

## **CONDITIONS CLIMATIQUES ET VULNÉRABILITÉ ALIMENTAIRE DES MÉNAGES A L'EXTRÊME-NORD DU CAMEROUN**

**Chetima BOUKAR\* et Feumba Rodrigue AIME**

*Université de Yaoundé I*

---

\* Correspondance, e-mail : [cboukar2013@yahoo.fr](mailto:cboukar2013@yahoo.fr)

### **RÉSUMÉ**

L'Extrême-Nord du Cameroun est la région du pays la plus aride et la plus exposée à l'insécurité alimentaire. Plusieurs causes ont été évoquées dans la littérature pour justifier cet état des choses. Pour contribuer à ce débat, la présente étude met l'accent sur la variabilité climatique, les facteurs de production agricoles et les caractéristiques socio-démographiques des ménages. Pour ce faire, les données des précipitations de la région, les données relatives à la production agricole et la base d'ECAM I & II ont été soumises aux tests statistiques. Les résultats ont démontré que la sécurité alimentaire des ménages s'améliore avec l'augmentation de la longueur de la saison agronomique, des précipitations annuelles et des précipitations journalières supérieures à 50 mm. Quelles que soient les caractéristiques du chef de ménage et du ménage, cette relation demeure vérifiable. En outre, la non possession des moyens de production et la vente d'une partie de la récolte constituent d'autres facteurs d'exposition à l'insécurité alimentaire.

**Mots-clés :** *conditions climatiques, vulnérabilité alimentaire, ménages.*

### **ABSTRACT**

**Climatic conditions and food vulnerability of households in the far North of Cameroon**

The Far North of Cameroon is the driest and the most food insecure region of the country. Several causes have been mentioned in the literature to explain this situation. The contribution of the present study to this debate focuses on climate variability, agricultural inputs and socio-demographic characteristics of households. To do this, data on rainfall, agricultural production and the basis of ECAM I & II in the region have been subjected to statistical tests. The results

**Chetima BOUKAR et Feumba Rodrigue AIME**

showed that household food security gets improved with increasing length of the agricultural season, annual rainfall and daily rainfall exceeding 50 mm. Whatever are the characteristics of the household and his head, this relationship remains verifiable. In addition, non- ownership of the means of production and the sale of a portion of the harvest are other factors of exposition to food insecurity.

**Keywords :** *weather, food insecurity, households.*

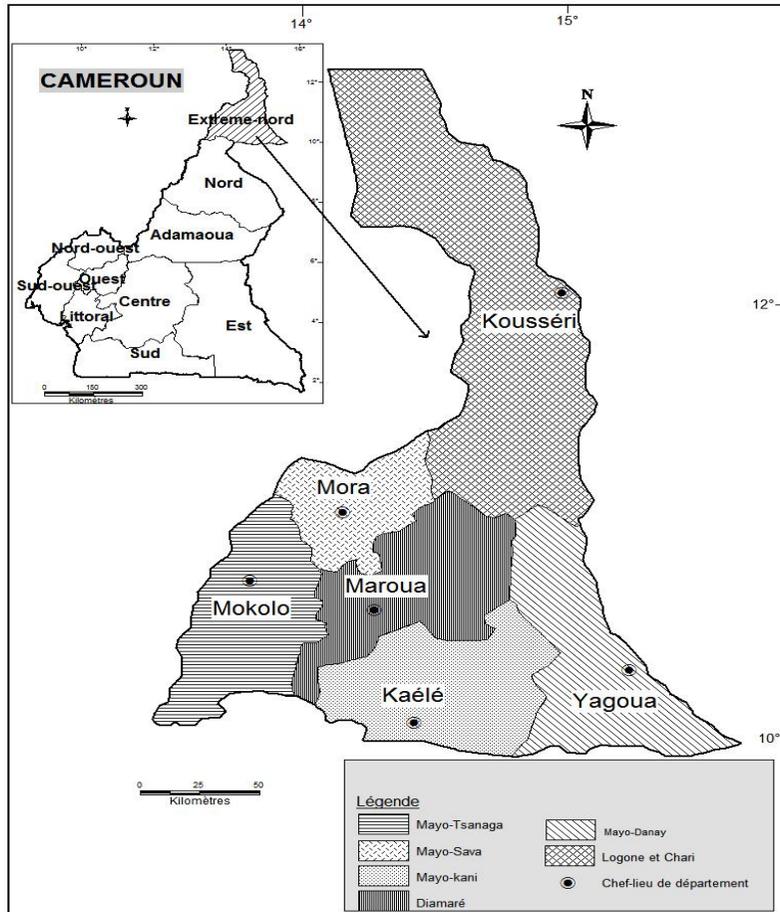
## **I - INTRODUCTION**

L'Extrême-Nord du Cameroun est la région du pays la plus frappée par l'insécurité alimentaire. Les irrégularités des précipitations, les attaques de criquets et d'oiseaux granivores, la divagation de troupeaux d'éléphants, etc. [1] ont été évoquées pour expliquer la récurrence de ces crises alimentaires. Cependant, les aléas climatiques sont avancés comme les facteurs principaux. En effet l'arrêt brutal des pluies en 2000 avait entraîné un déficit céréalière d'environ 160 000 tonnes suite à la réduction de 50 % des rendements de muskuwaari. Deux ans auparavant, en 1998, la forte baisse de la couverture céréalière observée était due à la sécheresse qui avait affecté toute la région [2]. La question que l'on se pose est celle de savoir quelle est l'incidence de la variabilité des précipitations sur la sécurité alimentaire à l'extrême-Nord du Cameroun ? Pour ce faire, les données des précipitations de la zone cotonnière, les bases des enquêtes ECAM I&II et les statistiques agricoles de la région ont été utilisé pour montrer d'une par la relation entre la couverture de besoins céréalières et les variables pluviométriques, et, d'autre part, la relation entre la vulnérabilité alimentaire des ménages et les précipitations totales annuelles contrôlées, par les caractéristiques du ménages et du chef de ménage, l'accès à l'innovation et les moyens de production.

## **II - DONNÉES ET MÉTHODES**

### **II-1. Cadre d'étude**

Le cadre spatial de cette étude est la région de l'Extrême-Nord. Elle couvre toute la zone sahélienne du Cameroun et s'étend de 10° au 13° de latitude Nord, sur près de 325 km ; et de 13°15 au 15°50 de longitude, couvrant une superficie de 34.262 km<sup>2</sup> (**Figure 1**). Les recensements de 1987 et de 2005 montrent qu'elle est la région la plus peuplée du Cameroun et abrite respectivement 1 855 695 et 3 111 792 habitants. Elle est aussi la région la plus pauvre ; environ 55,5 % de la population vivent dans des ménages pauvres en 2007 et 5,6 % possèdent une épargne. L'agriculture y est l'activité la plus pratiquée, 86,5 % des ménages s'y consacrent et environ 39,9 % sont propriétaire des bestiaux [11].



**Figure 1 :** Carte de localisation de la région de l'Extrême-Nord

## II-2. Données

Les données qui ont permis de vérifier notre hypothèse proviennent de trois sources : les relevés météorologiques des postes d'observation de la SODECOTON, des stations météorologiques et des postes pluviométriques de la météo ou des postes agricoles, les statistiques agricoles de la région de l'Extrême-Nord ainsi que les bases de données des Enquêtes Camerounaises auprès des Ménages (ECAM II et III) réalisées respectivement en 2001 et 2007 par l'Institut National de la Statistique (INS).

## II-3. Méthodes

### II-3-1. Évaluation des anomalies au niveau des précipitations annuelles

Pour mettre en évidence les anomalies qui ont marqué les précipitations totales annuelles, les indices réduits des séries ont été calculés suivant la **Formule** ci-après [3, 4].

$$Y_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (1)$$

où,  $\left\{ \begin{array}{l} Y_i = \text{écart réduit ou indice d'une année } i ; \\ X_i = \text{Précipitations totales d'une année } i ; \\ \bar{X} = \text{moyenne de précipitations annuelles} ; \\ \sigma = \text{écart-type de précipitations annuelles.} \end{array} \right.$

Pour mieux visualiser ces anomalies constatées, les bruits ont été éliminés afin de garder les tendances lourdes grâce au filtre non récursif passe-bas de HANNING d'ordre deux. Le protocole de calcul repose sur les *Équations* suivantes :

$$X'_i = 0,06X_{i-2} + 0,25X_{i-1} + 0,38X_i + 0,25X_{i+1} + 0,06X_{i+2} \quad (2)$$

où,  $\left\{ \begin{array}{l} X_{i-2} = \text{total de la deuxième année précédant l'année } i ; \\ X_{i-1} = \text{total de la première année précédant l'année } i ; \\ X_i = \text{total de l'année } i ; \\ X_{i+1} = \text{total de la première année suivant l'année } i ; \\ X_{i+2} = \text{total de la deuxième année suivant l'année } i ; \\ X'_i = \text{indice centré, réduit et filtré ou pondéré d'une année } i. \end{array} \right.$

Les indices pondérés des deux premiers et des deux derniers termes des séries ont été calculés de la manière suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 = 0,54X_1 + 0,46X_2 \quad (3) \\ X_2 = 0,25X_1 + 0,5X_2 + 0,25X_3 \quad (4) \\ X_{n-1} = 0,25X_{n-2} + 0,50X_{n-1} = 0,25X_n \quad (5) \\ X_{n-2} = 0,54X_n + 0,46X_{n-1} \quad (6) \end{array} \right.$$

Ce filtre a été également utilisé dans l'étude de variabilité des précipitations à Lubumbashi [5]. La méthode que nous venons de décrire permet de mesurer les anomalies des précipitations annuelles. Mais comment la variation des précipitations moyennes entre deux périodes est-elle mise en évidence ?

### II-3-2. Typologie des précipitations journalières

La classification faite par Carbonnel en 1983 demeure jusqu'aujourd'hui la seule typologie des précipitations journalières utilisée pour caractériser les précipitations de cette échelle en Afrique de l'Ouest et du centre. Elle a été

pour la première fois adoptée par l'auteur dans l'étude des variabilités des précipitations au Burkina Faso et puis par [6]. Cette méthode met au point trois catégories des précipitations journalières :

- $P_1$  = précipitations journalières inférieures à 20mm ;
- $P_{20}$  = précipitations journalières comprises entre 20 et 50mm ;
- $P_{50}$  = précipitations journalières supérieures à 50mm.

Enfin pour chacune de ces catégories des précipitations journalières, le poids dans les cumuls mensuels a été calculé.

### ***II-3-3. Détermination des dates de début et fin, et longueur de la saison des pluies***

Les dates de début ou de démarrage et les dates de fin des saisons de pluies ont été déterminées selon deux critères de définition : les critères « climatiques » et « agronomiques ».

- *Dates de début et fin de saison des pluies selon le critère climatique.*

Selon le critère « climatique », les dates de démarrage et de fin de la saison des pluies correspondent aux dates de premier et de dernier événements pluvieux. Ces événements indiquent l'apparition puis la disparition d'une convection organisée.

- *Dates de début et fin de saison des pluies selon le critère agronomique*

Le critère « agronomique » retient comme date de démarrage de la saison, le jour où le seuil 20 mm de pluie sur 3 jours est atteint après le 1<sup>er</sup> mai. Ce démarrage est ainsi effectif si aucun épisode sec excédant 7 jours n'est enregistré dans les 30 jours qui suivent (pour éviter les faux départs). Comme date de fin de la saison agronomique la date du 20<sup>ème</sup> jour sans pluie après le 1<sup>er</sup> septembre [7]. Ensuite, un regroupement décadaire de ces dates enfin de calculer leur fréquence a été fait. Cette technique a permis de constater les démarrages ou les arrêts tardifs ou précoces de la saison des pluies.

- *Longueur des saisons*

La durée ou la longueur de la saison des pluies est la période qui s'écoule entre la date du démarrage et la date de fin de la saison des pluies

### ***II-3-4. Vulnérabilité alimentaire***

Compte tenu de notre objectif de recherche, deux niveaux d'analyse ont été retenus : le niveau régional et le niveau de ménage.

- *Niveau régional*

La relation linéaire à modéliser est celle qui lie le taux de couverture céréalière à chaque variable pluviométrique que sont, les précipitations totales annuelles, la précipitation moyennes journalière [8, 9], l'apport des précipitations

journalières supérieures ou égale à 50 mm (P50), la longueur de la pré-saison, et la longueur de la saison agronomique [10 - 12]. Cette relation linéaire entre  $Y$  et  $X$  est alors décrite par l'Équation mathématique :

- H1 : La relation statistique entre  $Y$  et  $X$  est linéaire. Autrement dit,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon \quad (7)$$

- H2 :  $(\varepsilon) = 0$  pour tout  $i$  quelle que soit les valeurs prises par  $X$ .
- H3 :  $\text{var}(\varepsilon) = \sigma^2$ . Cette hypothèse est connue sous le nom d'hypothèse d'homoscédasticité des erreurs.
- H4 :  $\text{Cov}(\varepsilon_k, \varepsilon_l) = 0$  pour tout  $k \neq l$  quel que soit la valeur de  $X$ . Cette hypothèse implique le fait que  $k$  e prenne une certaine valeur est indépendante de la valeur prise par  $\varepsilon_l$ .
- H 5: La variable explicative  $X$  est considérée comme prédéterminée (donc pas aléatoire).
- H6 (Optionnelle) : Les  $\varepsilon_i$  sont normalement distribuées autour de leur moyenne [ $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$  i pour tout  $i$ ] si les valeurs de  $Y$  sont normalement distribuées, et vice versa.

#### ➤ Niveau de ménage

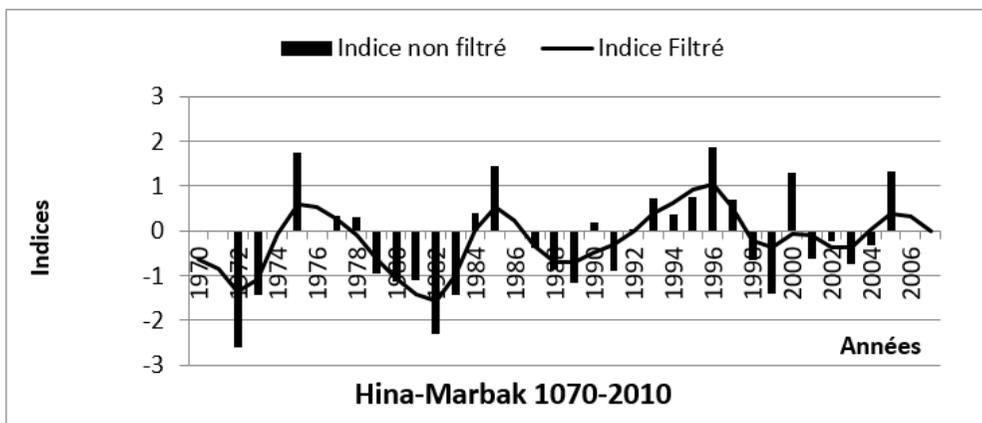
Pour mesurer l'exposition des ménages à l'insécurité alimentaire, nous avons pris en compte la production totale de céréale des ménages, l'équivalente céréale des tubercules produits, l'épargne et autres biens du ménage. Les ménages vulnérables à l'insécurité alimentaire sont ceux dont les besoins alimentaires ne sont pas couverts par la récolte (céréale et autres cultures) de l'année en cours et l'excédent de l'année précédente réunis, ni par l'épargne qu'ils disposent et les activités secondaires non agricoles menées par les membres. Ce sont en fait des ménages à bilan vivrier négatif. Ce niveau d'analyse permet d'étudier les associations entre la variabilité des précipitations annuelles et le risque d'insécurité alimentaire contrôlées par les variables explicatives que sont la gestion de la récolte [12, 13], les facteurs de production (accès à l'innovation en matière agricole, accès à la terre [14], possession des équipements agricoles [8], le nombre de personnes qui travaillent dans l'exploitation) et la situation socio-démographique du ménage [15, 16]. L'examen se fait à l'aide de l'interprétation de la statistique de «  $\chi^2$  » qui permet de déterminer l'existence ou non d'une relation (associations). Cette dernière est mesurée par la fréquence (en %) et la précision est mesurée au seuil de signification théorique de 10 %. Le rejet de l'hypothèse nulle (H0) au moyen du khi-deux établit seulement l'existence d'une association statistique : elle ne mesure pas sa force (parce qu'elle est affectée par l'effectif total). Il est important de réaliser que la statistique calculée est seulement distribuée approximativement comme une distribution théorique de khi-deux.

### III - RÉSULTATS

#### III-1. Variabilité des précipitations

##### III-1-1. Variabilité interannuelle des précipitations

Comme dans les stations précédentes, les indices filtrés des stations des monts Mandara ont permis de mettre en évidence deux phases majeures : une phase globalement déficitaire qui s'étend jusqu'en 1989 et une phase globalement excédentaire qui se met en place dès 1990 et s'est maintenue jusqu'à la fin de notre période d'étude. Avec une différence significative au seuil de 10 %, la normale de la deuxième phase est supérieure à celle de la première. La **Figure 2** présente les indices filtrés et réduits des précipitations annuelles des stations de la plaine du Diamaré. Elle permet de mettre en évidence deux principales phases : une phase déficitaire qui, amorcée depuis les années 1970 s'étend jusqu'en 1989 et une phase excédentaire qui s'est installée dès 1990. Ces phases ne sont que globalement déficitaires ou excédentaires. Elles connaissent une imbrication d'années sèches et d'années humides, mais la normale de la première phase est inférieure à la normale de la deuxième phase. Cette différence de la normale est significative au seuil de 10 % dans toutes les stations de la plaine du Diamaré sauf à Maroua-Salak. Comme dans les autres stations de la région, deux phases ont été identifiées dans la plaine d'inondation de Logone. La première phase déficitaire dans toute s'est étendue jusqu'en 1990 et est entrecoupée d'une séquence humide entre 1975-1978. La deuxième phase globalement excédentaire s'est amorcée dès 1991 et s'est maintenue jusqu'en 2010. Pendant cette période excédentaire, des années humides et des années sèches se sont alternées : les séquences 1994-1998 et 1999-2004 ont été déficitaires respectivement à Kousseri et à Waza. Cependant la différence entre la normale de deux phases n'est pas significative au seuil retenu.



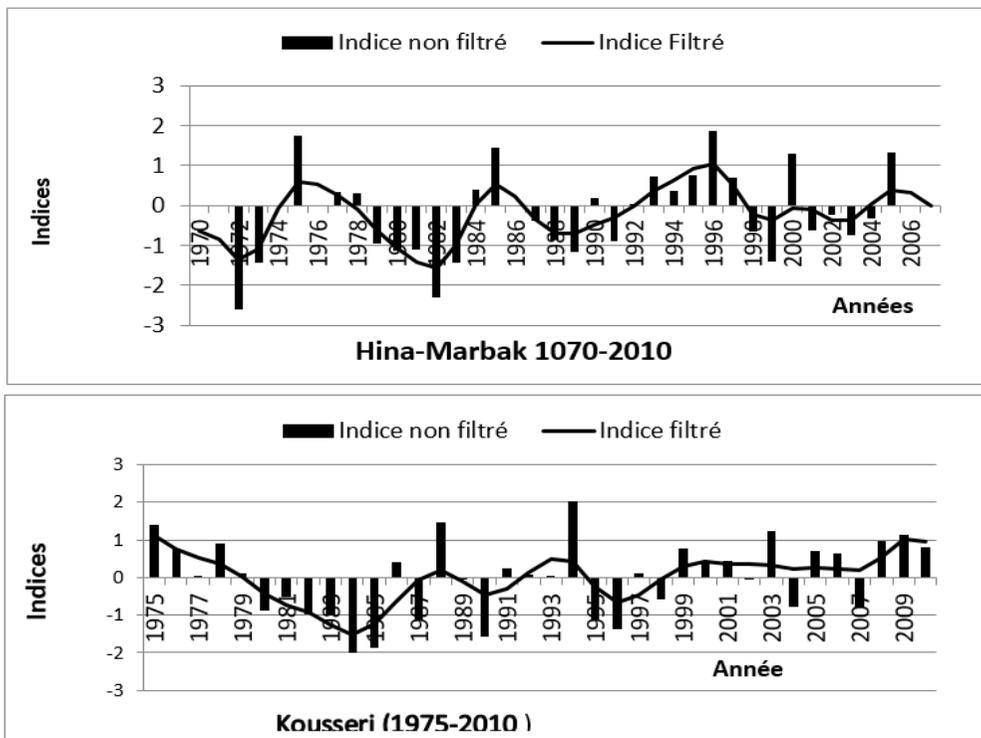


Figure 2 : Évolution des précipitations annuelles de 1975 à 2010

### III-1-2. L'apport de P50

Dans les monts Mandara et leurs bordures sud, le nombre moyen annuel de P50 est d'environ 3 et les pluies de ce volume journalier sont beaucoup plus recueillies en Juillet et en Août. Elles représentent en volume plus de 25 % des précipitations totales de celles des mois ou 20 % des précipitations totales annuelles. Dans la plaine du Diamaré, l'apport de P50 culmine à 40,8% en août, mois le plus pluvieux, entre 16,6 % et 33,8 % aux cours des autres mois sauf en mai où il n'est que de 7 % (Figure 3).

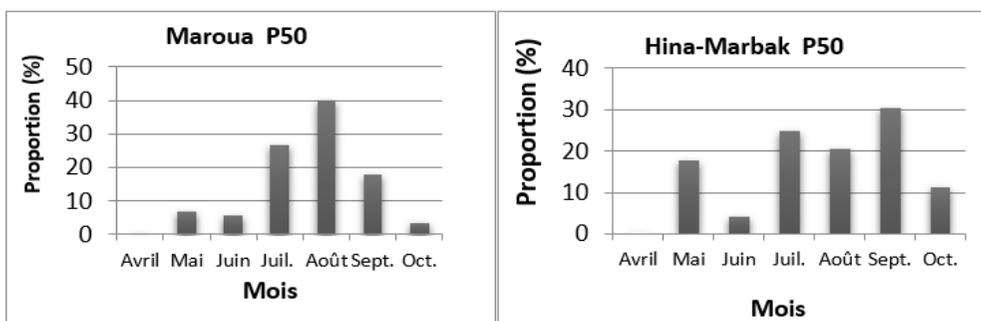


Figure 3 : Répartition des précipitations journalières supérieures ou égales à 50 mm

**III-1-3. Longueur de la saison des pluies**

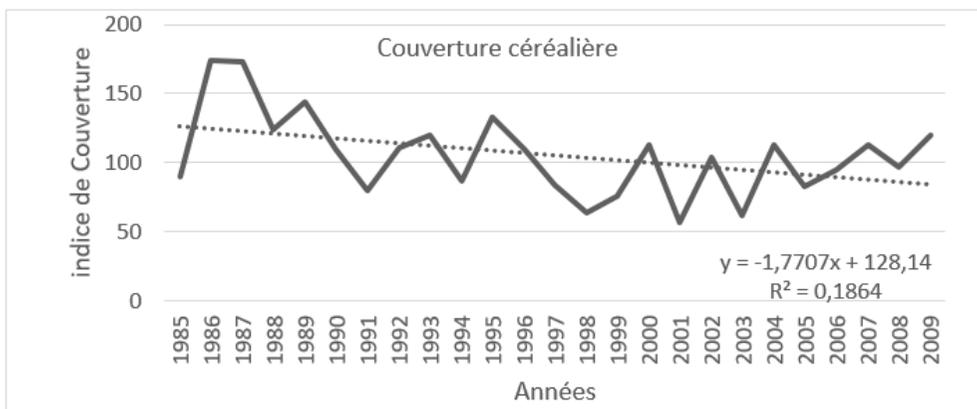
Quels que soient les critères de définitions de la saison des pluies, les monts Mandara et leurs bordures sud sont la zone de la région de l'Extrême-Nord où la saison des pluies démarre plus tôt et s'arrête plus tard et en conséquence elle est plus longue. En effet, la saison climatique, c'est-à-dire la période au cours de laquelle la venue d'une pluie est possible varie entre 188 à 278 jours. Par contre, la saison agronomique, « la saison utile » s'étend sur 127 à 192 jours. Dans la plaine du Diamaré, la période à risque de la venue d'un événement pluvieux est relativement moins longue que dans les monts Mandara et leurs bordures sud. Elle s'étend sur 131-231 jours. Tout comme la saison climatique, la saison agronomique y est plus courte que dans les stations précédentes (68-174 jours). Dans la plaine d'inondation du Logone, la saison des pluies est moins longue que partout dans la région de l'Extrême-Nord. En effet, la saison climatique est en moyenne longue de 154 jours tandis que les conditions propices pour la mise en place et le développement des cultures (saison agronomiques) ne sont réunies que pendant en moyenne 95 jours (**Tableau 1**). L'importance de l'écart entre la saison climatique et la saison agronomique par rapport aux stations des monts Mandara traduit une phase du démarrage et une phase d'arrêt de la saison plus prolongées. Une phase du démarrage prolongée rend difficile la mise en place des cultures. En effet, les pluies fines qui tombent durant cette période permettent certes la levée des semences mises sous terre qui sous l'effet des faibles humidités pourrissent, cependant, elles entretiennent les herbes poussées suite à une pluie plus importante ou à ces mêmes pluies fines rapprochées. De même, la phase d'arrêt plus étendue sur plusieurs jours perturbe la récolte et augmente la perte pendant la récolte.

**Tableau 1 : Longueur de la saison des pluies selon les critères climatiques et agronomiques**

Stations	Critères	Longueur moyenne (jour)	Longueur maximale (jour)	Longueur minimale (jour)	phase de démarrage et d'arrêt (jour)
Monts Mandara et bordure sud					
Hina-Marbak	Climatique	188	278	131	61
	Agronomique	127	179	73	
Plaine du Diamaré					
Doukoula	Climatique	181	210	140	70
	Agronomique	111	159	70	
Plaine d'inondation du Logone					
Kousseri	Climatique	154	206	116	59
	Agronomique	95	125	65	

### III-2. Variabilité des précipitations et indices de couverture céréalière

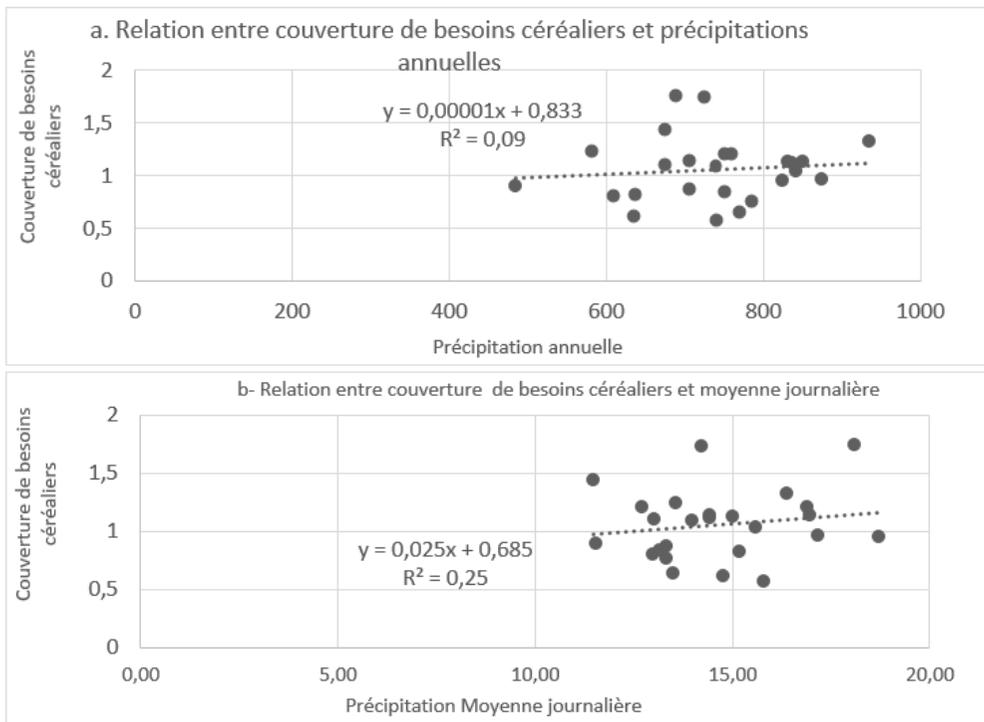
La **Figure 4** montre l'évolution de la couverture de besoins alimentaires de la région entre 1985-2009. Elle montre que globalement, le niveau de couverture est en baisse progressive depuis 1986 et atteint sa plus faible valeur en 2001. Puis une légère tendance à hausse a été amorcée dès 2002, sans que cela puisse inverser la tendance générale à la baisse. Elle a varié entre 56 % et 174 % avec une moyenne de 105 %. La **Figure 4** met en évidence la relation entre les précipitations annuelles et la couverture des besoins des populations en céréale. En effet, la baisse des précipitations totales annuelles entraîne une baisse de la couverture, inversement la hausse des précipitations entraîne l'amélioration du niveau de la couverture. Il faut noter que jusqu'en 1990, une pluviométrie déficitaire pouvait entraîner seulement un fléchissement de la couverture qui ne conduisait pas forcément à un déficit céréalier. Mais c'est à partir de 1991 que la relation ainsi décrite a été la plus soutenue.

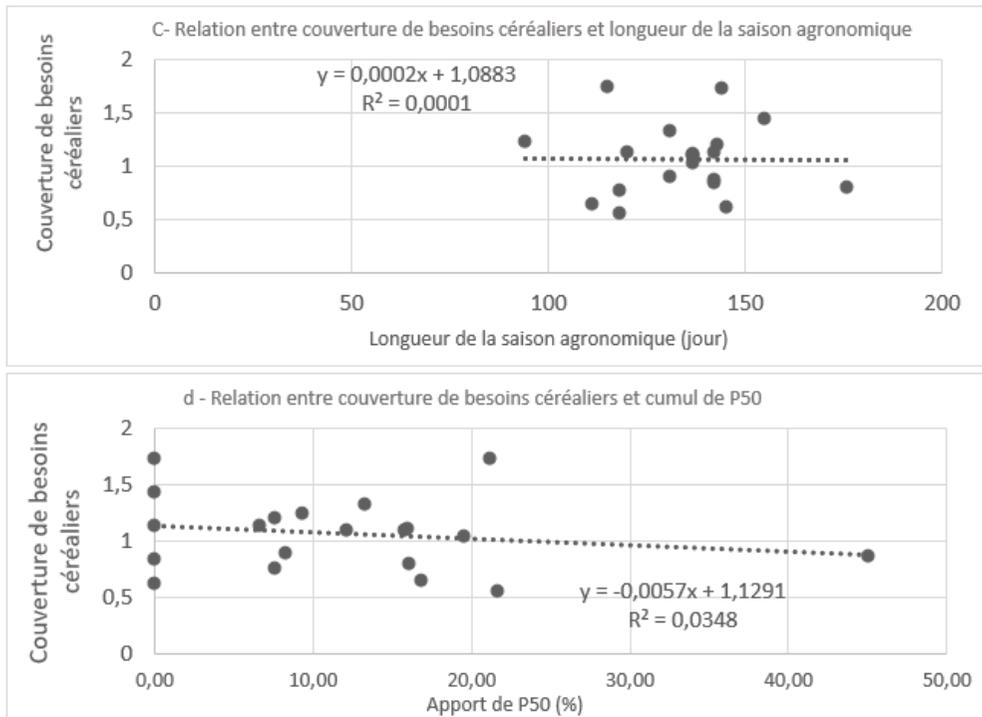


**Figure 4 :** Évolution de l'indice de la couverture céréalière

La **Figure 5a** représente la relation entre les précipitations annuelles et la couverture de besoins céréaliers de la région par la production de la région. Cette relation significative au seuil de 5 % révèle que l'augmentation de la précipitation annuelle d'un millimètre entraîne une hausse de 0,01 % de la couverture de besoins céréaliers. Il faut noter que les extrêmes de couverture (les années ayant connues la surabondance céréalière et les années ayant enregistré les déficits céréaliers prononcés) se coïncident avec les précipitations annuelles comprises entre 600 mm et 800 mm. Au-delà de cet intervalle, la relation devient plus parfaite. Cela amener à s'interroger sur d'autres variables relatives aux précipitations, la précipitation moyenne des jours pluvieux. En effet, la **Figure 5b** qui présente la relation entre la couverture et la précipitation moyenne de jours pluvieux montre que cette

dernière variable explique beaucoup plus la couverture que les précipitations annuelles. Cette relation significative au seuil de 5 % montre qu'un millimètre par jour de pluie augmente de 2,05 % la couverture de besoins céréaliers. C'est autour de 15 mm par jour qu'ont été enregistrés les déficits céréaliers les plus prononcés. La couverture de besoins céréaliers varie très peu avec la longueur de la saison des pluies selon les critères agronomiques. En effet, quand la saison des pluies selon ces critères se prolonge d'un jour, la couverture de besoins des ménages en céréale ne s'améliore que de 0,02 %. Mais il faut noter que les taux de couverture les plus élevés ont été enregistrés au cours des années qui ont été marquées par une saison des pluies longue de 100 à 150 jours (*Figure 5c*). La proportion des précipitations journalières supérieures à 50 mm affecte négativement la couverture de besoins des ménages en céréale. De ce fait, la proportion de besoins couverts diminue avec l'augmentation de la proportion des précipitations journalières supérieures à 50 mm. L'augmentation d'une unité de la proportion de précipitations journalières supérieures à 50 mm dans le cumul annuel entraîne une baisse de la couverture de besoins en céréales de 0,57 % (*Figure 5d*).





**Figure 5 :** Évolution de la couverture de besoins céréaliers et relation avec les précipitations

### III-3. Variabilité des précipitations et vulnérabilité alimentaire des ménages

L'association entre la variabilité des précipitations et la vulnérabilité alimentaire est contrôlée par deux types de variables : les caractéristiques du chef de ménage et des ménages et les facteurs de production.

#### III-3-1. Contrôle avec les caractéristiques du chef de ménage et du ménage

La relation entre variabilité de la précipitation annuelle et la vulnérabilité alimentaire sera contrôlée par les caractéristiques du chef de ménages et des ménages suivantes : le sexe du chef de ménage, l'âge du chef de ménage et la taille du ménage.

##### ➤ Age du chef de ménage

La vulnérabilité des ménages s'amplifie avec la dégradation de la pluviométrie. Cette tendance se conserve quel que soit l'âge du chef de ménage. Donc, environ 31 % à 52 % des ménages des localités qui ont connu des précipitations excédentaires ont été vulnérables et 60 % à 71 % des ménages des localités à précipitations déficitaires en 2001 contre 17,00 % à 21,00 % des ménages des localités à pluviométrie déficitaire et 38 % à 56 % des ménages des localités à

pluviométrie déficitaire ont été déficitaires en 2007 (**Tableau 2**). La différence de vulnérabilité entre les localités à pluviométrie déficitaire et les localités à pluviométrie excédentaire est moins importante dans les ménages dont le chef est âgé de 50-59 ans quelle que soit l'année d'observation. Cette différence est plus importante selon que le chef de ménage est âgé de plus de 60 ans en 2001 et de 30-39 ans en 2007 (**Tableau 2**).

**Tableau 2 : Répartitions des ménages vulnérables selon les précipitations annuelles et l'âge du chef de ménage**

Précipitations annuelles	Age du chef de ménage				
	- de 30 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	60 ans et +
	2001				
Excédentaire	47,8 %	31,8 %	40,5 %	51,4 %	50,6 %
Déficitaire	62,7 %	66,7 %	70,8 %	60,3 %	70,7 %
Significativité au seuil de 10 %	0,052	0,000	0,000	0,093	0,000
	2007				
Excédentaire	17,20 %	19,20 %	20,50 %	18,00 %	18,30 %
Déficitaire	43,10 %	38,5 %	41,50 %	30,50 %	55,10 %
Significativité au seuil de 10 %	0,001	0,002	0,000	0,053	0,000

➤ *Sexe du chef de ménage*

Quelle que soit le sexe du chef de ménage, les ménages des localités qui ont enregistré les précipitations déficitaires ont été plus vulnérables que les ménages des localités qui ont enregistré les précipitations excédentaires. En effet, en 2001, 39,5 % et 64,5 % des ménages de localités à précipitations respectivement excédentaires et déficitaires dirigés par les hommes, et, 58,4 % et 73,1 % des ménages de localités à précipitations respectivement excédentaires et déficitaires, dirigés par les femmes, ont été vulnérables. Cette différence ainsi décrite est significative au seuil de 10 %. En 2007, 18,70 et 34,90 % des ménages à direction masculine des localités marquées par une pluviométrie respectivement excédentaire et déficitaire, et 18,80 % et 68,90 % des ménages à direction féminine des localités ayant connu des précipitations annuelles respectivement excédentaires et déficitaires ont été vulnérables (**Tableau 3**).

**Tableau 3 : Répartitions des ménages vulnérables selon les précipitations annuelles et le sexe du chef de ménage**

Précipitations annuelles	Sexe du chef de ménage			
	2001		2007	
	Masculin	Féminin	Masculin	Féminin
Excédentaire	39,5 %	58,4 %	18,70 %	18,80 %
Déficitaire	64,5 %	73,1 %	34,90 %	68,90 %
Significativité au seuil de 10 %	0,000	0,006	0,000	0,000

➤ *La taille de ménage*

En vérifiant la relation entre la variabilité des précipitations annuelles et la vulnérabilité alimentaire par la taille de ménage, il a été mis en évidence que celle-ci est confirmée que pour les ménages qui compte 2 ou plus de 6 personnes en 2001. En 2007 par contre, la relation est maintenue au seuil excepté les ménages unipersonnels (*Tableau 4*).

**Tableau 4 : Répartitions des ménages vulnérables selon les précipitations annuelles et taille du ménage**

Précipitations annuelles	Taille des ménages						
	2001						
	1 pers	2 pers	3 pers	4 pers	5 pers	6 pers	7 pers et +
Excédentaire	61,5 %	46,5 %	63,4 %	35,4 %	59,2 %	53,2 %	34,4 %
Déficitaire	75,9 %	80,0 %	70,8 %	40,3 %	50,0 %	72,7 %	69,3 %
Significativité au seuil de 10%	0,143	0,001	0,272	0,322	0,226	0,007	0,000
2007							
Excédentaire	22,9 %	12,7 %	17,6 %	14,5 %	25,0 %	21,8 %	17,9 %
Déficitaire	37,0 %	45,5 %	50,0 %	42,9 %	46,5 %	43,3 %	39,6 %
Significativité au seuil de 10%	0,124 %	0,001	0,001	0,005	0,018	0,035	0,000

En 2001, environ 46,5 % des ménages des localités à cumul annuel excédentaire qui comptent 2 personnes et 80,0 % des ménages des localités à cumul annuel déficitaire. S'agissant des ménages qui comptent 6 personnes, 53,2 % des ménages des localités à précipitations excédentaires ont été vulnérables contre 72,7 % des ménages à cumul annuel déficitaire. Aussi pour les ménages qui recensent au moins 7 personnes, 34,4 % des ménages des localités à cumul annuel excédentaire ont été vulnérables contre le double dans les localités à cumul annuel déficitaire (*Tableau 4*).

### III-3-2. Contrôle avec le moyen de production

Les incidences des précipitations totales annuelles sur la vulnérabilité alimentaire des ménages seront testées par les facteurs de production. Ainsi, cette relation sera contrôlée par l'accès à l'innovation (crédit et engrais), la possession de terre et des équipements agricoles et le nombre de personnes autres que les membres de ménage et qui ont travaillé dans l'exploitation.

#### ➤ Accès à l'innovation

Le contrôle de l'association entre les précipitations totales annuelles et la vulnérabilité alimentaire des ménages par l'accès des ménages à l'innovation agricole maintient cette relation. Les ménages qui n'accèdent pas à l'innovation ont été plus exposés à l'insécurité alimentaire. En 2001 où cette association est significative au seuil retenu, la différence d'exposition entre ces deux catégories de ménages est de 5,60 % dans les localités ayant connu une pluviométrie excédentaire et de 21,60 % dans les autres localités. Ces résultats traduisent la réduction de la vulnérabilité alimentaire par l'accès à l'innovation (**Tableau 5**).

**Tableau 5 :** Contrôle de la relation entre variabilité des précipitations et vulnérabilité alimentaire par l'accès à l'innovation

Précipitations annuelles	Innovation			
	2001		2007	
	Accède	N'accède pas	Accède	N'accède pas
Excédentaire	38,5%	44,1%	17,9%	37,5%
Déficitaire	45,5%	67,1%	42,8%	38,9%
Significativité au seuil de 10 %	0,484	0,000	0,000	0,589

#### ➤ Possession de terre

La ressource terre est un facteur déterminant de la vulnérabilité alimentaire. C'est aussi une variable clef qui peut contrôler l'incidence des variables climatiques sur la vulnérabilité. L'écart de vulnérabilité entre les ménages qui possèdent de terre et ceux qui ne possèdent pas de terre dans les localités qui ont connu une pluviométrie excédentaire a été de 6,90 % en 2001 et 10,60 % en 2007. Pour les localités qui ont connu des précipitations déficitaires, cette différence est de 8,50 % en 2001 et 25,80 % en 2007 (**Tableau 6**). Les ménages propriétaires de terre sont moins exposés à l'insécurité alimentaire quel que soit le cumul annuel des précipitations. C'est dire que la sécurité foncière permet aux paysans de mettre en œuvre toutes les techniques d'adaptations que leurs transmettent les encadreurs.

**Tableau 6 :** *Contrôle de la relation entre variabilité des précipitations et vulnérabilité alimentaire par la possession de terre*

Précipitations annuelles	Terre			
	2001		2007	
	Possède	Ne possède pas	Possède	Ne possède pas
Excédentaire	41,8 %	48,7 %	17,2 %	27,8 %
Déficitaire	63,3 %	71,8 %	40,9 %	66,7 %
Significativité au seuil de 10 %	0,000	0,000	0,000	0,001

➤ *Possession d'équipements agricoles*

Les équipements agricoles permettent d'améliorer les capacités d'adaptation aux irrégularités des pluies. En effet, les ménages qui utilisent les équipements agricoles modernes ont été moins vulnérables que ceux qui n'en utilisent pas en cas de déficits pluviométriques. Mais lorsque la pluviométrie est au-dessus de la normale, la différence de vulnérabilité entre ces deux catégories de ménages n'est pas considérable (*Tableau 7*).

**Tableau 7 :** *Contrôle de la relation entre variabilité des précipitations et vulnérabilité alimentaire par la possession des équipements agricoles*

Précipitations annuelles	Equipements agricoles			
	2001		2007	
	Possède	Ne possède pas	Possède	Ne possède pas
Excédentaire	44,8 %	43,9 %	17,9 %	18,8 %
Déficitaire	45,0 %	67,4 %	40,0 %	42,9 %
Significativité au seuil de 10 %	0,609	0,000	0,032	0,000

➤ *Nombre de personnes employées*

Globalement, l'exposition à l'insécurité alimentaire diminue avec le nombre de personnes employées dans les exploitations. Mais cette différence selon le nombre d'employés augmente avec la dégradation des précipitations. Ainsi, la proportion des ménages vulnérables qui emploient au plus une personne est de 53,3 % en 2001 et 71,3 % en 2007 tandis que seulement 32,5 % et 55,3 % des ménages qui emploient au moins 4 personnes l'ont au cours des même années dans les localités qui ont enregistré les précipitations déficitaires. Par contre dans les localités qui ont connu des précipitations excédentaires, le niveau de vulnérabilité varie entre 13,6 % - 26,5 % en 2001 et 15,6 % - 33,8 % en 2007 quand le nombre d'employés passe de 1 à 4 et plus (*Tableau 8*).

**Tableau 8 : Répartitions des ménages vulnérables selon les précipitations annuelles et le nombre de personnes employées**

Précipitations annuelles	Nombre de travailleurs			
	0-1 travailleurs	2 travailleurs	3 travailleurs	4 travailleurs et +
2001				
Excédentaire	46,5 %	41,5 %	44,3 %	41,1 %
Déficitaire	70,6 %	68,0 %	57,9 %	55,3 %
Significativité au seuil de 10%	0,000	0,000	0,077	0,018
2007				
Excédentaire	19,5 %	20,1 %	11,7 %	19,9 %
Déficitaire	53,3 %	43,3 %	32,5 %	35,5 %
Significativité au seuil de 10%	0,000	0,000	0,007	0,002

### III-3. Vente des produits agricoles

L'idée selon laquelle la vulnérabilité alimentaire augmente avec la dégradation des précipitations annuelles est validée. En 2001 tout comme en 2007, la différence de vulnérabilité selon que les précipitations annuelles sont excédentaires ou déficitaires augmente quand on passe de la catégorie des ménages qui ont vendu une partie de leur récolte à la catégorie des ménages qui n'ont rien vendu (*Tableau 9*).

**Tableau 9 : Répartitions des ménages vulnérables selon les précipitations annuelles et la vente d'une partie de leur récolte**

Précipitations annuelles	A vendu des produits agricoles			
	2001		2007	
	Oui	Non	Oui	Non
Excédentaire	33,9 %	44,2 %	9,1 %	26,2 %
Déficitaire	55,0 %	67,4 %	19,8 %	52,6 %
Significativité au seuil de 10 %	0,017	0,000	0,006	0,000

## IV - DISCUSSION

Les résultats qui nous ont permis de vérifier nos hypothèses confirment des lois établies sur l'insécurité alimentaire en Afrique. En effet, il est connu que les famines des décennies 1970 et 1980 ayant nécessitées un recours à l'aide alimentaire internationale ont été causées par la persistance des années sèches au cours de cette période. Cette vulnérabilité face au climat continue à s'illustrer jusqu'aujourd'hui : les crises alimentaires des années 1992 et 2002

sont aussi entièrement ou en partie dues aux variations du climat. Plus récemment si la crise alimentaire de 2010 au Sahel, a été certes provoquée par plusieurs causes déclenchées par un déficit de pluie survenu en 2009 ayant réduit la production alimentaire [8]. Notre conclusion sur la prévisibilité des déficits céréaliers à partir variables pluviométriques renforce les acquis consignés par [8] selon lesquelles « être capable de mieux comprendre et d'anticiper les fluctuations climatiques et leurs conséquences sur l'agriculture constitue donc un enjeu majeur en termes de développement et de sécurité alimentaire en Afrique sub-saharienne ». Quelle que soit la pluviométrie, nos résultat, confirmé par d'autres études empiriques, corrobore l'idée selon laquelle la vulnérabilité des ménages diminue selon les caractéristiques sociodémographiques à l'instar de la taille du ménage. Cette situation s'expliquerait par le fait que les ménages de grande taille comportent un plus grand nombre d'actifs. Car cette diminution est considérable au cours des années ayant connu une pluviométrie excédentaire. De même, les pratiques agricoles et le niveau technique déterminent la vulnérabilité des ménages. Ainsi, les résultats de [15] selon lesquelles il faudrait considérer les changements dans les pratiques culturelles, notamment par le développement d'activités agricoles plus intensives par l'usage intrants (engrais), pour comprendre la dynamique face à la vulnérabilité alimentaire, surtout en zone rural.

## **V - CONCLUSION**

L'analyse de l'évolution des précipitations a permis de mettre en évidence deux principales phases : une phase globalement déficitaire qui s'étend jusqu'en 1989 et une phase globalement excédentaire qui se met en place dès 1990 et s'est maintenue jusqu'à la fin de notre période d'étude. La longueur de la saison des pluies et la contribution des précipitations journalières au cumul annuel se dégradent suivant l'axe Sud-Nord. Aussi, la baisse des précipitations totales annuelles entraîne une baisse de la couverture, inversement la hausse des précipitations entraîne l'amélioration du niveau de la couverture. La vulnérabilité des ménages s'amplifie avec la dégradation de la pluviométrie. Cette tendance se conserve quelle que soit la variable de croisement retenue. Environ 31 % à 52 % des ménages des localités qui ont connu des précipitations excédentaires ont été vulnérables et 60 % à 71 % des ménages des localités à précipitations déficitaires en 2001 contre 17,00 % à 21,00 % des ménages des localités à pluviométrie déficitaire et 38% à 56 % des ménages des localités à pluviométrie déficitaire ont été déficitaires en 2007.

## RÉFÉRENCES

- [1] - N. ABDOURAHMANE, B. MATHIEU, A. TEYSSIER et R. BELLO, La sécurité alimentaire : une affaire de paysans. éds Jamin J.Y., Seiny Boukar L., Floret C. In 2003. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djamena, Tchad-Cirad, Montpellier, France
- [2] - AH. WAMBO-YAMDJEU, M. HAVARD et A. NJOYA, Développer l'agriculture irriguée pour consolider la sécurité alimentaire au Nord-Cameroun ? éds Jamin J.Y., Seiny Boukar L., Floret C. 2003. In Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djamena, Tchad - Cirad, Montpellier, France
- [3] - CHEIKH FAYE, Changement climatiques observés sur le littoral sénégalais (Région de Dakar) depuis 1960 : Étude de la variabilité des tendances sur les températures et la pluviométrie, *Nature & Technology Journal, Environmental Sciences*, Vol. C, 20 (2019) 65 - 78. [Http://www.univ-chlef.dz/revuenatec/issue-20/Article\\_C/Article\\_498.pdf](http://www.univ-chlef.dz/revuenatec/issue-20/Article_C/Article_498.pdf)
- [4] - A. FATY, A. KANE & A. L. NDIAYE, Influence de la manifestation climatique sur les régimes pluviométriques saisonniers dans le haut bassin versant du Sénégal. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 30 (2) (2017) 79 - 87
- [5] - A. A. ASSANI, Analyse de la variabilité temporelle des précipitations (1916- 1996) à Lubumbashi (Congo Kinshasa) en relation avec certains indicateurs de la circulation atmosphérique (oscillation Australe) et océanique (El Nino- La Nino). *Sécheresse*, Vol. 10, (4) (1999) 245 - 252 p.
- [6] - J. B. SUCHEL, Les Climats du Cameroun. Thèse de doctorat d'Etat Université de Saint – Etienne, (1988) 1200 p.
- [7] - MAUD BALME, S. GALLE, T. LEBEL, Démarrage de la saison de pluie au Sahel : Variation aux échelles hydrologiques et agronomique, analyse à partir des données EPSAT-Niger. *Sécheresse*, Vol. 16, N°1 (2005) 15 - 22
- [8] - B. SULTAN, S. JANICOT, C. BARON, M. DINGKUHN, B. MULLER, SEYDOU TRAORE et B. SARR, Les impacts agronomiques du climat en Afrique de l'Ouest : une illustration des problèmes majeurs. *Sécheresse*, 19 (1) (2008) 29 - 37
- [9] - R. MARTEAU, B. SULTAN, V. MORON, C. BARON, S. B. TRAORE, et A. ALHASSANE, Démarrage de la saison des pluies et date de semis du mil dans le sud-ouest du Niger. *XXIIIe colloque de l'Association Internationale de Climatologie. Risques et changement climatique*, Rennes : France, (2010)
- [10] - D. ROQUET, « Partir pour mieux durer : la migration comme réponse à la sécheresse au Sénégal ? », *Espace populations sociétés* [En ligne], 2008/1 | 2008, mis en ligne le 01 juin 2010. URL : <http://eps.revues.org/index2374.html>

- [11] - BANQUE MONDIALE. SENEGAL : Gestion des risques en milieu rural au Sénégal : revue multisectorielle des initiatives en matière de réduction de la vulnérabilité. Rapport No. 33435-SN, (2006) 163 p.
- [12] - J-E BIDOU, I. DROY, « Décrire la construction temporelle des vulnérabilités : observatoires ruraux et analyse historique des moyens d'existence dans le sud malgache » in *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés*, Peltier A., Beccera S., l'Harmattan, (2009)
- [13] - J. EGG et I. WADE, Bilan et perspectives des cultures vivrières dans les pays du Sahel Cahiers Santé, Vol. 16, N° 4 (octobre-novembre-décembre 2006) 271 - 278 p.
- [14] - JY. MARCHAL, Facteurs climatiques limitant et calamités agricoles en régions de savane Yatênga, pays mossi, Haute-Volta, Hérodote, N° 24 (1982)
- [15] - C. VANDERMEERSCH et A. NAULIN, Sécurité alimentaire des ménages et stratégies alternatives de diversification des sources de revenus dans la zone de Niakhar (Sénégal) entre 2000 et 2003. [http://gdrdeveloppementtransition.org/colloque\\_2008](http://gdrdeveloppementtransition.org/colloque_2008)
- [16] - J. RANDRIAMIANDRISOA et J. BALLET Vulnérabilité des ménages à l'insécurité alimentaire et facteurs de résistance : Le cas du district de Farafangana à Madagascar. *Éthique et économique/Ethics and Economics*, 11 (1) (2014) 62 - 81 p. <http://ethique-economique.net/>