

INFLUENCE DE LA DÉGRADATION CLIMATIQUE SUR L'ÉVOLUTION DE LA CACAOCULTURE DANS LA ZONE ÉCOLOGIQUE DU BÉLIER (CENTRE DE LA CÔTE D'IVOIRE)

Mathieu Jonasse AFFRO

Docteur, Géographie physique, Membre du LABORADDYS

Université Alassane Ouattara (Bouaké, Côte d'Ivoire)

affrojonasse@gmail.com

Alain André BELA

Doctorant, Géographie physique

Université Alassane Ouattara (Bouaké, Côte d'Ivoire)

alainbela7@gmail.com

Résumé

Les conditions climatiques et agroclimatiques actuelles ne sont plus favorables au développement de la cacao-culture dans la zone écologique du Bélier. Ainsi, cette recherche vise à montrer l'impact des paramètres climatiques sur la cacao-culture dans la zone écologique du Bélier. Pour atteindre cet objectif plusieurs méthodes ont été utilisées à savoir les indices climatiques, les analyses multi-variables, les analyses statistiques et les enquêtes par questionnaire. Les systèmes de production de la cacao-culture dans la zone du Bélier tendent à disparaître suite à la dégradation tendancielle des paramètres climatiques telle que la baisse importante de la pluviosité. L'on note un taux moyen de 13 % de la régression de la pluviométrie qui correspond à une réduction de 168 mm de pluie allant de 1972 à 2021. Les paramètres climatiques sont les facteurs très importants pour le développement de la cacao-culture à l'exception de la température qui influence moins la productivité. Dans cet élan, à 2014, la production cacao-yère connaît quant à elle une baisse notable de 9397 (en 1999) et 6585 tonnes (en 1999). Les mesures de d'adaptation s'imposent avec à l'image des nouvelles variétés telles proposées par le CNRA à savoir la variété Mercedes et l'utilisation des basfond.

Mots clé : *Cacao-culture ; conditions climatiques ; indices climatiques ; mesures de d'adaptation ; Zone écologique du Bélier.*

Abstract

Current climatic and agroclimatic conditions are no longer favorable to the development of cocoa production in the Bélier ecological zone. The aim of this research is therefore to show the impact of climatic parameters on cocoa production in the Bélier ecological zone. To achieve this objective, several methods were used: climatic indices, multivariate analysis, statistical analysis and questionnaire surveys. Cocoa production systems in the Bélier zone are tending to disappear as a result of the downward trend in climatic parameters, such as the significant drop in rainfall. The average rate of rainfall decline is 13%, corresponding to a reduction of 168 mm of rainfall between 1972 and 2021. Climatic parameters are very important factors in the development of cocoa farming, with the exception of temperature, which has

less influence on productivity. Against this backdrop, cocoa production in 2014 fell significantly, from 9,397 tonnes (in 1999) to 6,585 tonnes (in 1999). Adaptation measures are needed, such as the new varieties proposed by the CNRA, namely the Mercedes variety and the use of basfonds.

Key words: *Cacaoculture; climatic conditions; climatic indices; adaptation measures; Belier ecological zone.*

Introduction

La crise climatique, l'impuissance humaine, est une course que les scientifiques, les actions politiques sont en train de perdre, mais qu'ils peuvent encore gagner. Aucune région terrestre n'est en marge de ses conséquences dévastatrices dans le monde agricole surtout sur les cultures de rentes. Son ampleur exige des efforts considérables, d'énormes moyens. Cependant, la cacaoculture moteur de l'économie ivoirienne reste dépendante au climat. Elle est une des productions agricoles importantes pour l'économie ivoirienne. En 2018, le pays contribue à la production mondiale de 37%, soit une production nationale de 1969449 tonnes de fèves de cacao sur une production mondiale de 5152377 tonnes (FAOSTAT, 2010). Cette culture représente 15% du PIB de la Côte d'Ivoire, 35% des recettes d'exportation et elle est une des principales sources de revenu financière d'environ le tiers (1/3) de la population (Banque mondiale, 2019, p. 33).

En effet, la faible productivité de la cacaoculture est liée aux difficultés d'ordre climatique et aux techniques culturales. Malgré le potentiel important, la cacaoculture est largement tributaire des conditions climatiques, qui sont au cours de ces récentes décennies confrontées à des variabilités saisonnières et interannuelles (Brou Y. T., 2010, p. 2). Ainsi, les planteurs constatent une fluctuation régulière des hauteurs de pluie interannuelle dans la zone écologie du Belier (MINAGRI, 2014). Cette irrégularité des pluviométries des saisons pluvieuses, suivie des longues séquences sèches est dominée par la présence de l'harmattan qui se répercute davantage négativement sur les productions de la cacaoculture. De ce fait, les planteurs de cacao de la zone indiquent un état de dégradation du climat.

Le CNRA a donc développé de nouvelles variétés de cacao plus résistantes aux conditions climatiques, à haut rendement et une production à court terme. Cette nouvelle variété de cacao est vulgarisée par l'ANADER créée en 1993. Malgré les stratégies mises en place par

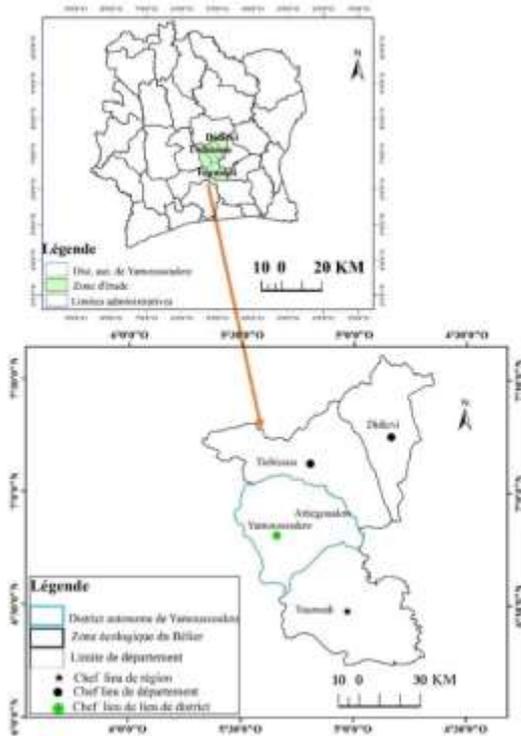
les acteurs d'encadrement et de recherche la baisse des rendements persiste. Cependant quels sont les impacts de la dégradation du climat sur la dynamique cacaoyère dans la zone écologique du Béliér ? **Telle est la question centrale qui ressort de ces constats. Spécifiquement il s'agira de** montrer l'impact de la variabilité climatique sur la cacaoculture dans la zone écologique du Béliér.

1. Matériel

1.1. Présentation de la zone d'étude

La zone écologique du Béliér est située entre les longitudes 5°24' W et 5W et, les latitudes 6°40'N et 7°12'N. Elle s'étend sur une superficie de 8366 Km² avec une population estimée à 837 666 habitants (INS, 2021) soit une densité 100,13 habitant /km². En effet, elle se limite au nord par la région du Gbêkê et au sud par la région de l'Agneby –Tiassa. Puis elle partage ses limites administratives à l'est avec la région de l'Ifou et celle du N'Zi. À l'ouest avec la région de la Marahoué et celle du Goh (carte 1).

Carte 1 : La zone écologique du Bélér



Source : BNETD, 2014

La pluviométrie annuelle moyenne est de 1000 à 1300 mm dont le régime pluviométrique est du type bimodal (d'avril à juin ou la grande saison des pluies et de septembre à octobre, ou la petite saison des pluies séparé par deux saisons sèches). Il s'agit d'un climat tropical humide de transition. Cette zone de transition appelée écotone est caractérisée par des îlots forestiers et de savanes. C'est une succession de forêts claires et de savanes (ACAPOVI-YAO et al, 2013). Ce paysage appartient au domaine soudanien (MONNIER Y., 1983, p. 72). Ce milieu physique du Bélér présente un relief peu accidenté, avec un plateau (dont l'altitude moyenne varie entre 200 et 300 mètres) et des chaînes de collines.

2. Méthode

Le cadre méthodologique présente les techniques de collecte des données, les méthodes d'analyse et les techniques de traitement des données climatiques et de terrains.

2.1.1. Données

L'ensemble des données utiles sont de 3 types que sont : les données climatiques, agroclimatiques, statistiques et les données de terrain. Les données d'enquête de terrain comprennent les données primaires de nature qualitative et quantitative. La collecte des données de terrain repose sur des méthodes d'échantillonnage et les techniques de traitement.

2.1.2. Collecte des données de terrain

La collecte des données de terrain repose sur des méthodes d'échantillonnage et de techniques. Pour la présente étude, cette observation directe a permis d'utiliser la méthode active de recherche participative. Cette méthode est une technique utilisée pour collecter les informations relatives au caractère du climat, à l'influence du climat sur de la cacaoculture et appréhender la perception et les connaissances paysannes. En effet, cette méthode se base sur l'hypothèse selon laquelle les populations agricoles ont développé des savoirs locaux au fil des temps. Ceux-ci sont essentiels pour l'acquisition des informations de terrain.

2.1.3. Méthodes d'échantillonnage

L'échantillonnage repose sur le choix raisonné des localités et individus à enquêter. La population cible est l'ensemble des producteurs de cacao. En effet, le premier critère repose sur le choix des villages à enquêter sur le critère de production de cacao. Ainsi, le choix est porté sur les villages à faible et à forte production de cacao (10 ou 20 tonnes/an). L'identification du tonnage de la production des villages s'est appuyée sur les coopératives locales et sur les directions Départementales de l'ANADER et du Conseil Café-Cacao du Bélier lors des entretiens. Sur la base de ces critères susmentionnés, 375 planteurs dans 25 villages ont été enquêtés soit 15 enquêtés par localité.

2.1.4. Outils de cartographies utilisés

La réalisation des différentes cartes thématiques sont obtenues à partir des données des différentes variables traitées et les tableaux élaborés sur Excel. Les logiciels cartographiques tels Arcgis 10.2 et Qgis 10.4 ont servi à la réalisation des cartes des isohyètes, des interpolations et la carte de production de cacao et la pluviométrie. Le logiciel Arcgis 10.2 a permis de découper et d'en extraire la carte de la zone écologique du Bélier dans la base de données du CCT/BNETD de 2017.

2.2. Élaboration des cartes d'isohyètes et d'isothermiques

Le krigeage est la méthode optimale, au sens statistique du terme, d'estimation. L'idée de base du krigeage est de prévoir la valeur de la variable régionalisée étudiée en un site non échantillonné par une combinaison linéaire de données ponctuelles adjacentes. En fait, le krigeage est le nom donné à la meilleure prévision linéaire sans biais dans un cadre spatial (Baillargeon, 2005). Le modèle de base du krigeage a la même forme que le modèle de régression classique ou locale, mais les erreurs sont maintenant supposées dépendantes spatialement. Il s'énonce comme suit : $Z(s) = \mu(s) + \delta(s)$, $s \in D$; Avec : $\mu(\cdot)$ = la structure déterministe pour l'espérance de $z(\cdot)$; $\delta(\cdot)$ = une fonction aléatoire stationnaire d'espérance nulle et de structure de dépendance connue. Pour la présente étude, le choix s'est porté sur le krigeage ordinaire.

2.3. Analyse d'indice de détection des anomalies pluviométriques

L'analyse des anomalies pluviométriques standards a permis de déterminer les périodes excédentaire et déficitaire de la série pluviométrique. Cette analyse repose sur les indices centrés réduits de LAMB. Les valeurs centrales (moyenne ou \bar{X}) et les valeurs de dispersion absolue (écart type ou δ) sont calculées pour les données pluviométriques. Ainsi, cet indice pluviométrique annuel est calculé suivant la formule proposée par LAMB (1982) dont l'expression mathématique est :

$$I_i = (X_i - X_m) / \delta$$

Où : I_i = indice de l'année i ; X_i = hauteur de pluie en mm pour l'année i ; X_m = hauteur de pluie moyenne en mm sur la période d'étude ; δ = écart type de la hauteur de pluie sur la période d'étude.

2.4. Détection de rupture dans les séries des données pluviométriques

Selon PETTITT, (1979, pp. 26-135), une rupture est un changement dans la loi de la probabilité à un moment donné le plus souvent inconnu. C'est un test non paramétrique. En effet, l'absence d'une rupture dans la série (X_i) de taille N constitue l'hypothèse nulle. La mise en œuvre du test suppose que pour tout instant, y compris entre 1 à N , les séries chronologiques (X_i) $i=1$ à t et $t+1$ à N appartiennent à la même population. La variable à tester est le maximum en valeur absolue de la variable $U_{t, N}$ définie par :

$$U_{t, N} = \sum_{i=1}^t * \sum_{j=t+1}^n D_{ij}$$

Où $D_{ij} = \text{sgn}(x_i - x_j)$ avec $\text{sgn}(x) = 1$ si $x > 0$; 0 si $x = 0$ et -1 si $x < 0$.

Soit K_N la variable définie par le maximum en valeur absolue de (U_t) , N pour t variant de 1 à $N-1$. Si K désigne la valeur de K_N prise sur la série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur K est donnée approximativement par :

$$\text{Prob}(K_N > K) \approx 2 \exp(-6N^2 / (N^3 + N^2))$$

Pour un risque α de premières espèces données, si est $\text{Prob}(K_N > K)$ est inférieure à α , l'hypothèse nulle n'est rejetée.

2.5. Analyse de la corrélation entre les paramètres du climat et la production de cacao

Cette phase de l'étude consiste à mettre en évidence les relations possibles pouvant exister entre les données de la pluviométrie, la température, l'humidité et celle de la production de cacao. Cela permet de vérifier la dépendance de la production cacaoyère des paramètres climatiques. La formule est la suivante : r_{xy} , avec CD le coefficient de détermination qui est calculé de la façon suivante : $CD = U \times V$, où U et V s'expriment par :

2.6. Étude dépendance de production et les paramètres climatiques par l'ACP

La méthode d'analyse en composante principale est utile en complément de celle de corrélation de Bravais-Pearson pour véritablement vérifier le lien entre la production et les paramètres de climat. Cette analyse vise à apprécier l'influence du climat sur la production de la cacaoculture d'une part. Elle permet également de mieux comprendre le lien entre les paramètres climatiques et la production de cacao d'autre part. Les données recueillies sont traitées à partir du logiciel XLSTAT combiné au logiciel Excel. Le choix de ce logiciel est justifié par son mode d'utilisation simplifié, son interface enrichie par les logiciels Excel pour l'entrée des données et l'édition des résultats. Le cercle des corrélations obtenues permet d'apprécier, les groupes de variables très corrélées entre elles. L'angle entre 2 point-variables, mesuré par son cosinus est égal au coefficient de corrélation linéaire entre les 2 variables :

$$U = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad V = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Ainsi : Si les points sont très proches (à peu différent de 0) : $\cos a = r(X_1, X_2) = 1$ donc X_1 et X_2 sont très fortement corrélés positivement. Si a est égal à 90° , $\cos a = r(X_1, X_2) = 0$ alors pas de corrélation linéaire entre X_1 et X_2 ; Si les points sont opposés, a vaut 180° , $\cos a = r(X_1, X_2) = -1$: X_1 et X_2 sont très fortement corrélés négativement.

$$\cos a = r(X_1, X_2)$$

3. Résultats

3.1. Baisse tendancielle de la pluviométrie dans la zone écologique du Béliér

L'étude menée à la station de Tiébissou, Didiéni de Toumodi et à la station du district de Yamoussoukro a permis d'observer deux périodes

d'évolutions de la pluviométrie. Ce sont les périodes excédents pluviométrique et des périodes marquées par un déficit pluviométrique.

Figure 1 : Régression pluviométriques à la station de Tiébissou de 1950-2021

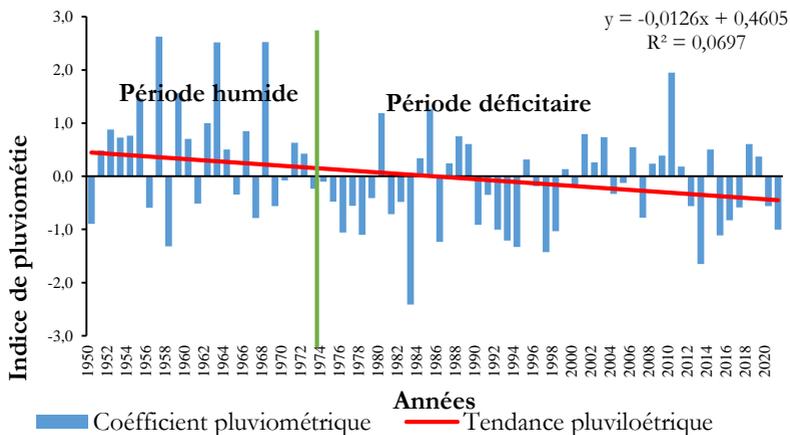
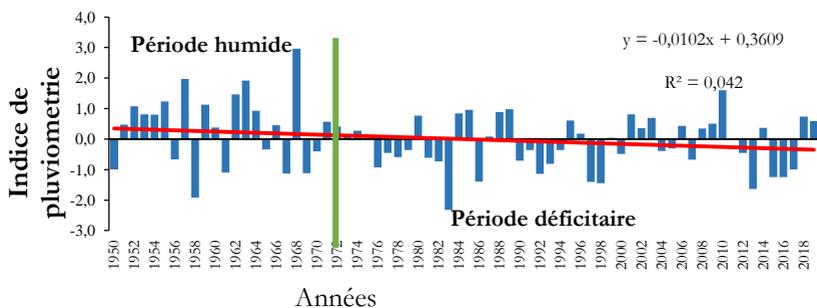


Figure 2 : Evolution tendancielle de la pluviométriques à la station de Didievi de 1950-2021



Sources : SODEXAM, (2020)

L'examen des graphiques des différentes stations montre clairement une phase humide et une autre phase déficitaire entre 1950 à 2021. En effet, la période humide s'étend de 1950 à 1975 à la station de Didievi et Tiébissou. Les moyennes pluviométriques des phases humides de ces

deux stations sont respectivement de 1233 mm et 1298 mm. Par contre, la période déficitaire est observée de 1976-2021 et 1973-2021 (Tiébissou). Dans le Département de Didievi, la phase humide est dominée par 4 ans en situation humides, qui sont les années 1953, 1954, 1962 et 1964. Il y a aussi 3 ans modérément humides observés en 1953, 1955 et 1968. Mais, cette phase est marquée par l'année 1963 qui est très humide. Cette période dans le Département de Didievi a été pluvieuse et humide. Par ailleurs, cette phase connaît des années 1950 et 1970 qui ont obtenu une moyenne pluviométrique annuelle inférieure à celle de la moyenne du période étudiée. Cette phase est caractérisée à la station de Tiébissou par une pluviométrie importante. De 1953 à 1957, cette période est modérément humide avec une moyenne de 1316 mm de pluie. Cependant, la pluviométrie inter-annuelle de cette station connaît une régression pluviométrique sur la période de 1958-1961 atteignant une moyenne de 1101 mm.

Figure 3 : Evolution des précipitations à la station de Toumodi de 1950-2021

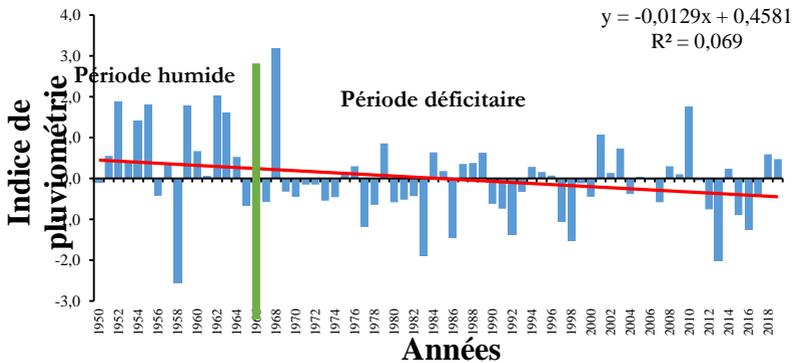
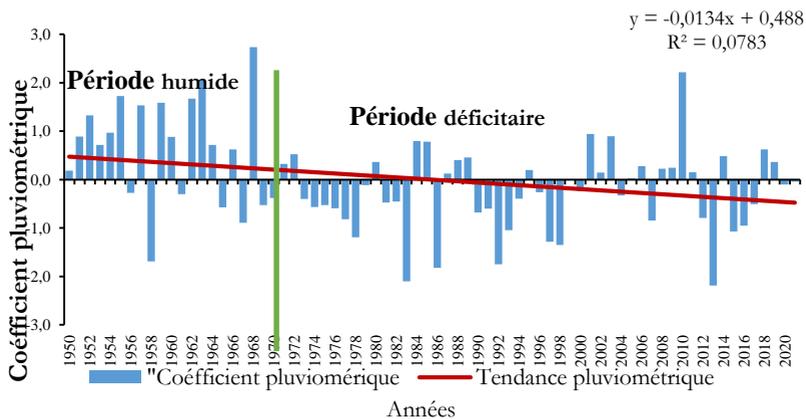


Figure 4 : Évolution pluviométrique de 1950 à 2021 à la station de Yamoussoukro



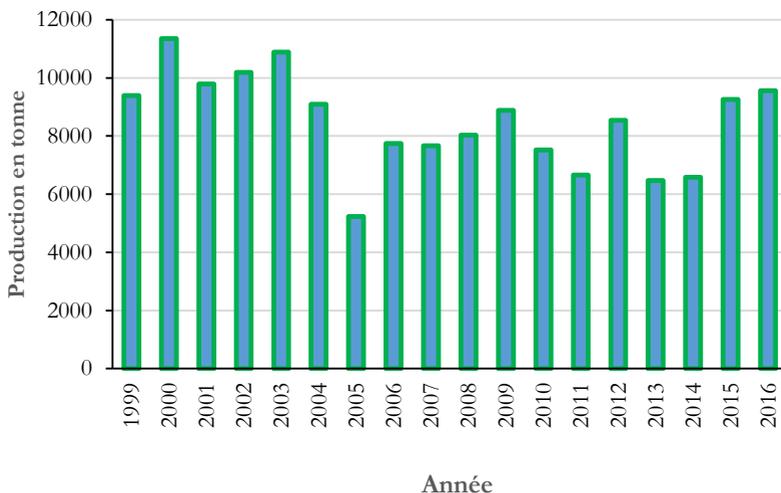
Sources : SODEXAM, (2020)

La fluctuation interannuelle de la pluviométrie à Toumodi et Yamoussoukro montre 10 ans soit 30 % des années de la période d'étude présentent une situation pluviométrique normale. Tandis que 9 % des années soit trois ans sont modérément humides et humide. La situation est très humide seulement sur une année, soit 3 %. La période de 1950 - 1971 enregistre une humidité importante, soit est une pluviométrie moyenne de 1288 mm supérieur à la moyenne pluviométrique des 70 années de la période d'étude. Des situations sèches sont observées sur la période de 1986 à 2015. La situation modérément sèche est observée sur quatre années ce qui représente 12%. L'année 2003 et 2004 ont été respectivement des années sèche et très sèche avec 868 mm et 967 mm, soit un déficit respectif de 23 % et 14 %. La tendance de l'évolution de la pluviométrie à cet effet, montre une régression de la pluviométrie interannuelle. Cette régression linéaire de celle-ci est alternée parfois des années humides, moyennement humides et des années normales, puis des années moyennement sèches et très sèches.

3.2. Production cacaoyère dans la zone écologique du Bélier de 1999 à 2019

La figure ci-dessous présente l'évolution de la production de cacao de 1999 à 2016. La production cacaoyère connaît une évolution sinueuse dont la tendance est en baisse (Figure 5).

Figure 5 : Evolution des productions cacaoyères dans la zone écologique du Belier



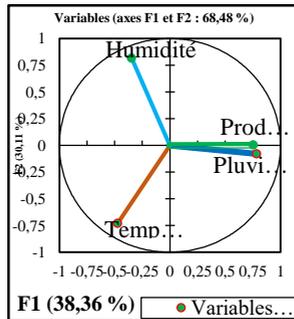
Source : Conseil Café-Cacao/MINAGRA, 2010

La production du cacao connaît une évolution croissante sur la période 1999-2003. Puis en 2005, on observe une chute brutale avec une production de 5230 tonnes. À partir de 2005 à 2009, une légère hausse est observée de la production suivie d'une baisse progressive à de 2009 jusqu'en 2011. Mais, la production connaît petite progression à partir de 2006 et cela jusqu'en 2016. Ainsi, l'analyse de l'évolution de la production de cacao dans la zone écologique du Bélier ces dix-huit (18) dernières années présente régression de la production. Cette baisse évolue progressivement à partir de 2004 et atteignant son pic record le plus faible en 2005 avec une production de 5320 tonnes. Le volume de la production sur cette période reste en dessous de 9000 tonnes. De la période de 2015 à 2016, la production connaît une légère hausse atteignant ainsi une la barre des 9000 tonnes. La production de cacao

dans la région Bélier connaît une variation dans le temps. La production varie d'une année à une autre et elle est soit en baisse d'une année et en hausse à une autre.

Le cercle de corrélation montre la disposition et les angles formés par les variables d'analyse avec les axes factoriels (figure 6).

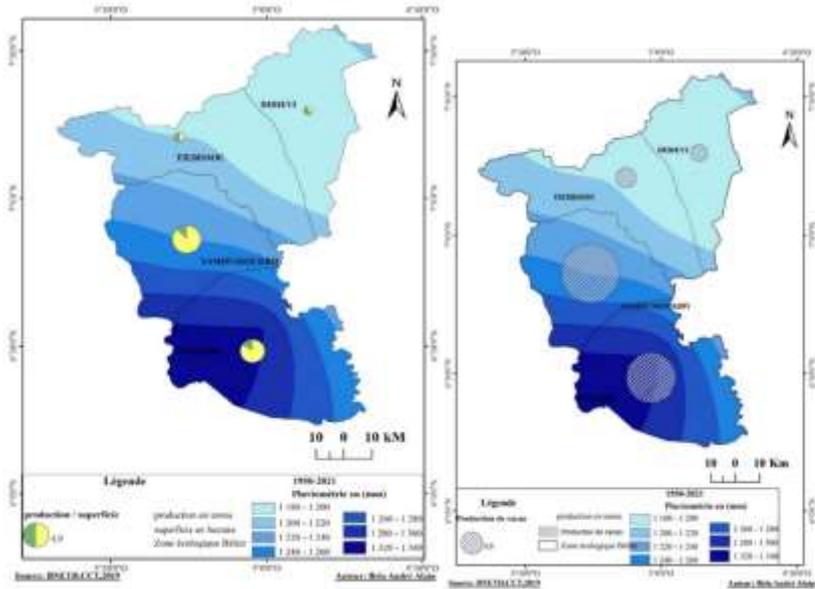
Figure 6 : Cercle de corrélation



L'analyse du plan factoriel F1-F2, montre que la production de cacao et la pluviométrie sont séparées par un angle aigu de 15° et sont également orientées dans le même sens. Ce qui indique que ces deux variables sont corrélées positivement. Pendant que l'humidité relative et la température sont opposées à la production de cacao dans ce plan factoriel de l'ACP. L'angle formé par les variables de la production de cacao et l'humidité relative à partir des coordonnées consignées dans le tableau ci-dessus montre bien un lien évident entre ces deux variables. Mais ce lien est négatif et défini par valeur du cosinus par l'angle des deux variables est -0,731. Ce lien évolue négativement entre la production et humidité.

La spatialisation de la pluviométrie et la production de cacao montre une disparité entre les zones de production correspondant aux zones d'évolution de la pluviométrie

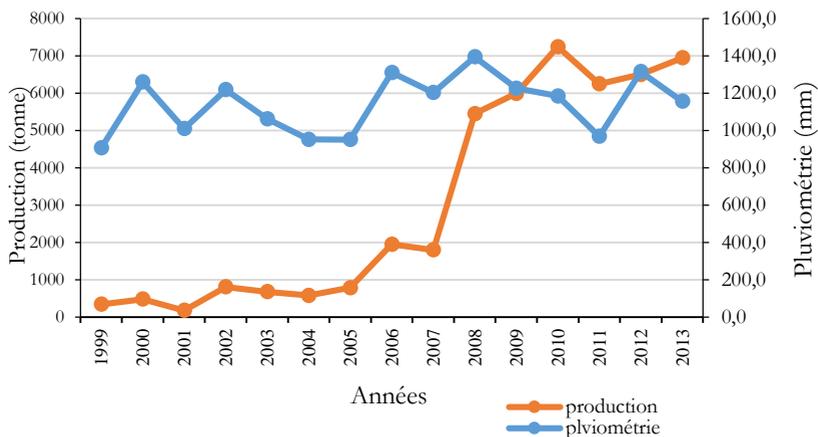
Planche cartographique 1 : Pluviométrie et production cacaoyère dans la zone écologique du Bélier



La superposition de pluviométrie et la production de la cacaoculture montre deux grandes zones de production correspondante aux deux espaces pluviométriques de la zone écologique du Bélier. En effet, la partie nord de la zone d'étude qui comprend les départements de Tiébissou et Didievi enregistre les plus faibles productions. Le sud de cette zone avec les départements Toumodi et Yamoussoukro enregistre les plus fortes productions.

En effet, cette baisse de la production cacaoyère est due à la modification et la dégradation des principaux paramètres climatiques (la pluviométrie et la température). Cette variabilité de la production est liée à la variabilité saisonnière et annuelle de la pluviométrie de la région

Figure 7 : Évolution de la production cacaoyère par rapport à la pluviométrie



La première zone de production cacaoyère (525-1303 tonnes) correspond à la partie au nord de zone écologique où la pluviométrie moyenne annuelle est faible soit 1100 mm et 1200 mm. Elle enregistre une production qui évolue entre 3000 et 5300 tonnes par an. La deuxième zone de production se situe au centre et au sud de la zone d'étude et sous une pluviométrie comprise entre 1220 mm et 1340 mm. Cette analyse met en relief la dépendance de la cacaoculture de la pluviométrie. L'évolution spatiale de la production de cacao dans la zone écologique du Bélér est donc proportionnelle à l'évolution de la pluviométrie

3.3. Dégradation du régime saisonnier et perception paysanne

L'examen des réponses obtenues à la suite des menages enquêtes a permis d'obtenir des résultats concluants sur la problématique de la variabilité du climat dans la région écologique du Bélér. À cet effet, 95 % des personnes interrogées confirment la question de la dégradation du climat dans ladite zone. Très clairement, ils estiment que la pluviométrie connaît une baisse importante ces dernières années. Selon eux le temps a changé, surtout les temps pluvieux sont devenus incertains voire insaisissable. L'on ne sait même plus quand les premières pluies commencent. Ils situent l'époque de meilleures conditions climatiques

entre les années 1950 et 1970. L'enquête auprès de la population rurale a révélé aussi que la dégradation du climat perturbe les périodes des activités agricoles. Cette affirmation des populations est soutenue par les études réalisées par SERVAT, (1994), qui situent la fluctuation climatique en Afrique subsaharienne vers la fin des années 1960, pendant que les auteurs principaux parlent du début des années 1970. Les enquêtes auprès des paysans de plus de 60 ans, par comparaison des époques, ont mis en évidence la variabilité climatique. « Les premières pluies des époques des années 1950 à 1970 n'arrivaient que mi-février ou au début mars. Mais, force est de constater qu'elles n'arrivent aujourd'hui qu'à partir de mi-mars voire mi-avril » affirment-ils. Pour eux, cette époque était douce et la pluviométrie était abondante, intense et régulière sur la période culturale. En ce moment, la grande saison pluvieuse s'étend du mois de mars jusqu'au 15 juillet où il pleut régulièrement et d'ailleurs avec des quantités bien réparties sur les différents mois pluvieux. Aujourd'hui la pluviométrie a considérablement régressé d'une année à une autre et concentrée soit sur un mois ou deux. À cet effet, ils sont tous unanimes que la dégradation du climat inquiète davantage la société rurale agricole. Ce phénomène constitue aujourd'hui une menace réelle pour l'agriculture en général et la cacaoculture en particulier. Selon cette population rurale, la grande saison pluvieuse passe de quatre mois à trois mois avec une pluviométrie en baisse et concentrée sur le mois de mai et juin. La petite saison pluvieuse se concentre seulement au mois de septembre actuellement et la saison sèche est de plus en plus longue et suit des températures de plus en plus élevées. Toutes ces modifications observées et constatées du climat par la majorité des planteurs impactent négativement la productivité et la production de la cacaoculture dans la zone écologique du Bélier.

4. Discussion

Le contexte climatique et bioclimatique s'est considérablement dégradé depuis plus de 40 ans. Les travaux de plusieurs auteurs corroborent avec les nôtres. Ils font mention d'une baisse des productions cacaoyères en lien avec la dégradation du climat. Parmi ces travaux, figurent ceux de Patrel E. et al, (1998, pp.44-52), Ardoin, B. S. (2004, Pp.23.314), Aguiar P., (2009, p. 208), Moron V. (1993, p. 219). La variabilité climatique observée se manifeste principalement par une variation de la

pluviométrie. À cet effet, Paturel E. et al, (1998), montre que les régions de de l'Afrique de l'Ouest et centrale connaissent une baisse au sein des séries chronologiques pluviométriques. Moron V., (1993, p : 219) et Morel R. et al. (2008, p.51 ; pp.139-149) quant à eux indiquent une baisse relativement brutale vers les années 1970. Orientant ses travaux dans la même logique, Noufé D., (2011, p. 375), montre que la baisse des précipitations est marquée par une rupture de la stationnarité des séries temporelles à la fin des années 1960. Le même constat est aussi fait par Diouf M. et al, (2000, pp.257-266) et CSAO, (2008, p. 3). Ils montrent des épisodes de forts déficits de pluviométrie qui entraînent au glissement des isohyètes de 100 à 200 km vers le sud. Les études sur l'évolution du climat confirment la tendance globale du réchauffement de la planète (M. J. Salinger, 2005, pp.9.29). ervat E. (1995, p. 95-102) affirme encore que la modification pluviométrique observée depuis la fin des années 1960 est variable selon les régions. Il estime que la Côte d'Ivoire, le Bénin et le Togo sont les plus affectés par cette baisse. Par ailleurs, il annonce aussi une baisse significative des pluies annuelles de 20% ainsi que la réduction du nombre de jours de pluies par endroit au cours de cette période. À cet effet, cette baisse des hauteurs de pluie au sein des séries chronologiques pluviométriques (Paturel et al 1998), indique une tendance à la sécheresse s'est manifestée (Brou et al, 2005, pp.5-13). Selon Brou et al, (1998, p. 365-373) et Brou, (1997, p. 210), le 20^e siècle est la période en Côte d'Ivoire qui a connu le plus de sécheresse. Ils précisent quatre périodes dans leurs travaux : l'année 1943, les années 1968-1970, les années 1982-1983 l'année 1993. Ardoin B. S., (2004, pp. 323-330) et Bigot S, (2004, pp 398) indiquent que la sécheresse est identifiée entre 1968 et 1970, des périodes marquées par des ruptures de la stationnarité des séries pluviométriques.

La variabilité climatique affecte aussi bien les formations végétales que les cultures. En Côte d'Ivoire depuis 1980 à ce jour, on assiste à un nomadisme agricole. À cet effet, la fluctuation de la pluviométrie a entraîné un déplacement géographique perpétuel du cacao des régions de forte production (Ouattara S., 2016, pp.117-118). Suivant cette logique, Brou Y.T., (2010, p.1-3), soutient que les modifications environnementales des années 1960 en Côte d'Ivoire sont liées à la variabilité du climat. Il souligne aussi la part de l'action de la forte mobilité spatiale des populations rurales qui en résulte.

La disparition de la forêt impacte énormément les sols (sols moins fertiles), les hauteurs de pluie (baisse de pluviométrie). Les prévisions ont donc montré que la cacaoculture sera victime des changements climatiques. Pour G. Schroth et al, (2016, pp. 231-241), le réchauffement prévu des températures devrait mettre en mal les plantations de cacao, notamment celles situées dans les régions du sud Comoé et des lagunes. Dans cette même logique, les travaux de Kanohin F. et al, (2012, pp.194-215), mené dans la région de Daoukro, sur la variabilité climatique et la production de café et cacao en milieu tropical ont abouti au même constat. En effet, la baisse de la pluviométrie consécutive aux effets de la sécheresse a entraîné une baisse de la production de cacao. Les changements climatiques dans le contexte actuel influence négativement sur la productivité de la cacaoculture. La trop grande dépendance de la cacaoculture des conditions climatiques rend l'économie ivoirienne toutefois très vulnérable. Le climat reste le facteur responsable et déterminant pour le développement et la production de la culture de cacao dans la région du Bélier.

Conclusion

En définitive cette étude révèle que la baisse de la production de cacao dans la zone écologique du Bélier est fortement liée à la variabilité climatique. L'approche méthodologique de l'étude qui a servi à l'aboutissement des résultats comprend les indices climatiques, les analyses multivariées, les analyses statistiques et les enquêtes par questionnaire et l'approche cartographique. L'analyse des tendances révèle que la zone écologique du Bélier connaît une période humide de 1950 à 1969 ayant enregistré une moyenne pluviométrique de 1337 mm et une période déficitaire allant de 1970 à 2021 avec une pluviométrie de 1196 mm. La baisse annuelle de la pluviométrie enregistrée est de 141 mm soit un taux de 11 %. La détermination de rupture à partir du test de Pettitt vient confirmer cette baisse pluviométrique. Le résultat de ce test révèle une rupture dans la série des données pluviométriques. Cette rupture intervient en 1971 avec une moyenne pluviométrique avant la rupture de 1336 mm de pluie. À partir de 1972, après la rupture la pluviométrie connaît une baisse de 13,35 % soit 157,5 mm. Par conséquent, la dégradation du climat dans la zone écologique du Bélier suscite pour le développement de la cacaoculture des stratégies d'adaptation. La pluviométrie reste facteur important pour la

cacaoculture mais dans un contexte de déforestation et d'appauvrissement des sols, les mesures de résiliences s'imposent avec acuité.

Références bibliographiques

Brou Yao Telesphore (1997), *Analyse et dynamique de la pluviométrie en milieu forestier ivoirien : recherche de corrélations entre les variables climatiques et les variables liées aux activités anthropiques*. Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Cocody-Abidjan, p.210.

Brou Yao Telesphore, Julien N'goran, Sylvain Bigot, Eric Servat (2003), Effect on Cocoa production of variations in rainfall in South-west Côte d'Ivoire, The 14th International Conference on Cocoa Research, Cocoa Producer's Alliance, Ghana, [en ligne] URL : <http://www.copalcpawww.org>. 8/05/2019.

Diouf Mayecor, Abou Amani, Royer Ahmed, Nonguierma André (2000), *Lutte contre la sécheresse au Sabel : acquis et perspective au Centre Régional Agrhyet. Sécheresse*, 11(4), pp. 257-266.

Goula Bi Tie Albert, Konan Brou, Brou Yao Telesphore, Savane Issiaka, Fadika Vamory, Srohourou Bbernard (2007), Estimation des pluies exceptionnelles journalières en zone tropicale : Cas de la Côte d'Ivoire par comparaison des lois log normale et de Gumbel. *Hydrological Sciences Journal*, 52 (1), pp. 49-67.

Kouassi Amani Michel, Kouame Koffi Fernand, (2013), « impacts des changements climatiques sur les eaux souterraines des aquifères de socle cristallin et cristallophyllien en Afrique de l'ouest : cas du bassin versant du n'Zi- Bandama (Côte d'Ivoire) », *Larhyss Journal* n°16, pp : 121-138.

Lazar Augustin Aguiar (2009), *Impact de la variabilité climatique récente sur les écosystèmes des Niayes du Sénégal entre 1950 et 2004*. Thèse de Doctorat, Université du Québec, Canada, p.208.

Marie-Odile (1997), *Variabilité climatique et analyse de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest et centrale non sabélienne*. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Série 2a : Sciences de la Terre et des Planètes, 325 (10), p. 779-782.

Monnier Yves (1983), Carte de la végétation de la Côte d'Ivoire. Atlas de Côte d'Ivoire. 2e éd., *Jeune Afrique*, Paris, 72 p

Moron Vincent (1993), Variabilité des précipitations en Afrique tropicale au nord de l'équateur (1933-1990) et relations avec les températures de surface océanique et la dynamique de l'atmosphère.

Thèse de doctorat. Centre de recherches de Climatologie, Université de Bourgogne, Dijon, p .219.

Noufe Dabissi. (2011), Changements hydro climatiques et transformations de l'agriculture : l'exemple des paysanneries de l'Est de la Côte d'Ivoire. Paris : Université de Paris 1 PanthéonSorbonne, 375 p. multigr. Th. Géogr., Univ. De Paris 1. 2011/06/14.

Ouattara Seydou (2016), Mutation de la chaîne de transport du cacao du bord champ aux entrepôts portuaires et recomposition de l'espace en côte d'ivoire, (EDUCI, 2019), *in Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, n°1, 2019, p.16

Salinger James (2005), Climate Variability and Change: Past, Present and Future – An Overview. Pp.9-29.