

Perceptions et adaptations des exploitants agricoles à la variabilité pluviométrique dans la Commune de Ouaké, Nord-Ouest Bénin

**Eric Laurent Sèvimi Coffi SEBO VIFAN¹, Soulé SINDJALOU²,
Houéfa Julienne Brillante HOSSOU³, Dègbélo Pamphile SOGNON^{3*} et Ramane ABDOULAYE²**

¹ *Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques, Laboratoire de Géosciences, de l'Environnement et Application (LaGEA), BP 2282 Abomey, Bénin*

² *Université de Parakou, Département de Géographie et Aménagement du Territoire, BP 123 Parakou, Bénin*

³ *Université d'Abomey-Calavi, Département de Géographie et Gestion de l'Environnement, 01 BP 526 Abomey-Calavi, Bénin*

(Reçu le 19 Février 2022 ; Accepté le 30 Mai 2022)

* Correspondance, courriel : sognonpamphile@gmail.com

Résumé

Cette recherche étudie les perceptions et adaptations des exploitants agricoles à la variabilité pluviométrique dans la commune de Ouaké (Nord-ouest Bénin). Pour ce faire, 120 ménages ont été enquêtés de façon aléatoire dans 17 différents villages répartis dans les six arrondissements de la commune. Des données annuelles de pluie de 1990 à 2019 (30 ans), ont été analysées pour la station de Natitingou (station la plus proche) en vue de caractériser l'évolution de la pluie dans le secteur d'étude. De même, les statistiques agricoles de 1995-2016 ont permis de montrer l'évolution des rendements agricoles. Les résultats montrent que les exploitants agricoles perçoivent les perturbations pluviométriques et les caractérisent en 3 types. Il s'agit de la baisse des cumuls de pluie, de la modification des débuts et des fins des saisons pluvieuses et de la fréquence régulière des séquences sèches. Ces modifications perçues entraînent des impacts tant sur les ressources en eau, le sol, la végétation, les éléments du système de culture pluviale que sur la vie socioéconomique des populations. Face à cette situation, plusieurs stratégies ont été développées par les exploitants à savoir les cérémonies aux divinités et sollicitation des faiseurs de pluies (52 % des répondants), les semis multiples ou semis échelonnés (35 %), les associations culturales (87 %), l'utilisation de variété culturale à cycle court (12 %), l'utilisation des engrais chimiques (89 %), l'augmentation d'emblavure (22 %) et les reboisements (3 %).

Mots-clés : *Commune de Ouaké, perceptions, stratégies d'adaptation, variabilité pluviométrique.*

Abstract

Perceptions and adaptations of farmers to rainfall variability in the Commune of Ouaké, North-West Benin

This research studies the perceptions and adaptations of farmers to rainfall variability in the commune of Ouaké (north-west Benin). To do this, 120 households were randomly surveyed in 17 different villages spread over the six districts of the commune. Annual rainfall data from 1990 to 2019 (30 years) were analyzed for

the Natitingou station (the nearest station) in order to characterize the evolution of rainfall in the study area. Similarly, agricultural statistics from 1995-2016 have shown the evolution of agricultural yields. The results show that farmers perceive rainfall disturbances and characterize them in 3 types. These are the decrease in rainfall accumulations, the modification of the beginnings and ends of the rainy seasons and the regular frequency of dry spells. These perceived changes lead to impacts on water resources, soil, vegetation, elements of the rainfed cropping system as well as on the socio-economic life of the populations. Faced with this situation, several strategies have been developed by farmers, namely ceremonies to deities and solicitation of rainmakers (52 % of respondents), multiple sowing or staggered sowing (35 %), cultural associations (87 %), the use of the short-cycle cultural variety (12 %), the use of chemical fertilizers (89 %), the increase in the emblem (22 %) and reforestation (3 %).

Keywords : *Municipality of Ouaké, perceptions, adaptation strategies, rainfall variability.*

1. Introduction

L'agriculture pluviale se trouve confrontée à l'énorme défi d'alimenter une population croissante en pleine période de changements climatiques. En Afrique subsaharienne, les dernières décennies de la fin du deuxième millénaire ont été marquées par une évolution rapide des climats [1]. La situation synoptique en Afrique de l'Ouest se présente à travers des phénomènes tels que les sécheresses récurrentes et irrégulières, les perturbations des régimes pluviométriques avec des déficits pluviométriques de l'ordre de 20 à 30 % et les baisses des débits des cours d'eau [2]. Les totaux pluviométriques annuels de plusieurs décennies sont caractérisés par des baisses sensibles et la survenance d'années particulièrement pluvieuses avec des retombées socio-écologiques parfois considérables [3]. En effet, le Bénin est soumis à une variabilité pluviométrique de plus en plus marquée [4]. Ainsi, l'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies observées ces dernières décennies au Bénin constituent des défis pour la production agricole [5]. Au Bénin, comme dans la plupart des pays en voie de développement, l'agriculture représente le socle de l'économie nationale. Cependant, l'intensification et la fréquence des événements extrêmes dus aux changements climatiques engendrent de plus en plus des conséquences désastreuses sur la production agricole et les revenus des paysans [6]. Or, cette agriculture demeure majoritairement une agriculture pluviale de subsistance et les agriculteurs sont entièrement dépendants de la pluviométrie, ainsi que de sa répartition spatio-temporelle pour s'assurer le minimum vital [7]. Ainsi, l'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies observées au cours des dernières décennies au Bénin constituent des défis pour la production agricole [5]. Les risques auxquels s'expose l'agriculture pluviale en rapport avec les nouvelles conditions pluviométriques sont : la perturbation du cycle agricole, les pertes de semences et la réduction de rendement [2]. Dans le même temps, la région septentrionale du pays dans laquelle se trouve la commune de Ouaké, subit depuis les années 1958, 1977 et 1983, le plus fort déficit pluviométrique avec une généralisation de la sécheresse et une baisse constante du nombre de jours de pluie dans les différentes stations [8]. En effet, contrairement à l'hypothèse d'une meilleure répartition annuelle de la pluviométrie, le changement de régime pluviométrique accroît le risque de déficit hydrique pour les cultures pluviales, notamment pour la grande saison de pluie [2]. Cette situation rend la production agricole non seulement assujettie à la forte variabilité intra-annuelle et interannuelle de la pluie, mais aussi à la durée de la saison des pluies. L'option d'adaptation étant la meilleure pour les pays en voie de développement, comme le Bénin, les stratégies d'adaptation constituent aujourd'hui les seuls moyens actuellement appliqués en milieu paysan pour mitiger les effets de ces déviations. Les contraintes liées à la production agricole sont perçues différemment par les producteurs agricoles qui développent des stratégies au regard de leurs perceptions de ces contraintes [9]. C'est ainsi que, les producteurs béninois ont développé des stratégies d'adaptations visant à réduire leur vulnérabilité

ou à améliorer leur résilience face à des changements observés ou prévus au niveau du climat à travers de nouveaux systèmes de production [5]. Elles sont toutefois insuffisantes du fait de la persistance des effets négatifs de la variabilité pluviométrique au Bénin. L'objectif de ce travail est d'analyser les perceptions et d'évaluer les stratégies d'adaptations des exploitants agricoles à la variabilité pluviométrique dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de la zone d'étude

La commune de Ouaké est située entre 9° 23' et 9° 52' latitude Nord et entre 1° 20' et 1° 33' longitude Est. Elle est subdivisée en 6 arrondissements et s'étend sur une superficie de 1500 km² [10]. Ouaké est limitée au Nord par la commune de Copargo, au Sud par celle de Bassila, à l'Est par la commune de Djougou et à l'Ouest par la République du Togo (*Figure 1*).

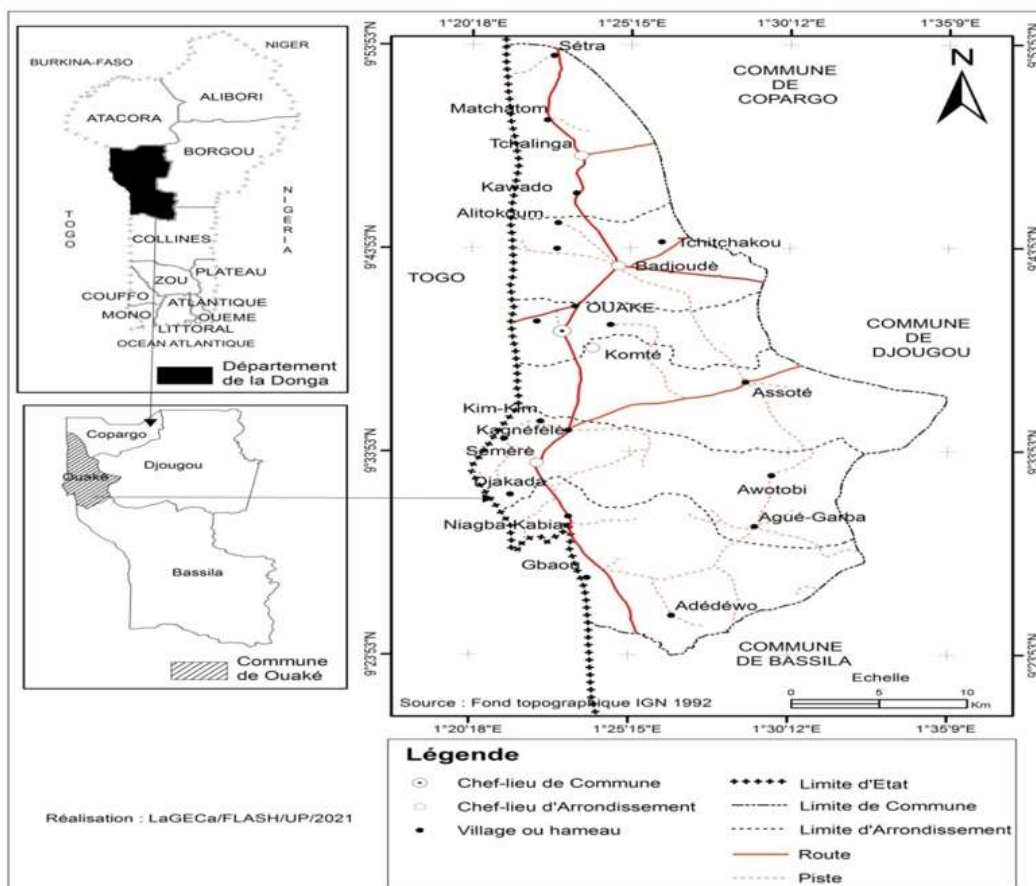


Figure 1 : Situation géographique et administrative de la commune de Ouaké
 Source : Fond topographique IGN 1992

La commune de Ouaké est régie par un climat du type soudanien humide avec deux (02) saisons : une saison de pluie « Yoluma » de mai à octobre et une saison sèche « Lunlè » de novembre à avril. Les précipitations varient de 800 mm à 1300 mm et peuvent atteindre voire accéder la hauteur remarquable de 1500 mm. Au cours de la saison pluvieuse, on distingue trois types de pluies : les pluies de semailles ou « tomahatéu » ; les grandes pluies ou « yolumatéu » et les pluies de fin de saison pluvieuse ou « salan'gtéu ». La température

moyenne est d'environ 27 °C avec des variations de 17° à 35 °C. La commune de Ouaké dispose d'une pénéplaine très ondulée issue de l'érosion d'une vieille surface d'aplanissement et présentant de faibles dénivellations à pente plus ou moins inclinées donnant lieu à de vastes vallées de forme évasée et peu profondes et des collines résiduelles isolées ou non [11]. Les ressources en terres de la commune sont caractérisées par une grande variabilité de la nature des sols et de leur fertilité. Ces sols sont en grande partie ferrugineux pauvres en humus et peu profonds. Les sols ferrugineux tropicaux avec ses différentes variétés (appauvris sans concrétion, lessivés à concrétion, lessivés sans concrétion) occupent à plus de 90 % le territoire de la commune. Les sols hydromorphes rencontrés dans la zone sont favorables à la riziculture surtout dans les bas-fonds [11]. On y rencontre également des sols latéritiques, caillouteux, sablonneux, sablo argileux et les sols minéraux bruts sur socle cristallin souvent profonds. La commune est traversée et arrosée par plusieurs cours d'eau qui ont des écoulements saisonniers [11]. Influencé par le régime du bassin de la vallée de la volta, le réseau hydrographique est hiérarchisé et dendritique. Il se réduit aux marigots, rivières et ruisseaux qui sont à écoulement saisonnier. Les plus importants sont : Binao et ses affluents, Bohom, Kanandja, Piyaha, Kara etc. qui en saison pluvieuse entretiennent les rizicultures dans les bas-fonds. Les cours d'eau permanents sont rares. La végétation est de type savane arborée et herbacée très attaquée par les activités humaines avec des espèces ligneuses telles que : le Karité (*Vitelaria paradoxa*), le Néré (*Parkia bigloboza*), le Baobab (*Andasonia Digitata*) et le Rônier (*Borassus aethiopium*). Les essences naturelles sont les eucalyptus, les manguiers et les acacias etc. Les forêts galeries sont souvent les lieux de conservation de quelques patrimoines culturo-religieux [11]. En effet, sur le plan humain, la commune de Ouaké est passée d'une population de 32 515 habitants en 1972 à 40 030 habitants en 1992 (RGPH 2). Entre 2002 et 2013, la commune de Ouaké a connu une augmentation de 28579 habitants. La densité de la population est de 49,53 habitant/km² selon le quatrième Recensement Générale de la Population et de l'Habitat (RGPH4) [10]. La commune de Ouaké est caractérisée par une faible diversité ethnique dont les plus importants sont les Lokpa et les Foodo. L'agriculture constitue la principale activité des populations de la commune. Elle occupe plus de 80 % de la population active et constitue la principale source de revenus des populations de la commune.

2-2. Données utilisées

2-2-1. Données climatologiques

Il s'agit des données pluviométriques à pas de temps journalier de la période allant de 1990 à 2019 extraites de la base des données de la Direction Nationale de la Météorologie qui portent sur la station de Natitingou proche du milieu d'étude. Ces données ont permis de caractériser la variabilité pluviométrique dans cette commune.

2-2-2. Données agricoles

Elles concernent les statistiques agricoles portant sur les rendements des campagnes agricoles de 1995-2016 extraites des services de la statistique agricole. Elles ont permis de montrer l'évolution des rendements agricoles dans la Commune de Ouaké et de faire une étude corrélative avec les hauteurs de pluies.

2-2-3. Données socio-anthropologiques

Elles portent sur les informations issues d'investigations en milieu réel portant sur les perceptions de la variabilité pluviométrique et les stratégies d'adaptations. Ces différentes données ont été collectées grâce à la recherche documentaire et les enquêtes de terrain.

2-3. Collecte des données

○ *Recherche documentaire*

Elle a concerné spécialement la documentation écrite concourant à la compréhension du sujet.

○ *Enquêtes de terrain*

Les travaux de terrain se sont déroulés sur la base d'entretiens semi-structurés et des observations directes dans les arrondissements choisis. Un échantillonnage raisonné a été effectué dans le cadre de cette recherche.

○ *Échantillonnage*

La détermination de l'échantillon est une étape qui a permis de fixer avec précision la taille de l'échantillon et d'éviter les erreurs possibles dans l'analyse de l'information. Ainsi, le protocole statistique des auteurs de la référence [12] a été utilisé. Sa **Formule** mathématique est :

$$T = \frac{400 \times N}{N + 400} \tag{1}$$

où, *T* représente la taille de l'échantillon et *N* l'effectif des ménages au niveau communal.

Ce protocole permet de faire l'échantillonnage avec une marge d'erreur inférieure à 5 % soit un seuil de confiance de 95 %. La technique de choix a été utilisée pour identifier les arrondissements dans lesquels se sont déroulées les enquêtes et la population cible. À cet effet, les critères de choix se définissent comme suit :

- Arrondissements où la plupart des habitants exercent comme activité principale l'agriculture.
- Arrondissements dans lesquels l'igname, le maïs et l'arachide, sont plus cultivés.

Quant au critère de choix de la population, il a été retenu :

- Les personnes ressources (chefs de village ou quartier, chefs d'arrondissement, personnels d'encadrement rural, les chefs traditionnels, les intellectuels communautaires), compte tenu de l'importance des informations qu'elles détiennent en raison de leur ancienneté dans le milieu, de leur savoirs endogènes de la gestion des cultures agricoles ;
- Les agriculteurs (chefs de ménages, etc.) qui sont les principaux acteurs visés par la présente recherche,
- Avoir au moins 50 ans et avoir cultivé le maïs, l'igname ou l'arachide pendant au moins 10 ans,
- Avoir une expérience d'au moins 15 ans dans le domaine agricole.

Au total, 120 ménages ont été enquêtés de façon aléatoire dans 17 différents villages répartis dans les six arrondissements de la commune de Ouaké (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Répartition des ménages enquêtés par arrondissement

Arrondissements	Effectif des ménages Agricole	Nombre d'enquêté	Proportion en (%)
Badjoudè	906	40	4,4
Komdè	744	20	2,7
Ouaké	896	24	2,7
Sèmèrè I	920	16	1,7
Sèmèrè II	1435	10	0,7
Tchalinga	514	10	1,9
Total	5 415	120	2,2

Source : Résultats d'enquête de terrain, mai 2020

2-4. Traitement et analyse des données

Les fiches de questionnaire remplies ont été d'abord dépouillées manuellement et ensuite codées afin de faciliter leur traitement statistique. Les calculs statistiques et la réalisation des graphiques ont été faits au moyen du tableur Excel. La moyenne a été le paramètre utilisé pour caractériser l'état pluviométrique de la commune. Sa **Formule** mathématique est la suivante :

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum x_i \quad (2)$$

avec, \bar{X} la moyenne arithmétique, x_i les modalités du caractère étudié et N l'effectif total des modalités moyennes a été utilisée pour le calcul des hauteurs de pluies.

Le diagnostic des séquences pluvieuses et sèches a été fait à partir de l'analyse des indices pluviométriques sur la normale 1990-2019. Ces indices pluviométriques annuels sont calculés suivant le protocole proposé par Lamb [13]. Sa **Formule** est défini par :

$$I_p(i) = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sigma} \quad (3)$$

Avec, x_i qui désigne le total pluviométrique de l'année i , \bar{x} la moyenne de la série, $I_p(i)$ l'indice pluviométrique de la série et σ l'écart-type de la série.

Ainsi, selon cet indice, une année est considérée comme normale si son indice est compris entre - 0,1 et + 0,1. Elle est dite excédentaire si son indice est supérieur à 0,1 et sèche lorsque son indice est en deçà de -0,1. Les tendances d'évolution ont été mises en évidence par une droite de régression avec la **Formule** :

$$y = a x + b \quad (4)$$

où, y est la valeur de la variable dont la tendance est recherchée, a est obtenue par le calcul de la pente, coefficient directeur de régression dont les signes positif (+) ou négatif (-) exprime respectivement l'évolution croissante et décroissante dans le temps x et b , une constante telles que :

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \text{ et } b = \frac{N(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (5)$$

Pour déterminer le début de la saison agricole (DSA) et la fin de la saison agricole (FSA), les critères des auteurs des références [14, 15] ont été combinés avec le calendrier agricole habituel des paysans relatif aux premiers semis. Le DSA est fixé au jour où, à partir du 1er mai, dans l'intervalle de 3 jours, le cumul pluviométrique précipité atteint au moins 20 mm sans qu'il ne soit suivi pendant les 30 jours suivants d'une séquence sèche excédant 2 décades (20 jours). Le DSA est considéré tardif lorsqu'il intervient une décade au moins après la date moyenne. Quant à la FSA, elle correspond au jour où, à partir du 1er septembre, il n'y a plus de pluie pendant deux décades consécutives. Une FSA est considérée comme précoce lorsqu'elle intervient une décade au moins avant la date moyenne.

3. Résultats

3-1. Analyse de la perception des exploitants agricoles sur la variabilité pluviométrique dans la commune de Ouaké

3-1-1. Perception sur l'évolution du climat et du cumul pluviométrique

Les **Figures 2a et 2b** présentent respectivement la perception des producteurs sur l'évolution du climat et sur l'évolution du cumul pluviométrique au niveau des cinq (05) arrondissements enquêtés.

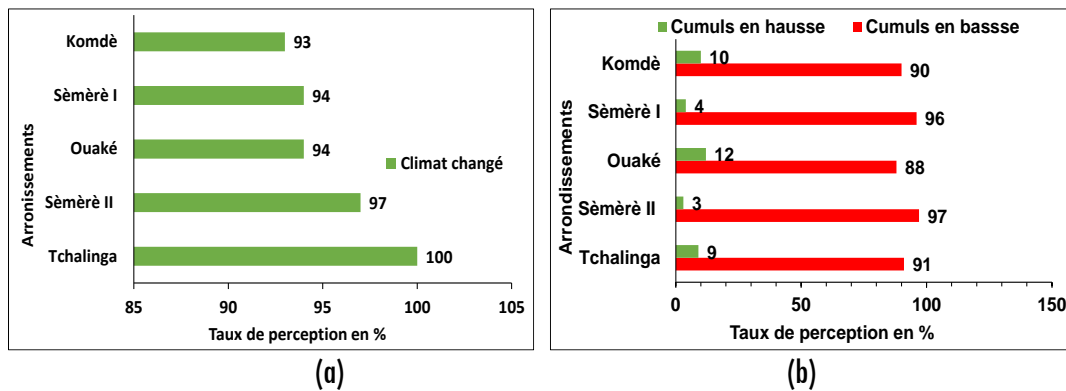


Figure 2 : Proportions de personnes/arrondissement qui affirment que le climat a changé (a); Perception/arrondissement sur l'évolution du cumul pluviométrique (b)

L'analyse de la **Figure 2a** révèle que, la proportion de personnes pour lesquelles le climat a changé varie d'un arrondissement à l'autre : 93 % des enquêtés à Komdè, 94 % à Ouaké et Sèmèrè I, 97 % à Sèmèrè II et 100 % à Tchalinga. Ce changement a commencé en moyenne il y a 26 ans pour l'ensemble des enquêtés et le paramètre climatique auquel ils font plus référence est la pluviométrie. Les changements pluviométriques survenus dans cette commune selon le point de vue des populations et les manifestations de ces changements sont présentés ci-dessous. La **Figure 2b**, elle, présente la perception des producteurs agricoles par arrondissement sur l'évolution du cumul pluviométrique. De cette **Figure**, la proportion des personnes enquêtées qui ont l'impression que les cumuls pluviométriques baissent de plus en plus est de 90 % à Komdè, 96 % à Sèmèrè I, 88 % à Ouaké, 97 % à Sèmèrè II et de 92 % à Tchalinga. La proportion des personnes qui pensent plutôt le contraire est plus élevée à Ouaké (12 %). Ces perceptions des exploitants agricoles ont été par la suite vérifiées à travers les données pluviométriques de la région. L'évolution des cumuls pluviométriques annuels de la station de Natitingou située dans la même zone d'étude que Ouaké est illustrée sur la **Figure 3** ci-dessous.

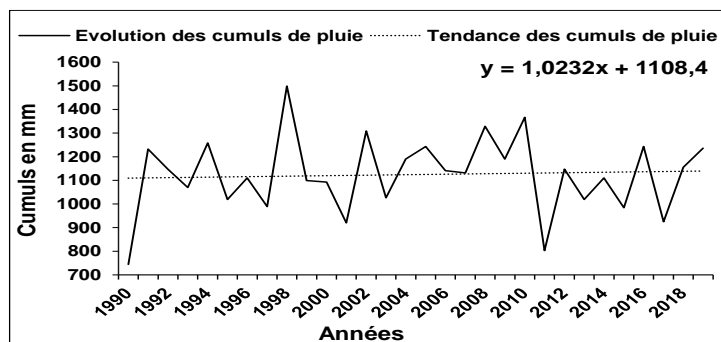


Figure 3 : Évolution des cumuls pluviométriques de 1990 à 2019

La courbe évolutive des cumuls pluviométriques de 1990 à 2019 (**Figure 3**) montre une légère tendance à la hausse des cumuls dans le milieu d'étude. La pente de la droite est de 1,02. Ce résultat va en contradiction avec les perceptions des exploitants agricoles qui certainement n'ont pas une estimation exacte de la quantité d'eau précipité.

3-1-2. Perception sur la variabilité des pluies et évolution de la variabilité des pluies selon les données météorologiques

La **Figure 4a** illustre les perceptions des exploitants agricoles sur l'évolution de la variabilité pluviométrique dans la commune de Ouaké.

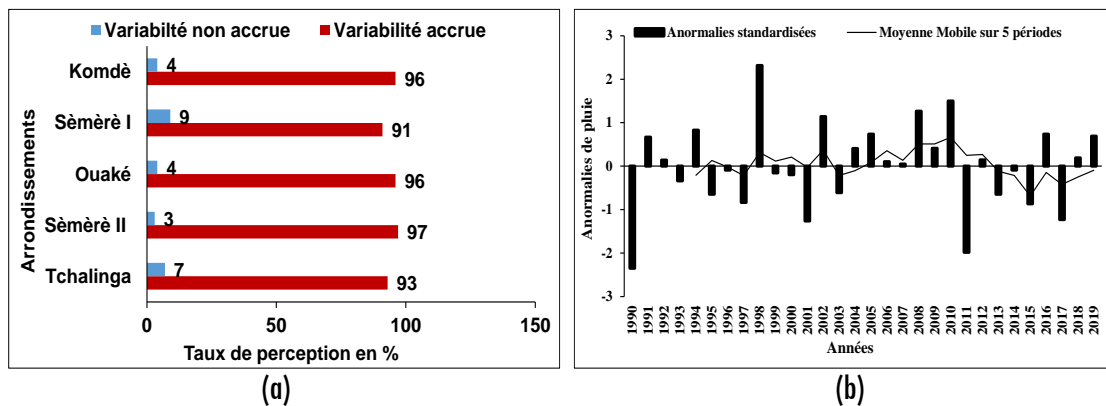


Figure 4 : Perception/arrondissement sur l'évolution de la variabilité pluviométrique (a) ; Évolution interannuelle de la pluviométrie de 1990 à 2019 à Ouaké (b)

La **Figure 4a**, présente la perception des exploitants agricoles par arrondissement sur l'évolution de la variabilité pluviométrique. Les exploitants agricoles de Ouaké s'accrochent également sur la variabilité des pluies, mais dans des proportions différentes. Ainsi, 96 %, 91 %, 96 %, 97 % et 93 % des enquêtés respectivement dans les arrondissements de Komdè, de Sèmèrè I, de Ouaké, de Sèmèrè II et de Tchalinga estiment que la variabilité des pluies s'est accrue actuellement par rapport au passé. Cette variabilité pluviométrique a été ensuite vérifiée à travers les données météorologiques. La **Figure 4b** présente l'indice pluviométrique de Lamb qui a permis d'apprécier l'évolution de la variabilité des pluies dans la commune Ouaké entre la période 1990 à 2019. Les indices pluviométriques annuels qualifient les quantités de pluies tombées annuellement dans une région. Ainsi, l'analyse de la **Figure 4b** a permis de constater que la pluviométrie dans la commune de Ouaké est caractérisée par une forte variabilité qui se présente sous la forme d'une alternance d'années déficitaires, moyennes et excédentaires. La moyenne mobile a permis de visualiser trois sous-périodes entre 1990 et 2019. La sous-période allant de 1990 à 2004 qui est caractérisée par une instabilité des hauteurs de pluie dans la commune de Ouaké. Celle de 2005 à 2012 est marquée par une hausse des hauteurs de pluie. Par ailleurs, la période allant de 2013 à 2019 est caractérisée par une baisse des hauteurs de pluie. Cependant, l'application de l'indice pluviométrique recommandé par l'OMM a permis de distinguer aisément 70 % d'années proches de la normale pluviométrique (-0,99 à 0,99) ; 6,66 % d'années modérément sec (-1,0 à -1,49) ; 3,33 % d'années extrêmement humide ($IP \geq 2$) et 10 % d'années modérément humide (1,0 à 1,49). Toutefois, sur la période d'étude, la commune a enregistré 50 % d'années déficitaires (anomalies négatives), 43,33 % d'années excédentaires (anomalies positives) et 13,33 % d'années moyennes. Par ailleurs, la dynamique saisonnière des pluies s'est appréciée beaucoup plus à travers les dates de démarrage et de fin de la saison pluvieuse sans oublier la longueur de ladite saison dans cette localité.

3-1-3. Perception du début de la saison des Pluies et début de la saison pluvieuse selon les données météorologiques

Les **Figures 5a** et **5b** présentent les perceptions des enquêtés sur les Début des Saisons de Pluie (DSP) et la Dates de démarrage de la saison pluvieuse selon les données météorologiques.

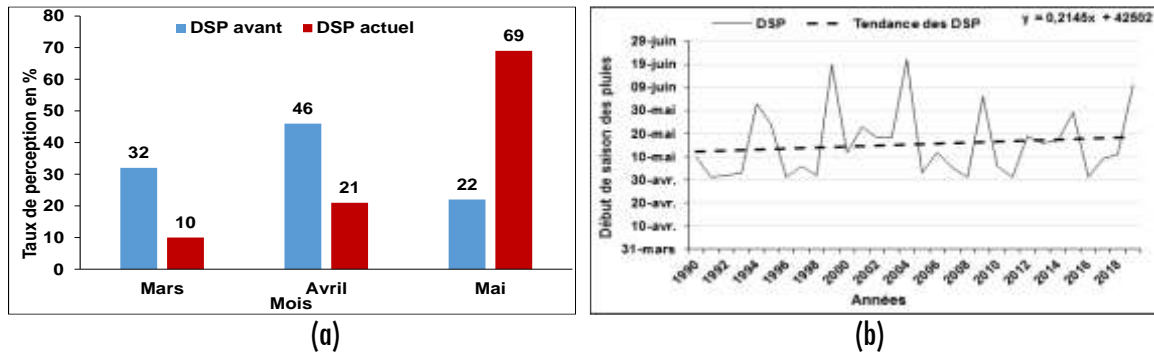


Figure 5 : Perception du début de saison des pluies avant et actuelles (a) Dates de démarrage de la saison pluvieuse (b)

Source : Résultats d'enquête de terrain, mai 2020

Pour 46 % des enquêtés, la saison des pluies démarrerait au mois d'avril, il y avait trente ans alors que 22 % pensent que c'était au mois de mai et beaucoup plus précoce, au mois de mars (32 %). Actuellement, plus de la moitié (69 %) des exploitants agricoles interrogés affirme que le démarrage de la saison des pluies a lieu en mai alors que 21 % le situe en avril et seulement 10 % en mars (**Figure 5a**). Ces perceptions ont été vérifiées par les données météorologiques dans cette commune. Dans la commune de Ouaké, les analyses ont montré que les dates de démarrage de la saison pluvieuse se situent entre le 01 mai au 21 juin. La **Figure 5b** présente l'évolution interannuelle des dates de démarrage des pluies. L'analyse de la **Figure 5b**, montre que la période 1990-2019 est caractérisée par une instabilité des dates de démarrages des pluies. Cette instabilité a présenté une tendance à la hausse des DSA ($\alpha = 0,21$) ce qui traduit que les débuts de saison des pluies prennent de retard avec le temps. Ceci vient confirmer les perceptions des exploitants agricoles sur les décalages des mois de début de saison pluvieuse.

3-1-4. Perception de la Fin des saisons des pluies et de la Fin de la saison pluvieuse selon les données météorologiques

Pour ce qui concerne les fins des saisons de pluie (FSP), les perceptions sont illustrées par la **Figure 6a**.

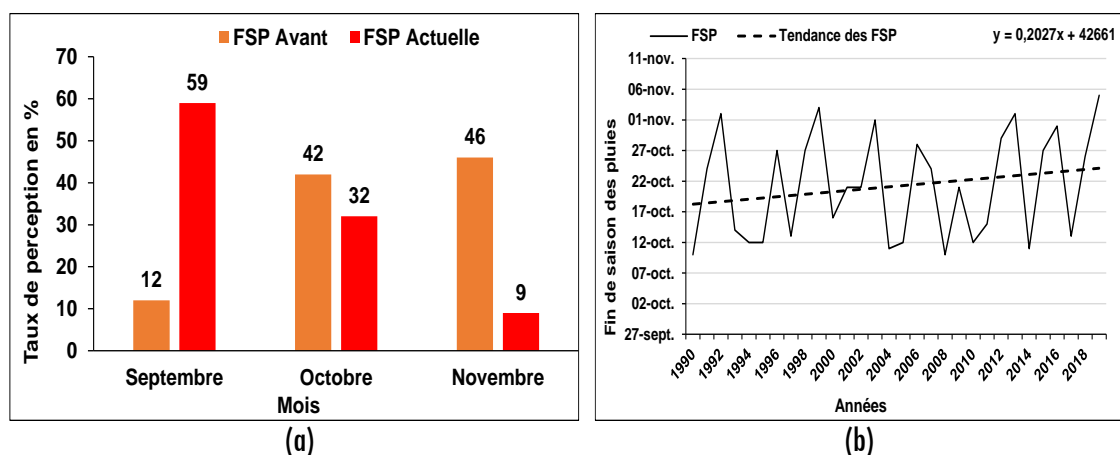


Figure 6 : Fin de saison des pluies avant et actuelle (a) Dates de fin de la saison pluvieuse dans la commune de Ouaké (b)

Les exploitants agricoles ont indiqué que la saison des pluies finissait, il y a trente ans dans le mois de septembre (12 %) ; octobre (42 %) et novembre (46 %). Pratiquement les mêmes proportions des exploitants agricoles ont affirmé que cette fin intervient actuellement mais de façon plus précoce en Septembre (59 %), Octobre (32 %) et Novembre (9 %), (**Figure 6a**). Toute fois la tendance des fins de saisons de pluie selon les données météorologique a été également étudiée. Dans la commune de Ouaké, les analyses ont montré que les dates de fin de saison pluvieuse se situent entre le 08 octobre et le 05 novembre. L'évolution interannuelle des dites dates est illustrée par la **Figure 6b** ci-dessous. L'analyse de la **Figure 6b** montre que durant la période de 1990-2019, les fins de saison des pluies sont aussi instables. Cette instabilité présente également une tendance à la hausse des dates ($\alpha = 0,20$). Ce qui traduit que ces fins de saison des pluies ne sont pas précoces avec le temps. Ce résultat est en contradiction avec les perceptions des exploitants agricoles car pour eux, les fins de saison pluvieuse interviennent de nos jours en Septembre voire octobre.

3-1-5. Perception des exploitants agricoles sur les séquences sèches

La perception des exploitants agricoles sur les séquences sèches est résumée dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Perception des exploitants agricoles sur l'évolution de la durée et de la fréquence des séquences

Arrondissements	Durée moyenne des séquences sèches (en jours)		Fréquence annuelle d'apparition des séquences sèches	
	Passé	Actuel	Passé	Actuel
Komdè,	8 j	15 j	1 fois	2-3 fois
Ouaké	7 j	14 j	1 fois	2 fois
Sèmèrè I	10 j	18 j	1 fois	1 fois
Sèmèrè II	5 j	14 j	1 fois	3 fois
Tchalinga	8 j	17 j	1 fois	2-3 fois
OUAKE	8 j	16 j	1 fois	2,2 fois

Source : Résultats d'analyse d'enquête de terrain, mai 2020

Le **Tableau 2** indique que pour tous les arrondissements de Ouaké, la durée des séquences sèches a augmenté. Elle est passée selon les personnes enquêtées, de 8 à 15 jours à Komdè, de 7 à 14 jours à Ouaké,

de 10 à 18 jours à Sèmèrè I, de 5 à 14 jours à Sèmèrè II et de 8 à 17 jours à Tchalinga. La fréquence annuelle d'apparition de ces séquences sèches a également augmentée au niveau de ces cinq arrondissements, de 1 à 3 fois par an. Dans la commune de Ouaké, le nombre de jour des séquences sèches a doublé selon la perception des exploitants agricoles. C'est fort de cela, qu'ils estiment que les longueurs des saisons pluvieuses baissent également avec le temps vue que les saisons sont conjuguées avec des séquences sèches de plus en plus longues.

3-2. Analyse de la vulnérabilité des exploitants agricoles face à la variabilité pluviométrique actuelle dans la commune de Ouaké

Les exploitants agricoles de la commune de Ouaké ressentent aussi les effets de la variabilité pluviométrique sur leurs activités. Ils se ressentent autant sur les ressources en eau, le sol, la végétation, sur les éléments du système de culture pluviales que sur la vie socioéconomique des populations.

3-2-1. Effets sur les ressources en eau, le sol et la végétation

La **Figure 7** présente la perception des exploitants agricoles des effets de la variabilité pluviométrique sur les ressources en eau, les sols, et la végétation.

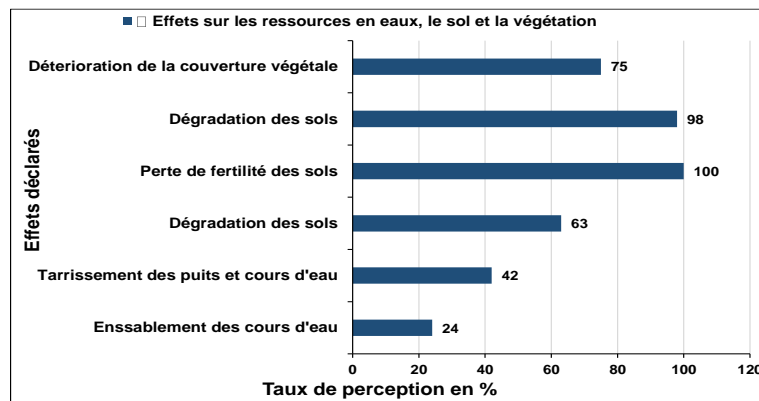


Figure 7 : Effet de la variabilité pluviométrique sur les ressources en eau, les sols, et la végétation

Les principaux effets de la variabilité pluviométrique observés par les exploitants agricoles, se résument à l'ensablement des cours d'eau (24 % des répondants) dû à une concentration de très forte pluie à un moment de la saison. Par ailleurs, un faible écoulement des cours d'eau, en période de sécheresse engendre l'affaissement de la nappe phréatique qui est caractérisé par le tarissement plus vite des puits d'eau et cours d'eau (42 % des enquêtés). Selon les enquêtées, la dégradation des sols (63 % de répondant) et la perte de fertilité des sols (100 % de répondant) sont dues à une agriculture intensive à travers les associations de cultures qui leurs permettent de profiter d'un peu de toutes les cultures en temps de dérèglement pluviométrique. Également le fort ruissellement surtout dans les mois d'août et de septembre qui ramasse tous sur son passage laisse en surface le sol rouge malheureusement pauvre en matière organique. La détérioration de la couverture végétale (75 %) a été associée à la quête de nouvelles terres cultivables en période de bouleversement pluviométrique associé à la dégradation et à la perte de fertilité des anciennes terres.

3-2-2. Effets socio-économiques de la variabilité pluviométrique

Ces effets sont illustrés dans la **Figure 8**.

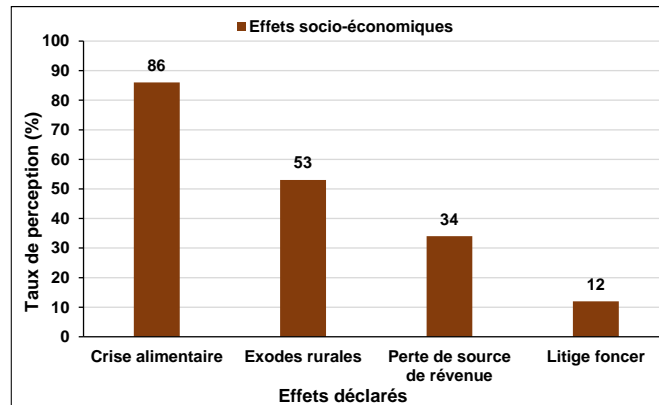


Figure 8 : Effets socio-économiques de la variabilité pluviométrique

La variabilité pluviométrique dans la commune de Ouaké engendre plusieurs impacts socio-économiques. D'après l'analyse de la **Figure 8**, les producteurs affirment que les revenus tirés de leur activité ne parviennent plus à couvrir leur besoin alimentaire. Cela entraîne l'exode rural des jeunes vers les zones urbaines comme Djougou, Natitingou et Parakou à la recherche des jobs. Mais il se pose avec le temps un manque criard de terre ce qui par ricochet génère des litiges fonciers aux seins des exploitants voisins juste par un petit débordement de l'un au cours de son exploitation.

3-2-3. Effets sur les éléments du système de culture

Ces effets sont illustrés dans la **Figure 9**.

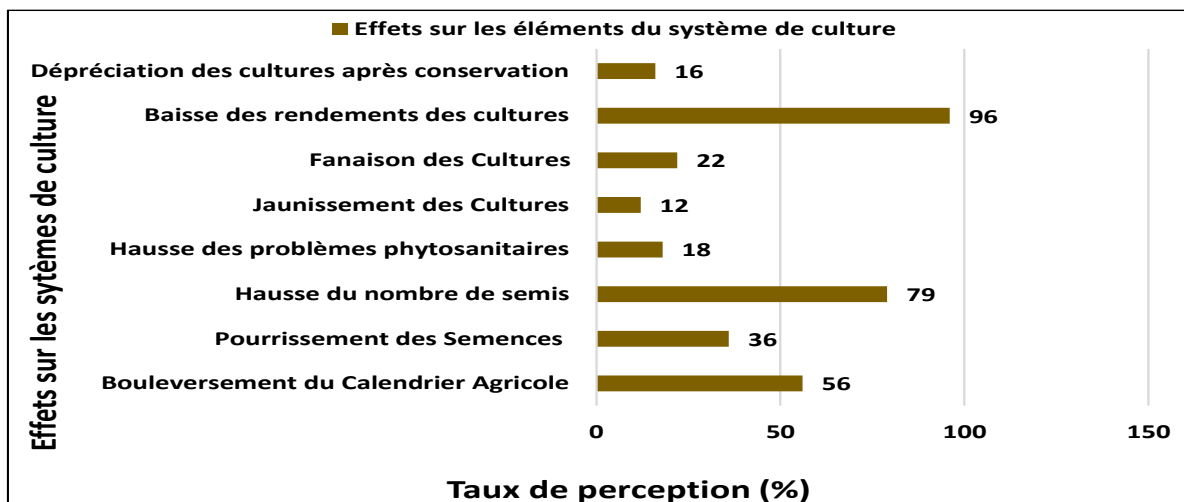


Figure 9 : Effets de la variabilité pluviométrique sur les éléments du système de culture

D'après la **Figure 9**, les principaux effets de la variabilité pluviométrique qui influencent les systèmes de culture dans la commune de Ouaké se résument au bouleversement du calendrier agricole (56 %) des répondants. Lequel bouleversement selon les enquêtés rend incertains les dates optimales de semis des cultures, ce qui engendre par ricochet le pourrissement des semences mise sous terre par manque d'eau né

des séquences sèches qui deviennent régulières avec le temps (36 % des répondants). Cet état de fait est à l'origine des semis répétés, afin d'éviter que le terrain soit vide de plantation (79 %). Aussi, les séquences sèches répétées rendent vulnérables les cultures à travers l'envahissement des insectes ravageurs à l'instar des criquets (18 %). À cela s'ajoute le jaunissement des plantes dû au manque d'eau (12 %) ce qui conduit à long terme à la fanaison de certaines, surtout à racine pivotante (22 %). Tous ces effets combinés conduisent à une baisse des rendements selon la quasi-totalité (96 %) des enquêtés. De même, la mauvaise qualité des récoltes par non maturation engendre une dépréciation des cultures après conservation (16 %). La variabilité pluviométrique associée à la baisse de la fertilité des terres, conséquence de leur dégradation ne sont pas sans conséquence sur les rendements agricoles. La **Figure 10** présente l'évolution des rendements agricoles des cultures d'igname, d'arachide et du maïs. Ces cultures ont été choisies du fait qu'elles constituent la base alimentaire de la Commune de Ouaké.

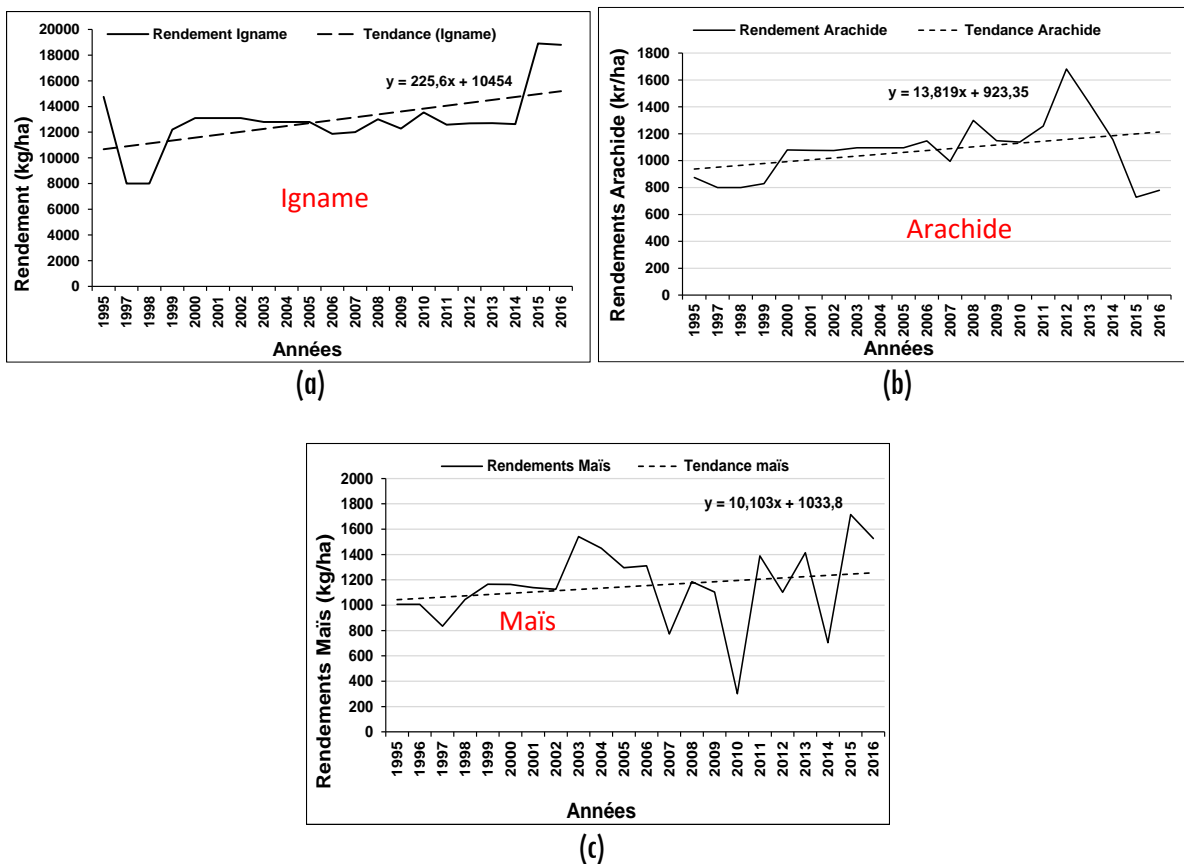


Figure 10 : Évolution des rendements des principales spéculations (1995 - 2016)

L'analyse de la **Figure 10**, montre que toutes les cultures choisies ont connu une évolution en dent de scie. Des baisses considérables dans certaines années et des hausses dans certaines d'autres. Cependant, sur l'ensemble de la période, toutes les cultures ont présenté une tendance à la hausse de leurs rendements. Tous les exploitants agricoles enquêtés associent la baisse des rendements agricoles observée dans certaines années à la diminution sensible des hauteurs de pluie. Pour ce qui est de la hausse tendancielle, ils estiment que cela est le résultat de leur capacité d'apporter de l'engrais chimique comme fertilisant du sol. Toute fois la dépendance des rendements des cultures pilotes avec les hauteurs de pluie a été analysée.

➤ *Relation entre les rendements de l'igname, de l'arachide et du maïs avec la pluviométrie*

La **Figure 11** ci-dessous présente les corrélations entre les rendements de l'igname, de l'arachide et du maïs avec la pluviométrie.

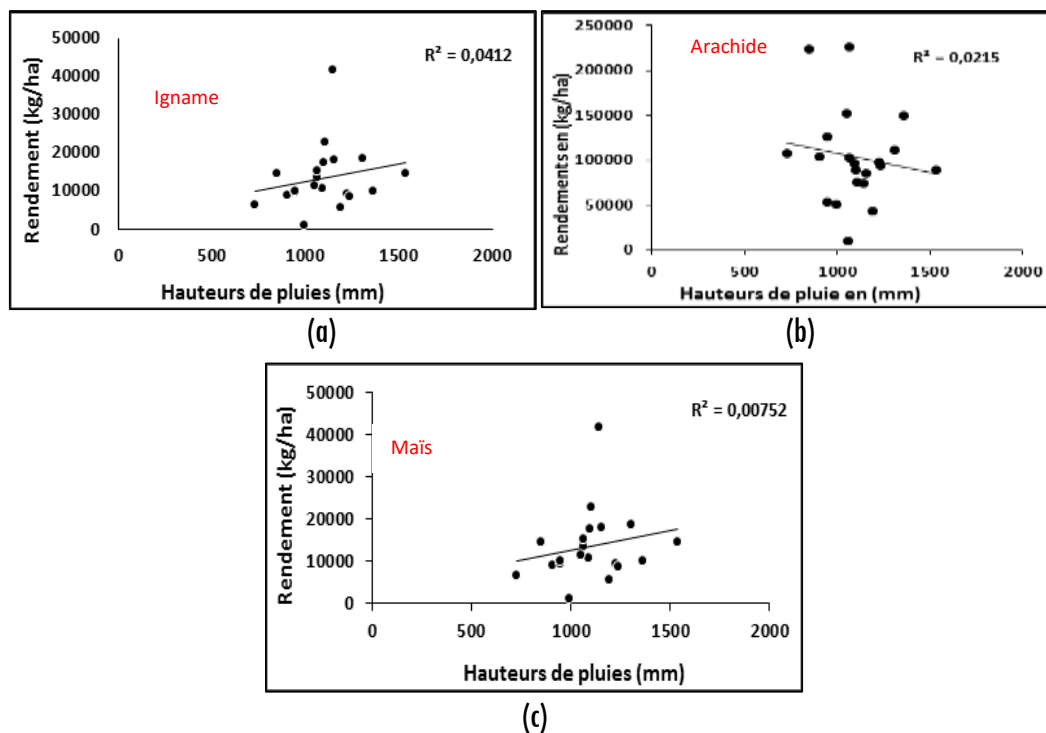


Figure 11 : Corrélations entre les rendements des cultures avec la pluviométrie

L'analyse des **Figures 11a, 11b** et **11c** révèle que les précipitations sont en corrélation positive respectivement de ($r = 0,20$), ($r = 0,14$) et de ($r = 0,08$) avec l'augmentation des rendements de l'igname, de l'arachide et du maïs. Cependant, les niveaux de corrélation de la pluviométrie avec les rendements de l'igname ($r = 0,20$ soit 20 %), de l'arachide ($r = 0,14$ soit 14 %) et du maïs ($r = 0,08$ soit 8 %) sont tous faibles. Cette significativité faible indique que la hausse tendancielle des rendements de ces différentes spéculations ne dépend pas tellement de la pluviométrie. Bien qu'elle soit une condition sine qua non de la production agricole, la tendance à la hausse de cultures cible de cette recherche serait dû à l'efficacité de la capacité d'adaptation des exploitants agricoles dans cette commune. Pour faire face aux contrecoups de cette variabilité pluviométrique, différentes stratégies d'adaptations ont été développées dans la commune de Ouaké.

3-3. Stratégies développées par les exploitants agricoles en réponse aux contraintes pluviométriques dans la commune de Ouaké

Pour réduire les effets des aléas pluviométriques sur la production du maïs, de l'arachide et de l'igname, les paysans de la Commune de Ouaké utilisent différentes mesures d'adaptation. Ces mesures sont de nature préventive et curative. Le **Tableau 3** présente la synthèse des mesures d'adaptations.

Tableau 3 : Synthèse des mesures d'adaptations

Stratégies d'adaptations	Taux de perception (%)
Cérémonies aux divinités et sollicitation des faiseurs de pluies	52 %
Semis multiples ou semis échelonnés	35 %
Association culturale	87 %
Utilisation de variété culturale à cycle court	45 %
Utilisation d'engrais	89 %
Augmentation d'emblavure	22 %
Reboisement	3 %

Source : Résultats d'analyse d'enquête de terrain, mai 2020

4. Discussion

La commune de Ouaké, est affectée par une variabilité pluviométrique perçue unanimement par les exploitants agricoles. Ainsi des manifestations telles que les démarrages tardifs et les fins précoces des pluies, la survenance de séquences sèches et surtout la baisse des cumuls de pluie annuels préjudiciables aux activités agricoles ont été mentionnées. Ce qui est en accord avec les travaux sur la perception paysanne des phénomènes climatiques dans plusieurs systèmes de cultures [16, 17]. L'évolution interannuelle des dates de démarrage des pluies montre que la période 1990-2019 est caractérisée par une instabilité des dates de démarrages des pluies et vient confirmer les perceptions des exploitants agricoles sur les décalages des mois de début de saison pluvieuse. Ces résultats concordent avec les résultats obtenus des travaux sur les contraintes climatiques, pédologiques et la production agricole dans l'Atacora au nord-Ouest du Bénin, qui ont montré un décalage dans le démarrage des pluies contrairement aux études antérieures et présente un handicap pour les activités agricoles [16]. Par ailleurs, l'évolution interannuelle des dates de fins de saison des pluies a montré que ces dernières sont aussi instables et ne sont pas précoces avec le temps. Cette variabilité pluviométrique du début et de la fin des pluies a des contraintes sur les rendements agricoles dans la commune de Ouaké.

Ce qui est en accord avec les travaux sur les perceptions paysannes des facteurs de risques climatiques sur la production de l'ananas à Toffo au (Bénin) qui ont révélé que les démarrages tardifs ou les faux départs des pluies obligent les producteurs à abandonner une partie des superficies initialement prévues pour être cultivées [17]. Aussi, la commune de Ouaké est marquée par un régime unimodal typique du climat tropical caractérisé par des années déficitaires, moyennes et excédentaires. Ce même constat a été fait dans la commune de Sinendé au Nord du Bénin où la variabilité climatique est marquée par des séquences de période humide (1961-1972), de période sèche (1973-1988) et de période d'instabilité allant de 1989 à 2012 [18]. L'étude de l'évolution interannuelle de la pluviométrie sur la période d'étude dans la commune de Ouaké a révélée 50 % d'années déficitaires (anomalies négatives), 43,33 % d'années excédentaires (anomalies positives) et 13,33 % d'années moyennes. Il y a donc eu plus d'années déficitaires que d'années excédentaires et que d'années moyennes. Une tendance à la persistance de la sécheresse et à l'aridité progressive a été également notée dans la partie septentrionale du Bénin aux confins du domaine sahélien [18]. La courbe évolutive des cumuls pluviométriques de 1990 à 2019 montre une légère tendance à la hausse des cumuls dans le milieu d'étude. La pente de la droite est de 1,02. Ce résultat va en contradiction avec les perceptions des exploitants agricole qui certainement n'ont pas une estimation exacte de la quantité d'eau précipité.

Par ailleurs, les travaux effectués sur l'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional ont révélé que l'eau est un facteur limitant de la croissance végétale en régions tropicales et ailleurs [19]. Mais, ils sont en contradiction avec les résultats trouvés dans le cadre de la présente recherche. Cependant, les niveaux de corrélation de la pluviométrie avec les rendements de l'igname ($r = 0,20$ soit 20 %), de l'arachide ($r = 0,14$ soit 14 %) et du maïs ($r = 0,08$ soit 8 %) sont tous faibles. Cette significativité faible indique que la hausse tendancielle des rendements de ces différentes spéculations ne dépend pas tellement de la pluviométrie. Ces résultats obtenus sont plutôt en adéquations avec les résultats obtenus des travaux sur l'instabilité intra-saisonnière des pluies et ses effets sur les dates optimales de semis de maïs dans la commune de Ouaké, qui ont montrés que la quantité de pluie reçue n'est pas ce qui est important, mais surtout sa répartition dans le temps [10]. Pour faire face aux contraintes pluviométriques dans la commune de Ouaké, les exploitants agricoles ont développés des stratégies d'adaptations à la fois culturelles et à caractères rationnelles. Les travaux effectués sur la tendance pluviométrique et ses impacts sur la production agricole dans la commune de Sinendé [20] concordent avec les résultats obtenus dans la présente étude. Dans une longue liste des stratégies d'adaptation, les plus priorisés ont été : les cérémonies aux divinités et sollicitation

des faiseurs de pluies, les semis multiples ou semis échelonnées, les associations culturales, l'utilisation de variété culturale à cycle court, l'utilisation d'engrais, l'augmentation d'emblavure et le reboisement. Ces pratiques ont été aussi révélées par les auteurs des références [16, 17], qui ont montré que pour faire face aux effets néfastes de la variabilité pluviométrique les producteurs font recours aux engrais chimiques, à l'augmentation des superficies culturales, aux semis multiples et aux traitements phytosanitaires. Malgré ces efforts il est entendu au quotidien de ces derniers des plaintes surtout en ce qui concerne les mauvais rendements. D'où la nécessité d'un accompagnement dans le sens d'améliorer les stratégies qu'ils adoptent ou d'innover d'autres pouvant accroître leur résilience à la situation pluviométrique actuelle.

5. Conclusion

Ce travail a permis de mieux appréhender les perceptions des exploitants agricoles par rapport à la variabilité pluviométrique et d'évaluer les stratégies d'adaptation développées par ces derniers dans la commune de Ouaké au Bénin. Sur la base des réponses, plusieurs types de perturbations pluviométriques sont perçus par ces exploitants agricoles. Il s'agit de la recrudescence des séquences sèches, de la baisse du cumul pluviométrique, du démarrage tardif des pluies, de la fin précoce des pluies et des poches de sécheresse. En effet les perceptions à ce sujet ont montrés que la variabilité pluviométrique a des effets non seulement sur les ressources en eau, le sol, la végétation, sur les éléments du système de culture pluviale mais aussi sur la vie socioéconomique des populations du faite des faibles rendements. En réponse à cette situation, les exploitants agricoles ont adoptés plusieurs stratégies d'adaptation. Au nombre de ces stratégies nous pouvons citer les cérémonies aux divinités et sollicitation des faiseurs de pluies, les semis multiples ou semis échelonnées, les associations culturales, l'utilisation de variété culturale à cycle court, l'utilisation d'engrais, l'augmentation d'emblavure et le reboisement. Cependant, 86 % des paysans enquêtés reconnaissent que ces stratégies comportent certaines contraintes et limites en même temps qu'elles manquent d'efficacité. Ainsi, il convient d'identifier des mesures pertinentes en vue d'assurer aux paysans des options d'adaptation plus durables aux changements climatiques dans le secteur d'étude. C'est à cet effet que quelques perspectives ont été proposées dans cette recherche :

- ✓ Développer l'agroforesterie surtout à base de l'anacardier et du manguier pour plusieurs raisons :
 - les arbres serviront en générale de brise vent pour les cultures à racine pivotante (maïs, sorgho, mil, etc.) ; des puits de carbone par la photosynthèse et surtout de pompes à nutriments en apportant les nutriments qui sont trop profonds pour les plantes ;
 - les feuilles mortes serviront à la fois de paillis (empêcher la croissance de certaines adventices et contribuer au refroidissement du sol), elles serviront également de matières organiques donc d'engrais vert pour les plantes après décomposition ;
 - en saison sèche, ces arbres pourraient également être exploités pour des fins commerciales et nutritionnelles respectivement à travers la vente des noix de cajou pour l'anacardier et les mangues pour le manguier.
- ✓ Améliorer la fertilité des sols avec de l'azote qui pourrait provenir de la fabrication des engrais organiques à l'aide de la fumure, les débris végétaux et de l'engrais chimique à dosage modérée. Car, l'amélioration de la productivité consiste à rendre d'avantage d'azote disponible pour la culture.
- ✓ Développer l'aménagement hydro-agricole des parcelles de cultures ainsi que l'irrigation et le drainage.

Références

- [1] - E. OGOUWALE, Changements climatiques dans le Bénin Méridional et Central. Indicateurs, Scénarios et prospective de la sécurité alimentaire, Thèse de Doctorat unique, Université D'Abomey-Calavi, (2006) 302 p.
- [2] - M. DIOMANDE, K. DONGO, B. KONÉ, G. CISSÉ, J. BIÉMI and B. BONFOH, Vulnérabilité de l'agriculture pluviale au changement de régime pluviométrique et adaptation des communautés rurales du « V-Baoulé » en Côte d'Ivoire, (2007) 11 p.
- [3] - J. OLOUKOI, I. YABI and S. H. HOUSSOU, Perceptions et stratégies paysannes d'adaptation à la variabilité pluviométrique au Centre du Bénin. *International Journal Biological Chemical Sciences*, 13 (3) (2019) 1366 - 1387 p.
- [4] - WS6-Bénin, Les conditions de sécheresse et les stratégies de gestion au Bénin, (2015) 18 p.
- [5] - G. D. DJOHY, A. EDJA and G. S. NOUATIN, Variation climatique et production vivrière : la culture du maïs dans le système agricole péri-urbain de la commune de Parakou au Nord-Benin. *Afrique Science*, Vol. 11, N°6 (2015) 183 - 194 p.
- [6] - B. SARR, S. ATTA and L. KAFANDO, Revue des indices climatiques utilisés dans les systèmes d'assurances agricoles indicielles en Afrique. *Sècheresse*, Vol. 23, N°8 (2012) 255 - 260 p.
- [7] - L. G. OUOROU YERIMA, I. YABI, I. YOLOU and F. AFOUDA, Contraintes liées à la mise en valeur agricole des bas-fonds dans la commune de N'Dali au nord-est du Bénin. *Revue de Géographie du LARDYMES*, Université de Lomé, ISSN 1993-3134 (2018) 45 - 56 p.
- [8] - M. BOKO, F. KOSMOWEKI and E. VISSIN, « Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin », Konrad-Adenauer-Stiftung, Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest, (2010) 45 - 65 p.
- [9] - F. L. AHOUANTOUME, Perceptions et stratégies d'adaptation paysannes aux contraintes pédoclimatiques dans l'arrondissement de TRE (Commune de Dassa-Zoumè). Mémoire de maîtrise de géographie. UAC/FLASH, (2011) 65 p.
- [10] - I. YOLOU, I. YABI, F. I. OUOROU BARRE and F. AFOUDA, Instabilité intra-saisonnière des pluies et ses effets sur les dates optimales de semis de maïs dans la commune de Ouaké (Nord-Ouest Bénin). *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, Éditions Universitaires de Côte d'Ivoire (EDUCI), N° 1 (2017) 21 - 30 p.
- [11] - J. A. YABI, F. X. BACHABI, I. A. LABIYI, C. A. ODE and L. R. AYENA, Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord- Ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (2) (2016) 779 - 792 p.
- [12] - B. MARIEN and J. BEAUD, Guide pratique pour l'utilisation de la statistique en recherche : le cas des petits échantillons. Réseau sociolinguistique et dynamique des langues Agence universitaire de la Francophonie Québec, Mai, (2003) 44 p.
- [13] - A. LAWIN and E. ALAMOU, Analyse de la variabilité du régime pluviométrique dans la région agricole d'Ina au Bénin. *European Journal of Scientific Research*. ISSN 1450-216, Vol. 50, N°3 (2011) 425 - 439 p.
- [14] - M. GUEYE et M. V. K. SIVAKUMAR, Analyse de la longueur de la saison culturale en fonction de la date de début des pluies au Sénégal. Rapport, N°2 (1992) 17 p.
- [15] - S. ZAKARI, I. YABI, E. OGOUWALE and M. BOKO, Actes du XXVème Colloque de l'AIC, Grenoble France, (2012) 693 - 698 p.
- [16] - I. OUOROU-BARRE, Contraintes climatiques, pédologiques et production agricole dans l'Atacora (Nord-Ouest du Bénin), Thèse de doctorat Universités d'Abomey-Calavi, Cotonou Bénin, (2010) 264 p.
- [17] - I. YABI, Perceptions paysannes des facteurs de risques climatiques sur la production de l'ananas à Toffo au (Bénin), *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, N°1 (2013) 13 p.
- [18] - S. H. TOTIN VODOUNON, G. L. DJOHY, E. AMOUSSOU and M. BOKO, Instabilité du régime pluviométrique et dynamique de la commune de Sinendé au Nord du Bénin. *Revue Sciences de l'Environnement*, Université de Lomé (Togo), N° 13 (2016)
- [19] - F. AFOUDA, L'eau et cultures dans le Bénin central et septentrional : Etude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu de la savane Africaine, Thèse de doctorat. Paris IV-Sorbonne, France, (1990) 428 p.
- [20] - L. PARAPE HOTTO, Tendances pluviométriques et impacts sur la production agricole dans la commune de Sinendé. Mémoire de Licence Professionnelle, Université de Parakou, (2019) 54 p.