., Rimmer, J., Casale, G. R., Hansen, G. H., Svendby, T., Pazmino, A., Werner, R., Atanassov, A. M., Láska, K., De Backer, H., Mangold, A., Köhler, U., Velazco, V. A., Stübi, R., Solomatnikova, A., Pavlova, K., Sobolewski, P. S., Johnsen, B., Goutail, F., Mišaga, O., Aruffo, E., Metelka, L., Tóth, Z., Fekete, D., Aculinin, A. A., Lupi, A., Mazzola, M., Zardi, F. (2023). An Unprecedented Arctic Ozone Depletion Event During Spring 2020 and its Impacts Across Europe. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 128, e2022JD037581. <https://doi.org/10.1029/2022JD037581>.

Poelman, D. R., Kohlmann, H., and Schulz, W.: Insights into ground strike point properties in Europe through the EUCLID lightning location system, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 24, 2511–2522, <https://doi.org/10.5194/nhess-24-2511-2024>, 2024.

Poraicu, C., Müller, J.-F., Stavrou, T., Fonteyn, D., Tack, F., Deutsch, F., Laffineur, Q., Van Malderen, R., and Veldeman, N.: Cross-evaluating WRF-Chem v4.1.2, TROPOMI, APEX, and in situ NO2 measurements over Antwerp, Belgium, *Geosci. Model Dev.*, 16, 479–508, <https://doi.org/10.5194/gmd-16-479-2023>, 2023.

Putaud, J.-P., E. Pisoni, A. Mangold, C. Hueglin, J.Sciare, M. Pikridas, C. Savvides, J. Ondracek,

S. Mbengue, A. Wiedensohler, K. Weinhold, M. Merkel, L. Poulain, D. van Pinxteren, H. Herrmann, A. Massling, C. Nordstroem, A. Alastuey, C. Reche, N. Pérez, S. Castillo, M. Sorribas, J.A. Adame, T. Petaja, K. Lehtipalo, J. Niemi, V. Riffault, J.F. de Brito, A. Colette, O. Favez, J.-E. Petit, V. Gros, M.I. Gini, S. Vratolis, K. Eleftheriadis, E. Diapouli, H. Denier van der Gon, K.E. Yttri, and W. Aas, Impact of 2020 COVID-19 lockdowns on particulate air pollution across Europe, *Atmos. Chem. Phys.*, 23, 10145-10161, <https://doi.org/10.5194/acp-23-10145-2023>, 2023

Sauerland, F., Souverijns, N., Possner, A., Wex, H., Van Overmeiren, P., Mangold, A., Van Weverberg, K., and N. van Lipzig: Ice-nucleating particle concentration impacts cloud properties over Dronning Maud Land, East Antarctica, in COSMO-CLM2, *Atmos. Chem. Phys.*, 24, 13751-13768, <https://doi.org/10.5194/acp-13751-2024>, 2024.

Smit, H. G. J., Poyraz, D., Van Malderen, R., Thompson, A. M., Tarasick, D. W., Stauffer, R. M., Johnson, B. J., and Kollonige, D. E.: New insights from the Jülich Ozone Sonde Inter-comparison Experiment: calibration functions traceable to one ozone reference instrument, *Atmos. Meas. Tech.*, 17, 73–112, <https://doi.org/10.5194/amt-17-73-2024>, 2024.

Van Borm, S., Boseret, G., Dellicour, S., Steensels, M., Roupie, V., Vandenbussche, F., Mathijs, E., Vilain, A., Driesen, M., Dispas, M., Delcloo, A.W., Lemey, P., Mertens, I., Gilbert, M., Lambrecht, B. and van den Berg, T. (2023). Combined Phylogeographic Analyses and Epidemiologic Contact Tracing to Characterize Atypically Pathogenic Avian Influenza (H3N1) Epidemic, Belgium, 2019. *Emerging Infectious Diseases*, 29(2), 351-359. <https://doi.org/10.3201/eid2902.220765>.

Van Leuven, S., De Meutter, P., Camps, J., Termonia, P., and Delcloo, A.: An optimisation method to improve modelling of wet deposition in atmospheric transport models: applied to FLEXPART v10.4, *Geosci. Model Dev.*, 16, 5323–5338, <https://doi.org/10.5194/gmd-16-5323-2023>, 2023.

Van Leuven, S., De Meutter, P., Camps, J., Termonia, P. & Delcloo, A.: Source reconstruction based on inverse atmospheric transport modelling with deposition measurements, 22nd

International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, HARMO 2024. Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, HARMO, 5 p. H22-5. (22nd International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, HARMO 2024).

Van Nieuwenhuysse, J., Van Schaeybroeck, B., Caluwaerts, S. De Deyn, J., Delcloo, A., De Troch, R., Hamdi, R. and Termonia, P. et al. Air-stagnation episodes based on regional climate models part I: evaluation over Europe. *Clim Dyn* (2023). <https://doi.org/10.1007/s00382-023-06665-2>

Van Overmeiren, P., K. Demeestere, A. Mangold, A. Delcloo, H. Van Langenhove and C. Walgraeve, Year-round measurement of atmospheric volatile organic compounds using sequential sampling in Dronning Maud Land, East Antarctica, *Atmospheric Environment*, 2023), doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.120074>, 2023

Van Overmeiren, P., P. De Wispelaere, K. Demeestere, S. Gili, A. Mangold, K. De Causmaecker, N. Mattielli, A. Delcloo, H. Van Langenhove and C. Walgraeve, Four years of active sampling and measurement of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons and oxygenated polycyclic aromatic hydrocarbons in Dronning Maud Land, East Antarctica, *Environ. Sci. Technol.*, <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c06425>, 2024.

Velázquez Blázquez, A., Baudrez, E., Clerbaux, N., and Domenech, C.: Unfiltering of the EarthCARE Broadband Radiometer (BBR) observations: the BM-RAD product, *Atmos. Meas. Tech.*, 17, 4245–4256, <https://doi.org/10.5194/amt-17-4245-2024>, 2024.

Velázquez Blázquez, A., Domenech, C., Baudrez, E., Clerbaux, N., Salas Molar, C., and Madenach, N.: Retrieval of top-of-atmosphere fluxes from combined EarthCARE lidar, imager, and broadband radiometer observations: the BMA-FLX product, *Atmos. Meas. Tech.*, 17, 7007–7026, <https://doi.org/10.5194/amt-17-7007-2024>, 2024.

Verstraeten, W.W., Bruffaerts, N., Kouznetsov, R., de Weger, L., Sofiev, M. & Delcloo, A.W. Attributing long-term changes in airborne birch

and grass pollen concentrations to climate change and vegetation dynamics. *Atmospheric Environment*, 298, 119643, 2023.

Verstraeten, W.W., Kouznetsov, R., Bruffaerts, B., Sofiev, M. & Delcloo, A.W. Assessing uncertainty in airborne birch pollen modelling. *Aerobiologia*, 40, 271–286, <https://doi.org/10.1007/s10453-024-09818-w>, 2024.

Wang, H., Tarasick, D. W., Liu, J., Smit, H. G. J., Van Malderen, R., Shen, L., Blot, R., and Zhao, T.: Consistency evaluation of tropospheric ozone from ozonesonde and IAGOS (In-service Aircraft for a Global Observing System) observations: vertical distribution, ozonesonde types, and station–airport distance, *Atmos. Chem. Phys.*, 24, 11927–11942, <https://doi.org/10.5194/acp-24-11927-2024>, 2024.

Yuan, P., Blewitt, G., Kreemer, C., Hammond, W. C., Argus, D., Yin, X., Van Malderen, R., Mayer, M., Jiang, W., Awange, J., and Kutterer, H.: An enhanced integrated water vapour dataset from more than 10 000 global ground-based GPS stations in 2020, *Earth Syst. Sci. Data*, 15, 723–743, <https://doi.org/10.5194/essd-15-723-2023>, 2023.

Yuan, P., Van Malderen, R., Yin, X., Vogelmann, H., Jiang, W., Awange, J., Heck, B., and Kutterer, H.: Characterisations of Europe's integrated water vapour and assessments of atmospheric reanalyses using more than 2 decades of ground-based GPS, *Atmos. Chem. Phys.*, 23, 3517–3541, <https://doi.org/10.5194/acp-23-3517-2023>, 2023.

Zang, Z., Liu, J., Tarasick, D., Moeini, O., Bian, J., Zhang, J., Thompson, A. M., Van Malderen, R., Smit, H. G. J., Stauffer, R. M., Johnson, B. J., and Kollonige, D. E.: The improved Trajectory-mapped Ozonesonde dataset for the Stratosphere and Troposphere (TOST): update, validation and applications, *Atmos. Chem. Phys.*, 24, 13889–13912, <https://doi.org/10.5194/acp-24-13889-2024>, 2024.

Zeng, G., Querel, R., Shiona, H., Poyraz, D., Van Malderen, R., Geddes, A., Smale, P., Smale, D., Robinson, J., and Morgenstern, O.: Analysis of a newly homogenised ozonesonde dataset from Lauder, New Zealand, *Atmos. Chem. Phys.*, 24, 6413–6432, <https://doi.org/10.5194/acp-24-6413-2024>, 2024.

## Publications dans des revues nationales avec comité de lecture

## Monographies internationales

## Proceedings

D. R. Poelman, H. Kohlmann, W. Schulz, S. Pedeboy and L. Schwalt, "Ground strike point properties derived from observations of the European Lightning Location System EUCLID," 2023 12th Asia-Pacific International Conference on Lightning (APL), Langkawi, Malaysia, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/APL57308.2023.10182055.

D. R. Poelman, "Eleven Years of Total Lightning Insights From Belgium's Ground-Based Light-

ning Location System BELLS," ICLP 2024; 37th International Conference on Lightning Protection, Dresden, Germany, 2024, pp. 223-229.

Vuilleumier, L., Nyeki, S., Gröbner, J., Aebi, C. and Collaud Coen, M.: Thermal infrared radiation trends in Switzerland, *AIP Conf. Proc.* 2988, 060003, doi:10.1063/5.0183492, 2024.

## Rapports internes et externes sans comité de lecture

## Résumés de conférences et posters

Boynard A., Boonne C., Hadji-Lazaro J., Clerbaux C., George M., Clarisse L., Van Damme M., Whitburn S., Hurtmans D., Coheur P., Capelle V., Crevoisier C., Cuesta J., Stubenrauch C., Labetoulle S.  
**The IASI/AERIS portal: dissemination of atmospheric data in open access. IASI 2024 conference (2-6 December 2024, Nancy, France).**

Castelli E., Dinelli B. M., Cardaci M., Valerio M., Brizzi G., Bruno A., Chipperfield M., Clerbaux C., Clarisse L., Coheur P., De Mazière M., Dhomse S., Dils B., Fabiano F., Gai M., George M., Harrison J., Hegglin M., Premuda M., Raspollini P., Saunders L., Spang R., Stiller G., Vigouroux C., Walker K., Whitburn S.

**The LONG-Lived greenhouse gas PrODucts Performances (LOLIPOP) CCI+ project. ICOS Science Conference 2024 (Versailles,**

**France, 2024).**

Clerbaux C., Boynard A., Bouillon M., Clarisse L., Whitburn S.

**What IASI can tell us in the aftermath of the Hunga Tonga exceptional eruption. EUMETSAT 2023 conference (Malmö, Sweden, 11-15 September 2023).**

Clerbaux C., Boynard A., Bouillon M., Clarisse L., Whitburn S.

**What IASI can tell us in the aftermath of the Hunga Tonga exceptional eruption. IASI 2024 conference (2-6 December 2024, Nancy, France).**

Coheur P., Clarisse L., Van Damme M., Franco B., Whitburn S., Noppen L., Di Gioacchino T., Hurtmans D., Clerbaux C., Hadji-Lazaro J.

**Ammonia total column distributions and point source emissions from IASI. EUMET-SAT 2023 conference (Malmö, Sweden, 11-15 September 2023).**

De Longueville H., Clarisse L., Whitburn S., Clerbaux C., Coheur P.

**Radiative impact of long-lived halocarbons on the Earth's energy budget: new insights from IASI long-term satellite observations. EGU General Assembly 2023 (Vienna, Austria, 24-28 April 2023).**

De Meutter, P., Delcloo, A. and Hoffman, I. **"Baseline for Source Reconstruction Using Forensic Radionuclide Event Analysis and Reconstruction". CTBT SnT2023, 19-23 June 2023, Vienna.**

Delcloo, A., De Causmaecker, K., Laffineur, Q. and Mangold, A.

**Validation activities at RMI in the framework of AC SAF. PT meeting, BIRA, Ukkel, Belgium, 16 June 2023.**

Delcloo, A., De Causmaecker, K., Laffineur, Q. and Mangold, A.

**Validation activities @RMI in the framework of AC SAF. AC-SAF PT meeting, 24-25 April 2024, KNMI, De Bilt.**

Hoffman, I., Malo, A., Delcloo, A., Suarez Mullins, A., Chester, D., Shuford, J., Ungar, K., Goodwin, M., Walters, M., De Meutter, P., Beauregard, S., Gacek, Z.

**"...of Synthetic Radionuclide Source Terms Using Bayesian Inference". SnT2023, Vienna, 19-23 June 2023.**

Mangold, A., K. De Causmaecker, Q. Laffineur, P. Van Overmeiren, C. Deramaix, C. Walgraeve, N. Mattielli and A. Delcloo.

**Atmospheric aerosol characterisation at Princess Elisabeth station... EGU General Assembly 2024, Vienna.**

M. Reyniers, M. Van Genderachter, L. De Cruz, et al.

**The Seamless Prediction Programme... EUMETSAT Integrated Nowcasting Workshop, 23-25 Jan 2024.**

M. Reyniers, 2024

**Citizen observations via the RMI smartphone app... EUMETNET IoT ET annual meeting 2024, Helsinki.**

M. Reyniers, 2024

**Advancing severe weather alerts... ENW-FC-2024, Oslo.**

M. Reyniers, D. Dehenauw, T. Vanhamel, 2024

**Convective gust alerts... ERAD 2024, Rome.**

Poyraz, D., Van Malderen, R., Smit, H. G. J.

**Assessment of the homogenization of the EU ozonesonde time series. RMI Seminar, 6 October 2023.**

Poyraz, D., Van Malderen, R., Smit, H. G. J., Kois, B., ...

**Homogenization of the European Ozonesonde Time Series. TOAR-II Workshop, Cologne, Germany, 8-10 March 2023.**

Safieddine S., Clerbaux C., Whitburn S., Doutriaux-Boucher M.

**Earth's skin temperature... IASI 2024 (Nancy, France).**

Sauerland, F., Souverijns, N., Possner, A., Wex, H., Van Overmeiren, P., Mangold, A., Van Weverberg, K., and van Lipzig, N.

**Simulating the effects of Ice-nucleating particles... EGU23-14418 (2023).**

Smit, H.G.J., Thompson, A.M., Van Malderen, R., ... **More than 25 Years Of Ozonesonde QA/QC... QOS 2024, Boulder.**

Stauffer, R.M., Thompson, A.M., Smit, H.G.J., ... **Development of Trend Quality Ozonesonde Profile Data... ICACGP-IGAC 2024.**

Steinbrecht, W., Velazco, V.A., Dirksen, R., ... **Ground-based monitoring of stratospheric ozone since the 1960s... QOS 2024.**

Sundström A-M., Doutriaux-Boucher M., Jafariserajehlou S., Clarisse L., Whitburn S., Wagemann J., Fierli F., Cacciari A., Fougne B. **Analysis of dust aerosols in PMAp Climate Data Record. EUMETSAT 2023.**

Sundström A-M., Doutriaux-Boucher M., Fierli F., ... **Analysis of Dust Aerosols in the PMAp Satellite Climate Data Record. EGU 2024.**

Sundström A-M., Doutriaux-Boucher M., Jafariserajehlou S., ...

**Analysis of Dust aerosols in EUMETSAT PMAp Climate Data Record. EUMETSAT 2024.**

Tarasick, D.W., Stauffer, R.M., Smit, H.G.J., ... **Improving Data Quality in Long-term Canadian Ozone Sounding Records. NOAA GML Annual Conference, 2023.**

Tarasick, D.W., Stauffer, R.M., Smit, H.G.J., ... **Improving Data Quality... IUGG 2023, Berlin.**

Thompson, A.M., Van Malderen, R., Smit, H.G.J., ... **Homogenized Ground-based and Profile Ozone Datasets... AGU Fall Meeting 2023.**

Thompson, A.M., Kollonige, D.E., Stauffer, R.M., ... **Trends (2000-2022)... CEOS AC-VC 2024.**

Thompson, A.M., Van Malderen, R., Smit, H.G.J., ... **Trends in Free Tropospheric Ozone... AMS 2024.**

Thompson, A.M., Van Malderen, R., Kollonige, D.E., ... **Global Ground-based Tropospheric Ozone Measurements... GML 2024.**

Van Damme M., Clarisse L., Franco B., Noppen L., ... **Satellite monitoring of ammonia... 9th International Nitrogen Conference 2024.**

Van Malderen, R. **Quality Assessment and Quality Control of ozonesonde measurements. STCE Annual Meeting, 29 June 2023.**

Van Malderen, R., Smit, H.G.J., Poyraz, D., ... **New insights from the JOSIE... NDACC 2023.**

Van Malderen, R., Smit, H.G.J., Thompson, A.M., ... **Homogenized ground based and profile ozone datasets... CEOS AC-VC 2023.**

Van Malderen, R., Smit, H.G.J., Thompson, A.M., Blot, R., ... **Trends in tropospheric ozone... IAGOS Users' Meeting 2023.**

Van Malderen, R. **International Ozonesonde Activities. ORM12, Geneva, 2024.**

Van Malderen, R. **Harmonization of tropospheric ozone data for TOAR-II. Ozone CCI User Workshop, 2024.**

Van Malderen, R. **Ozone and UV radiation. BIOSPHERE Train-**

**ing Course, Prague, 2024.**

Van Malderen, R., Thompson, A.M., Smit, H.G.J., ... **Tropospheric ozone column trends... QOS 2024.**

Van Malderen, R., Smit, H.G.J., Petropavlovskikh, I., ... **TOAR-II Activities. NDACC 2024.**

Van Malderen, R., Thompson, A.M., Kollonige, D.E., ... **Trends (2000-2022)... NDACC 2024.**

Van Schaeybroeck, B., Van Malderen, R., Pottiaux, E., Kawo, A.

**The use of GPS and reanalysis data... AGU Fall Meeting 2023.**

Verstraeten, W. W., Bruffaerts, N., Kouznetsov, R., Sofiev, M., and Delcloo, A.

**The search for the best airborne pollen monitoring locations. EGU 2024.**

Verstraeten, W.W., Bruffaerts, B., de Weger, L., ... **What Drives the Long-term Changes... World Aerobiology 2024.**

Verstraeten, W.W., Kouznetsov, R., Bruffaerts, B., ... **Estimating the Uncertainty... World Aerobiology 2024.**

Verstraeten, W.W., Kouznetsov, R., Bruffaerts, B., ... **Analyzing the Airborne Birch and Grass Pollen Monitoring Network... World Aerobiology 2024.**

Wang, H., Liu, J., Tarasick, D.W., Smit, H.G.J., Van Malderen, R., and Zhao, T. **Consistency evaluation of tropospheric ozone... IAGOS Users' Meeting 2023.**

Watelet, S., L. Delobbe, M. Reyniers. **Comparison of hail detection techniques... ECSS 2023.**

Wex, H., S. Henning, A. Mangold, P. Van Overmeiren and F. Stratmann.

**The Antarctic continent: quite devoid of ice nucleating particles. IUGG 2023.**

Whitburn, S., L. Clarisse, H. De Longueville, P.-F. Coheur, C. Clerbaux, A.W. Delcloo.

**Direct satellite measurements of the radiative forcing of long-lived halogenated gases. IASI 2024.**

## Posters

Björklund, R., Vigouroux, C., Langerock, B., Smale, D., Petropavlovskikh, I., Effertz, P., Hannigan, J., Querel, R., Ortega, I., Koji, M., Robinson, J., Smale, P., Kotkamp, M., Nedoluha, G., **Poyraz, D.**, and **Van Malderen, R.**: Intercomparison of long-term ground-based tropospheric ozone measurements, EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-14693, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-14693>, 2023.

**De Causmaecker, K.**, Tilstra, L.G., **Laffineur, Q.**, Tuinder, O.N.E., **Mangold, A.** and **Delcloo, A.W.** : Validation of the Absorbing Aerosol Height product from GOME-2B/2C using CALIOP data: EUMETSAT Conference, Malmö, Sweden, 11-15 September 2023.

**Delcloo, A.W.** , Gkarane, A. , Tesche-Achtert, P., Hurtmans, D., Coheur, P-F, Clerbaux, C.: Validation of IASI Ozone Profiles and total ozone from MetOp B and MetOp C, using ground-based data, EUMETSAT Conference, Malmö, Sweden, 11-15 September 2023.

Delcloo, A. and O.N.E. Tuinder, Validation and quality assurance of reprocessed GOME-2A/2B/2C ozone profiles, using balloon sounding data, EUMETSAT Conference, Würzburg, Germany, 30 September – October, 2024.

Delcloo, A., Van Malderen, R, Poyraz, D., and Tuinder, O.N.E., “Validation and quality assurance of reprocessed GOME-2A/2B/2C ozone profiles, using homogenized ozonesonde data”, Quadrennial Ozone Symposium, Boulder, USA, 15–19 July 2024.

Donnelly P., Määttänen A., Clarisse L., **Whitburn S.**, Boucher O., Vautar R., Has S., Clerbaux C. Can We Detect the Decrease in Global Flight Activity over the North Atlantic during the Spring 2020 Covid-19 Lockdown from IASI Spectra? IASI 2024 conference (2-6 December 2024, Nancy, France).

George M., Hadji-Lazaro J., Safieddine S., **Whitburn S.**, Sinnathamby S., Hurtmans D., Coheur P., Clerbaux C. Building a merged dataset from IASI and MOPITT CO Level 3 data. ATMOS 2024 conference (1-5 July 2024, Bologna, Italy).

George M., Clerbaux C., Hadji-Lazaro J., Sinnathamby S., Coheur P., Hurtmans D., **Whitburn S.**, Edwards D., Worden H., Mao D., Buchholz R. R., Crapeau M., Doutriaux-Boucher M. 17 years of IASI CO retrievals. IASI 2024 conference (2-6 December 2024, Nancy, France).

Jacquet V., Safieddine S., George M., **Whitburn S.**, Clarisse L., Clerbaux C. Sixteen years surface

temperature measurements from IASI. ATMOS 2024 conference (1-5 July 2024, Bologna, Italy).

Jacquet V., Safieddine S., George M., **Whitburn S.**, Clarisse L., Clerbaux C. The IASI Flux and Temperature project. IASI 2024 conference (2-6 December 2024, Nancy, France).

Kanaya, Y., Sommariva, R., Saiz-Lopez, A., Johnson, J, Aikin, K., Koenig, T., Molloy, S., Mahajan, A., Gil, J., Simpson, W., Kawana, K., Chen, G., Lee, J., Volkamer, R., **Van Malderen, R.**, Thompson, A.M., Kollonige, D.E., Gomez Martin, J.C., Schultz, M., Panagi, M., Carnero, J.A.A, Read, K., Mazzeo, A., Rowlinson, M., Sato, K., Sekiya, T., Iglesias-Suarez, F., Badia, A., Russo, M., Taketani, F., Takashima, H., Iwamoto, Y., Takeda, K., Ooki, A., TOAR-II database team members, and TOAR-II Oceans WG members, “Collection of observational ozone data over the global oceans & polar regions to assess chemistry and temporal evolution: Efforts of the TOAR-II Oceans Working Group”, iCACGP-IGAC 2024 Joint Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 9-13 September 2024

Keppens, A., Di Pede, S., Hubert, D., Lambert, J.-C., Veeffkind, P., Sneep, M., De Haan, J., ter Linden, M., Leblanc, T., Compernelle, S., Verhoelst, T., Granville, J., Nath, O., Fjæraa, A. M., Boyd, I., Niemeijer, S., **Van Malderen, R.**, Smit, H. G. J., Dufлот, V., Godin-Beekmann, S., Johnson, B. J., Steinbrecht, W., Tarasick, D. W., Kollonige, D. E., Stauffer, R. M., Thompson, A. M., Dehn, A., and Zehner, C., “Six years of Sentinel-5p TROPOMI operational ozone profiling and geophysical validation using ozonesonde and lidar ground-based networks”, Quadrennial Ozone Symposium, Boulder, USA, 15–19 July 2024.

Kollonige, D.E., Stauffer, R.M., Thompson, A.M., Johnson, B.J., Cullis, P., Chang, K.-L., and **Van Malderen, R.**, “Southern Hemisphere Additional Ozonesondes (SHADOZ) 2024 Project Updates: Archive News and Ozone Trends”, GML 52nd Global Monitoring Annual Conference, Boulder, USA, 21-22 May 2024.

Kollonige, D.E., Stauffer, R.M., Thompson, A.M., da Silva, F.R., Wolff, K.R., Northam, T.E., Smit, H.G.J., **Van Malderen, R.**, Wright, C.J., Fedkin, N.M., and Schmidlin, F.J., “Maintaining High Quality Ozonesonde Datasets for O3 Trends Studies: Using NASA Wallops Flight Facility and SHADOZ Dual Soundings and Long-term Records for Demonstration”, AGU Annual Meeting,

Washington D.C., USA, 9-13 December 2024

Mangold, A., A. Delcloo, N. van Lipzig, C. Walgraeve and N. Mattielli, The PASPARTOUT project: pathways of particles, VOCs and moisture into East Antarctica in a changing climate, Belgian Climate Centre, Belgian Science for Climate Action Conference, 19-20 February 2024, Brussels, Belgium

Mangold, A., Q. Laffineur, N. Pezzetti, N. Carette and A. Delcloo, Aerosol in-situ physical properties measured at the future ACTRIS site in Brussels with emphasis on multi-year aerosol absorption properties, ACTRIS 1st Science Conference, 13-16 May 2024, Rennes, France, 2024.

Mangold, A, Van Malderen, R., De Bock, V., Pezzetti, N., Laffineur, Q., and Delcloo, A., “Time series analysis of UV measurements at Uccle (Belgium) and Utsteinen (Antarctica)”, Quadrennial Ozone Symposium, Boulder, USA, 15–19 July 2024.

Smit, H.G.J., **Poyraz, D.**, **Van Malderen, R.**, Thompson, A.M., Tarasick, D.W., Stauffer, R.M., Johnson, B.J., Kollonige, D.E., “New Insights From The Jülich Ozone-Sonde Intercomparison Experiments: Calibration Functions Traceable To One Ozone Reference Instrument”, AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, 11-15 December 2023.

Smit, H.G.J., Thompson, A.M., Tarasick, D.W., **Van Malderen, R.**, Stauffer, R.M., Johnson, B.J., Vömel, H., Davies, J., Morris, G.A., and Kollonige, D.E., “Quality Assurance of the Global Ozonesonde Network: A Continuous Process of Reporting and Assessing the Sondes Measurement Quality on their Consistency and Uncertainty Budget”, AGU Annual Meeting, Washington D.C., USA, 9-13 December 2024

Tesche-Achtert, P., **Delcloo, A.** and Steinbrecht, W.: Continued validation of GOME-2/IASI stratospheric ozone profiles within the EUMETSAT Atmospheric Composition SAF, EUMETSAT Conference, Malmö, Sweden, 11-15 September 2023.

Tesche-Achtert, P., Delcloo, A. and Steinbrecht, W.: Continued validation of GOME-2/IASI stratospheric ozone profiles within the EUMETSAT Atmospheric Composition SAF, EUMETSAT Conference, Würzburg, Germany, 30 September – October, 2024.





Thompson, A.M., **Van Malderen, R.**, Kollonige, D.E., Stauffer, R.M., Smit, H.G.J., Chang, K.-L., Vigouroux, C., Petropavlovskikh, I., Leblanc, T., Thouret, V., Maillard Barras, E., Wolff, P., Tarasick, D.W., "Trends (2000-2022) from TOAR II/ HEGIFTOM Global Ground-based Tropospheric Ozone Measurements: A Reference Dataset for Satellite Products & Models", iCACGP-IGAC 2024 Joint Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 9-13 September 2024.

Van Leuven, S., De Meutter, P., Camps, J., Termonia, P. and **Delcloc, A.**, "Wet Deposition to Improve Nuclear-Test-Ban Monitoring", Science and Technology Conference 2023 - SnT2023, 19-23 June, 2023, Vienna, Austria.

Van Malderen, R., Poyraz, D., Smit, H.G.J., Romanens, G., Maillard Barras, E., Ancellet, G., Godin-Beekmann, S., Torres, C., Prats, N., Kois, B., PETERS, A., Nedeljkovic, I., Iarlori, M., Rizi, V., Lidori, R., Di Fabio, S., Steinbrecht, W., Diaz Rodríguez, A., Hernandez Perez, J.L., von der Gathen, P., Kivi, R., Lyall, N., Gill, M., Jepsen, N., Skrivanova, P., Motl, M., Klikova, B., "Homogenization of the European ozonesonde

time series", AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, 11-15 December 2023.

**Van Malderen, R.**, Smit, H.G.J., **Poyraz, D.**, Nakano, T., Maillard Barras, E., Romanens, G., "The Cell Temperature of ECC Ozonesondes in Relation to the Measured Pump Temperature: Impact of Freezing and Boiling Effects on Long-Term Ozone Observations with Ozonesondes", AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, 11-15 December 2023.

Van Malderen, R., Poyraz, D., Smit, H.G.J., Romanens, G., Maillard Barras, E., Ancellet, G., Godin-Beekmann, S., Torres, C., Prats, N., Kois, B., PETERS, A., Nedeljkovic, I., Iarlori, M., Rizi, V., Lidori, R., Di Fabio, S., Steinbrecht, W., Diaz Rodríguez, A., Hernandez Perez, J.L., von der Gathen, P., Kivi, R., Lyall, N., Gill, M., Jepsen, N., Skrivanova, P., Motl, M., Klikova, B., Stauffer, R.M., "Ozonesonde Data Quality Assessment (O3S DQA) homogenization of the European ECC ozonesonde time series: evaluation and long term trends", Quadrennial Ozone Symposium, Boulder, USA, 15-19 July 2024.

Van Schaeybroeck, B., Kawo, A., **Van Malderen, R.**, and Pottiaux, E.: The use of regional climate models for estimating past and future precipitable water vapor and extreme precipitation over Ethiopia, EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24-28 Apr 2023, EGU23-2428, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-2428>, 2023.

Verstraeten, G. J. M. and **Verstraeten, W. W.**: A shift in the biodiversity fitness of meta-communities assessed from space, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14-19 Apr 2024, EGU24-3056, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-3056>, 2024.

Virolainen, Y., Polyakov, A., Nerobelov, G., Akishina, S., **Van Malderen, R.**, and Vigouroux, C., "Tropospheric ozone measurements by the IKFS-2 spectrometer aboard the Meteor-M N2 satellite", Quadrennial Ozone Symposium, Boulder, USA, 15-19 July 2024.

Wild, J., Petropavlovskikh, I., Abromitis, K., Effertz, P., Miyagawa, K., Flynn, L.E., Beach, E., Querel, R., Steinbrecht, W. and **Van Malderen, R.**, "Reconciling Ozone Trend Differences Between NDACC/WMO Ground-based Stations and Satellite COH with Updated LOTUS Regression Model", American Meteorological Society (AMS)

104th Annual Meeting, Baltimore, USA, 28 January - 1 February 2024.

Wild, J., Petropavlovskikh, I., Abromitis, K., Effertz, P., Miyagawa, K., Flynn, L.E., Beach, E., Zhang, Z., Damadeo, R., Maillard-Barras, E., McConville, G., Johnson, B.J., Ancellet, G., Godin-Beekmann, S., Querel, R., Steinbrecht, W. and **Van Malderen, R.**, "Impacts of additional dynamical proxies on ozone trend estimates for NDACC/WMO ground-based stations and satellite COH overpass data", Quadrennial Ozone Symposium, Boulder, USA, 15-19 July 2024.

**Whitburn, S.**, L. Clarisse, H. De Longueville, P.-F. Coheur, C. Clerbaux, **A.W. Delcloc.** Direct satellite measurements of the radiative forcing of long-lived halogenated gases. ATMOS 2024 conference (1-5 July 2024, Bologna, Italy).

## Conférences et posters sans résumé

• **F. Erdmann, D. Poelman**, 2023: Space-based lightning observations in nowcasting severe weather and the impact of the flash detection efficiency, 11th European Conference on Severe Storms, (ECSS 2023), Bucharest, Romania.

• **F. Erdmann, D. R. Poelman**, 2023: Lightning trends and what they tell us about the thunderstorm characteristics, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2023, Malmö, Sweden.

• **F. Erdmann, D. R. Poelman**, 2023: Lightning trends and related thunderstorm characteristics in satellite-based nowcasting, European Lightning Detection Workshop (ELDW2023), Valencia, Spain.

• **F. Erdmann, D. R. Poelman**, M. Van Ginderachter, L. De Cruz, R. Reinoso-Rondinel, V. Van Nieuwenhuize, 2024: Towards Probabilistic Extreme Rainfall Warnings for Belgium, 12th European Conference on radar in Meteorology and Hydrology (ERAD2024), Rome, Italy.

• **F. Erdmann, Z. Pelletier, D. R. Poelman**, 2024: Lightning jumps from geostationary observations for nowcasting severe weather - an update, European Lightning Detection Workshop (ELDW2024), Madeira, Portugal.

• **D. Poelman**, H. Kohlmann, W. Schulz, 2023: Insights into GSP properties in Europe, European Lightning Detection Workshop (ELDW2023), Valencia, Spain

• **D. R. Poelman**, 2024: Evaluating EUCLID's location accuracy using lightning strikes to towers, European Lightning Detection Workshop (ELD2024), Madeira, Portugal

• **Whitburn, S.**, L. Clarisse, C. Clerbaux, B. Franco, J. Hadji-Lazaro, A.K. Kopp, D. Hurtmans and P.-F. Coheur. Overview of the IASI-derived ULB dust product and recent developments.

2023 ICAP meeting (November 2023). Eumetsat, Darmstadt, Germany.

• **Whitburn, S.** Spectral signature of climate change in the IASI-derived Outgoing Longwave Radiation. IBM-CMSAF meeting (May 2023, Brussels, Belgium).

## Présentations en tant qu'invité

## Thèses en vue de l'obtention du grade de docteur

## Formations

## Datasets

van Zadelhoff, G.-J., Barker, H. W., Baudrez, E., Bley, S., Clerbaux, N., Cole, J. N. S., de Kloe, J., Docter, N., Domenech, C., Donovan, D. P., Dufresne, J.-L., Eisinger, M., Fischer, J., García-Marañón, R., Haarig, M., Hogan, R. J., Hünerbein, A., Kollias, P., Koopman, R., Madenach, N., Mason, S. L., Preusker, R., Puigdomènech Treserras, B., Qu, Z., Ruiz-Saldaña, M., Shephard, M., Velázquez-Blázquez, A., Villefranque, N., Wandinger, U., Wang, P., and Wehr, T.: EarthCARE level-2 demonstration products from simulated scenes, Zenodo [data set],

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7117115>, 2023





## Recherche du service scientifique « Renseignements climatologiques et météorologiques »

Cette liste de publications rassemble des avancées récentes dans la recherche sur le temps et le climat, mettant en lumière l'innovation méthodologique et les applications à forte pertinence sociétale. Trois études illustrent particulièrement la diversité et la profondeur de ces contributions.

*Cette étude apporte des informations précieuses sur une région où les transformations rapides ont un impact climatique à l'échelle mondiale.*

Un premier exemple est fourni par **Demaeyer et al. (2023)**, qui introduisent l'ensemble de référence EUPPBench pour l'évaluation du post-traitement statistique. Cette ressource librement

accessible établit un cadre commun pour analyser les méthodes de post-traitement appliquées aux prévisions météorologiques d'ensemble. En standardisant les jeux de données et les métriques, l'étude renforce la reproductibilité et accélère les progrès vers des prévisions probabilistes plus fiables, ce qui représente une étape essentielle pour améliorer les systèmes opérationnels de prévision.

**Journée et al. (2023)** présentent à leur tour une analyse quantitative détaillée de

l'épisode de pluies extrêmes qui a conduit aux crues dévastatrices de la mi-juillet 2021 en Belgique. À l'aide de données radar haute résolution et de réseaux d'observation denses, les auteurs décrivent avec une grande précision la structure spatiale et temporelle de l'événement. Leurs résultats apportent des éléments essentiels pour la modélisation hydrologique, l'évaluation des risques et la conception future de systèmes d'alerte précoce dans un contexte d'augmentation des précipitations extrêmes liées au changement climatique.

Enfin, une dernière étude clé est celle de **Docquier et al. (2024)**, qui examine les facteurs contrôlant la variabilité estivale de la glace de mer arctique à partir de grands ensembles de modèles climatiques CMIP6. En appliquant des techniques d'analyse du flux d'information, l'étude met en évidence les processus dominants des fluctuations interannuelles et identifie les voies causales par lesquelles l'atmosphère et l'océan influencent les changements en Arctique. Cette recherche fournit ainsi des connaissances précieuses sur une région où les transformations rapides ont des répercussions climatiques mondiales.

## Publications dans des revues internationales avec comité de lecture

1. Bechtold, M., and Coauthors, 2023: Assimilation of Sentinel-1 Backscatter into a Land Surface Model with River Routing and Its Impact on Streamflow Simulations in Two Belgian Catchments. *J. Hydrometeor.*, 24, 2389–2408, <https://doi.org/10.1175/JHM-D-22-0198.1>.
2. Demaeyer, J., Bhend, J., Lerch, S., Primo, C., Van Schaeybroeck, B., Atencia, A., Ben Bouallègue, Z., Chen, J., Dabernig, M., Evans, G., Faganelli Pucer, J., Hooper, B., Horat, N., Jobst, D., Merše, J., Mlakar, P., Möller, A., Mestre, O., Taillardat, M., and Vannitsem, S. The EUPPBench postprocessing benchmark dataset v1.0, *Earth Syst. Sci. Data*, 15, 2635–2653, <https://doi.org/10.5194/essd-15-2635-2023>, 2023.
3. Docquier D., A. Belucci & S. Vannitsem: The rate of information transfer as a measure of ocean-atmosphere interactions. *Earth System Dynamics*, 14, 577–591, <https://doi.org/10.5194/esd-14-577-2023>, 2023.
4. Docquier, D., Massonnet, F., Ragone, F., Sticker, A., Fichet, Th., & Vannitsem S. Drivers of summer Arctic sea-ice extent at interannual time scale in CMIP6 large ensembles revealed by information flow. *Scientific Report* 14, 24236, 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76056-y>.
5. Docquier, D., G. Di Capua, R.V. Donner, C.A. L. Pires, A. Simon, and S. Vannitsem, A comparison of two causal methods in the context of climate analyses, *Nonlinear Processes in Geophysics*, 31, 115-136, <https://doi.org/10.5194/npg-31-115-2024>. 2024.
6. Dörr, J., M. Arthun, D. Docquier, C. Li, T. Eldevik (2024). Causal links between sea-ice variability in the Barents-Kara Seas and oceanic and atmospheric drivers. *Geophysical Research Letters*, 51(7), e2024GL108195.
7. Fuentes-Franco, R., D. Docquier, T. Koenigk, K. Zimmermann, F. Giorgi (2023). Winter heavy precipitation events over Northern Europe modulated by a weaker NAO variability by the end of the 21st century. *npj Climate and Atmospheric Science*, 6(72).
8. Hamilton, O., Demaeyer, J., Vannitsem, S. & Crucifix, M. Multistability in a coupled ocean-atmosphere reduced-order model: Nonlinear temperature equations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1–17. <https://doi.org/10.1002/qj.4564>, 2023.
9. Journée, M., Goudenhoofd, E., Vannitsem, S., and Delobbe, L.: Quantitative rainfall analysis of the 2021 mid-July flood event in Belgium, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 27, 3169–3189, <https://doi.org/10.5194/hess-27-3169-2023>, 2023.
10. Lorenz, S., F. Heinzl, S. Bauer, M. Janßen, V. De Bock, A. Mangold, P. Scholz-Kreisel, D. Weiskopf, Increasing solar UV radiation in Dortmund, Germany: data and trend analyses and comparison to Uccle, Belgium, *Photochem. Photobiol. Sci.*, <https://doi.org/10.1007/s43630-024-00658-8>, 2024.
11. Pires, C, D. Docquier and S. Vannitsem. A general theory to estimate Information transfer in nonlinear systems. *Physica D*, DOI: 10.1016/j.physd.2023.133988, 2024.
12. Rosillon, D., Jago, A., Huart, J.P., Bogaert, P., Journée, M., Dandriofosse, S. & Planchon, V. (2024). Near real-time spatial interpolation of hourly air temperature and humidity for agricultural decision support systems. *Computers & Electronics in Agriculture*, 223, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109093>.
13. Sauer, J., J. Demaeyer, G. Zappa, F. Massonnet, F. Ragone (2024). Extremes of summer Arctic sea ice reduction investigated with a rare event algorithm. *Climate Dynamics*, 62, 5219-5237.
14. Tradowsky, J. et al, Attribution of the heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021. *Climatic Change*, 176, 90, <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03502-7>, 2023.

15. Vanderborght, E., J. Demaeyer, G. Manucharyan, W. Moon, H. A. Dijkstra (2024). Physics of the Eddy Memory Kernel of a Baroclinic Midlatitude Atmosphere. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 81(3), 691-711.

16. Vannitsem S., Impact of tropical teleconnections on the long-range predictability of the atmosphere at midlatitudes: A reduced-order multi-scale model perspective, *J. Phys. Complex.* 4 045006, DOI :10.1088/2632-072X/ad04e8, 2023.

17. Vannitsem S.: Weather Pattern Dynamics over Western Europe under Climate Change: Predictability, Information Entropy and Production. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 30, 1–12, <https://doi.org/10.5194/npg-30-1-2023>, 2023.

18. Vannitsem, S., Pires, C.A. & Docquier, D. Causal dependencies and Shannon entropy budget: Analysis of a reduced-order atmospheric model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 150(764), 4066–4085, 2024. <https://doi.org/10.1002/qj.4805>

19. Wunderling, N., A. von der Heydt, Y. Aksenov, S. Barker, R. Bastiaansen, V. Brovkin, M. Brunetti, V. Couplet, T. Kleinen, CH Lear, J. Lohmann, RM Roman-Cuesta, S. Sinet, D. Swingedouw, R. Winkelmann, P. Anand, J. Barichivich, S. Bathiany, M. Baudena, JT Bruun, CM Chiessi, HK Coxall, D. Docquier, JF Donges, SKJ Falkena, AK Klose, Obura D, Rocha J, Rynders S, Steinert NJ, Willeit M (2024). Climate tipping point interactions and cascades: A review. *Earth System Dynamics*, 15, 41-74.

20. Xavier, A. K., Demaeyer, J., and Vannitsem, S.: Variability and predictability of a reduced-order land-atmosphere coupled model, *Earth System Dynamics*, 15, 893–912, <https://doi.org/10.5194/esd-15-893-2024>, 2024.

21. Zhang, Y., W. Duan, S. Vannitsem, & H. Zhang. A New Approach to Represent Model Uncertainty in forecasting Tropical Cyclones: The Orthogonal Nonlinear Forcing Singular Vectors. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1–27. Available from: <https://doi.org/10.1002/qj.4502>, 2023.

## Publications dans des revues nationales avec comité de lecture

## Monographies internationales

## Proceedings

1. Loucheur, Benoît ; Absil, Pierre-Antoine ; Journée, Michel. Weather Data Imputation Using Graph-Based Low-Rank Matrix Completion with Variable Projection. *Proceedings of BNAIC/BeNeLearn 2024*, 2024, p. 1-16 <https://bnaic2024.sites.uu.nl/wp-content/uploads/sites/986/2024/10/Weather-Data-Imputation-Using-Graph-Based-Low-Rank-Matrix-Completion-with-Variable-Projection.pdf>

2. Loucheur, Benoît ; Absil, Pierre-Antoine ; Journée, Michel. Graph-Based Matrix Completion Applied to Weather Data. *Proceedings of the 31st European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2023)*, p. 1973-1977. <https://eurasip.org/Proceedings/Eusipco/Eusipco2023/pdfs/0001973.pdf>

## Rapports internes et externes sans comité de lecture

1. Delobbe, L.: Air temperature observations in Uccle - Status 2024, Technical note, Royal Meteorological Institute of Belgium, Brussels, 2024.

## Résumés de conférences et posters

1. K Xavier, A., Jonathan Demaeyer, and Stéphane Vannitsem, Predictability of blocking and zonal flow regimes in a reduced-order land atmosphere coupled model. EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-8244, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-8244>, 2023.
2. K Xavier, A., Hamilton, O., Faranda, D., and Vannitsem, S.: Investigating the Influence of Atmospheric Blocking Morphology on Predictability, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU24-18316, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-18316>, 2024.
3. Vannitsem, S. and Demaeyer, J.: The past, current and future activities on statistical postprocessing in the context of the European Meteorological Network (EUMETNET), EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU24-7878, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-7878>, 2024.
4. Docquier, D., Di Capua, G., Donner, R. V., Pires, C. A. L., Simon, A., and Vannitsem, S.: A comparison of two causal methods in the context of climate analyses, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU24-1838, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-1838>, 2024.
5. Hamilton, O., Demaeyer, J., Xavier, A., and Vannitsem, S.: The impact of model resolution on variability in a coupled land atmosphere model, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU24-9253, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-9253>, 2024.
6. Vannitsem, S.: Weather pattern dynamics over western Europe under climate change: predictability, information entropy and production, EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-6728, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-6728>, 2023.
7. Docquier, D., Vannitsem, S., Bellucci, A., and Frankignoul, C.: The rate of information transfer as a measure of ocean-atmosphere interactions, EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-4940, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-4940>, 2023.
8. Bhend, J., Demaeyer, J., Lerch, S., Primo, C., Van Schaeybroeck, B., Atencia, A., Ben Bouallègue, Z., Chen, J., Dabernig, M., Evans, G., Faganeli Pucer, J., Hooper, B., Horat, N., Jobst, D., Merše, J., Mlakar, P., Möller, A., Mestre, O., Taillardat, M., and Vannitsem, S.: The EUPPBench postprocessing benchmark, EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-9328, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-9328>, 2023.
9. Hamilton, O., Demaeyer, J., Vannitsem, S., and Crucifix, M.: Multistability in a Coupled Ocean-AtmosphereReduced Order Model: Non-linear Temperature Equations, EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-5496, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-5496>, 2023.
10. Pires, C., Vannitsem, S., and Docquier, D.: Evaluation of Shannon Entropy-based Information transfer in nonlinear systems, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU24-4315, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-4315>, 2024.
11. Demaeyer, J., Bhend, J., Lerch, S., Primo, C., Van Schaeybroeck, B., Atencia, A.,

... & Vannitsem, S. (2023). The EUPPBench postprocessing benchmark dataset (No. EMS2023-229). Copernicus Meetings. <https://doi.org/10.5194/ems2023-229>

12. Demaeyer, J. (2023). Identifying Efficient Ensemble Perturbations for Initializing Probabilistic Subseasonal-To-Seasonal Prediction (No. EMS2023-231). Copernicus Meetings. <https://doi.org/10.5194/ems2023-231>

13. Mangold, A., Van Malderen, R., De Bock, V., Pezzetti, N., Laffineur, Q. And Delcloo, A.: Time series analysis of UV measurements

at Uccle (Belgium) and Utsteinen (Antarctica), Quadrennial Ozone Symposium, Boulder, USA, 15-19 July 2024.

14. Lorenz, S., Heinzl, F., Janssen, M., Mangold, A., De Bock, V., Scholz-Kreisel, P. And Weiskopf, D.: Increasing solar UV radiation in Dortmund, Germany and Uccle, Belgium – results of long-term UV monitoring, 18. International Congress on Photobiology, Perth, Australia, 25-30 August 2024.

## Conférences et posters sans résumé

- Docquier, D.: Drivers of summer Antarctic sea-ice extent in CMIP6 large ensembles revealed by information flow, AntClimNow Monthly Science Talk, Online, 20/11/2024 (Oral presentation).
- Docquier, D., S. Vannitsem, F. Massonnet, F. Ragone, T. Fichet, H. Goosse, A. Sticker, B. Mezzina, B. Richaud, D. Topál: Identifying causes of Arctic and Antarctic sea-ice changes using causality analysis, 8th International Geologica Belgica Meeting, Liège, Belgium, 11/09/2024 (Oral presentation).
- Docquier, D.: The Liang-Kleeman information flow as a method to identify causal links in climate studies, RMI Seminar, Brussels, Belgium, 04/09/2024 (Oral presentation).
- Docquier, D.: Drivers of summer Arctic sea-ice extent in CMIP6 large ensembles revealed by information flow, SMHI Rossby Centre Seminar, Norrköping, Sweden, 03/06/2024 (Oral presentation).
- Docquier, D.: Drivers of summer Arctic sea-ice extent in CMIP6 large ensembles revealed by information flow, Last Interglacial Arctic (LIGA) Workshop, Stockholm, Sweden, 31/05/2024 (Oral presentation).
- Docquier, D., F. Massonnet, F. Ragone, A. Sticker, T. Fichet, S. Vannitsem: Drivers of summer Arctic sea-ice extent in CMIP6 large ensembles revealed by information flow, Brussels, Workshop on Climate Prediction and Services over the Atlantic-Arctic region, Bergen, Norway, 27-30/05/2024 (Oral presentation).
- Docquier, D.: A causal method to analyze current and future Arctic sea-ice changes, UCLouvain/ELIC Seminar, Louvain-la-Neuve, Belgium, 26/03/2024 (Oral presentation).
- Docquier, D.: Identifying causes of Arctic and Antarctic sea-ice lows using causality analysis, Belgian Science for Climate Action Conference, Brussels, Belgium, 19-20/02/2024 (Poster presentation).
- Demaeyer J. & S. Vannitsem, The past, current and future activities on statistical postprocessing in the context of the European Meteorological Network, ENWFC2024, Met-Norway Oslo, 6 November, 2024

## Présentations en tant qu'invité

- Jonathan Demaeyer & Stéphane Vannitsem, Probabilistic prediction and predictability of the atmosphere at seasonal-to-decadal time scales: A reduced-order model perspective, University of Bologna, May 11, 2023.
- Vannitsem, S., Low-frequency variability of the atmosphere and predictability – A reduced order model perspective, Institute of Atmospheric Physics, LASG, Beijing, June 13, 2024.
- Vannitsem, S., Low-frequency variability of the atmosphere and predictability – A reduced order model perspective, Marine Laboratory, Sun-Yat Sen University Campus, Zhuhai, China, June 17, 2024.
- Vannitsem, S., Causal dependencies and Information entropy budget: Analysis of a reduced order atmospheric model, Marine Laboratory, Sun-Yat Sen University Campus, Zhuhai, China, June 17, 2024.
- Vannitsem S., C. Pires and D. Docquier. Causal dependencies and Information entropy budget: Analysis of a reduced order atmospheric model, Dynamics Days Europe, Bremen, Germany, Wednesday, July 31, 2024.
- Vannitsem S. Low-frequency variability of the atmosphere and predictability – A reduced order model perspective, Dynamics Days Europe, Bremen, Germany, Monday, July 29, 2024.
- Demaeyer, J., Detection of extremes and triggering of the On-Demand DT, DE330 User Exchange meeting, Darmstadt, October 15, 2024
- Demaeyer J. & S. Vannitsem, The past, current and future activities on statistical postprocessing in the context of the European Meteorological Network, University of Bielefeld, DMF Posprocessing Mini-Workshop, September 4, 2024
- Demaeyer, J. Identifying efficient ensemble perturbations for initializing sub-seasonal-to-seasonal prediction, University of Bologna, May 11, 2023
- Demaeyer, J., Identifying efficient ensemble perturbations for initializing subseasonal-to-seasonal prediction, CMCC - Med-MFC, May 13, 2023

## Thèses en vue de l'obtention du grade de docteur

## Formations

## Outreach

Scheel, M., D. Docquier, L. Madaj: Happy birthday to the Cryoblog!, EGU Cryosphere Blog, <https://blogs.egu.eu/divisions/cr/2024/12/06/happy-birthday-to-the-cryoblog/>, 06/12/2024.

Docquier, D.: Visite Scientothèque à l'IRM, Brussels, Belgium, 23/10/2024.

Docquier, D. & B. Mezzina: You thought it was over? Here's more on the 2023 Antarctic

sea-ice extent record low, EGU Cryosphere Blog, <https://blogs.egu.eu/divisions/cr/2024/04/26/you-thought-it-was-over-heres-more-on-the-2023-antarctic-sea-ice-extent-record-low/>, 26/04/2024.

Docquier, D.: How to write and edit a blog post for the EGU Cryoblog, Online campfire, 06/02/2024.

Docquier, D.: An exceptional year: What's up with Antarctic sea ice?, EGU Cryosphere Blog, <https://blogs.egu.eu/divisions/cr/2023/11/17/an-exceptional-year-whats-up-with-antarctic-sea-ice/>, 17/11/2023.

Docquier, D.: Interview du Pôle académique Liège-Luxembourg, <https://poleliedulux.be/fr/lebonchoix>, 07/06/2023.

Docquier, D.: How over-consumption leads to reduced sea ice: Visualization through artwork, EGU Cryosphere Blog, <https://blogs.egu.eu/divisions/cr/2023/06/02/how-over-consumption-leads-to-reduced-sea-ice-visualization-through-artwork/>, 02/06/2023.

Docquier, D.: How the Ocean and Sea Ice influence each other: Focus on the Arctic, Seas & Oceans Exhibition organized by Talk CEC, Brussels, Belgium, 21/05/2023.

Bodson, Z. & D. Docquier: Présentation de la collaboration dans le cadre de l'Exposition Seas & Oceans organisée par le Talk CEC, Brussels, Belgium, 21/05/2023.

Docquier, D.: Sea ice - Ocean interactions in the Arctic, European Marine Board Science Webinar, Online talk, 16/02/2023.

Docquier, D.: Visite Ecole Singelijn à l'IRM, Brussels, Belgium, 16/01/2023.

# Recherche du service scientifique à Dourbes

## Recherche Dourbes 2023-2024

La recherche scientifique du Centre de Physique du Globe s'est principalement concentrée sur la météorologie spatiale et le blindage magnétique.

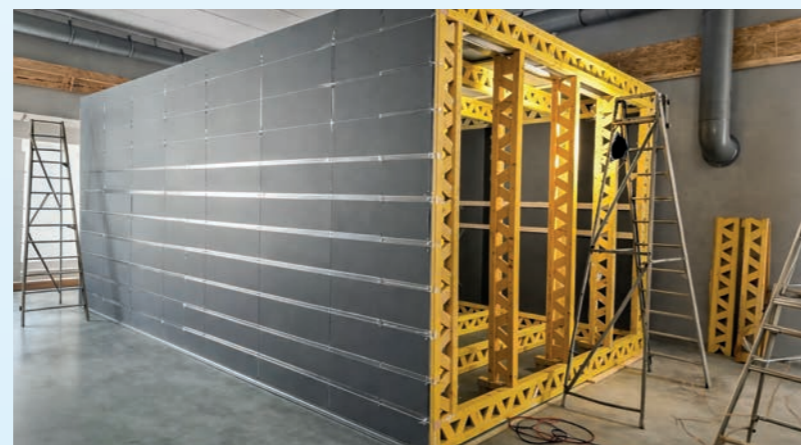
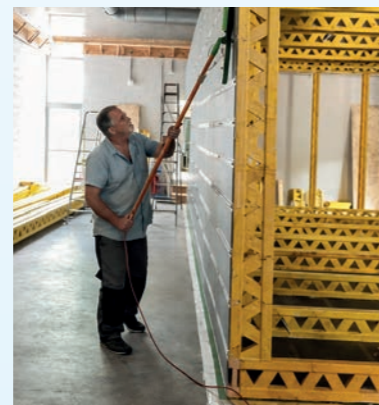
### Le projet MAGSCREEN : construction d'un espace magnétiquement blindé

Ce projet d'infrastructure financé par BELSPO pour le développement et la construction d'un grand espace magnétiquement blindé a été lancé en novembre 2023. L'objectif de MAGSCREEN est le développement et la construction d'un environnement de blindage magnétique de grand volume qui réduit fortement le champ magnétique terrestre environnant, c'est-à-dire d'un facteur 160 ou plus, ce qui permet de mesurer des roches et des sédiments très faiblement aimantés.

Les activités de recherche de MAGSCREEN visent à rendre le blindage magnétique passif plus efficace et plus rentable. Un blindage efficace nécessite souvent plusieurs couches de matériaux très coûteux composés d'alliages

fer-nickel (mu-métal). Pour mieux comprendre les effets observés, une thèse de doctorat en collaboration avec l'université de Gand développe des modèles mathématiques qui prédisent la performance de l'espace blindé et fournissent des indications sur les meilleures pratiques de conception.

### Fig. 1 Construction de l'écran extérieur en acier électrique (juin 2024).



Les fils horizontaux installés pour l'aimantation unique des plaques sont clairement visibles. L'encart montre la procédure de d'aimantation unique avec une bobine mobile à champ magnétique alternatif qui est balayée sur les plaques tandis qu'un courant continu circule dans les fils horizontaux. Après la procédure, le courant continu dans les fils horizontaux est coupé et les plaques ont un contre-champ permanent.

### Le projet européen T-FORS : l'étude des perturbations ionosphériques itinérantes

Au cours des deux dernières années, nos recherches ont porté sur différents thèmes liés à la météorologie spatiale. Dans le cadre du projet européen T-FORS, nous avons étudié les perturbations ionosphériques itinérantes (TID) : des ondes qui se propagent à travers le plasma de l'ionosphère et constituent une source importante de perturbations pour toutes sortes de technologies radio. L'objectif de ce projet était de développer un prototype de modèle de prévision immédiate capable d'alerter de la présence de telles perturbations.

### L'étude de la couche D de l'ionosphère

Un autre sujet que nous avons abordé ces dernières années est l'étude de la couche D de l'ionosphère : la région située entre 80 et 100 km d'altitude qui est responsable de l'absorption des signaux radio. Cette couche n'apparaît que brièvement à la suite d'éruptions solaires ou sous l'impact de protons ou d'électrons énergétiques. Il existe un intérêt pratique pour de meilleurs modèles de cette partie de l'ionosphère, mais la couche D est difficile à observer. Nous avons donc commencé, en collaboration avec des partenaires internationaux, à développer de nouvelles techniques d'ionosonde afin de pouvoir surveiller cette couche en temps réel, comme nous le faisons pour les couches supérieures.

Les performances du sondeur ionosphérique numérique de Dourbes ont été évaluées en profondeur et en détail, notamment en termes de capacité à fournir des ionogrammes de bonne qualité à différentes fréquences de sondage, ainsi que de qualité de la mise à l'échelle automatisée des principales caractéristiques ionosphériques, réalisée par le logiciel dédié. L'analyse a permis de déterminer les limites d'erreur (avec une probabilité de 95 %) pour chacune des caractéristiques ionosphériques. Les résultats intéresseront particulièrement les chercheurs, les développeurs et les utilisateurs des nombreux services de surveillance de l'ionosphère et de la météorologie spatiale du monde entier.

Suite à l'inauguration du nouveau moniteur à neutrons en novembre 2021, le Centre de géophysique de l'Institut, soutenu en partie par le Centre d'excellence Soleil-Terre (STCE), s'est positionné parmi un petit nombre d'institutions ayant anticipé l'importance croissante de tels instruments pour la surveillance de la météorologie spatiale. Cette anticipation, particulièrement pertinente pour l'exploitation des satellites, a ensuite été reprise par d'autres instituts de premier plan à l'échelle mondiale, notamment aux États-Unis.

### Le télescope à muons

Fort de cette dynamique, la période 2023-2024 a marqué le début de la conception et de la construction d'un nouvel instrument scientifique : un télescope à muons. Cet appareil, sensible aux muons atmosphériques et à leurs intensités directionnelles, permettra l'observation de phénomènes Soleil-Terre plus complexes. Il est particulièrement pertinent pour la détection des événements de rayons cosmiques isotropes associés aux éruptions solaires et aux perturbations interplanétaires. De telles observations sont essentielles pour prévoir l'arrivée de plasma solaire de haute énergie susceptible d'impacter les infrastructures technologiques spatiales et terrestres. De plus, le télescope contribuera à l'étude de l'influence du dépôt d'énergie des rayons

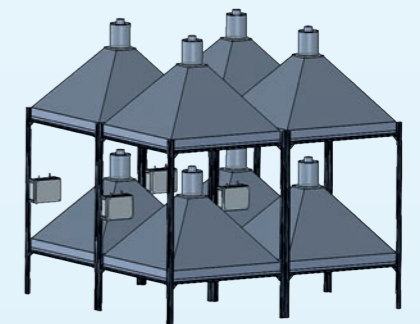
*Ces résultats présenteront un intérêt particulier pour les chercheurs, les développeurs et les utilisateurs des services de surveillance ionosphérique et de météorologie spatiale à travers le monde.*

cosmiques dans l'atmosphère et de ses implications possibles sur les processus climatiques.

Une autre réalisation majeure de cette période a été le lancement d'un service d'alerte précoce pour la prévision des tempêtes de particules solaires géo-efficaces. La première version de notre système d'alerte GLE (Ground Level Enhancement) est désormais opérationnelle, intégrant les données en temps réel de notre moniteur de neutrons aux informations du réseau mondial NMDB (Neutron Monitor Database).

L'achèvement et l'expansion future du télescope à muons au cours des deux prochaines années amélioreront considérablement notre compréhension des interactions Soleil-Terre et renforceront notre capacité à prévoir les tempêtes solaires qui peuvent présenter un risque pour les systèmes technologiques.

### Prototype d'un télescope à muons pour les services et la recherche en météorologie spatiale.



## Publications dans des revues internationales avec comité de lecture

- Csilla, S., Z. Mošna, A. Igaz, D. Kouba, T.G.W. Verhulst, P. Koucká Knížová, K. Podolská, and V. Barta (2024): Technical Possibilities and Limitations of the DPS-4D Type of Digisonde in Individual Meteor Detections, *Remote Sensing* 16(14), 2658, [doi:10.3390/rs16142658](https://doi.org/10.3390/rs16142658).
- Dekkers, M. & Hanckmann, W., Spassov, S. & Behrends, T. (2023). Low Temperature Magnetic Properties of Variably Oxidized Natural and Synthetic Siderite. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 24. 10.1029/2023GC010989.
- S.J. de Graaff, L.M.E. Percival, P. Kaskes, T. Déhais, N.J. de Winter, M.N. Jansen, J. Smit, M. Sinnesael, J. Vellekoop, H. Sato, A. Ishikawa, S. Spassov, P. Claeys & S. Goderis. Geochemical records of the end-Triassic Crisis preserved in a deep marine section of the Budva Basin, Dinarides, Montenegro. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 606, doi: 10.1016/j.palaeo.2022.111250, 2023.
- Mošna, Z., V. Barta, K.A. Berényi, J. Mielich, T. Verhulst, D. Kouba, J. Urbář, J. Chum, P. Koucká Knížová, H. Marew, K. Podolská, and R. Bojilova (2024): The March and April 2023 ionospheric storms over Europe, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences* 11, 1462160, [doi:10.3389/fspas.2024.1462160](https://doi.org/10.3389/fspas.2024.1462160).
- Tahir, A., F. Wu, M. Shah, C. Amory-Mazaudier, P. Jamjareegulgarr, T.G.W. Verhulst, M.A. Ameen (2024): Multi-Instrument Observation of the Ionospheric Irregularities and Disturbances during the 23–24 March 2023 Geomagnetic Storm, *Remote Sensing* 16(9), 1594, [doi:10.3390/rs16091594](https://doi.org/10.3390/rs16091594).
- Haralambous, H., M. Guerra, J. Chum, T.G.W. Verhulst, V. Barta, D. Altadill, C. Cesaroni, I. Galkin, K. Márta, J. Mielich, D. Kouba, D. Buresova, A. Segarra, L. Spogli, J. Ruzs, J. Zedník (2023): Multi-Instrument Observations of Various Ionospheric Disturbances Caused by the 6 February 2023 Turkey Earthquake, *Journal of Geophysical Research: Space Physics* 128, e2023JA031691, [doi:10.1029/2023JA031691](https://doi.org/10.1029/2023JA031691).
- Verhulst, T.G.W., G. De Franceschi, and C. Cesaroni (2023): Ionospheric effects of the Hunga Tonga Volcanic Eruption of 15 January 2022, *Radio Science Bulletin* No. 378, pp. 95ff.,.
- Paul, K.S., H. Haralambous, C. Oikonomou, A.K. Sing, T.L. Gulyaeva, V.A. Pancheko, D. Altadill, D. Buresova, J. Mielich, T. Verhulst (2023): Mid-latitude spread F over an extended European area, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 248, 106093, [doi:10.1016/j.jastp.2023.106093](https://doi.org/10.1016/j.jastp.2023.106093).
- Stankov, S.M., T.G.W. Verhulst, and D. Sapundjiev (2023): Automatic Ionospheric Weather Monitoring With DPS-4D Ionosonde and ARTIST-5 Autoscaler: System Performance at a Mid-Latitude Observatory, *Radio Science* 12(2), e2022RS007628, [doi:10.1029/2022RS007628](https://doi.org/10.1029/2022RS007628).
- Nasrin - Karimi Moayed; Dimitri A.G. Vandenberghe; Arne Verbrugge; Souad Ech-Chakrouni; Wim De Clercq; Johan De Grave (2024): Dating (early) Modern hearths on a decadal to multi-annual timescale using OSL signals from heated sedimentary quartz. *Journal of Archaeological Science*, JASC23-143R1

## Monographies internationales

- Ech-chakrouni, S., ; Henrard, D., & Bauwens, C., (2023): Datation archéomagnétique d'une structure brûlée mise au jour à Verviers (Lg). *Chronique Archeologia Mediaevalis* 46. pp 70-73.
- Ech-chakrouni, S. (2024): Résultats archéomagnétiques des structures brûlées mises au jour sur le site Hospice Saint Gilles à Namur. Vol1 avant 1270, chap. 3 et 4.

## Proceedings

- Geoffroy Paixach, Peter Rowbotham, Richard Cooper, François Humbled, Lionel Bertrand & Dr Bruno Gavazzi, Sebastien Mannai, Alan Cohen: Evolution of Geophysical Techniques over the last twenty years: Commercialization, societal impact, and research and development perspectives, *Journées Scientifiques AGAP Qualité 2024, E3S Web of Conferences Volume 504, 00001 (2024)* <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450400001>

## Rapports internes et externes sans comité de lecture

- S. Spassov: Report on magnetic property characterisation. MPMS3 measurements on biological samples, Rapport de mesures pour l'université de Gand, 01/05/2023.
- S. Spassov: Room temperature M(H) curves of artificial magnetic materials. Rapport technique pour Sirris, pp. 17, 2023.
- S. Ech-chakrouni: Rapport final des résultats des datations archéomagnétiques de deux structures de combustion mises au jour à Ostricourt (France). Direction de l'archéologie préventive, Douai Département Nord en France, 30/10/2023.
- S. Ech-chakrouni: Archeomagnetisch onderzoek van baksteenoven nabij de Vaartdijk-zuid, te Jabbeke. Voor Afdeling Archeologie van de firma Monument Vandekerckhove, 18/01/2024.
- S. Ech-chakrouni: Eindrapport over de resultaten van archeomagnetische datering van een verbrandingsstructuur blootgelegd in Dolfijnkaai-Kortrijk. Voor Afdeling Archeologie van de firma Monument Vandekerckhove, 7/06/2024.
- S. Ech-chakrouni: Rapport final de la convention 2CCPAWAPAARCH pour année 2022, soumis le 28/03/2023
- S. Ech-chakrouni: 1er rapport intermédiaire convention 2CCPAWAPAARCH année 2023, soumis le 02/08/2023
- S. Ech-chakrouni : Rapport final de la convention 2CCPAWAPAARCH année 2023 soumis le 16/05/2024
- S. Ech-chakrouni: 1er rapport intermédiaire de la 2CCPAWAPAARCH année 2024 soumis le 10/10/2023.
- J.L. Marin, A. Gonsette, Mesures de stations de répétition année 2023, rapport technique
- J.L. Marin, A. Gonsette, Mesures de stations de répétition année 2023, rapport technique

- A.Gonsette, J.Rasson Compass rose certification, rapport technique pour Schiphol, 2023
- A.Gonsette, J.Rasson, F.Humbled, Airbus Blagnac survey and compass rose certification, rapport technique pour Airbus, 04/2023

- A.Gonsette, J.Rasson, F.Humbled, Airbus Blagnac J1/L1 site survey after cleaning, rapport technique pour Airbus, 08/2024
- A.Gonsette, J.Rasson, F.Humbled, new compass rose certification at J1/L1 site, rapport technique pour Airbus, 10/2024

- A.Gonsette, S.Bracke, A.Poncelet, O.Hendrickx, F.Humbled, J.Rasson, Fill the gap : extending the magnetic observatory network to the sea. IAGA WS 2023 Thiany/Sopron Hungary

## Résumés de conférences et posters

- S. Ech-chakrouni, Preliminary results of an archaeomagnetic study of a pottery kiln discovered in Southern Belgium. 18th Castle Meeting, New trends on Paleo-, Rock- and Environmental Magnetism, 30.06 – 06.07.2024, Utrecht, Pays-Bas (présentation poster).

- Nasrin Karimi Moayed, Dimitri Vandenberghe, Koen Deforce, Philippe De Smedt, Eva Kaptijn, Arne Verbrugge, Ech-Chakrouni Souad, Jan-Pieter Buylaert, Wim De Clercq, Johan De Grave : Quartz-based OSL dating anthropogenically heated sediments: A Case-Study Review. BELQUA 2024 Annual Scientific Workshop taking place in Brussels on March 5th.

- W. Rösler, J. Verleysen, S. Spassov: Tunable DC Magnetic Shielding Made of Electrical Steel. 18th Castle Meeting, New trends on Paleo-, Rock- and Environmental Magnetism, 30.06 – 06.07.2024, Utrecht, Pays-Bas (présentation orale).

- S. Spassov, Y. Declercq, E. Egli: Observations of the exchange bias effect in Chinese loesses and palaeosols. 18th Castle Meeting, New trends on Paleo-, Rock- and Environmental Magnetism, 30.06 – 06.07.2024, Utrecht, Pays-Bas (présentation orale).

- J. Verleysen, W. Rösler, S. Spassov, L. Dupré, & M. Deruyck: Computer Simulation of Magnetic DC Shielding in Electrical Steel with COMSOL Multiphysics, 18th Castle Meeting, New trends on Paleo-, Rock- and Environmental Magnetism, 30.06 – 06.07.2024, Utrecht, Pays-Bas (présentation poster).

- T. Verhulst, V. Barta, & A. Buzás (2024): Ionospheric absorption assessment by cosmic radio noise monitoring using ionosondes,

- CD1-365, European Space Weather Week, 4–8 November 2024, Coimbra, Portugal (présentation orale).

- T.G.W. Verhulst and M. Meevius (2024): Simultaneous observations of field aligned structures using ionosonde and LOFAR radio telescope, C0.2-0009-24, COSPAR 45th Scientific Assembly, 13–21 July 2024, Busan, South Korea (présentation orale).

- A. Belehaki, T. Verhulst, L. Spogli, C. Cesaroni, D. Altadill, I. Galkin, D. Burešová, S. Mani, S. Unger, V. Barta, & P. Brouard (2023): T-FORS: a project to develop TID forecasting systems, XXXVth URSI General Assembly and Scientific Symposium, 13–26 August 2023, Sapporo, Japan (présentation poster).

- S. Stankov (2024): A single-station model of the ionospheric total electron content for use in numerical space weather forecast, Pres-ID: 2681, URSI Radio Science Meeting, 14–19 July 2024, Florence, Italy (présentation orale).

- D. Sapundjiev, S.M. Stankov, J.-C. Jodogne, Real-time primary and secondary particle fields evaluation. D. Sapundjiev, S.M. Stankov, J.-C. Jodogne, ESWW, Toulouse, 20.–24.11.2023 (présentation poster).

- D. Sapundjiev, K.-L. Klein, R. Bütikofer, O. Kryakunova, C. Steigies, The world-wide network of neutron monitors - services, events and data provision, ESWW, Toulouse, 20.–24.11.2023 (présentation poster)

- F.Humbled, Geomagnetic Instruments & Applications, Journées AGAP Qualité 2024 (Association de Géophysique Appliquée), 26-28 mars 2024, Poitiers, France (présentation orale)

## Conférences et posters sans résumé

- S. Spassov & N. Ghilain : Climat & Paléoclimat, Conférence publique dans le cadre des journées portes ouvertes du Centre de Physique du Globe, 12/09/2024.

- A. Gonsette, D. Sapundjiev, S. Spassov & T. Verhulst: Le champ géomagnétique, Conférence publique dans le cadre des journées portes ouvertes du Centre de Physique du Globe, 14/09/2024.

- T. Verhulst, D. Themens I. Galkin, M. Pezzopane: Full day tutorial on ionogram interpretation and data processing, held on 19 May 2024 during the URSI AP-RASC in Gran Canaria, Spain.

- D. Sapundjiev, Real-time evaluation of the radiation burden for crew and passengers at flight altitudes: developments at the Royal Meteorological Institute of Belgium. EURADOSE Annual Meeting, Porto, 12-15 June 2023 (présentation orale).

- D. Sapundjiev, Space weather observations and services at the Royal Meteorological Institute of Belgium, EURADOSE Annual Meeting, Porto, 12-15 June 2023 (présentation orale).

- D. Sapundjiev, Ground Level Enhancement alert service at the RMI, PECASUS Workshop, Rome, 2023-03-28 (présentation orale).

- D. Sapundjiev, Radiation doses at flight altitudes, EURADOSE Annual Meeting, Oxford, 8-11 April 2024 (présentation orale).

- A. Gonsette, J. Rasson Introduction to magnetic measurements, IPGH conference, Merida Mexico

- A. Gonsette, Interactive presentation of new observatory impact in Latin America, IPGH conference, Merida Mexico

- A.Gonsette, J.Rasson, Autodif MKIII Gyroscope demonstration, IAGA WS 2024 Vassouras Brazil

- A.Gonsette, J.Rasson, F.Humbled, RMI products for magnetic observatories, IAGA WS 2024 Vassouras Brazil

## Présentations en tant qu'invité

- S. Spassov & A. Aidona. How to make a bundle of spaghetti and use it for archaeomagnetic dating. Seminar, GFZ Potsdam, Allemagne, 28. 02. 2023 (conférence invitée via web).

- F.Humbled (2024): Le Massif de Brabant: un potentiel géothermique à explorer, Les Petites Dej' de la Géothermie, 8 octobre 2024, Paris, France (présentation orale)

## Thèses en vue de l'obtention du grade de docteur

# Recherche du service scientifique « Recherche météorologique et climatologique »

## Etudes

<b>Bechtold et al.</b>	2023
<b>Van Weverberg et al.</b>	2024
<b>Van de Vyver et al.</b>	2023

La liste de publications présentée ci-dessous témoigne de l'innovation scientifique liée au climat, aux extrêmes hydrométéorologiques et à la modélisation de l'atmosphère. Trois études récentes se démarquent particulièrement en raison de leur caractère novateur et de leur contribution directe à l'amélioration de la connaissance et de la prévision.

La première, **Bechtold et al. (2023)**, illustre une avancée majeure dans l'intégration de la télédétection dans les modèles terrestres. En assimilant les données radar Sentinel-1 dans un modèle hydrologique comportant un routage fluvial détaillé, les auteurs améliorent significativement les simulations de débits dans deux bassins belges. Cette approche démontre le potentiel concret des observations satellitaires pour renforcer la surveillance hydrologique et anticiper plus efficacement les risques d'inondation.

La seconde étude mise en avant, **Van Weverberg et al. (2024)**, s'intéresse à l'événement de pluies extrêmes

de juillet 2021, l'un des plus marquants de l'histoire récente de la Belgique. En évaluant la sensibilité de l'intensité des précipitations et de l'énergie cinétique des gouttes aux aérosols et aux processus de pluie chaude, les auteurs proposent une analyse inédite de la dynamique interne de cet événement extrême. Leur travail éclaire le rôle des interactions microphysiques dans l'amplification des précipitations intenses.

Enfin, **Van de Vyver et al. (2023)** apportent une contribution essentielle à la question de la correction des projections climatiques. Leur méthode innovante garantit que les ajustements statistiques

appliqués aux extrêmes de précipitation restent cohérents entre différentes échelles temporelles (durées courtes, horaires, journalières). Cette avancée améliore la fiabilité des estimations futures des pluies extrêmes, cruciales pour la gestion des infrastructures et l'adaptation au changement climatique.

Ces trois articles illustrent la diversité des expertises de l'IRM et son rôle clé dans la recherche climatique, allant de la télédétection appliquée aux événements extrêmes à l'amélioration méthodologique des projections futures.

## Publications dans des revues internationales avec comité de lecture

Bechtold, M., Modanesi, S., Lievens, H., Baguis, P. et Coauthors, 2023: Assimilation of Sentinel-1 Backscatter into a Land Surface Model with River Routing and Its Impact on Streamflow Simulations in Two Belgian Catchments. *J. Hydrometeorol.*, 24, 2389-2408, <https://doi.org/10.1175/JHM-D-22-0198.1>.

De Pauw, Karen, Leen Depauw, Kim Calders, Steven Caluwaerts, Sara A.O. Cousins, Emiel De Lombaerde, Martin Diekmann, David Frey, Jonathan Lenoir, Camille Meeussen, Anna Orczewska, Jan Plue, Fabien Spicher, Florian Zellweger, Pieter Vangansbeke, Kris Verheyen, and Pieter De Frenne. 2023. "Urban Forest Microclimates across Temperate Europe Are Shaped by Deep Edge Effects and Forest Structure." *Agricultural and Forest Meteorology* 341: 109632. doi:10.1016/j.agrformet.2023.109632.

De Pue, J., Wieneke, S., Bastos, A., Barrios, J. M., Liu, L., Ciaï, P., Arboleda, A., Hamdi, R., Maleki, M., Maignan, F., Gellens-Meulenberghs, F., Janssens, I., and Balzarolo, M., 2023: Temporal variability of observed and simulated gross primary productivity, modulated by vegetation state and hydrometeorological drivers, *Biogeosciences*, 20, 4795–4818, <https://doi.org/10.5194/bg-20-4795-2023>.

Yimer, E., Bailey, R.T., Van Schaeybroeck, B., Van de Vyver, H., Villani, L., Nossent, J., van Griensven, A. (2023). Regional evaluation of groundwater-surface water interactions using a coupled geohydrological model (SWAT+gwflo). *Journal of Hydrology: Regional Studies* 50, 101532.

Gebray, P., Van Schaeybroeck, B., Bayray, M., Nyssen, J., Van Ginderachter, M., Termonia, P. (2023), Validation of the wind climatology from the ALARO-0 model at different resolutions over Ethiopia. *Theor Appl Climatol* 55, 3297-3312.

Van Weverberg, K., Giangrande, S., Zhang, D., Morcrette, C. J., & Field, P. R. (2023). On the role of macrophysics and microphysics in km-scale simulations of mixed-phase clouds during cold air outbreaks. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 128, e2022JD037854. <https://doi.org/10.1029/2022JD037854>

Qin, H., Klein, S. A., Ma, H.-Y., Van Weverberg, K., Feng, Z., Chen, X., et al. (2023). Summertime near-surface temperature biases over the central United States in convection-permitting simulations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 128, e2023JD038624. <https://doi.org/10.1029/2023JD038624>

Kasongo Yakusu, E., Van Acker, J., Van de Vyver, H., Bourland, N., Ndiapo, J. M., Likwela, Th. B., Kipifo, M. L. W., Kankolongo, A. M., Van den Bulcke, J., Beeckman, H., Bauters, M., Boeckx, P., Verbeeck, H., Demarée, G., Jacobsen, K., Gellens-Meulenberghs, F., Hubau, W., 2023: Ground-based climate data show evidence of warming and intensification of the seasonal rainfall cycle during the 1960-2020 period in Yangambi, Central Congo Basin. *Climatic Change*. 176-142, <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03606-0>.

Wenqiang Zhang, Geping Luo, Rafiq Hamdi, Xiumei Ma, Yuzhen Li, Xiuliang Yuan, Chaofan Li, Qing Ling, Olaf Hellwich, Piet Termonia & Philippe De Maeyer (2023) Can Gross Primary Productivity Products be effectively evaluated in regions with few observation data?, *GIScience & Remote Sensing*, 60:1, DOI: [10.1080/15481603.2023.2213489](https://doi.org/10.1080/15481603.2023.2213489).

Tao Yang, Qian Li, Qiang Zou, Rafiq Hamdi, Xi Chen, Diding Bao, Fengqi Cui, Philippe De Maeyer, Lanhai Li, Quantifying the snowfall variations in the Third Pole region from 1980 to 2020, *Atmospheric Research*, 2023, 106985, ISSN 0169-8095, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2023.106985>.

Khan, A., Carlosena, L., Khorat, S. et al. Urban cooling potential and cost comparison of heat mitigation techniques for their impact on the lower atmosphere. *Comput.Urban Sci.* 3, 26 (2023). <https://doi.org/10.1007/s43762-023-00101-1>.

Fengqi Cui, Rafiq Hamdi, Wenhui Kuang, Tao Yang, Huili He, Piet Termonia, Philippe De Maeyer, Interactions between the summer urban heat islands and heat waves in Beijing during 2000–2018, *Atmospheric Research*, Volume 291, 2023, 106813, ISSN 0169-8095, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2023.106813>.

Michiel Vieijra, Thomas Vergauwen, Sara Top, Rafiq Hamdi, Steven Caluwaerts, Land cover aware temperature correction of bicycle transects: A case study of mapping the air temperature in two Belgian cities, *Urban Climate*, Volume 50, 2023, 101578, ISSN 2212-0955, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101578>.

Chakraborty, T.; Das, D.; Hamdi, R.; Khan, A.; Niyogi, D. Large-Scale Urban Heating and Pollution Domes over the Indian Subcontinent. *Remote Sens.* 2023, 15, 2681. <https://doi.org/10.3390/rs15102681>.

Khan, A., Khorat, S., Doan, Q.-V., Khatun, R., Das, D., Hamdi, R., et al. (2023). Exploring the meteorological impacts of surface and rooftop heat mitigation strategies over a tropical city. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 128, e2022JD038099. <https://doi.org/10.1029/2022JD038099>.

Van de Vyver, H., Van Schaeybroeck, B., De Cruz, L., Hamdi, R., & Termonia, P. (2023). Bias-adjustment methods for future subdaily precipitation extremes consistent across durations. *Earth and Space Science*, 10, e2022EA002798. <https://doi.org/10.1029/2022EA002798>.

Pan, T.; He, S.; Liu, Z.; Jiang, L.; Zhao, Q.; Hamdi, R. Analyzing Changes in Urban Green Spaces and Their Effect on Land Temperature from the Perspective of Surface Radiation Energy Balance in Rizhao City, the Central Coast of China. *Remote Sens.* 2023, 15, 4785. <https://doi.org/10.3390/rs15194785>.

Zhang, W., Luo, G., Yuan, X., Li, C., Xie, M., Wang, Y., Ma, X., Shi, H., Hamdi, R., Hellwich, O., Ma, X., Termonia, P., & De Maeyer, P. (2023). New data-driven method for estimation of net ecosystem carbon exchange at meteorological stations effectively increases the global carbon flux data. *Methods in Ecology and Evolution*, 14, 2449–2463. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14188>.

Van Nieuwenhuysse, Joren, Bert Van Schaeybroeck, Steven Caluwaerts, Jonathan De Deyn, Andy Delcloo, Rozemien De Troch, Rafiq Hamdi, and Piet Termonia. 2023. "Air-Stagnation Episodes Based on Regional Climate Models Part I : Evaluation over Europe." *Climate Dynamics*. doi:10.1007/s00382-023-06665-2.

Barrios, J.M., Arboleda, A., Dutra, E., Trigo, I. and Gellens-Meulenberghs, F., 2024: Evapotranspiration and surface energy fluxes across Europe, Africa and Eastern South America throughout the operational life of the Meteosat second generation satellite. *Geoscience Data Journal*, 00, 1–19. Available from: <https://doi.org/10.1002/gdj3.235>.

Vandemeulebroucke, Isabeau, Lola Kotova, Steven Caluwaerts, and Nathan Van Den Bossche. 2024. "Impact of climate change on degradation risks in solid masonry walls: uncertainty assessment using a multi-model ensemble." *Building and Environment*. 264: 111910. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111910>

Vergauwen, Thomas, Michiel Vieijra, Andrei Covaci, Amber Jacobs, Sara Top, Wout Dewettinck, Kobe Vandelanotte, Ian Hellebosch, and Steven Caluwaerts. 2024. "Metobs - a Python toolkit for using non-traditional meteorological observations." *Journal of Open Source Software* 95: 5916. doi:10.21105/joss.05916

Lin, L., Chung, D. T., De Pue, J., Van der Bolt, F., & Cornelis, W. (2024). The added value of CoreVESS score and penetration resistance in predicting the soil–water retention curve. *Journal of Hydrology*, 131821.

Negash, E., Van Schaeybroeck, B., Termonia, P., Van Ginderachter, M., Van Weverberg, K., & Nyssen, J. (2024). Topoclimate and diurnal cycle of summer rain over the Ethiopian highlands in a convection-permitting simulation. *International Journal of Climatology*, 44(2), 406–427. <https://doi.org/10.1002/joc.8334>

Tao, C., Xie, S., Ma, H.-Y., Bechtold, P., Cui, Z., Vaillancourt, P.A., et al. (2024) Diurnal cycle of precipitation over the tropics and central United States: intercomparison of general circulation models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 150(759), 911(759), 911–936. Available from: <https://doi.org/10.1002/qj.4629>

Van Weverberg, K., Ghilain, N., Goudenhoofd, E., Barbier, M., Koistinen, E., Doutreloup, S., et al. (2024) Sensitivity of simulated rain intensity and kinetic energy to aerosols and warm-rain microphysics during the extreme event of July 2021 in Belgium. *Quarterly Journal of the Royal*

*Meteorological Society*, 1–24. Available from: <https://doi.org/10.1002/qj.4761>

Negash, E., Van Schaeybroeck, B., Termonia, P., Van Ginderachter, M., Van Weverberg, K., & Nyssen, J. (2024). Topoclimate and diurnal cycle of summer rain over the Ethiopian highlands in a convection-permitting simulation. *International Journal of Climatology*, 44(2), 406–427. <https://doi.org/10.1002/joc.8334>

Van Weverberg, K., Ghilain, N., Goudenhoofd, E., Barbier, M., Koistinen, E., Doutreloup, S., et al. (2024) Sensitivity of simulated rain intensity and kinetic energy to aerosols and warm-rain microphysics during the extreme event of July 2021 in Belgium. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1–24. Available from: <https://doi.org/10.1002/qj.4761>

Villani, L., Castelli, G., Yimer, E.A., Chawanda, C.J., Nkwasa, A., Van Schaeybroeck, B., Penna, van Griensven, A., Brescia, E., 2024. Impacts of climate change and vegetation response on future aridity in a Mediterranean catchment. *Agricultural Water Management* 299, 108878.

Crouzier, C., Van Schaeybroeck, B., Duchêne, F., Duchêne, M., Hamdi, R., Kirakoya-Samadoulougou, F., Demoury, C., The impact of climate and demographic changes on future mortality in Brussels, Belgium, Accepted for publication in *Public Health*.

Igboeli Emeka Edwin, Ogbue Chukwuka, Friday Uchenna Ochege, Qing Ling, Bojian Chen, Vincent Nzabarinda, Chukwuedozie Ajaero, Rafiq Hamdi, Geping Luo, Quantifying land change dynamics, resilience and feedback: A comparative analysis of the lake Chad basin in Africa and Aral Sea basin in Central Asia, *Journal of Environmental Management*, Volume 361, 2024, 121218, ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121218>.

Tao Yang, Xi Chen, Rafiq Hamdi, Qian Li, Fengqi Cui, Lanhai Li, Yang Liu, Philippe De Maeyer, Weili Duan, Assessment of snow simulation using Noah-MP land surface model forced by various precipitation sources in the Central Tianshan Mountains, Central Asia, *Atmospheric Research*, Volume 300, 2024, 107251, ISSN 0169-8095, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2024.107251>.

Wenqiang Zhang, Geping Luo, Rafiq Hamdi, Xiumei Ma, Piet Termonia, Philippe De Maeyer, Drought changes the dominant water stress on the grassland and forest production in the northern hemisphere, *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 345, 2024, 109831, ISSN 0168-1923, <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109831>.

Wang, G., Yuan, X., Jing, C., Hamdi, R., Ochege, F. U., Dong, P., et al. (2024). The decreased cloud cover dominated the rapid spring temperature rise in arid Central Asia over the period 1980–2014. *Geophysical Research Letters*, 51, e2023GL107523. <https://doi.org/10.1029/2023GL107523>.

Bianca Mezzina, , Hugues Goosse, Pierre-Vincent Huot, Sylvain Marchi and Nicole Van Lipzig: Contributions of atmospheric forcing and ocean preconditioning in the 2016 Antarctic sea ice extent drop, Published 15 April 2024 by IOP Publishing Ltd, *Environmental Research: Climate*, Volume 3, Number 2. DOI 10.1088/2752-5295/ad3a0b

Van Poecke, A., Tabari, H., & Hellinckx, P. (2024). Unveiling the backbone of the renewable energy forecasting process: Exploring direct and indirect methods and their applications. *Energy Reports*, 11, 544-557. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.12.031>

Hosseinzadehtalaei, P., Termonia, P., & Tabari, H. (2024). Projected changes in compound hot-dry events depend on the dry indicator considered. *Communications Earth & Environment*, 5(1), 220. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01352-4>

## Publications dans des revues internationales avec comité de lecture

## Résumés de conférences et posters

Arboleda, A.; Barrios, J.M.; Gellens-Meulenberghs, F., 2023: Evaluating the potentiality of LSA SAF ET products for monitoring the water stress in vegetation at regional scale. EUMETSAT meteorological satellite conference 2023, 11-15 September, Malmö, Sweden.

Barrios, J.M.; Arboleda, A.; Gellens-Meulenberghs, F. 2023a. The LSA SAF ET product: an operational service of sub-daily estimation of evapotranspiration across Europe, Africa and Eastern South America. Oral. EUMETSAT Webinar Earth Observation for Hydrology in Africa. On-line. 24th August.

Barrios, J.M.; Arboleda, A.; Gellens-Meulenberghs, F., 2023b: Assessing the ability of MSG-based evapotranspiration to support water catchment monitoring. EUMETSAT meteorological satellite conference 2023, 11-15 September, Malmö, Sweden.

Barrios, J.M.; Arboleda, A.; Gellens-Meulenberghs, F., 2023c: The LSA SAF data record on evapotranspiration and surface energy fluxes: sub-daily estimates across Europe, Africa and South America throughout the operational life of the MSG satellite. Poster. CNES/GEWEX/ESA Hydrospace 2023 workshop, 27th November – 1st December 2023, Lisbon (Portugal).

Erkie, F., Van Weverberg, K., & Frankl, A. (2023). Investigating the interrelations between of rainfall characteristics and gully erosion processes. 5th Virtual Geoscience Conference, Abstracts, 128-128.

Negash, E., Van Schaeybroeck, B., Van Weverberg, K., Termonia, P., Van Ginderachter, M., PODEVYN, M., & Nyssen, J. (2023). Convective rain over the Ethiopian highlands : orographic driving factors in a convection-permitting climate simulation. AGU Fall Meeting 2023, Abstracts. Presented at the AGU23 Fall Meeting, San Francisco, USA.

Moutier, W., Clerbaux, N., Arboleda, A., Barrios, M., Gellens-Meulenberghs, F., Moreels, J., Bourgeois, Q., Duguay-Tetzlaff, A., 2023: Water and energy fluxes within the EUMETSAT Climate Monitoring SAF: Evapotranspiration and Latent and Sensible Heat Fluxes. EUMETSAT meteorological satellite conference 2023, 11-15 September, Malmö, Sweden.

Haumont Denis: "Source-to-source code translation in ACRANEB2", Loki training session, 03/10/2023, Helsinki, Invited Talk

Haumont Denis: "Destination Earth: using LUMI to improve the prediction of extreme weather events", LUMI-BE User day, 06/11/2023, Brussels, Invited Talk

Smet, G., Van den Bergh, J., and Termonia, P.: Probabilistic storm forecasts for wind farms in the North Sea, EMS Annual Meeting 2023, Bratislava, Slovakia, 4-8 Sep 2023, EMS2023-505, <https://doi.org/10.5194/ems2023-505>, 2023.

Baguis, P., Van den Bergh, J., Roulin, E. And Gellens-Meulenberghs, F., 2024: Hydrological modelling of the extreme flooding event of July 2021. Abstract, poster. EGU General Assembly 2024, 14-19th April, Vienna, Austria. EGU24-10587, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-10587>, 2024.

Poster available as supplementary material: [https://presentations.copernicus.org/EGU24/EGU24-10587\\_presentation.pdf](https://presentations.copernicus.org/EGU24/EGU24-10587_presentation.pdf)

Barrios, J.M.; Arboleda, A.; Gellens-Meulenberghs, F., 2024: The Meteosat Third Generation satellite, advantages for an enhancement of evapotranspiration and surface energy fluxes estimates in the LSA SAF Programme. Abstract, oral contribution to EGU General Assembly 2024, 14-19th April, Vienna, Austria, EGU24-12126, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-12126>.

De Pue, J., Munier, S., Barrios, J. M., Arboleda, A., Baguis, P., Hamdi, R., and Meulenberghs, F., 2024: Coupled simulation of phreatic groundwater and surface fluxes from the terrestrial biosphere in Belgium. Abstract, poster. EGU General Assembly 2024, 14-19th April, Vienna, Austria. EGU24-10072, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-10072>, 2024.

Haumont Denis: "Running a forecast on LUMI-G, Haumont Denis, Deode Workflow training session, 19/06/2024, Toulouse, Invited Talk

Van Poecke, A., Meng, R., Demaeyer, J., Van den Bergh, J., Smet, G., Termonia, P., Hellinckx, P., and Tabari, H.: Attention-based postprocessing of ensemble weather forecasts for renewable energy applications by leveraging inter-ensemble relationships of multiple predictors, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14-19 Apr 2024, EGU24-11394, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-11394>, 2024.

Meng, R., Van Poecke, A., Smet, G., Demaeyer, J., Tabari, H., Hellinckx, P., Van den Bergh, J., and Termonia, P.: Enhancing Renewable Energy Forecasting: A Comprehensive Evaluation of Weather Forecast Models and Post-Processing Methods for Belgium, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14-19 Apr 2024, EGU24-16157, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-16157>, 2024.

Tabari, H. (2024) "Larger impacts of compound drought-heatwave events compared to droughts under various shared socioeconomic pathways". 9th Global Energy and Water Exchanges Open Science Conference, Sapporo, Japan, 7-12 July, 2024.

Hosseinzadehtalaei, P., Termonia, P., & Tabari, H. (2024) "Decomposing the cascade of uncertainty in the projections of compound hot-dry extremes across IPCC reference regions". 9th Global Energy and Water Exchanges Open Science Conference, Sapporo, Japan, 7-12 July, 2024.

Tabari, H. (2024) "The role of governance structure in shaping global risks of compound hot-dry events". 8th IAHR Europe Congress, Lisbon, Portugal, 4-7 June 2024.

Hosseinzadehtalaei, P., Termonia, P., & Tabari,

H. (2024) "Understanding the evolving landscape of droughts in a changing climate: exploring global responses of different drought types". 8th IAHR Europe Congress, Lisbon, Portugal, 4-7 June 2024.

Tabari, H. (2024) "Contrasting responses of drought and floods to background aridity in a changing climate across global terrestrial ecosystems". EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14-19 April 2024.

Hosseinzadehtalaei, P., Termonia, P., & Tabari, H. (2024). "Avoided impacts of climate change on compound hot-dry events under sustainable development versus fossil-fueled development". EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14-19 April 2024.

Van Poecke, A., Meng, R., Demaeyer, J., Van den Bergh, J., Smet, G., Termonia, P., Hellinckx, P., & Tabari, H. (2024). "Attention-based postprocessing of ensemble weather forecasts for renewable energy applications by leveraging inter-ensemble relationships of multiple predictors". EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14-19 April 2024.

Meng, R., Van Poecke, A., Smet, G., Demaeyer, J., Tabari, H., Hellinckx, P., Van den Bergh, J., & Termonia, P. (2024) "Enhancing Renewable Energy Forecasting: A Comprehensive Evaluation of Weather Forecast Models and Post-Processing Methods for Belgium". EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14-19 April 2024.

Tabari, H. (2024) "Global population exposed to hydrological extremes in a changing world". Belgian Science for Climate Action Conference, Brussels, Belgium, 19 February 2024.

Hosseinzadehtalaei, P., Termonia, P., & Tabari, H. (2024) "Accounting for the interconnections between hydroclimatic variables in investigating compound hot-dry events in a changing climate". Belgian Science for Climate Action Conference, Brussels, Belgium, 19 February 2024.

D. Van den Bleeken, G. Smet, J. Van den Bergh, I. Dehmous, D. Degrauwe, M. Van Ginderachter and A. Deckmyn: "Improving offshore wind power forecasts in the Belgian North Sea". 4th ACCORD All Staff Workshop, Norrköping, Sweden 15-19 April 2024

<http://www.accord-nwp.org/?4th-All-Staff-Workshop-15-19-April-2024-Noorkoping-hybrid>

Van Weverberg, K., Ghilain, N., Goudenhoofd, E., Barbier, M., Kostinen, E., Doutreloup, S., Van Schaeybroeck, B., Frankl, A., and Field, P.: Sensitivity of simulated rain intensity and kinetic energy to aerosols and warm-rain microphysics during the extreme event of July 2021 in Belgium, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU24-

3245, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-3245>, 2024.

Zhang, W., Rap, A., Van Weverberg, K., Furtado, K., Feng, W., Morcrette, C., and Forster, P.: The role of the host climate model in quantifying the contrail cirrus climate impact, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU24-17420, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-17420>, 2024.

## Conférences et posters sans résumé

Smet, G., Atlaskin, E., Lindfors, A., Meier, F., Theeuwes, N., Van den Bergh, J., The On-Demand Extremes DT and wind energy, Second Destination Earth User eXchange, Bonn, Germany, 13-14 November 2023.

## Proceedings

Van den Bergh J., Dehenauw, D., Termonia, P. (2024). Ensemble forecast implementation in the RMI Road Weather Forecasting System. Proceedings of the 21st SIRWEC Conference. Amsterdam, The Netherlands (11-13 June 2024).

## Rapports internes et externes

Baguis, P.: January 2024 in Belgium: a winter month with many facets. H SAF Case Study, ongoing (to be submitted for publication in H SAF or EUMETSAT websites)

Baguis, P.: Validation statistics for H-SAF soil moisture products.

Baguis, P.: Validation statistics for H-SAF snow products.

Baguis, P.: Hydrological validation reports for H-SAF daily precipitation products over two Belgian catchments in the Meuse and Scheldt

river basins.

Haumont Denis, co-leader and co-writer with Alex Deckmyn and Daniel Santos: "Accord Strategy Plan for 2026-2030: Code and System", 06/2023, Toulouse, Report

Haumont Denis: Destination earth reports, in collaboration with Destination Earth WP5 Team (including Daan Degrauwe from RMI):

- "Integration of accelerator-adapted parts of the code in the full 3D model", 27/10/2023, Project Report

- "Customise Loki to suit ACCORD LAM prediction setup requirements and specifications", 27/11/2023, Project Report

- "Production test ready ACCORD LAM prediction setup for pre-exascale EuroHPC system(s)", 19/12/2023, Project Report

- "Accelerator adaptation of physics parameterizations", 27/10/2023, Project Report

- "Production demonstration ready ACCORD LAM prediction setup for pre-exascale EuroHPC(s)", 24/04/2024, Project Report

Meirinck, J.F., Smet, G., Atlaskin, E., Checkpoint for the solar and wind energy framework, DE\_330\_MeteoFrance - Destination Earth On-Demand Extremes, 2022/DE\_330\_MF, 09.2023.

Theeuwes, N., Nielsen, K.P., Schicker, I., Smet Theeuwes, N., Nielsen, K.P., Schicker, I., Papazek, P., Smet, G., Meier, F., Odak Plenković, I., Vujec, I., Meirinck, G., Meirinck J.F., Gfäller P., Van den Bergh J., Papazek, P., Meier, F., Odak Plenković, I., Vujec, I., Atlaskin, E., Solar and wind energy user case demonstrators, DE\_330\_MeteoFrance - Destination Earth On-Demand Extremes, 2022/DE\_330\_MF, 03.2024.

Nielsen, K.P., Meirinck J.F., Theeuwes, N., Schicker, I., Gfäller P., Papazek, P., Smet, G., Van den Bergh J., Atlaskin, E., Performance and impact assessment for solar and wind energy use cases, DE\_330\_MeteoFrance - Destination Earth On-Demand Extremes, 2022/DE\_330\_MF, 04.2024.

Haumont Denis, Source code: contribution to the Deode Workflow:

- ALARO Forecast on LUMI - CPU and GPU version, <https://github.com/destination-earth-digital-twins/Deode-Workflow/pull/452>

- Lumi - Add configuration files for large runs on LUMI, <https://github.com/destination-earth-digital-twins/Deode-Workflow/pull/511>

- Porting 49t2 to Leonardo, <https://github.com/destination-earth-digital-twins/Deode-Workflow/pull/591>

- Thenamelisttool integration to convert a namelist from one cycle to another, <https://github.com/destination-earth-digital-twins/Deode-Workflow/pull/613>

- Adding 49t2 configuration files, <https://github.com/destination-earth-digital-twins/Deode-Workflow/pull/643>

- Introduction of Leonardo machine, <https://github.com/destination-earth-digital-twins/Deode-Workflow/pull/645>

## Data

Van de Vyver, Hans; Van Schaeybroeck, Bert; De Cruz, Lesley (2024). Subdaily Precipitation Extremes in the EURO-CORDEX 0.11° Ensemble. World Data Center for Climate (WDCC) at DKRZ. [https://www.wdc-climate.de/ui/entry?acronym=EURCORDEX\\_prec](https://www.wdc-climate.de/ui/entry?acronym=EURCORDEX_prec)



