

XXXIII^{ème} Colloque de l'Association
Internationale de Climatologie

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET TERRITOIRES



Actes colloque AIC Rennes 2020

Editeurs scientifiques

Valérie BONNARDOT & Hervé QUENOL
Université Rennes 2, LETG-Rennes UMR 6554 CNRS

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET TERRITOIRES

SOMMAIRE

INTRODUCTION DES ORGANISATEURS	5
HOMMAGE A JEAN-PIERRE MARCHAND	9
RESUMES ETENDUS	17
INDEX DES AUTEURS	715
INDEX DES MOTS CLES	722
KEYWORDS INDEX	729
TABLE DES MATIERES	736

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET TERRITOIRES

Actes du colloque organisé à Rennes
du mercredi 1^{er} au samedi 4 juillet 2020
(annulé pour raison sanitaire Covid-19)

COMPOSITION DU COMITE D'ORGANISATION

Vincent DUBREUIL
Université Rennes 2, UMR 6554 LETG

Jean NABUCET
CNRS UMR 6554 LETG

Sébastien BRUNEAU
Responsable administratif, Université Rennes 2

Roselyne BILLY
Gestion administrative, Université Rennes 2, UMR 6554 LETG

Claudie PERON
Gestion administrative, CNRS, UMR 6554 LETG

Clémentine CHARMONT
Gestion éditoriale, Université Rennes 2

Franck BARAER
Météo-France, Direction Interrégionale Ouest

Emmanuel Bouriau
AUDIAR

Xavier FOISSARD
TerraClima

Alain Hervé LE GALL
multiCOM, OSUR, Université Rennes 1 / CNRS

Igor SNIRIK
Post-doctorant associé LETG-Rennes

Fanny GAUTIER
Doctorante, UMR 6554 LETG-Rennes

Gwenaél MORIN
Doctorante, UMR 6554 LETG-Rennes

Pedro MUTTI
Doctorant, UMR 6554 LETG-Rennes

Jeanne THIBAUT
Doctorante, UMR 6554 LETG-Brest

EDITEURS SCIENTIFIQUES

Valérie BONNARDOT & Hervé QUENOL
Université Rennes 2, LETG-Rennes UMR 6554 CNRS

En partenariat avec :



Réalisation et mise en page des Actes :

Clémentine CHARMONT

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.

© LETG, 2020

ISBN 978-2-907696-26-5

INTRODUCTION AU XXXIII^o COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE : CHANGEMENT CLIMATIQUE ET TERRITOIRE RENNES 2020

Valérie BONNARDOT et Hervé QUENOL

LETG-Rennes UMR 6554 CNRS, Université Rennes 2

AIC Rennes 2020 : le 33^{ème} colloque de l'AIC et/ou le premier annulé ! Quelle manière inédite de commencer l'introduction ! Après l'organisation de l'édition 2010, le laboratoire LETG-Rennes organisait à nouveau le colloque annuel de l'Association Internationale de Climatologie (AIC2020) mais cette édition restera comme étant le premier colloque de l'AIC annulé depuis la création de l'association en 1988 ! En effet, nous aurions dû accueillir à Rennes du 1^{er} au 4 juillet les participants du 33^{ème} colloque annuel de l'AIC mais la crise sanitaire mondiale liée à la pandémie COVID-19 en a inévitablement décidé autrement. Vue l'évolution de celle-ci au mois de mars, ainsi que les nombreuses incertitudes liées aux mesures de (dé-) confinement variables selon les pays et aux restrictions des échanges aériens, nous avons eu le regret d'annoncer dès le début du mois d'avril, l'annulation de ce colloque issue d'une lourde mais sage décision conjointe du comité d'organisation, du Directeur de LETG-Rennes, du Directeur de l'UFR Sciences Sociales de l'Université Rennes 2 ainsi que du Président et du Conseil d'administration de l'AIC. Toutefois, les futurs participants ayant soumis leur texte et les membres du comité scientifique ayant déjà fourni un important travail d'évaluation à cette date, nous avons décidé de maintenir la publication des actes.

Le laboratoire LETG-Rennes organisateur de cette 33^{ème} édition est une composante de l'UMR 6554 LETG « Littoral Environnement Télédétection Géomatique » de l'INstitut Ecologie et Environnement du CNRS. Ses travaux de recherche, entre autres ceux sur l'adaptation des systèmes agricoles au changement climatique et aussi ceux sur l'adaptation de la métropole rennaise au changement climatique, ont dicté le choix du thème principal du colloque : « changement climatique et territoires », et deux sessions spéciales : « changement climatique et ville » et « changement climatique et viticulture ». Ce thème permet aussi d'illustrer l'approche originale de la question du changement climatique par les géographes qui tient du fait, à la fois de leur positionnement à l'interface nature/société, au caractère intégré de leurs recherches, à leur intérêt particulier pour les imbrications d'échelles (spatiales et temporelles) adaptées aux différents enjeux sociétaux et finalement à leur intégration au sein d'un réseau d'échanges rassemblant acteurs économiques, organismes professionnels, élus et chercheurs relevant d'autres disciplines avec qui ils collaborent sur des enjeux territoriaux précis.

L'objectif de ce colloque était ainsi de faire le point sur les connaissances des conséquences du changement climatique à l'échelle des divers territoires dans le monde en réunissant la communauté scientifique internationale travaillant sur les impacts du changement climatique aux diverses échelles du territoire urbain et rural. Plus largement, ce colloque se voulait être aussi un lieu de rencontre et de diffusion des connaissances actuelles dans tous les domaines touchant au climat.

En ouverture du colloque et des deux sessions spéciales, nous aurions eu l'honneur de recevoir trois conférenciers qui avaient chaleureusement accepté notre invitation. Nous les remercions grandement !! :

- o Hervé Le Treut (Professeur à Sorbonne Université et à l'Ecole Polytechnique, Membre de l'Académie des Sciences) qui devait intervenir en conférence d'ouverture sur « *le rôle des territoires face au changement climatique* »,
- o Valéry Masson (Directeur de recherche au CNRM à Toulouse) qui devait intervenir pour la session « changement climatique et ville » sur « *Ville et changement climatique : une nécessaire approche pluridisciplinaire* »,
- o et Nathalie Ollat (Ingénieure de Recherche INRAE, directrice de l'UMR EGFV 1287 à Bordeaux) qui devait intervenir pour la session « changement climatique et viticulture » sur « *l'adaptation au changement climatique de la filière vigne et vin en France* ».

Nous aurions eu également le plaisir de vous emmener visiter deux de nos sites d'étude : le site labellisé CNRS de « l'Observatoire de recherche en écologie et environnement urbain des Prairies Saint-Martin » et une parcelle de vigne à Saint-Jouan-des-Guérets dans le Val de Rance illustrant l'adaptation des territoires au changement climatique (et ainsi les 2 sessions spéciales), respectivement un îlot de fraîcheur à Rennes et le développement de la vigne commerciale en Bretagne. Profitant de la visite sur la parcelle de vigne, l'Association pour la Reconnaissance des Vins Bretons (ARVB), que nous remercions, avait prévu une dégustation de vins bretons en préambule au repas de gala à « l'Auberge de la Porte » à Saint-Jouan-des-Guérets.

L'excursion post-conférence quant à elle était prévue dans le Morbihan (pour changer de la traditionnelle visite du Mont Saint Michel et de Saint Malo) avec une visite sur le site du barrage démantelé de Pont-Sal en cours de re-végétalisation (proposée par nos collègues Simon Dufour et Anne-Julia Rollet que nous remercions chaleureusement) et une inévitable balade en bateau sur le Golfe du Morbihan en dégustant un plateau de fruits de mer.

Une des particularités de cette édition rennaise de l'AIC était l'organisation d'un "Climathon" » en prélude au colloque sous la houlette dynamique des doctorants et post doctorants de l'UMR LETG. Il s'agissait d'un challenge à destination des étudiants (master 2, doctorants) et jeunes chercheurs. A partir d'un jeu de données commun abordant la thématique "changement climatique et territoires", des équipes pluridisciplinaires devaient répondre à cette problématique en un temps imparti. L'équipe gagnante aurait bénéficié des droits d'accès aux conférences et se serait vue attribuer une récompense lors du colloque. Nous remercions au passage au sein du comité d'organisation, Gwenaël Morin pour cette initiative ainsi que pour son temps consacré à la structuration et aux illustrations du site internet du colloque.

C'était aussi pour nous l'occasion, le jour de ses 78 ans, de rendre hommage à Jean-Pierre Marchand, Professeur de Géographie à l'Université Rennes 2 à la retraite et ancien directeur de LETG-Rennes (anciennement COSTEL !) dont les recherches, proposant une géographie générale des territoires en intégrant les contraintes naturelles essentiellement climatiques, s'intègrent à la thématique principale de ce colloque « changement climatique et territoires », le territoire étant le centre des

préoccupations pour les géographes, ou, comme il aime à le dire, « le climat n'a de sens que si les hommes et les territoires sont intégrés ». A travers ses différentes participations aux colloques de l'AIC (huit au total), Jean-Pierre a présenté soit des réflexions générales sur la notion de risque climatique et de phénomènes extrêmes (Caen 2004) ou sur le climat et la géographie régionale (Montpellier 2008), soit des recherches originales consacrées à la climatologie historique du Bas Maine et du nord de l'Anjou montrant i) comment des données uniquement textuelles pouvaient aider à cerner la variabilité climatique, les risques de crues, l'adaptabilité dans le très long terme des vignobles et estimer leurs fiabilités dans des régions dénuées de données mesurées ; et ii) comment le climat se comporte à la fois acteur et récepteur des variations multi scalaires des territoires et de leurs usages et ce à toutes les échelles de temps et d'espace (Rennes 2010, Rovereto 2011, Grenoble 2012, Dijon 2014, Besançon/Lausanne 2016 et Rennes 2020). Les références de ses contributions sont listées en page 13.

Nous voulons très chaleureusement remercier nos collègues du LETG-Rennes, Vincent Dubreuil et Hervé Regnault, pour leur contribution à cet hommage : Vincent, qui n'a pas manqué d'ingéniosité dans la rédaction du texte (il était à bonne école !) retraçant son impressionnante carrière (voir texte en pages 9-13), et Hervé pour la synthèse de sa carrière d'enseignant qu'il a su exprimer talentueusement sous forme de dessins caricaturaux (en pages 14-15). Un décodeur est peut-être utile/nécessaire à la lecture et compréhension du texte et des dessins !

Nos remerciements s'adressent à tous les partenaires qui avaient répondu positivement à notre demande en s'impliquant financièrement : l'Université Rennes 2, le CNRS, l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Rennes, Météo-France, la Région Bretagne, Rennes Métropole et la Ville de Rennes.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble des membres du comité d'organisation constitués de membres de l'UMR LETG (sites de Rennes et Brest), de l'OSUR, de Météo-France, de TerraClima et de l'AUDIAR, et plus particulièrement au sein de ce comité, Roselyne Billy et Claudie Péron, gestionnaires administratives (Université Rennes 2 et UMR 6554 LETG-Rennes) qui s'étaient largement investies dans les préparatifs du colloque (inscriptions et logistiques diverses) au moment de la décision de l'annulation.

Enfin nous voulons remercier tous les auteurs pour leurs contributions et vous présenter ce volume des actes Rennes 2020.

A la suite de l'appel à contribution pour ce colloque, 208 propositions ont été reçues et 148 se sont concrétisées en résumés étendus de 6 pages témoignant de la vigueur des recherches menées par les climatologues géographes de l'AIC sur le thème « changement climatique et territoires ». Sur les 148 résumés soumis au comité scientifique, 119 résumés ont été acceptés pour publication et sont présentés dans ce volume par ordre alphabétique du nom du premier auteur. Faute de programme et de sessions, un index des mots clés classés par catégories (outils, méthodes, variables, objet de recherche, espaces géographiques) a été inséré pour faciliter au besoin la recherche d'articles sur des points spécifiques. Les contributions proviennent de 22 pays qui sont, par ordre alphabétique : Algérie, Belgique, Bénin, Brésil, Bulgarie, Burkina Faso, Canada, Congo, Côte d'Ivoire, France, Italie, Liban, Madagascar, Maroc, Niger,

Roumanie, Sénégal, Slovénie, Suisse, Togo, Tunisie et Uruguay. Si les résumés en langue française sont largement majoritaires (99), le nombre des résumés en anglais n'est pas négligeable (20) et représente ainsi environ 17% du total des résumés. L'ouverture à l'anglais aurait permis une recrudescence des contributions de la part de collègues d'Europe de l'Est (notamment Roumanie, Bulgarie et Slovénie) mais également du Brésil et de pays hispanophone comme l'Uruguay. On dénombre un total de 355 auteurs et co-auteurs.

Pour les actes, nous remercions vivement, d'une part, les 42 membres du comité scientifique international pour leur dévouement à relire de manière attentive les textes qui leur ont été confiés et sans qui ce volume n'aurait pas eu la qualité scientifique souhaitée :

ARVOR Damien (France)	HOLOBĂCĂ Iulian (Roumanie)
BARAER Franck (France)	KASTENDEUCH Pierre (France)
BARETTE Natalie (Canada)	KERMADI Saida (France)
BEN BOUBAKER Habib (Tunisie)	LE ROUX Renan (France)
BIGOT Sylvain (France)	MADÉLIN Malika (France)
BONNARDOT Valérie (France)	MARTIN Nicolas (France)
BOURIAU Emmanuel (France)	MENDONCA Francisco (Brésil)
CAMBERLIN Pierre (France)	MICHOT Véronique (France)
CANTAT Olivier (France)	MORON Vincent (France)
DAHECH Salem (France)	PLANCHON Olivier (France)
DROGUE Gilles (France)	QUENOL Hervé (France)
DUBREUIL Vincent (France)	RICHARD Yves (France)
DOUTRELOUP Sébastien (Belgique)	ROME Sandra (France)
EL MELKI Taoufik (Tunisie)	RONCHAIL Josyane (France)
ELY Deise (Brésil)	SALOU Abdoumalik (Maroc)
FALLOT Jean-Michel (Suisse)	SOUBEYROUX Jean-Michel (France)
FOISSARD Xavier (France)	TRABOULSI Myriam (Liban)
FORTIN Guillaume (Canada)	ULLMANN Albin (France)
FOURMENT Mercedes (Uruguay)	VANNIER Clémence (Nouvelle-Zélande)
FRATIANNI Simona (Italie)	VISSIN Expedit (Bénin)
FUNATSU Béatriz (France)	ZAHARIA Liliana (Roumanie) ;

et d'autre part, Clémentine Charmont qui a minutieusement homogénéisé l'ensemble des textes et mis en forme ce volume final avec la plus grande patience et le plus grand soin. Ce travail éditorial final a pu être possible grâce aux subventions de l'Université Rennes 2, de l'UMR LETG, du site rennais de l'UMR, et du CNRS-INEE (préservées malgré l'annulation du colloque) ainsi qu'une subvention sollicitée à l'AIC à titre exceptionnel. Nous leur en sommes extrêmement reconnaissants.

En vous souhaitant bonne lecture !

Qui sait, peut-être nous retrouverons-nous à Rennes dans quelques années ? Nous vous proposerons peut-être à nouveau ce programme avec une plus large palette de vins bretons à déguster !

JEAN PIERRE MARCHAND :

UNE APPROCHE SYSTEMIQUE DU LIEN CLIMAT-TERRITOIRE

Vincent DUBREUIL, LETG-Rennes (ex. COSTEL !).



Jean Pierre Marchand est né à Laval le 2 juillet 1942. Nous aurions donc dû souhaiter son anniversaire pendant le XXXIII^e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie qui devait se tenir à Rennes du 1^{er} au 4 juillet 2020. Un virus venu de Chine en décida autrement. Mais la diffusion mondiale de la pandémie COVID-19 ne doit que peu au hasard et sa logique géographique, produit de contraintes humaines et environnementales, aurait sûrement inspiré JPM pour de nombreuses séances de cours. Car c'est bien cette interaction entre le

physique et l'humain à l'échelle des territoires qui a marqué la carrière d'enseignant-chercheur de JPM. L'originalité du parcours est remarquable, impossible à cataloguer, mais fondamentalement marquée par l'espace géographique, les territoires organisés par les sociétés où s'expriment des contraintes physiques et notamment climatiques. Si les approches sont théoriques, elles sont toujours illustrées par des exemples précis : l'Irlande, l'Europe du Nord-Ouest, la Chine, la Bretagne et la Mayenne. Recruté Professeur à l'Université Rennes 2 en 1987 sur un profil « géographie physique, interface milieux naturels sociétés », il exerce aussi les responsabilités locales et nationales qui vont avec la charge professorale : c'est sous son autorité de « despote éclairé », comme il aime se définir parfois, que COSTEL accèdera au statut d'UMR reconnue par le CNRS. Mais reprenons l'histoire depuis le début...

QUEL BEAU METIER, PROFESSEUR !

Le choix de la climatologie résulte de circonstances familiales (son père fait son service militaire à la base d'Istres comme prévisionniste météo et le météorologue aime gérer l'averse et noter toutes les pluies), de rencontres avec certains enseignants (Michel Denis, Charles Pierre Péguy, François Durand-Dastes) et un goût pour les maths, qu'il veut changer en géographie. L'attrait pour la géographie est précoce également, dès le lycée ; de famille orléanaise, il naît et habite Laval, puis, arrivé à Rennes, parfois confronté à des velléités autonomistes, il n'a pas peur, de se présenter comme Jacobin et Français « depuis Hugues Capet » ! Après une maîtrise en 1968, il

obtient l'agrégation de géographie en 1969, une occasion d'approfondir sa connaissance des territoires et des noms de lieux, des Monts du Cantal au Pont du Jura ; et même s'il trouve que Macon a un drôle de nom, il n'est pas du genre à confondre le Doubs du Gard ou s'égarer sur le col qui conduit à l'Aveyron.

Mais les canicules ne l'emballent pas et ses travaux de thèse l'amènent finalement en Irlande sur les traces de James Joyce, de la Grande famine irlandaise, pays où le gros temps sévit et des avis de tempêtes. Publiée en 1985, la thèse recevra le prix « Alexandre de la Roquette » en 1987 par la Société de Géographie de Paris, prix qui récompense un travail consacré à l'Europe du nord et qui compte parmi ses prestigieux précédents lauréats : Nansen, Amundsen, Nordenskjöld, Paul-Emile Victor, J. Malaurie. La classe des grands pour ce jeune homme qui ne sortait pourtant pas de l'Ecole des Mines de Paris ! Pour André Hufty « c'est un travail pionnier notamment dans la mesure où il pose de manière habile le problème de l'unité de la géographie ». Le titre et le contenu de la thèse posent les bases théoriques de sa trajectoire scientifique : les contraintes (climatiques) de l'organisation de l'espace, l'approche statistique et systémique qu'il développera dans de nombreux articles. La « synoptique » est mobilisée pour comprendre les aléas et la statistique emprunte beaucoup à la dynamique de l'ER-30 à laquelle il participe. Membre également du Groupe Dupont depuis 1978 et de ses bons cahiers et colloques, il s'intéresse aux aspects théoriques qui fondent un certain renouveau de la discipline géographique à la charnière des années 1980-1990. Dans cette perspective, il collabore encore au dernier ouvrage de Charles Pierre Péguy (Espace, temps, complexité) paru en 2001.

Le cas irlandais sera repris dans son cadre régional européen dans l'aventure de la collection « Géographie Universelle » RECLUS BELIN dont il sera membre pendant dix ans du comité de rédaction sous la responsabilité de Roger Brunet et directeur du volume sur l'Europe du nord. Adeptes de la chorématique, il voit les berges, les fronts pionniers ou la pire dune comme des discontinuités spatiales : il met en œuvre cette approche sur les territoires et les populations du Cap Nord aux Finisterres dans des pays modernes et industrialisés mais où les contraintes physiques n'ont, pour autant, jamais été absentes.

Plus original, sera le grand pas vers la Chine réalisé dans la foulée avec Jean Pierre Larivière. Une occasion d'approfondir mais aussi de tester l'universalité de la démarche systémique et de l'analyse spatiale. La climatologie passe un peu au second plan pendant cette période et c'est une vision personnelle de la géographie des territoires qui se développe. Le poids des contraintes physiques y est tout aussi variable que celui de l'économie ou le social quelque part entre l'épsilon et le déterminisme. Il propose une approche conceptuelle du territoire où le « système territorial peut être assimilé à un jeu de contraintes positives ou négatives en interactions ». Le paysage qui en résulte est aussi une production sociale, perçue et appropriée différemment dans le temps par les acteurs : sur ce thème, il emprunte (et collabore) aussi bien avec l'école bisontine qu'avec les historiens ou les écologues.

La climatologie réapparaît à l'occasion des travaux du groupe de travail sur les risques climatiques du GDR-CNRS-RICLIM, toujours dans l'optique de comprendre et analyser les systèmes territoriaux. En fin de carrière, il s'intéresse au changement climatique car, outre qu'il trouve l'effet de serre exotique, la rencontre avec les

mémoires de Guillaume le Doyen dans le Maine et l'Anjou lui permet d'intégrer l'analyse textuelle dans l'étude des temps longs du climat... Une fois encore, pour JPM le climat n'est pas une fin en soi, il ne prend un sens en géographie qu'à la condition d'y inclure les dimensions sociales et territoriales.

On retrouve cette vision sociale et systémique dans le rôle institutionnel joué par JPM dans toute sa carrière.

C'EST QUOI LE PIXEL ?

JPM aura été un acteur engagé dans les institutions de la Recherche et de l'enseignement supérieur. Son engagement a été syndical, dans la poursuite du mouvement anti-mandarinal post 1968, ancré à gauche (mais pas la gauche « molle ») même s'il s'est souvent senti plus proche des positions nationales de son syndicat que du « canal historique » local !

Il a exercé durant sa carrière des fonctions d'administration tant au niveau rennais qu'au niveau national. C'est ainsi que pendant deux mandats il a été membre du Comité National de la Recherche Scientifique (élu à la section 39 du Comité national du CNRS de 1995 à 2003) et qu'il a été appelé par le Comité national d'Evaluation des Universités à des fonctions d'expert chargé des aspects de la recherche. De 1996 à 2000, il a été membre du Comité du Programme interdisciplinaire de recherche sur environnement-vie-société (PIR-EVS) du CNRS.

Au niveau régional, il a effectué différentes missions d'expertises (Conseil régional de Bretagne, Commissions préparatoires au CPER, etc...) et siégé plusieurs années comme membre du Conseil scientifique de l'environnement de la Région Bretagne. Au niveau local, il a régulièrement été élu dans les différents conseils de l'Université de Rennes 2 et été Directeur de l'UFR de Géographie ainsi que membre de différentes Commissions de Spécialistes.

Il a surtout dirigé pendant 10 ans l'équipe COSTEL qui est passée pendant cette période du statut d'équipe universitaire à une équipe associée au CNRS sous différents labels : GDR 887 de 1990 à 1993, EP 31 en 1991, URA 1687 de 1994 à 1995 puis, finalement, en 1996 la création de l'UMR 6554 CNRS qui deviendra LETG (Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique) dont il sera le premier directeur du site rennais. L'étiquette CNRS est un peu son « bébé » et les thésards et collègues du labo sa deuxième famille. Avec ses collègues Robert Bariou, Daniel Lecamus et Jean Mounier, il œuvre à la stabilisation et la reconnaissance de l'équipe en alliant rigueur scientifique et bonne humeur. Ainsi, pour les réunions de labo, plus le choix dans la date, il instaure les « mardis de COSTEL », une certaine idée de la science et de la convivialité où, après les discussions scientifiques et administratives, il préfère le Paddy irlandais au goût du blanc sec.

Il est l'artisan de la reconnaissance institutionnelle de COSTEL (Climat et Occupation des Sols par TELédétection), un comble pour lui se prétendant parfois être « ni télédéacteur ni climatologue » ! Mais si JPM n'est pas un télédéacteur, il le devient en fait un peu par percolation, se familiarisant aux indices de végétation, aux bandes passantes, aux inversions de lignes pour brancher les colonnes, aux images radar où les parasites brouillent l'écoute. Pour lui, la valeur du pixel n'est rien si son

étude ne passe pas par une réflexion géographique, les images de télédétection lui offrant l'opportunité de reposer la question de l'autocorrélation spatiale, la construction des modèles, celle de l'analyse (fondamentale selon lui) des résidus.

Par délégation et pour mettre le pied à l'étrier des jeunes collègues, il les aide à porter des thèses, faisant du « thésard » la pierre angulaire du développement de l'équipe, assurant le brassage et le renouvellement des générations et la stimulation intellectuelle. Pour JPM, quoi de mieux qu'une belle thèse, construite dans un collectif bienveillant ? Et combien de ces thésards devenus docteurs sont désormais ses collègues chercheurs, chercheuses, Professeurs, Maître ou Maîtresse de Conférences ? A toute occasion, sa dimension humaine a permis de mettre les échecs en valeur et de contribuer à élargir sa famille des géographes costellien(ne)s.

JPM est une sorte de synthèse de curiosité intellectuelle, non pas désordonnée mais au service d'une démarche géographique originale et qui s'est forgée par une confrontation d'idées permanente au sein de la géographie mais aussi en dehors de la discipline (GDR RICLIM, Pôle Armoricaïn de Recherche en Environnement, ancêtre du CAREN et de l'OSUR...). Impliqué tout à la fois dans l'animation scientifique et l'administration de l'enseignement supérieur et de la recherche, il aura contribué à établir et faire reconnaître une certaine vision de la climatologie géographique et un pôle désormais bien identifié à Rennes 2.

PRINCIPAUX OUVRAGES :

- 1985 : Contraintes climatiques et espace géographique, le cas irlandais, Ed Paradigme, Caen, 336p.
- 1996 : Europe du Nord, Europe Médiane, Tome IX Géographie universelle, Belin, Reclus, Paris, 479p. (avec P. Riquet).
- 1997 : Le climat, l'eau et les hommes, PUR, Rennes, 333 p. (avec V. Dubreuil).
- 1999 : Géographie de la Chine, Armand Colin, Coll U, Paris, 297p. (avec J.P. Larivière).

CONTRIBUTIONS DE JEAN PIERRE MARCHAND AUX COLLOQUES DE L'AIC :

1. Marchand J.-P., 2004 : Les risques climatiques extrêmes, Actes XVIIème colloque de l'AIC (Climat, mémoire du temps : Les relations climat-espace-société), Caen, France, 193-196.
2. Marchand J.-P., 2008 : Le climat et la géographie régionale : l'exemple des géographies universelles, Actes XXIème colloque de l'AIC (Climat et risques climatiques en Méditerranée), Montpellier, France, 431-435.
3. Marchand J.-P., Planchon O., Bonnardot V., 2010 : Le climat vécu, une aide à la détermination des climats passés : les hivers froids à Laval (1481-1537), Actes XXIIIème colloque de l'AIC (Risques et Changement Climatique), Rennes, France, 373-378.
4. Marchand J.-P., Bonnardot V., Planchon O., Dubreuil V., 2011 : La vigne, le vin et le climat vus par un notable lavallois au début XVIème siècle. Actes du XXIVème colloque de l'AIC (Climats montagnards et risques), Rovereto, Italie, 381-386.
5. Marchand J.-P., Bonnardot V., 2012. Les territoires du risque et le climat à Laval (1480-1537). Actes du 25^{ème} colloque de l'AIC (Les climats régionaux : observation et modélisation), Grenoble, France, 499-504.
6. Marchand J.-P., Planchon O., Bonnardot V., Dubreuil V., 2014 : Laval, une station représentative du climat vécu de l'Ouest de la France (1480-1789) ? Actes du XXVIIème colloque de l'AIC (Climat : système et interactions), Dijon, France, 733-738.
7. Marchand J.-P., Planchon O. et Bonnardot V., 2016 : La variabilité des types de temps mensuels au XVIIIème siècle à Laval : approche méthodologique ». XXIXème colloque de l'AIC (Climat et pollution de l'air), Besançon, Lausanne, 315-319.
8. Marchand J.-P. et Bonnardot V., 2020 : Entre société, variabilités et changements climatiques : l'exemple de l'évolution du vignoble en Mayenne. Actes du XXVIIème colloque de l'AIC 2020 (Changement climatique et territoires), Rennes, France, 457-462.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	1
INTRODUCTION AU XXXIII ^{EME} COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE : CHANGEMENT CLIMATIQUE ET TERRITOIRES VALERIE BONNARDOT & HERVE QUENOL	5
JEAN-PIERRE MARCHAND : UNE APPROCHE SYSTEMIQUE DU LIEN CLIMAT-TERRITOIRE VINCENT DUBREUIL	9
DESSINS CARICATURAUx DE LA CARRIERE DE JEAN PIERRE MARCHAND HERVE REGNAULD	14
RESUMES ETENDUS DES COMMUNICATIONS ET POSTERS PREVUS	17
ABDMOULEH M. A., DAHECH S. <i>Cartographie de la pollution sonore dans l'agglomération de Sfax</i>	19
ADIGBEGNON M., TOTIN VODOUNON S. H., AMOUSSOU E., AVAHOUINC. N. N., HOUNGNIBO K., ADETONA L. <i>Réchauffement climatique dans le domaine de transition climatique au Bénin</i>	25
ALI R. K. F. M. <i>Perceptions locales des effets des changements climatiques sur les plantations d'acacia auriculiformis de Ouèdo et Pahou au sud du Bénin</i>	31
ALLECHY F. B., N'GUESSAN B. V. H., YOUAN TA M., YAPI A. F., KONE A. B., AFFIAN K. <i>Mode d'occurrence et d'alternance des épisodes secs et humides dans le bassin de la Lobo (centre-ouest de la Côte d'Ivoire) : apport des chaînes de Markov</i>	37
ALONSO L., RENARD F. <i>Compréhension du micro-climat urbain lyonnais par l'intégration de prédicteurs complémentaires à différentes échelles dans des modèles de régression linéaires multiples</i>	43
AMORIM M. C. C. T., DUBREUIL V. <i>Analyse comparée des îlots de chaleur de surface diurnes et nocturnes en environnement tropical continental et tempéré océanique</i>	49
AMORIM A. T., PIROLI E. L. <i>Study on the influence of land use and cover on surface temperature and normalized difference vegetation index</i>	55
AMOUSSOU E., TOTIN VODOUNON S. H., KOUADIO K. C. A., OBAHOUNDJE S., KOUAME Y. M., DIEDHIOU A., MAHE G., HOUNDENOU C., BOKO M. <i>Etude comparative du fonctionnement hydrologique dans deux bassins-versants anthropisés en Afrique de l'ouest</i>	61
ANJOS M., MENDONÇA F., FORIGO Y. <i>Mapping fossil fuel CO₂ emissions in Curitiba, Brazil: an approach based on street scale</i>	67
ARAÚJO A., FERREIRA H., PEREIRA H., FERREIRA E. <i>The relationship between relief and climate at sub-regional scale in the southwest of Mato Grosso state, Brazil</i>	73

ATIDEGLA S. C., KOUMASSI H. D., HOUNMENOU C.	79
<i>Risques climatiques et production agricole au Bénin : effets, perceptions et stratégies d'adaptation</i>	
BARBOSA H. P., DUBREUIL V.	85
<i>L'utilisation des transects mobiles nocturnes et des données satellitaires pour caractériser les îlots de chaleur urbains dans l'agglomération rennaise (Bretagne, France)</i>	
BARONETTI A., ACQUAOTTA F., DUBREUIL V., GONZÁLEZ-HIDALGO J. C., FRATIANNI S.	91
<i>Future drought events in Italy</i>	
BEAUVAIS F., CANTAT O., LE GOUEE P., BRUNEL-MUGUET S., MADELINE P., GAILLARD H., BATAILLE M. P., SALLEN T., PREUX T., MEDJKANE M.	97
<i>Conséquences du changement climatique sur le lin fibre en Normandie à l'horizon 2100 : simulation bioclimatique prospective à partir des données CNRM-2014 et IPSL-2014</i>	
BEN HAMMOUDA A., BEN JALLOUL M.	103
<i>Effet de la variabilité pluviométrique sur les caractéristiques de la nappe phréatique et de l'agriculture irriguée dans la côte de Bizerte (Tunisie)</i>	
BENZATER B., ELOUSSI A., BENARICHA B.	109
<i>Hausse significative des pluies maximales journalières dans le bassin versant de la Macta (nord-ouest de l'Algérie)</i>	
BERNARD J., BODÉANAN P., KÉRAVEC P., MORILLE B., RODLER A.	115
<i>Outil d'alerte pour identifier les périodes propices au rafraîchissement des parcs</i>	
BIGOT S., DUMAS D., BROU Y. T., RAMBOARISON R., RAZANAKA S., PHILIPPON N.	121
<i>Etude hydroclimatique dans le nord-ouest de Madagascar : apport des données satellitaires GRACE</i>	
BONNARDOT V., QUENOL H.	127
<i>Viticulture en Bretagne : challenge ou opportunité ? Quelques indices bioclimatiques régionaux</i>	
BOUAICHE A., KARROUK M.-S., LOTFI N., TNOURJI H., CHAIR M.	133
<i>Impacts des pluies automnales extrêmes sur la ville d'Agadir : cas des inondations de novembre 2014</i>	
CASTELHANO F. J., PINTO J. E. S. S.	139
<i>Urban morphology and air quality in Curitiba, Paraná southern Brazil</i>	
CAVICCHIOLI A., MELLO-THÉRY N. A.	145
<i>Îlot de chaleur dans une ville brésilienne moyenne et perspectives d'action publique</i>	
CHANIAL M., PARISON S., HENDEL M., ROYON L.	151
<i>Etude du comportement thermique et microclimatique d'un revêtement innovant</i>	
CHARFI S., FEKI M., BOUAZIZ R.	157
<i>Les épisodes secs pendant la saison pluvieuse au nord de la Tunisie : variabilité temporelle et impact sur la céréaliculture</i>	
CHARMONT C., BONNARDOT V., CAPDEVILA L.	163
<i>Changement climatique et viticulture en bretagne : émergence ou renaissance d'un vignoble ? Une analyse historique</i>	
CHEBLI M., CHARFI S., DAHECH S.	169
<i>Caractérisation de l'îlot de chaleur urbain au moyen de mesures fixes et mobiles dans l'agglomération de Kairouan (Tunisie)</i>	
CHELU A., ZAHARIA L., DUBREUIL V., IOANA-TOROIMAC G.	175
<i>Drought trends and their spatial variability in south-eastern Romania based on SPI and SPEI analysis</i>	

CONSTANTIN (OPREA) D. M., GRIGORE E., ZAHARIA L., IOANA-TOROIMAC G., TIȘCOVSCHI A. A., BOGAN E.	181
<i>The perception of the urban heat island. case study: Bucharest (Romania)</i>	
DAVID M., CANTAT O., PLANCHON O.	187
<i>Chaleur en Normandie, types de circulation atmosphérique et changement climatique (1970-2019)</i>	
DE RESSÉGUIER L., PONS R., PIERI P., PETITJEAN T., MARY S., VAN LEEUWEN C.	193
<i>Étude du gradient vertical de la température dans des parcelles de vigne de la région de Bordeaux : vers une solution pour l'adaptation au changement climatique ?</i>	
DIAB L., ADJIZIAN GERARD J., NOUACEUR Z.	199
<i>Suivi par télédétection des tempêtes de sable "khamsin" au Liban</i>	
DIALLO M. M., DAHECH S., SY B. A.	205
<i>Variabilité interannuelle de la pluviométrie au poste de Bignona de 1950 à 2018 (Sénégal)</i>	
DJELLOULI Y., MESSNER F., LOUAIL A.	211
<i>Evolution des bioclimats locaux face au changement climatique en Tunisie. classification bioclimatique mondiale et méthode de clustering</i>	
DJOHY L., SOUNON BOUKO B.	217
<i>Elevage intelligent face aux mutations climatiques dans la commune de Tchaourou au Bénin (Afrique de l'Ouest)</i>	
DOS SANTOS I., CARVALHO J.W.L.T., IENSEN I.R.R.	223
<i>Urban water balance resilience to climate change scenarios in hydrologic similarity areas: modelling application in Belem catchment, southern Brazil</i>	
DOUTRELOUP S., FETTWEIS X., ERPICUM M.	229
<i>Simulation des précipitations dans la région du Lac Victoria (Afrique équatoriale de l'Est) à l'aide du modèle régional MAR</i>	
DROGUE G., HASSANI N., MANCEAU L., PARUKE L.	235
<i>Acquisition d'images thermiques infrarouges par drone pour la caractérisation de l'ICU de surface à échelle fine : étude pilote dans une ZAE du territoire de Metz Métropole (le Plateau de Frescaty)</i>	
DUBREUIL V., FOISSARD X., NABUCET J., THOMAS A., QUENOL H.	241
<i>2019, une année exceptionnelle de fréquence et d'intensité d'îlots de chaleur à Rennes ?</i>	
DUBUISSON B., BERNUS S., CORRE L., DROUIN A.	247
<i>Évolution des précipitations en France métropolitaine au cours des dernières décennies</i>	
DUMAS G., MASSON V., HIDALGO J.	253
<i>Construire un réseau de mesures atmosphériques en temps réel, première phase des services climatiques de Toulouse métropole</i>	
EL BOUHALI A., LEBAUT S., QADEM A., AMYAY M., GILLE E., COTONNEC A.	259
<i>Evaluation des produits TRMM et GPM à partir d'observations aux stations et de résultats d'un modèle de quantification spatiale des précipitations sur le moyen-atlas, Maroc</i>	
EL HAWARI J., EL GHACHI M., REDDAD H., KOELLING M., GROENEVELD J., BOUIMETARHAN I. ...	265
<i>A la recherche d'indicateurs du changement climatique au Maroc : analyse spatiale des caractéristiques géochimiques des sédiments de surface marins et continentaux au sud du Maroc</i>	
EL ORFI T., EL GHACHI M., LEBAUT S.	271
<i>Comparaison des données de précipitation satellitaires avec les données mesurées dans le bassin versant de l'oued Oum Er Rbia en amont du barrage Ahmed El Hansali (Maroc)</i>	
ESSALEK B., NAHLI A.	277
<i>Etude des tendances pluviométriques récentes dans la plaine de chaouia (Maroc)</i>	

ETENE C. G.	283
<i>Dynamique spatiale et érosion pluviale dans le doublet Porto-Novo-Akpro Misserete au Bénin</i>	
EUCHI H., DAHECH S.	289
<i>Répartition des particules fines et ultrafines (PM₁₀ et PM_{2,5}) dans l'agglomération de Sfax (Tunisie)</i>	
FACI M., BENZIOUCHE S. E., ROUMANI M., BERREDJOUH D., KHARFALLAH N., AZZOUZ R.	295
<i>Notes de suivi du cycle phénologique du palmier dattier vis-à-vis les nouvelles conditions climatiques (cas de la région des Ziban)</i>	
FALLOT J.-M., FLORANCE V.	301
<i>Evolution de la fréquence des précipitations journalières abondantes en Suisse de 1900 à 2019</i>	
FATHI M., KARROUK M. S.	307
<i>Les changements climatiques et les catastrophes naturelles au Maroc</i>	
FORTIN G., DOS SANTOS I., DUBREUIL V., GERMAIN D., GOUDARD G., LANDOLFI de CARVALHO J., MENDONÇA F., ROLLET A.-J., ROSEGHINI F. W.	313
<i>Étude comparative des conditions hydrométéorologiques propices aux inondations dans trois bassins versants : Brésil, Canada et France</i>	
FOURMENT M., TACHINI R., FERRER M., BONNARDOT V.	319
<i>Phenology responses of grapevine cultivars to climate variability in a coastal region of Uruguay</i>	
FRATIANNI S., ACQUAOTTA F., BARONETTI A., FALZOI S., GARZENA D., GUENZI D.	325
<i>Méthodologies d'analyse pour la caractérisation climatique</i>	
FRERE M., HENDEL M., ROYON L.	331
<i>Couplage de matériaux frais, perméables et arrosage urbain : évaluation d'un démonstrateur d'îlot de fraîcheur urbain</i>	
FUNATSU B. M., ARVOR D., DUBREUIL V., RONCHAIL J., ESPINOZA J. C., MICHOT V.	337
<i>Precipitation extremes and their trends in the amazon region (1981-2018)</i>	
GAVRILESCU C., RICHARD Y., REGA M., PLANCHON O., BOIS B.	343
<i>Dynamique spatio-temporelle d'un événement extrême froid : impact de la circulation atmosphérique sur les basses températures en bourgogne viticole</i>	
GIBIGAYE M., CHABI A. B. P.	349
<i>Stratégies d'adaptation des productions vivrières aux contraintes climatiques dans l'arrondissement de Badazouin (commune de Bopa) au Bénin</i>	
GOUDARD G., LIMBERGER L., MENDONÇA F. A.	355
<i>Variabilité pluviométrique et téléconnexions à Curitiba (Brésil) : une analyse préliminaire</i>	
HANCHANE M., SEBBAR A., ILMEN R., EL MOULOUDI M.	361
<i>Événements pluviométriques extrêmes dans la grande métropole casablancaise : fréquence de retour et liens avec les types de circulation atmosphérique</i>	
HASSANI N., LEBAUT S., DROGUE G., SGHIR S.	367
<i>Evolution spatio-temporelle de températures de surface diurne dans l'aire métropolitaine de Metz à partir de données Landsat</i>	
JOLY D.	373
<i>Différences de température entre une forêt et un site ouvert adjacent en hiver et en été</i>	
JUVANON DU VACHAT R.	379
<i>L'adaptation au changement climatique dans les territoires</i>	
KARAMBIRI B. L. C. N.	385
<i>Impact de la péjoration climatique sur la production maraîchère dans la province du Sanguié au Burkina Faso</i>	

KARROUK M. S.	391
<i>Les inondations de 2009-2010 au Maroc : l'exceptionnalité de l'événement et difficultés de gestion dans la région du Gharb</i>	
KASTENDEUCH P., NAJJAR G., PHILIPPS N.	397
<i>Humidité relative, pression partielle de vapeur d'eau et îlot de sécheresse à Strasbourg (France)</i>	
KODJA D. J., AKOIGNONGBE A. J. S., AMOUSSOU E., MAHE G., VISSIN E. W., PATUREL J. E., HOUNDENOU C.	403
<i>Influence des estimations d'évapotranspiration potentielle par les méthodes de Penman-monteith et de Oudin sur la calibration du modèle hydrologique gr4j dans le bassin versant de l'Ouémé (Afrique de l'ouest)</i>	
KONAN K. C., TRA BI Z. A.	409
<i>Sensibilité des ressources en eau au forçage pluviométrique dans le bassin versant du Bandama (Côte d'Ivoire)</i>	
KOUNGBANANE D., TOTIN VODOUNON H. S., AMOUSSOU E.	415
<i>Risque d'inondation et dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Oti au Togo (Afrique de l'ouest)</i>	
LE CAP C., CARLIER J., QUENOL H., HEITZ D., BUISSON E.	421
<i>Simulations numériques micro-échelles et mesures de terrain du climat lors d'un gel de printemps sur un vignoble équipé de tours antigels</i>	
LIGNEAU L., TILLY S., BARAER F., DUBREUIL V., BONNARDOT V.	427
<i>Observatoire du changement climatique pour l'agriculture : Résultats préliminaires en Bretagne</i>	
LIMA A. P., SOUSA G. S., SANT'ANNA NETO J. L., AMORIM M. C. C. T.	433
<i>Vegetation and soil humidity as analysis elements of the island of surface heat in the city of natal (RN), Brazil</i>	
LIMBERGER L., ELY D. F., GAMERO P., MANGILI F. B., SCHMENGLER M.	439
<i>Évaluation de la performance de différents ensembles de données de grille par rapport aux données observées de précipitation dans l'état du Paraná (Brésil)</i>	
LOTFI N., BOUAICHE A., KARROUK M. S., CHAIR M., BENTALEB H., TNOURJI H.	445
<i>Impacts des fortes pluies et gestion des risques naturels dans la ville de Casablanca : cas des inondations de 2010</i>	
MADÉLIN M., DUPUIS V.	451
<i>Twitter, un nouveau « baromètre » des événements caniculaires ?</i>	
MARCHAND J.-P., BONNARDOT V.	457
<i>Entre société, variabilités et changements climatiques : l'exemple de l'évolution du vignoble en Mayenne</i>	
MARTIN N.	463
<i>Production électrique éolienne en France et circulation atmosphérique</i>	
MICHOT V., BROGNIEZ H., VRAC M., THAO S., CHEPFER H., DUFOUR C., YIOU P.	469
<i>Estimation of relative humidity profiles at fine scale: a challenge for the understanding of the atmospheric water cycle</i>	
MILANI T. S., AMORIM M. C. C. T.	475
<i>Amplitude thermique quotidienne pendant les épisodes de chaleur à Martinópolis/SP (Brésil)</i>	
MJEJRA M., SAMAALI M.	481
<i>Contribution de la télédétection optique à la cartographie de la neige dans la Tunisie tellienne</i>	
MOREIRA A. B., ZAMPARONI C. A. P., NOBREGA R. S., DUBREUIL V.	487
<i>Urban heat island and land cover diversity in the city of Recife/PE – Brazil</i>	

MORIN G., LE ROUX R., LEMASLE P. G., QUENOL H.	493
<i>Méthode de descente d'échelle statistique à partir de l'imagerie satellite thermique MODIS : application à la Gironde viticole</i>	
MOUHAMAD ALI S., ADJIZIAN GÉRARD J., BADARO SALIBA N., ZAAROUR R., GÉRARD P. C., BITAR H.	499
<i>Morphologie urbaine et évolution des températures à l'échelle fine dans un quartier de Beyrouth (Liban)</i>	
MUTTI P., DUBREUIL V., BEZERRA B.	505
<i>Caractérisation de la sécheresse dans le bassin du fleuve São Francisco, Brésil : évolution du bilan hydrique sur la période 1942-2016</i>	
N'DA K. C., N'ZUE K. A., SULTAN B.	511
<i>La réussite de la riziculture pluviale face aux changements climatiques dans l'hydrosystème du Bandama (Cote d'Ivoire)</i>	
ODJOUBERE J., KOOKE G. X., DJOSSOU J.-M., TENTE A. B. H.	517
<i>Contribution des plantations bois de feu de Pahou et Ouedo à l'émission du carbone au sud du Bénin dans un contexte de changements climatiques</i>	
OSCAR JÚNIOR A., MENDONÇA F.	523
<i>Climatic risk to arboviruses in Rio de Janeiro city</i>	
PARISON S., CHAUMONT M., KOUNKOU-ARNAUD R., LONG F., BERNIK A., DA SILVA M., HENDEL M.	529
<i>"Tierce Foret": greening a parking lot</i>	
PATRICHE C. V., IRIMIA L. M.	535
<i>Evolution of ecological viticulture potential in Romania during 1961-2013 period</i>	
PHILIPPON N., FINK A., ADLER B., BIGOT S., CAMBERLIN P., CASTEL T., KNIPPERTZ F., KOHLER M.2, MARISCAL A., MALOBA MAKANGA J. D., MOREL B., MORON V., PANTE G., PELLARIN T., PERGAUD J., SAMBA G7, WIESER A.	541
<i>Dyvalocca : un projet pour l'étude des nuages bas de saison sèche sur la façade atlantique de l'Afrique centrale et de leur impact bioclimatique sur les forêts sempervirentes</i>	
PHILIPPS N., KASTENDEUCH P., MONTAUBAN O., NAJJAR G.	547
<i>Rôle de la végétation et de la géométrie urbaine dans la variabilité spatio-temporelle de l'îlot de chaleur urbain : cas de la ville de Strasbourg</i>	
POP O. T., HOLOBĂCĂ I. H., RĂCHITĂ I. G., DECAULNE A., HOTEA M., HORVÁTH C.	553
<i>Reconstitution dendrochronologique des avalanches de neige et conditions synoptiques associées à l'épisode avalancheux majeur de l'hiver 2005 dans les Monts Maramures (Carpates Orientales Roumaines)</i>	
POPOV H.	559
<i>Influence of climate change on thermal conditions for growing vineyards in struma valley</i>	
RANAIVOJAONA S. B., TSIAVAHANANAHARY T. J., RANARIJAONA H. L. T.	565
<i>Vulnérabilité des mangroves face au changement climatique dans deux villes côtières de l'ouest de Madagascar</i>	
RANDRIAMIFIDISON R. F. A., TSIAVAHANANAHARY T. J., ANDRIAMIFIDY M. A., ANDRIAMAMPIHANTONA F., REJO-FIENENA F.	571
<i>Impacts de la variabilité climatique sur les pratiques agricoles dans la région Amoron'i Mania, Madagascar</i>	
RENARD F., ALONSO L.	577
<i>Les zones climatiques locales à l'épreuve des températures de surface et des mesures mobiles : le cas de Lyon</i>	
RIAHI M.	583
<i>La transition thermique printanière en Tunisie</i>	

ROCHA G., DUBREUIL V., MENDONÇA F.	589
<i>Caractéristiques horaire et saisonnière de l'îlot de chaleur urbain de Florianópolis (sud du Brésil)</i>	
RODLER A., BERNARD J., MORILLE B., BODENAN P., GUERNOUTI S., MUSY M.	595
<i>CoolParks: aide à la conception de parcs et de formes urbaines pour optimiser le rafraîchissement urbain</i>	
ROME S., BIGOT S., FOISSARD X., FOUVET A.-C., MADELIN M., DUCHE S.	601
<i>L'été 2019 à Grenoble (France) : analyse d'un extrême de chaleur et mesures d'adaptations mises en place par la collectivité</i>	
SAMAALI H., MJEJRA M.	607
<i>Bilan hydrique agro-climatique de la vigne à partir de données de télédétection à moyenne résolution spatiale : cas de la région du Cap Bon (Tunisie)</i>	
SANOU K., ROUAMBA S., SOME W., SOME Y. S. C.	615
<i>Approche spatiale du risque climatique dans le secteur de l'élevage à l'échelle du Burkina Faso</i>	
SEBBAR A., HSAINE M., FOUGRACHE H., SALOUI A., BADRI. W.	619
<i>Impact du changement climatique sur la région montagneuse du moyen atlas au Maroc</i>	
SIRNIK I., QUENÓL H., JIMÉNEZ-BELLO M. A., MANZANO J., LE ROUX R.	625
<i>Climate change impact on two viticultural regions: Valencia Do and Goriška Brda</i>	
SOARES DA SILVA M. H., ORTIZ PORANGABA G. F. O., PEREIRA DE FREITAS J. C.	631
<i>Profil thermique nocturne à Três Lagoas - MS (Brésil)</i>	
SOUBEYROUX J.-M., BERNUS S., CORRE L., GOUGET V., KERDONCUFF M., SOMOT S., TOCQUER F.	637
<i>Le nouveau jeu de simulations climatiques régionalisées sur la France pour le service DRIAS</i>	
SOW O. C., SAMBOU P. C., DOREGO G. S., KONTE O., TOURE K., DUBREUIL M., FALL M. M.	643
<i>Analyse du risque de base dans l'assurance pluviométrique indicielle au Sénégal</i>	
TACHINI R., FOURMENT M., FERRER M.	649
<i>Meso-climate study and its effect on berry composition in the Atlantic emerging wine region of Uruguay: preliminary results</i>	
TENTE A. B. H.	655
<i>Simulation du climat futur et des rendements agricoles en région soudano-sahélienne en République du Bénin</i>	
THIBAUT J., TISSOT C., QUENOL H.	661
<i>La viticulture littorale et insulaire dans le contexte du changement climatique</i>	
THOMAS M.-F., BARBOSA H. P., ROUE-LE GALL A.	667
<i>Comment la recherche entre changement climatique et santé humaine en milieu urbain est-elle menée ? Résultats préliminaires d'une revue exploratoire de la littérature</i>	
TOMBOANONA S., TSIAVAHANANAHARY T. J., RAMIANDRISOA B. A., RANDRIAMIFIDON R. F. A., RANARIJAONA H.	673
<i>Effets du changement climatique et des pressions humaines sur les palmiers endémiques malgaches : cas de Tahina Spectabilis</i>	
TOTIN VODOUNON S. H., ALAO CHABI CHAFFA A. R., AMOUSSOU E., HOUNDENOU C.	679
<i>Fiabilité des prévisions météorologiques dans le domaine du climat subsoudanien au nord-Bénin</i>	
TRABOULSI M., TOLIKA K., ANAGNOSTOPOULOU C., MAHERAS P., MACHERA F.	685
<i>Les précipitations extrêmes à Beyrouth et leurs relations avec les types de circulation atmosphérique</i>	

TSIAVAHANANAHARY T.J., RANDRIAMIFIDISON R. F. A., TSARADIA J. N., RANDRIANJATOVO S., RANAIVOJAONA S. B., RANDRIANJAFY V. R., TOMBOANONA S., ANDRIAMASIMANANA R. H.	691
<i>Vulnérabilité de la communauté des oiseaux aquatiques du complexe zones humides Mahavavy-Kinkony face aux changements climatiques : perception des villageois, analyse bioécologique et mesures d'atténuation</i>	
ULLMANN A., GROSSE C., BERTHET C.	697
<i>Conditions atmosphériques associées aux chutes de grêles en Bourgogne</i>	
VIGNINO T., ZANNOU P., ZOGLOBOSSOU B.	703
<i>Vulnérabilité des établissements humains et stratégies d'adaptations endogènes des populations à l'érosion pluviale dans la ville de Covè au Bénin (Afrique de l'ouest)</i>	
YAPI A. F., OGA Y. M. S., N'GUESSAN BI V. H., KPAN O. J. G., ALLECHY F. B., BIEMI. J.	709
<i>Analyse des données pluviométriques journalières de 1980 à 2013 de la région de la Marahoué : apport des chaînes de Markov d'ordre 1 et 2</i>	
INDEX DES AUTEURS	715
INDEX DES MOTS CLES	722

Ce volume rassemble un panel de 116 articles présentant des recherches sur le thème « Changement Climatique et Territoires » menées sur divers espaces géographiques.

COMPOSITION DU COMITE SCIENTIFIQUE

ARVOR Damien
Université Rennes 2, France

BARAER Franck
Météo-France, Rennes, France

BARETTE Natalie
Université de Laval, Canada

BEN BOUBAKER Habib
Université de la Manouba, Tunisie

BIGOT Sylvain
Université Grenoble-Alpes, France

BONNARDOT Valérie
Université Rennes 2, France

BOURIAU Emmanuel
AUDIAR, France

CAMBERLIN Pierre
Université Bourgogne Franche-Comté, France

CANTAT Olivier
Université de Caen-Normandie, France

DAHECH Salem
Université Paris 7, France

DROGUE Gilles
Université de Lorraine, France

DUBREUIL Vincent
Université Rennes 2, France

DOUTRELOUP Sébastien
Université de Liège, Belgique

EL MELKI Taoufik
Université de La Manouba, Tunisie

ELY Deise
Université d'Etat, Londrina, Brésil

FALLOT Jean-Michel
Université de Lausanne, Suisse

FOISSARD Xavier
TerraClima, France

FORTIN Guillaume
Université de Moncton, Canada

FOURMENT Mercedes
Université de la République, Montevideo, Uruguay

FRATIANNI Simona
Université de Turin, Italie

FUNATSU Béatriz
Université de Nantes, France

HOLOBĂCĂ Iulian
Université de Cluj-Napoca, Roumanie

KASTENDEUCH Pierre
Université de Strasbourg, France

KERMADI Saida
Université de Lyon 2, France

LE ROUX Renan
Cirad, Montpellier, France

MADÉLIN Malika
Université Paris 7, France

MARTIN Nicolas
Université de Côte d'Azur, France

MENDONCA Francisco
Université Fédérale de Paraná, Brésil

MICHOT Véronique
Université Paris Saclay, Guyancourt, France

MORON Vincent
Université Aix-Marseille, France

PLANCHON Olivier
Université Bourgogne Franche-Comté, France

QUENOL Hervé
Université Rennes 2, France

RICHARD Yves
Université Bourgogne Franche-Comté, France

ROME Sandra
Université Grenoble-Alpes, France

RONCHAIL Josyane
Université Paris Diderot, France

SALOU Abdoumalik
Université Hassan II, Casablanca, Maroc

SOUBEYROUX Jean-Michel
Météo-France Toulouse, France

TRABOULSI Myriam
Université Libanaise, Liban

ULLMANN Albin
Université Bourgogne Franche-Comté, France

VANNIER Clémence
Université de Canterbury, Nouvelle-Zélande

VISSIN Expedit
Université d'Abomey Calavi, Bénin

ZAHARIA Liliana
Université de Bucarest, Roumanie



Observatoire
des Sciences de l'Université
de Rennes



ISBN 978-2-907696-26-5

DYNAMIQUE SPATIALE ET EROSION PLUVIALE DANS LE DOUBLET PORTO-NOVO-AKPRO MISSERETE AU BENIN

ETENE C.G.

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

Résumé : L'urbanisation rapide, la croissance démographique et les changements climatiques observés les trois dernières décennies sont considérés comme des facteurs amplificateurs de l'érosion pluviale dans les milieux urbains. La présente étude vise à analyser les effets de la dynamique spatiale sur la dégradation de l'environnement urbain du doublet Porto-Novo-Akpro Misséréte par l'érosion pluviale. Les données topographiques, cartographiques et démographiques ont été utilisées pour apprécier la dynamique spatiale et la dégradation des terres. La statistique descriptive et l'indice de risque des catastrophes ont été utilisés. Il résulte de cette étude que les mois de juin (21 %), juillet 16 %) et août (14 %) sont les plus agressifs en termes d'érosivité de pluie dans le doublet Porto-Novo et Akpro Misséréte.

Mots clés : Porto-Novo-Akpro Misséréte (Bénin) ; dynamique spatiale ; érosion ; dégradation du sol

Summary: *Spatial dynamics and rain erosion in the Porto-Novo and Akpro- Misserete doublet in Benin.* Rapid urbanization, population growth and climate change observed over the past three decades are considered to be factors amplifying rainfall erosion in urban environments. The purpose of this study is to analyze the effects of spatial dynamics on the degradation of the urban environment of the Porto-Novo-Akpro Misséréte by rainfall erosion. Topographical, cartographic and demographic data were used to assess spatial dynamics and land degradation. Descriptive statistics and the Disaster Risk Index were used. This study shows that the months of June (21%), July 16%) and August (14%) are the most aggressive in terms of rain erosivity in the double Porto-Novo and Akpro-Misserete.

Key words: Porto-Novo-Akpro Misséréte (Benin); spatial dynamics; erosion; land degradation

Introduction

L'urbanisation rapide, la croissance démographique et les changements climatiques observés ces trois dernières décennies ont contribué à la dégradation des villes des pays tropicaux. Ces modifications ne demeurent pas sans conséquence sur le milieu physique et les activités anthropiques. En effet, l'Afrique qui était jusque-là considéré comme le continent le moins urbanisé (40 %) en 2014 devrait atteindre 55,9 % en 2050 (ONU, 2014). Les prévisions montrent un doublement de la population urbaine de l'Afrique subsaharienne en 25 ans, passant de 324 millions à 730 millions (Dembele, 2017). Au Bénin, les grandes villes comme Porto-Novo, Cotonou et Parakou font partie de ce lot de villes africaines qui connaissent une croissance urbaine sans précédent.

Dans le doublet Porto-Novo et Akpro-Misséréte, les populations étaient respectivement de 264 320 et de 127 249 habitants en 2013 selon INSAE (2013). Le taux d'accroissement démographique s'élève à 1,49 % pour Porto-Novo et à 5,08 % pour Akpro-Misséréte (INSAE, 2013). Porto-Novo, capitale politique du Bénin, s'étale et se densifie dont les conséquences immédiates sont l'occupation des zones à risque, l'extension de Porto-Novo sur Akpro-Misséréte, le développement de quartiers spontanés non viabilisés, l'insuffisance des ouvrages de drainage des eaux pluviales ce qui expose ces différents territoires aux risques d'érodibilité des terres. La présente recherche vise à analyser l'impact de la dynamique spatiale et de l'érosion pluviale dans le doublet Porto-Novo-Akpro-Misséréte au Bénin en Afrique de l'Ouest surtout dans une perspective de développement urbain durable.

1. Présentation de cadre géographique

Situé dans le sud-est du Bénin, le doublet Porto-Novo et Akpro-Missérété est compris entre 6° 25' et 6° 40' de latitude nord et 2° 30' et 2°40' de longitude est (Fig.1).

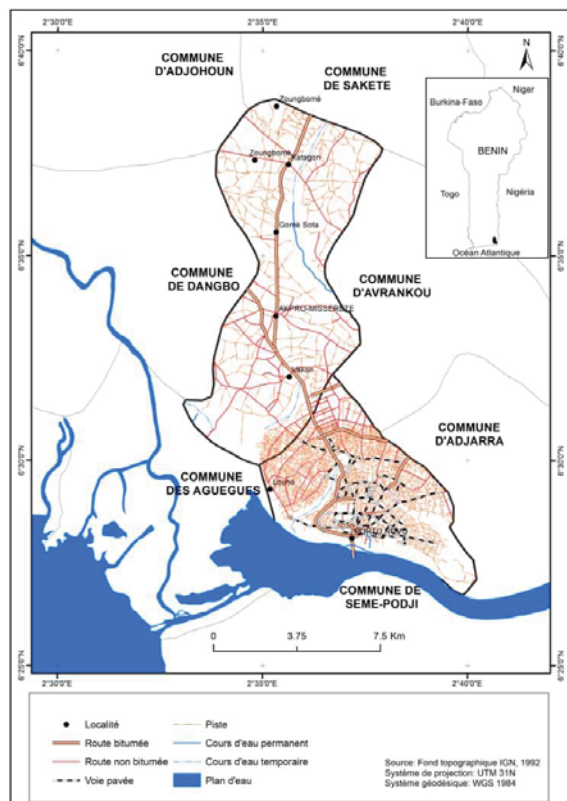


Figure 1. Situation géographique de doublet Porto-Novo-Akpro-Missérété

D'une superficie respectivement de 52 km² et 79 km², ces deux territoires sont situés sur les plateaux Porto-Novo-Sakété-Pobè avec une altitude moyenne variant entre 60 et 100 m, entaillés par une série des plaines inondables et des dépressions marécageuses.

Du point de vue topographique, le milieu d'étude est caractérisé par des pentes allant de 1 à 8 %, ce qui favorise le drainage des eaux fluviales vers le plan d'eau de la lagune et les dépressions marécageuses environnantes (Avocevou, 2016). Ce relief présente par endroits des entailles. La simplicité du relief va favoriser une occupation intégrale de l'espace □ ce qui constitue l'un des facteurs de la dynamique et de l'extension spatiale. Sur le plan climatique, le doublet Porto-Novo et Akpro-Missérété est caractérisé par un climat subéquatorial avec une moyenne annuelle d'environ 1200 mm de pluie. Ce climat favorable d'une part à l'installation humaine et d'autre part c'est un facteur responsable des phénomènes érosifs dans le milieu d'étude.

2. Données et méthodes

Cette étude repose sur des données démographiques, cartographique et infrastructurelles. Ainsi, les investigations en milieu réel ont permis d'interroger plus de 225 personnes afin de voir leur degré de perception sur le phénomène d'érodibilité des terres dans le secteur d'étude. Les indices pluviométriques (I) ont été analysés pour montrer la variabilité interannuelle des précipitations. Ils ont été calculés avec la formule $I = \frac{X - X_{moy}}{s}$, où X est la hauteur de pluie pour une année, X_{moy} la pluviométrie moyenne et s est 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. Pour estimer l'érosivité des pluies, l'indice d'agressivité climatique a été calculé selon la formule de Courcier (1993) $I_F = \frac{P^2}{P}$, avec p, la pluviométrie mensuelle la plus élevée, et P, la moyenne pluviométrique annuelle.

Des méthodes de cartographie diachronique de l'occupation des terres ont été utilisées. Ainsi, le mosaïquage des quatre scènes d'images deux à deux avec le logiciel Erdas Imagine 14.00 et des améliorations radiométriques pour rehausser la lisibilité des images à l'aide du logiciel Envi 5.1 ont d'abord été effectués. L'interprétation numérique des images Landsat 5 TM de 1990 et des images Landsat 8 OLI-TIRS a été réalisée selon la méthode de classification supervisée à l'aide du logiciel Envi 5.1. Les aires d'entraînement ont été délimitées au pixel près sur l'ensemble des unités d'occupation des terres. Pour le contrôle-terrain, 80 points GPS ont été relevés dans les différentes unités d'occupation des terres.

3. Résultats et discussion

3.1. Facteurs et manifestations de la dynamique démographique et spatiale dans le doublet Porto-Novo-Akpro-Misserete

Plusieurs facteurs expliquent l'extension spatiale du milieu d'étude. Les figures 2, 3 et 4 présentent l'évolution démographique, la densité de la population et le mode d'occupation du sol dans le doublet Porto-Novo et Akpro-Misséréte.

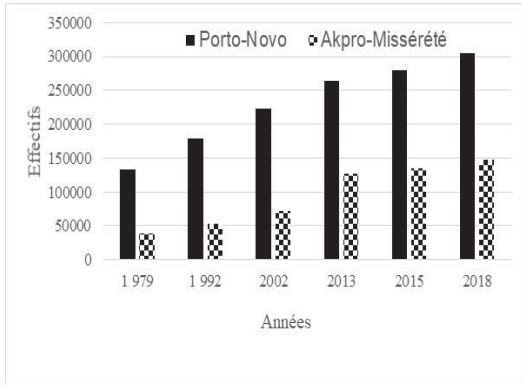


Figure 2. Evolution démographique à Porto-Novo et Akpro-Misséréte entre 1979 à 2018

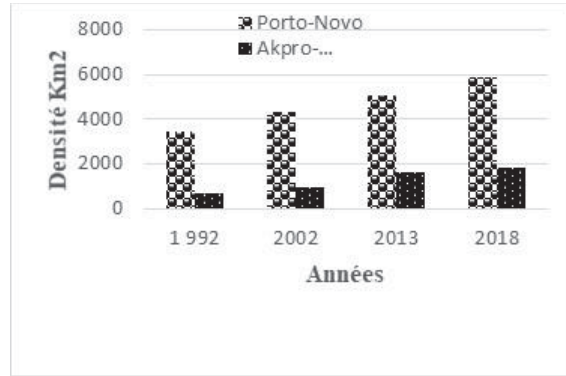


Figure 3. Evolution de la densité dans le doublet Porto-Novo et Akpro-Misséréte entre 1992 à 2018

La figure 2 montre la dynamique démographique dans les deux communes. Selon les recensements généraux de la population et des habitations (RGPH) au Bénin, les deux communes ont connu une évolution démographique très importante. D'une population de 133168 en 1979 et 305153 habitants en 2018, la commune de Porto-Novo a connu une croissance de 171985 en 39 ans. Quant à la commune de Akpro-Misséréte, d'une population de 39291 habitants en 1979 et 146893 habitants en 2018 soit une croissance de 107602 en 39 ans. Cette augmentation de la population ne demeure pas sans conséquence en matière de demande des terres habitables, agricoles et infrastructurelles.

De l'analyse de la figure 3, il ressort que dans les deux communes, la densité de la population a connu une évolution significative dans le temps. De 3445 habitants au Km² en 1992, cette densité a atteint 5868 hbts/km² en 2018 dans la commune de Porto-Novo. A Akpro-Misséréte, cette densité passe de 669 hbts/km² en 1992 à 1859 hbts/km² en 2018.

L'analyse de la dynamique de l'occupation des sols (Fig.4) révèle qu'en 1990 le territoire du doublet Porto-Novo et Akpro-Misséréte est dominé par les formations telles que la forêt et savane marécageuse (1462,73 ha), les plantations (5,09 ha), les cultures et jachères (6205,08 ha), les cultures et jachères sous palmier à huile (3030,968 ha), les agglomérations (1814,66 ha), etc. Ces différentes unités d'occupation du sol ont connu tantôt une régression soit une progression.

De 1814,66 ha en 1990, 4604,89 ha en 2005 et 630914 ha en 2017, les agglomérations ont progressé respectivement de 39 % et 73 % entre 1990 à 2005 et 2005 à 2017 dans le milieu d'étude. Par contre les formations telles que les cultures et jachères, les cultures et jachères sous palmier à huile ont connu des régressions respectivement de l'ordre 288 % et 182 % entre 1990-2005 et de 72 % et 121 % ente 2005-2017. Au total, le territoire du doublet Porto-Novo et Akpro-Misséréte a connu d'importants changements surtout une forte reconversion de milieu naturel en milieu anthropisé. Ces genres de changements ont pour conséquences la destruction du couvert végétal rempart contre l'érosion hydrique, augmentation de surface imperméabilisée, la densification du ruissellement et le faible taux d'infiltration.

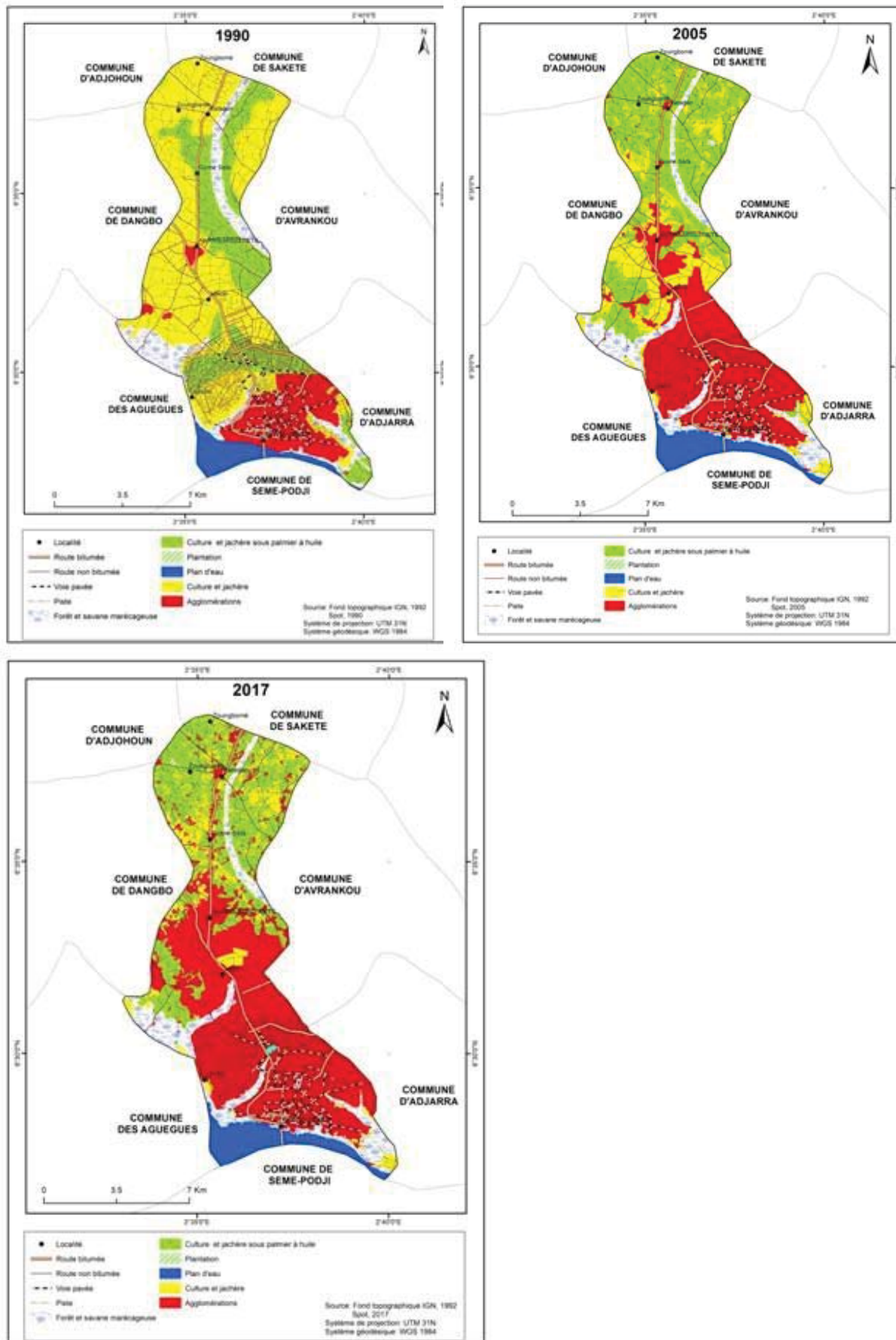


Figure 4. Occupation du sol en 1990, 2005 et 2017 dans le secteur d'étude

3.2. Effets de l'érosion pluviale dans le doublet Porto-Novo-Akpro-Misséré

La transformation de l'espace naturel en milieu anthropisé et associé à l'érosivité des pluies explique bien le phénomène de l'érosion pluviale observé dans la région d'étude. Les figures 5 et 6 indiquent la variation interannuelle des indices pluviométriques et d'agressivité des pluies dans le doublet Porto-Novo et Akpro-Misséré.

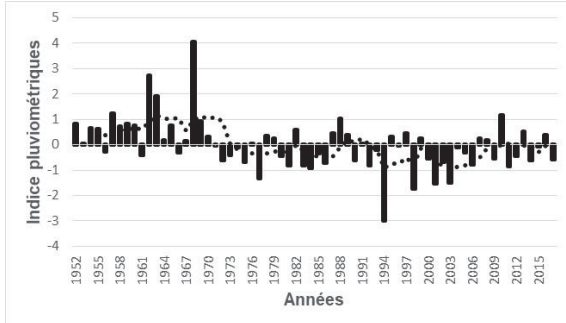


Figure 5. Variation interannuelle des indices pluviométriques à Porto-Novo (1952 – 2017)

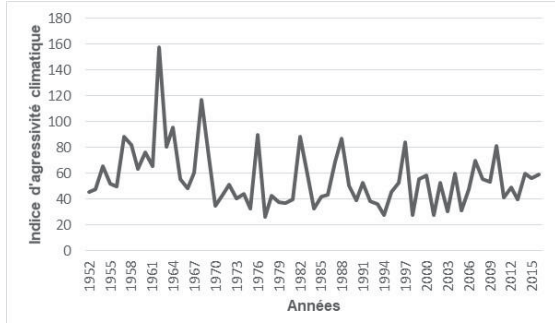


Figure 6. Variation interannuelle de l'indice d'érosivité à Porto-Novo (1952-2017)

La figure 5 présente l'indice pluviométrique et la moyenne mobile lissée sur 5 ans à Porto-Novo. Ainsi, il se dégage deux périodes à savoir : la période humide de 1952 à 1970 qui est caractérisée par des précipitations et des ruissellements très importants (fort taux d'érodibilité) et la période sèche allant de 1971 à 2017 intercalée par les années humides est caractérisée par des faibles précipitations, mais associée avec les surfaces imperméabilisées induite par la dynamique spatiale explique également l'importance de l'érosion pluviale dans le milieu d'étude.

Par contre la figure 6 montre la variation interannuelle de l'indice d'agressivité climatique dans le secteur d'étude. Ainsi, les années 1962 (158 %), 1968 (117 %), 1982 (89 %), 1988 (87 %), 1997 (84 %), 2007 (70 %) et 2014 (60 %) sont considérées comme les années où l'activité érosive est très importante à Porto-Novo et à Akpro-Misséré. Mais cette dégradation touche surtout les différentes infrastructures urbaines (Fig.7).



Figure 7. Ruelle détruite par une ravine à Tanto Porto-Novo (à gauche) et déchaussement d'un système de protection par l'érosion à Vakon Akpro-Misséré (à droite) (Clichés : Eténé, juin 2019)

Pour 60 % des personnes interrogées, l'érosion n'affecte pas de la même manière les deux communes. Ainsi, à Porto-Novo on enregistre des ravines dont la profondeur varie de 0 à 300 m et à Akpro-Misséré, les ravines de profondeur de 0 à 200 m. Ces ravines de tracé linéaire sont en train de menacer sérieusement plus de 300 habitations dans le secteur d'étude. Au total, le développement de l'urbanisation, le croît démographique et le fort d'érosivité dans la zone expliquent l'importance du phénomène érosif observé.

3.3. Discussion

L'analyse de la dynamique spatiale et de l'érosion pluviale dans le doublet Porto-Novo et Akpro-Misséréte montre que le cro  mographique, la densité et la crise de logement sont des facteurs amplificateurs de la dynamique spatiale des villes dans le secteur d'étude. Une observation similaire sur les deux communes a été faite par Avocevou (2016 et 2019) et Aboudou (2010). Cette dynamique spatiale se traduit par les différents modes d'occupation du milieu. Ainsi, certaines unités d'occupation telles que les agglomérations qui ont connu une évolution spatiale très significative (39 à et 73 à entre 1990 à 2005 et 2005 à 2017) au détriment des champs et jachères. Ce résultat est près qu'identique avec ceux de Avocevou (2019) et Kouatonou (2017). Cette transformation de l'espace naturel en un espace anthropisé ne demeure pas sans conséquence en termes de risque d'érosion de sol. Dans le doublet Porto-Novo-Akpro-Misséréte, la dynamique spatiale et les perturbations climatiques ont contribué à l'amplification du phénomène érosif. Ainsi, les habitations et les infrastructures urbaines sont déchaussées et ravinées. Ce résultat est confirmé par les travaux de Eténé *et al.* (2017) et Houndakinou (2006).

Conclusion

L'étude de la dynamique spatiale et de l'érosion pluviale dans le doublet Porto-Novo et Akpro-Misserete a permis de comprendre les liens qui existent entre les modifications du milieu et le phénomène érosif. Ainsi, la dynamique démographique et la crise foncière ont contribué à l'extension des agglomérations sur les espaces naturels. Les impacts induits par ce changement sont l'augmentation des surfaces imperméabilisées, le fort taux de ruissellement et les faibles taux d'infiltration, qui sont des facteurs déclencheurs de l'érosion pluviale dans le milieu d'étude.

Bibliographie

- Avocevou R. Y., 2019. *Urbanisation et problèmes d'aménagement sur le plateau Sakété Pob   (sud-bénin) : espace t  min de la commune d'Akpro Misserete*. Thèse de doctorat en géographie, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 346p.
- Avocevou R. Y., 2016. *Urbanisation et problèmes d'aménagement dans la ville d'Akpro-Missérété*. Mémoire de DEA de géographie, FLASH/UAC, 110p.
- Aboudou Y. M. A. R., 2010. *Dynamiques des périphéries urbaines à Parakou : manifestations et incidences socio-économiques et environnementales*. Thèse de Doctorat Unique en Géographie, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 330p.
- Dembele, 2017. *Dynamique socio-spatiale de la ville de Bamako et ses environs*, Thèse de doctorat, Université de Caen Normandie, France, 357p.
- Et  n   C. G., Issa, S. M., Chabi B. A. P.H., Koussinou E., Soukossi R., 2017.   rosion pluviale et dégradation des établissement humains à Adjara au Bénin. *Revue Ivoirienne de sciences et de la technologie*, 180-197.
- Fournier J., 1993. Agressivité climatique et risques érosifs dans la région de Dschang-Ouest Cameroun. Document technique du projet Santchou, 12p.
- Houndakinou G. R., 2006. *Fréquence des   v  nements pluvieux extrêmes et impacts environnementaux dans la ville de Cotonou*. Mémoire de DEA / EDP/ FLASH/ UAC, 60p.
- INSAE., 2013. Cahier des villages et quartiers de villes. Département de l'Ouémé, 28p.
- INSAE., 2013. Recensement général de la population et des habitations, 33p.
- Kouatonou A., 2017. *Dynamique urbaine du sol et problème de logement dans la commune de Porto-Novo*. Mémoire de maîtrise en géographie, FLASH-UAC, 82p.
- ONU., 2014. L'  tat des villes africaines. Gouvernance, inégalités et marchés fonciers urbains.