

UMR 7300



XXXI^e COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE

LES ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES FINES

ACTES DU COLLOQUE DE NICE

4 -7 juillet 2018

Éditeur scientifique
NICOLAS MARTIN

Colloque organisé par l'UMR 7300 ESPACE (CNRS / Université de Nice Sophia Antipolis)

Composition du comité scientifique

BEN BOUBAKER Habib (Université de la Manouba, Tunisie)
BIGOT Sylvain (Université de Grenoble-Alpes, France)
BONNARDOT Valérie (Université Rennes 2, France)
BRICHE Elodie (TEC-Conseil, France)
CAMBERLIN Pierre (Université de Bourgogne, France)
CANTAT Olivier (Université de Caen Basse-Normandie, France)
CARREGA Pierre (émérite Université de Nice, France)
DAHECH Salem (Université de Paris 7, France)
DROGUE Gilles (Université de Lorraine, France)
DUBREUIL Vincent (Université Rennes 2, France)
ENDLICHER Wilfried (Université de Berlin, Allemagne)
ERPICUM Michel (Université de Liège, Belgique)
FALLOT Jean-Michel (Université de Lausanne, Suisse)
FORTIN Guillaume (Université de Moncton, Canada)
FRATIANNI Simona (Université de Turin, Italie)
HENIA Latifa (Université de Tunis, Tunisie)
HOARAU Karl (Université de Cergy-Pontoise, France)
JOLY Daniel (Université de Franche-Comté, France)
KASTENDEUCH Pierre (Université de Strasbourg, France)
KERMADI Saida (Université de Lyon 2, France)
MADELIN Malika (Université Paris 7, France)
MAHERAS Panagiotis (Université de Thessalonique, Grèce)
MARTIN Nicolas (Université de Nice, France)
MENDONCA Francisco (Université Fédérale de Parana, Brésil)
MICHELOT Nicolas (Ministère de l'écologie, France)
MOREL Béatrice (Université de La Réunion, France)
NAJJAR Georges (Université de Strasbourg, France)
NORRANT Caroline (Université de Lille 1, France)
PAUL Patrice (Retraité Université de Strasbourg, France)
PLANCHON Olivier (Université Rennes 2, France)
QUENOL Hervé (Université Rennes 2, France)
RICHARD Yves (Université de Bourgogne, France)
ROME Sandra (Université de Grenoble-Alpes, France)
SOUBEYOUS Jean-Michel (Météo-France Toulouse, France)
TRABOULSI Myriam (Université Libanaise, Liban)
ULLMAN Albin (Université de Bourgogne, France)
VANDIEPENBECK Marc (Institut Royal Météorologique Bruxelles, Belgique)
VISSIN Expédit (Université d'Abomey-Calavi, Bénin)
ZAHARIA Liliana (Université de Bucarest, Roumanie)

LES ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES FINES

© Photo couverture : Nicolas MARTIN – juillet 2017, Mer Méditerranée Nice

<https://500px.com/photo/218660233/moon-by-niko-shooting>

Site web du colloque : <https://aic2018.sciencesconf.org/>



Membre de UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR 



XXXI^e COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE

LES ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES FINES

Actes du colloque organisé à Nice
du mercredi 4 au samedi 7 juillet 2018

Éditeur scientifique
Nicolas MARTIN (ESAPCE/UNS)

Composition du comité scientifique

- BEN BOUBAKER Habib (Université de la Manouba, Tunisie)
BIGOT Sylvain (Université de Grenoble-Alpes, France)
BONNARDOT Valérie (Université Rennes 2, France)
BRICHE Elodie (TEC-Conseil, France)
CAMBERLIN Pierre (Université de Bourgogne, France)
CANTAT Olivier (Université de Caen Basse-Normandie, France)
CARREGA Pierre (émérite Université de Nice, France)
DAHECH Salem (Université de Paris 7, France)
DROGUE Gilles (Université de Lorraine, France)
DUBREUIL Vincent (Université Rennes 2, France)
ENDLICHER Wilfried (Université de Berlin, Allemagne)
ERPICUM Michel (Université de Liège, Belgique)
FALLOT Jean-Michel (Université de Lausanne, Suisse)
FORTIN Guillaume (Université de Moncton, Canada)
FRATIANNI Simona (Université de Turin, Italie)
HENIA Latifa (Université de Tunis, Tunisie)
HOARAU Karl (Université de Cergy-Pontoise, France)
JOLY Daniel (Université de Franche-Comté, France)
KASTENDEUCH Pierre (Université de Strasbourg, France)
KERMADI Saida (Université de Lyon 2, France)
MADELIN Malika (Université Paris 7, France)
MAHERAS Panagiotis (Université de Thessalonique, Grèce)
MARTIN Nicolas (Université de Nice, France)
MENDONCA Francisco (Université Fédérale de Parana, Brésil)
MICHELOT Nicolas (Ministère de l'écologie, France)
MOREL Béatrice (Université de La Réunion, France)
NAJJAR Georges (Université de Strasbourg, France)
NORRANT Caroline (Université de Lille 1, France)
PAUL Patrice (Retraité Université de Strasbourg, France)
PLANCHON Olivier (Université Rennes 2, France)
QUENOL Hervé (Université Rennes 2, France)
RICHARD Yves (Université de Bourgogne, France)
ROME Sandra (Université de Grenoble-Alpes, France)
SOUBEYUX Jean-Michel (Météo-France Toulouse, France)
TRABOULSI Myriam (Université Libanaise, Liban)
ULLMAN Albin (Université de Bourgogne, France)
VANDIEPENBECK Marc (Institut Royal Météorologique Bruxelles, Belgique)
VISSIN Expédit (Université d'Abomey-Calavi, Bénin)
ZAHARIA Liliana (Université de Bucarest, Roumanie)

INTRODUCTION AU XXXI^e COLLOQUE DE L'AIC LES ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES FINES

Nice, 4-7 juillet 2018

Nicolas Martin

Maître de conférences à l'Université de Nice Sophia-Antipolis – UMR 7300 ESPACE

L'Association Internationale de Climatologie se réunit pour la 31^e fois du 4 au 7 juillet 2018. Cette année la ville de Nice, capitale de la Côte d'Azur, a été sélectionnée par notre association ; c'est la 2^e fois que notre réunion annuelle s'y déroule (édition précédente organisée par Pierre Carrega en septembre 2000 avec pour thème principal « risques et contraintes climatiques »). Le colloque se déroule sur le Campus Carlone de l'Université de Nice Sophia-Antipolis du mercredi 4 juillet au vendredi 6 juillet 2018. Le dîner de gala se tient à la brasserie La Rotonde du Negresco sur le Promenade des Anglais. Une excursion à caractère scientifique prend place le samedi 7 juillet 2018 dans le Parc Naturel Régional des Préalpes d'Azur. Il est sujet de géomorphologie karstique, de botanique et de topoclimatologie sur les sites de Caussols, de Calern et de Caille. Une ouverture sur la biologie du Parc est également programmée au cours de la visite de la réserve biologique des Monts d'Azur où bisons d'Europe, élans, cerfs élaphe et chevaux de Przewalski se prélassent.

Ce volume rassemble les résumés étendus des communications orales et des posters (rangés par thème et par ordre alphabétique) qui ont été relus puis validés ou non par le comité scientifique composé de 39 collègues que je remercie vivement pour leur travail attentif. Au total 69 propositions ont été retenues sur les 82 résumés étendus proposés (sur 120 propositions faites en décembre 2017), 54 présentations orales et 15 posters. Près de 90 congressistes sont inscrits dont 50 étrangers originaires de 15 pays (Algérie, Allemagne, Belgique, Bénin, Brésil, Canada, Côte d'Ivoire, Grèce, Italie, Liban, Maroc, Roumanie, Sénégal, Suisse et Tunisie). Nous remercions l'ensemble des participants pour l'intérêt qu'ils portent à l'Association Internationale de Climatologie, la qualité et la diversité des travaux présentés contribuent à la réussite de nos colloques.

Le thème principal retenu pour cette nouvelle rencontre est « les échelles spatiales et temporelles fines ». Deux conférenciers invités, Michel Erpicum et Georges Najjar, présentent le 4 juillet au matin leurs recherches sur ce thème sur divers espaces ruraux et urbains. La majorité d'entre nous étant géographe, nous sommes très attachés aux échelles spatiales et à leurs influences sur la variabilité des phénomènes météorologiques et climatiques dans l'espace, ces derniers étant également soumis à des fluctuations temporelles. Ces deux dimensions sont souvent concurrentes dans nos études avec parfois une prépondérance apportée à la cartographie d'une variable, et à d'autres occasions un accent plutôt mis sur l'évolution temporelle du climat. Quelquefois nous parvenons à incorporer dans le titre d'un article « spatio-temporel », et là, nous ne sommes pas peu fiers d'avoir travaillé sur les deux dimensions simultanément. L'adjectif « fines » fait aussi partie du thème principal du colloque. Ce qualificatif illustre parfaitement la valeur ajoutée du géographe climatologue : il permet de faire le lien entre l'environnement physique et la société, c'est-à-dire d'étudier précisément l'impact des variables climatiques sur le monde réel dans lequel nous évoluons, dans toute sa complexité, et

qui est tout sauf homogène comme peut l'être un pixel de modèle climatique global ou régional de plusieurs km de côté. Ces modèles constituent d'ailleurs parfois notre matière première, celle à laquelle nous ajoutons notre touche géographique et que nous rendons ainsi plus réaliste.

D'autres sous-thèmes ont également été choisis afin de permettre à l'ensemble des membres de l'AIC ainsi qu'à d'autres climatologues de présenter leurs résultats de recherche : risques climatiques, topoclimatologie, pollution atmosphérique, climat urbain, climat et montagne méditerranéens, modélisation climatique, climat et santé, télédétection et climat, et agroclimatologie.

Je remercie les membres du conseil d'administration de l'AIC de nous avoir fait confiance pour le déroulement de ce XXXI^e colloque, et particulièrement Vincent Dubreuil, Daniel Joly et Francisco Mendonça.

Merci également à Sylvain Bigot, Sandra Rome, Olivier Cantat, Salem Dahech, Yves Richard, Hervé Quénot et Michel Erpicum pour leurs conseils avisés au sujet de la préparation du colloque et pour leurs encouragements.

Je remercie aussi l'Université de Nice Sophia-Antipolis pour leur aide logistique.

Enfin je remercie mes collègues de l'UMR ESPACE qui m'ont apporté leur soutien et leurs encouragements pour la préparation de ce colloque. Ainsi Margot Chapuis, Dennis Fox, Julien Andrieu, Cyriel Adnès et Pierre Carrega ont contribué à la relecture finale des résumés étendus ; Véronique Gibello a réalisé la gestion financière avec l'aide du CNRS ; et Pierre Carrega assurera également l'animation scientifique de l'excursion du 7 juillet au sein du Parc Naturel Régional des Préalpes d'Azur. Un vif merci à tous !

Nice, le 19 juin 2018

Table des matières

Pages introductives	1
Les échelles spatiales et temporelles fines	1
CAPACITÉ DE STOCKAGE DE L'EAU ET SES RELATIONS AVEC LA PRODUCTIVITÉ DU SECOND SECTEUR DE SAFRA DANS LE NUCLEUS RÉGIONAL DE LONDRINA (PR), BRÉSIL., Bezerra Mangili Fabiana [et al.]	1
LE CLIMAT DE NICE-AEROPORT DE 1946 A NOS JOURS, Carrega Pierre	8
IMPACT DE L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT DES STATIONS METEOROLOGIQUES SUR LA MESURE DE LA TEMPERATURE, Dahech Salem	14
LES TYPES DE TEMPS OBSERVÉS A MULHOUSE PAR DANIEL MEYER ENTRE 1778 ET 1815, Hentzen Morgane [et al.]	20
VARIABILITÉ SPATIALE DES TEMPÉRATURES MAXIMALES Á NICE ENTRE MAI ET SEPTEMBRE 2015, Martin Nicolas	26
LES INONDATIONS Á CURITIBA / BRÉSIL: APPROCHE SPATIO-TEMPORELLE FINE ASSOCIÉE Á LA DYNAMIQUE CLIMATIQUE, Mendonca Francisco	32
CYCLES DIURNES DE RAYONNEMENT SOLAIRE ET FORÊTS EN AFRIQUE CENTRALE, Philippon Nathalie [et al.]	38
GRADIENT THERMIQUE ADIABATIQUE DANS LES ALPES ITALIENNES DU NORD-OUEST, Pollo Alessandra	43
Risques climatiques	49
FACTEURS CLIMATIQUES ET ANTHROPIQUES DE LA DESERTIFICATION DANS LA ZONE DU CLIMAT DE TRANSITION AU BENIN, Adigbegnon Marcel [et al.]	49

HIVERNAGE DE 2014 AU SENEGAL, PROJECTION AVEC LES DONNEES CORDEX-AFRIQUE SUR 2050 ET SON IMPACT SUR LA PRODUCTION AGRICOLE, Amoussou Ernest	56
LA CHALEUR DANS LE SUD DU BASSIN AQUITAIN. CONTRIBUTION DU POSTE D'AIRE SUR L'ADOUR (1971-2018) A LA CONNAISSANCE DU CLIMAT, Avila Fernand	62
LES NUITS TROPICALES EN TUNISIE, INDICATRICES DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE NOCTURNE ?, Benboubaker Habib	68
VULNÉRABILITÉ DE LA VILLE DE NATITINGOU (NORD-OUEST DU BENIN) A L'ÉROSION PLUVIALE, Etene Cyr Gervais	74
EVOLUTION DU NOMBRE ET DE LA DUREE DE L'APPARITION DES CANICULES EN ALGERIE, Faci Mohammed	80
ÉVALUATION DES DIFFÉRENTES LOIS STATISTIQUES POUR L'ÉSTIMATION DES PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES EXTRÊMES EN SUISSE, Fallot Jean-Michel	86
RISQUE D'INONDATION LIÉ AUX CHUTES DE PLUIE ET À LA FONTE DES NEIGES AU NOUVEAU-BRUNSWICK, CANADA, Fratianni Simona [et al.]	92
APERÇU SYNOPTIQUE DE LA VARIABILITÉ DES EXTRÊMES CLIMATIQUES AU BÉNIN (1960-2016), Gbohoui Patrick [et al.]	98
LES INONDATIONS URBAINES À CURITIBA (BRÉSIL) : RISQUES ET IMPACTS DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE BELÉM, Goudard Gabriela [et al.]	104
LES CYCLONES TROPICAUX TRÈS INTENSES DE CATÉGORIE 5 DU GLOBE, Hoarau Karl	110
ÉVOLUTION TEMPORELLE DES PRÉCIPITATIONS INTENSES DANS LA ZONE MÉRIDIIONALE LITTORALE OUEST-AFRICAINE, Kpanou Marc [et al.]	116
VARIATION DE L'AMPLITUDE THERMIQUE JOURNALIÈRE ET INTER JOURNALIERE DANS LA TUNISIE CENTRALE : APPROCHE BIO THERMIQUE, Lahmar Leila	122
IMPACT DES VARIATIONS CLIMATIQUES SUR L'AQUIFERE DE LA CHAOUIA COTIERE (MAROC), Najib Saliha	128
RÉGIME DES VARIABLES CLIMATIQUES POUR LES HIVERS AVALANCHEUX DANS LES MONTS PARÂNG (CARPATES MÉRIDIIONALES, ROUMANIE), Pop Olimpiu Traian	134

CIRCULATION(S) ATMOSPHERIQUE(S) ET ÉVÈNEMENTS PLUVIOMÉTRIQUES EXCEPTIONNELS A BEYROUTH : ÉTUDES DE CAS., Traboulsi Myriam . . .	140
SURCOTES MARINE A MONACO ET NICE : VARIABILITE CONTEMPO- RAINE ET FUTURE (1999-2100), Ullmann Albin	146
PERCEPTIONS ET CONNAISSANCES COMMUNAUTAIRES DES RISQUES METEO-CLIMATIQUES PAR LES POPULATIONS DE LA VILLE DE OUIDAH AU SUD-BENIN, Yabi Ibouma	152
CARACTÉRISATION DES SÉQUENCES DE SÈCHERESSE DANS LA RÉ- GION DE LA MARAHOUE A PARTIR DES INDICES SPI ET SPEI, Yapi Assa Fabrice	158
LES PRECIPITATIONS NEIGEUSES EN TUNISIE : ELEMENT POTENTIEL DU CLIMAT OU PHENOMENE A RISQUE ?, Bourgo Abdaoui Malek	163
IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES EN EAU D'UN BASSIN VERSANT ARIDE EN TUNISIE CENTRALE, Guermazi Emna [et al.]	169
Topoclimatologie	175
MODELISATION DU RECHAUFFEMENT DES ALPES DU SUD A LA MER MEDITERRANEE (1959-2015), Douguédroit Annick	175
INVERSIONS DE TEMPERATURE DANS LE JURA, Joly Daniel	182
ÉTUDE DE LA QUALITÉ DES DONNÉES NEIGE EN ITALIE : LE CAS DE LA VALLÉE D'AOSTE, Paolo Lorenzo Bertolotto	188
RÉSEAUX MÉTÉOROLOGIQUES AUX XVIIe ET XVIIIe SIÈCLES, Juvanon Du Vachat Régis	194
Climat urbain	200
IMPACTS DES PRINCIPALES REQUALIFICATIONS URBAINES LYONNAISES SUR LES TEMPÉRATURES DE SURFACE, Alonso Lucille [et al.]	200
VARIABILITÉ ET RECORDS THERMIQUES ET PLUVIOMÉTRIQUES RÉ- CENTS DU MOIS D'AOÛT DANS LE SUD-OUEST DE LA ROUMANIE, DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, Constantin Dana	207
ÎLOT DE CHALEUR URBAIN ET CANICULES : QUELLES RELATIONS ?, Richard Yves	213

LES SERVICES CLIMATIQUES POUR FACILITER L'ANALYSE DES TEMPERATURES EXTREMES A L'ECHELLE LOCALE : CAS D'ETUDE EN AUVERGNE-RHONE-ALPES, FRANCE, Rome Sandra [et al.]	219
SIMULATION DU RÔLE DE LA VÉGÉTATION D'UN PARC URBAIN Á PARTIR DU MODÈLE MICROCLIMATIQUE LASER/F : LE CAS DU JARDIN DU PALAIS UNIVERSITAIRE Á STRASBOURG, Bournez Elena [et al.]	225
Pollution de l'air	231
IMPACTS SANITAIRES DES PICS DE POLLUTION DE L'AIR AUX PM10 ET AU SO2 Á SFAX (TUNISIE), Euch Hamdi [et al.]	231
CARTOGRAPHIE DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES PAR TELEDETECTION : CAS DES PM10 DANS LA VILLE D'ABIDJAN (COTE D'IVOIRE), Nguesan Bi Vami Hermann [et al.]	238
Climat et montagne méditerranéens	244
RECONSTITUTION DENDROCLIMATIQUE DE LA VARIATION DE PLUVIOMÉTRIE DANS LE MOYEN ATLAS CENTRAL OCCIDENTAL MAROC (XIXE SIÈCLE- 2016), Achiban Hassan [et al.]	244
ANALYSE DE L'ÉVENEMENT PLUVIOMETRIQUE INTENSE DU 11 NOVEMBRE 2017 ET SES EFFETS SUR LE SYSTEME HYDRAULIQUE DES JESSOUR (SUD-EST TUNISIEN), Abbassi Mohamed	251
CLIMAT ET TOURISME ALTERNATIF DANS LE NORD-OUEST DE LA TUNISIE, Hlaoui Zouhaier [et al.]	257
APPORT DE LA DENDROCLIMATOLOGIE DANS L'ANALYSE DES TENDANCES PLUVIOMETRIQUES SECLAIRES DU RIF OCCIDENTAL MAROCAIN, Ilmen Rachid [et al.]	263
ÉVOLUTION OBSERVÉE ET PRÉVUE DE L'ENNEIGEMENT DANS LES PYRÉNÉES, Soubeyroux Jean-Michel	269
RELATION PLUIE-DÉBIT ET CONTRIBUTION NEIGEUSE EN MILIEU OASIEN (CAS DU BASSIN VERSANT DE L'OUED ZIZ), Yassine Chanyour	275
Modélisation climatique	281
DES CLASSIFICATIONS MULTI-ECHELLES DE REGIMES PLUVIOMÉTRIQUES DE LA FAÇADE NORD-MÉDITERRANÉENNE, Dauphiné André	281

ANALYSE DES TENDANCES DE LA PLUVIOMETRIE DANS LE NORD-EST DE L'ÉTAT DU PARANA, BRÉSIL., Ely Deise [et al.]	288
MODELISATION DES PRECIPITATIONS ANNUELLES AU MAROC SELON LES DONNEES DE PANEL, Hanchane Mohamed	294
ANALYSE DES CHANGEMENTS DANS LA DISTRIBUTION SPATIALE DES VALEURS DES INDICES BIOCLIMATIQUES EN ROUMANIE A L'AIDE DU MODELE CLIMATIQUE REGIONAL RACMO22E, Holobacă Iulian-Horia [et al.]	300
ANALYSE STATISTIQUE DES DESCRIPTEURS CLIMATIQUES DE LA RÉPARTITION ET DE LA DENSITÉ DE 25 ESPÈCES MÉDITERRANÉENNES ET ALPINES, Vignal Matthieu	306
Climat et santé	312
AMBIANCES BIOCLIMATIQUES ET SANTE DES POPULATIONS DANS LA VILLE DE PARAKOU, Chabi Darius	312
VARIABILITÉ DU CLIMAT ET DE LA DENGUE DANS L'ÉTAT DU RIO GRANDE DO SUL (BRÉSIL) POUR LA PÉRIODE 2007 À 2017, Collischonn Erika	319
VARIATION INTER-JOURNALIERE DU CONFORT THERMIQUE AU COURS DE LA SAISON CHAUDE ET LA SAISON FROIDE DANS LE CENTRE TUNISIEN, Hammami Kais	325
ÉVALUATION GÉNÉRALE DE STRESS BIOCLIMATIQUE DANS LA VILLE DE CLUJ NAPOCA, ROUMANIE, Scripca Andreea-Sabina [et al.]	331
AMBIANCES BIOCLIMATIQUES ET SANTE DES POPULATIONS DANS LE DOMAINE SUBSOUDANIEN AU BENIN, Totin Vodounon Henri	337
ATLAS DE LA VULNÉRABILITÉ DE LA POPULATION QUÉBÉCOISE AUX ALÉAS CLIMATIQUES : UN OUTIL DESTINÉ AUX AMÉNAGISTES ET AU GRAND PUBLIC, Barrette Nathalie	343
Téledétection et climat	349
CLIMAT ET PHENOLOGIE DE LA VEGETATION DANS LA VALLEE DE LA ROYA DE 2000 à 2016, Andrieu Julien	349

LA DIFFICULTÉ DU MONITORING CLIMATIQUE À UNE ÉCHELLE FINE DANS UNE RÉGION FORTEMENT IMPACTÉE PAR LA DÉFORESTATION TROPICALE : LA FORÊT SÈCHE DU PARC NATIONAL D'ANKARAFANSIKA (MADAGASCAR), Bigot Sylvain [et al.]	356
SUIVI INTERANNUEL DE L'ÉTAT HYDRIQUE DE LA VÉGÉTATION PAR LA TELEDETECTION OPTIQUE: LE CAS DE LA RÉGION DU CAP BON AU NORD-EST TUNISIEN, Mjejra Mustapha	362
Agroclimatologie	368
IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION AGRICOLE EN ALGERIE DU NORD, Benaichata Lazreg	368
INSTABILITE PLUVIOMETRIQUE ET PRODUCTION DE L'ARACHIDE DANS L'ARRONDISSEMENT D'AGOUMA (COMMUNE DE DJIDJA) AU BENIN, Gibi- gayé Moussa	375
FACTEURS DETERMINANTS DE LA VARIABILITE HYDROLOGIQUE DANS LE BASSIN VERSANT DE LA PENDJARI, Idieti M'po Edouard	381
TRÈS LONGS ÉPISODES SECS HIVERNAUX DANS LE BASSIN MÉDITERRANÉEN : VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE ET IMPACT SUR LA PRODUCTION CÉRÉALIÈRE EN ESPAGNE, Raymond Florian [et al.]	387
VARIABILITE DES SAISONS DE PLUIES ET OPTIMISATION DE LA DATE DE SEMIS A LA RÉGION CASABLANCA-SETTAT (MAROC), Sebbar Abdelali	393
ANALYSE DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE DANS LE BASSIN VERSANT AGRICOLE DU BANDAMA BLANC, NORD DE LA COTE D'IVOIRE, Yao Franck Zokou	399
Autre	405
LES TYPES DE CLIMATS ANNUELS COMME MARQUEURS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE AU BRÉSIL DE 1964 A 2015, Dubreuil Vincent [et al.]	405
CARTOGRAPHIE MULTIVARIÉE DES TYPES DE CLIMATS DU NOUVEAU- BRUNSWICK, CANADA (1981-2010), Fortin Guillaume [et al.]	412
LE DEREGLEMENT THERMIQUE DES SAISONS INTERMEDIAIRES : L'EXEMPLE DE GRECE., Maheras Panagiotis [et al.]	418
Liste des participants	424

VULNERABILITE DE LA VILLE DE NATITINGOU (NORD-OUEST DU BENIN) A L'EROSION PLUVIALE

ETENE C. G.

Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin, cyr_gervais_etene@hotmail.com

Résumé : La présente recherche vise à analyser les impacts de l'érosion pluviale sur la ville de Natitingou. Les données utilisées dans le cadre de ce travail sont : données pluviométriques, démographiques et occupation du sol. Les enquêtes de terrain ont été mises en contribution pour déterminer les zones vulnérables et la perception de la population sur le phénomène de l'érosion pluviale. Les statistiques descriptives ont été utilisées pour analyser les résultats. Il résulte que les facteurs physiques et anthropiques sont à la base de la vulnérabilité de la ville de Natitingou, l'érosion pluviale. Pour 60 % de la population, les infrastructures telles que les habitations, le réseau viaire et les édifices publics sont détruites par l'érosion pluviale. Toutefois, les zones de vulnérabilité à l'érosion pluviale ont été cartographiées. Ce faisant, les populations et la mairie ont développé des stratégies d'adaptation qui méritent d'être améliorées.

Mots clés : Natitingou, érosion pluviale, infrastructures urbaines, stratégies

Abstract: The present research aims at analyzing the impacts of the rainfall erosion on the city of Natitingou. The data used within the framework of this work are: pluviometric, demographic data and land use. The inquiries of ground were put in contribution to determine the vulnerable zones and the perception of the population on the phenomenon of the rainfall erosion. The descriptive statistics were used to analyze the results. He results that the physical and anthropological factors are on the basis of the vulnerability of the city of Natitingou in the rainfall erosion. For 60 % of the population, infrastructures such as houses, network viaire and public buildings are destroyed by the rainfall erosion. However, the zones of vulnerability in the rainfall erosion were mapped. In so doing, the populations and the city hall developed strategies of adaptation which deserve to be improved.

Keywords: Natitingou, rainfall, erosion, urban infrastructures, strategies

Introduction

Les effets des changements climatiques et les événements météorologiques extrêmes ont des conséquences diverses sur les villes (Eténé, 2017). En effet, depuis plus de sept millénaires, l'homme s'acharne à lutter contre l'érosion pour protéger ses terres contre l'agressivité des pluies et du ruissellement (Boughalem Kasmi, 2013, Amal et al, 2015 et Cheggour, 2008). L'érosion est l'une des plus grandes, problématiques environnementales dans les régions tropicales. La dégradation des sols cause d'énormes problèmes aux retombées socioéconomiques et environnementales très négatives (Ousmana, 2017). Au Bénin, le processus de l'érodibilité est complexe, il touche particulièrement la chaîne de l'Atacora et aggrave l'envasement des cours d'eau, diminue la potentialité des sols et dégrade les infrastructures urbaines (Eténé, 2010). Mais, les modes d'occupation du sol, la dégradation du couvert végétal sont autant de facteurs amplificateurs de l'érosion pluviale dans le secteur d'étude. La ville de Natitingou présente un relief très accidenté avec une chaîne de collines et une alternance de vallées et de versants à pentes très fortes, sous un climat soudanien. Elle est caractérisée par une pluviométrie à forte variation spatiotemporelle ; ce qui favorise une vulnérabilité accrue à l'érosion pluviale dont les conséquences immédiates sont la dégradation de la ville.

Située entre 10°14'24.9'' et 10°20'28.2'' de latitude Nord et 1°20'55.5'' et 1°50'51.2'' de longitude Est (figure 1), la ville de Natitingou est le chef-lieu du département de l'Atacora.

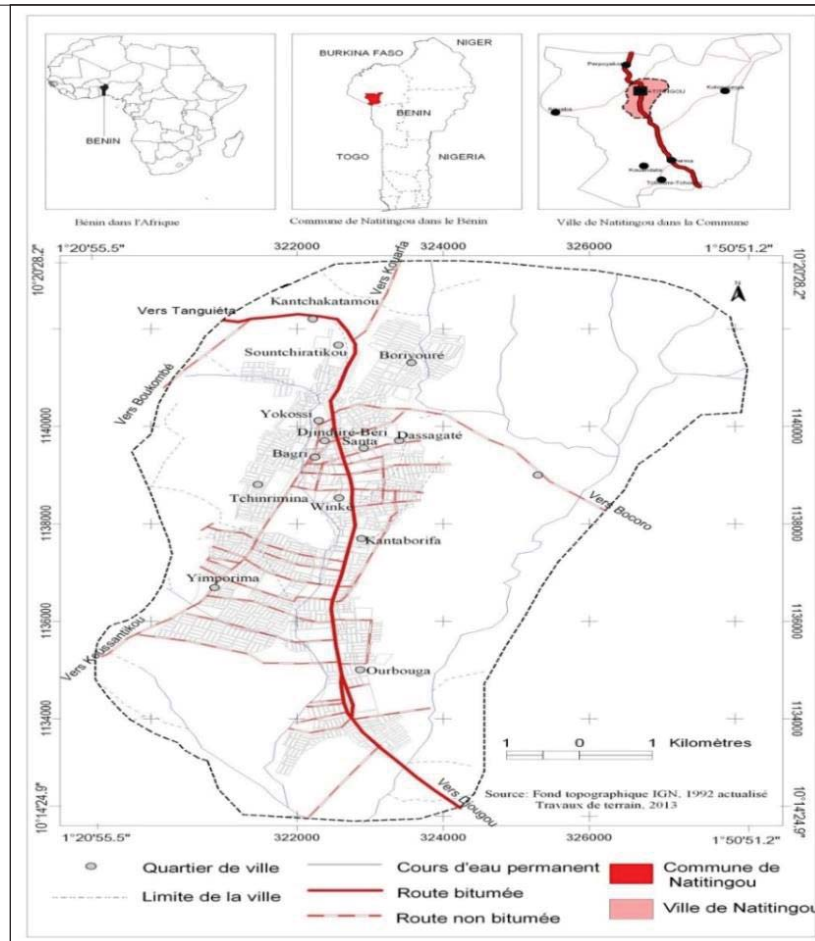


Figure 1 Situation de la ville de Natitingou au Bénin

D'une population d'environ 2.251 habitants en 2012 (INAE, 2012), avec un taux d'accroissement de 3,52 % la population de la ville de Natitingou augmente à un rythme accéléré ce qui ne demeure pas sans conséquence sur le mode d'occupation du milieu d'étude. La présente étude vise à analyser les impacts de l'érosion pluviale sur la ville de Natitingou dans la perspective d'un développement urbain durable.

Données et méthodes

Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont des données cartographiques, les statistiques pluviométriques couvrant la période de 195 à 2010 ont été obtenues auprès du Service Climatologique de l'ASECNA à Cotonou, des données démographiques obtenues à l'INSAE. Les données concernant l'érodibilité du sol, ont été mesurées sur le terrain. La méthode utilisée a consisté en une exploitation de la littérature disponible sur la problématique de la variabilité pluviométrique et de l'érosion des terres au Bénin. Ainsi, l'étude de la variabilité pluviométrique, les indices pluviométriques ont été mise à contribution avec la formule $I = (Xi - X_{moy}) / s$ où I désigne l'indice pluviométrique, Xi est la hauteur de pluie pour une année, X_{moy} la pluviométrie moyenne et s l'écart-type de la période étudiée. Lorsque I > 0, l'année est considérée comme humide et quand I < 0, l'année est considérée comme sèche.

Un échantillonnage de 120 personnes interrogées a été déterminé suivant la technique de choix raisonné. Ainsi, les quartiers sélectionnés pour les enquêtes de terrain ont répondu aux critères suivants : exposés au phénomène de l'érosion et taux de densité par habitation élevé. Les interlocuteurs sont choisis parmi les victimes du phénomène de l'érosion.

3. Résultats et discussion

3.1. Déterminants de la vulnérabilité de la ville à l'érosion pluviale

3.1.1. Déterminants physiques

Les éléments mis en causes dans le cadre de cette étude sont les précipitations et la topographie. Les précipitations sont reconnues depuis longtemps comme un agent essentiel de l'érosion des sols (Moughalem, 2011). La figure 2 présente les caractéristiques pluviométriques de l'arrondissement.

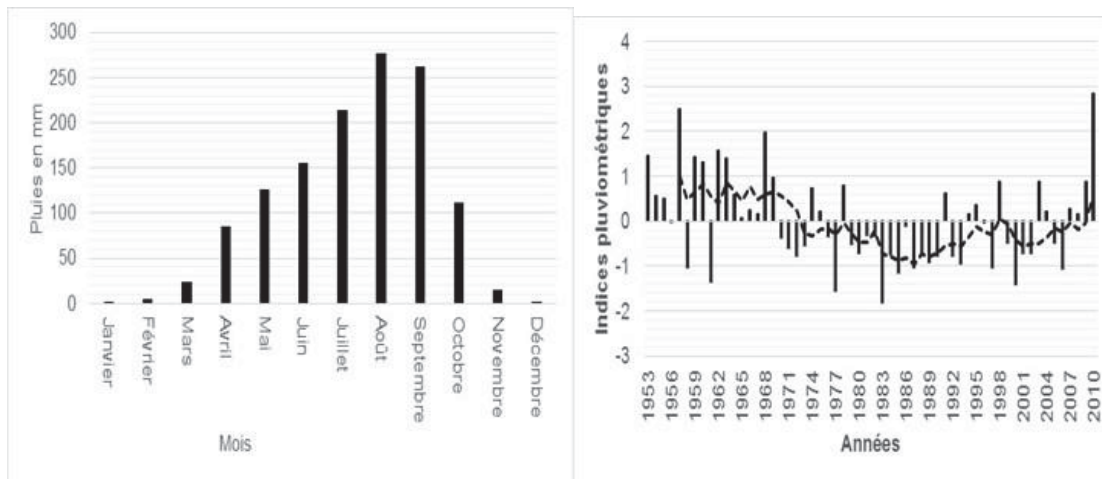


Figure 2. Régime pluviométrique mensuel (gauche) et variabilité interannuelle de la pluviométrie entre 1953 et 2010 (droite) à Natitingou

L'analyse de la figure montre que la ville de Natitingou est caractérisée par un climat soudanien influencé par le relief plus précisément la chaîne de l'Atacora. Le régime pluviométrique mensuel montre le découpage de l'année en deux saisons : une saison pluvieuse de mi-avril à mi-octobre où on enregistre plus de 80 % des précipitations, la saison sèche de novembre à mi-avril avec 20 % du total annuel des pluies. Le mois d'avril marque souvent un début aléatoire de la saison pluvieuse et marque le début de la saturation du sol pour l'amorce du ruissellement donc le début du processus de l'érosion. Le mois d'août considéré comme le cœur de la saison pluvieuse surtout du fait des pluies de mousson et orographiques (70 % de pluies), concentre environ 30 % des totaux pluviométriques annuels. On enregistre pendant cette période en moyenne 18 jours de pluies et les lames d'eaux ruisselées sont devenues importantes avec moins de 10 % de taux d'infiltration (Vissin, 2007 et Eténé, 2017). Ainsi, l'érosion pluviale est devenue très active avec des conséquences très néfastes sur la ville.

L'étude de la variabilité interannuelle des précipitations montre une évolution interannuelle des indices pluviométriques dans le secteur d'étude. Trois périodes sont dégagées, une période humide caractérisée par une hauteur des pluies supérieures à la moyenne avec une érosion pluviale très active, une période dite sèche caractérisée par un déficit des pluies avec une érosion pluviale faible et enfin, une période plus ou moins humide où la valeur des hauteurs de pluies tourne autour de la valeur moyenne et l'érosion est moins agressive.

Sur le plan topographique, la ville de Natitingou est caractérisée par un relief très accidenté. Sur les versants menant vers la vallée de la ville, les pentes sont fortes et sont de l'ordre de 5 à 10 %. C'est à ce niveau que l'empreinte de l'érosion pluviale est très visible. Au-delà des précipitations, de la topographie et du système de pentes, la dynamique démographique est un élément non négligeable dans l'amplification de l'érosion pluviale.

3.1.2. Déterminants humains

Les figures 3 et 4 présentent l'évolution démographique et le mode d'occupation des terres dans le secteur d'étude.

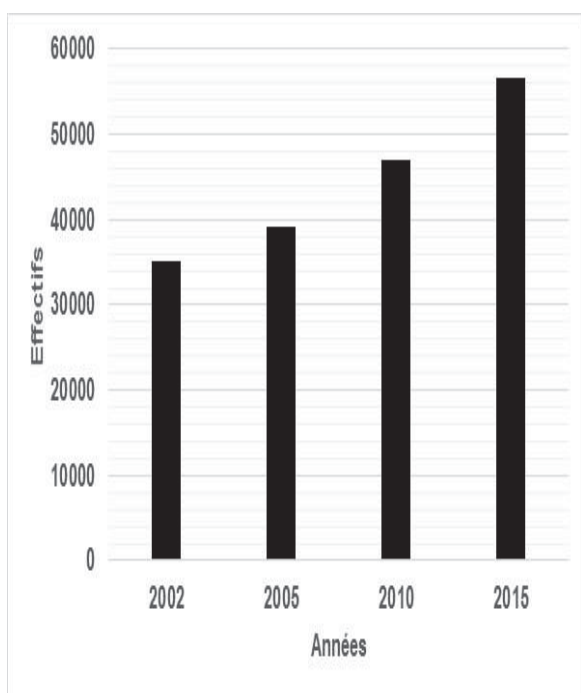


Figure 3. Evolution de la population de Natitingou

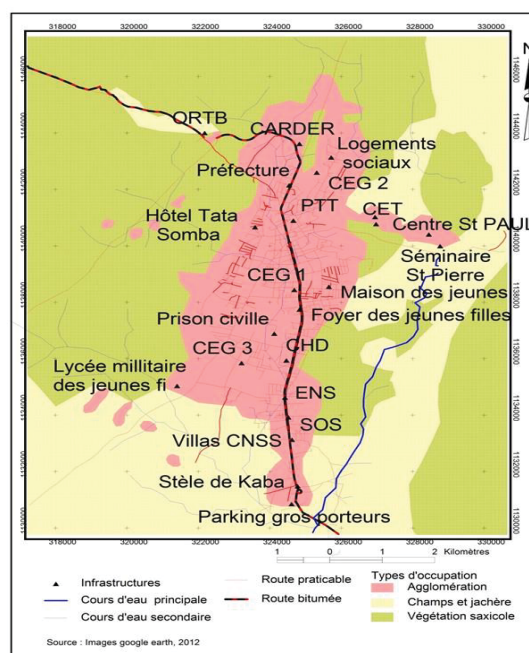


Figure 4. Occupation des terres en 2012 à Natitingou

De l'analyse de la figure 3, il ressort que d'une population de 35029 habitants en 2002, cet effectif est passé à 56000 habitants en 2015. Cette explosion démographique est plus du fait des flux migratoires que de la croissance naturelle. Les conséquences directes sont la dégradation du milieu naturel, l'augmentation des surfaces imperméabilisées (10 %) la diminution du taux d'infiltration des eaux de ruissellement et par conséquent une accélération du phénomène de l'érosion pluviale. L'examen de la carte d'occupation des sols de 2012 (figure 4), montre qu'une forte pression humaine s'exerce sur les écosystèmes et en particulier sur les formations végétales. Les conséquences qui découlent de ce type d'occupation sont, entre autres, la destruction du couvert végétal rempart contre l'érosion hydrique.

3.2. Effets de l'érosion pluviale à Natitingou

A Natitingou, l'érosion des terres est souvent liée à l'expansion urbaine et aux activités champêtres. A l'intérieur de la ville, dans certains quartiers anciens, populaires et spontanés, l'absence de voirie a des conséquences catastrophiques. Le ravinement s'y exerce violemment. Les photos 1 et 2 montrent la dégradation des ouvrages urbains à Natitingou sous l'effet de l'érosion pluviale. Dans tous les secteurs où l'érosion pluviale se manifeste, l'accentuation du déchaussement des fondations des maisons et des clôtures est à l'origine de dommages observés ici et là, à travers la ville. Il s'agit de la fissuration des murs (40 % des cas), de la démolition des terrasses et des escaliers (20 %), de la chute de clôtures et de la destruction partielle ou totale de maison (50 %).



Photo 1 : Dégradation des ouvrages urbains par l'érosion pluviale à Lomé

Prise de vue : Eténé, décembre 2017



Photo 2 : Ravinement d'une rue vers le quartier Bourgnon

Prise de vue : Eténé, décembre 2017

Tableau 1. Nombre des ravines identifiées dans l'arrondissement de Togba

Quartiers	Ravines mesurées	Ravines de 0 à 500 mètres	Ravines de 500 à 1000 mètres
Boriouré	20	17	3
Dassagaté	40	35	5
Kaborifa	60	58	2
Ourbona	15	8	7
Soutchirantikou	50	50	0
Tchirimina	45	38	7
Total	230	206	24

Source : Travaux de terrain, Décembre, 2017

Il ressort des données de ce tableau que 230 ravines ont été dénombrées et mesurées à Natitingou. 206 ravines de longueur comprise entre 0 et 500 m sont identifiées contre 24 ravines de 500 m à 1 km. Les quartiers Dassagaté, Kaborifa, Soutchirantikou et Tchirimina sont plus affectés par les ravines de 0 à 500 m avec respectivement 35, 58, 50 et 38 ravines. Les ravines de 500 m à 1 km sont plus présentes dans les quartiers Ourbona (7) et Tchirimina (7). Ces ravines de tracé linéaire sont en train de menacer sérieusement plus de 300 habitations (Photo 3). Le phénomène de l'érosion pluviale n'affecte pas l'ensemble de la ville de la même manière. En effet, on distingue les secteurs de faible sensibilité à l'érosion, de moyenne sensibilité, de forte sensibilité et enfin de très forte sensibilité à l'érosion (figure 5).

L'analyse de la figure 5 montre que les secteurs de forte sensibilité et très forte sensibilité à l'érosion couvrent plus de 45 % du territoire de la ville et se rencontrent pour l'essentiel sur les versants des collines et les vallées encaissées, plus précisément dans les quartiers Tchirimina, Kaborifa et Soutchirantikou où la couverture végétale est très dégradée. Ce qui explique l'importance de l'ampleur du phénomène érosif.

Les quantités de matières en mouvement du sommet vers le bas des pentes varient selon la position topographique, la nature de la roche et la force de l'agent érosif.



Photo 3. Clôture de maison menacée par l'érosion pluviale

Prise de vue : Eténé, Décembre 2017

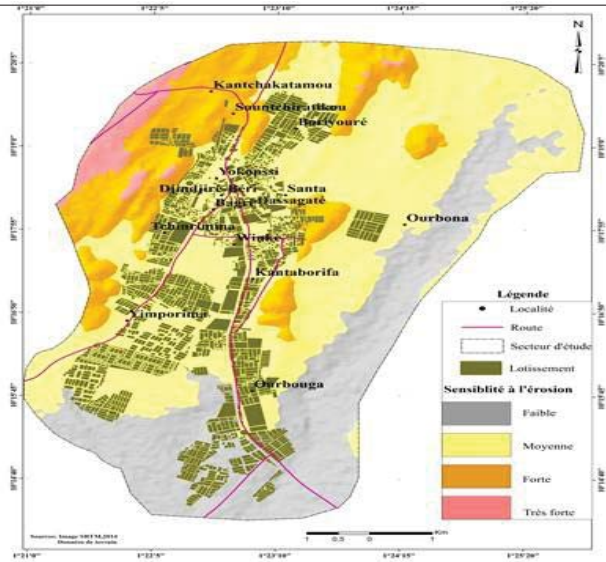


Figure 5. Différents secteurs de la ville sensibles à l'érosion pluviale

Conclusion

Cette étude sur l'érosion pluviale dans la ville de Natitingou a permis de voir comment les précipitations, le système des pentes, la dynamique démographique et les modes d'occupation du sol peuvent amplifier ce phénomène dans le milieu d'étude. Pour 75 % des enquêtés, l'érosion pluviale est à la base de la dégradation des infrastructures socio-urbaines et le cadre de vie à Natitingou. L'érosion pluviale a mis ses empreintes dans la ville (230 ravines recensées). Ainsi, les fondations des habitations sont déchaussées, les rues et les voies sont dégradées.

Bibliographie

- Amal M., Nour-Eddine L., Abderrahman S., et Fnguire F., 2015. Quantification et évaluation de l'érosion hydrique en utilisant le modèle RUSLE et déposition intégrée dans un SIG. Application dans le bassin versant NFIS dans le haut Atlas de Marrakech (Maroc). *European Scientific Journal edition* vol.11, No.29, pp340-356.
- Boughalem K. M., 2013. Impact des systèmes de gestion sur la vulnérabilité des sols à l'érosion ; cas du bassin versant de l'Isser-Tlemcen (Algérie). *Thèse de Doctorat en Sciences Forestières de l'Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen*, 215 p.
- Cheggour S., 2008. Mesures de l'érosion hydrique à différentes échelles spatiales dans un bassin versant montagneux semi-aride et spatialisation par des S.I.G. : Application au bassin versant de la Rhéray à, Haut Atlas, Maroc, p.4.
- Eténé C. G., 2017. Erosion ravinante dans l'Arrondissement de Togba au Bénin. *Revue Climat et Développement*, numéro 23, pp41-56.
- Eténé C. G., 2010. *Erosion pluviale dans une ville de l'Afrique tropicale humide et ses implications sociales et environnementales : cas de Bangui (RCA)*. Thèse de doctorat unique EDP-FLASH-UAC, 232 p.
- INSAE, 2012. Cahier des villages et quartiers de ville : Département de l'Atacora, Direction des Etudes Démographiques, Cotonou, 28p.
- Nata N'Tcha K. J., 2015. *Milieu naturel et dynamique urbaine de Natitingou*. Thèse de Doctorat unique en Géographie et gestion de l'environnement, EDP-FLASH-UAC, 330 p.
- Vissin W. E., 2007. *Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger*. Thèse de Doctorat Unique, Université de Bourgogne, 258 p + annexes.