

STRATÉGIES D'ADAPTATION DES MAÏSICULTEURS FACE À LA VARIABILITÉ PLUVIOMÉTRIQUE DANS LE CANTON ASSÂLÉ

Mahamat Brahim NOURADINE¹, Médard NDOUTORLENGAR²
et Désiré NDOKI³

¹ Université des Sciences et de Technologie d'Ati, Laboratoire de
Climatologie et de l'Environnement, République du Tchad

² Université de Sarh, Laboratoire de Géomatique et Environnement,
République du Tchad

³ Université de Dschang, Laboratoire de Climatologie et de
l'Environnement, République du Cameroun

(reçu le 16 Septembre 2022; accepté le 31 Octobre 2022)

* Correspondance, e-mail : mahamatbrahim66@yahoo.com

RÉSUMÉ

Le maïs occupe une place de premier ordre dans les habitudes alimentaires de la population de Canton Assâlé, situé au Nord-ouest de la capitale tchadienne, Ndjaména. Le rendement optimal de cette espèce est conditionné par une pluviométrie oscillant entre 500 à 800 mm qui, outre mesure, connaît des fortes variations ces derniers temps. L'étude vise à analyser les stratégies d'adaptation développées par les maïsiculteurs face à la variabilité pluviométrique. Elle prend appui sur des données socio-démographiques obtenues via une enquête par questionnaire de 100 producteurs, sur des données pluviométriques et des statistiques agricoles de la période 1990 - 2019. L'examen des relevés pluviométriques a ressorti 43 % d'années à humidité modérée, 31 % d'années à sécheresse modérée, une concentration des pluies au cœur de la saison (juillet-août : 71 %), une prééminence de la classe des pluies nulles à faibles (1-15 mm) et 90 % des séquences sèches ayant une longueur inférieure ou égale à 7 jours. En conséquence, le rendement maïsicole est compromis. Pour y faire face, les producteurs ont mis en œuvre des stratégies directes : Réaménagement du calendrier cultural, introduction des nouvelles cultures, dispersion des dates de semis, utilisation des semences à cycle court et des stratégies indirectes : diversification des Activités Génératrices des Revenus, reconversion et migration.

Mots-clés : *Canton Assâlé, variabilité pluviométrique, maïsiculteur, stratégie d'adaptation.*

ABSTRACT

Adaptation strategies of maize farmers in the face of rainfall variability in Assâlé Canton

Maize occupies a prominent place in the dietary habits of the population of Canton Assâlé, located northwest of the Chadian capital, Ndjaména. The optimal yield of this species is conditioned by a rainfall ranging from 500 to 800 mm, which, in addition, has been experiencing strong variations in recent times. The study aims to analyze the adaptation strategies developed by maize farmers in the face of rainfall variability. It is based on socio-demographic data obtained through a questionnaire survey of 100 producers, rainfall data and agricultural statistics for the period 1990 - 2019. An examination of rainfall records revealed 43 % of years with moderate humidity, 31 % of years with moderate drought, a concentration of rainfall in the heart of the season (July-August : 71 %), a prevalence of the no to low rainfall class (1-15 mm), and 90 % of dry sequences with a length of less than or equal to 7 days. As a result, corn yields are compromised. To cope with this situation, producers have implemented direct strategies: Rearrangement of the cropping calendar, introduction of new crops, dispersion of sowing dates, use of short-cycle seeds, and indirect strategies : diversification of income-generating activities, reconversion and migration.

Keywords : *Canton Assâlé, rainfall variability, maize farmer, adaptation strategy.*

I - INTRODUCTION

Nombre des grandes puissances actuelles, à l'exemple des États-Unis d'Amérique ont pris leur envol économique grâce à l'agriculture [1, 2]. En Afrique subsaharienne, en particulier dans les pays sahéliens, le secteur agricole constitue le socle de l'économie [3, 4]. Au Tchad, l'agriculture est l'une des mamelles de l'économie du pays. Elle est la principale source de subsistance et d'alimentation de la population. Elle contribue de façon significative à l'offre d'emplois et à la création de la richesse globale [5, 6]. Concrètement, plus de la moitié (50 %) de la population active, en majeure partie de femmes, vivant dans le monde rural, travaillent et tirent substantiellement leurs moyens d'existence de cette activité [7]. Il en résulte que, le secteur agricole contribue à plus de 60 % au Produit Intérieur Brut [8]. Cependant, durant ces dernières décennies, l'agriculture tchadienne connaît des mutations multiformes. Malgré la présence des

atouts essentiels permettant à ce secteur de jouer pleinement sa partition dans l'épanouissement de l'économie nationale, il existe des contraintes majeures bloquant son émergence. Parmi celles-ci figure en bonne place la forte variabilité pluviométrique dans le temps et dans l'espace [9]. Laquelle variabilité pluviométrique est marquée par des faux-départs et arrêts précoces des saisons pluvieuses, une forte fréquence des pluies faibles à nulles, une forte fréquence des séquences sèches et humides et des régimes pluviométriques instables [10]. Ces aléas climatiques sont pour l'activité agricole un talon d'Achille [11 - 13] car, ils sont responsables de perturbation du calendrier cultural, de la chute de la production, des pertes du capital semencier, de la prolifération des pathologies phytologiques, des risques d'inondations et de décapage des parties essentielles des sols [14]. Il en découle des phénomènes tels que la famine, l'exode rural [15], l'accentuation de la précarité des conditions de vie des communautés locales, la surenchère du foncier agricole et la dégradation des écosystèmes naturels [16]. Le Canton Assâlé, qui se trouve dans la bande sahélienne n'échappe point à cette situation alarmante qui constitue un défi de taille pour les producteurs agricoles [17]. C'est une zone essentiellement rurale intégrant les rives méridionales du lac Tchad. Cet emplacement géographique lui procure le privilège d'être un bassin de production maïsicole par excellence. Cependant, la crise climatique de ces dernières années affecte durement la production du maïs, une plante ayant un besoin excessif en eau [18 - 20]. Par conséquent, le Canton Assâlé se trouve dans une posture de dépendance alimentaire [17]. Afin de transcender cette situation, les maïsiculteurs de Canton Assâlé ont développé des stratégies d'adaptation. Le présent travail se propose de faire une analyse des stratégies d'adaptation mises en œuvre par les maïsiculteurs face à la variabilité pluviométrique.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Présentation de la zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans le Canton Assâlé. Distant de 112 km nord-ouest de la capitale tchadienne (N'Djamena), le Canton Assâlé se trouve dans la zone sahélienne. Il se localise entre 12°15' et 13°15' N et 14°45' et 15°15' E. Territorialement, le Canton couvre une superficie de 2 643 km². Sur le plan administratif, le Canton Assâlé appartient à la sous-préfecture de Karal dans le Département de Dagana relevant de la Province de Hadjer El hamis. Il est limité au Nord par le Canton Kangelom, au Sud-est par le Canton

Dagana, à l'Ouest par le Canton Mani et à l'Est par le Canton Kouri. Situé en bordure du lac Tchad, le canton Assâlé est le plus affecté par les oscillations pluviométriques et le niveau du lac Tchad, fort niveau jusqu'en 1971, limitant considérablement les activités humaines (surtout agricole) sur les berges, bas niveau depuis 1986, offrant de larges possibilités à une agriculture dessaisonnée, lors de la décrue qui ne débute qu'en décembre-janvier. La *Figure 1* présente la zone d'étude.

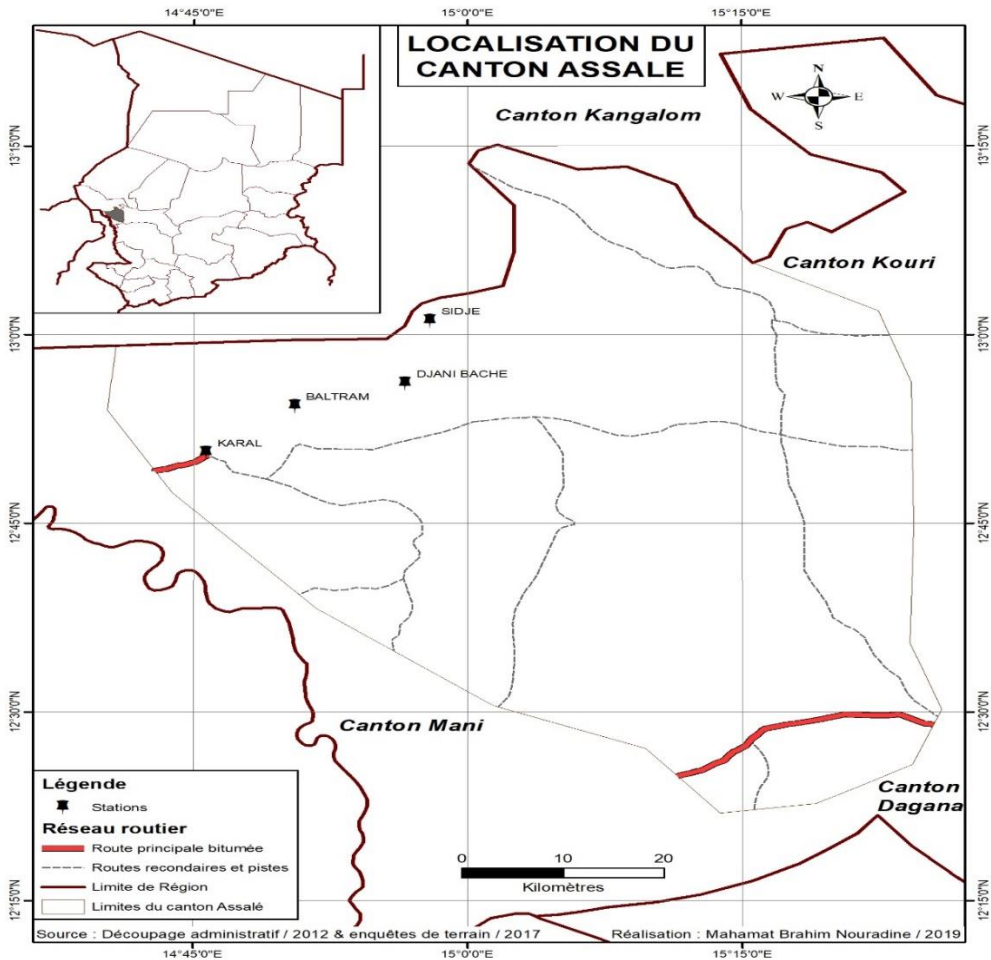


Figure 1 : Localisation de Canton Assâlé

L'étude des stratégies d'adaptation paysannes ayant servi de base à l'actuel article a été déroulée dans quatre villages de Canton Assâlé. Il s'agit de Baltram ($12^{\circ} 54' N$ et $14^{\circ} 50' E$), Djani Bâche ($12^{\circ} 56' N$ et $14^{\circ} 56' E$), Karal ($12^{\circ} 50' N$ et $14^{\circ} 50' E$) et Sidjé ($13^{\circ} 1' N$ et $14^{\circ} 57' E$). Ces sites

font partie du bassin de production du maïs par excellence dans le Canton Assâlé. Les villages enquêtés dans le cadre de ce travail font partie des localités vulnérables aux manifestations du phénomène et ayant accueilli un nombre important des migrants climatiques en provenance du Centre et de l'Est du Tchad. Ces sites se caractérisent par une pluviométrie instable, marquée par des risques d'inondation ou de sécheresse du fait des fréquences des séquences humides et des séquences sèches. La collecte des données primaires a été effectuée en 2020 et s'est étalée sur deux (02) semaines.

II-2. Méthodes de collecte des données

II-2-1. Données primaires

Deux phases cruciales ont marqué cet exercice de recueil des données : il s'agit de la phase exploratoire et de celle d'étude poussée ou approfondie déroulée afin de collecter des données qualitatives et quantitatives à base de protocole individuel. Dans le souci de collecter suffisamment des données fiables, nous avons fait appel à un facilitateur ayant une maîtrise parfaite du milieu et du dialecte communément parlé par les populations locales : il s'agit de l'arabe *shuwa* dont autant de ses lexiques se diffèrent sémantiquement de l'arabe littéraire.

II-2-2. Enquête exploratoire

Comme préalables à l'étude relative à la perception du phénomène de la variabilité pluviométrique, des entretiens ont été menés dans des focus groupes constitués de producteurs expérimentés dans l'agriculture (minimum 20 ans d'expérience), en particulier la maïsiculture. Ainsi donc, des groupes ont été constitués dans les quatre (04) villages ayant servi d'enquêtes. En nombre, au niveau de chaque village, deux (02) focus groupes ont été constitués : un focus groupe de 10 hommes et un autre des femmes ayant la même taille. Ceci, dans le but de cerner les perceptions des variations des pluies des hommes au même titre que les femmes. A cet effet, des guides d'entretiens ont été élaborés. Ils abordent des questions liées au changement climatique avec son corollaire de variabilité pluviométrique, les manifestations de cette dernière, les effets sur le milieu agroécologique, la production maïsicole et les diverses réactions entreprises pour y faire face.

II-2-3. Enquête proprement dite

Suite à l'enquête de reconnaissance de terrain, une enquête via un questionnaire a été déroulée dans les quatre (04) villages précédemment énoncés. Outil de base de la collecte des données, le questionnaire a été élaboré et revu à partir des résultats qui ont découlé de l'étape de l'exploration. Cette fois-ci, les producteurs agricoles ont été soumis à des interrogations individuelles. Au total, 100 exploitants agricoles ont été interrogés dans les quatre villages de Canton Assâlé. Le choix des producteurs questionnés a été effectué sur la base d'un recensement des exploitations agricoles dans chaque village. Par la suite, le choix des enquêtés a été fait en tenant compte des deux critères d'élimination : le critère d'ancienneté et de celui de l'espèce cultivée. Le premier critère nous permet d'interroger des producteurs agricoles expérimentés et le second restreint l'enquête sur les maïsiculteurs. Sur la base de l'effectif global à enquêter, des quotas ont été affectés par village selon la taille démographique (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Répartition des exploitants agricoles enquêtés par sexe / village

Villages	Effectifs		Total	Pourcentage	
	Hommes	Femmes		Hommes	Femmes
Baltram	19	3	22	86	14
Djani Bâche	17	2	19	89	11
Karal	21	5	26	81	19
Sidjé	32	1	33	97	3
Total	89	11	100		

Source : Enquête personnelle, 2020

L'essentiel des personnes enquêtées sont de sexe masculin. Cette situation est normale, en ce sens que dans la zone d'étude, le travail de la terre est réservé quasi-exclusivement aux hommes. Etant un travail physique, la femme ne peut en aucun cas se placer en avant-plan, sauf s'il n'y a pas dans le ménage un homme en âge d'assurer cette tâche. Par village, ces écarts ne sont pas identiques. À Sidjé par exemple, sur les 33 producteurs interrogés, il y a une seule femme soit 3 %. A Djani Bâche et à Baltram, les femmes sont respectivement 11 et 14 %. Elles ont une proportion de 19 % à Karal. Il transparaît donc une disproportion entre les deux sexes, ce qui dénote ainsi la quasi-absence de la femme dans le secteur agricole.

II-2-4. Données secondaires

Les données secondaires mobilisées sont de deux (02) types : Les données pluviométriques collectées à l'Agence d'Appui au Développement Rural (ANADER) et concernent les postes pluviométriques suivants : Karal, Baltram, Djani Bâche et Sidjé dont les coordonnées coïncident avec celles des villages suscités. Sont mises en évidence les données pluviométriques couvrant la période 1990 à 2019. Les données agricoles relatives aux surfaces emblavées, rendements et productions du maïs sont fournies également par la même Structure (ANADER).

II-3. Traitement et analyse des données

Il n'est pas vain de souligner que le protocole d'enquête renferme trois types de questions : la question fermée, la question ouverte et la question à éventail. Elles sont toutes dépouillées et analysées. Les principaux outils d'analyse mobilisés sont Excel, XLSTAT et SPSS.16. Pour l'examen de la variabilité pluviométrique et les stratégies d'adaptation développées, l'indice pluviométrique de variabilité interannuelle, des paramètres statistiques (pourcentage, proportion et fréquence relative) ont été utilisés. La fréquence relative (F) par exemple a été obtenue suivant la formule F est égal à f divisé par N, où f est égal fréquence absolue ou effectif de répondants concernés par une stratégie ; N correspond à l'effectif total des répondants. Pour obtenir des pourcentages, F est multiplié par 100. L'utilisation de la fréquence relative et du pourcentage, nous a permis de synthétiser quantitativement les réponses aux questions et d'établir des comparaisons des différentes valeurs. Pour discerner les états de sévérité des années sèches de ceux des années humides, l'indice de Nicholson [21], qui est une variable centrée réduite de Gauss sur les hauteurs des pluies précitées annuellement, a été mis en application et la **Formule** suit :

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

x étant la hauteur de pluie de l'année considérée *i*, \bar{X} la moyenne interannuelle et σ l'écart-type des pluies annuelles.

III - RÉSULTATS

III-1. Mise en évidence de la variabilité pluviométrique

III-1-1. Variabilité pluviométrique annuelle

La mise en application de l'Indice de Nicholson, appelé aussi Indice Pluviométrique Annuel (IPA) permet de bien distinguer les années sèches de celles qui sont humides. Cet indice est une variable centrée réduite de Gauss sur les hauteurs des pluies précipitées annuellement. Si l'indice est positif, cela signifie que l'année est excédentaire et s'il est négatif, cela traduit l'état déficitaire de l'année. IPA a été calculé pour chaque année avant de ramener les résultats aux moyennes annuelles.

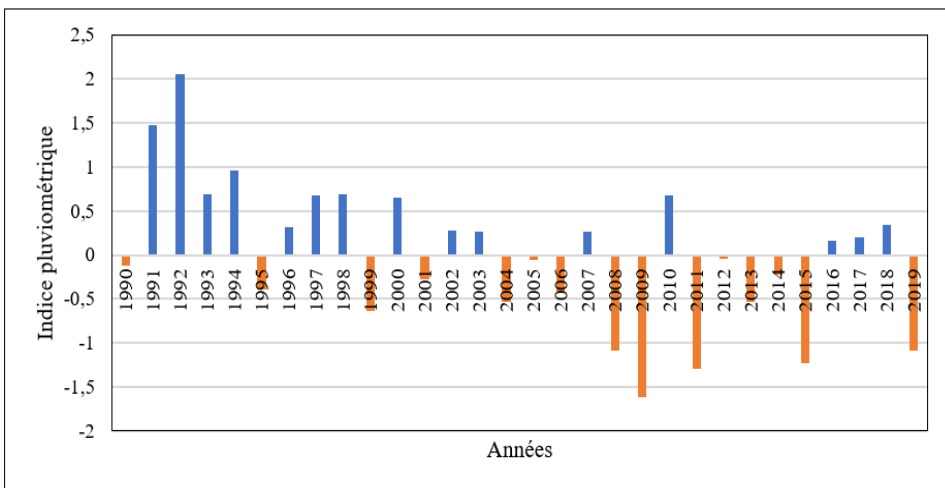


Figure 2 : Variations des pluies interannuelles dans le Canton Assalé de 1990 à 2019

Les états d'humidité et de sécheresse des différentes années présentent une très grande disparité (**Figure 2**). Conformément au tableau de classification de Nicholson, il existe 13 années sur 30 soit 43 % à humidité modérée, 1 année (3 %) à humidité forte et 1 autre année à humidité extrême. A l'opposé, l'état de sécheresse présente 10 (34 %) années à sécheresse modérée, 5 années soit 17 % à sécheresse forte et aucune année soit 0 % à sécheresse extrême. Parmi les années fortement sèches, l'année 2009 s'est comportée spécifiquement drastique avec un indice de -1,61, l'année 2011 la talonne directement avec -1,29. Deux autres années ne sont pas du reste, il s'agit de l'année 2015 (-1,23) et l'année 2008 (-1,09). Ayant marqué le

paroxysme de la sécheresse de ces dernières décennies au sahel, ces quatre années n'ont pas épargné le Canton Assâlé. En ce qui concerne les années excédentaires, l'année 1992 détient le record avec un indice de 2,06 ; l'année 1991 s'approche d'elle avec 1,47, viennent les années 1994 (0,96), 1993 et 1998 présentant le même indice (0,69), il en est de même pour 1997 et 2010 (0,68). Globalement, les années déficitaires présentent des indices voisins les uns des autres ; ce qui atteste de leur ressemblance. Les années humides quant à elles, affichent des indices disparates, de fois avec des écarts trop importants traduisant l'image réelle de la complexité climatique de la bande sahélienne.

III-1-2. Variabilité pluviométrique mensuelle

La variabilité des pluies n'est pas seulement annuelle, elle est aussi mensuelle. Pour se rendre à l'évidence, le poids ou la proportion moyenne en pluviométrie de chaque mois est calculé et exprimé en pourcentage, pour la période considérée (1990 à 2019). Aussi, pour tenir compte des pluies intempestives qui tombent de manière précoce ou avec un retard, la saison de pluies a été dilatée sur une période large allant de mai en octobre.

Tableau 2 : Poids moyen en pluviométrie de chaque mois dans l'année (en %)

Stations	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Baltram	2,39	8,36	30,12	49,25	8,49	1,35
Djani Bâche	3,18	9,49	32,94	43,40	9,15	1,55
Karal	3,92	9,57	26,45	46,29	11,46	3,13
Sidjé	3,3	8,74	28,09	45,75	11,73	2,33

Source : Données pluviométriques des 4 stations, 2019.

Le **Tableau 2** affiche des disproportions mensuelles en pluviométrie annuelle. Avec des valeurs qui varient entre 43 % et 49 %, le mois d'août vient en première position en poids pluviométrique, suivi du mois de juillet (26 à 32 %). Pour l'ensemble des stations pluviométriques observées, les deux mois (juillet et août) cumulent plus de 70 % du volume pluviométrique annuel. Spécifiquement, à la station de Baltram ils totalisent 79 % de la quantité annuelle, ce qui place cette station en tête. La station de Karal se trouve en dernière position avec un cumul de 73 %. Ces deux mois se trouvent au cœur de la saison.

III-1-3. Variabilité pluviométrique décadaire

Pour la plupart des cas, l’analyse de l’évolution moyenne de la pluie est faite au pas mensuel. Or, la répartition mensuelle masque certaines irrégularités qui peuvent être perçues à une échelle plus réduite. Il est donc sujet d’examiner à quel point cette démarche est judicieuse, en vue de consolider la logique d’analyse des pluies à l’échelle décadaire. Afin de mieux observer cette analyse, les variations décadaires moyennes des pluies de chaque station sont exprimées en graphiques.

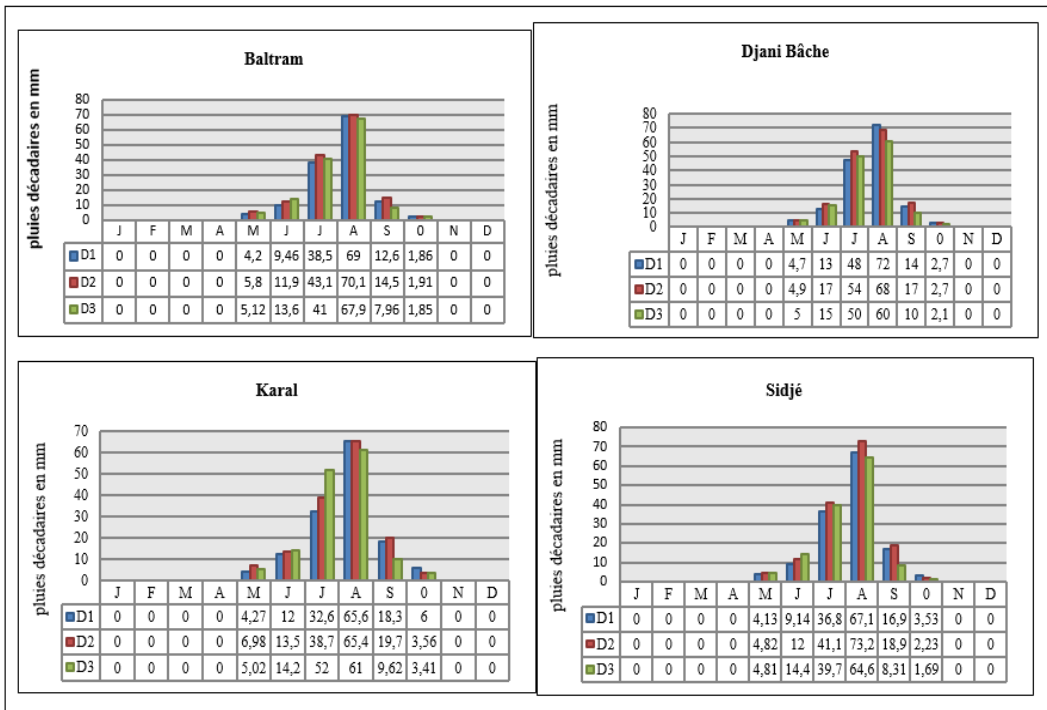


Figure 3 : Variation des hauteurs des pluies décadaires dans les 4 stations

III-1-4. Prédominance des pluies faibles

Dans le Canton Assâlé, les précipitations sont largement dominées par des pluies faibles (inférieures à 15 mm) à chaque tombée. Une telle quantité de pluie est reconnue comme faible conformément à la classification des pluies établie par Prudenzano (1994) pour servir de guide pour la conduite des semis. Cet auteur estime qu’un cumul de pluie de 5 mm est considéré comme nul ; il est faible de 5 à 15 mm, modéré de 15 à 30 mm ; moyen de 30 à 50 mm ; important de 50 à 75 mm et très important de 75 à 100 mm et

plus. Sur la base de cette répartition, nous avons fait une recombinaison en trois classes de pluies afin de rechercher leurs proportionnalités : une classe de pluie nulle à faible (de 1 à 15 mm) ; une classe de pluie modérée à moyenne (de 16 à 50 mm) et une classe de pluie importante à très importante (supérieure à 50 mm). En admettant les années 1991 et 2009 comme représentatives respectivement des années normales et sèches, nous avons déterminé les proportions desdites classes pluviométriques dans les quatre stations.

Tableau 3 : Nombre d'événements pluvieux selon le volume de 1991 et 2009

Stations	Nombre d'événements pluvieux en 1991				Nombre d'événements pluvieux en 2009			
	1-15 mm	16-50 mm	> 50 mm	Total	1-15 mm	16-50 mm	> 50 mm	Total
Karal	29	9	1	39	12	3	0	15
Baltram	34	11	2	37	11	9	0	20
Djani B	16	16	2	34	14	11	0	25
Sidjé	18	13	2	33	12	5	0	17
Total	87	14	7		49	28	0	

Globalement, dans les quatre stations de Canton Assalé, les pluies de quantité nulle à faible détiennent le record durant les deux ans. Curieusement, l'année 2009 n'a enregistré aucune quantité de pluies importantes à très importantes. Les pluies nulles à faibles (1-15 mm) occupent une proportion de l'ordre de 64 % dans la distribution des pluies au cours de l'année. Elles sont davantage importantes dans la zone de Karal, où elles atteignent facilement 80 % environ lors des années sèches. L'autre fait frappant est la quasi inexistence des fortes pluies, elles se chiffrent à 3 % seulement. Les pluies moyennes quant à elles ont eu une proportion de 36 %.

III-1-5. Situation des séquences sèches et humides

Tout au long de la saison pluvieuse, la rupture des pluies est fréquemment observée. Cette rupture prend l'appellation de séquence sèche. La multiplication de ces séquences sèches impacte la distribution de la pluie dans le temps et susceptible de compromettre la production agricole. Relativement à ce travail, sont prises en compte, les séquences allant de 2 jours consécutifs et plus. L'objectif est de mettre en évidence les risques de stress occasionnés par le déficit pluviométrique. Ainsi, deux jours consécutifs ne sont pas systématiquement préjudiciables, mais rapprochés dans le temps, ils peuvent exposer le maïs à un risque. Au fait, les différents relevés pluviométriques examinés révèlent qu'il est possible d'atteindre jusqu'à 15 jours consécutifs secs. En moyenne, dans les différents postes, les fréquences maximales annuelles pour ces séquences de 15 jours sont de 4 à 5 événements ; 90 % et plus des séquences sèches ont une longueur

inférieure ou égale à 7 jours, sauf à la station de Baltram pour laquelle ce taux est compris entre 80 et 90 %. Nous observons en effet, un nombre important des fréquences de 2 à 3 jours consécutifs secs. Cette tendance qui est observée dans tous les postes ne varie qu'au niveau du nombre d'occurrence des événements. L'apparition de ces séquences varie avec le temps. En fait, au début et à la fin de la saison pluvieuse, il y a une fréquence élevée des séquences longues de 7, 8, 9 et 15 jours secs qui suivent un jour ou deux jours de pluie ; ceci se confirme car vers la fin de la saison pluvieuse, la fréquence élevée de ces séquences marque la fin progressive de la saison pluvieuse. Même au début de la saison pluvieuse, il y a cette même fréquence d'apparition, entraînant de ce fait l'installation progressive de la saison pluvieuse. Alors qu'au cœur de l'hivernage, ce sont plutôt les fréquences de 1, 2, 3 jours qui apparaissent régulièrement. Nonobstant la situation présentée, il n'est pas évident de lier l'apparition fréquente des séquences sèches longues à la quantité pluviométrique annuelle.

A titre illustratif, à la station de Djani Bâche en 1991, les séquences sèches longues de 7 et 8 jours apparaissent 3 fois pour chacune et le cumul pluviométrique moyen se chiffre à 667, 2 mm dépassant le total moyen de la série qui est de 461,42 mm. Même chose à Karal en 2010, les séquences sèches apparaissent trois fois pour les 10 jours, deux fois pour 9 jours ainsi que pour 11 jours ; malgré, une quantité pluviométrique annuelle de 567,6 mm a été enregistrée, elle est supérieure à la moyenne (414 mm). A Baltram par contre en 2019, il a été observé des séquences sèches de 7 jours revenir six fois et a permis à ce poste de totaliser cette année 292,4 mm dépassant la moitié de la quantité totale moyenne (403, 6 mm). En plus, les saisons de pluies sont également marquées par des événements pluvieux intenses et rapprochés ; il s'agit des séquences humides. Par définition, une séquence est dite humide lorsque pendant la saison agricole et au cours de la même semaine, trois événements pluvieux d'au moins 30 mm sont enregistrés, ou lorsque la pluviométrie hebdomadaire est supérieure ou égale à 100 mm [22]. Sur cette base, l'analyse des registres pluviométriques des quatre postes ont révélé 9 séquences humides pour Baltram, 7 pour Sidjé et Djani Bâche et 5 pour Karal.

III-2. Stratégies d'adaptation directe

Les adaptations directes se résument essentiellement entre autres ; à la réadaptation du calendrier agricole, à la pratique d'autres cultures, à l'agrandissement des emblavures de culture de maïs sous-pluie, à la rétention d'eau dans la parcelle, la dispersion des dates de semis, etc.

III-2-1. Réajustement du calendrier cultural

Comme semble indiquée, la tendance à une installation tardive des pluies, les paysans affirment accuser du retard quant à la mise en place des cultures. En effet, 82 % des paysans déclarent mettre en terre les grains de maïs, à partir de la première décade de mois de juin, alors que depuis quelques décennies, ils ensemencent à la première et à la deuxième décades de juillet, par contre les 18 % s’adonnent à des semis allant à la troisième décade du mois de juin. Ces genres de semis, sont des « semis à risque », selon les paysans. Le fait est que les semis de deux premières décades du mois de juillet auraient une forte probabilité d’aboutir par rapport à ceux enfouis en terre précocement. Le risque de faux-départ des précipitations est très élevé durant le mois de juin. Ce qui veut dire que la perception paysanne trouve bien sa justification. Une forte raison qu’il soit cruciale de caler le calendrier agricole aux conditions de la variabilité pluviométrique dans le Canton Assâlé. Aussi, il convient de souligner que sous l’impact de la variabilité pluviométrique, le calendrier agricole paysan a connu une profonde désarticulation. Cela se traduit à travers le décalage des activités culturelles d’un mois à un autre. L’exemple pris du calendrier agricole traditionnel des Arabes shuwa, illustrant ce décalage dans le déroulement des pratiques agricoles est parlant.

Tableau 4 : Calendrier agricole pluvial traditionnel Arabe shuwa

Pratiques Culturales	Calendrier (Avant 1984)											
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Défrichement				→								
Labour					→							
Semis					→							
Sarclage						→						
Récolte									→			
Calendrier (De 1985 à 2019)												
Défrichement					→							
Labour					→							
Semis					→							
Sarclage						→						
Récolte										→		

Source : ANADER, adapté en 2019

Le présent calendrier prend en compte toutes les cultures pratiquées en saison pluvieuse. Il évoque les mutations connues par les paysans arabes. Toutes les activités menées ont dû connaître des modifications. Du défrichage à la récolte, en passant par le labour, le semis et le sarclage, des décalages sont observés. Ainsi, les semis qui s'effectuaient en mai-juin sont repoussés en juin-juillet. Avant la récession pluviométrique, au plus fin septembre et début octobre, le nouveau maïs pluvial fait son entrée au marché. Avec le décalage, il faut attendre fin octobre voire 15 novembre pour en consommer. Ces modifications n'ont pas épargné le calendrier des activités agricoles liées aux eaux de crue du lac Tchad.

Tableau 5 : *Calendrier agricole traditionnel de décrue Arabe shuwa*

Pratiques culturelles	Calendrier (Avant 1984)											
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Défrichage									→	→		
Labour			→	→	→							
Semis				→	→	→						
Sarclage					→	→	→					
Récolte									→	→		
Calendrier (De 1985 à 2019)												
Défrichage										→	→	→
Labour		→	→	→								
Semis			→	→	→							
Sarclage				→	→	→						
Récolte								→	→	→		

Autant que le calendrier global régissant les activités agricoles en saison de pluies, celui encadrant lesdites activités de décrue a subi aussi des bouleversements. En effet, avant les périodes de crise climatique, marquées par des épisodes de sécheresse dans le sahel tchadien, en septembre-octobre déjà, les travaux de défrichage sont engagés, viennent ensuite les crues en novembre-février. La période de labour débute à partir de mars au début avril ; de la mi-avril à la mi-mai, c'est le semis et du 30 mai au 30 juin, vient le sarclage. En temps normal, la récolte est calée entre septembre et octobre. Mais depuis quelques années, cette disposition calendaire a connu des modifications. Désormais, les parcelles sont défrichées en octobre-novembre, labourées en février-mars, ensemencées en mi-mars à avril, sarclées en fin avril jusqu'à fin mai en août-septembre. Ce réajustement du calendrier culturel fait partie des stratégies adaptées par les paysans, en guise de réaction face aux perturbations pluviométriques de ces derniers temps.

III-2-2. Recours à d'autres cultures et élargissement des emblavures

Pour pallier à la variabilité pluviométrique, les producteurs agricoles de Canton Assâlé ont basculé vers la pratique d'autres cultures. D'après les enquêtes, 84 % des agriculteurs recourent à d'autres cultures afin d'arrondir les angles. Le souci majeur sous-tendant cette dynamique est la préservation de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des ménages. Au fait, les cultivateurs de Canton Assâlé sont dans une logique de maximiser les chances de garantir un minimum de récolte en fin de saison. L'affirmation matérialisant cette logique est « *Si l'une échoue, l'autre peut probablement aboutir* ». C'est le cas à Karal où la culture du sésame prend de l'ampleur. 35 % des personnes interrogées déclarent cultiver le sésame. La production est davantage importante à Baltram et à Sidjé, deux villages regorgeant un nombre assez élevé des migrants climatiques venus du centre et de l'est du pays. Pour ces derniers, la culture du sésame est une vieille tradition. Ainsi, à Baltram (45 %) et à Sidjé (43 %) des enquêtés affirment se livrer à cette culture. A Djani Bâche, l'effectif décroît à 12 %.



Photo 1 : *Une emblavure de sésame (sesamum indicum) à Karal*

La **Photo 1** expose un domaine champêtre de sésame à Karal. Il transparait en avant-plan une touffe d'herbes délimitant la parcelle. A l'arrière-plan, ce sont les plantes de sésame en phase de floraison. Le sésame constitue une véritable parade en ces dernières décennies marquées par des fortes variations de pluies. Au pied des plantes, nous observons de sols qui sont quasi secs, malgré, le sésame donne une allure verdoyante. Cela atteste de sa capacité de résister aux séquences sèches. 16 % des agriculteurs interrogés à Baltram contre 26 % à Sidjé déclarent cultiver cette plante. Les revenus engrangés par cette culture permettent de compenser les gaps

présentés par la culture du maïs, précisent les agriculteurs. Il convient de souligner que la culture de patate s'effectue sur les lais des rives du lac Tchad. C'est une culture qui obéit surtout au système d'assolement, comme le fait observer la **Photo 2**.



Photo 2 : Une emblavure de maïs en assolement à Baltram

La **Photo 2** affiche un champ mis en assolement au village de Baltram. En effet, en avant-plan, nous constatons qu'une portion de la parcelle est cultivée en patate. En arrière-plan, se dressent les tiges du maïs jaunissantes et asséchantes. Lequel aspect prouve que le maïs est arrivé à la phase optimale de son cycle végétatif. Notons qu'une grande partie de la patate douce est acheminée vers Ndjamenà et une petite partie est vendue localement. En sus, les paysans de Canton Assàlé s'intéressent depuis quelques décennies à la culture du gombo, plante à fleurs herbacée annuelle ou bisannuelle tropicale de la famille de malvacées.

III-2-3. Technique de rétention d'eau dans les parcelles

Le maïs est une plante naturellement hydrophyte, donc elle a un besoin élevé en eau. Or, avec le phénomène de la variabilité pluviométrique, tout est imprévisible. Afin de minimiser ce choc lié au stress hydrique, les maïsiculteurs du Canton Assàlé ont appris à canaliser l'eau dans les parcelles ; question de conserver l'humidité pendant un temps, même s'il y a une séquence sèche élastique qui s'installe. 56 % des paysans qui se sont confiés à nous, nous ont laissé comprendre que cette technique est récente dans le domaine de la maïsiculture. Elle cherche à remédier ne serait-ce que partiellement au phénomène de la baisse drastique de la pluviométrie.



Photo 3 : *Une technique de rétention d'eau dans une parcelle à Djani Bâche*

Cette illustration imagée 3 montre la technique de stagnation d'eau dans la parcelle de culture de maïs. Pratiquement, une masse de terre est édiflée tout autour de la parcelle sous forme de digue, comme le fait transparaître l'avant-plan de la **Photo 3**. Il s'agit à travers cette technique de retenir l'eau dans la parcelle. Cette technique est surtout appréciée pour la culture du maïs pluvial. Cependant, son efficacité serait relative à long terme vu que, la variabilité de pluies va engendrer une baisse des réserves en eau du sol à cause de l'augmentation de l'évaporation au niveau des essences végétales et du sol. Cela est dû à la hausse des températures. Par ailleurs, l'installation de la sécheresse au milieu de la saison pluvieuse occasionne une forte salinisation des espaces marécageux, rendant ainsi ces écosystèmes impropres aux cultures.

III-2-4. Dispersement des dates de semis

Cette pratique intervient pour la plupart de cas, lorsque l'installation de la saison de pluies devient problématique. Elle est développée par 35 % des paysans et prend l'appellation de « semis échelonnés ». Elle est davantage pratiquée pour la culture du maïs pluvial où il y a encore des vastes espaces. Elle consiste à semer la même culture sur deux parcelles différentes ou même sur une seule parcelle à des dates différentes, ceci en espérant que le rythme pluviométrique correspondait aux phases de croissance d'une au moins des cultures par rapport à leurs dates de semis. Aussi, pour solutionner le problème d'installation de sécheresse au début de la saison et partant s'adapter à la persistance des faux-départs, les agriculteurs ressemèrent lors de la deuxième et de la troisième décades de juillet.

Tableau 6 : Dates de semis entre les périodes allant de 2005 à 2019

	Baltram	Djani Bâche	Karal	Sidjé
2005	03-juil	12-juil	28-juin	15-juil
2006	09-juil	02-juil	08-juil	05-juil
2007	13-juil	10-juil	07-juil	02-juil
2008	02-juil	12-juil	09-juil	08-juil
2009	11-juil	01-juil	02-juil	27-juin
2010	28-juin	05-juil	11-juin	06-juil
2011	08-juil	10-juil	09-juil	13-juil
2012	19-juil	13-juil	02-juil	01-juil
2013	02-juil	29-juin	04-juil	12-juil
2014	22-juin	11-juil	03-juil	07-juil
2015	12-juil	08-juil	10-juil	11-juil
2016	05-juil	02-juil	21-juil	05-juil
2017	01-juil	10-juil	07-juil	02-juil
2018	14-juil	12-juil	08-juin	09-juil
2019	04-juil	09-juil	06-juin	04-juil

Source : ANADER, 2019

La situation de la dispersion des dates de semis a été étalée par le **Tableau 6**. A titre illustratif, nous avons juste mis en exergue les 15 dernières années de la série chronologique. Il s'agit de la période allant de 2005 à 2019. Succinctement, les dates de semis sont exclusivement partagées entre juin et juillet, avec certainement une prédominance de juillet (environ 87 %) contre 13 % pour le mois de juin. Aussi, faut-il l'ajouter, cet anachronisme des dates de semis est également intra-mensuel. Chose qui empêche le cultivateur de bien cadrer son calendrier agricole. Ainsi, Karal a connu quatre campagnes agricoles où les semis ont été faits en juin, suivi de Baltram avec deux années. Djani Bâche et Sidjé, chacun a enregistré une année. Ces genres des semis sont souvent motivés par l'installation précoce des saisons pluvieuses ou encore les faux-départs. Les variations de ces dates de semis sont incontestablement dictées par les fluctuations pluviométriques. Du semis à la récolte, ces dates sont aussi entremêlées des séquences extrêmes compromettant la croissance normale de la plante. Pour pallier à l'imprévisibilité et à l'incertitude, les paysans ont dû recourir à des variétés à cycles précoce et extra-précoce.

III-2-5. Utilisation des variétés semencières à cycles précoce et extra-précoce

Le recours aux variétés à cycle court est une autre forme d'adaptation parmi tant d'autres. Les agriculteurs considèrent les variétés semencières précoces et extra-précoces comme une réponse aux irrégularités pluviométriques, au démarrage tardif et aux saisons courtes. Une petite partie de ces semences provient de COOPI, une ONG italienne et de l'Institut Tchadien pour la Recherche et le Développement Agricole (ITRAD). La grande part est achetée directement au marché. Les principaux marchés d'approvisionnement en semences sont entre autres, les marchés camerounais, nigérian et nigérien. Certaines de ces variétés sont exigeantes en termes de fertilité des sols et de tolérance à d'éventuelles insuffisances. Pour cela, la plante exprime un besoin élevé en eau et en éléments minéraux. Mis à part leur vulnérabilité, ces variétés atteignent le stade de la maturité en un temps record. Ainsi, parmi les quatre variétés récemment introduites, trois proviennent du Nigéria et la quatrième est locale. Il s'agit par ordre de 2009 TZEE W-STR, 95 TZEE-YI, TZEE-Y et MATAFO I. La dernière variété extra-précoce est l'œuvre de la Société pour le Développement du Lac (SODELAC). Malgré leur cycle réduit, ces variétés se distinguent à certains égards par leurs caractéristiques.

III-2-6. Modification des pratiques de labour

D'après les enquêtes, à Karal tout comme à Djani Bâche, par ordre, 75 % et 64 % des agriculteurs ont fait savoir qu'ils disposaient des variétés précoces qui leur permettaient d'enchaîner les cultures sur une même parcelle. Néanmoins, avec le raccourcissement de la saison pluvieuse de ces dernières décennies, cette technique prend aussi un coup. A Baltram et à Sidjé, 35 % des paysans s'orientent vers la pratique des pépinières du riz. A travers cette pratique, les agriculteurs envisagent pratiquer la riziculture afin de pallier à certaines éventualités. En plus, les cultivateurs sarclent de plus en plus leurs parcelles. Les travaux de terrain nous ont laissé comprendre qu'avant les dérèglements pluviométriques, le sarclage a lieu deux fois par campagne. Avec les fortes variations pluviométriques qui sévissent depuis quelques décennies, la fréquence est passée à plus de deux (02). Cette fréquence vise à anéantir les mauvaises herbes qui croissent au même rythme que les cultures. Ainsi, 73 % des paysans enquêtés à Karal affirment sarcler plus de deux fois le champ à cause des mauvaises herbes, ils sont 75 % à Djani Bâche à confirmer cette déclaration. A Baltram et à Sidjé, le nombre de sarclage par an reste sans changement, c'est-à-dire deux fois par campagne.

III-3. Stratégies d'adaptation indirecte

D'autres formes d'adaptation indirectement liées à la perturbation pluviométrique sont également développées par les paysans. Il s'agit notamment de la diversification des activités générant des revenus, de la pratique de l'épargne, de la mobilité de la population et l'émergence des Groupements Intercommunautaires (GIC).

III-3-1. Diversification des Activités Génératrices des Revenus (AGR)

Pour éviter ou minimiser les risques de famine, les producteurs agricoles ont développé d'autres adaptations qui sont entre autres la diversification des Activités Génératrices de Revenus (AGR) et l'épargne de précaution. Du fait de la variabilité pluviométrique, l'instabilité des revenus dérivant de l'agriculture dans le Canton Assâlê est de taille. Dans cette optique, pour parvenir à compléter et à stabiliser leurs revenus, les ménages s'intéressent de manière supplémentaire à d'autres activités que l'agriculture. Il s'est révélé que 82 % des paysans se livrent à au moins une activité secondaire.

III-3-2. Reconversion et mutation sociale

Les irrégularités des pluies aggravent les insuffisances des rendements. Une situation indéniablement dictée par la variabilité pluviométrique de ces dernières décennies, plongeant les paysans dans l'incertitude. Cette situation laisse les agriculteurs au sud du lac Tchad, à l'instar des autres dans un désarroi total. Comme le travail de la terre n'inspire plus confiance, certains cultivateurs se sont convertis en transporteurs (moto-taximen) et d'autres en éleveurs des petits ruminants.



(P₁)



(P₂)

Planche 1 : Images des moto-taximen (P₁) et d'éleveurs des petits ruminants (P₂)

La pratique de l'élevage en général et celle de l'élevage des ovins-caprins n'est pas récente dans la région. Elle a existé depuis fort longtemps. Néanmoins, les vagues de sécheresse et les épizooties des années 80 qui ont frappé durement le sahel, ont décimé énormément le cheptel, raison pour laquelle, certains éleveurs ont basculé exclusivement vers le travail de la terre. Cette activité est rendue possible grâce à certains partenaires au développement. Ces derniers octroient des chèvres aux paysans avec un taux d'intérêt quasi nul. D'autres agriculteurs ont opté pour le transport comme moyen d'adaptation. Parmi eux, 63 % sont propriétaires des engins, 12 % journaliers et 25 % travaillent sous contrat. Ceux qui n'ont pas cette opportunité sont tentés par l'aventure vers les grands centres urbains ou vers les pays voisins.

III-3-3. Migration des populations

L'autre parade qui semble être la plus immédiate est la mobilité des populations paysannes. Ayant passé des mauvaises saisons agricoles, les agriculteurs migrent vers d'autres centres urbains, soit vers d'autres secteurs ruraux les moins affectés ou encore vers d'autres pays pour arrondir les angles. Ainsi, 18% des personnes enquêtées trouvent l'exode rural comme une des solutions aux problèmes des échecs agricoles liés à la crise climatique. Cependant, à défaut d'une structure qui s'en charge d'enregistrement des différents mouvements, il n'est pas du tout aisé de mesurer ce phénomène.

IV - DISCUSSION

Notifions que les réponses au phénomène de la variabilité pluviométrique varient d'un agriculteur à un autre. Ceux qui disposent des moyens essayent de s'adapter ou, au minimum, de résister aux effets de la variabilité des pluies, et mettent pour cela en jeu autant des mécanismes de façon spontanée ou collective [23, 24]. Certains de parmi eux donnent du privilège à des solutions de court terme, donc souvent peu durables. Le calage du calendrier des activités culturelles sur les conditions pluviométriques annuelles. Dans le système agricole dépendant de la pluie, les dates de semis sont généralement déterminées par le démarrage des pluies [5, 23]. En cas de démarrage tardif de la saison pluvieuse, les agriculteurs réagissent de plusieurs manières. Il s'agit entre autres ; du surtravail dans la parcelle. A cet effet, la mobilisation d'une main d'œuvre additive, nécessite indispensablement un réseau social efficace et des

ressources suffisantes. Puisque même si on sollicite une entraide, il faut prendre en charge alimentairement la main d'œuvre engagée. De même, pour minimiser le risque de retard des premières pluies, 82 % d'agriculteurs sèment lors des deux premières décades de mois de juillet contre 18 % qui décident de semer à la troisième décade du mois de juin même à sec, afin de gagner en temps. A travers cette stratégie, les producteurs s'exposent à des risques de perdre leurs semences [9] en cas de première pluie isolée, ou encore voir leurs semences être déterrées par les rongeurs. L'option des variétés précoces comme une réponse idéale au retard des pluies [12, 25, 26]. A défaut d'une structure qui produit localement ces variétés, certains producteurs effectuent des longues distances pour s'en procurer. Néanmoins, ces variétés semencières sont fréquemment moins productives et/ou assez exigeantes en termes de fertilité du sol : disposant de moins de temps pour produire une certaine quantité de matière sèche, la plante a des besoins instantanés plus importants (en nutriments). Par ailleurs, comme ces variétés semencières parviennent à mûrir avant les variétés traditionnelles, elles sont aussi très vulnérables à la verse et aux attaques des ennemis des cultures. Afin de compenser le gap des rendements, les paysans sont en quête perpétuelle d'élargir leurs parcelles : il s'agit d'une stratégie d'extensification [23].

Cette stratégie tient encore pour le moment dans le domaine des terres exondées. Car, sur les 31.721 ha de surface cultivable, il n'y a que 18.178 ha des surfaces qui sont emblavées. Cependant, une partie essentielle des terres exondées est infertile, donc il faut absolument les amender. Aussi, il convient de souligner avec insistance que cette technique consistant à étendre les parcelles n'est pas durable parce que d'une part, elle rétrécit l'espace réservé aux éleveurs pour effectuer la transhumance et d'autre part, il y a dans la zone l'apparition d'un phénomène nouveau à savoir ; la présence des nouveaux acteurs dans le domaine foncier. Ces derniers exproprient subtilement les propriétaires terriens de leurs terres de cultures. Par conséquent, nous assistons à la quasi suppression de la jachère dans la zone et surtout à une crise foncière sans précédent, parce que la terre risque de prendre une valeur marchande. En Afrique de l'Ouest, la sonnette d'alarme est déjà déclenchée ; en raison de l'extension des superficies cultivées, il est observé partout une diminution de la réserve en terres [24]. En parallèle, les espaces des jachères, même de courte durée, se restreignent et sont de plus en plus cantonnés aux terrains les moins fertiles. Leur durée est raccourcie, ce qui compromet leur rôle de régénération de la fertilité, d'autant plus que la production de biomasse est limitée par le manque d'eau. La mise en œuvre d'activités complémentaires génératrices

de revenus, agricoles ou extra-agricoles, est un mécanisme mis aussi en œuvre par les producteurs pour garantir la survie de leurs familles. Ces activités secondaires sont entre autres ; les Activités Génératrices des Revenus (AGR) ; les migrations à la recherche d'emploi, les pratiques de l'élevage des petits ruminants, et le transport [12]. Mis à part l'élevage, les restes des activités sont pour la plupart des cas précaires car, elles sont largement soumises aux aléas conjoncturels et n'offrent donc qu'une couverture partielle des conditions des vies familiales. Les activités lucratives par exemple subissent le coup de la baisse du pouvoir d'achat à un choc négatif qu'il soit provoqué par le climat ou un autre facteur. Le salariat agricole prend autant le même coup car, durant les années des mauvaises saisons, la main d'œuvre agricole est de moins en moins sollicitée. Du coup, les familles vulnérables comptant sur le salariat pour combler le gap subissent davantage les effets. De même, à la quête de l'augmentation des revenus, certains producteurs optent pour la migration. La principale raison évoquée est la recherche d'emploi. Il faut noter que les migrants se livrent à des petits métiers. A l'approche de la saison des pluies, les producteurs repartent dans leurs villages respectifs pour labourer la terre. Cette pratique qui est devenue presque cyclique n'assure point une véritable amélioration des conditions de vie des populations. Elle est également pratiquée dans la zone sahélienne d'Afrique de l'Ouest [15]. Par ailleurs, il faut ajouter que ces mécanismes des migrations ont le défaut de concerner souvent en priorité les jeunes hommes, pourtant, il y a aussi des femmes qui ont en leur charge la gestion des ménages. Pire encore, le non-retour de certains migrants aux lieux de départ, prive les exploitations d'une main d'œuvre dynamique et limite ainsi les possibilités de mise en œuvre des solutions d'adaptation exigeantes en travail, telle que l'agroécologie.

V - CONCLUSION

La variabilité pluviométrique dans le Canton Assâlé est plus qu'une évidence. Les précipitations connaissent des variations dans le temps et dans l'espace. Elles se manifestent à travers une forte variabilité interannuelle : 43 % d'années à humidité modérée contre 34 % à sécheresse modérée, une disproportion pluviométrique mensuelle (juillet-août : 71 %), une variation inter et intradécadaire, une prééminence de la classe des pluies nulles à faibles (1-15 mm) et 90 % des séquences sèches ont une longueur inférieure ou égale à 7 jours contre 5 séquences humides. Cette péjoration pluviométrique compromet le rendement du maïs, une plante hydrophyte aux besoins élevés en eau et en nutriments. Afin de transcender

cette situation ou du moins l'amoinrir, les producteurs de maïs de Canton Assalé ont développé deux formes de stratégies d'adaptation : directes et indirectes. Directement, ces derniers ont réajusté leur calendrier cultural, dispersé les dates de semis, utilisé des variétés semencières à cycle court, rétenu d'eau dans la parcelle, recouru à des nouvelles espèces de cultures et modifié des pratiques des labours. Les formes d'adaptation indirectes sont entre autres ; la diversification des activités génératrices des revenus, la reconversion ou la mutation sociale et la mobilité de population. Ces efforts locaux sont appuyés par des stratégies d'adaptation planifiées. Elles sont les œuvres de l'Etat et de ses partenaires au développement. Afin de mieux appréhender la portée du phénomène de la variabilité pluviométrique, la définition d'une politique à l'échelle locale est envisageable.

RÉFÉRENCES

- [1] - B. CHAOUIKI, Les politiques de développement agricole. Le cas de l'Algérie. Impact du PNDA/PNDAR sur le développement économique. Thèse de Doctorat, Université d'Oran (Algérie), (2011) 483 p.
- [2] - E. MUSABANGANDJI, Contraintes et stratégies d'amélioration de la Filière maïs au Rwanda, Thèse de Doctorat, Université de Liège-Gembloux AGRO-BIO TECH, Liège, Belgique, (2017) 251 p.
- [3] - S. BOUBACAR, Y. A. RAZINATOU et I. S. MAHAMADOU, Perceptions paysannes du changement climatique et stratégies d'adaptations employées, *Agronomie Africaine*, 33 (2) (2021) 203 - 214
- [4] - Z. ABDOUL HABOUI, M. K. BOUBACAR et T. ADAMA, Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique : défis et perspectives. *Int. J ; Biol. Chem. Sci.*, 10 (3) (2016) 1262 - 1272
- [5] - S. ROMAIN GOUATAINE, D. DADOUM MAGLOIRE, L. BAOHOUTOU, Stratégies paysannes d'adaptation face aux risques d'instabilités pluviométriques annuelles dans la plaine du Mayo-Kebbi, *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 2 (2016) 51 - 62
- [6] - B. ANDRE, Dynamique des systèmes agraires et des modes de gestion de l'espace dans le bassin de Mayo Kebbi (sud-ouest du Tchad). Thèse de Doctorat, Université de Lomé, Togo, (2012) 389 p.
- [7] - Ministère de l'Agriculture et de l'Irrigation, Plan Quinquennal de Développement de l'Agriculture au Tchad. FAO, (2013) 58 p.
- [8] - Ministère de l'Agriculture de l'Irrigation, Schéma Directeur Agricole (2006-2015) et Plan d'actions. FAO/PAEPS/Ambassade de France au Tchad, (2005) 88 p.

- [9] - S. ROMAIN GOUATAIN, Effets des variabilités pluviométriques sur les systèmes de culture et adaptations des agriculteurs dans la plaine du mayo-kebbi (sud-ouest du Tchad). Thèse de Doctorat, Université de Maroua, Cameroun, (2016) 327 p.
- [10] - S. ROMAIN GOUATAINE et L. BAOHOUTOU, Mise en évidence de la variabilité pluviométrique sur la plaine du Mayo-Kébbi, sud-ouest du Tchad, *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 25 (8) (2015) 93 - 109
- [11] - A. B. CISSÉ et K. DIOP, Perceptions du changement climatique et stratégies d'adaptation paysannes à Louga, *Revue Espace Géographique et Société Marocaine*, 60 (2022) 21 p.
- [12] - A. B. CISSÉ, Stratégies d'adaptation face aux impacts du changement climatique sur l'agriculture au Sahel : cas de la région de Louga. Thèse de Doctorat, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal, (2021) 220 p.
- [13] - P. C. SAMBOU, Évolution récente, impacts et stratégies d'adaptation des populations dans les communautés rurales de Sakal et de Ndande, dans la région de Louga. Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, (2015) 461 p.
- [14] - D. OUMAROU, L'adaptation de l'agriculture au changement et à la variabilité climatiques au Québec : un processus de diffusion des innovations. Thèse de Doctorat, Université de Montréal, Canada, (2014) 264 p.
- [15] - A. DIALLO, Changement climatique et migrations humaines au Sénégal : une approche en termes de vulnérabilité du système socio-écologique. Thèse de Doctorat, Université Grenoble Alpes (France) et Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), (2016) 392 p.
- [16] - M. S. ISSA, Changements climatiques et agrosystèmes au Bénin central : Impacts et stratégies d'adaptation. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, (2012) 273 p.
- [17] - M. B. NOURADINE, D. NDOKI et M. NDOUTORLENGAR, Production maïsicole à l'épreuve de la variabilité pluviométrique dans le Canton Assâlê au Tchad, *Afrique SCIENCE*, 20 (3) (2022) 130 - 145
- [18] - D. NOUFE, L. BRUNO, G. MAHE, E. SERVAT, B. Y. TELESPHORE, B. Z. KOLI et J. L. CHALEARD, Variabilité climatique et production de maïs en culture pluviale dans l'est Ivoirien, *Hydrological Sciences Journal*, 56 (1) (2011) 156 - 167
- [19] - G. ROUANET, LE MAÏS. *Maisonnette et Larose*, Paris, France, (1984) 142 p.
- [20] - M. A. TIDJANI et P. B. I. AKPONIKE, Évaluation des stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques : cas de la production du maïs au Nord-Bénin, *African Crop Science Journal*, Vol. 20, Issue Supplement s2, (2012) 425 - 441

- [21] - S. NICHOLSON, On the question of the “recovery” of the rains in the West African Sahel. *Journal of Arid Environments*, 63 (2005) 615 - 41
- [22] - S. ZACHARI, I. YABI, E. OGOUWALE et M. BOKO, Analyse des quelques caractéristiques de la saison des pluies dans le développement du Borgou (Bénin, Afrique de l’ouest), Actes du XXV^{ème} Colloque de l’AIC, Grenoble, France, (2012) 693 - 698
- [23] - D. S. M. AGOSSOU, C. R. TOSSOU, V. P. VISSOH et K. E. AGBOSSOU, Perceptions des perturbations climatiques, savoirs locaux et stratégies d’adaptation des producteurs agricoles Béninois, *African Crop Science Journal*, Vol. 20, Issue Supplement s2, (2012) 565 - 588
- [24] - M. J. DUGUE, Caractérisation des stratégies d’adaptation au changement climatique en agriculture paysanne, *Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières*, Lyon, France, (2012) 50 p.
- [25] - J. KONKOBO, N. J. SOME, T. F. IDANI et Y. S. C. SOME, Caractérisation des stratégies d’adaptation des agriculteurs dans un contexte de variabilité pluviométrique : cas de la Commune rurale de Kouka en zone Soudano-Sahélienne au Burkina Faso, *Revue Espace Géographique et Société Marocaine*, N°52 (2021) 10 p.
- [26] - R. OGOUWALE, O. KOUDAMILORO, E. AKAKPO, E. W. VISSIN et J. M. DIPAMA, Stratégies d’adaptation paysanne aux risques hydroclimatiques dans le bassin versant du fleuve Ouémé à Bétérou au Bénin, Afrique de l’ouest, *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 35 (2020) 384 - 404