



HAL
open science

ENJEUX ET OBJECTIFS DU PROJET CASSANDRE (CANICULES, SANTÉ ET DENSITÉ DE RESEAUX MÉTÉOROLOGIQUES SUR LE TERRITOIRE GRENOBLOIS)

Sandra Rome, Xavier Foissard, Sylvain Bigot, Anne-Cécile Fouvet, Emilie Rousset, Johanna Lepeule, Dominique J. Bicout, Nathalie Dubus

► To cite this version:

Sandra Rome, Xavier Foissard, Sylvain Bigot, Anne-Cécile Fouvet, Emilie Rousset, et al.. ENJEUX ET OBJECTIFS DU PROJET CASSANDRE (CANICULES, SANTÉ ET DENSITÉ DE RESEAUX MÉTÉOROLOGIQUES SUR LE TERRITOIRE GRENOBLOIS). 35ème colloque annuel de l'Association Internationale de Climatologie -AIC 2022, Jul 2022, Toulouse, France. halshs-03763758

HAL Id: halshs-03763758

<https://shs.hal.science/halshs-03763758>

Submitted on 29 Aug 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AIC TOULOUSE

35^{ème} colloque annuel
de l'Association Internationale
de Climatologie

Le changement climatique Les risques et l'adaptation

Actes du colloque

Éditeurs scientifiques

Jean-Michel SOUBEYROUX (Météo-France)

Dominique SERÇA (Université Toulouse III)



LE CHANGEMENT CLIMATIQUE LES RISQUES ET L'ADAPTATION

Actes du colloque
organisé à Toulouse du 6 au 9 juillet 2022

COMPOSITION DU COMITÉ D'ORGANISATION

Jean-Michel SOUBEYROUX
Météo-France, Direction de la
Climatologie et des Services Climatiques

Dominique SERÇA
Université Toulouse III, Paul Sabatier
Laboratoire d'Aérodynamique

Valérie BONNARDOT
Université Rennes 2, UMR 6554 LETG
AIC

Philippe CAILLE
Météo-France
Direction de la Communication

Agathe DROUIN
Météo-France, Direction de la
Climatologie et des Services Climatiques

Lionel JARLAN
IRD et CESBIO

Sandra ROME
Université Grenoble Alpes
AIC

Isabelle VARIN
Météo-France
Direction de la Communication

COMPOSITION DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Nous remercions vivement les 55 membres du Comité Scientifique International du 35^e colloque de l'AIC2022 listés ci-dessous pour leur dévouement à relire de manière attentive les textes qui leur ont été confiés et sans qui, ces actes n'auraient pas eu la qualité scientifique attendue :

Fiorella ACQUAOTTA	Wilfried ENLICHER
Alexandre BELLEFLAMME	Joan ESTRANY
Habib BENBOUBAKER	Pierre ETCHEVERS
Sylvain BIGOT	Jean-Michel FALLOT
Valérie BONNARDOT	Guillaume FORTIN
Elodie BRICHE	Mercedes FOURMENT
Pierre CAMBERLIN	Sinda HAOUES JOUVE
Olivier CANTAT	Julia HIDALGO
Pierre CARREGA	Iulian HOLOBĂCĂ
Dana Oprea CONSTANTIN	Lionel JARLAN
Lola CORRE	Pierre KASTENDEUCH
Salem DAHECH	Saida KERMADI
Fabiana Ely DEISE	Aude LEMONSU
Sébastien DOUTRELOUP	Catherine LIOUSSE
Gilles DROGUE	Malika MADELIN
Agathe DROUIN	Panagiotis MAHERAS
Vincent DUBREUIL	Nicolas MARTIN
Taoufik ELMELKI	Francisco MENDONCA

INTRODUCTION AU 35^E COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, LES RISQUES ET L'ADAPTATION TOULOUSE 2022

Jean-Michel SOUBEYROUX et Dominique SERÇA

AIC Toulouse 2022 : « Se retrouver ... pour le climat »

Après l'annulation du 33^e colloque AIC de Rennes 2020 pour cause de COVID et l'organisation en distanciel du 34^e colloque AIC de Casablanca 2021, la 35^e édition du colloque AIC à Toulouse en 2022 est d'abord marquée par le plaisir de pouvoir se retrouver ensemble entre collègues et amis de l'association pour partager les résultats de nos travaux scientifiques mais aussi nos combats pour une meilleure prise en compte du changement climatique dans notre société.

L'organisation du 35^e colloque, lancée dès l'été 2020 a été préparée avec la volonté de rassemblement des différents laboratoires travaillant sur le climat à Toulouse autour de Météo-France (Direction de la Climatologie et des Services Climatiques) et de l'Université Toulouse 3 Paul Sabatier (Laboratoire d'Aérodynamique de l'Observation Midi Pyrénées). Ainsi le CESBIO a activement participé à l'organisation grâce à Lionel Jarlan que nous remercions vivement, tandis que l'Université Toulouse 2 Jean Jaurès a soutenu l'organisation du colloque et s'est impliquée dans les activités du Comité Scientifique.

Conscients de l'ampleur de la tâche d'organisation d'un tel événement et du niveau d'excellence développée au fil des années, nous avons voulu aussi nous entourer de l'expérience des membres du bureau de l'AIC en la personne de Valérie Bonnardot et Sandra Rome qui nous ont accompagné et conseillé au quotidien. Nous les remercions très vivement. Du point de vue logistique, le 35^e colloque de l'AIC se déroulera dans les locaux du Centre International de Conférences de la Météopole à Toulouse, gracieusement mis à disposition par Météo-France et s'appuie sur la maîtrise de l'organisation de tels événements de l'ensemble de son personnel, à commencer par Philippe Caille son responsable et Isabelle Varin, sa précieuse assistante.

L'organisation du colloque a aussi bénéficié de l'appui d'importants sponsors parmi lesquels on souhaite particulièrement remercier la Mairie de Toulouse, la région Occitanie, l'Université Paul Sabatier ainsi que l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). L'organisation de l'excursion scientifique à l'Observatoire du Pic du Midi (berceau de l'observatoire météorologique en France dès 1881) a été facilitée par l'Observatoire Midi Pyrénées (OMP), notamment pour la possibilité de visite personnalisée avec les chercheurs présents sur le site.

Le thème principal du colloque sur le changement climatique, les risques et l'adaptation s'inscrit dans l'actualité scientifique très riche des douze derniers mois ayant vu la publication de trois rapports du GIEC, la très importante COP26 du Glasgow et de nombreux débats sur l'urgence climatique, insuffisamment prise en compte par nos dirigeants. Il donne une opportunité unique de regard international sur cette question dans un contexte de multiplication d'événements extrêmes tels que canicules aujourd'hui associées aux dômes de chaleur tels que rencontrés l'été dernier au Canada ou sur le bassin Méditerranéen et leurs corollaires sous forme d'incendies dévastateurs, pluies extrêmes ayant causé tant de victimes et dégâts entre l'Europe (Allemagne et Belgique), les Etats Unis (New York) et la Chine, les cyclones tropicaux mais aussi de démarches innovantes d'adaptation à l'échelle des territoires.

Les autres thématiques retenues pour le colloque dans le contexte notamment des différents thèmes de recherche sur le climat à Toulouse ont été l'observation et la modélisation du climat, la télédétection, le climat urbain, le climat de montagne, climat et santé, l'hydroclimatologie, l'agroclimatologie ainsi que climat et qualité de l'air et énergie. L'appel à communication a recueilli 185 propositions provenant de 17 pays différents répartis sur 4 continents : Europe, Afrique, Amérique du Sud et Amérique du Nord. 170 propositions ont été soumises au processus de revue piloté par un comité scientifique international de 55 membres provenant de 15 pays.

Au final, 145 communications ont été acceptées pour être publiées dans les actes dont 103 à l'oral et 42 sous forme de poster.

Deux conférences invitées ont également été prévues pour initier des échanges sur les thèmes principaux du colloque :

- une première par Hervé Douville, chercheur sur le climat au CNRM, ayant coordonné le chapitre eau du 6^e rapport du GIEC sur les bases physiques abordera la question de la connaissance et des incertitudes sur l'évolution des extrêmes climatiques et de leurs impacts
- une deuxième par David Salas y Melia, Responsable du Laboratoire sur le climat (GMGEC) au CNRM, membre du bureau du Réseau d'Expertise sur le Changement Climatique en Occitanie (RECO) sera dédiée aux rôles et fonctionnement des structures interface « recherche - décision » à travers l'expérience récente du RECO aux contacts d'organismes régionaux équivalents tels qu'Acclimaterra ou le GREC Sud.

Nous ne pourrions pas terminer cette présentation du 35^e colloque sans aborder également l'exigence de parité homme-femme qui nous a guidé aux différentes étapes de l'organisation et s'est traduite notamment à travers la composition du comité d'organisation ou des présidences de séance des différentes sessions.

En vous souhaitant une bonne lecture.

RÉSUMES ÉTENDUS DES COMMUNICATIONS ORALES ET POSTERS

TABLE DES MATIÈRES PAR SESSION

Session OBSERVATION - MODÉLISATION.....	7
Session TÉLÉDÉTECTION.....	9
Session CLIMAT URBAIN.....	10
Session MONTAGNE - EAU	13
Session SANTÉ - AIR - ÉNERGIE	15
Session AGROMÉTÉOROLOGIE	17

Session OBSERVATION - MODÉLISATION

- **ÉVOLUTION PASSÉE ET FUTURE DES PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES SUR LES RÉGIONS MÉDITERRANÉENNES**
Jean Michel SOUBEYROUX, Brigitte DUBUISSON, Viviane GOUGET, Raphaëlle SAMACOITS
- **ÉVOLUTION DE LA COUVERTURE NUAGEUSE BASSE DE SAISON SÈCHE SUR LA FAÇADE ATLANTIQUE DE L'AFRIQUE CENTRALE DE L'ÉCHELLE DIURNE À INTERANNUELLE**
Vincent MORON, Raffael AELLIG, Lewis BACKITA, Alexandre BERGER, Sylvain BIGOT, Pierre CAMBERLIN, Thierry CASTEL, Olivier CHAMPAGNE, Andreas FINK, Peter KNIPPERTZ, Jean Damien MALOBA MAKANGA, Armand MARISCAL, Béatrice MOREL, Amine OUHECHOU, Julien PERGAUD, Nathalie PHILIPPON, Gaston SAMBA, Geneviève SEZE
- **LES TORNADES EN FRANCE : ÉTUDE SPATIO-TEMPORELLE D'UN PHÉNOMÈNE SOUS-ESTIMÉ**
Matthieu LACROIX, Saïda KERMADI, Agnès TAMBURINI, Benoît THOMÉ
- **ESSAI D'ÉTUDE DES TYPES DE CIRCULATION À DIFFÉRENTES ALTITUDES : L'EXEMPLE DE BEYROUTH**
Myriam TRABOULSI, Konstantia TOLIKA, Christina ANAGNOSTOPOULOU, IOANNIS TEGOULIAS, Panagiotis MAHERAS
- **LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES DE DUHAMEL DU MONCEAU DE 1740 A 1780**
Daniel ROUSSEAU
- **CLIMATOLOGIE DES TROMBES EN FRANCE : CONTEXTE MÉTÉOROLOGIQUE**
François PAUL
- **PROJECTIONS CLIMATIQUES CMIP6 À L'ÉCHELLE DU SUD-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE : ÉVOLUTION DES CONTRAINTES THERMO-PLUVIOMÉTRIQUES POUR LES PRINCIPAUX AGROSYSTÈMES ASSOCIANT CACAO, HÉVÉA, PALMIER À HUILE ET MANIOC**
Sylvain BIGOT, Dominique DUMAS, Téléphore Y. BROU, Dabissi D. NOUFE, Pauline DIBI, Kouadio N'DA, Stéphanie D. K. HOUPHLET, François MUNOZ, Arona DIEDHIOU, Christian CILAS
- **IMPACT DE CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES EXTRÊMES DE TEMPÉRATURES AU MAROC**
Wahib HAMMOUDY, Rachid ILMEN, Mohamed SINAN
- **ANALYSE DES ONDES D'EST AFRICAINES ET SURVENANCE DES PLUIES DURANT LA CIRCULATION DE LA MOUSSON EN AFRIQUE DE L'OUEST**
Edgard Arcade DANNOU, Japhet KODJA, Arnaud Valéry Vidéssé HOUETO, Ernest AMOUSSOU, Constant HOUNDENOU, Expédit Wilfried VISSIN, Justin NOUKPOZOUNKOU
- **LA FIABILITE DES DONNEES D'INTENSITE OBTENUES PAR RECONNAISSANCES AERIENNES DANS LES TYPHONS DES CATEGORIES 4 ET 5 (1980-1987)**
Karl HOARAU, Mark LANDER, Freddy VINET, Chip GUARD, Roger EDSON
- **ANALYSE DES TENDANCES PLUVIOMETRIQUES DES DONNEES HOMOGÉNÉISÉES DU RÉSEAU D'OBSERVATION CLIMATIQUE DE LA RÉGION FES-MEKNES (MAROC)**
Mohamed HANCHANE, Redouane KESSABI, Jose A GUIJARRO

- **ÉVOLUTION DU NIVEAU D'EAU DANS LES PRINCIPAUX BASSINS D'EAUX SOUTERRAINS DU MONDE ET IMPACTS POTENTIELS SUR LES POPULATIONS**
Maya COSTANTINI, Jeanne COLIN, Bertrand DECHARME
- **ATTITUDE ET PERCEPTION DES COMMUNAUTÉS VOISINES DES AIRES PROTÉGÉES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : IMPLICATION À LA CONSERVATION**
Hajaniaina RASOLOARISON, Nirhy RABIBISOA
- **EVALUATION OF CLIMATE CHANGE IMPACT ON SOIL EROSION IN ROMANIA**
Cristian PATRICHE, Rosca BOGDAN, Radu Gabriel PIRNAU, Liviu Mihai IRIMIA
- **MINIMUM AIR TEMPERATURES GOING TO EXTREMES IN BRAȘOV CITY (ROMANIA)**
Raul-Gabriel ILEA, Nicoleta IONAC, Dana-Maria CONSTANTIN (OPREA), Elena GRIGORE
- **LA SURVEILLANCE DU CLIMAT PLANETAIRE AVEC LE SMOC**
Régis JUVANON DU VACHAT
- **PROJECTIONS DU CONFORT THERMIQUE DURANT LE XXIE SIECLE À NICE PAR DOWNSCALING STATISTIQUE**
Nicolas MARTIN
- **NUMERICAL SIMULATION USING WRF MODEL OF THE JANUARY 2002 OFF-SEASON EXTREME CLIMATE EVENT OVER WESTERN SAHEL**
Abdoulaye SARR
- **VARIABILITÉ DES PRÉCIPITATIONS DANS LE SUD DU BRÉSIL ET SON ASSOCIATION AVEC DIFFÉRENTS TYPES D'EL NIÑO – OSCILLATION AUSTRALE (ENSO)**
Gabriela GOUDARD, Leila LIMBERGER, Francisco MENDONÇA
- **ÉVALUATION DU MODÈLE AROME POUR APPRÉHENDER L'ÉVOLUTION PASSÉE ET FUTURE DU CLIMAT DANS LES ALPES FRANÇAISES**
Diego MONTEIRO, Cécile CAILLAUD, Raphaëlle SAMACOÏTS, Matthieu LAFAYSSE, Samuel MORIN
- **LA VIGNE EN BRETAGNE SOUS OBSERVATION CLIMATIQUE**
Valérie BONNARDOT, Jeanne THIBAUT, Théo PETITJEAN, Cyril TISSOT, Hervé QUENOL
- **USING KÖPPEN CLIMATE CLASSIFICATION LIKE DIAGNOSTIC TOOL TO QUANTIFY CLIMATE VARIATION IN SOUTHWEST BULGARIA**
Hristo Bozhidarov POPOV
- **QUELLE CONFIANCE ACCORDER AUX DONNEES CMIP-6 POUR L'ESTIMATION DES PRÉCIPITATIONS ?**
Jean Claude BERGES
- **ÉVOLUTION PASSÉE ET FUTURE DES VAGUES DE CHALEUR EN FRANCE**
Michel SCHNEIDER

Session TÉLÉDÉTECTION

- **MAPPING THE SPATIAL-TEMPORAL VEGETATION RESPONSE TO DROUGHTS IN NORTHERN ITALY**

Alice BARONETTI, Matia MENICHINI, Antonello PROVENZALE

- **VARIABILITÉ INTERANNUELLE DU RAYONNEMENT SOLAIRE INCIDENT SUR LA FAÇADE ATLANTIQUE D'AFRIQUE CENTRALE**

Amine OUHECHOU, Nathalie PHILIPPON, Béatrice MOREL

- **UTILISATION DE L'IMAGERIE RADAR (SENTINEL 1 ET 3) POUR LA SURVEILLANCE DU LAC D'AYAMÉ DANS LE SUD-EST DE LA CÔTE D'IVOIRE**

Télesphore Y. BROU, Dabissi NOUFE, Dominique DUMAS, Sylvain BIGOT, Pauline DIBI-ANO

- **RAINFALL EXTREMES IN NORTHERN CHILE: CLIMATOLOGY, TRENDS, AND ECOSYSTEM RESPONSES IN SALT MARSH REGIONS**

Pablo SARRICOLEA, Hugo ROMERO, Vincent DUBREUIL, Pedro MUTTI, Damien ARVOR, Beatriz M. FUNATSU

- **RÉSILIENCE ET ADAPTATION DES TERRITOIRES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES EXEMPLE DE LA GESTION DU RUISSELLEMENT EN ESPACE RURAL DANS L'AUDE**

Sébastien LE CORRE, Gwendoline BLANCHET, Pauline GUNTZBURGER, Hélène DE BOISSEZON, Nancy OLIVETO ERVITI, Adrien SOLACROUP, Fabien DALLOCCHIO, Nathalie CLARENC

- **ESTIMATION DES TEMPÉRATURES DE SURFACES(LST) À SFAX (TUNISIE) EN ÉTÉ : EXEMPLES DU 26 JUILLET ET DU 11 AOÛT 2021**

Hamdi EUCHI, Salem Dahech

- **LA MESURE DU DÉSÉQUILIBRE ÉNERGÉTIQUE PLANÉTAIRE PAR GÉODÉSIE SPATIALE POUR CONTRAINDRE LE BILAN D'ÉNERGIE GLOBAL ET ESTIMER LA SENSIBILITÉ CLIMATIQUE**

Jonathan CHENAL, Benoît MEYSSIGNAC, Alejandro BLAZQUEZ, Robin GUILLAUME-CASTEL

- **ÉVALUATION DE LA SÉCHERESSE CLIMATIQUE ET DE SON IMPACT SUR LE PLAN D'EAU DU BARRAGE HASSAN ADDAKHIL (MAROC)**

Abderrazzak SADIKI, Mohamed HANCHANE

- **A SURFACE ALBEDO PRODUCT AT HIGH SPATIAL RESOLUTION FROM A COMBINATION OF SENTINEL-2 AND SENTINEL-3 DATA : TEMPORAL MONITORING OF AGRICULTURAL ALBEDO AND CARBON FLUXES**

Jérémy AUCLAIR, Jean-Louis ROUJEAN, Eric CESCHIA, Morgan Ferlicoq, Julien Michel, Pierre MISCHLER, Jonathan LEON TAVARES

- **CARACTÉRISATION DES IMPACTS DES VARIABILITÉS CLIMATIQUES SUR LA SÈCHERESSE AGRICOLE CAS DU BASSIN DE LA MOYENNE MOULOUYA - MAROC**

Nezha LGHABI, Mohamed LAMAAMRI, Abdelkhalek GHAZI, Khaoula FARIS

Session CLIMAT URBAIN

- **L'ÎLOT DE FRAICHEUR URBAIN À STRASBOURG : MYTHE OU RÉALITÉ ?**
Pierre KASTENDEUCH, Naïs MASSING, Nathalia PHILIPPS, Georges NAJJAR
- **COOLPARKS : OBSERVATION DU RAFRAICHISSEMENT D'UN PARC NANTAIS AU-DELA DE SON ENCEINTE**
Jérémy BERNARD, Adrien GROS, Auline Rodler, Benjamin Morille, Marjorie Musy, Pascal KERAVERE, Sihem GUERNOUTI
- **MODÉLISATION DE L'AMBIANCE CLIMATIQUE D'UNE ZONE URBAINE À DIFFÉRENTES ÉCHELLES : CAS DE LA VILLE DE STRASBOURG**
Nathalia PHILIPPS, Marine GORET, Pierre KASTENDEUCH, Georges NAJJAR
- **EXPLORATION DES VARIATIONS THERMIQUES DIURNES DANS UNE AIRE URBAINE DE MILIEU TEMPÉRÉ SEMI-COTINENTAL À L'AIDE DES DONNÉES DE TEMPÉRATURE DE SURFACE TERRESTRE ECOSTRESS**
Sébastien LEBAUT, Nassima HASSANI, Gilles DROGUE
- **MODÉLISATION STATIQUE MULTICRITÈRE DE L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN EN CONTEXTE CANICULAIRE**
N. HASSANI, D. FRANÇOIS, G. DROGUE
- **LES PRINCIPAUX RISQUES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES AU MAROC : CAS DE LA PLAINE DU GHARB**
Mohamed FATHI, Saïda AITEL ABASS
- **ÉVALUATION DE LA CANICULE ESTIVALE 2021 DANS LES VILLES MAROCAINES : REGARDS SUR LES MODIFICATIONS STATISTIQUES DES TEMPÉRATURES**
Hind FATTAH
- **LES PREMIERS RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE DE L'ÎLOT DE CHALEUR À CLUJ-NAPOCA À L'AIDE DU RÉSEAU AUTOMATIQUE MICCRO (MONITORIZAREA INSULEI DE CALDURA IN CLUJ - ROMANIA)**
I.H. HOLOBĂCĂ, M. ALEXE et K. TEMERDEK-IVAN
- **THE OPERATIONAL METAMATRIX OF THERMAL COMFORT FOR EUROPEAN AREAS, A GRAPHICAL METHODOLOGY FOR APPROPRIATE SELECTION OF OUTDOOR THERMAL COMFORT INDICES : APPLICATION TO AN URBAN PLANNING STUDY-CASE**
Matteo MIGLIARI, Rémi BABUT, Camille DE GAULMYN, Loïc CHESNE, Olivier BAVEREL
- **VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE DE LA TEMPÉRATURE À GABES**
Mounir BERRICH, Sami CHARFI et Salem DAHECH
- **SITUATIONS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES AU MAROC SEPTENTRIONAL : CAS DES VAGUES DE CHALEUR SUR LA VILLE DE CASABLANCA**
Aïssam BOUAICHE, Nidal LOTFI, Mohamed Saïd KARROUK, Majda CHAIR, Mohamed YAZAMI
- **HABITER EN PÉRIODES DE FORTES CHALEURS - VÉCUS ET INÉGALITÉS SOCIO-SPATIALES DES HABITANTS DE SAINT-PIREST**
Malou ALLAGNAT, Géraldine MOLINA

- **ÉVALUATION DU RAFFRAÎCHISSEMENT DES PARCS URBAINS À L'AIDE DU BILAN ÉNERGÉTIQUE DE MOTIFS ÉLÉMENTAIRES DU PARC**
Adrien GROS, Auline RODLER, Jeremy BERNARD, Benjamin MORILLE, Sihem GUERNOUTI, Marjorie MUSY
- **IMPACT OF A MODERATE WATER STRESS ON THE CLIMATIC SERVICES PROVIDED BY STREET TREES : AN EXPERIMENTAL STUDY INSIDE AN OUTDOOR CANYON STREET SCALE MODEL**
Julien THIERRY, Sophie HERPIN, Loli MATURANA, Sabine DEMOTES-MAINARD, Fabrice RODRIGUEZ, Patrice CANNAVO, Pierre-Emmanuel BOURNET.
- **BRISES THERMIQUES À BIZERTE : APPROCHE MULTISCALEAIRE**
Mounir SELLAMI, Salem DAHECH., Sami CHARFI.
- **CARACTÉRISTIQUES DE LA BRISE LITTORALE À DJIBOUTI : ÉTUDE PRÉLIMINAIRE**
Moumina IDRIS DAOUUD et Salem DAHECH
- **ÉTUDE DES TEMPÉRATURES SIMULÉES AVEC MÉSO-NH : SENSIBILITÉ À L'ARTIFICIALISATION DES SOLS À GRENOBLE ET LYON**
Julita DIALLO-DUDEK, Valéry Masson, Olivier Planchon, Jacques Comby, Christine Lac, Julien Pergaud, Nadège Allegri-Martiny, Benjamin Pohl, Yves Richard, Aude Lemonsu
- **STRUCTURE FINE DE L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN PARISIEN À PARTIR D'UN RÉSEAU DE STATIONS NON CONVENTIONNELLES**
Malika MADELIN, Vincent DUPUIS
- **COMMENT ET POUR QUI CARTOGRAPHIER L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN (ICU) ?**
Yves Richard, Julien Crétat, Julita Dudek, Nadège Martiny, Julien Pergaud, Benjamin Pohl, Mélissa Poupelin, Mario Rega, Daniel Joly, Damien Roy, Thomas Thévenin, Justin Emery, Ludovic Granjon, Suzie Besset, Oanez Codet-Hache, Marie-Françoise Dodet, David Fau, Anne Volatier
- **L'ADAPTATION CLIMATIQUE EN URBANISME, UNE OPPORTUNITÉ POUR LA JUSTICE ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE ?**
Geneviève BRETAGNE
- **RÉSEAU DE MESURES ET ANALYSES SPATIO-TEMPORELLES DE L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN GRENOBLOIS : L'ÉTÉ 2020**
Xavier Foissard, Sandra Rome, Sylvain Bigot, Anne-Cécile fouvel
- **IMPACTS D'UNE MEILLEURE DESCRIPTION DE LA VÉGÉTATION URBAINNE SUR DES SIMULATIONS DU CLIMAT URBAIN AVEC SURFEX-TEB**
Mélissa POUPELIN, Julien PERGAUD, Damien ROY, Julita DUDEK, Ludovic GRANJON, Nadège MARTINY, Julien CRÉTAT, Mario REGA, Yves RICHARD, Thomas THEVENIN
- **BENEFITS OF WELL-WATERED TREES ON STREET MICROCLIMATE : WHAT IS THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ?**
Sophie Herpin, Souleymane MBALLO, Julien THIERRY, Dominique LEMESLE, Lydia BRIALIX, Fabrice ODRIGUEZ, Sabine DEMOTES-MAINARD, Pierre-Emmanuel BOURNET
- **MODÉLISATION CLIMATIQUE RÉGIONALE À HAUTE RÉOLUTION POUR L'ÉTUDE DU CLIMAT URBAIN : ÉVALUATION DU MODÈLE CNRM-AROME SUR 12 VILLES FRANÇAISES**
Yohanna MICHAU, Aude LEMONSU, Philippe LUCAS-PICHER, Cécile CAILLAUD, Antoinette ALIAS
- **LES BRISES DE MER ET L'ÎLOT DE CHALEUR À FLORIANÓPOLIS - BRÉSIL**
Geisa ROCHA, Vincent DUBREUIL, Francisco MENDONÇA

- **ÉTUDE DE L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN À VITRE (35), APPROCHE PAR MODÉLISATION DE L'OCCUPATION DES SOLS ET MESURES DE TERRAIN**
Marion DELIDAIS, Vincent DUBREUIL, Philippe LECUYER, Annabelle LAMY, Gabriel DELAUNAY, Charlotte BRABANT
- **INFLUENCE DE LA TAILLE DE TACHE URBAINE SUR L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN : ETUDE SUR DES COMMUNES D'ILLE ET VILAINE**
Charlotte BRABANT, Vincent DUBREUIL, Simon DUFOUR, Gabriel DELAUNAY, Jean NABUCET
- **UN CHANGEMENT CLIMATIQUE SOUVENT OUBLIE : LES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS EN AMAZONIE**
Vincent DUBREUIL, Damien ARVOR, Vincent NEDELEC, Jean NABUCET, Charlotte BRABANT, Carlos Antonio DA SILVA JUNIOR, Laurimar VENDRUSCULO, Bruno CARDOSO, Marco ANTONIO Camillo de CARVALHO, Thiago RIZZI, Isabelle BONINI, Luis DE ARAUJO, Margarete AMORIM
- **CARTOGRAPHIE DE L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN GRÂCE AUX THERMOMÈTRES EMBARQUÉS DANS LES VOITURES CONNECTÉES : CAS À TOULOUSE ET DIJON**
Eva MARQUES, Valéry MASSON, Philippe NAVEAU, Olivier MESTRE, Vincent DUBREUIL, Yves RICHARD
- **CARTOGRAPHIER LE CLIMAT URBAIN POUR LA GESTION DU CONFORT D'ÉTÉ EN URBANISME : DE L'ANALYSE CLIMATIQUE ET LA SÉMILOGIE GRAPHIQUE AUX RECOMMANDATIONS**
Julia HIDALGO, Najla TOUATI, Sinda HAOUES-JOUVE, Laurent JEGOU, Geneviève BRETAGNE, Erwan BOCHER, Valéry MASSON, Arnaud MAYIS, Renaud JOUGLA, Gwendall PETIT, Robert SCHOETTER, Collectif GEO-VISU
- **VARIABILITÉ ET INTERCOMPARAISON DES TEMPÉRATURES DES ZONES D'ACTIVITÉS ET COMMERCIALES SELON DIFFÉRENTES CONDITIONS CLIMATIQUES À TOULOUSE**
Guillaume DUMAS
- **CHARACTERISATION OF THE INDOOR MICROCLIMATE WITHIN THE HISTORIC ARCHIVES OF A CULTURAL INSTITUTION IN THE MEGACITY OF SÃO PAULO (BRAZIL) IN THE PERSPECTIVE OF PREVENTIVE CONSERVATION**
Andrea CAVICCHIOLI, Anna Laura CANUTO ROCHA DE ANDRADE, Vincent DUBREUIL
- **LA PLANIFICATION STRATÉGIQUE ET TERRITORIALE POUR L'INTÉGRATION DES SOLUTIONS D'ADAPTATION FONDÉES SUR LA NATURE ET LA LUTTE CONTRE L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN : LE CAS DES PCAET**
Elodie BRICHE, Baptiste SALMON, Aurélie TAILLEUR, Charlotte DA CUNHA
- **IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET STRATÉGIES D'ADAPTATION À GRAND-BASSAM (SUD-EST DE LA CÔTE D'IVOIRE)**
Kalitia Fatoumata SEKONGO, Sophie Pulchérie TAPE
- **MODÉLISATION DES GRADIENTS THERMIQUES EN MILIEU URBAIN : COMPARAISON DE TROIS RÉGRESSIONS SUR LYON**
Florent RENARD, Lucille ALONSO
- **RUISSELLEMENT PLUVIAL ET ÉROSION DES TERRES DANS L'ARRONDISSEMENT D'AKASSATO À ABOMEY-CALAVI AU BENIN**
Cyr. Gervais ETENE, Ayédèguè BIAOU, Philippe CHABI

Session MONTAGNE - EAU

- **VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE DES JOURS PROPICES AUX ÉVÈNEMENTS DE PLUIE VERGLAÇANTE/NEIGE COLLANTE EN EUROPE**
Florian RAYMOND, Philippe DROBINSKI, Nicolas ROCHE
- **LES SIMULATIONS HYDRO-CLIMATIQUES DRIAS 2020 - SIM2**
Fabienne ROUSSET, Flore TOCQUER, Jean-Michel SOUBEYROUX
- **INTERPOLATION DES TEMPÉRATURES DE L'AIR À FINE RÉOLUTION EN ZONE DE MONTAGNE**
Judith EECKMAN, Jean-Michel FALLOT
- **ESTIMATION DES SÉCHERESSES AU NOUVEAU-BRUNSWICK, CANADA (1971-2020)**
Guillaume FORTIN, Charlotte POIRIER, Vincent DUBREUIL
- **HOW ABRUPT CHANGE IN SURFACE TEMPERATURE IMPACT WATER CYCLE OVER FRANCE ?**
Léa LAURENT, Albin ULLMANN, Claude PERROT, Xavier AUBOUY, Thierry CASTEL
- **ANALYSIS OF TEMPERATURE CHANGES IN VALSESIA (NORTH WESTERN OF ITALY)**
Alessandro POMPEO, Alice BARONETTI, Fiorella ACQUAOTTA,
- **CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE ET TEMPS NEIGEUX DANS LES ALPES DU SUD**
Guillaume GUERIN, Nicolas MARTIN
- **ÉVALUATION DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE L'ADAPTATION AVEC DES OUTILS DE MODÉLISATION HYDROLOGIQUES LIBRES**
Guillaume THIREL, David DORCHIES, Olivier DELAIGUE, Laura NUNEZ TORRES, Diyae ELMALKI
- **EXPLORING THE FUTURE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON THE WATER RESOURCES OF FRANCE**
Miquel TOMAS-BURGUERA, Patrick LE MOIGNE, Aaron BOONE
- **ESTIMATION DES RÉSERVES EN EAU SOUTERRAINE RÉGULATRICES DANS LE HAUT BASSIN DE L'OU M ER RBIA (MAROC)**
Tarik EL ORFI, Mohamed El Ghahci, Sébastien LEBAUT, Emmanuel GILLE
- **IMPROVING THE ACCURACY OF HYDROLOGICAL MODELING USING SNOW WATER EQUIVALENT (SWE) DURING SPRING FLOODING IN THE MOROCCAN HIGH ATLAS**
Myriam BENKIRANE, Nour-Eddine LAFTOUHI, Simon GASCOIN, Laura SOURP, Said KHABBA,
- **ASSIMILATION OF THERMAL AND MICROWAVE DATA TO IMPROVE FAO-56 METHOD FOR EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATES IN SEMI-ARID REGIONS**
Abdelhakim AMAZIRH, Salah ER-RAKI, Olivier MERLIN, Abdelghani CHEHBOUNI
- **CLIMSNOW, UN SERVICE CLIMATIQUE POUR ANTICIPER L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CONDITIONS D'ENNEIGEMENT DES STATIONS DE SPORT D'HIVER**
H. FRANÇOIS, S. MORIN, C. CARMAGNOLA, R. SAMACOÏTS, N. ANIORT, L. GUILY, J. SIMON, J.M. SOUBEYROUX, A. DROUIN

- **PROJECTIONS CLIMATIQUES ET CONDITIONS D'ENNEIGEMENT DANS LES MASSIFS MONTAGNEUX FRANÇAIS**
Raphaëlle SAMACOÏTS, Samuel MORIN, Jean-Michel SOUBEYROUX, Matthieu LAFAYSSE, Carlo CARMAGNOLA, Hugues FRANÇOIS
- **DROUGHT CHARACTERISTICS OVER TWO LARGE BASINS IN MOROCCO (TENSIFT AND SEBOU)**
Kaoutar OUKADDOUR, Younes FAKIR, Michel LE PAGE
- **LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU EN BRETAGNE : LES RÉSULTATS DU PROGRAMME DEMOCLIM AIC 2022**
Louis AMIOT, Vincent DUBREUIL, Josette LAUNAY, Florence MASSA, Enora KEROMNES, Elodie BARDON, Franck BARAER
- **IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'ÉCOULEMENT DES RIVIÈRES EN ROUMANIE**
Liliana ZAHARIA, Gabriela IOANA-TOROIMAC, Gabriela Adina MOROSANU
- **ÉVOLUTION DU RÉGIME PLUVIOMÉTRIQUE SUR UN SIÈCLE DANS LA PROVINCE DE SETTAT, MAROC**
Abdelali SEBBA, Hassan FOUGRACH, Mohamed HSAINE, Wadi BADRI
- **ÉTUDE DES VARIATIONS CLIMATIQUES AU SUD DU MAROC ET DES DÉBITS DE PROJET, CAS DU "BASSIN D'OUED OUM LAACHAR"**
Abdelali SEBBAR, Youssef DARARI, Mostafa BADILOU
- **SIMULATION DE DÉBITS ET D'ÉVÈNEMENTS DE CRUE À PARTIR D'INFORMATIONS ATMOSPHÉRIQUES DE GRANDE ÉCHELLE : EXEMPLE DU BASSIN VERSANT DU RHONE AMONT (ALPES EUROPEENNES)**
Caroline LEGRAND, Bruno WILHELM, Benoît HINGRAY
- **L'IMPACT DE LA VARIABILITÉ PLUVIOMÉTRIQUE SUR L'APPORT DES BARRAGES ET L'APPROVISIONNEMENT DES VILLES EN EAU POTABLE EN TUNISIE**
Ajifa Ben HAMMOUDA, Salem SEBEI

Session SANTÉ - AIR - ÉNERGIE

- **ENJEUX ET OBJECTIFS DU PROJET CASSANDRE (CANICULES, SANTÉ ET DENSITÉ DE RÉSEAUX MÉTÉOROLOGIQUES SUR LE TERRITOIRE GRENOBLOIS)**

Sandra ROME, Xavier FOISSARD, Sylvain BIGOT, Anne-Cécile FOUVET, Emilie ROUSSET, Agnès QUESNE, Johanna LEPEULE, Dominique BICOUT, Nathalie DUBUS

- **PROFILS TEMPORELS ET NIVEAU GLOBAL DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE DES MÉNAGES DE LA VILLE DE ZINDER - NIGER**

Mahamadou ZAKARI, Abdou KAILOU DJIBO, Souleymane KEITA, Fabrice PAUL NGUEMA

- **THE COPERNICUS ATMOSPHERE MONITORING SERVICE (CAMS) EMISSIONS OF GREENHOUSE GASES AND AIR POLLUTANTS**

Antonin SOULIE, Claire GRANIER, Hugo DENIER VAN DER GON, Jeoren J. P. KUENEN, Santiago Arellano, Sabine DARRAS, Thierno DOUMBIA, Bo GALLE, Michael GUAUSS, Marc GUEVARA, Jukka-Pekka JALKANEN, Sekou KEITA, Cathy LIOUSSE, Jana DOUBALOVA, David SIMPSON, Katerina SINDELAROVA

- **L'ÎLOT DE FRAICHEUR DU COTENTIN (NORMANDIE) : UN ELDORADO DE L'ADAPTATION AUX CANICULES ?**

Matthieu DAVID, Olivier CANTAT, Éline GÉRARD

- **RESPIRATORY DISEASES - RELATIONS TO CLIMATE PARAMETERS**

Eduarda Rebelatto BRANDALISE, Pedro MURARA.

- **VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE DES PM2. ET NO2, DANS LE XIIIEME ARRONDISSEMENT DE PARIS**

ABDMOULEH, S. DAHECH

- **TOPOCLIMAT DE LA RÉGION DE ZAHLE (LIBAN ORIENTAL)**

Rabih ZEIN AL DINE, Salem DAHECH.

- **LA POLLUTION DE L'AIR AU PM10 DANS L'AGGLOMÉRATION DE CERGY-PONTOISE : LIENS ENTRE ÉPISODES DE POLLUTION ET TYPES DE TEMPS**

Souad LAGMIRI et Salem DAHECH

- **ANTHROPOGENIC EMISSIONS, AEROSOL POLLUTION AND HEALTH IN WESTERN AFRICA**

LIOUSSE, V. YOBOUE, S. KEITA, T. DOUMBIA, J.F. LEON, J. ADON, S. GNAMIEN, E. N'DATCHOH TOURE, BAEZA-SQUIBAN, I. ANNESI-MAESANO, S. BECERRA, M. BELLAND, A. AKPO, J. DJOSSOU, K. KOUAME, M. OUAFO, E. ASSAMOI, J. BAHINO, A. BONNASSIEUX, H. CACHIER, M. DIAS-ALVES, M. DOUMBIA, GALY-LACAUX, E. GARDRAT, C. GRANIER, G. OSSOHOU, L. ROBLOU, F. SOLMON and H. XU

- **RECENT WEATHER AND AIR POLLUTION CHANGES IN BRAZIL**

Francisco Jablinski CASTELHANO, Ana Clara Neme PEDROSO, Igor Cobelo FERREIRA³, Weeberb J. REQUIA

- **INFLUENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE COMPORTEMENT DU BÂTIMENT DANS SON ENVIRONNEMENT URBAIN : QUEL FICHER MÉTÉO FUTUR UTILISER ?**

Sihem GUERNOUTI, Auline RODLER, Jeremy BERNARD, Marjorie MUSY, Benjamin MORILLE, Adrien GROS

- **A GLOBAL ATLAS OF AIR QUALITY, BASED ON THE COPERNICUS ATMOSPHERE MONITORING SERVICE REANALYSIS**

Thierno DOUMBIA, Claire GRANIER, Sabine DARRAS, Sekou KEITA, Cathy LIOUSSE, Antonin SOULIE, Rajesh KUMAR, Gabriele PFISTER

- **THE ECCAD DATABASE: ACCESS TO A VARIETY OF INVENTORIES OF EMISSIONS FOR GREENHOUSE GASES AND AIR POLLUTANTS**
Sabine DARRAS, Claire GRANIER, Cathy LIOUSSE, Thierno DOUMBIA, Sekou KEITA, Antonin SOULIÉ
- **CITIZENS AS ADDITIONAL MOBILE SENSORS IN CASE OF NATURAL DISASTERS: A NEW EMERGENCY DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ITALY AND CROATIA**
- **LES CITOYENS COMME CAPTEURS MOBILES SUPPLÉMENTAIRES EN CAS DE CATASTROPHE NATURELLE : UN NOUVEAU SYSTÈME D'AIDE AUX DÉCISIONS D'URGENCE POUR L'ITALIE ET LA CROATIE**
Antonio CARDILLO, Valentina DI TALIA, Giacomo ANTONIONI
- **CLIMATE AND COVID-19 IN THE STATE OF PARANÁ (BRAZIL)**
Francisco MENDONÇA, Pedro Augusto Breda FONTÃO, Wilson Flavio Feltrim ROSEGHINI
- **CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES AMBIANCES CONTRAIGNANTES CHAUDES LIÉES À L'HUMIDITÉ DE L'AIR EN TUNISIE**
Mustapha RIAHI
- **PERCEPTION DE LA FORTE CHALEUR DANS L'AGGLOMÉRATION DE KAIROUAN (TUNISIE)**
Mohamed CHEBLI, Sami CHARFI, Salem DAHECH
- **FICHIERS MÉTÉOROLOGIQUES DE VAGUES DE CHALEUR FUTURES POUR ÉVALUER LA RÉSILIENCE THERMIQUE DES BÂTIMENTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**
Anaïs MACHARD, Emmanuel BOZONNET, Agnese SALVATI, Mamak POURABDOLLAHTOOKABONI, Abhishek GAUR

Session AGROMÉTÉOROLOGIE

- **MODÉLISATION DES IMPACTS CLIMATIQUES SUR LA CROISSANCE RADIALE DU PIN MARITIME (PINUS PINASTER) POUR ÉVALUER LA VULNÉRABILITÉ DES ARBRES À LA SÉCHERESSE PENDANT LE DÉPÉRISSEMENT DES FORÊTS DE BENI DERDJINE CHLEF (ALGERIE)**
Malik KACI
- **CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ADAPTATION DES PAYSANS DE NAPIE (NORD DE LA COTE D'IVOIRE)**
Sangboliéwa Lanzeny OUATTARA, Aichatou KONE
- **IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'ÉVOLUTION DES CONDITIONS AGROCLIMATIQUES DU BASSIN IVOIRIEN DE LA COMOÉ**
Djibril D. NOUFÉ, Amidou DAO, Emile G. SORO, Pauline K. DIBI, Dominique DUMAS, Téléphore Y. BROU, Sylvain BIGOT, Bamory KAMAGATE, Lanciné D. GONE, Bi Tié A. GOULA, Eric SERVAT, Gil MAHE
- **VARIABILITÉ DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR A BISKRA (ALGÉRIE)**
Mohammed FACI, Miloud OUBADI
- **NOUVELLE INCERTITUDE LIÉE AUX OCCURRENCES DE SÉQUENCES AVEC OU SANS PLUIE : IMPACT SUR LES RENDEMENTS AGRICOLES DANS LA RÉGION SUD-EST DE LA COTE D'IVOIRE**
Dominique DUMAS, Sylvain BIGOT, Téléphore Y. BROU, Jean-Emmanuel PATUREL, Kouakou Bernard DJE, Djibril D. NOUFE, Pauline DIBI, Dané BEUGRE, Arona DIEDHIOU, Christian CILAS
- **RISQUES AGROCLIMATIQUES ET SAVOIRS ENDOGÈNES DES EXPLOITANTS AGRICOLES DE LA CUVETTE DE GUIDIMOUNI (CENTRE-SUD ZINDER AU NIGER)**
Amadou ABDOU BAGNA
- **VARIABILITÉ DE LA PRODUCTION OLÉICOLE EN FONCTION DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES DANS LA DÉLÉGATION DE MENZEL CHAKER (SFAX, TUNISIE CENTRALE)**
M. MZOUGHJI et, M. FEKI, S. DAHECH
- **CEREAL YIELD FORECASTING WITH SATELLITE DROUGHT-BASED INDICES, WEATHER DATA AND REGIONAL CLIMATE INDICES USING MACHINE LEARNING IN MOROCCO**
El Houssaine BOURAS, Lionel JARLAN, Salah ER-RAKI, Clément ALBERGEL, Riad BALAGHI and Saïd KHABBA
- **MODÉLISATION DU POTENTIEL DES VIGNOBLES LITTORAUX ET INSULAIRES DANS LE CADRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**
Jeanne THIBAUT, Hervé QUENOL, Cyril TISSOT
- **MESOCLIMATE IMPACT ON ALBARIÑO CV. (VITIS VINIFERA L.) BERRY COMPOSITION IN THE EMERGING ATLANTIC WINEGROWING REGION OF URUGUAY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE**
Mercedes FOURMENT, Ramiro TACHINI, Milka FERRER and Valérie BONNARDOT
- **IMPACT DE LA SÈCHERESSE ET DE LA VAGUE DE CHALEUR ESTIVALE DE 2021 SUR L'OLIVERAIE PLUVIALE À SKHIRA (SFAX -TUNISIE CENTRALE)**
Ismail CHIAB, Salem DAHECH, Najiba CHKIR, Riadh BOUAZIZ

- **ESTIMATION DE LA VITESSE DE PROPAGATION DU FEU DANS LA FORET DOMANIALE DE TAKROUNA (NORD OUEST DE LA TUNISIE) PAR LE MODELE BEHAVE**
Salem SEBEI & Youssef AMMARI
- **APPORT D'UN NOUVEAU PROTOCOLE DE RÉGIONALISATION DYNAMIQUE DU CLIMAT POUR L'ESTIMATION DU BILAN HYDRIQUE DE DOUGLASAIES**
Valentin BLANCHET, Philippe AMIOTTE-SUCHET, Nathalie BRÉDA, Vincent BADEAU, Thierry CASTEL
- **ÉVALUATION SPATIO-TEMPORELLE DE L'EXPOSITION AU GEL EN RÉGIONS VITICOLES TRADITIONNELLE (PAYS DE LA LOIRE) ET ÉMERGENTE (BRETAGNE)**
Théo PETITJEAN, Cyril TISSOT, Jeanne THIBAUT, Mathias ROUAN, Hervé QUENOL et Valérie BONNARDOT
- **DETERMINATION OF WATER CONSUMPTION FOR WINTER WHEAT IN SOUTHERN ROMANIA. CASE STUDY : CARACAL PLAIN, AGRICULTURAL YEAR 2017-2018**
Dana Maria (OPREA) CONSTANTIN, Florentina Iuliana (STAN) MINCU, Adrian Amadeus TIȘCOVSCHI, Elena GRIGORE, Victor Viorel VĂȚĂMANU, Raul Gabriel ILEA

ENJEUX ET OBJECTIFS DU PROJET CASSANDRE (CANICULES, SANTÉ ET DENSITÉ DE RÉSEAUX MÉTÉOROLOGIQUES SUR LE TERRITOIRE GRENOBLOIS)

Sandra ROME ¹, XAVIER FOISSARD ¹, Sylvain BIGOT ¹, Anne-Cécile FOUVET ² Emilie ROUSSET ³,
Agnès QUESNE ³, Johanna LEPEULE ⁴, Dominique BICOUT ⁵, Nathalie DUBUS ⁶

¹ Université Grenoble Alpes, Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE, UMR 5001 CNRS/IRD/UGA/G-INP, CS 40700 - 38058 Grenoble cedex 9, France, sandra.rome@univ-grenoble-alpes.fr)

² Ville de Grenoble (Projets Air-Climat, Direction alimentation, nature et cadre de vie), France

³ Ville d'Echirolles (Direction de la Ville Durable), France

⁴ IAB (Institute for Advanced Biosciences, INSERM-UGA, Grenoble), France

⁵ TIMC (Translational Innovation in Medicine and Complexity, CNRS-UGA-Vetagro Sup-GINP), France

⁶ Laboratoire ESPACE (CNRS-Aix-Marseille Université, Avignon Université et l'Université Côte d'Azur), France

Résumé : Le projet CASSANDRE (2022-2025) soutenu par l'ADEME vise à caractériser les extrêmes de chaleur (îlot de chaleur urbain, vagues de chaleur, canicules) aux échelles spatio-temporelles fines, et leurs impacts sanitaires associés, en particulier sur les populations vulnérables et/ou sensibles, à l'échelle du territoire grenoblois, en partenariat direct pour répondre aux besoins d'adaptation des collectivités de Grenoble et d'Echirolles. Ce projet interdisciplinaire s'appuie sur des chercheurs provenant de plusieurs unités de recherche spécialisées en sciences du climat, en épidémiologie, en sciences de la donnée et en géogouvernance. Les méthodes d'étude s'appuient notamment sur les 'Local Climate Zone' et la définition de l'ICU à l'échelle de l'agglomération grenobloise.

Mots-Clés : Canicule, extrêmes météo-climatiques, santé, approches pluridisciplinaires.

Abstract: Issues and objectives of the CASSANDRE project (heat waves, health and density of meteorological networks in the Grenoble area). The CASSANDRE project (2022-2025) supported by ADEME aims to characterize heat extremes (urban heat island, heat waves) on fine spatio-temporal scales, and their associated health impacts, in particular on vulnerable and/or sensitive populations, in the Grenoble area, in direct partnership to meet the adaptation needs of the cities of Grenoble and Echirolles. This interdisciplinary project relies on researchers from several research units specialized in climate sciences, epidemiology, data sciences and geo-governance. The study methods draw on the 'Local Climate Zone' and the definition of the UHI at the scale of the Grenoble agglomeration.

Keywords: Heatwave, weather and climate extremes, health, multidisciplinary approaches.

Introduction et contexte

Financé par l'ADEME (programmation 2022-2025), le projet de recherche-action CASSANDRE (Canicules, SANTé et Densité de REseaux météorologiques sur le territoire grenoblois) est proposé après six années d'échanges, d'actions exploratoires et de projets co-construits entre les chercheurs et les collectivités de Grenoble et d'Echirolles (Isère, France), autour des questions et services climatiques en lien avec la prospective urbaine. Plusieurs des résultats ont été présentés lors de la Biennale des villes en transition tenue à Grenoble en 2017 (Bigot *et al.*, 2017a ; Rome *et al.*, 2017a). Ces divers travaux et mobilisations participatives ont conduit à la rédaction du Plan municipal canicule (présenté en conseil municipal fin 2019), d'un livret analysant les évolutions climatiques, les enjeux et les stratégies locales (Ville de Grenoble, 2018) ou sur des publications scientifiques plus académiques (Bigot *et al.*, 2017b ; Rome *et al.*, 2017b ; Rome *et al.*, 2020). Parallèlement, plusieurs travaux épidémiologiques sur l'impact des températures excessives sur certaines populations cibles étaient menées dans l'agglomération et à des échelles supérieures (Kloog *et al.*, 2016 ; Lepeule, 2018 ; Hough *et al.*, 2020). Une réalisation forte qui a notamment émergé dès 2019 pour

Grenoble, puis 2020 pour Echirolles (3^{ème} ville de l'Isère par sa démographie), a été la création et l'installation d'un réseau de mesures micro-météorologiques intra-urbain. En effet, un point historique et scientifique bloquant s'expliquait par l'absence d'un réseau météorologique dense et structuré permettant d'analyser, représenter et éventuellement modéliser la cartographie thermique urbaine et par quartiers (outre celle provenant classiquement de la cartographie indirecte par télédétection, qui n'est pas une mesure totalement représentative de la température subie). CASSANDRE s'intéresse à l'étude micro- et bioclimatique d'un site urbain complexe par sa forte densité démographique et son contexte topoclimatique. Il veut apporter de nouvelles données météo-climatiques et épidémiologiques, ainsi que des outils méthodologiques adaptés, pour analyser les impacts des fortes températures estivales (celles de fond, en lien avec le réchauffement climatique actuel ou futur, ou celles périodiques, liées aux vagues de chaleurs ou épisodes caniculaires). L'étude de la sensibilité et de la vulnérabilité thermo-physiologique, imposée par les extrêmes météo-climatiques sur les habitants – surtout certaines populations vulnérables – mais aussi sur les rythmes d'activités socio-économiques (administratives, culturelles, scolaires, sportives, salariées) reste une étape essentielle pour permettre aux collectivités de développer des outils d'adaptation ciblés (Benmarhnia *et al.*, 2017 ; Benmarhnia et Beaudeau, 2018). Les données, diagnostics et outils opérationnels disponibles à ce jour sont toujours très génériques, souvent fondés sur des approches par inter-comparaisons urbaines ne tenant pas compte des conditions et réalités intra-communales, notamment pour l'exemple complexe grenoblois.

Cet article présente la structuration du projet CASSANDRE et aborde les objectifs puis le réseau de mesures météo-climatiques utilisées, ainsi que la méthodologie engagée ; il esquisse la cartographie provisoire de l'îlot de chaleur urbain (ICU) et des micro-îlots de chaleur urbain (MICU) en lien avec les *Local Climate Zone* (LCZ) redéfinies à l'échelle locale ainsi que les résultats escomptés sur les extrêmes de chaleur.

1. Objectifs du projet CASSANDRE

Selon les six enjeux majeurs de la feuille de route française sur les ODD (Objectifs du Développement Durable) adoptée en 2019, le projet CASSANDRE relève de celui visant l'action pour la santé et le bien-être de tous, ainsi que celui favorisant la participation citoyenne pour atteindre des objectifs de développement durable, en concrétisant la transformation des pratiques à travers le renforcement de l'expérimentation et de l'innovation territoriale. CASSANDRE vise à contribuer de manière significative à la réflexion à l'échelle locale, tout en prenant part aux échanges thématiques et méthodologiques de niveau national, sur les nombreux enjeux et objectifs dépendant des déterminants de la santé et impacts des épisodes de chaleur extrême sur les socio-écosystèmes urbains (figure 1). Le premier objectif environnemental reste l'amélioration du bien-être humain en ville et la justice environnementale à destination des populations les plus vulnérables.

Plus précisément, le premier objectif scientifique consiste à améliorer l'état des connaissances météorologiques des extrêmes de chaleur (fréquence, occurrence, intensité, extensions spatiales et temporelles, variabilité jour-nuit). Il s'agit notamment de caractériser les ICU et MICU en tenant compte de l'intensification des canicules et des vagues de chaleur. Le second objectif de CASSANDRE se situe à l'interface de l'épidémiologie environnementale et sociale. Il consiste à déterminer localement l'usage, la qualité et la représentativité des nombreux indicateurs bioclimatiques et sanitaires disponibles. Le troisième objectif, porté par les collectivités, vise d'une part, à compléter l'interprétation de la chaîne d'alerte canicule, pour en avoir une lecture infra-communale tenant compte des contrastes socio-démographiques et, d'autre part, à apporter des éléments d'aide à la décision, de formation et de communication pour définir des actions de protection des populations (public sensible, agents et usagers des collectivités, habitants), dans une perspective d'adaptation, de services climatiques et de diagnostics sanitaires.

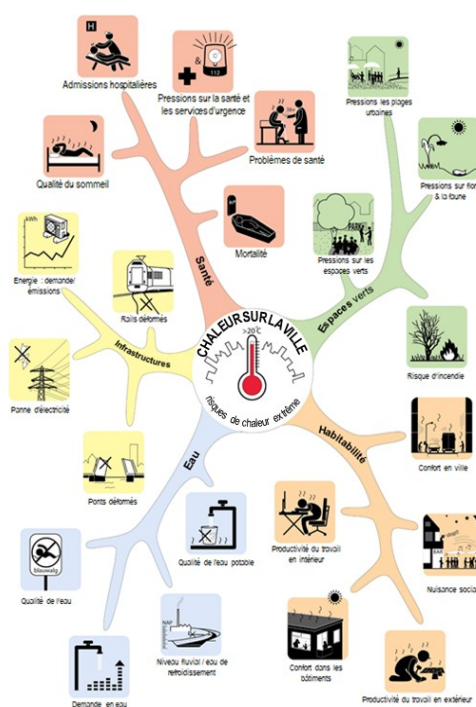


figure 1. Carte mentale des principaux impacts des épisodes de chaleur extrême sur les environnements urbains (traduit d'après Klok et Kluck, 2018).

2. Données et méthodes

Le cadre analytique pourra s'appuyer sur tous les retours d'expérience provenant des différentes programmations françaises et européennes fédérant les travaux autour des vagues de chaleur, des impacts des aléas thermiques et des services climatiques ou écosystémiques à développer. Surtout orientés sur des approches multisectorielles ou sur des modélisations numériques couplées multicritères à l'échelle de très grandes métropoles et capitales, les enseignements et outils déclinés demeurent utiles pour une approche nationale et régionale, *e.g.* Climate-fit.City (<http://climate-fit.city/>), RESCCUE (<https://toolkit.resccue.eu/>) ou encore Urbisphere (<http://urbisphere.eu/>). Les analyses météo-climatologiques selon une approche multi-scalaire s'appuient surtout sur un nouveau réseau de capteurs météorologiques intra-urbain déployé dès 2019 par les deux collectivités d'Echirolles et de Grenoble, grâce au soutien météorologique et technique d'un chercheur de l'équipe CASSANDRE. A ce réseau original s'ajoutent toutes les données climatiques disponibles provenant d'autres sources complémentaires plus habituelles (réseau Météo France, stations issues de réseaux coopératifs et associatifs).

2.1. Un dense réseau de capteurs thermiques

L'étude s'appuie sur un réseau associant stations météorologiques et capteurs thermiques installés sur du mobilier urbain (figure 2) et comprend :

- **6 stations météorologiques** : 2 stations Météo France (Grenoble-CEA-Radôme sur la Presqu'île et Le Versoud, à 12 km au N-E de l'agglomération), 4 stations appartenant aux villes d'Echirolles et de Grenoble (respectivement au Centre Robert Buisson et sur le toit de l'Hôtel de Ville d'Echirolles, ainsi qu'au Centre Horticole en milieu péri-urbain et sur le toit de l'Office de Tourisme de Grenoble en milieu urbain).

- **62 capteurs thermiques** (type Tinytag Talk 2) répartis dans les communes d'Echirolles et de Grenoble, représentant un réseau très dense (respectivement 4,1 et 1,6 capteurs par km²).

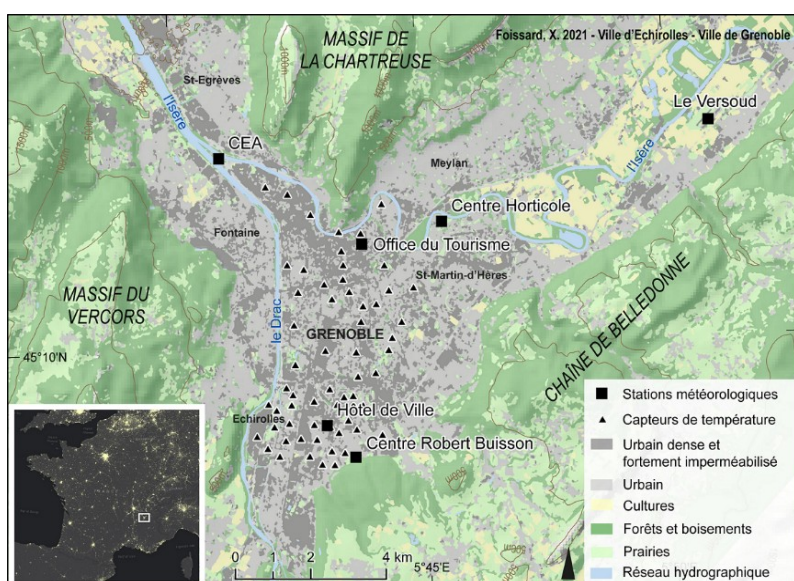


figure 2. Réseau d'observation météoclimatique urbain (6 stations météorologiques + 62 capteurs thermiques) installé au cœur de l'agglomération grenobloise depuis 2019.

Sources : Foissard (in APR CASSANDRE, 2021), IGN BD ALTI (2018), DDT de l'Isère (2015), Météo-France, CEA, Ville d'Echirolles, ville de Grenoble.

Cette forte densité de capteurs thermiques fait de l'aire urbaine grenobloise à ce jour une zone extrêmement bien instrumentée, dans le même ordre d'idée que d'autres réseaux urbains spécifiques par exemple développés à Rennes, Dijon ou Toulouse. Ce réseau pourra être complété par les données de la station OSUB-B appartenant à l'IGE, représentative du milieu urbain grenoblois en période estivale (Rome *et al.*, 2020). Les données déjà mobilisables concernent les températures horaires relevées pour les trois derniers étés 2019, 2020 et 2021, afin d'en étudier les caractéristiques et la variabilité météo-climatique.

2.2. Méthodes de diagnostic des extrêmes thermiques

Une des tâches de CASSANDRE consiste à fournir aux collectivités partenaires, un diagnostic et une modélisation biostatistique des impacts des extrêmes thermiques sur la santé et ce, en climats présent et futur (horizon 2030-2050). Les expertises menées sur le climat grenoblois pour les étés 2019 et 2020 ont montré la variabilité spatio-temporelle de l'ICU à l'échelle de ces deux communes (Foissard, 2020), comme l'intensité de l'ICU et son occurrence pour ces deux étés, surtout lors de vagues de chaleur. Des cartographies préliminaires ont montré la forme spatiale de l'ICU à l'échelle des quartiers (figure 3a). Cependant, le contexte topographique en vallée encaissée engendre une forte variabilité spatiale de l'ICU, agissant surtout sur son extension. Cette variabilité a été constatée à un pas de temps journalier à horaire. A ce jour, les modèles physiques développés pour l'ICU demeurent moins performants pour les villes avec un contexte topographique complexe (montagnes) comme le souligne l'étude menée par l'équipe de recherche autrichienne par l'évaluation du modèle MUKLIMO_3 (Hollósi *et al.*, 2021). Ces observations préliminaires soulignent le besoin de définir l'ICU selon deux aspects : temporel (fréquence et intensité) et spatial (structure et extension). Comprendre cette variabilité est nécessaire pour l'analyse conjointe d'autres thématiques, telle que la santé. Aussi, grâce au réseau de mesures très dense développé localement, deux approches sont utilisées pour détecter les extrêmes de chaleur urbains et en améliorer la quantification et la morphologie :

1/ l'approche via les **zones climatiques locales** (ou LCZ pour « *Local Climate Zone* ») proposés par Stewart et Oke (2012 ; figure 3b), ainsi que diverses typologies associées (Oliveira *et al.*, 2020), comme celles reposant actuellement sur les outils directement disponibles tel l'outil '*LCZ Generator*' (fonctionnant à partir de la base de données *World Urban Database and Access Portal Tools*). Ces éléments permettent de

participer à l'effort d'amélioration et de normalisation sur le plan national de cette méthodologie et des outils associés.

2/ L'approche par la prise en compte des **types de temps** complète l'analyse du degré d'instabilité spatio-temporelle de l'ICU à l'échelle des deux communes. Les phénomènes de brises de vallées peuvent ainsi être observés à partir des nouvelles stations météorologiques urbaines implantées. Une analyse à l'échelle d'une saison jusqu'à une nuit spécifique contribuera à définir les différentes structures. La connaissance acquise par l'étude des types de temps et des brises constitue un préalable pour la définition de stratégies d'intervention pour les collectivités. La préconisation apportée est de prendre en considération l'orientation des bâtiments pour limiter les obstacles à ces brises. La présence d'un "ICU mobile" pose la question de la relation entre l'occupation du sol et l'impact immédiat sur la température à l'échelle locale. Ce phénomène souligne la nécessité d'évaluer les échelles climatiques concernées et les brises associées.

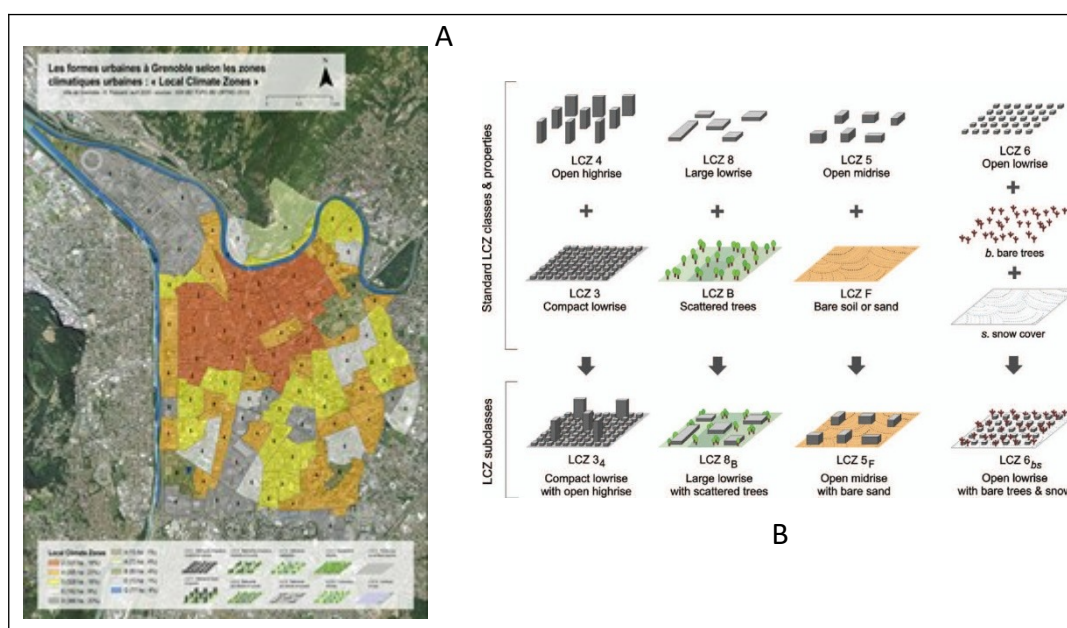


figure 3. L'approche par Local Climate Zones (LCZ). A gauche : Cartographie des formes urbaines selon les LCZ réalisée dans le cadre de l'étude préliminaire de l'ICU à Grenoble (Foissard, 2020). A droite : Sous-classes LCZ pour représenter les combinaisons de types de "bâti" et de "couverture terrestre" (Stewart & Oke, 2012).

Une fois ces éléments calés et compris à partir de l'observation, le volet prospectif portant sur l'intensité et l'occurrence attendue des vagues de chaleur et de l'ICU sur l'aire grenobloise s'appuie sur l'analyse de données provenant de la modélisation numérique du climat. Ce volet est très attendu par les collectivités pour dépasser les éléments génériques, souvent mal adaptés et/ou à des échelles inappropriées, qui sont encore utilisés localement. En effet, il faut chercher à obtenir de meilleures estimations de la charge sanitaire future (et le caractère thermo-dépendant) pour les villes, les résultats actuels étant souvent trop grossiers à cette échelle. Les méthodologies statistiques sur les extrêmes cherchent surtout à souligner le potentiel disruptif des vagues de chaleur futures (dans ce que l'on appelle aussi désormais l'effet lié aux "points de bascule") et leurs impacts socio-démographiques à l'échelle infra-communale.

3. Résultats escomptés : quantification et morphologie spatio-temporelle des extrêmes chauds lors des ICU

Le projet CASSANDRE correspond à une demande explicite provenant des orientations stratégiques nationales, pour étudier le climat et la santé. De plus, le dernier rapport annuel du Haut Conseil pour le Climat (HCC, 2021) note qu'il est indispensable de se doter d'outils robustes et fiables pour identifier et

mesurer les impacts du changement climatique et permettre le développement de services climatiques coordonnés. Cela doit passer par l'acquisition, l'application et l'opérationnalisation des données et connaissances en matière de climat. Le rapport note que la plateforme européenne Climate-ADAPT (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>) doit être renforcée et élargie avec, en particulier, la création d'un observatoire de la santé, et pour des échelles spatiales plus fines.

L'étude des extrêmes thermiques futurs et de la vulnérabilité socio-spatiale qu'ils imposeront aux échelles urbaines est alors un attendu majeur des collectivités, dans le cadre particulièrement d'un urbanisme tactique et programmatique, et donc un objectif important de CASSANDRE. Par exemple, en menant une première analyse fréquentielle générale à partir des températures quotidiennes moyennes mesurées à la station de Grenoble-CEA-Radôme (figure 4) en juillet et août 2020 (été caniculaire ; Rome *et al.*, 2020) et 2021 (été considéré « normal »), on observe déjà des seuils thermiques moyens atteints très élevés.

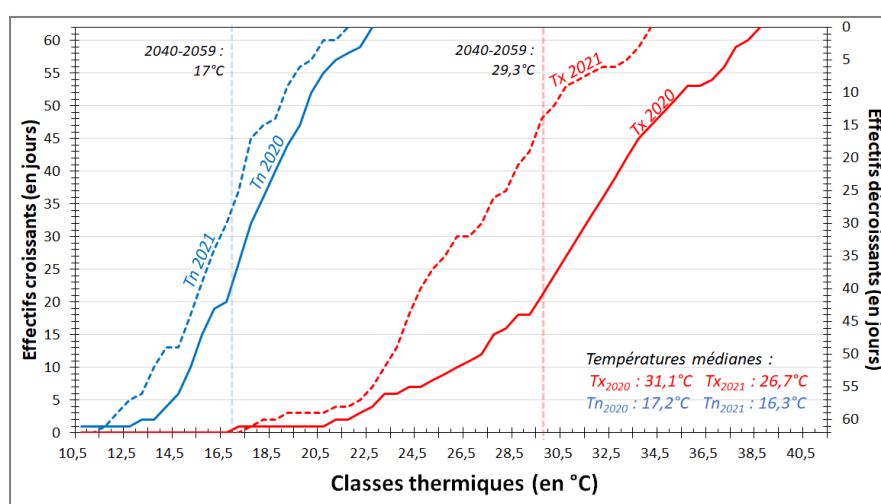


Figure 4. Nombre de jours cumulés croissants (ordonnée de gauche) ou décroissants (ordonnée de droite) selon des classes de températures de 0,5°C (abscisse) calculés à partir des températures minimales (Tn) et maximales (Tx) de la station Grenoble-CEA-Radôme en juillet-août (N = 62) des années 2020 et 2021 (les données sont obtenues via la Bibliothèque de Météo France) ; les traits pointillés verticaux correspondent aux valeurs des températures médianes moyennes 2040-2059 en juillet-août en Région Auvergne-Rhône-Alpes selon le scénario SSP5-8.5 (calculées d'après les données CMIP6 fournies par le *Climate Change Knowledge Portal*).

Alors que les températures journalières minimales médianes moyennes projetées en juillet-août à l'échelle de la Région AURA à l'horizon 2040-59 pour le scénario pessimiste SSP5-8.5 sont de 17°C, on voit que ce seuil est déjà dépassé en été 2020 à l'échelle de l'agglomération grenobloise. Cela indique donc d'ores et déjà *a priori* une très forte sensibilité lors d'extrêmes thermiques nocturnes, en lien avec l'ICU. La valeur médiane observée localement pour les Tx en 2020 (31,1°C) se situe également au-dessus de celle modélisée pour le futur à l'échelle régionale (29,3°C), indiquant bien que les pics et vagues de chaleur intenses déjà enregistrés ces dernières années ont des conséquences majeures, sans devoir attendre les prochaines décennies.

Conclusion

Le projet CASSANDRE permettra de qualifier les différents quartiers et d'établir non seulement la relation entre l'ICU et les formes urbaines associées, mais également de caractériser le cadre de vie associé aux données liées à la santé des populations étudiées. Ce socle commun établi par les LCZ contribuera à établir des analyses spatiales croisées entre les thématiques climat et santé avec des indicateurs apportant des éléments d'aide à la décision au regard de l'aménagement.

Remerciement : Ce travail est réalisé dans le cadre du projet CASSANDRE (CANicules, SANTé et Densité de REseaux météorologiques sur le territoire grenoblois) financé par l'APR PACT²e (Planifier et Aménager, face au Changement climatique, la Transition des Territoires) de l'ADEME.

Bibliographie

- Benmarhnia T., Beaudeau P., 2018. Les villes et la canicule : se préparer au futur et prévenir les effets sanitaires des îlots de chaleur urbain. *Bull. Epidemiol. Hebd.*, **16-17**, 354-57.
- Benmarhnia T., Kihal-Talantikite W., Ragetli M., Deguen S., 2017. Small-area spatiotemporal analysis of heatwave impacts on elderly mortality in Paris: A cluster analysis approach. *Science of the Total Environment*, **592**, 288-294.
- Bigot S., Bertrand M., Rome S., Duché S., 2017a. La prédisposition aux îlots de chaleur urbains (ICU) à Grenoble : cartographie par télédétection et intérêt des mesures in situ. Poster présenté à la Biennale de Grenoble - Villes en transition, 9-12 mars 2017.
- Bigot S., Duché S., Madelin M., Rome S., 2017b. Etude du climat urbain: pour une mise à disposition de nouveaux services climatiques. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, **68**, 13-36.
- Foissard X., 2020. *Etude préliminaire de l'îlot de chaleur urbain à Grenoble - Cartographie des indicateurs de formes urbaines en relation avec le climat urbain*, Ville de Grenoble, France.
- HCC, 2021. *Renforcer l'atténuation, engager l'adaptation*. Rapport annuel du Haut Conseil pour le Climat, 184 p.
- Hollósi B., Žuvela-Aloise M., Oswald S. et al., 2021. Applying urban climate model in prediction mode-evaluation of MUKLIMO_3 model performance for Austrian cities based on the summer period of 2019. *Theor. Appl. Climatol.*, **144**, 1181-1204.
- Hough I., Just A. C., Zhou B., Dorman M., Lepeule J., Kloog I., 2020. A multi-resolution air temperature model for France from MODIS and Landsat thermal data. *Environ Res.*, **183**, 109244.
- Klok E. J., Kluck J., 2018. Reasons to adapt to urban heat (in the Netherlands). *Urban Climate*, **23**, 342-351.
- Kloog I., Nordio F., Lepeule J., Padoan A., Lee M., Auffray A., Schwartz J., 2016. Modelling spatio-temporally resolved air temperature across the complex geo-climate area of France using satellite-derived land surface temperature data. *Int. J. Climatology*, **37** (1), 296-304.
- Lepeule J., 2018. Exposition de la femme enceinte à la température ambiante et issues de grossesse. *Anses, Bulletin de veille scientifique* n° **33**, Santé-Environnement-Travail, 5 p.
- Oliveira A., Lopes A., Niza S., 2020. Local Climate Zones classification method from Copernicus Land Monitoring Service datasets: an ArcGIS-based Toolbox. *MethodsX*, **7**, 101150, 10 p.
- Rome S., Bertrand M., Duché S., Bigot S., 2017a. La perception des îlots de chaleur à Grenoble : enquête sur la sensibilisation des habitants aux extrêmes thermiques. Poster présenté à la Biennale de Grenoble - Villes en transition, 9-12 mars 2017.
- Rome S., Bigot S., Foissard X., Madelin M., Duché S., Fouvet A.-C., 2020. Les deux épisodes caniculaires de l'été 2019 à Grenoble : constat et perspective pour une gestion des extrêmes thermiques futurs. *Climatologie*, **17**, 12, 16 p.
- Rome S., Bigot S., Le Roy B., Duché S., Madelin M., 2017b. Les services climatiques pour faciliter l'étude des événements extrêmes et l'adaptation à l'échelle locale : cas d'étude en Auvergne-Rhône-Alpes. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, **31**, 219-224.
- Stewart I. D., Oke T. R., 2012. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, **93**, 1879-1900. DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>