

Ce volume est édité par Michel ERPICUM (ULg) dans le cadre du XXVIII^e colloque de l'Association Internationale de Climatologie (AIC), qui s'est tenu à Liège du 1^{er} au 4 juillet 2015. Il rassemble pour chaque sous-thème, dans l'ordre alphabétique selon le nom du premier auteur, les résumés élargis des 61 communications orales et des 42 posters validés par le Comité scientifique. Ce panel d'articles présente des recherches sur des espaces d'application divers (Modélisation, cryosphère et télédétection, Climatologie appliquée, Topoclimatologie, Agroclimatologie, Variabilités et aléas climatiques), confrontant des travaux issus de l'observation et de la modélisation numérique du climat.

Composition du Comité scientifique :

AGOSTA Cécile (Université de Liège, Belgique)	HOFFSUMMER Patrick (Université de Liège, Belgique)
ALEXANDRE Pierre (Université de Liège, Belgique)	HUBERT-FERRARI Aurélie (Université de Liège, Belgique)
BECKERS Arnaud (Université de Liège, Belgique)	JOLY Daniel (Université de Franche-Comté, France)
BELTRANDO Gérard (Université Paris 7, France)	MADELIN Malika (Université Paris 7, France)
BEN BOUBAKER Habib (Université de La Manouba, Tunisie)	MAHERAS Panagiotis (Université de Thessalonique, Grèce)
BIGOT Sylvain (Université Grenoble-Alpes, France)	MAHIEU Emmanuel (Université de Liège, Belgique)
BONNARDOT Valérie (Université de Rennes 2, France)	MARTIN Nicolas (Université de Nice, France)
CAMBERLIN Pierre (Université de Bourgogne, France)	MENDONCA Francisco (Université Fédérale de Paraná, Brésil)
CANTAT Olivier (Université de Caen, France)	MICHELOT Nicolas (Ministère de l'écologie, France)
CARREGA Pierre (Université de Nice, France)	MOREL Béatrice (Université de La Réunion, France)
CLERBAUX Nicolas (Institut Royal Météorologique, Belgique)	PETIT François (Université de Liège, Belgique)
DEMOULIN Alain (Université de Liège, Belgique)	PLANCHON Olivier (Université de Rennes 2, France)
DROGUE Gilles (Université de Lorraine, France)	POHL Benjamin (Université de Bourgogne, France)
DUBOIS Charline (Université de Liège, Belgique)	QUENOL Hervé (Université de Rennes 2, France)
DUBREUIL Vincent (Université de Rennes 2, France)	RICHARD Yves (Université de Bourgogne, France)
ENDLICHER Wilfried (Université de Berlin, Allemagne)	ROME Sandra (Université Grenoble-Alpes, France)
FALLOT Jean-Michel (Université de Lausanne, Suisse)	RONCHAIL Josyane (Université Paris 7, France)
FORTIN Guillaume (Université de Moncton, Canada)	SAGNA Pascal (Université de Cheick Anta Diop, Sénégal)
FRANCO Bruno (Université de Liège, Belgique)	TRABOULSI Myriam (Université Libanaise, Liban)
FRANCOIS Louis (Université de Liège, Belgique)	TYCHON Bernard (Université de Liège, Belgique)
FRATIANNI Simona (Université de Turin, Italie)	VISSIN Expedit Wilfrid (Université d'Abomey-Calavi, Bénin)
GALLEE Hubert (LGGE Grenoble, France)	ZAHARIA Liliana (Université de Bucarest, Roumanie)
HENIA Latifa (Université de Tunis, Tunisie)	

Le colloque a bénéficié de l'aide financière et logistique des partenaires suivants :



ISBN 978-2-907696-21-0



XXVIII^e COLLOQUE DE
L'ASSOCIATION
INTERNATIONALE
DE CLIMATOLOGIE



Actes du XXVIII^e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie

Modélisations & Variabilités

Modélisations & Variabilités



Actes du Colloque organisé à Liège
du mercredi 1^{er} au samedi 4 juillet 2015

Éditeur scientifique :
Prof. Michel ERPICUM

Liège
2015



Colloque organisé par le Laboratoire de Climatologie de l'Université de Liège
Faculté des Sciences, Quartier Village 4, Clos Mercator 3, Bât. B11
B-4000 Liège, Belgique

Modélisation & Variabilités

© Photo couverture : RTBF – Émission « Quel temps ! » – 2015.
Station météorologique de la Station scientifique des Hautes-Fagnes, Mont Rigi
(Belgique).



XXVIII^e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie

Modélisation & Variabilités

*Actes du Colloque organisé à Liège
du mercredi 1^{er} au samedi 4 juillet 2015*

Éditeur scientifique :
Michel ERPICUM (ULg)

Sommaire

Introduction au XXVIIIe Colloque de l'AIC (par le Professeur Michel ERPICUM)	5
Thème 1 : Modélisation, Cryosphère et Télédétection	9
Thème 2 : Climatologie appliquée	91
Thème 3 : Topoclimatologie	231
Thème 4 : Agroclimatologie	293
Thème 5 : Variabilités et aléas climatiques	407
Table des matières	639
Index des auteurs	647



Les opinions défendues dans cet ouvrage n'engagent que les auteurs ; elles ne sauraient être imputées aux institutions auxquelles ils appartiennent ou qui ont financé leurs travaux.

Introduction au XXVIII^e Colloque de l'AIC

MODÉLISATION & VARIABILITÉS

Liège, Belgique

1-4 juillet 2015

Prof. Michel ERPICUM

Professeur de Climatologie, Département de Géographie,
Faculté des Sciences, Université de Liège
Responsable du Laboratoire de Climatologie et Topoclimatologie et du
Master en Sciences Géographiques, orientation climatologie, finalité approfondie

Ce volume rassemble, avec un classement par sous-thèmes, puis par ordre alphabétique du nom du premier auteur, les résumés élargis des communications orales et des posters dont la présentation est prévue dans le cadre du XXVIII^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie (AIC), qui se déroulera à Liège, du 1^{er} au 4 juillet 2015.

La ville de **Liège** est installée au sein de la vallée de la Meuse parmi les collines abruptes et verdoyantes qu'elle a entaillées avec la complicité de la Légia, de l'Ourthe et de la Vesdre. Ses quartiers sont très diversifiés et typés dans la plaine alluviale comme sur les versants des nombreuses collines qui en multiplient les perspectives tout en leur conférant un charme étonnant. La ville est marquée par un patrimoine historique, culturel, architectural et industriel typique très riche et varié. Un folklore très présent y est entretenu par une population chaleureuse et accueillante. Il faut savoir qu'à Liège le feu d'artifice du 14 juillet est plus grandiose que celui du 21 juillet et qu'en reconnaissance de sa résistance héroïque au début de la guerre 14-18, la France attribua la Légion d'honneur à la Ville de Liège, première ville étrangère détentrice de cette décoration.

L'Université de Liège fut créée en 1817. Le Séminaire de Géographie fut fondé en 1903. La première thèse de doctorat en climatologie à l'Université de Liège fut défendue en 1966 par André Hufty, premier Président élu et Président d'Honneur de l'AIC. Sa thèse était dédiée à la mise en exergue et à la description des climats locaux dans l'agglomération liégeoise.

Depuis plus de vingt ans, les recherches appliquées du Laboratoire de Climatologie occupent une place importante dans ses activités. Elles concernent notamment la prévention météorologique hivernale des réseaux routier et autoroutier de la Région Wallonne et une série de collaborations spécifiques avec des bureaux d'études en matière de caractérisation des conditions atmosphériques lors de demandes d'extension de carrières ou de nuisances provoquées par des cimenteries, des centrales thermiques, ou encore en matière de statistiques de circonstances atmosphériques particulières et de modélisations des valeurs limites des vitesses et de la turbulence du vent mieux adaptées au milieu physique local lors de la

conception d'ouvrages d'art avec forte prise au vent... Ces dernières années, les recherches appliquées du Laboratoire se sont focalisées sur les prévisions locales des gisements éoliens et solaires pour divers acteurs publics et privés. Parallèlement à ces recherches appliquées, les mémoires de masters et les thèses de doctorats sont de plus en plus fondés sur la modélisation régionale et le modèle atmosphérique régional MAR y est sans cesse perfectionné et mis à l'épreuve non seulement dans le domaine polaire mais également dans les régions extratropicales non polaires et même les régions intertropicales.

Le colloque se tiendra du mercredi 1^{er} juillet au vendredi 3 juillet dans les salles Thiry et Pousseur du site universitaire de l'Opéra à quelques centaines de mètres de la Place du XX Août, site du Rectorat et de l'Administration centrale de l'Université. L'Espace ULg des Galeries Opéra y sera mis à disposition par les Autorités Universitaires pour l'accueil des participants du colloque. Le dîner au fil de l'eau aura lieu le jeudi 2 juillet en soirée sur la Meuse à bord du bateau « Au Pays de Liège ». La journée du samedi 4 juillet sera consacrée à une excursion à caractère scientifique dont le thème sera « Sur les traces des climats du passé en Province de Liège ». Cette excursion sera dirigée par le Dr. A. Demoulin.

Une centaine de communications ont été retenues, par le comité scientifique, pour cette manifestation dont 103 sont publiées dans ce volume. Les 2/3 seront présentées oralement, les autres sous forme de posters. Le double thème « **Modélisations et variabilités** », choisi en 2014, offre une grande diversité de sujets d'études. L'agroclimatologie (10 exposés oraux et 8 posters) a recueilli beaucoup d'intérêt surtout auprès de la communauté des chercheurs des pays du Sud. Ce qui démontre l'impact de plus en plus préoccupant de la démographie «cavalante» de ces régions et de leurs conditions climatiques et variabilités pluviométriques déjà difficiles à surmonter il y a quelques décennies pour assurer leur sécurité alimentaire. Les analyses des variabilités et aléas climatiques concerneront 21 exposés oraux et 18 posters. Ce qui démontre les interrogations des chercheurs en matière de changements climatiques. La climatologie appliquée concernera 14 exposés oraux et 8 posters. 8 exposés oraux et 5 posters seront consacrés au thème «modélisation, cryosphère et télédétection» et 8 exposés et 2 posters au thème « topoclimatologie ».

Quatre conférences invitées seront présentées en deux séances plénières. La première, confiée à **Édouard DAVIN** (ETH - Université de Zürich, Suisse), sera focalisée sur la « **Modélisation régionale des interactions climat-surface continentale et du rôle des changements d'utilisation des sols** ». La seconde sera présentée par **Hubert GALLÉE** (LGGE - Université de Grenoble, France), concepteur principal du modèle MAR mis au point à l'origine pour la modélisation du climat de l'Antarctique. Cette conférence sera intitulée : « **Modélisation météorologique et climatique avec un modèle à aire limitée: l'exemple du Modèle Atmosphérique Régional (MAR)** ». La troisième conférence sera confiée à **Georges KARINIOTAKIS** (Mines ParisTech - Université de Sophia Antipolis, France). Elle aura pour thème : « **La prévision de la production éolienne: état de l'art et perspectives** ». La quatrième conférence, sollicitée auprès d'**Emmanuel MAHIEU** (GIRPAS - Université de Liège, Belgique), fera le point sur la « **Surveillance à long terme de l'atmosphère terrestre depuis la station du Jungfraujoch (Suisse)** ».

Le recours à un comité de lecture élargi et composé de collègues de spécialités bien différentes a permis de ne pas trop surcharger les lecteurs sollicités. Sans l'implication minutieuse des membres de ce comité de lecture, il n'aurait certainement pas été possible de relire en quelques mois et avec autant d'attentions près de 125 résumés étendus soumis pour communication (soit près de 750 pages). Que tous les collègues de ce comité de lecture impliqués dans ces Actes trouvent ici notre reconnaissance et nos remerciements chaleureux.

Pour la préparation des Actes du colloque, je tiens à remercier plus particulièrement Alexandre BELLEFLAMME, Sébastien DOUTRELOUP et Jessica COLLARD qui y ont vraiment investi beaucoup de temps et de soins. Pour les aspects comptables et administratifs de l'organisation du Colloque, je souhaite remercier chaleureusement Rosa RODRIGUEZ-TORRES, Sébastien DOUTRELOUP et Anna POLETTO. Pour la réalisation des diverses tâches plus ponctuelles à assurer tout au long de cette organisation, je tiens à remercier les aides, ô combien précieuses et variées, de Daniel SMETS et celles épisodiques accordées par chacun et chacune dans sa partie, de Xavier FETTWEIS, Cécile AGOSTA, Julien BEAUMET, Charlotte LANG, Coraline WYARD, Jean-Luc GENICOT, Chantal SARTO et des étudiants de 1^{er} et 2^{ème} master en climatologie qui contribueront encore ensemble à la qualité de l'encadrement des participants durant les trois jours de communications. Enfin, je remercie Alain Demoulin pour son dévouement et ses compétences mises à la disposition de la direction scientifique de l'excursion du samedi 4.

L'organisation de ce colloque et la publication des Actes n'auraient pas été possibles sans le soutien matériel et les subventions de la part de divers organismes et institutions, qui ont montré tout l'intérêt qu'ils portent aux questions du climat.

Je remercie les institutions suivantes (par ordre alphabétique) :

- L'Agence Universitaire de la Francophonie et son bureau Europe de l'Ouest
- L'Association Internationale de Climatologie et son conseil d'administration
- La Fondation Sporck
- La Province de Liège et son département : Tourisme
- L'Université de Liège, son Conseil de la Recherche, ses autorités académiques et son administration centrale
- La Ville de Liège et son conseil communal

Enfin, je ne saurais terminer cette introduction sans remercier très chaleureusement les 140 congressistes inscrits, dont 110 étrangers, originaires de 19 pays (Algérie, Allemagne, Bénin, Brésil, Burkina Faso, Canada, Congo, Côte d'Ivoire, France, Gabon, Grèce, Italie, Liban, Maroc, Roumanie, Sénégal, Suisse, Togo et Tunisie). La plupart des congressistes participent activement à ce colloque en présentant leurs travaux durant ces trois journées. La qualité et la diversité de leurs communications démontrent, une fois de plus, le dynamisme et la passion des climatologues regroupés au sein de l'unique association internationale de climatologie dont la langue de communication est le français.

Le colloque a bénéficié de l'aide financière et logistique des partenaires suivants :



Instruments for:
METEOROLOGY
HYDROLOGY
WATER QUALITY
AIR QUALITY
INDOOR CLIMATE
VENTILATION



KRITECH & Co PGmbH
Gewerbestr. 1
4731 RAEREN
Belgium
Tel.: 087 85 04 78
Fax: 087 85 31 84
E-mail: info@kritech.be
Web: www.kritech.be



ainsi que la **Fondation Sporck**.