

# Changement Climatique en Afrique Subsaharienne

de la Vulnérabilité à l'Adaptation

L'épuisement prévisible des ressources naturelles oblige l'humanité à bien connaître son environnement et ses ressorts pour mieux planifier son développement socioéconomique. L'interaction entre l'homme et son milieu étant au centre des préoccupations scientifiques, un dérèglement subit dans le système environnemental devient un sujet d'intérêt pour tous. Dans cette optique, le climat apparaît comme un élément d'intérêt essentiel depuis plusieurs décennies. Les recherches révèlent un changement climatique qui a longtemps été considéré comme une évolution naturelle et cyclique. Cependant, il affiche de plus en plus l'empreinte d'une forte influence anthropique. En effet, l'intensification des activités humaines a entraîné une surexploitation des ressources naturelles. En outre, depuis la révolution industrielle, l'humanité a accéléré sa dépendance aux combustibles fossiles, notamment le charbon, le pétrole et le gaz naturel. Les conséquences majeures de l'exploitation des ressources naturelles et de l'utilisation accrue des énergies fossiles sont l'accumulation des Gaz à Effet de Serre (GES) tels que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et le méthane (CH<sub>4</sub>) dans l'atmosphère. Ces GES sont tenus pour responsables avérés du réchauffement global de la planète.

## Pauline A. Dibi-Anoh

Dr Dibi-Anoh est diplômée de l'Université d'Oklahoma à Norman, aux Etats Unis d'Amérique. Après avoir obtenu son Ph.D., Dr. Dibi-Anoh a commencé sa carrière de chercheur à l'Institut International de Recherche sur le Climat et la Société de l'Université de Columbia à New York, aux Etats Unis. Dr Dibi-Anoh est actuellement enseignant-chercheur, Maître de Conférences à l'Institut de Géographie Tropicale (IGT) de l'Université Felix Houphouët-Boigny (UFHB) de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. Son activité de recherche s'inscrit dans le champ de l'interaction de la climatologie appliquée à l'agriculture, l'environnement et le développement socio-économique.



Generis

PUBLISHING

[www.generis-publishing.com](http://www.generis-publishing.com)



ISBN 978-1-63902-589-3



9 781639 025893

Generis

PUBLISHING

*Pauline A. Dibi-Anoh*



# Changement Climatique en Afrique Subsaharienne

de la Vulnérabilité à l'Adaptation

Generis // Pauline A. Dibi-Anoh // Changement Climatique en Afrique Subsaharienne

# Generis

---

PUBLISHING



**Changement Climatique en Afrique  
Subsaharienne : de la Vulnérabilité à  
l'Adaptation**

*Pauline A. Dibi-Anoh*

Copyright © 2021 Pauline A. Dibi-Anoh

Copyright © 2021 Generis Publishing

All rights reserved. This book or any portion thereof may not be reproduced or used in any manner whatsoever without the written permission of the publisher except for the use of brief quotations in a book review.

**Title:** *Changement Climatique en Afrique Subsaharienne: de la Vulnérabilité à l'Adaptation*

**Author:** *Pauline A. Dibi-Anoh*

**ISBN:** 978-1-63902-589-3

Cover image: [www.unsplash.com](http://www.unsplash.com)

Publisher: Generis Publishing

Online orders: [www.generis-publishing.com](http://www.generis-publishing.com)

Contact email: [info@generis-publishing.com](mailto:info@generis-publishing.com)

**Sous la Direction de  
Pauline A. Dibi-Anoh**



**Changement Climatique en Afrique Subsaharienne : de la Vulnérabilité  
à l'Adaptation**

**Avec la collaboration de  
Loba Akou Don Franck Valéry  
N'Guessan Atsé Alexis Bernard  
Koné Moussa**

## Comité Exécutif d'Organisation

### Association des Géographes de Côte d'Ivoire (AGCI)



**Pr Céline Yolande Koffié-Bikpo, *Présidente***

Professeur Titulaire

Institut de Géographie Tropicale, Université Felix Houphouët-Boigny

### Comité Scientifique



**Pr Hauhout Asseyo Célestin Paul, *Président***

Professeur Titulaire

Institut de Géographie Tropicale, Université Felix Houphouët-Boigny

### Président du Comité d'Organisation



**Dr Pauline A. Dibi-Anoh, *Présidente***

Maître de Conférences

Institut de Géographie Tropicale, Université Felix Houphouët-Boigny

### Vice-Présidents



**M. Fernand Balé, *1<sup>er</sup> Vice-Président***

Directeur du Centre d'Information Géographique et du Numérique

Bureau National d'Étude Technique et de Développement (BNETD)



**Dr Kouakou Bernard Djè, *2<sup>ème</sup> Vice-Président***

Chef du Département Climatologique et Applications Météorologiques

Société d'Exploitation de Développement Aéroportuaire Aéronautique et

Météorologique (SODEXAM)



**Dr Moussa Koné, *3<sup>ème</sup> Vice-Président***

Maître-Assistant

Institut de Géographie Tropicale, Université Felix Houphouët-Boigny

## Informations Générales et Presse



**Dr Loba Akou Don Franck Valéry, *Secrétariat***

Maître de Conférence

Institut de Géographie Tropicale, Université Felix Houphouët-Boigny

---



**Dr N'Guessan Atsé Alexis Bernard, *Secrétariat***

Maître-Assistant

Institut de Géographie Tropicale, Université Felix Houphouët-Boigny

---



**Dr Kouadio Anne Marilyse, *Rapporteur General***

Maître de Conférences

Ecole Normale Supérieure

---



**Dr Yaya Sylla, *Chargé de Communication***

Assistant

Institut de Géographie Tropicale, Université Felix Houphouët-Boigny

## Comité Scientifique

### Président

**Hauhouot Asseypo Célestin Paul**, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

### Membres

<b>Affou Yapi Simplicé</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Diomandé Beh Ibrahim</b> Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
<b>Alla Della André</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Dos Santos Stéphanie</b> Institut de Recherche pour le Développement, France
<b>Aloko-N'Guessan Jérôme</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Giannini Alessandra</b> Laboratoire de Météorologie Dynamique - École Normale Supérieure, Paris France
<b>Anoh Jean-Dominique Hervé</b> University of Massachusetts, Boston, USA	<b>Gogbé Téré</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Anoh Kouassi Paul</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Hauhouot Asseypo Antoine</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Atta Koffi Lazare</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Kablan N'Guessan Hassy Joseph</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Bassett J. Thomas</b> University of Illinois, Urbana Champaign, USA	<b>Kadet Gahié Bertin</b> École Normale Supérieure, Côte d'Ivoire
<b>Brou Yao Téléspore</b> Université de la Réunion, Ile de la Réunion	<b>Kambiré Bébé</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Coulibaly Mamadou</b> University of Wisconsin, Oshkosh, USA	<b>Kangah Armand</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Couret Dominique</b> Institut de Recherche pour le Développement, France	<b>Kassi-Djodjo Irène</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Dibi-Anoh A. Pauline</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Koby Assa Théophile</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Konan Kouadio Eugène</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>N'Dahoulé Yao Rémi</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Kouadio Anne Marilyse</b> École Normale Supérieure, Côte d'Ivoire	<b>Roudier Philippe</b> Agence Française de Développement, France

<b>Kouman Koffi Mouroufié</b> Ecole Normale Supérieure, Côte d'Ivoire	<b>Serhan Nasser</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Koffi-Didia Marthe</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Sultan Benjamin</b> Laboratoire d'Océanographie et du Climat, IRD, France
<b>Koffié-Bikpo Céline Yolande</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Tapé Bidi Jean</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Koli Bi Zuéli</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Tondoh Ebagnerin Jérôme</b> Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire
<b>Loba Akou Don Franck Valéry</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Touré Mamoutou</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
<b>Nassa Dabié Désiré Axel</b> Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire	<b>Yassi Gilbert Assi</b> École Normale Supérieure, Côte d'Ivoire

## Index des Auteurs

Adahé Léontine	150	Fokou Gilbert	674
Aka Assalé Felix	467	Giannini Alessandra	45
Ali Rachad Kolawolé F. M.	519	Gloayowi Bathoh Z. Sylvain	171
Alla Della André	186	Gnamba Yao Jean Baptiste	265
Allogho-Nkoghe Fidèle	67	Gogbé Téré	67, 507
Amoussou Ernest	91, 318	Gouaméné Didier Charles	467
Anguete Kouamé	553	Hauhouot Célestin	455, 379
Anoh Jean-Dominique H.	350	Houndenou Constant	91
Anoh Kouassi Paul	388, 674	Kadjegbin Tounde Roméo G.	224
Aphing-Kouassi Germain	298	<b>Kagambega Zéphirin P.</b>	<b>607</b>
Assi-Kaudjhis Joseph P.	502	Kanga Estelle	455
Assi Lordia Florentine	674	Kanga Kouakou Hermann M.	502
Atta Kouacou Jean-Marie	417	Karamoko Abdul Wahab	186
Baman Patrico Angelo-M.	207	Kobenan Raphaël	569
Bamba Yaya	499	Kodja D. Japhet	91
Bassett Thomas	26	Koli Bi Zuéli	20, 243, 366, 671
Bichet Adeline	133	Konan Koffi Pacôme	487
Bissou Guikahué Daniel	298	Konan Kouadio Philippe Michael	533
Ble Goh Patrice	589	Koné-Bamba Tintcho Assetou	388
Boisgibault Louis	516	Koné Moussa	487, 499
Boko Michel	91	Kouadio Adou François	467
Boukari Nassiratou	625	Kouadio Anne Marilyse	680
Boulifa Fathy	645	Kouadio Koffi Claude A.	133
Cherif Mamadou	658	Kouadio Kouakou	133
Coulibaly Houebagnon S.J.	133	Kouakou Camille	658
Coulibaly Kolotioloma A.	48, 366	Kouakou Kouakou Laurent	658
Coulibaly Talnan Jean H.	133	Kouakou Louise Aya	265
Courtin Fabrice	439	Kouamé Konan Roland	243
Dabe Bi Kié Yves Blanchard	417	Kouamé Yao Morton	318
Dao Jonas Patrick	658	Kouassi Konan	502
Diabagaté Abou	507	Kouassi N'guessan Gilbert	507
Diarrassouba Bazoumana	589	Kouassi-Koffi Amenan M.	265
Dibi-Anoh A. P.	166, 243, 350, 366 417, 487, 499, 516, 569, 671, 680	Kouman Élie	536
Didi Sacre Regis M	133	Kponou Bonaventure	91
Diedhiou Arona	91, 133, 318	Kramo Charles	455
Diobo-Doudou Kpaka S.	207	Ly Mohamed	133
Diomandé Béh Ibrahim	400, 533	Mahan Pacôme	150
Dipama Jean Marie	111, 607	Mahé Gil	91
Djè Kouakou B.	48, 366, 502	Makponse Makpondéou	282
Dos Santos Stéphanie	186	Nakoulma Guillaume	111
Doumbia Yaya	400	N'Da Kouadio C.	166, 298, 499, 671
Etté Kassi Franck Nicaise	48	Ngoie Inabanza Olivier	176
		N'Guessan Bi Vami Hermann	318

N'Guessan Fulgence Kouassi	569	Sylla Yaya	388
N'zué Kouakou Augustin	48	Ta Marc Youan	318
Obahoundje Salomon	318	Tapé Bidi Jean	333
Ouédraogo Amadou	439	Tondoh Ebagnerin Jérôme	150
Ouédraogo François De Charles	439	Totin Vodounon S. Henri	91
Paré Wilfried Kevin Arnold	671	Tra Bi Zamblé Armand	510
Rouamba Jérémi	439	Traoré Kinakpefan Michel	67, 507
Roudier Philippe	40	Vei Kpan Noël	589
Sanogo Souleymane	569	Vodounou Jean Bosco Kpatindé	625
Savane Issiaka	133	Yao Beli Didier	333
Sohou Serge Olivier	166	Yao Dieudonné Kouassi	400
Soro Ferelaha Fatoumata	67	Yao Josérito Carlos	265
Soro Katienindeba Seydou	510	Yapo Hermance Sho Karen	350
Soro Nambegué	80	Yeo Nahoua	67
Sreu Eric	502	Yetongnon Judith Eric Georges	224
Srohourou Bernard	80	Zehé Frank Monnean	80
Sultan Benjamin	184		

## Sommaire

Comité Exécutif d'Organisation .....	6
Comité Scientifique.....	8
Index des Auteurs.....	10
Éditorial.....	20
LEÇON INAUGURALE .....	26
CONCEPTUALISATION DE LA VULNERABILITE ET DE L'ADAPTATION DANS LA LITTERATURE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : LE CAS DES RAPPORTS DU GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'EVOLUTION DU CLIMAT (GIEC) .....	26
Thomas Bassett .....	26
AXE 1: SERVICES CLIMATIQUES ET DÉRÈGLEMENTS CLIMATIQUES.....	40
SOUS-LEÇON INAUGURALE 1 : .....	40
LES SERVICES CLIMATIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES (SCM) .....	40
Philippe Roudier .....	40
SOUS-LEÇON INAUGURALE 2.....	45
LE DÉRÈGLEMENT CLIMATIQUE EN AFRIQUE DE L'OUEST.....	45
Alessandra Giannini.....	45
FACTEURS CLIMATIQUES ET INCENDIES DE VEGETATION DANS LES RÉGIONS DE L'IFFOU, DU MORONOU ET DU N'ZI, CENTRE-EST EN CÔTE D'IVOIRE : CAS DE LA SAISON 2015-2016.....	48
Etté Kassi Franck Nicaise .....	48
Djè Kouakou Bernard .....	48
Coulibaly Kolotioloma Alama .....	48
N'Zué Kouakou Augustin .....	48
ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES INDICES D'OCCUPATION DU SOL À PARTIR DES IMAGES SATELLITES : EXEMPLE DE FRANCEVILLE AU GABON .....	67
Soro Ferelaha Fatoumata .....	67
Fidèle Allogho-Nkoghé .....	67
Traoré Kinakpefan Michel .....	67
Yéo Nahoua .....	67
Gogbé Téré.....	67
VARIATION DES PROBABILITES D'OCCURRENCE DES SÉQUENCES SÈCHES DANS LA BANDE CENTRALE DE LA COTE D'IVOIRE AU COURS D'UNE	

SAISON PLUVIEUSE : CAS DU DEPARTEMENT DE BOUAKE (CENTRE DE LA COTE D'IVOIRE) .....	80
Soro Nambegue .....	80
Zehe Frank Monnean .....	80
Srohrouou Bernard .....	80
DYNAMIQUE DES CRUES DANS LE BASSIN-VERSANT DU MONO EN AFRIQUE DE L'OUEST AVEC DES MODELES 'GR' .....	91
Amoussou Ernest .....	91
Kponou Bonaventure .....	91
Totin Vodounon S. Henri.....	91
Kodja D. Japhet .....	91
Diedhiou Arona .....	91
Mahe Gil.....	91
Houdenou Constant.....	91
Boko Michel .....	91
CARACTÉRISATION DES EXTRÊMES CLIMATIQUES EN AFRIQUE DE L'OUEST AU COURS DES PROCHAINES DÉCENNIES.....	111
Guillaume Nakoulma.....	111
Jean Marie Dipama .....	111
CHANGEMENT DANS LES PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES EN AFRIQUE DE L'OUEST DURANT CES 30 DERNIÈRES ANNÉES : CAS DU SÉNÉGAL, NIGER, BURKINA FASO, CÔTE D'IVOIRE ET DU BENIN .....	133
Didi Sacre Regis M.....	133
Ly Mohamed .....	133
Kouadio Kouakou .....	133
Bichet Adeline .....	133
Diedhiou Arona .....	133
Coulibaly Houebagnon Saint. J.....	133
Kouadio Koffi Claude A.....	133
Coulibaly Talnan Jean.....	133
Savane Issiaka .....	133
STOCKS DE CARBONE DANS LES PAYSAGES D'HÉVÉACULTURE DU SUD DE LA CÔTE D'IVOIRE (RÉGION DE GRAND-LAHOUE) : IMPLICATIONS POUR LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE .....	150
Ebagnerin Jérôme Tondoh .....	150
Pacôme Mahan .....	150
Léontine Adahé .....	150

Poster 1.....	166
CARACTERISATION DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE A TRAVERS LES INDICES DES TEMPERATURES EXTREMES DANS LE SUD FORESTIER IVOIRIEN ENTRE 1961 ET 2014.....	166
Sohou Serge Olivier .....	166
N'Da Kouadio Christophe .....	166
Pauline A. Dibi-Anoh .....	166
Poster 2.....	171
DYNAMIQUE SPATIO-TEMPOREL DES DUTREES DE L'HARMATTAN EN COTE D'IVOIRE DE 1961 A 2010.....	171
Gloayowi Bathoh Zodhé Sylvain.....	171
Poster 3.....	176
DISTRIBUTION SPATIALE DES TEMPERATURES DE SURFACE DANS LA REGION DE LUBUMBASHI.....	176
Ngoie Inabanza Olivier .....	176
AXE 2 : LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE .....	184
SOUS-LEÇON INAUGURALE : .....	184
COMPRENDRE ET ANTICIPER LES CONSEQUENCES DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE.....	184
Benjamin Sultan .....	184
LA VULNÉRABILITÉ DES POPULATIONS EN CONTEXTE DE PLUIES EXTRÊMES ET D'URBANISATION RAPIDE MAL MAITRISÉE : APPROCHE MULTIDIMENSIONNELLE À PARTIR DES CAS D'AGBEKOI ET DE RIVIERA-PALMERAIE, ABIDJAN.....	186
Abdul Wahab Karamoko .....	186
Stéphanie Dos Santos.....	186
André Della Alla.....	186
IMPACT DE LA PLUVIOMETRIE ET DE L'ENVIRONNEMENT SUR LA PREVALENCE DU PALUDISME A NAPIE (KORHOGO, CÔTE D'IVOIRE) .....	207
Baman Patrico Angelo-Morel .....	207
Diobo Kpaka Sabine Epse Doudou .....	207
PROBLEMES SANITAIRES ET CONDITIONS DE VIE DES POPULATIONS DANS L'ARRONDISSEMENT DE GLO-DJIGBE (COMMUNE D'ABOMEY-CALAVI) .....	224
Yetongnon Judith Eric Georges .....	224
Kadjegbin Toundé Roméo Gislain.....	224
IDENTIFICATION ET ANALYSE DES STRATEGIES D'ADAPTATION ET DE RESILIENCE A LA VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE DANS LE CENTRE-EST DE LA CÔTE D'IVOIRE .....	243

Koli Bi Zuéli.....	243
Pauline A. Dibi-Anoh .....	243
Kouamé Konan Roland.....	243
INCIDENCES DE LA VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE SUR LA PRODUCTION DE L'IGNAME DANS LE TERROIR DE GUIENDE (SOUS-PREFECTURE DE TANDA) .....	265
Louise Aya Kouakou .....	265
Aménan Michelline Kouassi-Koffi .....	265
Jean Baptiste Gnamba Yao.....	265
Josélito Carlos Yao .....	265
ALEAS CLIMATIQUES ET ECOSYSTEMES DU BASSIN-VERSANT MOYEN DE LA RIVIERE KLOU DANS LE DEPARTEMENT DES COLLINES AU BENIN .....	282
Makponse Makpondéou .....	282
ÉVALUATION DES CONDITIONS CLIMATIQUES DU TOURISME DE PLEIN AIR DANS LA LOCALITÉ DE GRAND-LAHOU SUR LE LITTORAL IVOIRIEN.....	298
N'Da Kouadio Christophe.....	298
Bissou Guikahué Daniel.....	298
Aphing Kouassi Germain .....	298
IMPACTS DE LA VARIABILITÉ CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION HYDROÉLECTRIQUE EN AFRIQUE DE L'OUEST : CAS DU BARRAGE DE KOSSOU DANS LE BANDAMA EN CÔTE D'IVOIRE.....	318
Salomon Obahoundje .....	318
Arona Diedhiou .....	318
Marc Youan Ta .....	318
Yao Morton Kouamé.....	318
Ernest Amoussou .....	318
Vami Hermann N'Guessan Bi .....	318
IMPACTS PLUVIOMÉTRIQUES SUR LE TRANSPORT ROUTIER A ABIDJAN .....	333
Yao Beli Didier .....	333
Tapé Bidi Jean .....	333
VARIABILITE DES FACTEURS CLIMATIQUES ET PRODUCTION DU MANIOC ET DE LA BANANE PLANTAIN DANS LE SUD-COMOE.....	350
Hermance Sho Karen Yapo.....	350
Pauline A. Dibi-Anoh .....	350
Jean-Dominique Hervé Anoh .....	350
MODIFICATIONS DES PARAMÈTRES AGROCLIMATIQUES MAJEURS DES CALENDRIERS AGRICOLES EN CÔTE D'IVOIRE ENTRE 1951 ET 2017 .....	366

Coulibaly Kolotioloma Alama .....	366
Pauline A. Dibi-Anoh .....	366
Koli Bi Zuéli .....	366
Djè Kouakou Bernard .....	366
<b>POLLUTION DE L’AIR ISSUE DES GARAGES AUTOMOBILES A PROXIMITE DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES ET IMPACTS SANITAIRES POUR LES ACTEURS DU SYSTEME EDUCATIF DE LA COMMUNE D’ADJAME.....</b>	<b>388</b>
Koné Tintcho Assetou Épse Bamba .....	388
Sylla Yaya .....	388
Anoh Kouassi Paul .....	388
<b>RISQUE CLIMATIQUE ET VULNÉRABILITÉ SOCIO-SPATIALE DE LA VILLE CÔTIÈRE DE SAN-PÉDRO .....</b>	<b>400</b>
Doumbia Yaya .....	400
Yao Dieudonné Kouassi .....	400
Diomandé Béh Ibrahim .....	400
<b>LE SUIVI DE LA BIODIVERSITE VEGETALE DANS LA FORET CLASSEE DE YAYA (SUD-EST IVOIRIEN) FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE. ....</b>	<b>417</b>
Atta Kouacou Jean-Marie .....	417
Dabé Bi Kié Yves Blanchard .....	417
Pauline A. Dibi-Anoh .....	417
<b>L’ÉVOLUTION DES MALADIES À TRANSMISSION VECTORIELLE AU BURKINA FASO DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE .....</b>	<b>439</b>
Jérémi Rouamba.....	439
Amadou Ouédraogo .....	439
Fabrice Courtin .....	439
François De Charles Ouédraogo .....	439
<b>SENSIBILITÉ DU LIDO D’ASSOINDÉ (SUD-EST DE LA COTE D’IVOIRE) AUX SUBMERSIONS MARINES DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE.....</b>	<b>455</b>
Estelle Kanga .....	455
Célestin Hauhouot.....	455
Charles Kramo .....	455
<b>ASSAINISSEMENT ET URBANISATION INCONTRÔLÉE : QUELS DÉFIS FACE AUX RISQUES D’INONDATION À COCODY ? .....</b>	<b>467</b>
Aka Assalé Félix .....	467
Kouadio Adou François.....	467
Gouamené Didier Charles .....	467

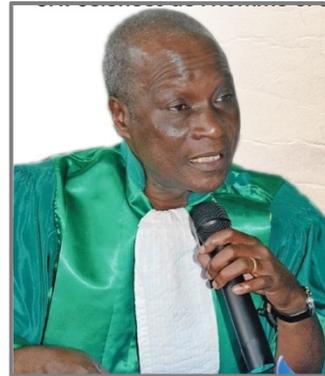
Poster 1.....	487
VARIABILITE CLIMATIQUE ET RENDEMENT DU CACAO DANS LA REGION DE LA NAWA (SUD-OUEST IVOIRIEN) .....	487
Konan Koffi Pacôme .....	487
Koné Moussa.....	487
Pauline A. Dibi-Anoh .....	487
Poster 2.....	499
VARIABILITÉ PLUVIOMÉTRIQUE ET PRÉVALENCE DU PALUDISME A GRAND- BASSAM (CÔTE D’IVOIRE) .....	499
Bamba Yaya.....	499
Koné Moussa.....	499
Pauline A. Dibi-Anoh .....	499
N’Da Kouadio Christophe.....	499
Poster 3.....	502
CONCENTRATION DE LITHOMETEORES ET RISQUE MENINGITIQUE DANS LE QUART NORD-EST IVOIRIEN .....	502
Sreu Eric .....	502
Kouassi Konan .....	502
Kanga Kouakou Hermann Michel.....	502
Kouakou Bernard Djè .....	502
Assi-Kaudjhis Joseph P. ....	502
Poster 4.....	507
LE FAIT URBAIN A L’EPREUVE DES EFFETS DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE : EXEMPLE DE LA CRUE DU FLEUVE BANDAMAN A BOUAFLE (CENTRE-OUEST DE LA COTE D’IVOIRE) .....	507
Traoré Kinakpefan Michel.....	507
Diabagaté Abou.....	507
Kouassi N’Guessan Gilbert .....	507
Gogbé Téré.....	507
Poster 5.....	510
IMPACTS DE LA VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE SUR LES PRODUCTIONS CEREALIERES DANS LE DEPARTEMENT DE SINEMATIALI.....	510
Soro Katienindeba Seydou .....	510
Tra Bi Zamblé Armand .....	510
AXE 3 : LES ADAPTATIONS AU DÉRÈGLEMENT CLIMATIQUE .....	516
SOUS-LEÇON INAUGURALE : QUELLES SOLUTIONS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ? .....	516
Louis Boisgibault .....	516

Pauline A. Dibi-Anoh .....	516
USAGE TRADITIONNEL DE NEWBOULDIA LAEVIS DANS LA COMMUNE DE SAKÉTÉ (SUD-BENIN) .....	519
Rachad Kolawolé Foumilayo Mandus Ali.....	519
ÉVALUATION DES EFFETS DE LA PRESSION AGRICOLE SUR LA CAPACITÉ DE STOCKAGE DE CARBONE DES FORÊTS PROTÉGÉES DE CÔTE D'IVOIRE : CAS DE LA FORÊT CLASSÉE DU CAVALLY .....	536
Élie Kouman.....	536
Célestin Hauhouot.....	536
APPROCHE D'UN SYSTEME CULTURAL INNOVANT ET DURABLE DU RIZ PLUVIAL DANS LE DISTRICT DE LA VALLEE DU BANDAMA (CENTRE-NORD DE LA COTE D'IVOIRE) .....	553
Kouadio Philippe Michael Konan.....	553
Béh Ibrahim Diomandé .....	553
Kouamé Anguete.....	553
PERCEPTIONS DES CHANGEMENTS ET VARIABILITES CLIMATIQUES ET STRATEGIES D'ADAPTATION DES POPULATIONS DANS LEURS PRATIQUES AGRICOLES A NASSIAN (CÔTE D'IVOIRE) .....	569
Raphaël Kobenan .....	569
Pauline A. Dibi-Anoh .....	569
Fulgence Kouassi N'Guessan .....	569
Souleymane Sanogo .....	569
LITTORALISATION ET RÉSILIENCE URBAINE DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE À GRAND-BASSAM.....	589
Kpan Noël Vei.....	589
Bazoumana Diarrassouba.....	589
Goh Patrice Blé.....	589
<b>EXTRÊMES PLUVIOMÉTRIQUES ET DYNAMIQUE D'OCCUPATION DES SOLS DANS LE PROCESSUS ÉROSIF DU BASSIN VERSANT DU KOU.....</b>	<b>607</b>
<b>Zéphirin P. Kagambega.....</b>	<b>607</b>
<b>Jean Marie Dipama.....</b>	<b>607</b>
STRATÉGIES D'ADAPTATION DES AGRICULTEURS AU CHANGEMENT PLUVIOMÉTRIQUE AU NORD-BÉNIN.....	625
Jean Bosco Kpatindé Vodounou.....	625
Nassiratou Boukari .....	625
TOZEUR, LA PREMIÈRE VILLE TUNISIENNE ALIMENTÉE TOTALEMENT EN ÉNERGIE SOLAIRE.....	645
Fathy Boulifa.....	645

CONTRIBUTION À LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ DE <i>GARCINIA KOLA</i> EN CÔTE D'IVOIRE ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ..	658
Jonas Patrick Dao .....	658
Camille Kouakou .....	658
Mamadou Cherif .....	658
Kouakou Laurent Kouakou .....	658
Poster 1.....	671
ADAPTATION A LA VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE EN PAYS SENOULOIS: CAS DES PAYSANS DE SINEMATIÉLI (NORD DE LA COTE D'IVOIRE).....	671
Kevin Arnold Wilfried Paré.....	671
Christophe N'Da .....	671
Pauline A. Dibi-Anoh .....	671
Zuéli Koli Bi.....	671
Poster 2.....	674
ADAPTATION DES PASTEURS FACE AUX VARIATIONS CLIMATIQUES DANS LE DEPARTEMENT DE KORHOGO, NORD COTE D'IVOIRE.....	674
Assi Lordia Florentine.....	674
Fokou Gilbert .....	674
Anoh Kouassi Paul .....	674
Rapport de Synthèse .....	680
DE LA VULNERABILITE A L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ...	680
Anne Marilyse Kouadio .....	680
Pauline A. Dibi-Anoh .....	680

## Éditorial

Cela fait maintenant plus de quarante ans que la question climatique s'est invitée à l'agenda mondial concernant le devenir de la planète Terre. Depuis, chercheurs, gouvernements et organisations intergouvernementales se réunissent fréquemment pour tenter de trouver une réponse au problème des conséquences du réchauffement climatique. Pour le moment, à l'écoute des différentes réunions et Conférence des Parties (COP - Conference of Parties), les données, résultats et conclusions issus de ces efforts sont loin de convaincre : le climat change déjà et ce changement continue pendant que les émissions anthropiques de Gaz à Effet de Serre (GES) continuent d'augmenter. Les conséquences se font ressentir indiscutablement.



La plate-forme scientifique internationale des Journées Géographiques en Côte d'Ivoire (JGCI) a pour objectif de susciter l'implication effective de tous et de chacun afin de faciliter une meilleure formulation des mesures de résilience et d'adaptation au changement climatique. La justification du choix du thème et les différentes orientations reposent sur quatre idées fortes :

- i.** Les bouleversements climatiques survenus dans un contexte de changement climatique (et les scénarii du futur) en Afrique subsaharienne sont avérés ;
- ii.** Le niveau et la qualité des données et informations dont disposent les structures d'action et de réaction en Afrique subsaharienne ont besoin d'être améliorés à partir d'un diagnostic sérieux ;
- iii.** Les perceptions par les populations rurales de la réalité du phénomène et de ses impacts environnementaux, socioculturels et économiques méritent d'être mieux documentées et plus vulgarisées ;
- iv.** Le développement des vulnérabilités, leur connaissance, les stratégies de résilience (adaptation, atténuation, transition, rôle de la culture et de la tradition) et les facteurs qui expliquent les adoptions sont nécessaires pour un développement durable en Afrique subsaharienne.

Dans la littérature scientifique qui suit, quatre orientations, avec des questions sous-jacentes ont été investiguées et ont structuré les articles de ces Actes du Colloque. C'est un peu le schéma des problèmes de recherche développés dans le thème de ces Journées Géographiques de Côte d'Ivoire 2020 (JGCI-2020).

### ***Que se passe-t-il dans le système climatique ?***

Il s'agit d'analyser l'ampleur de la variation des paramètres climatiques tels que la pluviométrie, les températures de l'air et de surface de la mer, les vents, l'insolation, l'humidité et l'évapotranspiration potentielle. Dans quelle mesure l'homme est-il responsable et de quoi ? Quelles mesures de la variabilité climatique et des vulnérabilités corollaires ?

La température a augmenté d'environ 0,85°C dans le monde au cours des 130 dernières années. Ces récentes décennies, le rythme s'est accéléré et l'on est à plus de 0,18°C de réchauffement par décennie. Les faits et les événements s'observent partout. En Afrique subsaharienne, la répartition annuelle et interannuelle des pluies change et les épisodes de sécheresse durent. Ailleurs dans le monde, la température est en hausse, les glaciers fondent et le niveau des mers s'élève. Les manifestations sont nombreuses et les événements météorologiques extrêmes (sécheresse, inondations, vagues de chaleur) augmentent en intensité et en fréquence. Les impacts aussi se font sentir partout ; à part quelques rares effets du changement climatique que l'on pourrait considérer comme positifs, ceux-ci apparaissent délétères pour l'agriculture et les hommes.

A l'échelle locale, la variabilité climatique reste l'expression d'un changement du climat. Ces variations climatiques apparaissent comme un véritable révélateur des vulnérabilités et surtout des inégalités écologiques et sociales des territoires. Elles les aggravent. Particulièrement, sur l'Afrique subsaharienne, la littérature scientifique sur la question abonde ; elle est cependant peu diserte sur les questions de perceptions et sur l'efficacité des réactions en termes d'adaptation, d'atténuation ou de résilience des populations rurales et urbaines locales. Surtout sur les méthodes, mesures et techniques de résiliences des populations rurales, de mitigations des risques climatiques concomitants.

### ***De quelles informations dispose-t-on en Afrique ?***

La gestion du risque climatique s'appuie sur l'utilisation de l'information climatique dans la planification et la prise de décision, de même que sur les services et les produits issus de la recherche météorologique et climatologique. Quelles informations climatiques pour aider au développement ? La septième conférence sur les Changements Climatiques et le Développement en Afrique (CCDA-VII)<sup>1</sup> estime que les efforts

---

<sup>1</sup> « Changements climatiques et développement en Afrique: des politiques et des actions visant la mise en œuvre effective de l'Accord de Paris pour des économies africaines résilientes ». 10-12 octobre 2018 À Nairobi, Kenya

de recherche de données et d'analyse doivent être poursuivis et intensifiés. Car, « *Les informations et services climatiques offrent des renseignements fondés sur la science et spécifiquement destinés aux utilisateurs à propos de la situation climatique passée, présente et potentielle pour appuyer la prise de décisions dans les secteurs affectés par le climat à l'échelle mondiale, régionale et locale, [...] L'absence de corrélation entre les informations disponibles et celles qui seraient nécessaires pour appuyer la prise de décisions sur le terrain est un autre obstacle réduisant la résilience aux risques climatiques et affaiblissant par conséquent les efforts d'adaptation...* ».

Les outils de traitement et d'analyse des données climatiques sont pluridisciplinaires. Les réflexions des chercheurs se structurent à partir d'observations de terrain, de l'utilisation appropriée d'outils statistiques et de données rigoureusement recueillies. Ces méthodologies montrent l'intérêt d'une approche multidisciplinaire, écologique, socio-anthropologique et géographique qui a cherché à replacer la problématique de l'adaptation à la variabilité climatique dans les différents registres du fait social et territorial.

### ***Quels sont les risques sur les systèmes naturels et humains ?***

Des vulnérabilités se développent à travers les conséquences déjà attribuées scientifiquement au changement climatique. En fait, les risques se situent surtout à deux niveaux : d'abord, au niveau des effets détaillés des variabilités climatiques, principalement l'ampleur et le rythme des variations. Bien que l'on ne puisse quantifier avec exactitude, pour le moment, la nature et l'ampleur des variabilités climatiques et de ses impacts, il apparaît évident que des bouleversements et des impacts sont déjà amorcés et qu'ils se poursuivront. Il faut donc agir maintenant afin de limiter les dégâts.

En Afrique subsaharienne, la variabilité climatique actuelle se traduit localement par plusieurs évolutions qui modifient les conditions de production. Aussi, les populations rurales en Afrique subsaharienne sont-elles exposées aux variabilités climatiques. La quasi-totalité des acteurs agricoles concernés confirment les constats scientifiques sur la baisse et l'irrégularité des pluies, les vents violents et les excès de chaleur. Ce sont, pour eux, les modifications majeures du climat de ces dernières années. Ces bouleversements climatiques et leurs effets extrêmes exacerbent les vulnérabilités. Les perceptions paysannes et la volonté d'adaptation au changement climatique se traduisent par une modification progressive mais profonde des logiques productives paysannes, impliquant parfois un

processus de renoncement à certaines traditions agricoles, voire à certaines coutumes et habitudes sociales. En effet, les paysans sont, dans leur majorité, quels que soient leur rang social et leurs niveaux de revenus, impactés par ces changements. Il se forme alors dans la conscience collective l'idée que le climat change, que « *ce n'est plus comme avant* » et que cela implique une reconfiguration, au moins partielle, du fonctionnement des sociétés paysannes (Kouamé K. R., 2020)<sup>2</sup>.

### ***Que peut-on ou doit-on faire ?***

Il faut proposer des solutions comme les mesures d'atténuation et d'adaptations, déterminer les stratégies de résilience au changement climatique avec des perspectives qui prennent en compte la réduction des facteurs de perturbation non climatiques et le développement urbain durable. Comment les acteurs locaux intègrent-ils ces risques nouveaux dans leurs approches de l'espace et de leurs activités ?

Dans cette recherche de solutions, les paysans tentent de s'adapter, individuellement et/ou collectivement (solutions endogènes et/ou exogènes). Les stratégies de résilience et d'adaptation commencent en général par la modification des pratiques techniques, ou bien, par des déplacements vers d'autres régions. Dans de nombreux cas, en Afrique subsaharienne, les actions d'adaptation relèvent davantage d'un changement « forcé » de pratiques ou d'une réponse spontanée aux aléas que d'une anticipation du risque. Malgré les efforts entrepris, les populations sont d'avis qu'il faut agir beaucoup plus et plus rapidement pour mieux faire face aux événements extrêmes. Le manque de ressources et l'insuffisance d'orientation gouvernementale claire et appropriée ont été les deux plus importantes limites aux adaptations identifiées. Pour faire face aux effets néfastes des changements climatiques, les populations locales ont développé des stratégies d'adaptation, soit individuellement, soit collectivement, à partir de connaissances endogènes (Koffi K. F., 2019)<sup>3</sup>. Cependant, il reste à savoir, dans la relation entre les bouleversements climatiques et les transformations des environnements dans cette partie de l'Afrique, quels sont les mécanismes qui motivent l'adoption ou non des mesures de résilience et d'adaptation par les populations rurales ?

---

2 Kouamé K.R. (2020). Variabilité climatique, transformations des environnements et mesures de résilience et d'adaptation des populations rurales dans le Centre-est de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat unique, IGT, Université FHB, Cocody, 301p

3 Koffi K. F. (2019). Variabilité climatique, activités agricoles et stratégies endogènes d'adaptation des populations rurales dans le Département de Tanda (Nord-est de la Côte d'Ivoire) Thèse de doctorat unique, Université FHB, ISAD, Cocody, 335p

Fin 2018, le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) a remis un rapport spécial dans le cadre de l'accord de Paris sur les enjeux d'un réchauffement limité à 1,5°C au-dessus des niveaux de l'ère préindustrielle. L'impact déjà causé par les activités humaines sur la température y est estimé à 1°C et il est jugé vraisemblable que la valeur de 1,5°C soit atteinte entre 2030 et 2052. Aujourd'hui, le diagnostic s'appuie sur la confrontation des modélisations aux observations du changement climatique à l'œuvre et de ses impacts détectables ; ce qui permet véritablement de parler d'urgence climatique. Le dictionnaire Oxford définit l'urgence climatique comme « *une situation qui appelle à une action urgente pour réduire ou freiner le réchauffement climatique et éviter des dommages potentiellement irréversibles* ».

Puisqu'il faut agir, de nombreuses voix parlent d'urgence climatique. Pour cela, deux voies complémentaires s'offrent au monde, plus particulièrement à l'Afrique : la recherche (pour maîtriser l'information climatique) et la géo-ingénierie (pour maîtriser le climat). Pour l'Afrique subsaharienne, il y a urgence à détricoter les enjeux et augmenter les préconisations de mesures efficaces de résilience et d'adaptation.

### ***L'Afrique subsaharienne est à la croisée des voies.***

Dans l'interminable « palabre » entre les « écoresponsables » et les « climato-sceptiques », il y a d'abord ce que deviennent l'homme et la société ; ensuite, il y a de la place pour que des recherches approfondies et diversifiées, des observations patientes de faits nous évitent tout dogmatisme climatique. Est-ce pour autant qu'il faille adopter la position qui pense que l'urgence climatique est « un leurre »<sup>4</sup> et que les modèles climatiques sont « une arnaque », ou alors qu'il y a de l'espoir si des mesures de résiliences et des stratégies d'adaptations visant à lutter ou atténuer les impacts du changement climatique sont méthodiquement posées.

Emmanuelle François, une journaliste indépendante basée en Allemagne, constate que : « *Les articles sur les conséquences à moyen et long terme du changement climatique se multiplient et deviennent de plus en plus angoissants, tout comme les déclarations des spécialistes du climat. La planète a été tellement modifiée par l'être humain qu'elle serait entrée dans l'anthropocène, une nouvelle époque géologique qui commence autour de 1950* ». Et elle pose cette question (que nous pouvons aussi nous poser) : « *Peut-on raisonnablement être optimiste quant à l'avenir de l'humanité sur*

---

4 François G. (2018). L'urgence climatique est un leurre, Éditions du Toucan, L'Artilleur 304 pages.

*Terre ?* ». La réponse qu'elle propose invite à beaucoup plus de sérénité : « *La seule façon de s'en sortir est de voir les choses sous un angle positif* »<sup>5</sup>

Les articles scientifiques qui suivent nous y instruiront. La production scientifique proposée à ces Journées Géographiques de Côte d'Ivoire 2020 (JGCI-2020) permet de découvrir à travers la lecture des conclusions de différents travaux scientifiques de tous les continents et les nombreux articles de fond, des éléments factuels sur lesquels s'appuyer pour tenter d'introduire le débat.



**Prof. KOLI Bi Zuéli**  
*Docteur d'Etat ès-Lettres et Sciences Humaines*  
*Professeur Titulaire des Universités (CAMES)*  
*Géographie Physique et Environnements Tropicaux*  
*Abidjan, Côte d'Ivoire*

---

<sup>5</sup> Emmanuelle François, 2018, mis à jour le 3 septembre 2018 <http://www.slate.fr/story/166679/changement-climatique-optimisme-anthropocene>.

# EXTRÊMES PLUVIOMÉTRIQUES ET DYNAMIQUE D'OCCUPATION DES SOLS DANS LE PROCESSUS ÉROSIF DU BASSIN VERSANT DU KOU

**Zéphirin P. Kagambega**

**Jean Marie Dipama**

*Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso*

## **Résumé**

L'érosion des sols demeure la forme de dégradation des terres la plus spectaculaire. En effet, en plus des agressivités pluviométriques de ces dernières années, les conditions biophysiques, les modes d'exploitation des ressources naturelles exposent d'avantage le bassin versant du Kou à la dégradation. Cette recherche s'intéresse à la question suivante. Quelles sont les implications des extrêmes pluviométriques et de la dynamique d'occupation des sols dans le processus érosif du bassin versant du Kou ? Le présent travail a pour objectif d'évaluer les implications des pluies extrêmes et la dynamique d'occupation des sols dans le processus érosif du bassin versant du Kou. La méthodologie utilisée consiste à calculer sept indices climatiques associés aux pluies extrêmes sur la période 1958-2017, de déterminer la fréquence d'occurrence des événements pluviométrique extrêmes et enfin d'analyser les images satellitaires de 1987-2002-2017. Il ressort de cette étude qu'au niveau du bassin versant, le total annuel des pluies (PRCPTOT) et les jours humides consécutifs (CWD) ont connu une baisse tandis que les jours secs consécutifs (CDD), la hauteur maximale des pluies d'un jour (Rx1day), le cumul maximal des hauteurs précipitées de cinq jours (Rx5day), les jours très pluvieux (R95) et les jours extrêmement pluvieux (R99p) ont connu une hausse. Pour ce qui est de la dynamique d'occupation des sols, les formations naturelles ont connu une régression de leurs superficies au détriment des formations anthropiques. Cette situation entraîne l'augmentation de l'activité érosive du bassin versant. En perspective il s'agira d'évaluer le niveau de vulnérabilité, d'analyser la distribution spatio-temporelle de sédiment et les stratégies d'adaptions paysannes pour réduire l'érosion dans le bassin versant.

**Mots clés :** bassin versant du Kou, extrême pluviométrique, occupation des sols, érosion hydrique

## **Abstract**

Soil erosion remains the most dramatic form of land degradation. In fact, in addition to the rainfall aggressiveness of recent years, the biophysical conditions, the modes of exploitation of natural resources further expose the Kou watershed to degradation. This research addresses the following question. What are the implications of extreme rainfall and land use dynamics in the erosive process of the Kou watershed? The present work aims to assess the implications of extreme rains and land use dynamics in the erosive process of the Kou watershed. The methodology used consists of calculating seven climate indices associated with extreme rains over the period 1958-2017, determining the frequency of occurrence of extreme rainfall events and finally analyzing the satellite images from 1987-2002-2017. It emerges from this study that at the level of the catchment area, the total annual rainfall (PRCPTOT) and consecutive wet days (CWD) experienced a decrease while the consecutive dry days (CDD), the maximum amount of rainfall one day (Rx1day), the maximum cumulative rainfall of five days (Rx5day), the very rainy days (R95) and the extremely rainy days (R99p) experienced an increase. In terms of land use dynamics, natural formations have experienced a decline in their areas to the detriment of anthropogenic formations. This situation leads to an increase in the erosive activity of the watershed.

**Key words:** Kou watershed, extreme rainfall, land use, water erosion

## 1. Introduction

La variabilité climatique constitue un enjeu majeur en raison de la variabilité accrue des pluies, de la hausse de température, de l'élévation du niveau de la mer (GIEC, 2007 ; Hulme, 2001). Cette dynamique climatique impacte les ressources en eau et en sol, et entraîne un dysfonctionnement du processus pédologique, etc. (Mahé et *al.*, 2011 ; Ferry et *al.*, 2012). Malgré la diminution pluviométrique, le ruissellement hydrique demeure soutenu et lié à la dégradation du couvert végétal, à l'augmentation des zones de cultures et au lessivage des sols. Cette situation anachronique est appelée « paradoxe sahélien » par Mahé et *al.* (2011). Au regard du réchauffement climatique, est-ce que la fréquence et l'intensité des pluies ont connu une augmentation au cours des dernières décennies dans le bassin versant du Kou ? De même comment évoluent les unités d'occupation des sols dans le bassin ? Afin d'évaluer les implications des pluies extrêmes et la dynamique d'occupation des sols dans le processus érosif du bassin versant du Kou, plusieurs indices climatiques associés aux pluviométries extrêmes ont été calculé dans le cadre de cette étude. Aussi, l'analyse de la dynamique d'occupation des sols a permis de voir sa contribution dans le processus érosif du bassin versant du Kou.

### 1.1 Présentation de la zone d'étude

Situé dans la partie sud-ouest du Burkina Faso (Figure 1) entre les longitudes 4° 08' et 4° 36' W et les latitudes 10° 55' et 11° 32' N, le bassin versant du Kou à une superficie de 1860 km<sup>2</sup>. Il se trouve dans la zone administrative de la région des Hauts Bassins et abrite la deuxième plus grande ville du pays, Bobo-Dioulasso.

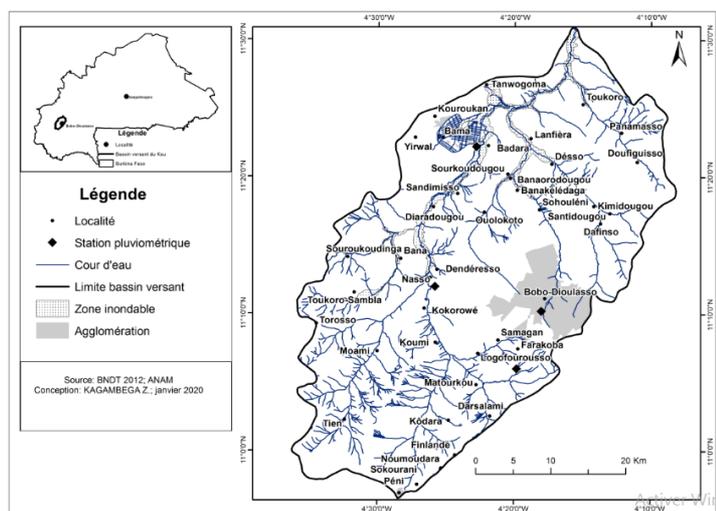


Figure 1 : Situation géographique du bassin versant du Kou

Du point de vue climatique, le bassin versant du Kou est sous l'influence de la zone climatique soudanienne où la pluie annuelle varie entre 900 et 1200 mm. La saison pluvieuse y dure généralement cinq mois (mai à septembre). Août est le plus pluvieux et enregistre en moyenne 275 mm de pluie. La température varie entre 25 et 31°C. Les mois les plus froids sont décembre et janvier, et les mois les plus chauds sont mars et avril.

Sur le plan hydrologique, la rivière pérenne du Kou, avec une longueur d'environ 70 km, est le premier grand affluent en rive droite de la rivière Mouhoun. Elle prend sa source vers la localité de Péni à environ 500 m d'altitude. Le Kou est alimenté par plusieurs sources dont les plus importantes sont celles de Nasso/Guinguette et celles de Pesso/Desso. Les sources de Nasso/Guinguette, qui débitent plus de 6000 m<sup>3</sup>/h d'eau, constituent l'essentiel du débit de base de la rivière Kou et contribuent à alimenter en aval d'importants aménagements hydroagricoles (périmètres irrigués de la vallée du Kou). Les principaux affluents sont le Yengué, Niamé, Suo, Farakoba, Bingbélé, Wé, Yakouba et Bango.

Pour ce qui est du relief, le bassin du Kou est constitué d'un plateau gréseux bordé à l'est par la falaise de Banfora de hauteur variable ne dépassant pas 200 m. La limite sud du bassin, où le relief est accidenté, est bordée par des montagnes (vers le village de Tien) et des collines rocheuses dont l'altitude varie entre 400 et 670 m. Les versants de ces buttes rocheuses présentent généralement de fortes pentes (15 à 30%) dont l'altitude diminue progressivement en direction du nord où elle se situe autour de 280 m. Au sud du bassin, les terrains sont fortement entaillés par le réseau hydrographique. La partie nord du bassin est marquée par la faible pente du terrain où s'étendent des plaines inondables.

Au plan pédologique le bassin versant du Kou est caractérisé par cinq types de sols à savoir les sols peu évolués d'érosion sur matériaux gravillonnaires, les vertisols sur alluvions ou matériaux argileux, les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés sur matériaux sablo-argileux, argilo-sableux, les sols ferralitiques et les sols hydromorphes.

## **1.2. Données et méthodes**

La quantité de pluies totales a été utilisée pour calculer les indices climatiques qui sont, dans certains cas, des extrêmes météorologiques. Ces données pluviométriques sont journalières avec une chronique de 60 ans (1958 à 2017). Elles proviennent de la base de l'Agence Nationale de la

Météorologie (ANAM) du Burkina Faso. Un contrôle de qualité a été effectué sur les données à l'aide du package RClindex 3.2.0 (Zhang et Yang, 2004) qui est librement téléchargeable sur : <http://ccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/index.shtml>, le site Web d'ETCCDMI. Les stations retenues ont moins de 20% de données manquantes. La station synoptique de Bobo Dioulasso est la station de référence, la qualité de ces relevés a été éprouvée par de nombreuses études (IWACO, 1989 ; Sogreah Ingénierie, 1994 ; Dakouré, 2003 ; Sauret, 2013). Le logiciel ClimPACT, qui est basé sur RClindex (Zhang et Yang, 2007) a été utilisé pour calculer les indices climatiques à partir des données. Dans cette recherche, sept indices ont été retenus. Les identités, les noms et les méthodes de calcul de ces indices sont présentés dans le tableau 1. Ces indices sont ceux qui sont susceptibles d'être liés aux coulées de débris, et provoquer l'érosion des sols. Cette méthode d'analyse est communément utilisée pour l'étude des événements extrêmes (Manton *et al.*, 2001 ; Haylock *et al.*, 2006 ; Aguilar *et al.*, 2009 ; Hountondji *et al.*, 2011). Pour décrire l'évolution statistique des valeurs extrêmes, la loi de GEV a été utilisée. C'est un modèle fréquentiel appelé distribution statistique de Gumbel. Selon Meylan et Musy (1999), c'est une loi exponentielle double qui s'exprime par l'équation :

$$f(x) = \exp \left( - \left( 1 - c \frac{x-a}{b} \right) \right) 1/c$$

Avec :

*a* : un paramètre de position,

*b* : un paramètre d'échelle, *c* un paramètre de forme

*x* : la variable des hauteurs de pluie et des débits.

La fréquence d'apparition des événements est traduite par l'inverse du temps de retour *T* de l'événement. Le temps de retour *T* d'un événement est défini comme étant l'inverse de la fréquence d'apparition de l'événement. Il se traduit par la formule :

$$T = \frac{1}{1-F(x)}$$

La définition de la loi par la technique d'ajustement consiste à faire des tracés à base d'une équation simple. C'est une méthode qui se focalise sur l'expression d'un quantile par l'équation de la droite (D) à deux inconnus. Cette droite est tracée dans un système d'axes (*x* ; *y*) qui passe par le milieu des points afin de déterminer les deux paramètres *a* et *b* établissant la loi.

**Tableau 1** : Indices climatiques utilisés dans cette étude

<b>Identification</b>	<b>Nom de l'indice</b>	<b>Définition</b>	<b>Unité</b>
<b>PRCPTOT</b>	Total annuel des pluies	Pluies totales annuelles des jours pluvieux (RR = 1,0 mm)	mm
<b>RX1day</b>	Hauteur maximale des pluies d'un jour	Pluviométrie totale maximale d'un jour pluvieux	mm
<b>RX5day</b>	Cumul maximal des pluies de cinq jours	Pluviométrie totale maximale sur 5 jours pluvieux consécutifs pendant l'année	mm
<b>R95p</b>	Jours très pluvieux	Pluviométrie totale annuelle avec pluie > 95 <sup>e</sup> percentile	mm
<b>R99p</b>	Jours extrêmement pluvieux	Pluviométrie totales annuelles avec les pluies > 99 <sup>e</sup> percentile	mm
<b>CDD</b>	Jours secs consécutifs	Nombre maximal de jours consécutifs avec pluies journalières < 1 mm	jour
<b>CWD</b>	Jours pluvieux consécutifs	Nombre maximal de jours consécutifs avec des pluies journalières ≥ 1 mm	jour

La cartographie des changements d'occupation des sols du bassin versant du Kou a été réalisée à partir des données de la télédétection. Landsat TM de 1987, ETM+ de 2002 et OLI-TIR de 2017 sont les principales images utilisées. Les changements d'état des unités d'occupation des sols ont été identifiés à partir de la matrice de transition et au calcul du taux de conversion par unité d'occupation des sols. Les matrices de transition réalisées ont permis de mesurer les intensités et vitesses de changement des catégories d'occupation des sols sur deux intervalles de temps (1987-2002/2002-2017).

### **3. Résultat et discussion**

#### **3.1. Evolution des extrêmes pluviométriques du bassin versant du Kou**

Les données météorologiques ont été analysées sur une série longue de 60 ans (1958-2017). Le tableau 2 montre les tendances des indices de pluies extrêmes à la station synoptique de Bobo Dioulasso. Pour se conformer aux normes de l'Organisation Mondiale de Météorologie (OMM), les analyses ont été effectuées sur deux séries normales (1958–1987) et (1988-2017).

**Tableau 2 : tendances des indices de pluies extrêmes à la station synoptique de Bobo Dioulasso.**

Indices	1958-1987		1988-2017	
	p-value	Tendance (mm/an)	p-value	Tendance (mm/an)
<b>PRCPTOT</b>	0,072	-6,732	0,99	-0,045
<b>RX1day</b>	0,04	-0,818	0,356	0,361
<b>RX5day</b>	0,073	-1,252	0,749	0,23
<b>R95p</b>	0,275	-3,071	0,661	1,261
<b>R99p</b>	0,153	-1,917	0,386	1,43
<b>CDD (jour)</b>	0,382	0,581	0,219	0,758
<b>CWD (jour)</b>	0,088	-0,087	0,25	-0,052

### **3.1.1. Indice des totaux annuels des précipitations (PRCPTOT)**

Au cours de la première normale (1958-1987), la tendance de l'indice est en régression. Les pluies baissent de 67,3 mm par décennie. De ce fait, en 30 ans, elles ont diminué de 201,9 mm. Au cours de la deuxième normale (1988-2017) la tendance de l'indice a connu une régression moindre que la première, soit 0,045 mm/an et 1,35 mm sur la période des 30 ans.

### **3.1.2. Indices des jours consécutivement humides (CWD) et des jours consécutivement secs (CDD)**

Durant la première normale, l'indice CWD est en baisse à la station synoptique de Bobo Dioulasso. La pente de la droite de tendance est négative avec une régression de 0,087 jours/an. Les valeurs de cet indice varient entre trois et quatorze jours. Le plus grand nombre de jours de l'indice CWD est observé en 1964 avec 14 jours, suivis de l'année 1973 avec 12 jours consécutivement humides. Au cours de la deuxième tendance, l'indice est toujours en baisse, mais moindre que la première tendance. La pente de la droite de tendance est négative. Cette régression n'est pas trop prononcée avec -0,052 jours/an. Les valeurs de cet indice varient entre trois et 13 jours. Le plus grand nombre de jours consécutivement humides est observé en 1988 avec 13 jours. L'indice CCD détermine le nombre maximal de jours consécutivement secs. La droite de tendance de la première et la deuxième normale montre une hausse de cet indice. La tendance est respectivement 0,581 jour/an et de 0,758 jour/an, soit une hausse de 5,81jour/an chaque décennie pour la première normale et 7,58 jour/an chaque décennie pour la deuxième normale. Le bassin versant du Kou connaît une augmentation du nombre de jours des séquences sèches et une baisse du nombre de jours de

séquences pluvieuses. Cet état de fait démontre l'augmentation des saisons sèches et le raccourcissement des saisons de pluies dans le bassin.

### ***3.1.3. Indices de Maximum d'une journée de pluies (R1day) et du cumul maximal des pluies de cinq jours (RX5day)***

L'indice R1day indique la pluviométrie totale maximale d'un jour pluvieux. La première normale montre que cet indice est en baisse à la station synoptique de Bobo Dioulasso. La tendance de la droite de régression est de -0,818 mm/an. Cet indice diminue de 8,18 mm/décennie. La deuxième normale est marquée par une hausse de l'indice. La tendance de la droite de régression est de 0,361 soit une augmentation de 3,16mm/décennie. L'indice Rx5days correspond à la pluie totale maximale sur cinq jours pluvieux consécutifs pendant l'année. La tendance de cet indice est négative avec -1,252 mm/an sur la première normale et positive au cours de la deuxième normale avec 0,23 mm/an. Cet indice est en baisse de 12,52 mm/décennie et en hausse de 2,3 mm/décennie au cours de la deuxième normale.

### ***3.1.4. Indices de Jours très humides (R95p) et de jours extrêmement humides (R99p)***

L'indice R95p est le cumul des pluies supérieures au percentile 95. La première normale montre une baisse de cet indice de -3,071 mm/an. En 10 ans, l'indice a diminué de 30,71 mm/an. Au cours de la deuxième normale l'indice a connu une hausse de 1,261 mm/an, soit 12,6 mm/décennie et 37,8 mm sur les 30 ans.

L'observation de la première tendance a permis de constater que les jours extrêmement humides (R99p) sont en baisse de -1,917 mm/an. Selon cette tendance, l'indice est en baisse de 57,51 mm en 30 ans. Au cours de la deuxième tendance l'indice est en hausse de 1,43 mm/an, soit une hausse de 42,9 mm au cours de la deuxième normale. Les jours très humides (R95p) et les jours extrêmement humides (R99p) constituent les apports journaliers en eau les plus importants par rapports à leurs seuils (au 95<sup>ème</sup> et 99<sup>ème</sup> percentiles). Ils peuvent contribuer aux phénomènes des géorisques naturels notamment les inondations, les glissements de terrains, l'érosion des sols etc., par la quantité d'eau apportée.

D'une manière générale, sur les deux normales l'étude a montré une baisse des totaux des pluies (PRCPTOT) et les jours consécutivement humides de l'indice (CWD). Aussi, a-t-elle montré que le nombre de jour des

séquences sèches (CDD) est en hausse à la station synoptique de Bobo Dioulasso. Cette diminution des pluies totales annuelles est confirmée dans la majeure partie de l'Afrique (Frappart et *al.*, 2009 ; Ozer et *al.*, 2009 ; Hountondji et *al.*, 2011). Des résultats similaires ont été observés sur la réduction globale des hauteurs pluviométriques dans les études sur le Sahel (Biasutti, 2013 ; Mohamed, 2011 ; Ackerley et *al.*, 2011 ; Lebel et Ali, 2009 ; Nicholson et *al.*, 2000).

### 3.2. Analyse fréquentielle des pluies maximales journalières bassins versant du Kou

#### 3.2.1. Vérification des hypothèses de base dans les hauteurs de pluie maximales

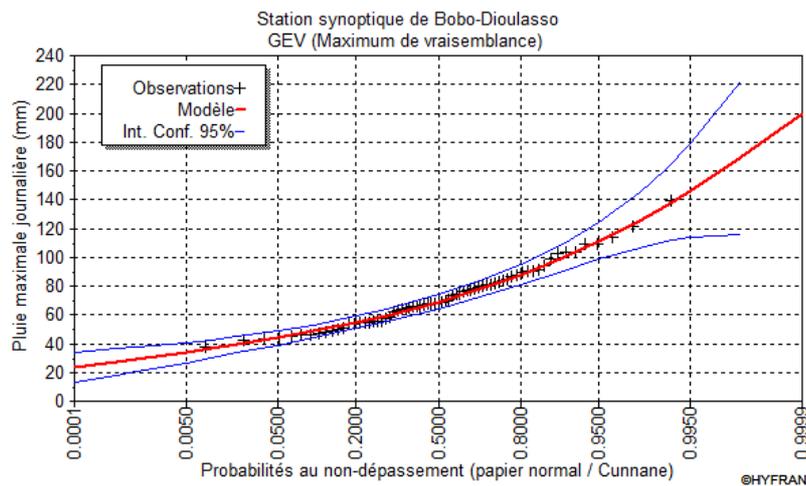
Le Tableau 3, montre les résultats des tests statistiques appliqués aux pluviométries maximales dans les quatre stations du bassin versant du Kou. L'hypothèse d'indépendance a été validée à l'aide du test de Wald-Wolfowitz (1943). Les tests d'homogénéité et de stationnarité utilisés sont respectivement ceux de Wilcoxon (1945) et de Kendal (1975). L'analyse des données, permet de constater qu'à un niveau de signification de 5 %, l'ensemble les stations obéit aux exigences de l'analyse fréquentielle.

**Tableau 3 : Résultats des tests statistiques appliqués aux pluies maximales**

Station	Teste d'indépendance		Test stationnarité		Test homogénéité	
	U	P	K (seuil)	P	W (seuil)	P
	Station pluviométriques					
<b>Bobo</b>	1,15	0,252	2,48	0,0131	1,94	0,0518
<b>Farakoba</b>	0.263	0.793	0.0565	0.955	0.631	0.528
<b>Nasso</b>	0.874	0.382	0.416	0.678	0.226	0.821
<b>Vallée du Kou</b>	0.0767	0.939	0.168	0.866	0.0652	0.948

#### 3.2.2 Ajustement aux lois des séries pluviométriques maximales

De l'analyse de la figure 2, il ressort que toutes les séries pluviométriques s'ajustent bien à la loi GEV avec une marge d'erreur de 1 à 5 %.



**Figure 2 :** Ajustement de la loi GEV sur la station synoptique de Bobo Dioulasso

L'ajustement des pluies journalières aux tests statistiques a permis d'obtenir les quantiles estimés pour différentes périodes de retour (2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans). Les intervalles de confiance qui permettent d'évaluer l'incertitude associée aux estimations sont aussi fournis (Tableau 4).

**Tableau 4 :** Périodes de retour des pluies maximales estimées dans le bassin

Station	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Bobo	69 [64-74]	87,8 [80-94]	99,9 [90-109]	111 [98-124]	126 [106-145]	136 [111-161]
Farakoba	67 [62-72]	82 [76-88]	91 [84-99]	99 [90-109]	109 [95-122]	115 [98-132]
Nasso	70 [63-76]	93 [83-103]	109 [95-123]	125 [105-144]	145 [114-176]	161 [119-232]
Vallée du Kou	70 [64-77]	91 [80-101]	105 [90-120]	120 [97-142]	140 [104-175]	155 [106-205]

Les pluies journalières ayant des hauteurs comprises entre 62 et 77 mm, ont une chance sur deux de se produire tous les deux ans dans le bassin (Tableau 4). Les hauteurs pluviométriques journalières contenues entre l'intervalle de 76 et 103 mm ont une probabilité d'apparition de 20% tous les 5 ans. Les pluies journalières dont les hauteurs sont comprises entre 84 et 123 mm, surviennent tous les 10 ans avec 10% de probabilité de survenance ; mais les pluies ayant 5%, 2% et 1% de chance de survenir sont des pluies dont les hauteurs pluviométriques journalières sont respectivement comprises entre 90 et 144 mm, 95 et 176 mm et entre 98 et 205 mm.

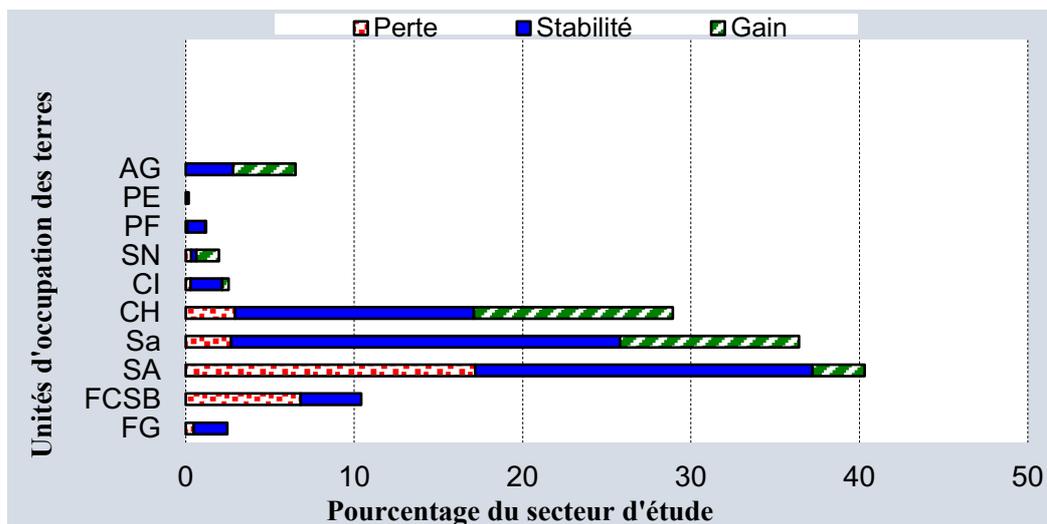
Les résultats obtenus de l'analyse fréquentielle et de la détermination de la moyenne maximale pluviométrique journalière permettent de conclure que les pluies maximales journalières annuelles engendrent des inondations

pluviales récurrentes qui s'accompagnent d'une perte en terre dans le bassin versant du Kou. La connaissance de ces paramètres est nécessaire pour pouvoir faire face aux risques que peuvent engendrer les inondations dans le bassin versant du Kou et d'élaborer les outils permettant aux décideurs de mieux gérer ces situations N. D. Valencia (2006).

### **3.3. Dynamique de l'occupation des terres dans le bassin versant du Kou**

#### ***3.3.1. Intensité de changements par unité d'occupation des sols entre 1987 et 2002***

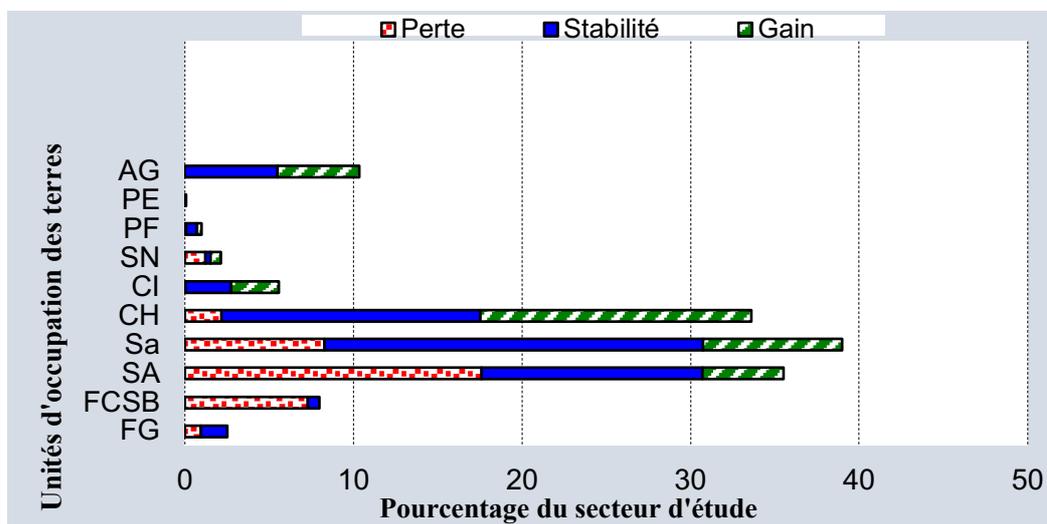
La figure 3 présente l'intensité de changement entre les unités d'occupation des sols et celle à l'intérieur de chaque unité dans la période de 1987 à 2002. L'analyse de la figure 3, montre que globalement, les changements entre les unités d'occupation des sols se sont opérés dans le bassin versant du Kou. Dans chaque cas, des zones de perte, de résistance ou stabilité et de gain occupent chacune des proportions différentes du bassin versant. Ainsi, les savanes arborées sont les catégories où les changements ont été les plus significatifs sur environ 40%, avec 18% de pertes contre 3% de gains et 19% de stabilité. Elles sont suivies des savanes arbustives sur 37% du bassin versant avec 3% de pertes contre 11% de gains et 23% de stabilité. Viennent ensuite les champs sur 28% avec 3% de pertes contre 11% de gains et 14% de stabilité. Les forêts claires et les savanes boisées sur 10 % du bassin versant sont caractérisées par 7% de pertes et 3% de stabilité. Les agglomérations sur 7%, indiquent 4% de gain et 3% de stabilité. Les forêts galerie sur 3% donnent 1% de perte et 2% de stabilité ; les cultures irriguées sur 3,5% ont connu 0,5% de gain et 3% de stabilité. Pour les sols nus, avec 2%, ils ont connu une évolution avec 0,5% de perte, 1% de gain et 0,5% de stabilité et enfin les plantations forestières sur 0,25% du bassin versant sont restées stable.



**Figure 3 :** *Intensité des changements opérés par catégorie d’occupation des terres entre 1987 et 2002 ;* FG : Forêt galerie ; FCSB : Forêt claire, Savane boisée ; SA : Savane arborée, Sa : Savane arbustive, CH : Champs ; CI : Culture irrigué ; SN: Sol Nu ; PF : Plantation Forestière ; PE : Plan d’eau ; AG : Agglomération

### 3.3.2. Intensité de changements par unité d’occupation des sols entre 2002 et 2017

La figure 4 présente l’intensité de changement entre les unités d’occupation des sols et celle à l’intérieur de chaque unité dans la période de 2002 à 2017.



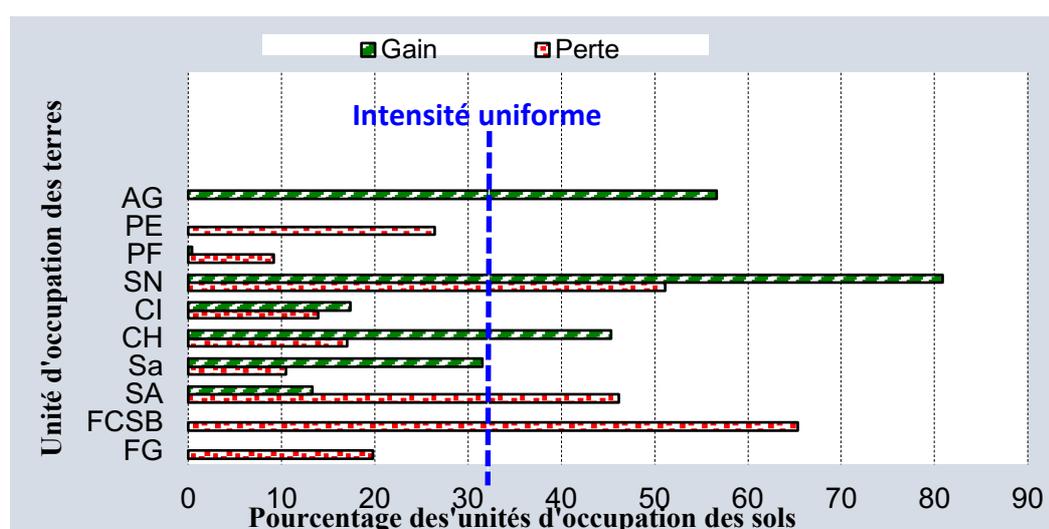
**Figure 4 :** *Intensité des changements opérés par catégorie d’occupation des terres entre 1987 et 2002 ;* FG : Forêt galerie ; FCSB : Forêt claire, Savane boisée ; SA : Savane arborée, Sa : Savane arbustive, CH : Champs ; CI : Culture irrigué ; SN: Sol Nu ; PF : Plantation Forestière ; PE : Plan d’eau ; AG : Agglomération

Plusieurs changements entre les unités d’occupation des sols se sont opérés dans le bassin versant du Kou (Figure 4). Dans chaque unité, des

zones de perte, de stabilité et de gain ont été observées et occupent chacune des proportions différentes du bassin versant. Ainsi, les savanes arbustives sont les catégories où les changements ont été les plus significatifs sur environ 38% du bassin versant avec 8% de pertes contre 6% de gains et 30% de stabilité. Elles sont suivies des savanes arborées (35%) avec 18% de pertes contre 3% de gains et 14% de stabilité. Viennent ensuite les champs (33%) avec 3% de pertes contre 15% de gains et 15% de stabilité. Les agglomérations (10%) sont caractérisées par 4% de gain et 6% de stabilité. Les forêts claires et les savanes boisées (7%), indiquent 5% de perte et 2% de stabilité. Les cultures irriguées (5%) ont connu 2,5% de gain et 2,5% de stabilité. Les forêts galerie sur 2% donnent 1% de perte et 2% de stabilité. Pour les sols nus (2%) ont connu une évolution avec 1,5% de perte et 0,5% de stabilité et enfin les plantations forestières (0,25%) sont restées stable.

### 3.3.3. Intensités et vitesses des changements des unités d'occupations des sols entre 1987 et 2002

La figure 5 présente les intensités et les vitesses de changements à l'intérieur de chaque unité d'occupation des sols dans l'intervalle de temps 1987-2002. Les unités d'occupation des sols ont connu des changements sous forme de pertes et de gains par rapport au pourcentage des unités (Figure 5). La ligne verticale bleue en tirets est le seuil où les changements restent uniformes si les perturbations s'arrêtent dans le bassin versant. A gauche de cette ligne, les changements sont dits dormants ou lents tandis qu'à droite, les changements sont qualifiés d'actifs ou rapides.

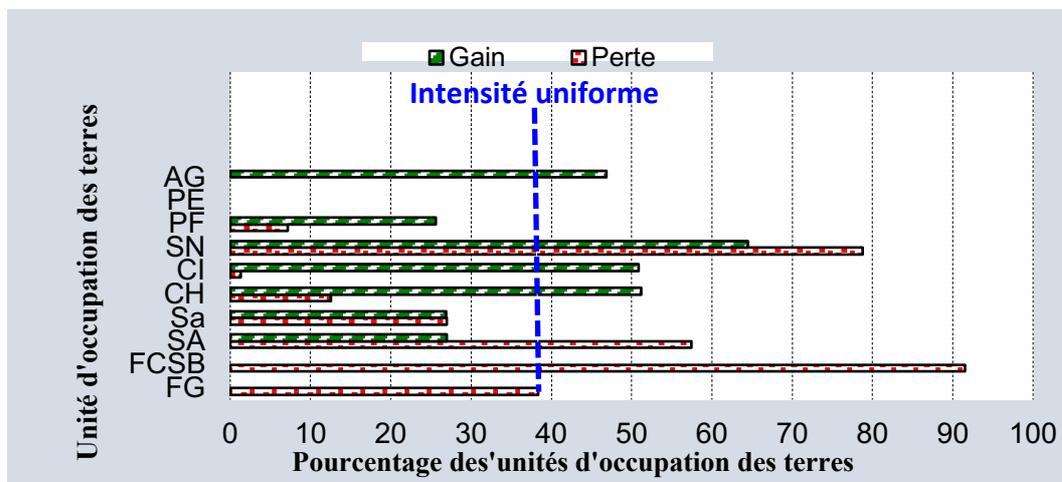


**Figure 5 :** Intensité des changements opérés par catégorie d'occupation des terres entre 1987 et 2002 ; FG : Forêt galerie ; FCSB : Forêt claire, Savane boisée ; SA : Savane arborée, Sa : Savane arbustive, CH : Champs ; CI : Culture irriguée ; SN: Sol Nu ; PF : Plantation Forestière ; PE : Plan d'eau ; AG : Agglomération

Ainsi, les changements opérés au niveau des différentes unités d'occupation des sols du bassin versant sont presque tous actifs ou rapides. Dans l'intervalle de temps 1987-2002, ce sont les unités composées de sols nus qui ont eu la plus grande vitesse de changement avec des pertes de 52% des unités d'occupation des sols et 80% de gains. Viennent les forêts claires et les savanes boisées avec 65% de perte, les savanes arborées avec 58% de perte et 28% de gain, les champs avec 12% de perte et 52% de gain, les cultures irriguées avec 1% de perte et 51% de gain, les agglomérations avec 47% de gain, les forêts galerie 39% de perte, les savanes arbustives avec 27% de perte et 27% de gain. Enfin les plantations forestières ont connu 6% de perte et 26% de gain.

### 3.3.4. Intensités et vitesses des changements des unités d'occupations des sols entre 2002 et 2017

La figure 6 présente les intensités et les vitesses de changements à l'intérieur de chaque unité d'occupation des sols dans l'intervalle de temps 2002-2017.



**Figure 6 :** Intensité des changements opérés par catégorie d'occupation des terres entre 2002 et 2017 ; FG : Forêt galerie ; FCSB : Forêt claire, Savane boisée ; SA : Savane arborée, Sa : Savane arbustive, CH : Champs ; CI : Culture irriguée ; SN : Sol Nu ; PF : Plantation Forestière ; PE : Plan d'eau ; AG : Agglomération

Toutes les unités d'occupation des sols ont connu des changements sous forme de pertes et de gains par rapport au pourcentage des unités. La ligne verticale bleue en tirets est le seuil où les changements restent uniformes si les perturbations s'arrêtent dans le bassin versant du Kou. A gauche de cette ligne, les changements sont dits dormants ou lents tandis qu'à droite, les changements sont qualifiés d'actifs ou rapides. Dans l'intervalle de temps 2002-2017, ce sont les unités composées des forêts claires et les

savanes boisées qui ont eu la plus grande vitesse de changement avec 92% de perte. Viennent, les sols nus avec 79% de perte et 63% de gain, les savanes arborées avec 58% de perte et 28% de gain, les champs avec 12% de perte et 52% de gain, les cultures irriguées avec 1% de perte et 51% de gain, les agglomérations avec 48% de gain, les forêts galerie 39% de perte, les savanes arbustives avec 28% de perte et 27% de gain. Enfin les plantations forestières ont connu 6% de perte et 25% de gain.

#### **4. Conclusion**

L'analyse de l'évolution des indices pluviométriques au cours des 60 ans d'observation a mis en évidence la baisse des indices PRCTOT et CWD dans le bassin versant du Kou. Pendant cette même période les autres indices ont connu une hausse significative. Cette situation prédispose le bassin versant à une dégradation de l'environnement, des pertes en terre et une diminution de rendement agricole. La dynamique de l'occupation de l'espace dans le bassin versant s'est traduite par une forte augmentation des différentes unités d'occupation du sol. De façon générale, le bassin versant du Kou est soumis à une dégradation intense du couvert végétale, une augmentation de superficie de certaines unités comme les agglomérations et les sols nus. Toutefois, une telle dynamique de l'occupation des sols surtout dans un contexte de l'augmentation des pluies extrêmes ne peut qu'amplifier le phénomène de l'érodibilité des terres.

#### **Références Bibliographiques**

- Ackerley D., Booth B. B. B., Knight S. H. E., Highwood E. J., Frame D. J., Allen M. R., Rowell D. P. (2011). Sensitivity of Twentieth-Century Sahel Rainfall to Sulphate Aerosol and CO<sub>2</sub> Forcing. *Journal of Climate*, 24(19): 4999-5014.
- Biasutti M. (2013). Forced Sahel Rainfall Trends in The CMIP5 Archive. *Journal of Geophysical Research D: Atmospheres*, 118(4), 1613-1623.
- Dakoure D. (2003). *Etude hydrogéologique et géochimique de la bordure sud-est du bassin sédimentaire de Taoudéni (Burkina Faso - Mali) - Essai de modélisation* (Thèse de doctorat). Université Paris VI, Paris.
- Ferry L., Muther N., Coulibaly N., Martin D., Mietton M., Cisse-Coulibaly Y., Olivry J. C., Paturel J.-E., Barry M. A., Yena M. (2012). Le fleuve Niger de la forêt tropicale guinéenne au désert saharien les grands

traits des régimes hydrologiques, rapport de synthèse du projet « Niger-Loire », Niamey (Niger), 51p.

Frappart F., Hiernaux P., Guichard F., Mougin E., Kergoat L. (2009). Rainfall Regime Across the Sahel Band in the Gourma Region, Mali. *Journal of Hydrology*, 375: 128-142.

GIEC. (2007). Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève, Suisse.

Haylock M. R., Peterson T., Abreu De Sousa J. R., Alves L. M., Ambrizzi T., Anunciação Y. M. T., Baez J., Barbosa De Brito J. I., Barros V. R., Berlato M. A., Bidgain M., Colonel G., Corradi V., Garcia V. J., Grimm A. M., Jaildo Dos Anjos R., Karoly D., Marengo J. A., Marino M. B., Meira P. R., Miranda J. C., Molion L., Moncunill D. F., Nechet D., Ontaneda G., Quintana J., Ramirez E., Rebello E., Rusticucci M., Santos J. L., Trebejo I., Vincent L. (2006). Trends in total and extreme South American rainfall in 1960-2000 and links with sea surface temperature. *Journal of climate*, 19: 1490-1512.

Hountondji Y. C., De Longueville F., Ozer P. (2011). *Trends in Extreme Rainfall Events in Benin (West Africa), 1960-2000*. Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Conference on Energy, Environment and Climate Change, August 26-27, 2011, Ho Chi Minh City, Vietnam.7 P. [Http://Hdl.Handle.Net/2268/96112](http://hdl.handle.net/2268/96112).

Hulme M. (2001). Climatic perspectives on Sahelian desiccation: 1973-1998. *Global Environment Change* 11, 19-39.

IWACO. (1989). Etude du bilan d'eau du Burkina Faso (No. 60.451/08), 128. Burkina Faso : Ministère de l'eau.

Lebel, T. & Ali A. (2009). Recent Trends in the Central and Western Sahel Rainfall Regime (1990-2007). *Journal of Hydrology*, 375(1-2): 52-64.

Mahé G., Lienou G., Bamba F., Paturel J.-E., Adeaga O., Descroix L., Manton M. J., Della-Marta P. M., Haylock M. R., Hennessy K. J., Nicholls N., Chambers L. E., Collins D. A., Daw G., Finet A., Gunawan D., Inape K., Isobe H., Kestin T. S., Lefale P., Leyu C. H.,

- Lwin T., Maîtrepierre L., Outprsitown N., Page C. M., Pahalad J., Plummer, N., Salinger M. J., Suppiah R., Tran V. L., Trewin B., Tibig I., Yee D. (2001). Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pasific: 19611998. *International Journal of Climatology*, 21: pp. 269-284.
- Mariko A., Olivry J. C., Sangare S., Ogilvie A., Clanet J. C. (2011). Le fleuve Niger et le changement climatique au cours des100 dernières années. *Hydro-climatology: Variability and Change* (Proceedings of symposium J-H02 held during IUGG in Melbourne, Australia, pp 131-137.
- Meylan & Musy. (1999). Hydrologie générale : Analyse fréquentielle. *Annale revue hydrologie*. 19 p.
- Mohamed A. B. (2011). Climate Change Risks in Sahelian Africa. *Regional Environmental Change*, 11(1): 109-117.
- Nicholson, S. E., Some B., Kone, B. (2000). An Analysis of Recent Rainfall Conditions in West Africa, Including the Rainy Seasons of the 1997 El Niño and the 1998 La Niña Years. *Journal of Climate*, 13 (14), 2628-2640.
- Ozer, P., Hountondji Y. C., Laminou-Manzo O. (2009). Evolution Des Caractéristiques Pluviométriques Dans L'est Du Niger De 1940 A 2007. *Geo-Eco-Trop*, 33 : 11-30.
- Sauret E. (2013). *Etude des potentialités hydrogéologiques d'une plaine alluviale en relation avec les eaux souterraines et de surface dans un contexte d'agriculture irriguée (Burkina Faso)*, thèse de doctorat Université de Liège (ULG) Faculté des Sciences Appliquées - Département ArGEnCo Architecture, Géologie, Environnement et constructions Secteur GEO Géotechnologies, Hydrogéologie, Prospection Géophysique. 215 p.
- Sogreah Ingenierie (1993). Notice explicative de la carte hydrogéologique 1:50000 de la région de Bobo-Dioulasso. Etude des ressources en eau souterraine de la zone sédimentaire de la région de Bobo-Dioulasso., Ministère de l'Eau, Direction Régionale de l'Eau des Hauts Bassins., Bobo Dioulasso, Burkina Faso.

Valencia N. D. (2006). " Risques naturels, aléa et vulnérabilité mécanique : cas de constructions en maçonnerie vis `à vis des s´séismes et inondations". Thèse de Doctorat, université Marne la Vallée, (2006) 189 p.

Zhang & Yang F. (2004). RClimDex 1.0, User Manual. *Climate Research Branch Environment, Downsview, Ontario, Canada, 23 p.*