



**HAL**  
open science

## Variation climatique et production vivrière : la culture du maïs dans le système agricole péri-urbain de la commune de Parakou au Nord-Benin

Gildas Louis Djohy, Ange Honorat Edja, Guy Sourou Nouatin

### ► To cite this version:

Gildas Louis Djohy, Ange Honorat Edja, Guy Sourou 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 : revue internationale des sciences et technologies*, 2015, 11 (6), pp.183-194. hal-01540739

**HAL Id: hal-01540739**

**<https://hal.science/hal-01540739>**

Submitted on 17 Jun 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Variation climatique et production vivrière : la culture du maïs dans le système agricole péri-urbain de la commune de Parakou au Nord-Benin**

**Gildas Louis DJOHY<sup>1\*</sup>, Ange Honorat EDJA<sup>2</sup> et Guy Sourou NOUATIN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université de Parakou, 03 BP 303, Bénin*

<sup>2</sup> *Département d'Economie et de Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin*

---

\* Correspondance, courriel : [gildasdjohy@gmail.com](mailto:gildasdjohy@gmail.com)

### **Résumé**

L'agriculture est une activité économique importante des ménages périurbains de la commune de Parakou au nord du Bénin. Cette activité est potentiellement dépendante d'un climat de plus en plus soumis à des variations et à des changements. L'étude vise à analyser les impacts de la variation climatique sur la production du maïs dans la commune de Parakou. L'analyse repose sur des données climatologiques (pluviométrie et température) de la période 1965-2012 et sur des statistiques de superficie et du rendement de la production du maïs de la période 1995-2012. Les différentes données quantitatives ont été complétées par des données socio-anthropologiques issues des enquêtes de terrain. Les résultats révèlent un régime pluviométrique unimodal avec une saison pluvieuse (mai à octobre) et une saison sèche (novembre à avril). L'évolution annuelle de la pluviométrie sur la période de 1965 à 2012 montre une tendance marquée par 51 % d'années excédentaires, 2 % d'années moyennes et 47 % d'années déficitaires. De plus, la température moyenne a connu une hausse de 2,4°C. Tous ces paramètres ont négativement affecté la production du maïs et son rendement. Le calendrier agricole traditionnel est soumis à des réajustements, en fonction de la perception qu'ont les populations de l'évolution du climat vers de nouveaux équilibres climatiques. Les dynamiques vont dans le sens de l'adoption de nouvelles variétés, à cycle court et l'association culturale comme mesures de sécurisation du revenu.

**Mots-clés :** *changement climatique, production de maïs, impact, adaptation, Parakou/Bénin.*

### **Abstract**

**Climate change and food production in Benin : case of maize in the district of Parakou in northern Benin**

Agriculture is an important economic activity within the peri-urban households in the district of Parakou in northern Benin. This activity is potentially dependent on the climate currently subject to variations and changes. This study aims to analyze the impacts of climate variability on maize production in Parakou district. The analysis is based on weather data (rainfall and temperature) for the period (1965-2012); and statistics of maize area and yield over the period (1995-2012). These quantitative data were reinforced by socio-anthropological qualitative data gathered from field surveys. The results reveal a unimodal rainfall with a rainy season (May to October) and a dry season (November to April).

The annual change in rainfall over the period (1965-2012) shows an upward trend marked by 51 % of surplus years, 2 % of average years and 47 % of deficit years. In addition, the average temperature has increased by 2.4°C. All these parameters have affected negatively maize production and yield. The traditional agricultural calendar is subject to disruption with regard to climate variations. In response to this context, farmers adopt new short cycle varieties, increase croplands and practice intercropping as income security measures.

**Keywords :** *climat change, maize production, impact, adaptation, Parakou/Benin.*

## 1. Introduction

L'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies observées au cours des dernières décennies au Bénin constituent des défis pour la production agricole. Les pluies représentent l'élément climatique fondamental qui conditionne les différentes activités agricoles. Leur absence, rareté, excès ou mauvaise répartition spatio-temporelle sont générateurs des crises climatiques [1]. Les dernières décennies ont été marquées par une dégradation significative de la production vivrière dans de nombreuses régions des pays en voie de développement [2]. Le monde scientifique est alors de plus en plus intéressé à comprendre les liens entre ces deux facteurs, dans un contexte de lutte pour une garantie de la souveraineté alimentaire des nations et pour le développement économique durable au niveau global. Au Bénin, les décennies 1970 et 1980 ont été marquées par une baisse considérable des hauteurs de précipitations et une très grande sécheresse [3]. Les précipitations sont un élément climatique majeur pour le développement des activités agricoles [4]. La diminution sensible de la production agricole nationale est en rapport avec l'irrégularité et la baisse brutale des hauteurs pluviométriques [5]. Les fluctuations climatiques entraînent une modification des systèmes culturels, engendrent un déficit de la balance commerciale, ébranlent le système économique et tout le tissu social [6]. Les différentes perturbations qu'enregistrent les systèmes culturels s'expliquent par l'irrégularité pluviométrique, la mauvaise répartition des précipitations. L'agriculture étant essentiellement pluviale, la modification du régime des précipitations entraîne des perturbations agricoles brutales qui ont des répercussions profondes sur la vie des populations en général et les agriculteurs en particulier [7]. En faisant l'hypothèse que les récessions pluviométriques provoquent la baisse des rendements et l'insuffisance des produits vivriers dans les milieux périurbains de la commune de Parakou, cette étude se propose d'analyser le régime climatique et ses influences sur la production du maïs de mai à septembre dans ladite commune.

## 2. Méthodologie

### 2-1. Milieu d'étude

L'étude est réalisée dans la commune de Parakou située entre 9°21 latitude nord et 2°36 longitude Est. Elle s'étend sur une superficie de 441 km<sup>2</sup> dont 53,3 % occupée par l'habitat, avec une population de 254.254 habitants en 2013 (RGPH 4). Elle est située au centre de la République du Bénin à 407 km de la capitale économique Cotonou ; et représente la capitale régionale du Nord-Bénin, soumis au climat des régions soudanaises et soudano-sahéliennes à deux saisons [6]. L'étude s'est déroulée dans le village de Tourou dans le premier arrondissement de la commune de Parakou. Durant la période de 1951-2010, le nombre de jours de pluie a constamment baissé dans l'ordre de 11 à 28 %, alors que la température a connu une augmentation de 1°C [8].

Les risques climatiques ne sont pas répartis uniformément en République du Bénin. Les secteurs géographiques les plus exposés aux risques climatiques sont les zones agro-écologiques de l'extrême Nord-Bénin, l'Ouest-Atacora, le Centre et la zone des pêcheries dans le Sud du pays [9]. Les modèles probabilistes prédisent qu'à l'horizon 2050, la région sera victime d'un accroissement de pluies périodiques, d'une diminution des précipitations à l'échelle saisonnière et d'un accroissement de la durée des saisons sèches [8]. Dans la commune de Parakou, les précipitations moyennes sont estimées à 1.200 mm. La précipitation maximale est souvent observée dans les mois de juillet, août et septembre. Lorsque le front intertropical se trouve en dessous de 10° de latitude nord, souffle un vent sec et chaud : l'harmattan [10]. Il faut ajouter à celui-ci, des vents violents observés au début et vers la fin des saisons des pluies et qui occasionnent beaucoup de dégâts. La dominance des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés hydro-morphes et les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions dans la commune favorisent la production agricole. Ces sols ferrugineux tropicaux et hydro-morphes sont très favorables à la production agricole et sont les plus répandus avec plus de neuf millions d'hectares de la superficie nationale [11].

## 2-2. Données mobilisées

Deux catégories de données ont été utilisées dans cette étude. Les séries climatiques (pluviométrie et température) ont été collectées auprès de la station Parakoise de l'ASECNA (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar), sur la période de 1965 à 2012. Les statistiques sur l'évolution des emblavures et le rendement de la production du maïs sont extraites de la base de données de la FAO disponibles en ligne [12]. Toutes ces données ont été complétées par une enquête de terrain du 7 au 28 février 2015. Les travaux de terrain ont permis d'avoir des informations surtout qualitatives. Un total de 87 ménages agricoles périurbains a été enquêté dans la commune, sur la base d'un échantillonnage aléatoire. Les entretiens individuels avec les agriculteurs ont été couplés avec deux discussions collectives (focus group) avec des groupes d'agriculteurs dans le village de Tourou et des observations directes dans les champs. Les principales informations collectées concernent les différentes perceptions des agriculteurs sur l'évolution des précipitations et des températures dans leur milieu d'activité agricole et les différents impacts sur la production du maïs.

## 2-3. Méthode de traitement des données

Les traitements ont permis d'évaluer la variation mensuelle et interannuelle des précipitations et de la température dans le milieu d'étude. La variation climatique a été analysée à travers le rythme saisonnier des précipitations et des températures. La distribution des années humides et des années sèches est faite à partir de l'indice de Lamb [13], qui représente l'écart à la moyenne normalisée par l'écart-type :

$$x = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (1)$$

où  $x$  représente le cumul moyen annuel obtenu par poste ou station pour l'année  $i$ . Le  $\bar{x}$  et  $\sigma$  représentent respectivement la moyenne et l'écart-type de la série considérée.

La détection de rupture de stationnarité des chroniques climatiques a été mise en évidence par le logiciel Khronostat 1.01. Les analyses se sont focalisées sur les tests de Pettitt (1979), de Buishand (1971), l'approche bayésienne de Lee et Heghinian (1977) et la méthode d'Hubert (1989). Les tests de Lee et Heghinian et de Pettitt détectent une rupture au maximum, tandis que la segmentation d'Hubert permet d'en détecter plusieurs si elles existent dans une série chronologique de données.

L'étude prend également en compte une diversité de critères selon des auteurs pour déterminer la date de l'installation de la saison des pluies et de la saison sèche dans le milieu d'étude. Il s'agit des approches agro-climatiques du bilan hydrique développées par les auteurs [14, 15]. Ces différentes approches ont permis la détermination de l'évolution de la pluie par rapport à l'évapotranspiration potentielle et du nombre de jour de pluie dans le milieu.

#### 2-4. Variation climatique au Bénin

La variation climatique est un défi indéniable pour l'Afrique en général et pour le Bénin en particulier. Le dernier rapport du Groupement International d'Experts sur le Climat classe l'Afrique parmi les continents les plus vulnérables [16]. De par sa position géographique, le Bénin fait partie de la zone intertropicale caractérisé par un climat chaud et humide. La partie méridionale est caractérisée par un climat subéquatorial à deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches. Le régime pluviométrique est bimodal avec une forte humidité relative (85 à 90 %) et une température annuelle moyenne oscillant entre 23 et 32°C [9]. La partie septentrionale du Bénin, quant à elle, connaît une saison pluvieuse et une saison sèche et est soumise à un régime pluviométrique unimodal qui s'étend de 8° 30' à 12° 30' Nord [6]. Ce paysage climatique est marqué au cours des dernières décennies par des irrégularités pluviométriques saisonnières, suivies d'une diminution du nombre de jours de pluie au Bénin. Par exemple, le nombre de jours de pluie fut annuellement de 100 jours en moyenne au cours de la période allant de 1971 à 2000 ; et est d'ailleurs inégalement réparti entre les deux grandes régions du pays. Pendant que le sud bénéficiait d'une moyenne de 140 jours, le nord ne pouvait que se contenter de 80 jours de pluie par an [8]. Dans ces conditions de récession des jours de pluie, les précipitations ont baissé de 11 à 28 % sur toute l'étendue du territoire, et la température a connu une hausse de 1°C [ibid]. Ces modifications des paramètres climatiques induisent inévitablement des perturbations dans le calendrier agricole entraînant des effets pervers dans les rendements des diverses spéculations agricoles. La plupart des travaux ont montré que les totaux pluviométriques annuels des décennies 1970 et 1980 sont caractérisés par des baisses sensibles [17]. Ainsi, la variation des précipitations, la hausse des températures et la réduction du nombre de jours pluvieux caractérisent le climat du Bénin au cours des dernières années. Selon les projections, l'anomalie dépasserait l'échelle annuelle de 1°C à partir de 2050 et pourrait atteindre 3°C au Sud et 3,5°C dans la région Nord à l'horizon 2100 [8]. Cette hausse des températures et la variation du régime des précipitations impactent négativement la disponibilité en eau par une augmentation de l'évaporation. Dans ces conditions le secteur agricole se trouve exposé aux effets néfastes des changements climatiques.

#### 2-5. Production vivrière au Bénin

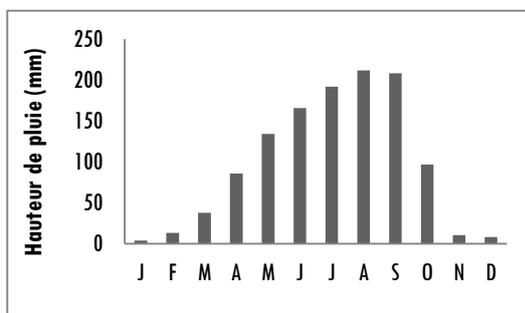
La modification des paramètres climatiques au Bénin reste amplifiée par les facteurs naturels et anthropiques. Le climat est sujet à de forte variabilité des précipitations dont les conséquences restent néfastes pour la production vivrière qui a évolué de 33,1 % du PIB béninois en 1995 à 34,9 % en 2000 et a progressivement diminué jusqu'à atteindre 32,6 % en 2008. Sur une superficie de 11,47 millions ha, les terres cultivables représentent 2,6 millions ha [18]. Le secteur de l'agriculture constitue l'un des piliers de l'économie béninoise. Il occupe environ 75 % de la population active et demeure essentiellement une agriculture de subsistance. L'agriculture béninoise est de type extensif et itinérant sur brûlis, aux rendements et productions aléatoires [19]. Ainsi, cette agriculture pratiquée est fortement dépendante du régime des précipitations et de leur variabilité [20]. La variation des précipitations et la décroissance du nombre de jours de pluie à travers le pays ont d'énormes impacts sur le secteur de l'agriculture au Bénin. Selon les travaux des auteurs [1, 6], le Bénin connaît une réduction de la durée de la saison agricole, une persistance des anomalies négatives, une hausse des températures et une péjoration pluviométrique qui modifient les régimes pluviométriques et les systèmes de production agricoles.

Les cultures sont soumises à des phénomènes de raccourcissement des cycles végétatifs et sous l'effet répété des récessions et perturbations des précipitations, les rendements agricoles sont gravement affectés. Le maïs, la plante alimentaire la plus cultivée dans le pays connaît de plus en plus une baisse de rendement au rythme des variations pluviométriques. Au cours des années 1995 à 2012, le rendement de maïs a varié de 522.274,38 t en 1995 à 1.204.131 t en 2006, soit une augmentation des rendements de 681.856,6 t de maïs. Ce rendement a connu une baisse de 50.014 t des rendements de 2006 à 2012. L'espace cultivé a également connu une augmentation de 493.493,5 ha en 1995 à 1.038.464 ha en 2006, soit un écart de 544.970,5 ha; puis un déclin de 99.610 ha entre 2006 et 2012. La disponibilité en eau favorise la culture du maïs. La baisse des rendements observés au Bénin est parfois due au déficit pluviométrique [5]. La diminution sensible de la production agricole est en rapport avec l'irrégularité et la baisse des hauteurs pluviométriques. Ainsi, avec la baisse des précipitations, la hausse des températures et les sécheresses, la production vivrière a connu une baisse généralisée de 50 % dans tous les départements du Bénin [9]. Les paysans au Bénin perçoivent dans leur totalité la variabilité du régime des précipitations et la hausse des températures d'une part, et les effets négatifs sur les productions agricoles d'autre part. Toutes ces situations amènent les paysans à développer des stratégies d'adaptation à la dynamique du climat. Les stratégies d'adaptations développées par les populations agricoles face à la variation climatique se rapportent à l'adoption de variétés à cycle court, à l'association des cultures de rente aux cultures vivrières, l'augmentation des emblavures et l'aménagement des bas-fonds. Nous distinguons des variétés à cycle court comme le maïs de 75 jours, cultivées au Bénin pour faire face au déficit pluviométrique, en remplacement du maïs local de 90 jours et 120 jours. Il en est de même pour l'arachide (TS-32-1) de 90 jours, adopté au détriment de l'arachide (TS-69-101) de 120 jours. De même, le niébé à cycle long est délaissé au profit du niébé amélioré de variété (TVX-1850-01-F) de 65 jours, d'après les responsables des centres communaux de promotion agricole.

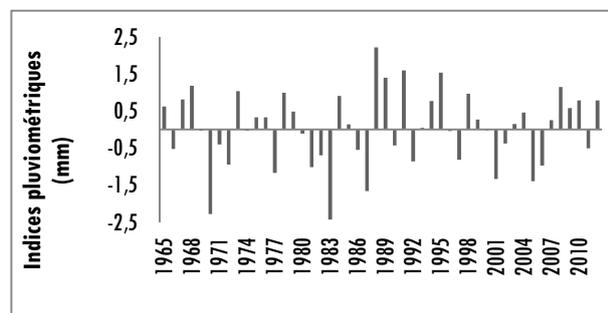
### 3. Résultats

#### 3-1. Indicateurs pluviométriques dans la commune de Parakou

Le régime pluviométrique de la commune de Parakou est unimodal avec deux saisons bien marquées : une saison pluvieuse de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril. Les **Figures 1 et 2** montrent l'évolution mensuelle et inter annuelle des précipitations dans la commune de Parakou.



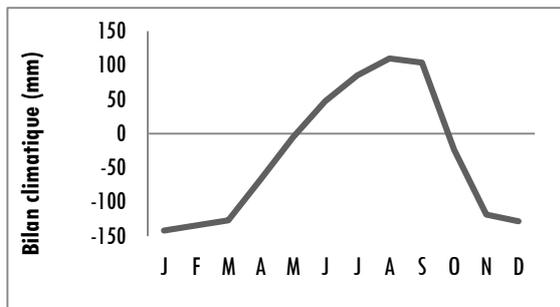
**Figure 1 :** Régime pluviométrique moyen à Parakou de 1965 à 2012



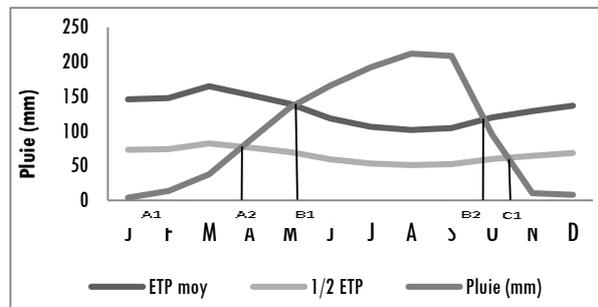
**Figure 2 :** Variabilité inter annuelle moyenne à Parakou de 1965 à 2012

Les hauteurs de pluies atteignent les 1094,37 mm soit 87,30 % des précipitations de mai à octobre (saison pluvieuse) et les 159,11 mm soit 12,70 % des précipitations de novembre à avril (saison sèche) (**Figure 1**).

Au cours de la saison pluvieuse, précisément entre les mois de mai et juillet, la production du maïs est possible. Cette période est marquée par la concentration des activités agricoles, parce que plus de 90 % des producteurs ne pratiquent que l'agriculture de type pluviale. Pendant la saison sèche où les moyennes pluviométriques sont estimées à environ 7,66 mm, dans les trois dernières décennies, les producteurs ont procédé à la récolte jusqu'au mois de novembre. L'indice pluviométrique sur la période 1965-2012 (**Figure 2**) a permis de constater que la commune de Parakou est caractérisée par une forte variabilité pluviométrique sous la forme d'une alternance d'années déficitaires et excédentaires. La commune a enregistré 47 % d'années déficitaires, 51 % d'années excédentaires et 2 % d'années moyennes. L'alternance des années humides et des années sèches dans la période de 1965 à 2012, a entraîné le dérèglement des calendriers culturaux et la baisse des rendements. Les précipitations maximales sont observées dans les mois d'août et de septembre, soit respectivement 211,80 mm et 208,42 mm. La recherche de rupture de stationnarité a été réalisée sur la période de 1965-2012 avec le logiciel khronostat 101. Les différents tests réalisés montrent qu'il n'y a pas de rupture sur la période d'étude. L'évolution du bilan climatique (**Figure 3**) a été réalisée pour mieux rendre compte des mois humides dans la commune. Ensuite la **Figure 4** rend compte du bilan hydrique dans la commune de Parakou.



**Figure 3 :** Bilan climatique dans la commune de Parakou de 1965 à 2012



**Figure 4 :** Bilan hydrique entre Pluie-ETP à Parakou de 1965 à 2012

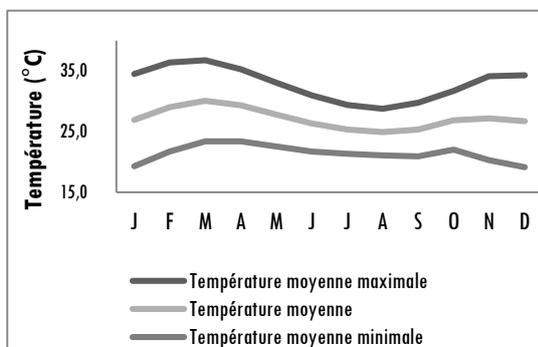
La **Figure 3** montre que le bilan climatique est positif sur la période de juin à septembre (saison pluvieuse), avec une disponibilité en eau dans la commune. Par contre, dans la période d'octobre à avril (saison sèche), le bilan climatique est négatif, avec pour conséquence un manque d'eau. Cette période est consacrée à la préparation des champs. La **Figure 4** présente le découpage de la saison pluvieuse en trois périodes: la période pré-humide: avril et mai, au cours de laquelle la quantité de pluie est inférieure à l'évapotranspiration potentielle dans le milieu d'étude; la période humide constituée des mois de juin, juillet, août et septembre durant laquelle la pluie est globalement supérieure à l'évapotranspiration potentielle et la période post-humide: octobre et novembre, moment où la pluie redevient inférieure à l'évapotranspiration potentielle. On note donc que le bilan hydrique varie dans le temps et dans l'espace. Ces variations climatiques constituent des facteurs limitants de la production du maïs. L'insuffisance de l'eau dans le sol commence quand la pluie devient égale à  $\frac{1}{2}$  ETP. De novembre à avril (A1-A2), cette phase climatique de déficit hydrique permet aux producteurs de préparer les terres, à travers le défrichage des champs pour le maïs. Les mois d'octobre à mai (B1-B2) sont des mois secs, certains étant moins secs alors que d'autres sont très secs. Les mois d'octobre, d'avril et de mai ont des valeurs inférieures à l'évapotranspiration potentielle donc moins secs; tandis que les mois de novembre à mars présentent des valeurs inférieures à  $\frac{1}{2}$  ETP, et sont par conséquent très secs (**Figure 4**).

La période (A2-B1) est celle des semis de maïs dans la commune de Parakou. Elle est marquée par le début de la saison des pluies. Ce début des pluies, selon la quasi-totalité des enquêtés, connaît des écarts de plus de 7 jours avant l'installation des évènements pluvieux. A partir de juin, les pluies sont en dessus de l'évapotranspiration (**Figure 4**). Il s'ensuit que les excédents pluviométriques sont nettement constatés dans les mois de juin à septembre, avec des précipitations plus abondantes dans la commune. La variabilité marquant le début et la fin, de même que la longueur de la saison des pluies ont été analysées à partir du bilan hydrique entre Pluie-ETP (**Figure 4**). La longueur de la saison pluvieuse est calculée par soustraction de la date du début de la date de la fin de celle-ci. La longueur de cette saison, pour la période des 47 ans considérée, varie de 145 jours à 122 jours au total à Parakou. Il apparaît ainsi que le moment de la saison pendant laquelle il peut pleuvoir est assez court dans le Nord, mais variable à l'échelle spatiale et inter annuelle. La variation du régime des précipitations constitue un risque pour la production du maïs. La période de la saison pendant laquelle il peut pleuvoir au nord-Bénin, avec une disponibilité assez suffisante en ressource en eau est assez courte. Elle s'étend globalement du mois de juin au mois de septembre. Cependant, ces quelques mois de pluie sont encore affectés par une grande variabilité inter annuelle. Ce constat renvoie à la nécessité d'une prise de conscience des différents acteurs du secteur agricole pour une meilleure prévision saisonnière de la pluie favorable à une bonne gestion de la campagne agricole.

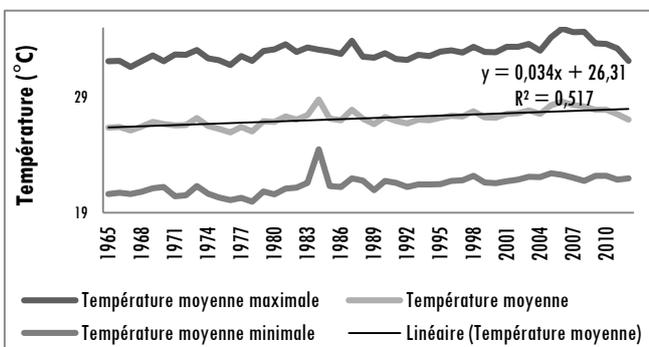
Ces résultats confirment ceux des auteurs [6, 21] qui ont déjà montré que le nord-Bénin connaît une variabilité climatique qui bouleverse le calendrier des productions agricoles, laquelle se traduit par l'alternance d'années déficitaires et excédentaires. L'installation tardive des pluies et les poches de sécheresse au cours de la saison pluvieuse ont des conséquences sur la production agricole [22]. La commune de Parakou connaît une disponibilité en eau de ruissèlement pendant les mois de juin à septembre ce que les hydrologues, les agronomes et les climatologues qualifient respectivement du début de la saison des pluies et les mois pluvieux [22, 23]. La réduction du nombre de jours de pluie dans le milieu d'étude confirme la recherche de certains auteurs [24, 8], qui ont déjà montré que le Nord du Bénin connaît une baisse considérable du nombre de jours de pluie de 145 jours à 80 jours en moyenne.

### 3-2. Indicateurs thermiques dans la commune de Parakou

Les températures moyennes mensuelles et annuelles sur la période 1965-2012, ont permis de déterminer le rythme de l'évolution de la température moyenne dans la commune de Parakou. Les **Figures 5 et 6** présentent la tendance évolutive des températures dans la commune Parakou.



**Figure 5 :** Régime thermométrique moyen à Parakou de 1965 à 2012

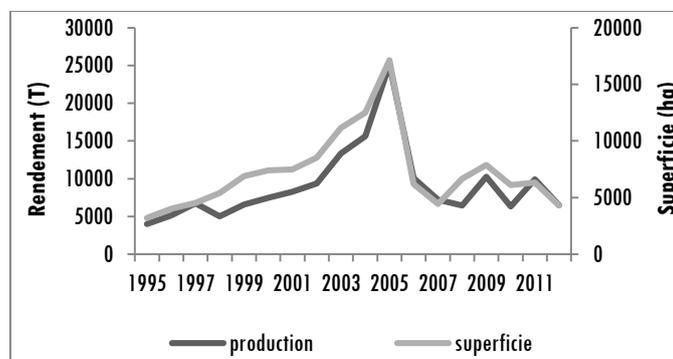


**Figure 6 :** Variabilité thermométrique annuelle à Parakou de 1965 à 2012

La **Figure 5** révèle que la température moyenne augmente de  $26,9^{\circ}\text{C}$  en janvier à  $30,1^{\circ}\text{C}$  en mars. Cette période est marquée par une forte chaleur et rend possible les activités de transport et de commerce surtout celui des produits vivriers, puisque c'est dans cette période que certains producteurs vendent leurs produits de récolte stockés. La température diminue progressivement de  $29,4^{\circ}\text{C}$  en avril à  $24,9^{\circ}\text{C}$  en septembre. La **Figure 6** met en évidence la variabilité interannuelle des températures moyennes, maxima et minima sur la période de 1965-2012 à la station de Parakou. L'évolution de la température moyenne varie entre  $26,3^{\circ}\text{C}$  en 1965 à  $28,7^{\circ}\text{C}$  en 1984 soit une augmentation de  $2,4^{\circ}\text{C}$  ( $0,05^{\circ}\text{C}/\text{an}$ ). Cette augmentation de la température favorise l'élévation du taux d'évapotranspiration dans la commune de Parakou. Cette tendance confirme celle du sud du Bénin [25]. Pour ces auteurs, les températures de Pobè sont en hausse de  $2,3^{\circ}\text{C}$  (température maximale) et  $1,9^{\circ}\text{C}$  (température minimale). La température dans le nord est également en hausse de  $1^{\circ}\text{C}$  confirmant que la commune de Parakou, tout comme les autres communes du Bénin, connaît une tendance à la hausse des températures [8]. Selon les conclusions de certains auteurs [26], les activités humaines sont en train d'altérer notre système climatique et elles continueront à le faire. La pression anthropique sur les essences végétales, les feux de végétation et la déforestation en sont les principales causes [27]. L'agriculture étant essentiellement pluviale, la modification du régime des précipitations et la hausse des températures ont d'énormes répercussions sur la production agricole et les rendements. Ainsi, les déficits ou excès pluviométriques et la hausse des températures entraînent des chutes de rendement du maïs à l'ordre de 10 à 30 % [28].

### 3-3. Evolution des rendements et des superficies en relation avec les précipitations

La commune de Parakou, située dans la zone cotonnière du Centre Bénin (V) est le cadre du développement de plusieurs cultures : céréales, tubercules et légumineuses, notamment. La **Figure 7** montre l'évolution des rendements et des espaces cultivés du maïs de 1995 à 2012.



**Figure 7 : Rendement-emblavure du maïs à Parakou 1995 à 2012**

Source : FAO, 2015

Le rendement de maïs dans la commune de Parakou a varié de 3.982 t en 1995 à 25.162 t en 2005, soit une hausse des rendements de 21.180 t ; puis un déclin de 18.671 t des rendements entre 2005 et 2012. L'espace cultivé a également varié dans la commune de 3.204 ha en 1995 à 17.142 ha en 2005, soit un écart de 13.938 ha ; puis un déclin de 12.849 ha, est enregistré de 2005 à 2012 (**Figure 7**). La précipitation constitue un élément majeur pour la culture et le rendement du maïs. Nos résultats confirment que la diminution de la production est en corrélation avec la quantité d'eau précipitée [29]. Cependant, la hausse des températures et la variation des précipitations ne peuvent être considérées comme les seuls déterminants d'un bon rendement agricole. L'état de la fertilité des sols, par exemple, joue également un rôle important [27].

Cette nuance n'est pas de nature à remettre en cause, ou à minimiser les liens entre rendements agricoles et climat. Le risque de réduction des rendements agricoles est toujours présent dans les différentes régions agro-écologiques du Bénin, lorsqu'il y a une augmentation supplémentaire des températures et quand les sols deviennent plus secs [1].

### **3-4. Perception des producteurs de la variation climatique et son impact sur la production de maïs**

Les perceptions paysannes de la variabilité climatique corroborent les résultats climatologiques, notamment la hausse des températures, la fréquence des séquences sèches pendant la saison des pluies et la baisse des précipitations. Pour la majorité des producteurs enquêtés (60 %), la persistance des extrêmes climatiques est causée par les activités humaines à travers les pratiques de déboisement, de déforestation et des feux de végétation. Selon 85 % des enquêtés, le retard de la grande saison pluvieuse, l'irrégularité de la pluie, la chaleur excessive et les poches de sécheresse en saison de pluie justifient la baisse du rendement constatée lors de la seconde période de 2006 à 2012 dans la commune, par rapport à la première période de 1995 à 2005 (*Figure 7*). Ces variations locales du climat affecteraient diverses étapes de mise en place des cultures : préparation des terres, semis, entretiens des champs, etc., et empêcheraient également le bon développement des plants de maïs. Les conséquences se révèlent à travers les rendements. Face à ces effets multiples du climat sur les ressources et les moyens de production, les agriculteurs développent diverses stratégies d'adaptation.

Face à la modification des dates de semis, les paysans font varier les dates de semis en fonction des pluies. En général, elles sont retardées de 2 semaines par rapport à la date habituelle (mi-mai). Les producteurs de maïs adoptent aussi de variétés culturales améliorées à cycle court, et développent des productions dans les bas-fonds. Les agriculteurs modifient également leurs pratiques agricoles et recourent à de nouvelles techniques de production. L'utilisation des moyens de production est davantage raisonnée pour tenir compte des risques éventuels pouvant survenir au cours de la saison agricole. La quasi-totalité des enquêtés croient davantage en l'association culturale comme stratégie pouvant leur permettre de lutter contre les effets des variations climatiques. Les associations culturales les plus fréquentes sont maïs-sorgho, maïs-igname, mil-sorgho, maïs-mil-sorgho, maïs-gombo, etc. L'agriculture pratiquée étant pluviale, les dates de démarrage de la saison des pluies et la distribution spatio-temporelle des pluies sont plus importantes pour les paysans dans le milieu d'étude. Cette perception des producteurs de maïs de Parakou corroborent les résultats selon lesquels la variabilité des paramètres climatiques bouleverse le calendrier agricole [27]. Cependant, la baisse de la fertilité des sols, la mauvaise qualité des intrants utilisés dans la production agricole et des semences déterminent aussi l'évolution des productions [30].

## **4. Discussion**

Les impacts des changements climatiques affectent déjà gravement l'environnement, les ressources naturelles et les populations qui en dépendent, en particulier les communautés les plus pauvres et les plus vulnérables [31], à cause de leurs capacités d'adaptation limitées et leur grande dépendance des ressources à forte sensibilité climatique, telles que les ressources en eau et les systèmes de production agricole [26]. Le milieu d'étude connaît une variation des précipitations et une hausse des températures. Cette perception est confirmée par la totalité des enquêtés. Cette situation qui compromet la disponibilité de ressource en eau, perturbe fortement l'activité agricole et affectent les moyens de vie et d'existence des acteurs locaux. Les ressources en eau sont une nécessité pour la vie, l'agriculture ainsi que la vie aquatique [32].

Des paramètres climatiques, notamment la pluviométrie est la plus déterminante des productions agricoles dans la commune de Parakou. La quasi-totalité des populations enquêtées ont affirmé que la commune connaît des cas de retard dans l'installation des pluies, des poches de sécheresse en pleine saison pluvieuse ou d'un prolongement de saison. Cette évolution des précipitations dans ces deux dernières décennies a entraîné un bouleversement du calendrier agricole et par conséquent une baisse des rendements agricoles. Les résultats confirment ceux de l'auteur [33], qui a révélé que la variation pluviométrique entre les années 1985-1994 a compromis le bon rendement agricole avec toutes ses conséquences sur l'alimentation dans la région nord-Bénin. La réduction de la production agricole est en rapport avec l'augmentation de la température, l'irrégularité et la baisse des précipitations. La possibilité de semer à bonne date devient récurrente. Cette condition climatique contraint les paysans périurbains de la commune de Parakou à laisser progressivement certaines cultures, notamment à cycle long, pour adopter des cultures à cycles courts. Le développement de l'association de culture et la culture dans les bas-fonds sont devenus des stratégies, pour mieux faire face aux variations climatiques. C'est le cas des bas-fonds qui offrent de vastes potentiels valorisables pour la production agricole [34]. Les bas-fonds ont un ensemble de ressources plus intéressant pour l'intensification et la diversification des cultures. Selon les populations enquêtées, la température ne constitue pas pour autant une contrainte aux activités agricoles, surtout pendant les récoltes. Cependant, l'augmentation de la température constitue également un défi à réduire pour le bon rendement des cultures car la variation inter mensuelle de la température moyenne entre 26,9°C à 30,1°C, influence les semis qui ne trouvent pas de l'eau pour germer et ils pourrissent dans le sol.

## 5. Conclusion

La succession des années excédentaires et déficitaires dans les pluviométries annuelles ont induit une représentation locale des variations climatiques et l'adoption de nouveaux modes d'exercice de l'activité de production de la culture du maïs chez les populations de la commune de Parakou. La production et la rentabilité de cette culture restent dépendantes des précipitations. Dans le contexte d'agriculture pluviale, la modification du régime des précipitations entraîne des perturbations qui ont des répercussions profondes sur la vie des agriculteurs. Face à l'incertitude, les paysans développent diverses stratégies d'adaptation se traduisant par la mise au point de nouveaux itinéraires techniques, l'intensification et la diversification des cultures.

## Références

- [1] - E. OGOUWALE, *Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional*. Mémoire de DEA, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, (2004), 95 p.
- [2] - FAO, *La mise en valeur des eaux au profit de la sécurité alimentaire*. Rome, (1995), 43 p.
- [3] - M. IDANI, A. A. AKINDELE, F. K. MEDEOU, E. OGOUWALE, Stratégies d'adaptation paysannes aux changements climatiques dans l'arrondissement de Dassari (Bénin, Afrique de l'Ouest) : 291-294. In Boko M., Vissin E.W., Afouda S., « *Climat Agriculture, Ressources en Eau d'hier à demain* », Actes du XXVIème Colloque de l'AIC, Bénin, (2013), 573 p.
- [4] - I. YABI, F. AFOUDA, S. ZAKARI, M. BOKO, Quelques caractéristiques de la seconde saison agricole dans le département des collines (Bénin) : 530-535. In Boko M., Vissin E.W., Afouda S., « *Climat Agriculture, Ressources en Eau d'hier à demain* », Actes du XXVIème Colloque de l'AIC, Bénin, (2013), 573 p.

- [5] - S. ODJO, *Rythmes climatiques et contraintes alimentaires dans l'Atacora*. Mémoire de géographie, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (1997), 112 p.
- [6] - M. BOKO, *Climats et communautés rurales du Bénin : rythmes climatiques et rythmes de développement*. Thèse de Doctorat ès d'Etat, Université de Bourgogne, Dijon, France, (1988), 601 p.
- [7] - E. OGOUWALE, *Vulnérabilité/Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Département des Collines*. Mémoire de Géographie, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, (2001), 119 p.
- [8] - M. BOKO, F. KOSMOWSKI, W. E. VISSIN, *Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin : Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest*. Konrad-Adenauer-Stiftung, Cotonou, Bénin, (2012), 65 p.
- [9] - PANA, *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*. Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques du Bénin (PANA- Bénin), MEPN, Cotonou, Bénin, (2008), 81 p.
- [10] - S. C. HOUSSOU, *Les bioclimats humains de l'Atacora et leurs implications socio-économiques dans le Nord-ouest du Bénin*. Thèse de doctorat de géographie. Université de Bourgogne, France, (1998), 336 p.
- [11] - MAEP, *Rapport de performance secteur agricole*. Direction de la Programmation et de la Prospective, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Cotonou, Bénin, (2010), 20 p.
- [12] - FAOSTAT, *Quantité des importations du bois d'œuvre et la Production: Point des campagnes nationales de reboisement dans la région du Borgou/Alibori*. *Divisions Statistiques de la FAO*, (Consulté le jeudi 19 février 2015). [www.countrystat.org](http://www.countrystat.org)
- [13] - P. J. LAMB, Persistence of Sub-Saharan drought. *Nature*, London, 299, (1982), 46-47.
- [14] - P. Franquin, *Analyse agro-climatique en région tropicale. Saison pluvieuse et saison humide*. ORSTOM, Série Biologie 9, (1969) ,66-95.
- [15] - M. ERPICUM, M. BINARD, J.P. PETERS, J. ALEXANDRE, Une méthode d'analyse des caractéristiques de la saison des pluies en région sahélienne. *Actes des Journées de Climatologie*, Mont-Rigi, Presses Universitaires de Liège, Belgique, (1988), 43-56.
- [16] - GIEC, *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation du GIEC*. Genève, (2007), 103 p.
- [17] - J. E. PATUREL, E. SERVAT, B. KOUAME, J. MASSON, H. LUBES, La Sécheresse en Afrique de l'Ouest non sahélienne (Côte d'Ivoire, Togo, Bénin). *Sécheresse*, 6, (1995), 95-102.
- [18] - MAEP, *Politiques agricoles à travers le monde quelques exemples*. Rapport de performance secteur agricole. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Bénin, (2015), 5 p.
- [19] - MEHU, *Deuxième communication nationale de la république du Bénin sur les changements climatiques*. Direction Générale de l'Environnement, Cotonou, Bénin, (2011), 165 p.
- [20] - S. NICHOLSON, On the question of the "recovery" of the rains in the West African Sahel. *Journal of Arid Environments*, 63, (2005), 615-41.
- [21] - C. HOUNDENOU, *Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation*. Thèse de doctorat en Climatologie, Université de Bourgogne, Dijon, France, (1999) ,390 p.
- [22] - M. BALME, S. GALLE, T. LEBEL, Démarrage de la saison des pluies au Sahel : variabilité aux échelles hydrologique et agronomique, analysée à partir des données EPSAT-Niger, *Sécheresse*, 16 (1), (2005), 15-22.
- [23] - L. HENIA, *Climat et bilans de l'eau en Tunisie, Essai de régionalisation climatique par les bilans hydriques*. Publication de l'université de Tunis I, (1993), 391 p.
- [24] - V. MAMA, *La Gestion de l'information sur les sols et les eaux pour la Sécurité alimentaire au Bénin*. Rapport final, Cotonou, Bénin, (1998), 44 p.

- [25] - T. CODJO, F. LAMODI, S. AGBALESSI, R. OGOUWALE, E. OGOUWALE, Stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques dans la commune de pobè : 164-169. In Boko M., Vissin E.W., Afouda S., « *Climat Agriculture, Ressources en Eau d'hier à demain* », Actes du XXVIème Colloque de l'AIC, Cotonou, Bénin, (2013), 573 p.
- [26] - GIEC, *Pauvreté et changements climatiques : Rapport sur Réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation aux changements climatiques*. Berlin Media Company, Allemagne, (2001), 43 p.
- [27] - F. I. OUOROU BARRE, *Variabilité climatique et production agricole dans les communes de Tanguiéta et Matéri*. Mémoire de DEA à Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, (2010), 109 p.
- [28] - A. A. AKINDELE, E. OGOUWALE, I. YABI, Vulnérabilité et adaptation de la production vivrière aux contraintes climatiques dans la commune d'adja-ouere : 45-50. In Boko M., Vissin E. W., Afouda S., « *Climat Agriculture, Ressources en Eau d'hier à demain* », Actes du XXVIème Colloque de l'AIC, Cotonou, Bénin, (2013), 573 p.
- [29] - S. ODJO, *Rythmes climatiques et contraintes alimentaires dans l'Atacora*. Mémoire de géographie, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, (1997), 112p.
- [30] - F. D. CHEDE, C. HOUNDENOU, B. SARR, I. YABI, Risques climatiques et activités agricoles dans la commune de Save : 159-163. In Boko M., Vissin E.W., Afouda S., « *Climat Agriculture, Ressources en Eau d'hier à demain* », Actes du XXVIème Colloque de l'AIC, Cotonou, Bénin, (2013), 573 p.
- [31] - IPCC, *Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique*. Island Press, Washington, (2001), 53 p.
- [32] - CdP-18, *La gestion des ressources naturelles transfrontalières dans un contexte de changement climatique-Le cas des bassins versants partagés en Afrique*. Note conceptuelle de l'événement, (2012), 6 p.
- [33] - F. I. OUOROU BARRE, *Variabilité climatiques et production vivrière dans la commune de Tanguiéta*. Mémoire de géographie, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, (2007), 71 p.
- [34] - J. G. ASSIGBE, Contribution des légumineuses et des cultures de rotation à l'amélioration de la fertilité des sols et la durabilité des systèmes rizicoles de bas-fonds. *Actes de l'atelier scientifique*, Nairobi, (2001), 125 p.