

Vulnérabilité De La Production Agricole Aux Inondations Dans Les Communes De Covè, Zagnanado Et Ouinhi Au Bénin

Vulnerability Of Agricultural Production To Flooding In Local Government Of Covè, Zagnanado And Ouinhi In Benin

Ruben S. Joël GBAGUIDI ¹, Placide F. G. A. CLEDJO ²

¹ Département de Géographie et Aménagement du Territoire

² Laboratoire Pierre PAGNEY « Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEED)
Université d'Abomey-Calavi, 01 BP : 526



Résumé – Avec la récurrence des inondations, en Afrique de l'Ouest et au Bénin, en particulier, la vulnérabilité de la production agricole, devient une problématique à résoudre. La présente recherche étudie le degré de vulnérabilité de la production agricole aux inondations dans les Communes de Covè, Zagnanado et Ouinhi, sur le Plateau d'Agonlin.

L'étude du degré de vulnérabilité de la production agricole aux inondations prend en compte strictement les principaux facteurs de vulnérabilité de la production agricole aux inondations, qui sont d'abord identifiés sur la base de la hiérarchie des causes de l'endommagement, adoptée par C. Lutoff et Nicaya (1998). L'approche statistique de l'analyse de régression linéaire simple a été ensuite utilisée à partir de ces facteurs ou variables explicatives de la vulnérabilité de la production agricole aux inondations.

Les résultats montrent une forte vulnérabilité des espaces agricoles de l'ensemble des Communes de Covè, Zagnanado et Ouinhi, aux inondations, soit près des deux tiers de la superficie du plateau d'Agonlin. La vulnérabilité de la production agricole aux inondations dépend à 74,7 % des précipitations moyennes et des débits moyens des crues et de la topographie (classes d'altitude). Les 25,3 % restants sont expliqués principalement par les facteurs humains. Pour réduire cette vulnérabilité de la production agricole aux inondations en région Agonlin, plusieurs stratégies et mesures sont développées.

Mots clés – Vulnérabilité, Production agricole, inondations, Plateau d'Agonlin (Bénin).

Abstract – With the recurrence of flood, in west Africa and Benin, particular, the vulnerability of agricultural production to flooding, becomes a problem to be solved. This research aims to study the degree of vulnerability of agricultural production to flooding in the local government of Covè, Zagnando and Ouinhi in Benin.

The study of the degree of vulnerability of agricultural production to floods strictly takes into account the main factors of vulnerability of agricultural production to floods, which are first identified on the basis of the hierarchy of causes of damage, used by C. Lutoff and Nicaya (1998). The statistical approach of simple linear regression analysis was then used from these factors or variables, explanatory of the vulnerability of agricultural production to flooding.

The results show a high vulnerability of the agricultural areas of all the local government of Covè, Zagnanado and Ouinhi, to flooding, nearly two thirds of the area of the Agonlin plateau. The vulnerability of agricultural production to flooding depends 74.7% on average precipitation and average flood flows and topography (altitude classes). The remaining 25.3% is explained mainly by human factors. To reduce this vulnerability of agricultural production to flooding in the Agonlin region, several strategies and measures have been developed.

Keywords – Vulnerability, agricultural production, floods in local government of Covè, Zagnanado et Ouinhi (Benin).

I. INTRODUCTION

Principal secteur économique des pays à économie dominée, le secteur primaire, secteur de production notamment agricole, reste sous la menace des événements climatiques extrêmes principalement des inondations. Pour P. Ozer et al. (2013, p. 440), l'Afrique de l'Ouest est l'une des régions les plus vulnérables face aux changements climatiques.

Au cours de l'année 2010, le Bénin est devenu le pays le plus affecté par les inondations en Afrique de l'Ouest et du Centre, selon le Bureau de coordination des affaires humanitaires (OCHA) des Nations Unies. Les inondations sont devenues un phénomène annuel redouté par les populations du monde en général et, celles du Bénin en particulier.

Les années exceptionnelles en pluviométrie comme celles de 2009 et 2010 ont fortement perturbé les activités agricoles au Bénin, surtout au Sud du pays. Selon Y. Ibouaïma et al. (2010, p.81), les perturbations pluviométriques rendent vulnérables l'agriculture pluviale qui est la principale activité des populations étant donné qu'elles affectent principalement la saison pluvieuse dont dépend le rendement des cultures. Les régions de la basse vallée de l'Ouémé, en particulier celle de la région Agonlin, font partie des zones agricoles les plus vulnérables au Bénin.

Plusieurs travaux ont abordé les inondations et ses différentes conséquences notamment dans le sous-secteur agricole, au Bénin en général et dans la région Agonlin en particulier. Cependant, peu de travaux ont abordé la vulnérabilité de la production agricole aux inondations, en terme d'étude statistique ; ce qui nous amène, à rechercher le degré de vulnérabilité de la production agricole face aux inondations. La présente étude tente d'étudier ce niveau de vulnérabilité.

II. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

2.1- Données utilisées

Les données utilisées sont relatives aux hauteurs pluviométriques moyennes, mensuelles et annuelles sur la période 1989-2019, sur le Plateau d'Agonlin (Figure 1), au niveau de la station pluviométrique de Zagnanado.

Les autres données utilisées dans la présente étude sont liés aux débits moyens de 1986 à 2011 au niveau du fleuve Ouémé à la station d'Ahlan (Zagnanado) et celles relatives aux classes d'altitude à travers le Modèle Numérique de Terrain du secteur d'étude, réalisé à partir des images Aster DEM de résolution 30 (<http://asterweb.jpl.nasa.gov>) et ceci ; en fonction de l'échelle de grandeur et des saisons.

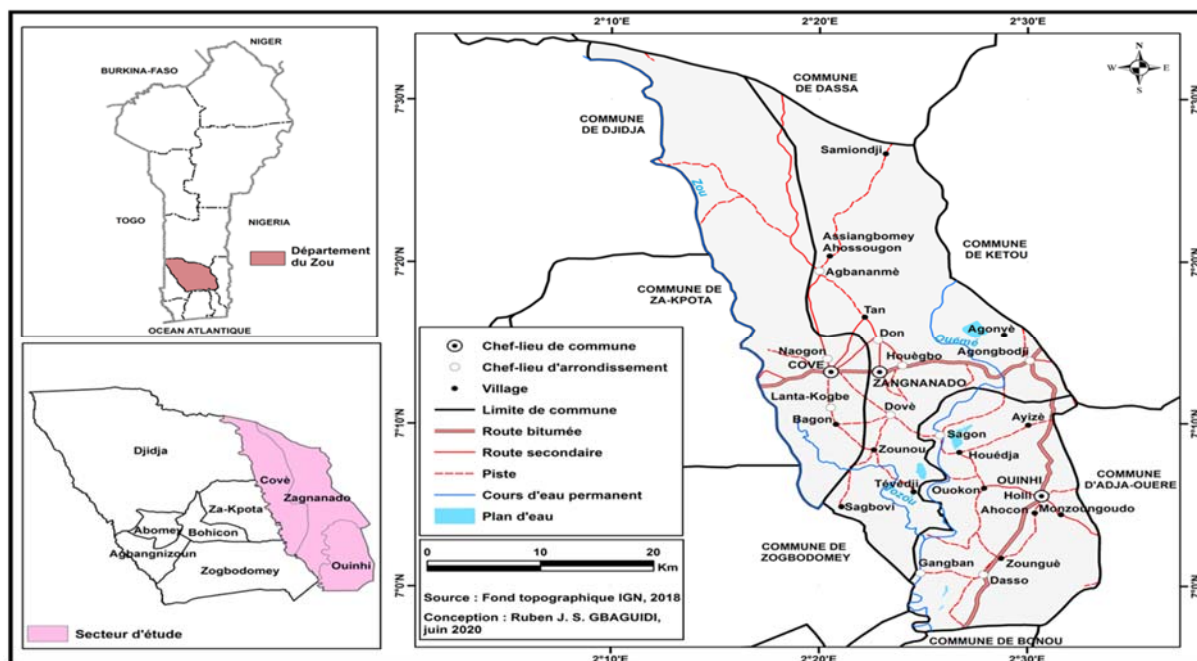


Figure 1 : Situation géographique et administrative des communes de Cove, Zagnanado et Ouinhi.

2.2- Méthode d'étude de la vulnérabilité de la production agricole aux inondations

Pour étudier la vulnérabilité de la production agricole aux inondations, les principaux facteurs naturels de vulnérabilité sont strictement dans cette recherche et identifiés. L'approche de C. Lutoff et Nicaya (1998, p.14) qui définit quatre niveaux de vulnérabilité sur la base d'une hiérarchie des causes de l'endommagement et en fonction de la durée des perturbations, a été utilisée.

Parmi ces niveaux de vulnérabilité définis par C. Lutoff et Nicaya (1998, p.13), il faut citer entre autres, la **vulnérabilité de niveau 1** qui correspond à la probabilité d'un endommagement direct à la suite de l'évènement climatique extrême qu'est l'inondation et la **vulnérabilité de niveau 3** qui se situe dans une grande durée et est essentiellement économique. La présente recherche prend en compte à ce niveau, surtout l'aspect économique par rapport aux pertes des productions agricoles. A cette approche, s'ajoute l'analyse de la fonction de régression linéaire simple de la vulnérabilité de la production agricole aux inondations sur la base des facteurs de vulnérabilité dans le logiciel SPSS 16.0. Les variables indépendantes ou explicatives de la vulnérabilité de la production aux inondations sont les hauteurs pluviométriques moyennes mensuelles et interannuelles de 1989 à 2019, les débits moyens de la même période dans le bassin du Zou (Tableau I) et les différences entre classes d'altitude.

Tableau I : Variables d'étude de la vulnérabilité de la production agricole

Mois	HPM	DMZ	VPI
Janvier	1.6	2.87	0
Février	39.2	2.95	0
Mars	55.8	2.81	1
Avril	151.0	5.17	1
Mai	165.5	17.25	1
Juin	242.65	74.66	1
Juillet	199.2	78.95	0
Août	233.75	109.37	0
Septembre	191.25	75.46	1
Octobre	196.35	36.78	1
Novembre	74.75	6.02	0
Décembre	0.0	3.13	0

Source : Données de l'ASECNA, de la DIE et des travaux de terrain 2019.

L'analyse de régression linéaire simple prend en compte les données de ce tableau ; les deux variables quantitatives indépendantes (Hauteurs Pluviométriques Moyennes et Débits Moyens du Zou) et une variable qualitative dépendante (VPI) qui est la Vulnérabilité de la Production agricole aux Inondations. Cette dernière prend en compte les mois des saisons pluvieuses et ceux des saisons sèches. Il est attribué respectivement aux mois secs et aux mois pluvieux, le chiffre 0 et le chiffre 1.

La fonction de régression linéaire simple de la vulnérabilité de la production agricole aux inondations prend en compte aussi la topographie du secteur d'étude notamment les classes d'altitude. Les espaces agricoles ou non de faibles altitudes caractérisés par des pentes faibles sont les zones fortement vulnérables aux inondations. Ce sont les espaces marécageux, les cours et plans d'eau, les plaines d'inondations et autres espaces proches. Les altitudes à ce niveau tournent autour de 40 m ; ce qui correspond à peu près à 80% du territoire d'Agonlin comme l'indique le tableau II.

Tableau II : Echelle de Grandeur (EG) de Vulnérabilité sur le Plateau d'Agonlin

Altitude (m)	VPI	Pourcentage (%)	Echelle de Grandeur
101	Faible	6,69	1
50	Moyenne	10,67	2
39	Forte	82,65	7

Source : Travaux de recherche, 2019.

Le second niveau d'étude du degré de vulnérabilité de la production agricole aux inondations prend en compte les Hauteurs pluviométriques moyennes mensuelles annuelles et les débits moyen des crues du Zou de 1989 à 2019 et, l'échelle de grandeur ou de vulnérabilité par rapport aux différentes classes d'altitude. Ces dernières sont mises en relation aux mois des saisons sèches (1) et ceux des saisons pluvieux (2) et aussi au période de débordement des eaux cours d'eau (7), période de forte vulnérabilité. A chaque mois est attribué un chiffre correspondant à un niveau de l'échelle de grandeur ou de vulnérabilité par rapport aux classes d'altitude du secteur d'étude (Tableau III).

Tableau III : Variables d'étude de la vulnérabilité de la production agricole, élargies aux classes d'altitude en fonction de l'échelle de grandeur

Mois	HPM	DMZ	VPI
Janvier	1.6	2.87	1
Février	39.2	2.95	1
Mars	55.8	2.81	2
Avril	151.0	5.17	2
Mai	165.5	17.25	2
Juin	242.65	74.66	2
Juillet	199.2	78.95	7
Août	233.75	109.37	7
Septembre	191.25	75.46	7
Octobre	196.35	36.78	2
Novembre	74.75	6.02	1
Décembre	0.0	3.13	1

Source : Données de l'ASECNA, de la DIE et des travaux de terrain 2019.

L'introduction des variables indépendantes ou explicatives (HPM et DMZ) et la variable dépendante ou de la Vulnérabilité de la production aux inondations (VPI), dans l'environnement SPSS, a permis d'avoir certains résultats.

III. RÉSULTATS

3.1- Facteurs de vulnérabilité de la production agricole liés aux inondations

Les figures 2 et 3 présentent les perceptions des paysans, respectivement par rapport aux facteurs de production agricole et aux facteurs de vulnérabilité de la production agricole aux inondations.

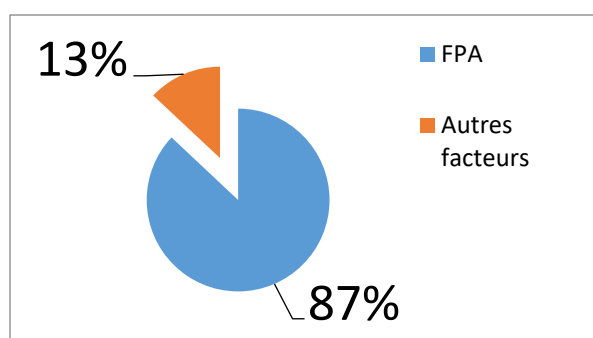


Figure 2 : Facteurs de Production Agricole

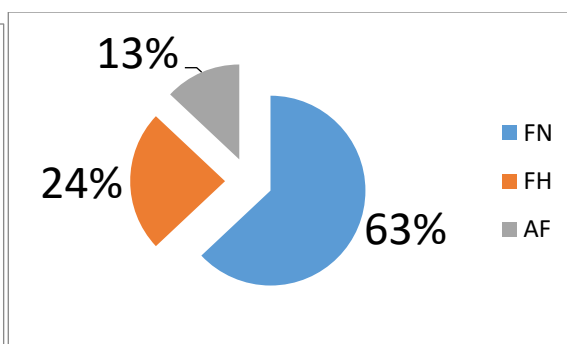


Figure 3 : Facteurs de vulnérabilité aux inondations

Les perceptions des populations agricoles sur les facteurs de vulnérabilité de la production agricole aux inondations sont diverses. Celles-ci sont relatives au climat, à l'organisation de la production, à la disponibilité de la main d'œuvre, aux types du sol. Selon 87 % des personnes interrogées, les facteurs de vulnérabilité de la production agricole aux inondations, constituent également les facteurs de la production agricole. Les autres facteurs relèvent du divin ; soit 13 % comme l'indique la figure 2.

Les facteurs de production agricole dépendent en grande partie des Facteurs Naturels (FN) notamment climatiques. Ces derniers expliquent principalement l'avènement des événements climatiques extrêmes dont les inondations, selon 63 % des personnes interrogées, comme l'indique la figure 3. Ce sont les Facteurs Naturels (FN) qui arrivent en tête, selon 63 % de la taille de la population interrogée. Viennent ensuite les Facteurs Humains (FH) et Autres Facteurs (AF). Notons les facteurs humains prennent en compte l'organisation du travail à travers les stratégies d'adaptation existantes.

3.2- Vulnérabilité de l'espace agricole du Plateau d'Agonlin aux inondations

Les facteurs topographiques participent aussi à la vulnérabilité des espaces notamment agricoles, sur le Plateau d'Agonlin sous l'influence des facteurs climatiques et hydrologiques. La vulnérabilité des zones de productions agricoles aux inondations va des zones de très forte vulnérabilité aux zones de très faible vulnérabilité, en passant par les zones de forte, moyenne et faible vulnérabilité, en fonction des altitudes (Tableau IV).

Tableau IV : Vulnérabilité du Plateau d'Agonlin aux inondations

Classes des altitudes (m)	Vulnérabilité	Zones inondables	Pourcentage (%)
170-271	Très faible	ZNI	6,69
120-170	Faible	ZNI	10,67
81-120	Moyenne	ZNI-ZI	14,95
43-81	Forte	ZI	15,63
2-43	Très forte	ZI	52,07

ZNI : Zones Non Inondables - ZI : Zones Inondables

Source : Données issues du traitement numérique de la carte de la topographique d'Agonlin.

Ce tableau IV, montre les zones inondables vulnérables aux productions agricoles dans les Communes de Covè, Zagnanado et Ouinhi. Les zones de forte vulnérabilité aux inondations couvrent 67,70 % du territoire du plateau d'Agonlin, soit près de 70 %. Ce sont des espaces de faibles encadrés par les cours d'eau de l'Ouémé et du Zou et leurs affluents, sur le Palteau d'Agonlin.

L'identification des zones inondables, des espaces agricoles susceptibles d'être inondés tient compte des pentes, des zones d'influence des cours d'eau et aussi des facteurs géomorphologiques. Pour G. Ouattara et al. (2013, p.4), la vulnérabilité à l'inondation identifie tous les secteurs où les caractéristiques intrinsèques de l'environnement sont susceptibles de favoriser une inondation.

3.2- Degré de vulnérabilité de la production agricole aux inondations

3.2.1- Vulnérabilité de la production agricole aux facteurs climatiques

Le premier et le principal facteur de vulnérabilité de la production agricole aux inondations, ce sont les facteurs naturels, notamment les facteurs climatiques que sont les précipitations et les crues.

Le premier niveau d'analyse de la fonction de régression linéaire simple de la vulnérabilité de la production agricole aux inondations montre une fonction de régression linéaire globalement significative. Les résultats de l'analyse de régression montrent qu'au niveau du test de Fisher, $F_{c/calculé}$ (5,769) est supérieur à $F_{l/lu}$ (0,024). La fonction de régression linéaire de la vulnérabilité de la production agricole aux inondations (VPI) est alors globalement significative au seuil de 2,4 % ; ce qui est largement inférieur au seuil critique de 10 % admis en économie. Le pouvoir explicatif ou coefficient de détermination R^2 étant de 0,562, il en ressort que la Vulnérabilité de la Production agricole aux Inondations (VPI), dépend des hauteurs pluviométriques moyennes et des débits moyens (Zou), à 56,2 %. Les 43,8 % restants sont expliqués par d'autres qui ne sont pas encore pris en compte dans cette régression linéaire. Notons que l'introduction des débits de l'Ouémé dans cette analyse de régression linéaire simple, rend la fonction de vulnérabilité de la production agricole non significative.

Le degré de vulnérabilité la production agricole aux inondations au niveau du bassin du Zou à Domè, n'est pas loin de celui obtenu au cours des travaux précédents (Tableau V).

Tableau V : Résultats des CD issus de l'analyse de régression de la vulnérabilité de la production agricole aux inondations

CD	2007	2010	1980-2010
R^2 /Ouémé	0,7	0,56	0,745
R^2 /Zou	0,6	0,442	0,575
R^2 /Moyen	0,65	0,5	0,66

CD : Coefficient de détermination R^2 ou Pouvoir explicatif de la variable dépendante VPI.

Source : R. Gbaguidi (2015, p.53).

Ce tableau montre des coefficients de détermination de l'année 2007 qui sont supérieurs à ceux de 2010 ; ce qui ne devait pas être le cas, du fait de la forte pluviométrie de 2702,92 mm de l'année 2010 contre les 1110 mm de 2007, alors que les débits des crues restent presque constants. Les précipitations locales sont alors moins déterminantes dans la vulnérabilité de la production agricole aux inondations que les crues, qui sont plus dévastatrices des cultures et des récoltes (Photos 1 et 2).



Photo 1 : Champ de maïs et de coton inondé à Kpédékpo/Ahlan
Prise de vue : Gbaguidi, Septembre 2014.



Photo 2 : Débordement du fleuve Ouémé pendant la crue
Prise de vue : Bognonkpè, 09/ 2010.

Planche 1 : Vues des inondations issues des crues de 2014 et 2010 à Zagnanado.

De cette planche, il est observé un champ maïs inondé, en phase de maturation déjà envahi par les eaux, associé à la culture du coton, avec la présence de quelques palmiers (photo 1). Quant à la photo 2, elle montre le débordement rapide des eaux de l'Ouémé dont l'intensité de sa force va être réduite par la végétation en place.

3.2.2- Vulnérabilité de la production agricole aux facteurs climatiques et topographiques

La combinaison des facteurs climatiques aux facteurs topographiques permet de mieux voir le degré de vulnérabilité de la production agricole aux inondations sur le Plateau d'Agonlin. L'analyse de régression linéaire simple sur la base des données climatiques (précipitations et débits moyens) et topographiques (classes altitude) montre une fonction de régression linéaire de la Vulnérabilité de la Production agricole aux Inondations globalement significative au seuil de 0,2 % ; ce qui est largement inférieur au seuil critique de 10 % admis en économie.

Le pouvoir explicatif R^2 étant de 0,747, la Vulnérabilité de la Production agricole aux Inondations dépend des hauteurs pluviométriques, des débits des crues et des différentes classes d'altitudes, de **74,7 %**. Les **25,3 %** restants s'expliquent principalement par les facteurs humains à travers les stratégies d'adaptation en fonction de l'organisation de l'espace agricole et d'autres facteurs naturels qui ne sont pas pris en compte dans cette étude.

3.2.4- Stratégies de prévention des inondations

Les stratégies de prévention des inondations sur le Plateau d'Agonlin doivent être prises en compte dans l'organisation de l'espace agricole par les autorités, en vue de réduire la vulnérabilité de la production agricole. Au niveau des populations agricoles, elles doivent développer la pratique des semis et récoltes précoces, l'adoption des variétés de cultures à cycle court, le drainage des champs en période d'inondations et autres mesures de prévention mises en place des autorités sur la base des prévisions météorologiques et hydrologiques au Bénin.

IV. CONCLUSION

La vulnérabilité de la production agricole aux inondations dépend principalement des facteurs climatiques que sont les précipitations et les débits en combinaison avec les facteurs topographiques. Ces facteurs naturels sont à l'origine du déclenchement des inondations. Il faut noter un fort degré de vulnérabilité de la production agricole aux inondations à près de 75 % ; les 25 % restants étant expliqués par les facteurs humains à travers l'organisation de l'espace agricole et les stratégies d'adaptation. Pour réduire la vulnérabilité de la production agricole aux inondations futures, tous les facteurs de vulnérabilité de la production agricole doivent être pris en compte dans les stratégies d'adaptation.

REFERENCE

- [1] GBAGUIDI S. Joël Ruben (2015) : Vulnérabilité agricole et stratégies de prévention des inondations dans les Communes de Covè, Zagnanado et Ouinhi, Mémoire du DEA, UAC/FLASH/DGAT, Abomey-Calavi, 94 p.
- [2] HOUNDAKINNOU G., HOUSSOU C. & BOKO M. (2006) : Pluviométrie exceptionnelle et vulnérabilité des établissements humains dans le Bénin méridional, Climat et Développement, numéro 2, LECREDE/DGAT/FLASH/UAC, Abomey-Calavi, pp 17-25.
- [3] YABI Ibouaïma, AFOUDA Fulgence et BOKO Michel (2010) : Recherche sur les années pluviométriques extrêmes dans le centre du Bénin (Afrique de l'Ouest), *Climat et Développement*, n° 10, LACEEDE, pp. 77-82.
- [4] IPCC (2007) : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p.
- [5] OCHA (Bureau de la Coordination des affaires humanitaires) : Inondations 2010, Bulletin d'information#2, 19 Octobre 2010, 2 p.
- [6] OUATTARA Gbele, KOFFI Gnammytchet Barthélémy, YAO Bertin Daouda (2013) : The remote sensing imagery, new challenges for geological and mining mapping in the West African craton - The example of Côte d'Ivoire, *International Journal of Geography and Geology*, 2(1): pp.1-13.
- [7] LUTOFF C., NICAYA (19981) : Diagnostic de vulnérabilité d'une ville. Méthodologie d'analyse de la vulnérabilité sociale et fonctionnelle du système urbain, Rapport, BRGM R 40382, 88 p.

- [8] OZER Pierre, HOUNTONDI Yvon-Carmen, DJABY Bakary, THIRY Aline, De LONGUEVILLE Florence (2013) : *Evolution climatique, perception et adaptation des communautés rurales du Plateau d'Abomey (BENIN)*, XXVI^{ème} Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Cotonou, pp 440-445.