

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET PRODUCTION AGRICOLE : CAPITALISATION DES PRATIQUES CULTURALES POUR LA SECURITE ALIMENTAIRE AU BENIN

[CLIMATE CHANGE AND AGRICULTURAL PRODUCTION: CAPITALISATION OF THE FARMING TECHNIQUES FOR THE FOOD SECURITY IN BENIN]

Jean Bosco Kpatindé VODOUNOU

Université de Parakou, Département de Géographie, BP 123 Parakou, Benin

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The capitalization of the farming techniques for food security in Benin has been studied. The effects of climate change and the rainfall changeableness have modified not only the dates of seedling but also the abandonment of some speculations. In order to ensure their food security, the populations have revised their farming techniques. The climate data which were used for this work are obtained with the ASECNA and those socio-economic were collected near 300 producers. As a matter of fact, in the north 40% of the yielded speculations today can be considered as introduced twenty years ago. In this area in the years 60s there are crops such as yam, voandzou, maize, peanuts, and garden pea. The current crops are yam, maize, and sorghum. Crops such as peanuts, voandzou are more and more withdrawn from the speculation ranges. Furthermore, the situation in the centre of Benin is enough animated. In effect, about 65% yielded speculations in the past were abandoned at the profit of new estimated ones more adapted to the current climatic conditions. To ensure their food security, the populations have spared the speculations such as maize, yam, and peanut. Crops such as sorghum, millet, voandzou and garden peas are almost given up and replaced by soya which represents now the speculation that occupies 45% of the farmed surfaces. In the south of the country, about 30% only of the farming techniques have undergone changes. The climatic changeableness has provoked for instance the introduction of cotton crop which in the past was quasi impossible.

KEYWORDS: Food, Climate, Impact, Resilience, Speculation, vulnerability.

RESUME: La capitalisation des pratiques culturelles pour la sécurité alimentaire au Bénin a été étudiée. Les effets du changement climatique et les variabilités pluviométriques ont provoqué des modifications non seulement des dates de semis mais aussi l'abandon de certaines spéculations. Pour assurer leur sécurité alimentaire, les populations ont révisé leur pratique culturelle. Les données climatiques qui ont servi pour ce travail sont obtenues à l'ASECNA et celles socioéconomiques ont été collectées auprès de 300 producteurs. Ainsi, dans le nord, 40 % des spéculations produites aujourd'hui sont introduites il y a moins de 20 ans. Dans cette partie, étaient pratiquées, dans les années 60, les cultures de l'igname, du voandzou, de l'arachide et du pois d'angole. Les productions en cours sont l'igname, le maïs, le sorgho. Les cultures de l'arachide, du voandzou sont de plus en plus abandonnées. Par ailleurs, la situation dans le centre-Bénin est assez mouvementée. En effet, environ 65 % des spéculations produites autrefois sont délaissées au profit de nouvelles, estimées plus adaptées aux conditions climatiques actuelles. Pour assurer leur sécurité en alimentation, les populations ont conservé les spéculations comme le maïs, l'igname, l'arachide. Les cultures du sorgho, du mil, du voandzou, du pois d'angole sont presque abandonnées et remplacées par celle du soja qui représente actuellement la spéculation la plus importante (45 % des espaces cultivés). Dans la partie sud du pays environ 30 % des pratiques ont connu des changements. La variabilité climatique a provoqué l'introduction de la culture de coton qui autrefois était quasi impossible.

MOTS-CLEFS: Alimentation, Climat, Impact, Résilience, Spéculation, Vulnérabilité.

1 INTRODUCTION

Les effets profonds du changement climatique sur l'agriculture, couplés avec la faible résilience et la grande vulnérabilité des populations aux chocs, pourraient réduire considérablement leur capacité de gestion des ressources naturelles et altérer ainsi leurs moyens d'existence, leur sécurité alimentaire et leur bien-être [1]. Il devient impérieux de mieux comprendre les efforts déployés par les cultivateurs pour faire face aux changements climatiques qui les affectent et les obligent à changer de pratiques. Actuellement, les changements climatiques sont au centre des préoccupations aussi bien des acteurs scientifiques que des décideurs politiques au niveau mondial [2] car ils constituent un des nombreux obstacles au développement [3]. Les changements climatiques ont un impact direct sur la production agricole, puisque les systèmes agricoles dépendent de la nature du climat [4]. Cet impact est particulièrement important dans les pays en développement où l'agriculture constitue la principale source d'emploi et de revenus pour la majorité de la population [5]. Les changements climatiques et leurs conséquences socio environnementales sont encore plus perceptibles en considérant le niveau local [6], [7].

Des perturbations sont portées à l'agriculture pluviale qui représente 96 % des superficies cultivées en Afrique subsaharienne, 87 % en Amérique du Sud et 61 % en Asie. Dans les zones marginales semi-arides sujettes aux saisons sèches prolongées, le risque de pertes de récolte augmentera. Si la stabilité de la production ne peut être assurée, les populations seront forcées à migrer. Selon la FAO, d'ici 2080, les terres non adaptées à l'agriculture pluviale en Afrique subsaharienne à cause des aléas climatiques, des contraintes du sol ou du terrain pourraient augmenter de 30 à 60 millions d'hectares [8]. Avec les changements climatiques, les agriculteurs sont confrontés à des incertitudes et variabilités croissantes des disponibilités en eau, ainsi qu'à la fréquence accrue des sécheresses et des inondations. Toutefois, ces difficultés sont extrêmement variables d'un lieu à l'autre. Les scientifiques estiment que des températures élevées favoriseront l'agriculture aux latitudes septentrionales, tandis que de vastes zones des tropiques arides et semi-arides connaîtront une baisse des précipitations et des ruissellements – sombre perspective pour les pays de la région Afrique, déjà victimes d'insécurité alimentaire [9], [10]. Les modifications de la pluviométrie, de l'évaporation de l'eau du sol et de la transpiration devraient réduire les ruissellements d'ici 2060 dans certaines régions comme le Proche-Orient, l'Amérique centrale, le nord du Brésil, la bordure occidentale du Sahara et l'Afrique australe [8]. En revanche, les ruissellements augmenteront, par exemple, en Europe du Nord, au nord de la Chine, en Afrique Orientale et en Inde. Les ruissellements sont importants pour réapprovisionner les fleuves et les lacs, et, de ce fait, pour l'irrigation et pour la préservation des services écosystémiques.

Le Bénin est l'un des pays aussi vulnérables aux changements climatiques et à la variabilité climatique. Cette vulnérabilité est à la fois fonction du système climatique complexe du continent africain et de l'interaction de ce système avec les défis socio-économiques tels que la pauvreté endémique, la mauvaise gouvernance, l'accès limité aux marchés des capitaux mondiaux, la dégradation des écosystèmes, les catastrophes et conflits complexes ainsi que l'urbanisation; qui pourraient miner la capacité des communautés à s'adapter aux changements climatiques [4]. En plus de ces facteurs, les inégalités d'accès aux facteurs de production (la terre, l'eau, les intrants) entre les femmes et les hommes viennent renforcer les risques d'insécurité alimentaire dans les ménages. Le diagnostic fait sur les effets du changement climatique au Bénin, montre que la sécheresse, les pluies tardives et violentes ainsi que les inondations sont trois risques climatiques majeurs pour la production agricole [1]. Dans la mesure où le changement climatique accroît la variabilité des précipitations et la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, il sera un obstacle pour la sécurité alimentaire [11]. La sécurité alimentaire constitue donc une préoccupation majeure pour les autorités tant au niveau national que local. Si les producteurs indiquent leur connaissance des manifestations du changement climatique et que plusieurs études en font cas et même analysent les perceptions paysannes de ces modifications, très peu sont les travaux qui se sont intéressés à la capitalisation des acquis en Afrique.

Ainsi, la présente recherche étudie la capitalisation des pratiques culturelles pour la sécurité alimentaire développées par les paysans au Bénin. Elle vise à faire le bilan des expériences acquises dans le domaine de la production agricole. En effet, les populations béninoises sont confrontées à des problèmes liés à la production agricole comme le bouleversement du calendrier agricole et la baisse de pluviométrie. Cette production agricole n'arrive toujours pas à assurer la sécurité alimentaire qui est, à son tour mise à mal par des conditions particulièrement difficiles du climat. Dans le contexte des changements climatiques, les paysans béninois développent une adaptation visant à réduire la vulnérabilité ou à améliorer la résilience face à des changements observés ou prévus au niveau du climat à travers de nouveaux systèmes de production inspirés des partages d'expériences. Ces systèmes doivent être améliorés et partagés entre les communautés afin de garantir la sécurité alimentaire.

1.1 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

La République du Bénin est un pays de l'Afrique de l'Ouest qui a porté le nom de Dahomey jusqu'en 1975 ; elle est essentiellement agricole. Elle est située entre 0°45' et 3°55' de longitude Est et 6°10' et 12°25' de latitude Nord. Le Bénin se présente sous la forme d'un bloc perpendiculaire au littoral dans le Golfe de Guinée encore appelé Golfe du Bénin. Sa superficie est de 114 763 km². Il est limité au sud par l'Océan Atlantique, au nord par le Niger, au Nord-Ouest par le Burkina Faso, à l'est par le Nigeria et à l'Ouest par le Togo (figure 1). On y distingue trois types de climat : le climat subéquatorial au sud, le type soudanien au nord entre le 9^{ème} et le 12^{ème} parallèle et enfin, un climat de transition de type guinéo-congolais entre le 7^{ème} et le 9^{ème} parallèle. Ces climats sont certainement influencés par le relief en place.

Le relief est peu accidenté et comprend une région côtière, basse et sablonneuse limitée par des lagunes; un plateau d'argile ferrugineux ; un plateau silico-argileux, parsemé de quelques sous-bois; au Nord-Ouest, le Massif de l'Atacora (800 mètres); au Nord-Est, les plaines du Niger, silico-argileuses très fertiles. En dehors du massif de l'Atacora, le reste du pays est occupé par des plaines et plateaux drainés par un réseau hydrographique assez dense. Le Bénin se trouve ainsi partagé entre 4 bassins hydrographiques : le bassin de la Volta au nord-ouest, du Niger au nord, du Mono à l'ouest et de l'Ouémé au centre-sud. Ces bassins constituent l'assiette des types de végétation rencontrés.

Les traits caractéristiques des types de végétation du Bénin découlent de la situation géographique du pays à l'intérieur du hiatus dahoméen, encore appelé « Dahomeen Gap », qui se traduit par une interruption des denses forêts sempervirentes que connaissent les pays voisins comme le Nigeria et le Ghana. C'est dire qu'en dépit de sa position géographique apparemment favorable, le Bénin n'est pas un pays forestier. Cependant, il est couvert à près de 65% par une végétation arborée [12]. Il s'agit, pour l'essentiel, de végétations sub-équatoriales ou dérivées. L'ensemble de ces traits physiques abrite une population en pleine croissance.

En effet, le quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH4) a permis de dénombrer 10 008 749 habitants résidents des deux sexes dont 5 120 929 personnes de sexe féminin, soit 51,2% de la population totale [13]. La majorité de cet effectif s'adonne à l'agriculture.

L'agriculture dominée par le coton, est la première activité du pays. Le reste des cultures (maïs, igname, niébé, arachide, soja, manioc, sorgho, riz) sont essentiellement réservées à la consommation locale des populations. L'élevage de bovins et porcins se fait surtout au nord du pays. La production de bois et de pêche reste modeste. L'industrie plutôt faible est le domaine des privés.

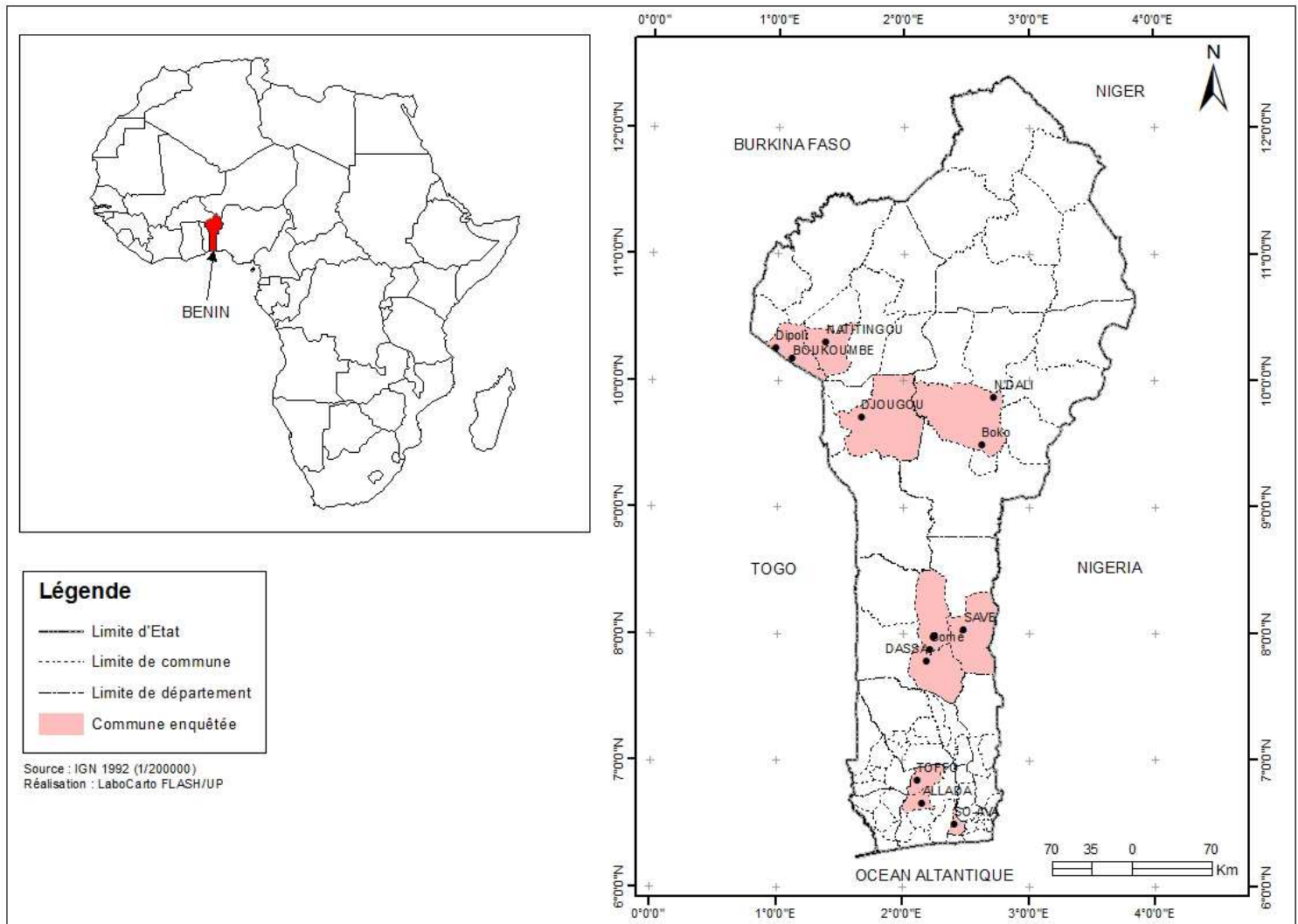


Figure 1 : Situation géographique du Bénin

2 MATERIELS ET METHODES

La collecte de données a combiné les méthodes quantitatives et qualitatives. Les données de positionnement géographique ont été collectées à partir d'un GPS, celles quantitatives (climatiques obtenues à l'Agence pour la Sécurité et la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar-ASECNA, etc.) et socioéconomiques sont consignées sur des grilles d'observation et des questionnaires. Ainsi, sont présentées les méthodes d'étude de la variabilité pluviométrique à travers les paramètres de tendance centrale, de dispersion et l'indice standardisé des précipitations pour les six stations synoptiques que compte le pays.

2.1 ETUDE DE LA VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE

Elle concerne les paramètres de tendance centrale, de dispersion et de mise en évidence des tendances.

2.1.1 PARAMETRES DE TENDANCE CENTRALE

La moyenne arithmétique est l'outil statistique le plus fréquemment utilisé dans les études de climatologie [14]. Dans cette étude, elle a été calculée sur une série de 46 ans, et elle demeure représentative du climat sur une longue période [15]). Elle s'obtient en faisant la somme des valeurs distinctes qui ont été observées, chacune d'elles étant affectée d'un poids égal à sa fréquence [16]. Elle s'exprime de la façon suivante :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \text{ avec } n : \text{ le nombre d'observations.}$$

La moyenne \bar{X} a permis d'identifier les différents rythmes pluviométriques, les champs moyens et de caractériser l'évolution de la pluviométrie.

2.1.2 PARAMETRES DE DISPERSION

Les paramètres de dispersion sont calculés à partir du paramètre fondamental de tendance centrale qu'est la moyenne. Ces paramètres de dispersion sont l'écart-type et le coefficient de variation.

❖ Coefficient de variation

C'est le moyen le plus utilisé pour tester et quantifier la variabilité d'une réalité ou d'un phénomène statistique. C'est le rapport de l'écart-type à la moyenne, exprimé en pourcentage [14]. Il s'écrit de la manière suivante : $Cv = \frac{\sigma(x)}{\bar{x}} \times 100$

$$\sigma(x) = \text{écart-type de la série et } \bar{X} = \text{moyenne}$$

Le coefficient de variation permet d'établir des comparaisons des degrés de variabilité de la pluviosité dans l'espace. Mais, il ne peut s'appliquer à toutes les régions, surtout dans les milieux désertiques, car parfois il exagère et amplifie la variabilité.

❖ Ecart type

Il est utilisé pour évaluer la dispersion absolue des valeurs autour de la valeur centrale [16]. Il se détermine par le calcul de la racine carrée de la variance :

$$\sigma(x) = \sqrt{v} \text{ où } v \text{ est la variance de la série.}$$

2.1.3 INDICE STANDARDISE DES PRECIPITATIONS OU (SPI)

A partir de l'écart type, l'indice standardisé des précipitations ou Standardized précipitations index (SPI) représentant les anomalies centrées réduites pluviométriques interannuelles, a été calculé [17]. Les anomalies se calculent par la formule

$$\text{suivante : } SPI_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma(x)}$$

SPI = indice standardisé des précipitations / anomalie centrée réduite pour l'année i

\bar{X} = moyenne de la série

$\sigma(x)$ = écart-type de la série

2.2 METHODES DE COLLECTE DES DONNEES

Dix communes ont servi de cadre pour la collecte des données sur le terrain soit 13 %. A travers ces communes 64 villages ont été sélectionnés au hasard et se répartissent comme suit : trois (3) communes au sud-Bénin (Allada, Sô-Ava et Toffo) ; trois (3) au centre-Bénin (Dassa-Zoumé, Glazoué et Savè) ; au Nord-Bénin quatre(4) communes sont prises en compte (Boukombé, Djougou, N'Dali, Natitingou). Les données ont été collectées par questionnaires auprès de 30 agriculteurs par commune. Des entretiens de groupe ont été menés ainsi que des entrevues semi structurées avec un échantillon à choix raisonné de personnes ressources et des groupes de personnes fortement impliqués dans l'activité comme les structure d'encadrement.

2.3 METHODE D'ANALYSE DES DONNEES COLLECTEES

Les informations collectées ont fait l'objet d'un dépouillement sur Sphinx Plus. Les analyses ont eu pour base les données statistiques issues du traitement. Ainsi, des fréquences, moyennes ont été calculées Les résultats compilés et synthétisés ont été représentés sous forme de tableau et de graphiques.

2.4 TAUX DE COUVERTURE DU SYSTEME CULTURAL

Les données obtenues à partir des questionnaires et autres fiches ont été dépouillées manuellement et statistiquement. Pour mieux comprendre le système de culture pratiqué, le coefficient de Ruthenberg (R) a été calculé.

$R = \frac{N \times 100}{C_y}$ avec N, nombre d'années de culture, C_y, cycle d'utilisation de la terre = (durée de jachère + durée d'utilisation de la terre). Ce coefficient indique la proportion de terre cultivée par rapport à la surface totale de terre utilisée dans le temps.

si $R > 66$, on a un système de culture permanente ;

si $R < 33$, on parlera d'un système de culture itinérante ;

si $33 < R < 66$, on parlera de système de jachère.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 EVOLUTION GLOBALE DU CLIMAT AU BENIN

Les éléments fondamentaux de l'environnement physique de référence qui influencent les activités du secteur agricole sont le climat et la variabilité climatique, le relief, les sols, la végétation, la faune et le réseau hydrographique.

3.1.1 TYPES DE CLIMAT ET CARACTERISTIQUES

Le Bénin est dominé par un climat tropical subhumide, en grande partie contrôlé par la circulation de la mousson ouest africaine. Le pays est situé dans la zone de transition entre le climat équatorial au sud et un climat soudanien dans le nord. Le climat tropical subhumide du Bénin est affecté aussi bien par les deux masses d'air frais et humide de la mousson que par la masse d'air chaud et sec provenant du Sahara. Le Front Inter-Tropical (FIT) définit la frontière entre ces deux masses d'air. Il est approximativement localisé entre 7°N en janvier et 20 °N en août.

La situation, l'extension et le relief du Bénin introduisent de nombreuses variantes dans la répartition et l'intensité de la pluviométrie et de l'évapotranspiration. Ces données ont permis de distinguer trois grandes zones climatiques [18], [15] : (i) un climat subéquatorial caractérisé par un régime pluviométrique bi-modal ; il couvre le bassin côtier, de la côte à la latitude de 7°N. Il s'en suit un régime climatique à quatre saisons : une grande saison des pluies (avril - juillet) ; une petite saison sèche (août - septembre) ; une petite saison des pluies (octobre - novembre) et une grande saison sèche (décembre - mars). Sont observés dans cette zone une forte humidité relative moyenne (85 à 90%) et une température annuelle moyenne allant de 23 et 32°C. La pluviosité est décroissante d'Est en Ouest: de 1400 mm à Sakété à 950 mm à Grand-Popo ; (ii) une région de transition climatique entre les latitudes 7°N et 8°30'N, dont les régimes pluviométriques très instables et complexes. La zone de transition traduit la disparition progressive du minimum pluviométrique entre les deux maximums de pluie. La pluviométrie moyenne annuelle oscille entre 1000 et 1200 mm. Elle est plus élevée à l'ouest qu'à l'est. Les déficits et excédents sont plus accentués que dans la zone précédente. C'est un climat de type soudano-guinéen ; (iii) un climat tropical à pluviométrie uni-modale qui s'étend de la latitude 8°30'N à la latitude 12°30'N. On y observe deux saisons: une saison sèche et une saison pluvieuse. La hauteur moyenne annuelle des précipitations varie de 700 mm (extrême nord) à 1400 mm (zones montagneuses). Au cours de la saison sèche qui s'étend du mois de novembre au mois de mars, cette région est soumise à l'alizé saharien du Nord-Est très sec.

3.1.2 REGIMES SAISONNIERS

Entre novembre et mars, les régions centre et nord du Bénin se retrouvent au nord du FIT. Les alizés, connus sous le nom d'harmattan, prédominent en direction nord-est. L'harmattan souffle à travers le désert du Sahara ce qui le rend sec et poussiéreux. Entre novembre et janvier, l'harmattan est frais et provoque une saison sèche fraîche. De février à avril, la masse d'air s'échauffe progressivement pendant que le soleil s'approche du zénith. Les plus hautes températures annuelles sont enregistrées pendant cette saison chaude et sèche. La température moyenne maximale atteint 38,6°C en avril à Kandi.

La forte insolation journalière et les nuits claires et sèches aboutissent à une grande variation de l'amplitude thermique journalière qui dépasse 17°C à Kandi en février. Au contraire, la période humide et nuageuse d'avril à septembre est caractérisée par un cycle diurne de températures plus basses, avec une amplitude thermique journalière de 8,4°C en août à Kandi.

En mars et avril, l'énergie des rayonnements solaires croissante dans les régions du Sahel et du Sahara entraîne un renforcement et une progression vers le nord de la chaleur continentale basse. Dans cette lancée, la mousson, relativement fraîche, humide et la troposphère de façon instable, pénètre plus tard le continent. En avril, la ZCIT est localisée dans le Golfe de Guinée. Cependant, la grande dépression de la mousson et les excursions de court terme de la ZCIT depuis le nord déclenchent les premières pluies importantes dans le littoral (par exemple Cotonou). La première saison pluvieuse intense culmine en juin. Plus loin au nord du Bénin, la saison pluvieuse ne débute pas avant mai ou juin. À la fin du mois de juin, la ZCIT se déplace subitement à 10°N environ, entraînant une pluie abondante et des conditions nuageuses dans le centre et au nord du Bénin. Au nord de Savè, les précipitations maximales se produisent entre juillet et septembre. Pendant ces périodes, le littoral est affecté par la « petite saison sèche » qui est directement liée à la remontée des eaux froides côtières (phénomène de upwellings) aux températures de surface marine plus froides, et à la pluie qui en résulte. Le retrait rapide de la ZCIT vers l'équateur de septembre à novembre cause une seconde saison pluvieuse de moindre intensité dans le Sud. Vers la fin du mois de novembre, la ZCIT s'éloigne de la côte, dans la zone équatoriale du Golfe de Guinée.

Durant la saison sèche de décembre à janvier sur tout le Bénin, apparaissent les faibles quantités de précipitations. En général, on observe une diminution des précipitations vers le nord. Cependant, les précipitations annuelles moyennes à Natitingou constituent une exception en raison des implications orographiques induites par la chaîne de montagnes de l'Atacora (Tableau 1).

Tableau 1 : Valeurs moyennes annuelles des principaux éléments et paramètres climatologiques* pour les six stations synoptiques : normale 1961-2013

Station	Tmoy. [°C]	Tmin [°C]	Tmax [°C]	P [mm]	NJP [d]	Insol [h]
Kandi	27,7	21,0	34,3	1 008	67	3 045,2
Natitingou	27,0	20,8	33,2	1 232	89	2 678,4
Savè	27,4	21,9	32,8	1 105	75	2 203,6
Bohicon	27,6	22,6	32,5	1 105	77	2 176,8
Parakou	26,8	20,9	32,6	1 150	87	2 510,0
Cotonou	27,2	24,3	30,1	1 309	75	2 345,1

Source : d'après [15] et mis à jour

*Tmoy, Tmin et Tmax : Températures moyennes, minimales et maximales ; P : précipitations ; NJP : nombre de jours de pluie ; Insol : durée d'insolation

La figure 2 indique les stations synoptiques du Bénin et leurs diagrammes climatiques de la période 1961 – 2013.

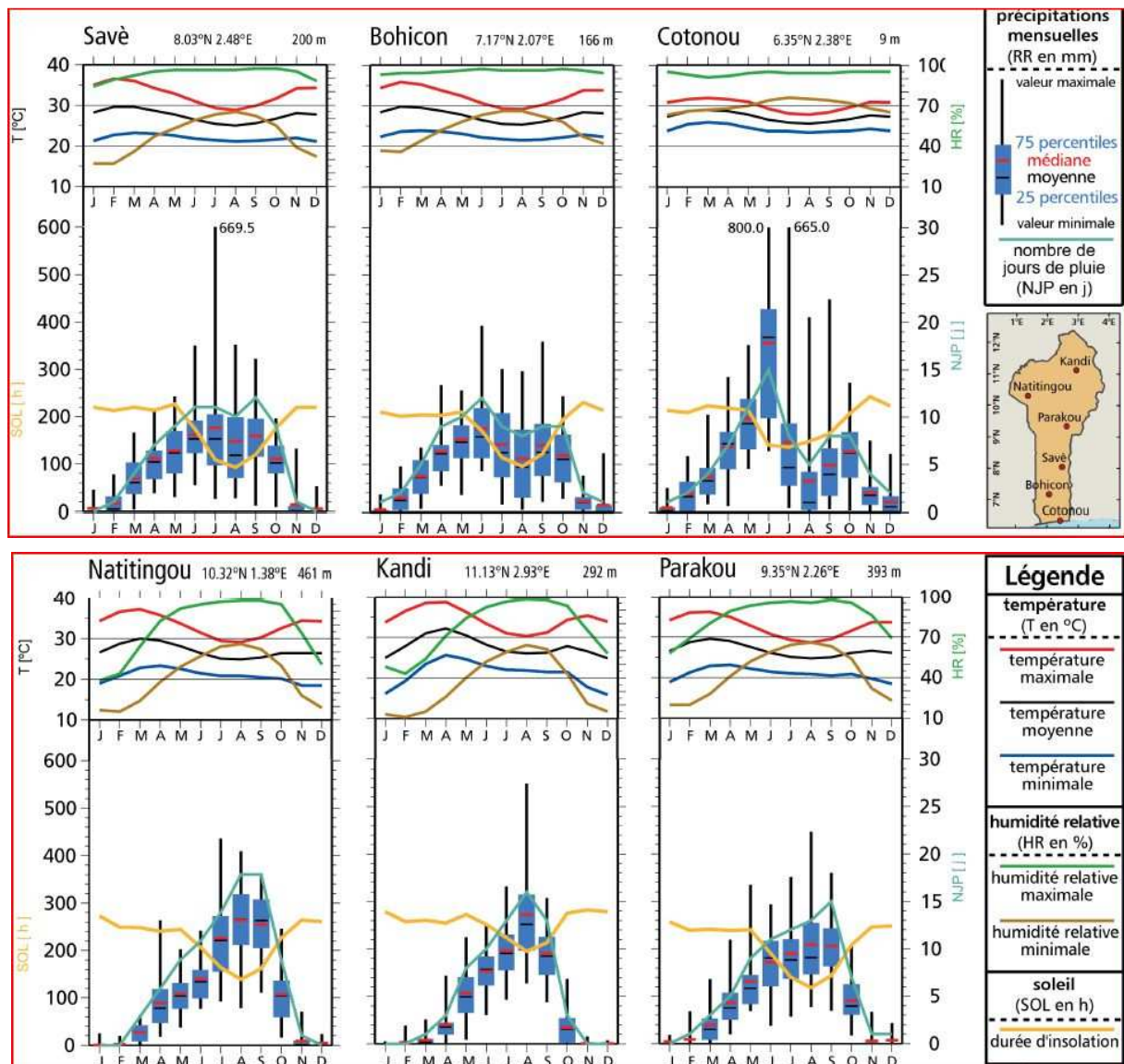


Figure 2: Localisation des six stations synoptiques du Bénin et leurs diagrammes climatiques de la période 1961 – 2013

Source : Données ASECNA, 1961-2013

Cette figure montre les moyennes mensuelles calculées sur 30 ans. Sont indiqués: la température moyenne (T en °C), la température maximale moyenne (Tmax), la température minimale moyenne (Tmin), les moyennes maximales et minimales de l'humidité relative (HR en %), la durée d'insolation mensuelle (SOL en h), et le nombre de jours où les précipitations dépassent 1 mm de hauteur (NJP en d). La quantité de précipitations mensuelles (RR en mm) est fournie par la moyenne, la médiane, le domaine de 25 à 75 percentile, et les valeurs absolues (d'après [15]).

Ces conditions météorologiques influencent fortement l'agriculture au Bénin qui est pour l'essentiel une agriculture pluviale. Toutes les variations observées ces dernières années ont modifié les pratiques agricoles et ont conduit aux systèmes de production rencontrés aujourd'hui.

3.2 SYSTEMES DE PRODUCTION

Les systèmes de production en place dans les différents secteurs sont des systèmes exploitations qui se caractérisent par la combinaison (nature et proportions) de leurs activités productives et de leurs moyens de production (terre, capital, travail). En principe l'étude des systèmes de productions inclut l'étude des sous-systèmes productifs (élevage, culture et

transformation) qui sont caractérisés par la nature des produits, les itinéraires techniques suivis et les rendements de ces productions (Figure 3). L'évolution des systèmes de production peut être caractérisée par plusieurs paramètres principaux : diversification/spécialisation (plus ou moins grande diversité des productions), intensification/extensification (en travail, capital ou intrant par unité de surface). Dans le cadre de cette étude, seuls les systèmes de cultures sont analysés.

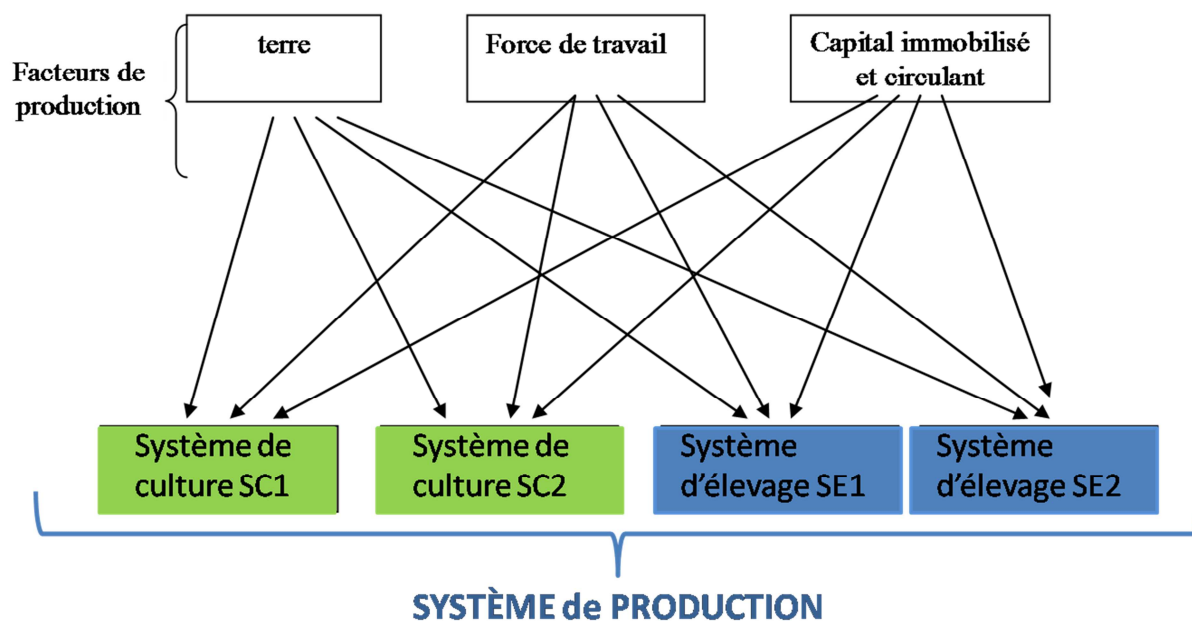


Figure 3 : Schématisation du système de production au Bénin

Source : Enquête de terrain, 2015

Dans l'ensemble, les systèmes de production rencontrés sont constitués de systèmes de culture et d'élevage. La transformation reste encore un maillon faible dans le système de production car les seules activités de transformation concernent les petites entreprises et sort du cadre du système de production à la base. Le système d'élevage aussi reste faible car il ne constitue pas l'activité principale mais une activité secondaire non négligeable car à chaque système de culture il y a un système d'élevage associé. Mais ce volet (système d'élevage) n'est pas présenté ici. La caractérisation de ces systèmes de production a permis de distinguer 6 groupes de système de production. Il s'agit des agriculteurs de montagne, des petits agropasteurs de montagne, des agropasteurs en culture attelée, des agriculteurs pluriactifs, des agropasteurs avec confiage et des agropasteurs moyens.

3.2.1 SYSTEME DE CULTURE ET PRATIQUES CULTURALES

Les caractéristiques des systèmes de culture sont multiples et variées. En effet, du sud au nord on rencontre une certaine constante dans le système de culture avec quelques variations qui sont liées aux conditions climatiques et pédologiques. Le tableau 3 présente la synthèse des systèmes de culture par zone.

Tableau 2 : Caractérisation des systèmes de culture par secteur

Paramètres	Secteurs		
	Sud	Centre	Nord
Caractérisation	Aucun aménagement spécifique, culture sous palmeraie, essences de savane régulièrement parcouru par le feu, Environ : 0,5-2 ha Aménagement de grande plantation (Hinvi, etc)	Aucun aménagement anti érosif/ Aménagement des bas-fonds, karité, néré, baobab, rônier, essences de savane régulièrement parcourues par le feu, Environ : 1-6 ha	Aucun aménagement anti érosif/ Aménagement avec cordon pierreux, proximité ou non d'un ruisseau temporaire, karité, néré, baobab, rônier, essences de savane régulièrement parcourues par le feu Environ ½-4 ha, forme rectangulaire
Localisation parcelle	Sommet de plateau, versant, plaine, bas-fond	Sommet de plateau, versant, flanc de colline, plaine d'inondation et bas-fond.	Versant de montagne, loin des habitations, difficile d'accès ; Plaine d'inondation ou piedmont, non loin des habitations.
Sol	Ferrallitique, sablo-argileux, hydromorphe	Sablo-argileux, sablo-limoneux, hydromorphe, ferrugineux avec concrétion par endroit	Sablo-argileux, foncé, hydromorphe, ferrugineux avec concrétion par endroit
Fumure (engrais organique et/ou minéral)	résidus de récolte comme fumure organique Usage de fumure minérale : NPK et Urée	résidus de récolte comme fumure organique Usage de fumure minérale : NPK et Urée	Aucune fumure minérale, résidus de récolte comme fumure organique Usage de fumure minérale : NPK et Urée
Rotation	- Maïs->haricot->manioc->jachère - Haricot->arachide->pois d'angole - Maïs->manioc->haricot - Maïs->haricot->piment+gombo	- Igname->maïs->haricot->manioc->jachère (0 à 2 ans) - Maïs+haricot->soja->manioc->jachère (0-2 ans) - Coton->igname->maïs->soja->arachide ->manioc->jachère (0-1 an) - Soja->arachide->haricot->manioc->jachère	-Sorgho->Fonio->vouandzou->Igname/jachère(3 ans) - Sorgho/mil->Sorgho/mil->Fonio->jachère (5-6 ans) - Maïs->sorgho->fonio->jachère (4ans) - Fonio+niébé->maïs+niébé->sorgho+niébé - Igname->sorgho->fonio->coton->soja - Coton->sorgho->maïs - Igname->maïs->fonio->mil
Itinéraire technique (ITK)	Défrichage(mars-avril)→labour et semis(mars-avril)→sarclage(mai-juin-juillet-août)→récolte(juin-juillet-août-septembre-octobre-novembre) Durée: 5-8 mois	Défrichage(mars-avril)→labour et semis(avril-mai)→sarclage(juin-juillet-août)→récolte(août-septembre-octobre-novembre) Durée: 5-7 mois	Défrichage (mars-avril-mai-juin)→labour et semis(mai-juin-juillet)→sarclage(juin-juillet-août)→récolte(septembre-octobre-novembre) Durée: 5-6 mois
Coefficient de Ruthenberg	79 %	Au centre sud : 77 % Au centre nord : 27 %	Au nord-est : 24 % Au nord-ouest : 56 %

Source : Données de terrain, septembre 2015

Au sud, il n'existe aucun aménagement spécifique pour la production de culture vivrière en dehors de quelques bas-fonds aménagés pour le riz. Les sites de cultures sont les sommets de plateaux, les versants, les plaines inondables et les bas-fonds. Les sols rencontrés sont ferrallitiques, sablo-argileux et hydromorphes par endroit. Dans cette zone la fumure organique (résidus de récolte) et la fumure minérale (NPK et Urée) sont utilisées pour la fertilisation du sol. Quatre système de rotation

sont enregistrés dans ce secteur : Maïs->haricot->manioc->jachère ; Haricot->arachide->pois d'angole ; Maïs->manioc->haricot ; Maïs->haricot->piment+gombo. L'itinéraire technique (ITK) indique que dès le mois de mars le défrichage commence suivi du labour+semis en entre mars et avril avec le sarclage qui intervient en mai, juin, juillet et parfois août ; la récolte se fait à partir de juin jusqu'en novembre. Ici, la saison peut durer jusqu'à 8 mois. Le coefficient de Ruthenberg calculé indique une valeur de 79 %, ce qui montre que c'est un système de culture permanente. En effet, le sud du Bénin est effectivement sous une pression démographique soutenue ce qui ne permet plus de laisser en jachère les terres mais plutôt de les exploiter constamment.

Au centre, les aménagements ne concernent que quelques bas-fonds et les emblavures varient entre 1 et 6 ha. C'est le domaine des savanes qui reçoit régulièrement les feux de végétation. Les parties mises en valeur sont les Sommet de plateau, les versants, les flancs de colline, les plaines d'inondation et les bas-fonds sur des sols sablo-argileux, sablo-limoneux, hydromorphes, ferrugineux avec concrétion par endroit. L'usage de résidus de récolte comme fumure organique et de fumure minérale : NPK et Urée est une pratique fréquente. Les systèmes de rotation rencontrés sont au nombre de 5 à savoir : Igname->maïs->haricot->manioc->jachère (0 à 2 ans) ; Maïs+haricot->soja->manioc->jachère (0-2 ans) ; Coton->igname->maïs->soja->arachide->manioc->jachère (0-1 an) ; Soja->arachide->haricot->manioc->jachère. L'ITK qui dure environ 5 à 7 mois commence par le défrichage (mars-avril) ensuite le labour et le semis (avril-mai) vient par la suite le sarclage (juin-juillet août) et enfin la récolte intervient entre août et novembre. Le coefficient de Ruthenberg (77 %) indique qu'au sud de ce secteur le système de culture est permanente tandis qu'au nord le système est de culture itinérante (27 %).

Enfin, au nord du pays, les aménagements antiérosifs sont ceux rencontrés sur les flancs de collines ou de montagne à l'ouest. A l'est on ne rencontre aucun aménagement de ce type. Les emblavures occupent entre 0,25 et 4 ha. Les parties cultivées sont les versants de montagne, loin des habitations et difficile d'accès ; les plaines d'inondation ou les piedmonts non loin des habitations. A certains endroits aucune fumure minérale n'est utilisée mais plutôt des résidus de récolte comme fumure organique. Par contre, à d'autres endroits l'usage de fumure minérale : NPK et Urée est abondant. Dans cette partie on a dénombré 7 systèmes de culture comme : Sorgho->Fonio->vouandzou->Igname/jachère (3 ans) ; Sorgho/mil->Sorgho/mil->Fonio->jachère (5-6 ans) ; Maïs->sorgho->fonio-> jachère (4ans) ; Fonio+niébé->maïs+niébé->sorgho+niébé ; Igname->sorgho->fonio->coton->soja ; Coton->sorgho->maïs ; Igname->maïs->fonio->mil. L'ITK dure environ 5-6 mois avec le défrichage (mars-avril-mai-juin), le labour et semis (mai-juin-juillet) le sarclage (juin-juillet août) et la récolte (septembre-octobre-novembre). Au nord-est le coefficient de Ruthenberg est de 24 % ce qui explique que le système de culture est une culture itinérante. Par contre, au nord-ouest, il est de 56 % ce qui veut dire qu'on a un système de jachère. Ces résultats montrent bien l'état que présente actuellement le paysage dans lequel baigne une population de plus en plus croissante.

La situation ainsi décrite rend compte de l'action conjuguée des conditions naturelles (climat, sol, etc.) et humaines (état de pauvreté, outils de travail, etc.). Il ressort de cette situation deux schémas globaux qui résument les conditions topographiques et environnementales des paysans du Bénin (Figure 4 et 5).

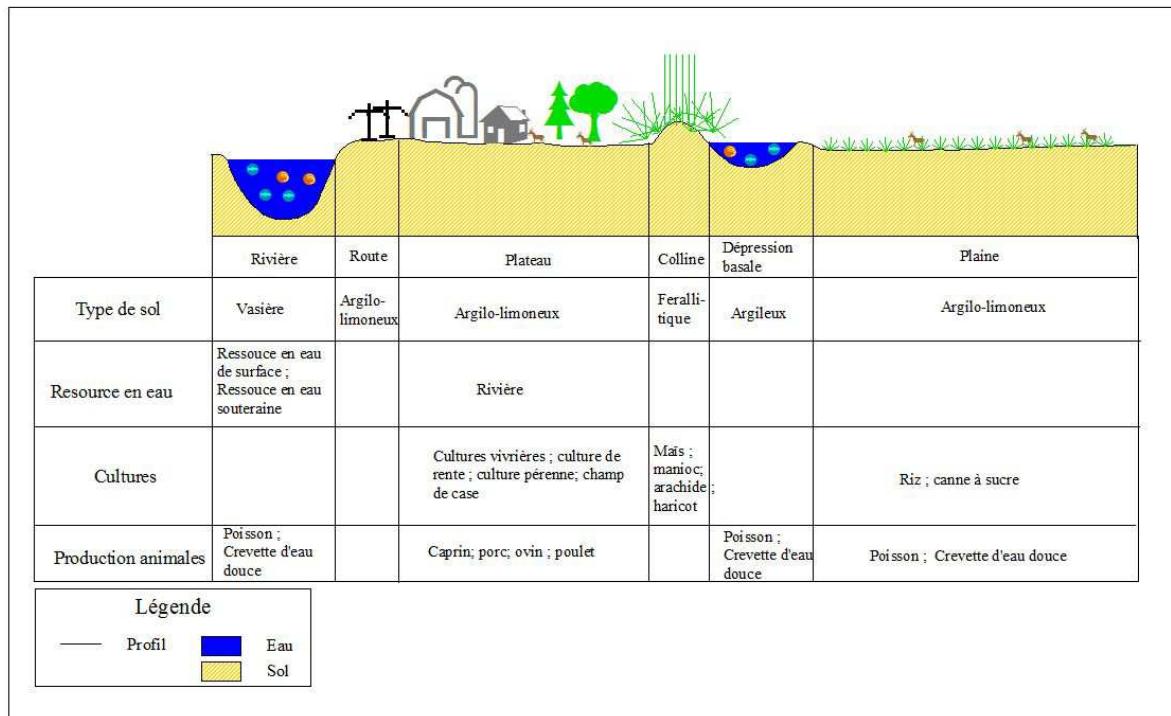


Figure 4 : Modèle du paysage agricole au sud, au centre et au nord-est

Source : Travaux de terrain, septembre 2015

Cette figure montre les différentes facettes topographiques qu'utilisent les paysans. De même, à travers ce schéma, il est facile de définir les contraintes liées aux différents niveaux d'exploitation. Les facteurs de production considérés sont les sols et les ressources en eau qui sont fortement influencés par les conditions climatiques. Ces facteurs combinés aux conditions climatiques sont très déterminants pour les systèmes de production.

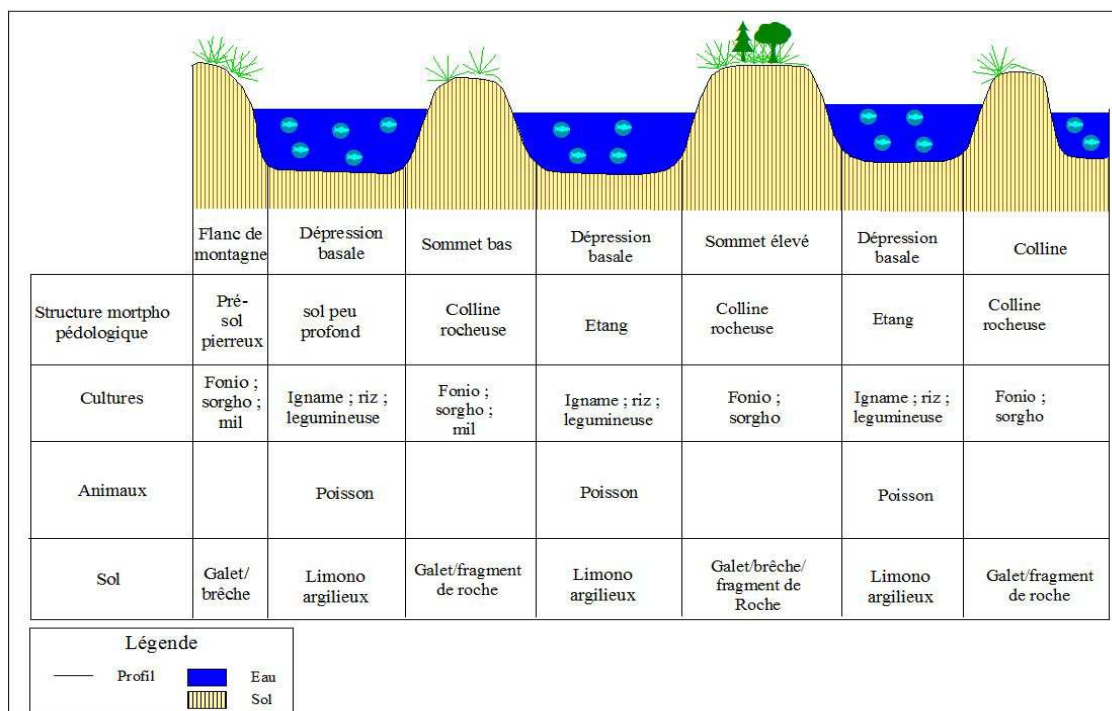


Figure 5 : Modèle du paysage agricole au nord

Source : Données de terrain, septembre 2015

Ce paysage est atypique à cause de la présence de la chaîne de l'Atacora qui influence beaucoup les conditions de travail des paysans et détermine les phénomènes climatiques auxquels le secteur est assujéti. Le système de production dans cette partie est non seulement conditionné par le paysage morphologique mais plus encore contraint par les conditions climatique de plus en plus rudes.

3.2.2 PERCEPTION PAYSANNE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PARTAGE D'EXPERIENCES

Les principales perceptions des changements climatiques des producteurs se réfèrent à une évolution récente de l'ordre d'une vingtaine d'années comparée à l'état d'il y a 40 ans. Elles sont synthétisées dans les réponses à la question semi-ouverte libre sur les changements climatiques perçus (Tableau 4). Les réponses les plus fréquentes ont trait à la mauvaise répartition des pluies et au raccourcissement de la saison des pluies (par la précocité des précipitations en février ou mars ou par un retard des pluies pour le mois de mai ou juin et par arrêt précoce des pluies). A noter aussi que l'existence de poches de sécheresse au cours de cette saison est citée plus de 233 fois. Peu de réponses (14 %) font état d'une baisse de la pluviométrie. Environ 18 % font même mention d'occurrence d'excès de pluies. Enfin, l'accroissement de vents violents est souvent cité ainsi que la chaleur excessive.

Tableau 3: Indicateurs de changement selon 3 paramètres climatiques

Paramètres climatiques	Indicateurs de changements
Pluviométrie	<ul style="list-style-type: none"> - Agressivité des pluies - Arrêt précoce des pluies - Diminution de la rosée - Disparition des pluies accompagnées de grêle - Fréquence de l'avortement des pluies - Fréquence des poches de sécheresse - Fréquente alternance inondation/sécheresse - Fréquence d'apparition d'arc-en-ciel en début de saison pluvieuse - Pluviosité en baisse - Raccourcissement de la durée de la saison pluvieuse - Retard des pluies - Violence des tonnerres durant toute la saison pluvieuse
Température	<ul style="list-style-type: none"> - Fraicheur en début de saison pluvieuse - Froid intense et rigoureux - Poussée de température en août - Températures de plus en plus chaudes
Vent	<ul style="list-style-type: none"> - Apparition de tourbillons en saison pluvieuse - Augmentation des tourbillons - Fréquence de brouillard de poussière - Vents de plus en plus violents

Source : Enquête de terrain, septembre 2015

Les paysans dans leur majorité (près de 94 %) estiment que le retard des précipitations entraîne une série de conséquences palpables et visibles. La figure 6 montre la logique paysanne liée au retard des précipitations.

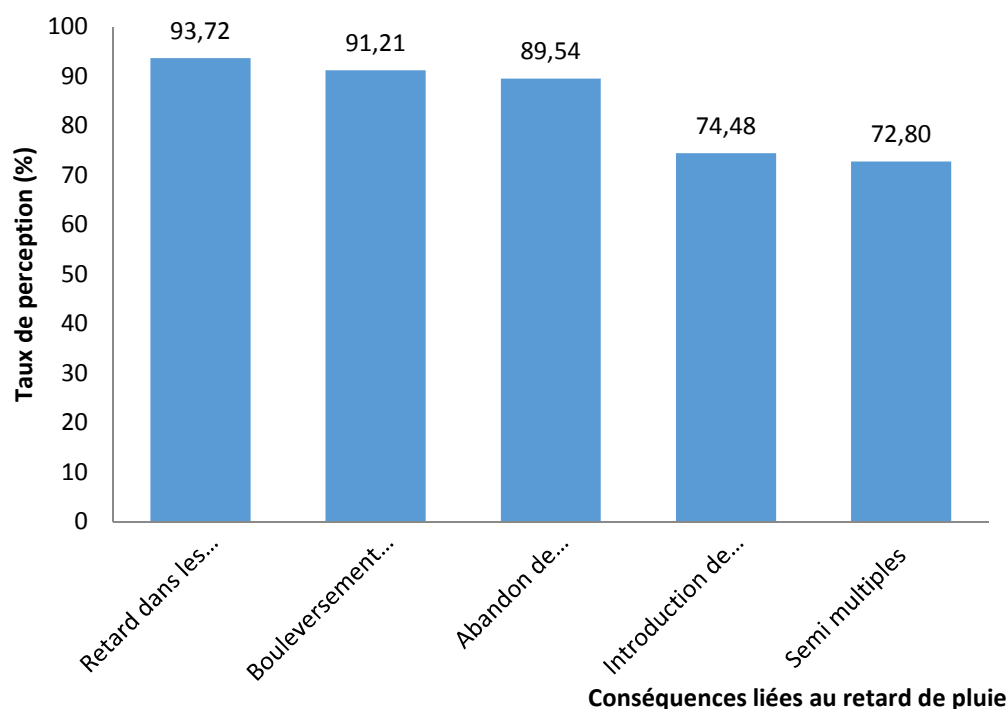


Figure 6 : Logique paysanne liée au retard des précipitations

Source : Enquête de terrain-2015

Pour les paysans du Bénin, du nord au sud, le retard dans les précipitations entraîne un bouleversement des dates de semis (91 %), abandon des certaines spéculations (89 %) à cause de leur cycle végétatif et de la crainte de l'arrêt précoce des pluies. C'est ce qui justifie l'introduction de nouvelles spéculations (75 %) à cycles court et aussi la répétition des semis (73 %).

La combinaison de plusieurs indicateurs de changements renforce les logiques et pratiques paysannes. Ainsi, par exemple l'irrégularité et le retard des précipitations ont entraîné l'abandon ou la régression de certaines spéculations autrefois fortement cultivées par les agriculteurs (figure 7).

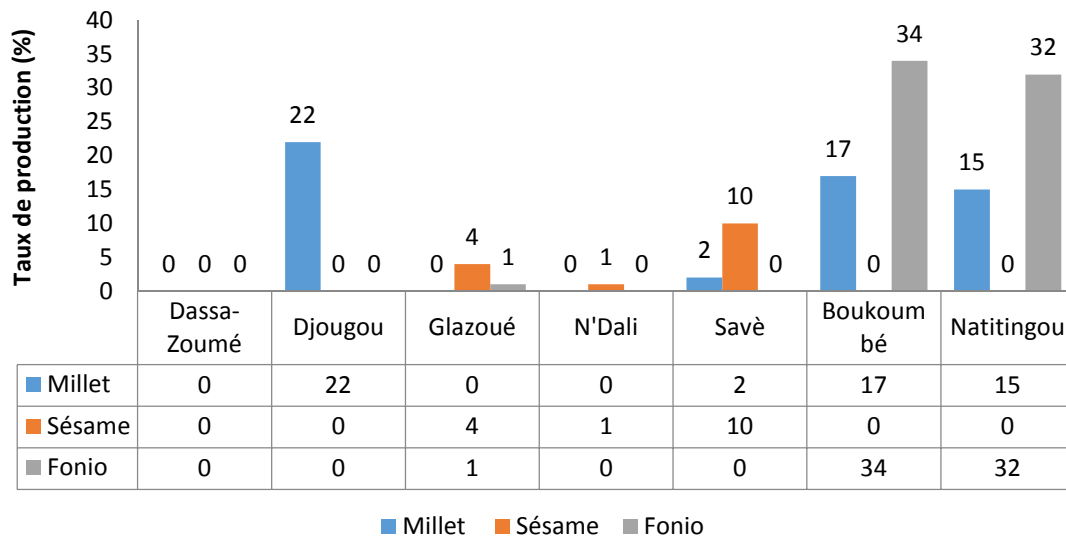


Figure 7 : Taux de production de certaines spéculations en régression ou abandonnées

Source : Enquête de terrain-2015

L'analyse de la figure 7 montre que certaines spéculations comme le millet, le sésame et le fonio ont complètement disparu dans la commune de Dassa-Zoumé. Dans l'ensemble, la culture du sésame pratiquée souvent par les femmes est en forte régression, seulement 10 % des agriculteurs le cultivent encore à Savè. Par contre, les autres spéculations sont en régression avec une faible production de fonio à Boukoumbé et à Natitingou. Quant au millet, aussi en régression, il est cultivé dans quatre communes avec 22 % à Djougou et une production presque nulle à Savè (2 %).

Malgré la recherche ou l'adoption de cultures à cycle court, les semis précoces et tardifs, la réduction des emblavures et même l'usage de fertilisants chimiques n'ont pas amélioré les conditions d'existence du paysan béninois soumis aux conditions climatiques presque défavorables.

3.3 TRAITS CARACTERISTIQUES DES PAYSANS FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les agriculteurs, pour faire face au phénomène du changement climatique mettent en place ou adoptent des stratégies d'adaptation aux fluctuations climatiques. Ainsi, 85 % adoptent des cultures à cycle court, 83 % utilisent des fertilisants chimiques, pratiquent des semis tardifs et précoces. Ces mesures d'adaptions aux fluctuations climatiques n'ont pas empêché de constater que ces paysans sont atypiques. En effet, ils sont confrontés à une insécurité alimentaire due à la baisse de rendement qui engendre des difficultés au cours de la période dite de soudure. Ces difficultés sont à la base des demandes persistantes d'assistance ou de prêts qui parfois deviennent lourdes avec une perte de motivation pour l'agriculture. Lorsque l'endettement devient insupportable, le paysan change d'activité ou se lance en aventure (exode rural) et tout fini par l'abandon de l'activité et le paysan végète dans la précarité. Les données recueillies auprès des paysans sont présentées sur la figure 8.

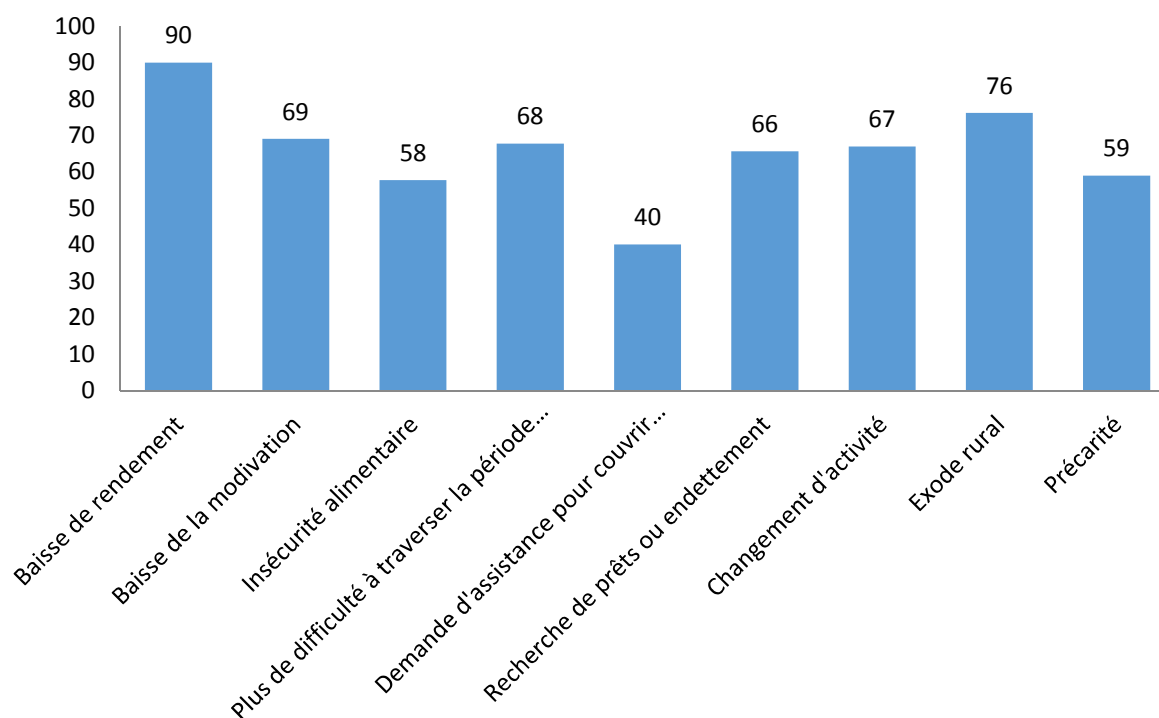


Figure 8 : Traits caractéristiques des paysans sous changements climatiques au Bénin

Source : Enquête de terrain, septembre 2015

Tous ces traits caractéristiques sont appréciés et perçus par les paysans à plus de 50 % sauf la demande d'assistance pour couvrir l'année qui est à un taux de 40 %.

3.4 DISCUSSION

3.4.1 EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE RESSENTIS PAR LES PAYSANS

Les effets du changement climatique ressentis par les paysans béninois sont identiques à ceux ressentis par les cultivateurs des autres pays d'Afrique. En effet, certains auteurs ont montré à travers leur étude qu'en Afrique, les répercussions climatiques s'observent au niveau de la raréfaction et la modification périodiques des saisons de pluies [19], [20], [1]. Ces manifestations ont été signalées lors des enquêtes dans les différentes localités parcourues. Si l'agriculture nécessite une pluie régulière et suffisante, aussi les récoltes témoignent de la régularité de la pluviométrie au cours de l'année agricole. Ainsi, lorsque la pluie devient rare, elle impacte négativement les récoltes.

Le diagnostic fait sur les effets du changement climatique au Bénin, montre que la sécheresse, les pluies tardives et violentes et les inondations sont trois risques climatiques majeurs [1], [21], [20]. Les effets profonds du changement climatique sur l'agriculture, couplés avec la faible résilience et la grande vulnérabilité des populations aux chocs, pourraient réduire considérablement leur capacité de gestion des ressources naturelles et altérer ainsi leurs moyens d'existence, leur sécurité alimentaire et leur bien-être [22], [23], [1]. Les paysans béninois éprouvent d'énormes difficultés à assurer leur existence à travers la production agricole et beaucoup sont aujourd'hui démotivés et se reconvertissent dans des activités précaires comme le taxi-moto.

3.4.2 PERCEPTIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES PAR LES POPULATIONS

Les paysans dans leur majorité (94 %) ont une perception des changements climatiques et ceci à travers 3 paramètres (pluie, vent et température). Ces résultats sont conformes à ceux de [20], [24], [25], [26], [1], [27]). Les perceptions font

généralement plus état d'une mauvaise répartition des pluies qu'une baisse tendancielle de celles-ci, certains producteurs mettant même en avant la recrudescence d'évènements pluvieux excessifs. La référence [28] indique des tendances similaires dans les réponses à une enquête au Mali et au Sénégal. La réponse des producteurs est donc plus tranchée que celle des scientifiques en la matière. En effet, plusieurs concepts locaux, adages et proverbes sont utilisés par les communautés rurales pour caractériser les changements observés. Pour faire face, une multitude de stratégies sont localement développées par les producteurs du Sud, du Centre et du Nord-Bénin en fonction de leurs conditions socio-économiques.

3.4.3 ACQUIS ET PARTAGE D'EXPERIENCES

Les conditions climatiques sont aujourd'hui à la base d'un modèle de paysan au Bénin. En effet, ces derniers présentent des caractéristiques typiques qui conditionnent leur existence. C'est à juste titre ce qu'a démontré [29] dans son étude sur les conséquences du changement climatique pour l'agriculture et la forêt. Il examine à cet effet, l'évolution de l'agriculture et de la forêt à travers la stimulation de la photosynthèse et de la croissance de plantes. Il affirme que les pratiques culturales ont connu des évolutions liées aux changements climatiques. En effet, les résultats obtenus par [29], [1], [30] et [4] sont très proches de ce que la présente étude démontre à travers les caractéristiques du paysan qui n'a plus le choix d'agir comme ses aïeux mais reste sous la contrainte des changements climatiques.

Dans toutes les régions du pays, le cliché que présente le paysan béninois est qu'à une certaine période de l'année si la pluie n'est pas au rendez-vous, alors certaines spéculations ne seront plus être mises en terre ou lorsque cela est fait on est sûr que le rendement sera faible [31], [32]. Ces auteurs pensent que l'adaptation est une nécessité, mieux encore l'adaptation réactive sera une réalité en agriculture à cause de ce que les tendances actuelles (hausse de température, baisse de pluviosité, fréquence d'évènements extrêmes) vont s'accroître. De même, à la fin de la campagne, il faut s'attendre à contracter une dette pour boucler l'année. Les femmes dans ces conditions sont les plus vulnérables. Par ailleurs, les techniques culturales comme par exemple le labour avant semis est devenu une pratique de plus en plus abandonnée et largement adopté par les paysans comme moyen d'adaptation. Cette pratique est rencontrée à tous les endroits sauf là où c'est encore nécessaire pour un rendement élevé. Le partage des expériences se fait à travers les colons et manœuvres agricoles.

4 CONCLUSION

Les producteurs béninois sont confrontés aux impacts affres des conditions climatiques. Les manifestations des changements climatiques et leurs conséquences négatives sur l'environnement et la société sont perçues par les producteurs des différentes zones parcourues. Les modifications pluviométriques sont ressenties à travers les signes tels que la baisse de la pluviosité, l'arrêt précoce des pluies, le raccourcissement de la durée de la saison pluvieuse, la fréquence de l'avortement des pluies. Les modifications de température et du vent sont ressenties par les indicateurs tels que l'augmentation de la température et l'occurrence de vents de plus en plus violents. Face à ces difficultés les paysans sont contraints à développer des stratégies d'adaptation. Les savoirs locaux sont essentiellement les socles de compréhension et d'interprétation des variabilités climatiques. Pour mieux gérer les contraintes imposées par le climat, les paysans sont obligés de rechercher les pratiques les moins coûteuses à travers les échanges et partage d'expériences. Ces connaissances doivent faire l'objet d'une caractérisation des stratégies d'adaptation développées qui permettent une sécurité alimentaire aux populations. A travers cette étude, les pratiques culturales à capitaliser sont les semis à plat dans les régions de montagne, l'adoption de spéculations à cycle court, l'introduction d'espèces plus rustiques, l'abandon de culture à cycle long, augmentation des capacités d'action (moyen financier, superficie emblavée, disponibilité de semences en quantité suffisante).

REFERENCES

- [1] D.S.M, Agossou, C.R., Tossou, V.P., Vissoh, K.E., Agbossou, "Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et Stratégies d'adaptation des producteurs agricoles béninois", *African Crop Science Journal*, Vol. 20, 565-588, 2012.
- [2] I., Niang, Le changement climatique et ses impacts : les prévisions au niveau mondial. In : IEPF (eds.). *Adaptation au changement climatique ; Liaison Énergie-Francophonie*, 85 : 13-19, 2009.
- [3] O., Brown & A., Crawford, "Évaluation des conséquences des changements climatiques sur la sécurité en Afrique de l'Ouest : Étude de cas nationale du Ghana et du Burkina Faso". IIDD, Canada, 2008
[Online] Available: www.iisd.org/pdf/2008/security_implications_west_africa_fr.pdf, (23 mars 2013), 74p
- [4] Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, C., Githeko, A., Medany, M., Osman-Elasha, B., Tabo, R., Yanda, P. , Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment

- Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, in M.L., Parry, O.F., Canziani, J.P., Palutikof, P.J. Van Der Linden, and C.E. Hanson (Eds.), Cambridge, University Press. Cambridge UK. pp. 433–467, 2007.
- [5] A.A. Enete, & Onyekuru A.N., Challenges of Agricultural Adaptation to Climate Change: Empirical Evidence from Southeast Nigeria. *Tropicultura*, 29 (4), 243-249, 2019.
- [6] J.E., Patuarel, Servat, E., Kouamé, B., J.F. Boyer, Manifestation de la sécheresse en Afrique de l'Ouest non sahélienne, Cas de la Côte d'Ivoire, du Togo et du Bénin. *Sécheresse*, 6 (1), 95-102, 1995.
- [7] Rabourdin, *Changement climatique. Comprendre et agir*, Paris, Delachaux et Niestlé, 2005.
- [8] FAO, *Climate change in Africa: the threat to agriculture*. In Programme Review. Regional Office for Africa, 30 p, 2010.
- [9] Dellile, *Perceptions et stratégies d'adaptation paysannes face aux changements climatiques à Madagascar: Cas des régions Sud-ouest, Sud-est et des zones périurbaines des grandes agglomérations*. 2011, AVSF, Madagascar, Online Available <http://www.avsf.org/public/posts/704>, 01 septembre 2013-, 108 p.
- [10] Kandji, Verchot, and Mackensen, *Climate Change and Variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector.*, Word Agroforestry Centre (ICRAF), United Nations Environment Programme (UNEP), 2006.
- [11] GIEC "*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* [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de)]. GIEC, Genève, Suisse, 2007.
- [12] MEHU & CBDD, *Rapport national sur diversité biologique au Bénin*, Cotonou, 1998,
- [13] INSAE, *Quatrième recensement général de population et de l'habitation*, RGPH 4, Rapport final, DED, INSAE, Cotonou, 2013.
- [14] C., Houndénou, *Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide. L'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation*. Thèse de Doctorat de l'Université de Bourgogne, Dijon, 1999.
- [15] Ermert, Brücher, *The climate of Benin*. IMPETUS-Atlas, University of Bonn, 144 p, 2009.
- [16] Vissin, *Impacts de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger*, UMR 5210, Université de Bourgogne, 2007.
- [17] M., Bergaoui, and A., Alouini, "Caractérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique : cas du bassin versant de Siliana en Tunisie". *Sécheresse*. Vol. 12, pp. 205-213, 2001.
- [18] H.A., Azontondé Propriétés physiques et hydrauliques des sols au Bénin. *Soil Water Balance in the SudanoSahelian Zone (Proceedings of the Niamey Workshop, February 1991)*. IAHS Publ. no. 199, pp. 19-34, 1991.
- [19] J. C., Olivry, Variabilité de la puissance des crues des grands cours d'eau d'Afrique intertropicale et incidence de la baisse des écoulements de base au cours des deux dernières décennies, *AISH Publ.* 252, pp 189-197, 1993.
- [20] Yao, *Stratégies d'adaptation des paysans au changement climatique dans la sous-préfecture de Prikro en Côte d'Ivoire*, Université de Bouaké, Cote d'Ivoire, 60 p, 2009.
- [21] Guibert, Allé, Dimon, Dédéhouanou, Vissoh, Vodouhé, Tossou, Agbossou, *Correspondances entre savoirs locaux et scientifiques : perceptions des changements climatiques et adaptations*, ISDA, Montpellier, France. Cirad-Inra-SupAgro, 2010.
- [22] D. S. G., Thomas C., Twyman H., Osbahr B., Hewitson, *Adaptation to climate change and variability: farmer responses to intra-seasonal precipitation trends in South Africa*, *Climatic Change*, n° 83, pp. 301-322, 2007.
- [23] D'orgeval T., 2008, *Impact du changement climatique sur la saison des pluies en Afrique de l'Ouest : que nous disent les modèles de climat actuels ?*, *Sécheresse*, vol. 19, n°2, pp. 79-85.
- [24] H., Karambiri, S.G.G., Galiano, J.D., Giraldo, H., Yacouba, B., Ibrahim, B, Barbier, and J., Polcher, Assessing the impact of climate variability and climate change on runoff in West Africa: the case of Senegal and Nakambe River basins, *Atmospheric Science Letters*, Vol. 12, n° 1, pp. 109-115, 2011.
- [25] C.P., Gnanglé, R., Glèlè Kakaï, A.E., Assogbadjo, S., Vodounnon, J.A. Yabi, et N. Sokpon, Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Revue de Climatologie*, vol. 8, pp. 1-16 2011.
- [26] P. C., Gnanglé J., Yabi K. R Glèlè-Kakaï, et N., Sokpon, *Changements climatiques : Perceptions et stratégies d'adaptations des paysans face à la gestion des parcs à karité au Centre-Bénin*. INNOVKAR-ACC / FSP / RIPIECSA, France, 18 p, 2012.
- [27] Ouoba *Changements climatiques, dynamique de la végétation et perception paysanne dans le Sahel burkinabè*, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 305 p, 2013.
- [28] A.F.B., Mbow, S.S., Diop, A., Tounkara, B., Gueye, M.L. Seck, *Changements climatiques, entre résilience et résistance*. *Agridape* 24 (4), 4-5, 2009.
- [29] Seguin B., 2010, *Le changement climatique : conséquences pour l'agriculture et la forêt*. *Rayonnement du CNRS n° 54*, Paris, France, pp. 36-47.
- [30] Ali, A., 2010, *Variabilité et changements du climat au Sahel: ce que l'observation nous apprend sur la situation actuelle*. *Grain de sel*, vol.49, 13-14.

- [31] Chanzy, Martin, Colbach, Gosme, Launay, Loyce, Métay, Novak, *“Adaptation des cultures et des systèmes de culture au changement climatique et aux nouveaux usages”*. Institut National de la Recherche Agronomique, Centre de Recherche Val de Loire 2015, Online [Available] : Orléans, France, www.ea.inra.fr, (10 juillet 2015).
- [32] Caquet, *Des systèmes innovants face au changement climatique*. INRA Dept EFPA/MP ACCAF, Science & Impact. APCA-ADEME, Paris, France, 2014.