

DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DES PRÉCIPITATIONS DE 1960 À 2010 ET ESSAI D'ÉLABORATION D'UN CALENDRIER AGRICOLE DANS LA ZONE DES HAUTS PLATEAUX DU CAMEROUN

Joseph Armathée AMOUGOU* et Romain Armand Soleil BATHA

University of Yaoundé I, Department of Geography, Cameroon

*Correspondance, e-mail: Joearmathe@yahoo.fr

RÉSUMÉ

La présente étude fait une analyse de la dynamique spatiale et temporelle de la pluviométrie à Bafoussam et à Bamenda représentatives de la zone agro écologique des hauts plateaux du Cameroun. Il s'agit d'examiner l'évolution des tendances les quantités des précipitations et du nombre de jour des pluies à l'échelle annuelle, saisonnière et journalière de 1960 à 2010. A cet effet, les données quantitatives des précipitations et du nombre de jour des pluies ont été soumises à l'analyse des séries chronologiques et les équations des trends ont été établies. Il ressort de la dite analyse que les quantités de précipitations annuelles à Bafoussam et à Bamenda sont décroissantes sur la période 1960 à 2010. Par contre, sur le plan saisonnier, la saison des pluies à Bafoussam présente une augmentation des quantités de précipitations pendant notre période d'étude alors que, pendant la saison sèche, les quantités de précipitations annuelles reçues sont décroissantes pour la même période.

A Bamenda, les quantités de précipitations observées pendant les saisons des pluies et sèche pour notre période d'étude sont décroissantes. En ce qui concerne le nombre de jour des précipitations, il est observé à Bafoussam, une augmentation du nombre de jour des pluies par an qui est par ailleurs confirmée par une augmentation du nombre de jour des pluies pendant les saisons sèche et pluvieuse. L'analyse des débuts et des fins des saisons des pluies dans les deux zones présente une arrivée tardive des précipitations et une fin tardive de celles-ci. Le décalage temporel des saisons des pluies sur les deux zones, s'accompagne d'une diminution ou d'un rétrécissement de la longueur des saisons des pluies. Ces constatations permettent de proposer des calendriers agricoles à Bafoussam et à représentatives de la zone des hauts plateaux du Cameroun.

Mots-clés : *évolution temporelle, évolution spatiale, pluviométrie, date, saisons des pluies, calendrier agricole.*

Joseph Armathée AMOUGOU et Romain Armand Soleil BATHA

ABSTRACT**Spatio-temporal dynamic of rainfalls from 1960 to 2010 and attempt to develop an agricultural calendar in the highland area of Cameroon**

This study is an analysis of the spatial and temporal dynamics of rainfall in Bafoussam and Bamenda, representatives of the highlands agro-ecological zone of Cameroon. This is to examine the trends of the amount of rainfall amount and number of rainy days at the annual, seasonal and daily scale from 1960 to 2010. To this end, quantitative data of rainfall and number of rainy days were submitted to the analysis of time series and trends equations were established. From the analysis, the amount of annual rainfall from Bafoussam and Bamenda are decreasing over the period 1960-2010. From the other hand, the seasonal plan, the rainy season in Bafoussam has increased rainfall amounts during our study period, while during the dry season, the amount of annual rainfall received were decreasing for the same period.

In Bamenda, precipitation amounts observed during the rainy and dry for our study period are decreasing. With respect to the number of days of rainfall, it is observed in Bafoussam, an increase in the number of rainy days per year, which is also confirmed by an increase in the number of rainy days during the rainy season and the dry season. In Bafoussam as in Bamenda, analysis of beginning and ending of the rainy season presents late start and end of rains respectively. The time lag of the rainy seasons in two zones is accompanied by a decrease or a narrowing of the length of the rainy season. These findings suggest agricultural calendars for Bafoussam and Bamenda representatives of the highlands zone of Cameroon.

Keywords : *Temporal evolution, spatial evolution, rainfall, date, rainy season, agricultural calendar.*

I - INTRODUCTION

La problématique des changements climatiques constitue l'une des préoccupations majeures actuelle de la communauté internationale. La succession des conférences internationales, notamment celles de Bali en 2007, de Poznan en 2008, de Copenhague en 2009, de Cancun en 2010, de Durban en 2011, de Doha en 2012 et de Varsovie en 2013 confirme l'enjeu pour notre planète des problèmes climatiques.

Par ailleurs, les différents rapports du groupe inter gouvernemental des experts sur le climat (GIEC), [1] soulignent à travers leurs prévisions les potentielles conséquences des changements climatiques sur le monde et sur l'Afrique qui y est présentée comme l'une des régions les plus vulnérables aux changements climatiques présents et futurs. Le Cameroun, caractérisé par une grande diversité géophysique (cinq zones agro écologiques) est préoccupé par sa vulnérabilité aux perturbations climatiques. L'occurrence des situations météorologiques extrêmes observées, notamment les inondations (2012 et 2013 dans les parties Septentrionale et Littorale), les sécheresses (2001, 2007, 2008, 2009, 2010 et 2011), les érosions fréquentes et les glissements de terrains dans la zone des hauts plateaux, ainsi que les perturbations des rythmes saisonniers et leurs impacts sur le développement socio-économique du pays constituent un véritable défi pour le pays dans son ambition d'émergence.

La grande diversité géophysique susmentionnée implique que des études climatiques à l'échelle spatiale et temporelle fine soient faites dans les cinq zones agro écologiques du Cameroun. La zone des hauts plateaux de l'Ouest à laquelle est consacré le travail actuel, couvre la région de l'Ouest et la région du Nord-Ouest du Cameroun. Elle est caractérisée par une grande densité de la population humaine. La forte pression démographique conjuguée aux conditions géomorphologiques expliquent, en grande partie, la tendance rapide à la dégradation des terres dans la région (J Suchel, 1987) [2]. Par ailleurs, les secteurs tels que l'agriculture, l'élevage, les ressources en eau, la santé, l'exploitation forestière et énergétique, le tourisme entre autres qui dominent l'économie des hauts plateaux, tant par leur contribution au PIB national que pour les effets d'entraînement sur les autres secteurs d'activité connaissent d'énormes difficultés du fait des perturbations climatiques (E Servat et al, 1998) [3]. L'étude d'analyse de l'évolution des précipitations à une échelle temporelle fine de 1960 à 2010 dans les 02 sites (Bafoussam, Bamenda) représentatives de la zone des Hautes plateaux du Cameroun se propose de :

- Analyser l'évolution quantitative des précipitations annuelles et du nombre de jours des précipitations annuelles des stations météorologiques de Bafoussam et Bamenda;
- Analyser la distribution saisonnière et annuelle des précipitations et du nombre de jours des pluies dans les deux stations météorologiques;
- Analyser l'évolution des dates des débuts et des fins des saisons des pluies dans les 02 stations météorologiques;
- Elaborer et proposer un calendrier agricole pour chacune des deux stations étudiées.

II - MÉTHODOLOGIE

II-1. Le choix de la zone d'étude et la collecte des données à observer

II-1-1. Le choix de la zone d'étude

Notre zone d'étude concerne 02 sites qui appartiennent à la zone des hauts plateaux du Cameroun comme l'indique le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Situation géographique des stations étudiées

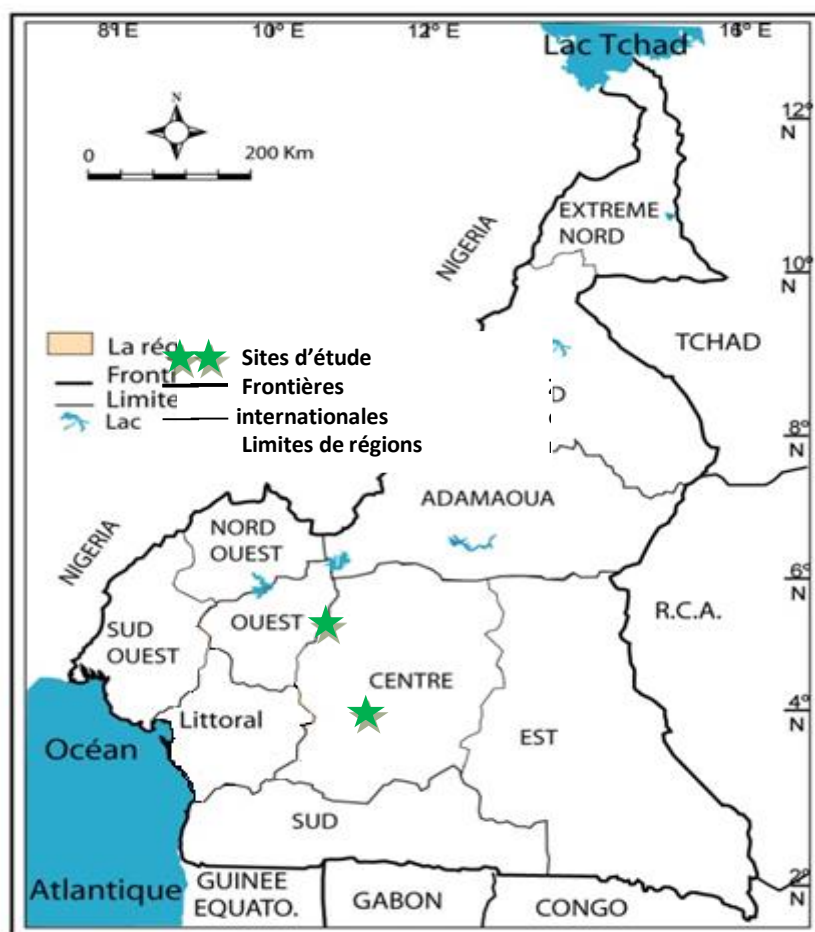
Sites de l'étude	Zone agroécologique	Région	Position géographique des stations	Altitude des stations
Bafoussam	Hauts plateaux	Ouest	Latitude: 5° 28' N Longitude: 10° 25' E	1460m
Bamenda	Hauts plateaux	Nord-Ouest	Latitude: 5° 37' N Longitude: 9° 44' E	1500m

II-1-2. Localisation des zones d'étude

Comme l'indique la **Figure 1**, les sites de cette étude appartiennent tous à 02 chefs-lieux des régions du Cameroun. Il s'agit de Bafoussam pour la région de l'Ouest et de Bamenda pour la région du Nord-Ouest.

II-2. La collecte des données climatiques.

Les données climatiques journalières, mensuelles et annuelles utilisées dans les 02 stations météorologiques du Cameroun proviennent toutes de la Direction de la Météorologie Nationale à Douala qui est le principal collecteur des données climatiques au Cameroun. Les données utiles à l'étude ont été traitées grâce aux logiciels Excel, SPSS version 12.0.



Source: MINATD, 2007

Figure 1 : carte du Cameroun

III - ANALYSE DES DONNÉES COLLECTÉES

III-1. Calcul de la moyenne annuelle des précipitations et du nombre de jour des pluies

La moyenne annuelle des précipitations et du nombre de jour des pluies est obtenue d'après les équations suivantes :

$$P_m = \sum(P_x) / N_b \quad (1)$$

et

$$E_m = \sum(N_x) / N_b \quad (2)$$

Avec :

P_x = volume annuel des pluies recueillies dans chaque station en mm ;

N_b = nombre total de mois ;

P_m = précipitation moyenne annuelle en mm ;

N_x = nombre annuel de jour des pluies enregistré par station en jour ;

N_b = nombre total de mois/an ;

Em=nombre annuel moyen de jour des pluies, en jour ; avec $1 \leq b \leq 12$.

Le nombre moyen de jour des pluies est obtenue d'après l'équation statistique :

$$\mathbf{Na} = \sum (\mathbf{Ny}) / \mathbf{Nb}, \quad (3)$$

Avec :

Na = nombre annuel moyen de jour des pluies en jours ;

Ny = nombre annuel de jour des pluies enregistré par station en jour, avec $1 \leq b \leq 50$.

III-2. Détermination de la droite de régression des éléments du climat de chaque station

La droite de régression des éléments climatiques est définie d'après l'équation suivante :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Ax} + \mathbf{B}, \quad (4)$$

Avec :

A = $\text{cov}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) / \mathbf{X}^2$ et **B** = $\mathbf{m}(\mathbf{y}) - \mathbf{am}(\mathbf{x})$,

A est la pente de la droite de régression par rapport à l'axe des x ;

B est la coordonnée verticale de l'intersection entre la droite de régression et l'axe des ordonnées y.

III-3. Détermination des dates des débuts et des fins des saisons pluies

Dans le cadre de cette étude, les dates des débuts des saisons des pluies sont déterminées en utilisant le critère le « premier jour », à partir du premier Janvier 1960, lorsqu'on enregistre plus de 20mm de pluies en 1 ou 2 jours successifs mais, sans épisode sec de plus de 7 jours dans les 30 jours qui suivent les semis (Somé et Sivakumar, 1994)^[4]. Les dates des fins des saisons des pluies sont déterminées lorsqu'on enregistre moins de 20 mm de pluies en fin de saison des pluies.

IV - RÉSULTATS

IV-1. Évolution de la pluviométrie à Bafoussam de 1960 à 2010

A Bafoussam, il pleut en moyenne 1753 mm de pluies par an, étalées sur 139 jours au cours de l'année. L'évolution annuelle de la pluviométrie sur la période d'étude (1960 à 2010) montre une diminution progressive des quantités de précipitations annuelles, alors que le nombre de jour des pluies par an est en augmentation (*Figure 2*). Ces observations sont confirmées par les trends des deux variables pluviométriques et par l'analyse de l'évolution des écarts à la moyenne. L'évolution des écarts à la moyenne des quantités de précipitations annuelles indique que 26 années sont déficitaires tandis que pour les 50 années de notre période d'étude, les 24 autres années sont excédentaires. Il est utile de relever que durant notre période d'étude, l'augmentation des années aux pluviométries déficitaires à Bafoussam s'est faite depuis la période des grandes sècheresses des années 1970. Cette tendance a continué d'augmenter. Ainsi entre 1976 et 2000, il ressort aussi que 15 années sur 24 sont déficitaires, alors que les 09 années restantes sont excédentaires en nombre de jour des pluies.

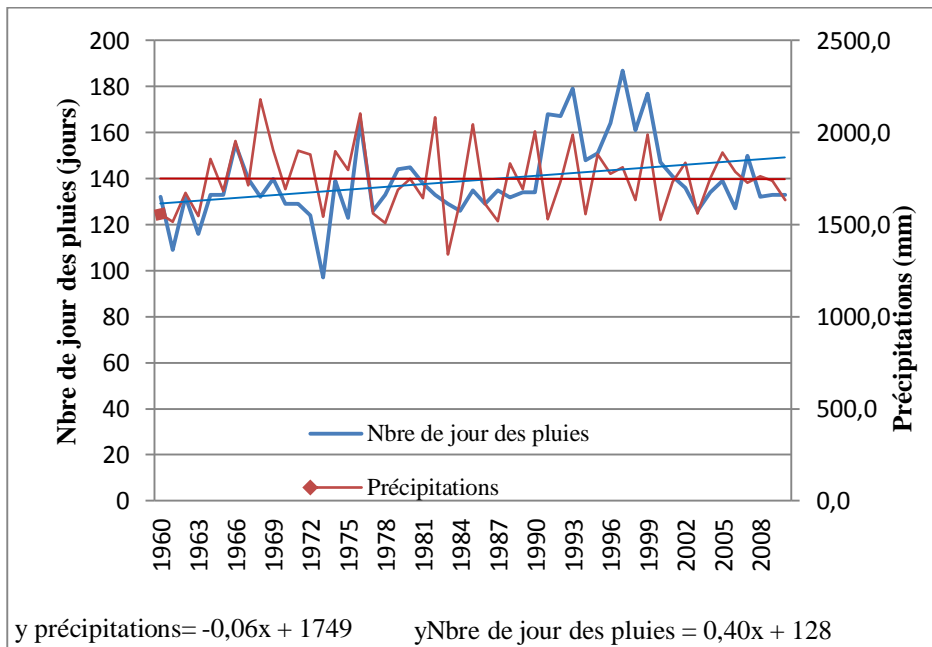


Figure 2 : Evolution des précipitations annuelles et du nombre de jour des pluies annuelles à Bafoussam de 1960 à 2010

L'augmentation des précipitations et du nombre de jour des pluies comme l'indique la **Figure 3** présente des années particulièrement arrosées et particulièrement sèches sur la période d'étude. C'est le cas des années 1968 qui enregistre un excédent de 427 mm de pluies et, à l'opposé de l'année 1983 qui présente un déficit de 416 mm de pluies par rapport à la moyenne observée. La même figure indique que les années déficitaires en précipitations ne correspondent pas toujours aux années excédentaires des deux variables pluviométriques. Par ailleurs, les années les plus arrosées ne correspondent pas toujours aux années ayant le plus grand nombre de jours des pluies. C'est le cas de l'année 1973 qui est la moins étalée enregistre un déficit de 48 jours et, au même moment, elle enregistre un déficit de 211 mm de pluies par rapport à la moyenne. Pendant ce temps, l'année 1997 qui est la plus étalée avec un excédent de 48 jours de pluies, enregistre un déficit de 433 mm de pluies par rapport à la moyenne. La période 1960 à 1965 est déficitaire autant en les précipitations qu'en nombre de jour des pluies. On constate aussi que de 1960 à 1992 soit 32 années, seules 06 années ont un nombre de jour de pluies excédentaire, 26 années de cette période d'étude ont un nombre de jour des pluies inférieur à la moyenne.

Il faudra attendre la période 1992 à 2002 pour avoir un nombre de jour des pluies excédentaire, qui est suivi d'un déficit général qui se prolonge jusqu'en 2010. De 1966 jusqu'en 1975, les précipitations sont excédentaires pendant que le nombre de jour des pluies est déficitaire. Il ressort aussi qu'entre 2000 et 2010, nous avons 07 années excédentaires des quantités de précipitations annuelles et paradoxalement 07 années déficitaires par rapport au nombre de jour des pluies (**Figure 3 a et b**). La **Figure 3** présentant les écarts à la moyenne des quantités de précipitations annuelles (**Figure a**) et du nombre de jour des pluies par an (**Figure b**) à Bafoussam confirme que les quantités de précipitations annuelles et le nombre de jour des pluies annuelles par an ne sont pas toujours dépendants. L'augmentation du nombre de jour des pluies n'implique pas une augmentation des quantités de précipitation, et vice versa. De même que l'augmentation ou la diminution de l'un des facteurs (quantité des précipitations et nombre de jour des pluies) n'implique pas une augmentation ou une diminution de la longueur de la saison des pluies.

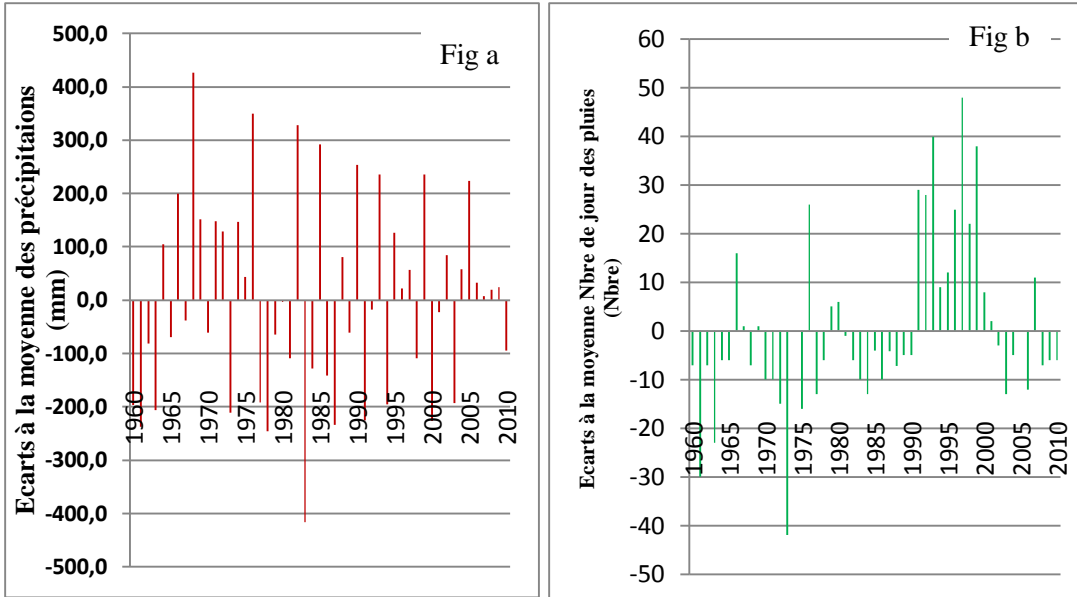


Figure 3 : *Ecart à la moyenne des quantités précipitations annuelles (a) et du nombre de jour des pluies par an (b) à Bafoussam de 1960 à 2010*

Sur le plan saisonnier, il est observé à Bafoussam deux saisons par an, à savoir une saison des pluies qui dure 08 mois en moyenne (Mars-Novembre) et, une saison sèche qui ne dépasse pas 04 mois (Novembre-Février). La distribution des quantités de précipitations annuelles par saison se présente ainsi qu'il suit: la saison des pluies reçoit 81% du total des précipitations annuelles qui s'étalent sur 121 jours de pluies en moyenne (ce qui représente 93% du nombre de jour de pluies au cours de l'année). La saison sèche par contre reçoit 19% du total des précipitations annuelles qui s'étalent sur 07 jours en moyenne (**Figure 4**).

En ce qui concerne l'évolution saisonnière des précipitations et du nombre de jour des pluies par saison sur la période d'étude, Il ressort de la **Figure 5a** que les quantités précipitations enregistrées pendant la saison des pluies sont en augmentation, alors qu'elles diminuent progressivement pendant la saison sèche. Ainsi, la baisse des pluies à l'échelle annuelle est surtout influencée par la saison sèche en constante diminution. Il est utile de relever que la dynamique des précipitations pendant la saison sèche à Bafoussam a été marquée par deux périodes à savoir, la période 1960 et 1975 marquée par une augmentation des quantités de pluies observées pendant la saison sèche. La période des années 1976 à 2010, marquée par une tendance à la baisse. Cela montre que les saisons sèches deviennent de plus en plus arides à Bafoussam.

A l'échelle saisonnière, l'analyse de l'évolution du nombre de jour des pluies (**Figure 5b**) montre une augmentation progressive de ce facteur pour la période 1960 à 2010. Les équations des trends confirment cette tendance à l'augmentation.

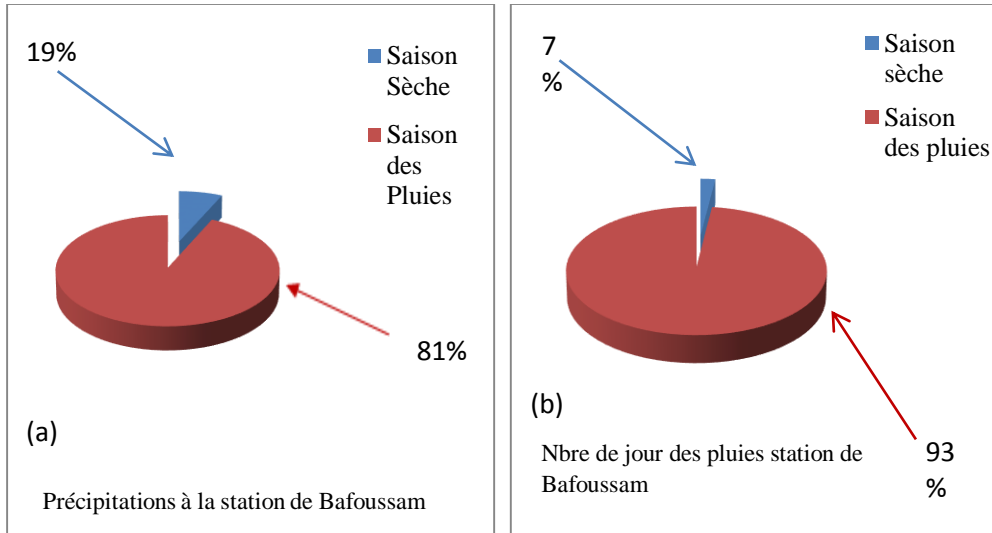


Figure 4 : Apport saisonnier des précipitations(a) et du nombre de jour des pluies par an (b) à Bafoussam sur la période d'étude

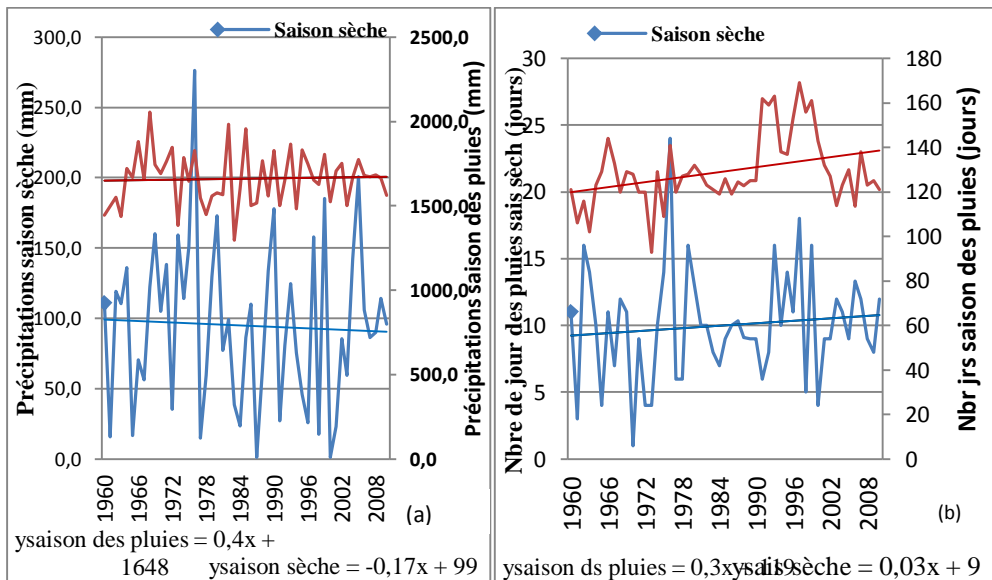


Figure 5 : Evolution saisonnière des quantités de précipitations (a) et du nombre de jour des pluies (b) à Bafoussam de 1960 à 2010

Par ailleurs, l'apport des quantités de précipitations et du nombre de jour des pluies de chaque saison tel qu'indiqué à la **Figure 6** montre une sorte de compensation régulière des quantités de précipitations et du nombre de jour des pluies entre les saisons sèche et pluvieuse. En effet, lorsque la quantité de précipitations ou du nombre de jour des pluies est en augmentation pendant la saison des pluies, celle-ci est en diminution pendant la saison sèche, et vice versa. Cette tendance observée constitue des informations complémentaires qui pourraient être utilisées à des fins de prévision saisonnière.

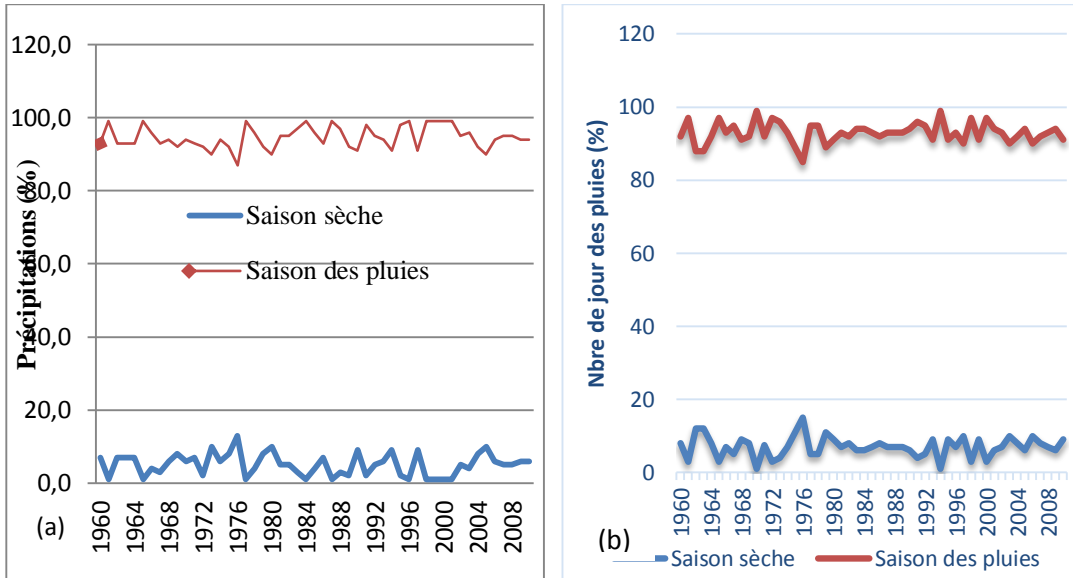


Figure 6 : Apport saisonnier des quantités de précipitations (a) et du nombre de jour des pluies (b) à Bafoussam de 1960 à 2010

Toujours par rapport à l'évolution saisonnière des précipitations à Bafoussam, la **Figure 7** présente les débuts et les fins des saisons des pluies de 1960 à 2010. Il ressort de cette figure que de 1960 jusqu'en 1980, les pluies commençaient à la deuxième moitié de Janvier. Pendant la période des grandes sécheresses des années 1970, la saison des pluies commençait plus tard entre fin Janvier et le 20 Février. Depuis les années 1990 à 2000, les débuts des saisons des pluies sont observés entre la fin Février et le début du mois de Mars. Ainsi, la **Figure 7** nous permet d'observer une migration dans le temps des débuts des saisons des pluies qui sont passés des fins du mois de Janvier aux fins du mois de Février débuts Mars. A ce jour, le début des saisons des pluies commencent plus tardivement que dans les années 1960. Ces débuts des saisons des pluies se positionnent entre la fin du mois de Février et le début du mois de Mars.

Le début du mois de Mars (la première dizaine du mois) constituerait dans ce cas la date la plus propice pour le démarrage des semis étaient observés pendant les fins du mois de Janvier-début du mois de Février, aujourd'hui, elles sont observées pendant les fins du mois de Février-début du mois de Mars. Le début des saisons de pluies commence plu tardivement que d'habitude entre la fin du mois de Février et le début du mois de Mars. En ce qui concerne la fin des saisons des pluies, elles ont aussi connues une migration. Ainsi dans la première partie de la période de notre étude, les fins des saisons des pluies intervenait à la fin du mois de Novembre. Dans la deuxième moitié de la période de notre étude, ces fins des saisons des pluies interviennent au début du mois de Décembre. Cette figure montre que les premières pluies apparaissent en fin Janvier pour finir en début Décembre.

L'évolution des dates des débuts et des fins des saisons des pluies telles qu'observée à la **Figure 7** révèle un déplacement général des débuts des saisons des pluies qui est suivi d'une nette diminution de la durée des saisons à Bafoussam. Entre 1990 et 2010, les débuts des saisons des pluies ont reculés d'environ un mois (fin Février et début Mars) pour finir vers la fin du mois de Décembre. A Bafoussam, la migration (décalage et arrivées tardives) des dates des débuts et des fins des saisons des pluies sont accompagnées d'un rétrécissement de la longueur des saisons des pluies (un mois environ) et d'une diminution des quantités de précipitations. Par contre le nombre de jour des pluies est en augmentation. Ces décalages et rétrécissement nous permettent de proposer le calendrier agricole proposé dans le **Tableau 2**.

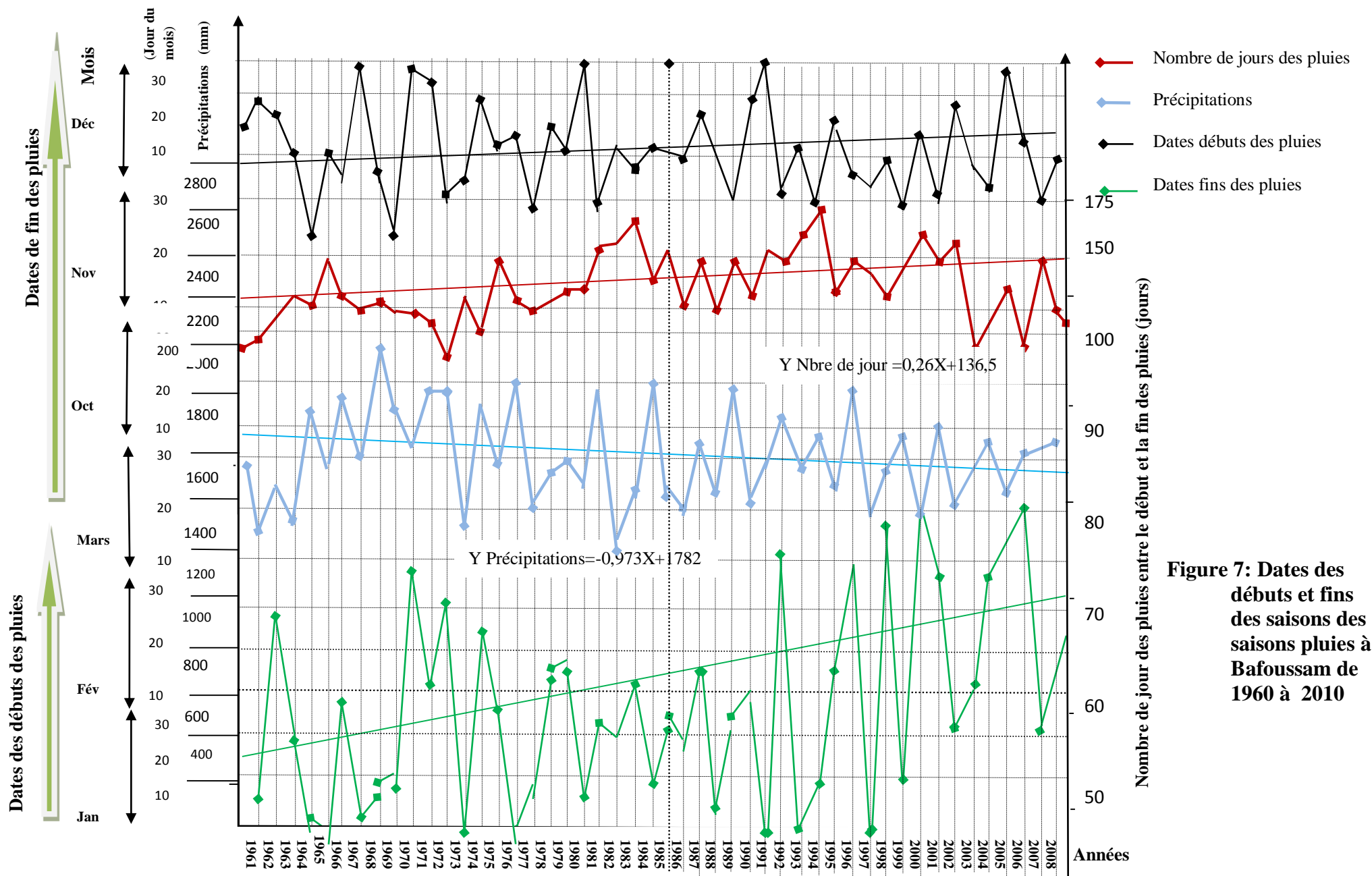


Figure 7: Dates des débuts et fins des saisons des pluies à Bafoussam de 1960 à 2010

IV-2. Évolution de la pluviométrie à Bamenda en zone des hauts plateaux du Cameroun

Les quantités de précipitations annuelles et le nombre de jour des pluies par an diminuent constamment à Bamenda entre 1960 et 2010 (**Figure 8**). La moyenne annuelle est de 2390 mm de pluies étalées sur 191 jours. L'année 1989 est la plus arrosée, mais pas la plus étalée. Elle enregistre un total pluviométrique de 3661 mm de pluies étalées sur 180 jours. L'année 2001 est la moins arrosée avec 1845 mm de pluies étalées sur 195 jours. La même figure révèle deux périodes distinctes dont la moins arrosée qui est aussi la moins étalée entre 1990 et 2010. Cette période enregistre en moyenne 2318 mm de pluies par an étalées sur 187 jours, soit 122 mm de pluies en moins et un déficit de 07 jours par rapport à la période 1960 à 1989.

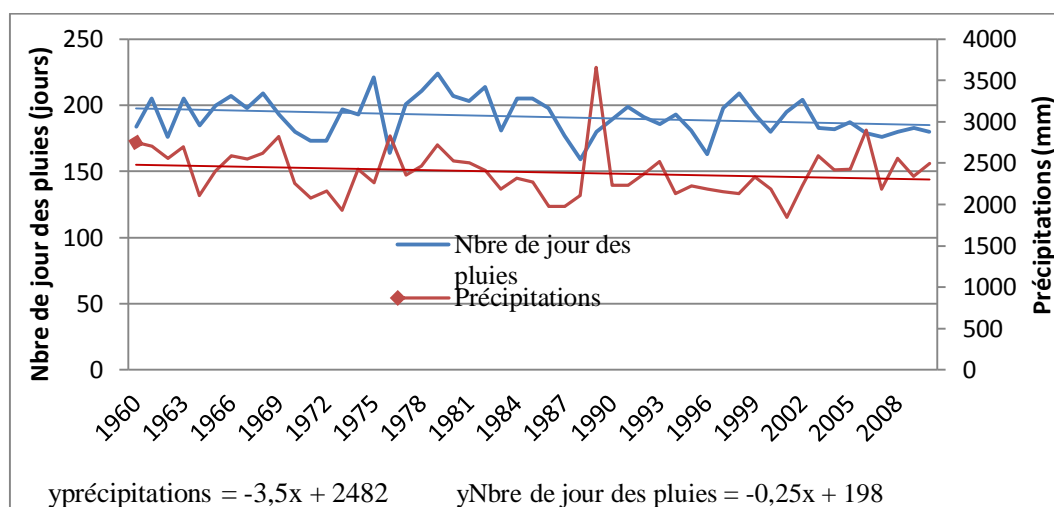


Figure 8 : Evolution annuelle des précipitations et du nombre de jour des pluies par an à Bamenda de 1960 à 2010

La **Figure 9** présente l'évolution des écarts à la moyenne des quantités de précipitations et du nombre de jour des pluies par an à la station météorologique de Bamenda entre 1960 et 2010. Il ressort ici que les écarts à la moyenne des quantités de précipitations **Figure 9a** connaissent une alternance de trois périodes excédentaires (1960-1968 ; 1976-1982 et 2003-2010) qui durent en moyenne 07 années chacune, et de trois périodes déficitaires (1969-1974 et 1983-2002) qui durent respectivement 05 et 21 ans. L'évolution du nombre de jour des pluies par contre montre deux périodes remarquables. La période 1960 à 1986, excédentaire et la période 1983 à 2010, déficitaire.

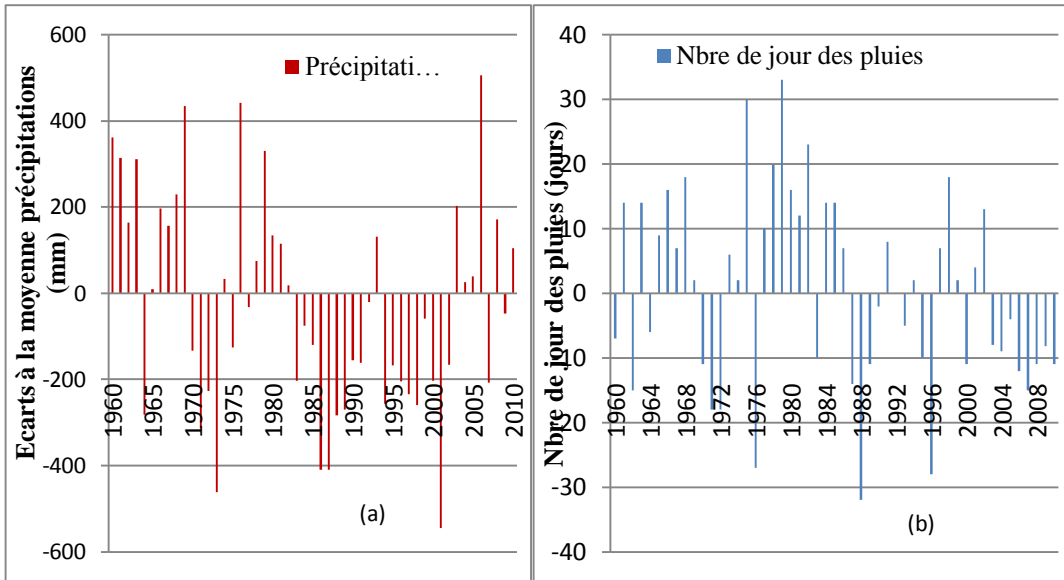


Figure 9 : Evolution des écarts à la moyenne annuelle des quantités de précipitations (a) et du nombre de jour des pluies par an(b) à Bamenda de 1960 à 2010

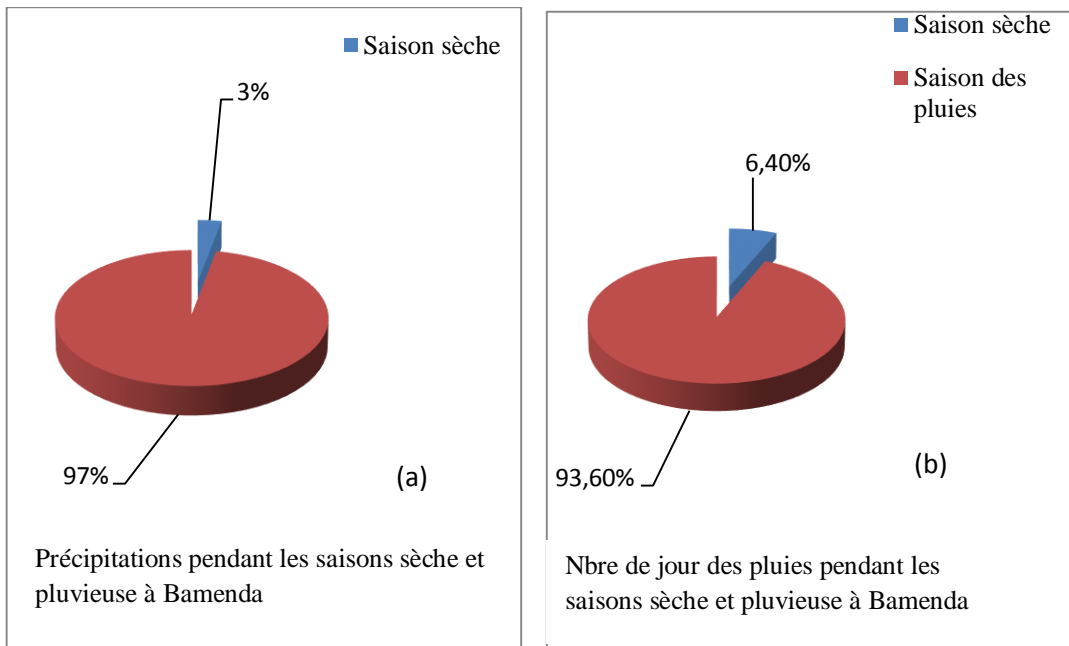


Figure 10 : La part précipitations (a) et du nombre de jour des pluies par an (b) pendant les saisons sèche et pluvieuse à Bamenda de 1960 à 2010

La **Figure 10** montre que 97% des précipitations enregistrées tombent pendant la saison des pluies et, 3% seulement pendant la saison sèche. L'évolution du nombre de jour des pluies sur la même figure montre que 93,6% du nombre de jour des pluies est enregistré pendant la saison des pluies et 6,4% pendant la saison sèche à la station météorologique de Bamenda.

La saison sèche dure en général 04 mois (Novembre-Février) à Bamenda sur la période de l'étude. Pendant la dite saison, les précipitations et le nombre de jour des pluies sont en diminution constante (**Figure 11**). Le total pluviométrique ici est de 112 mm de pluies étalées sur 12 jours en moyenne par an. Avec un total 260 mm de pluies, étalées sur 12 jours, l'année 1976 est la plus arrosée mais, n'est pas la plus étalée. Par contre, l'année 1998 qui enregistre un total pluviométrique de 8 mm de pluies, étalées sur 18 jours est la moins arrosée. Sur les 50 années de l'étude, 15 années (1966; 1968; 1969; 1971; 1976; 1978; 1979; 1982; 1983; 1985 ; 1998; 1990; 1993; 1997 et 2002) présentent une augmentation simultanée des précipitations et du nombre de jour des pluies et 10 années (1967; 1977; 1980; 1981; 1984; 1986; 1992; 1994; 2000 et 2003) présentent une diminution simultanée des précipitations et du nombre de jour des pluies. Les 25 années restantes présentent une évolution en opposition de phase entre les deux variables pluviométriques.

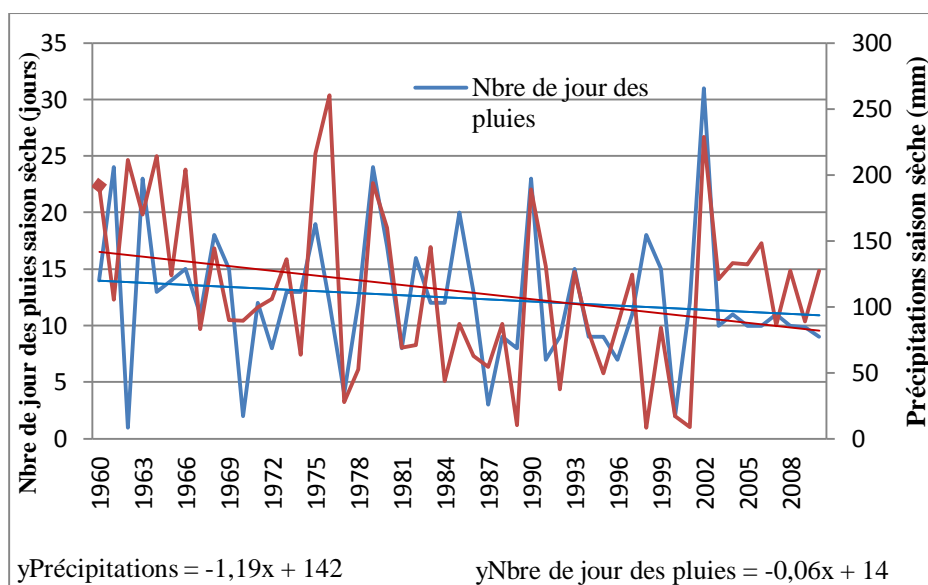


Figure 11 : Evolution des quantités de précipitations et du nombre de jour des pluies par an pendant la saison sèche à Bamenda de 1960 à 2010

D'une manière générale, la saison des pluies dure 08 mois (Mars-Octobre) à la station météorologique de Bamenda. Comme l'indique la **Figure 12**, les précipitations et le nombre de jour des pluies sont en constante diminution sur la période d'étude. Le total pluviométrique annuel est de 2279 mm de pluies étalées sur 179 jours de pluies par an. L'année 1989 est la plus arrosée avec 3650 mm de pluies, alors que l'année 1973 qui n'enregistre que 1792 mm de pluies est la moins arrosée. L'évolution du nombre de jour des pluies montre que l'année 1975 avec 202 jours de pluies est la plus étalée, pendant que l'année 1976 qui n'enregistre que 152 jours de pluies est la moins étalée pendant la saison des pluies.

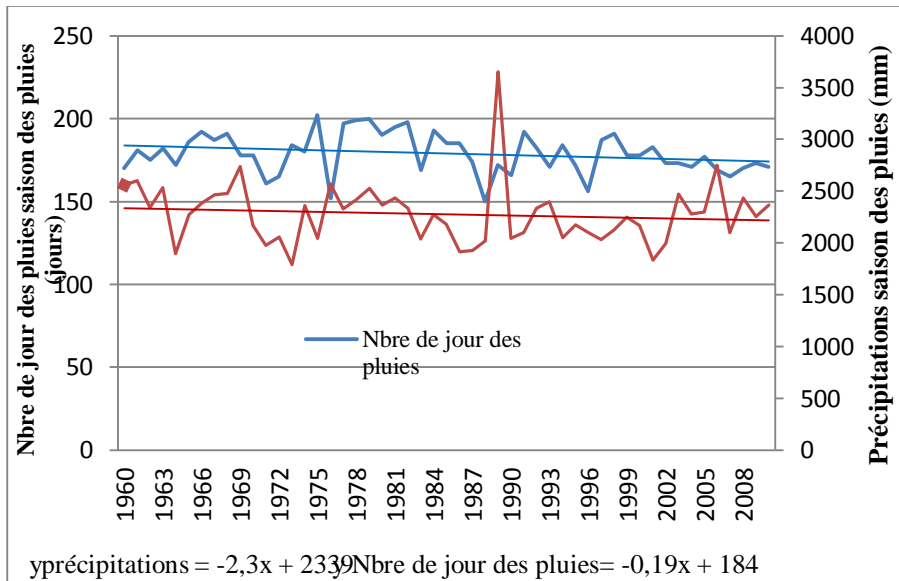


Figure 12 : Evolution des précipitations et du nombre de jour des pluies pendant la saison des pluies à Bamenda de 1960 à 2010

La **Figure 13a** indique que les précipitations sont progressivement à la baisse pendant les saisons sèche et pluvieuse sur les 50 années de l'étude. Cela confirme la baisse observée à l'échelle annuelle. L'évolution des trends montre que la saison sèche diminue plus rapidement que la saison des pluies. A l'exception des années 1972; 1977 et 1979 qui présentent une augmentation pendant des deux saisons, on observe une compensation permanente des précipitations pendant les deux saisons (**Figure 13b**). Lorsque l'une des saisons est en augmentation, l'autre saison est en diminution, et vice versa.

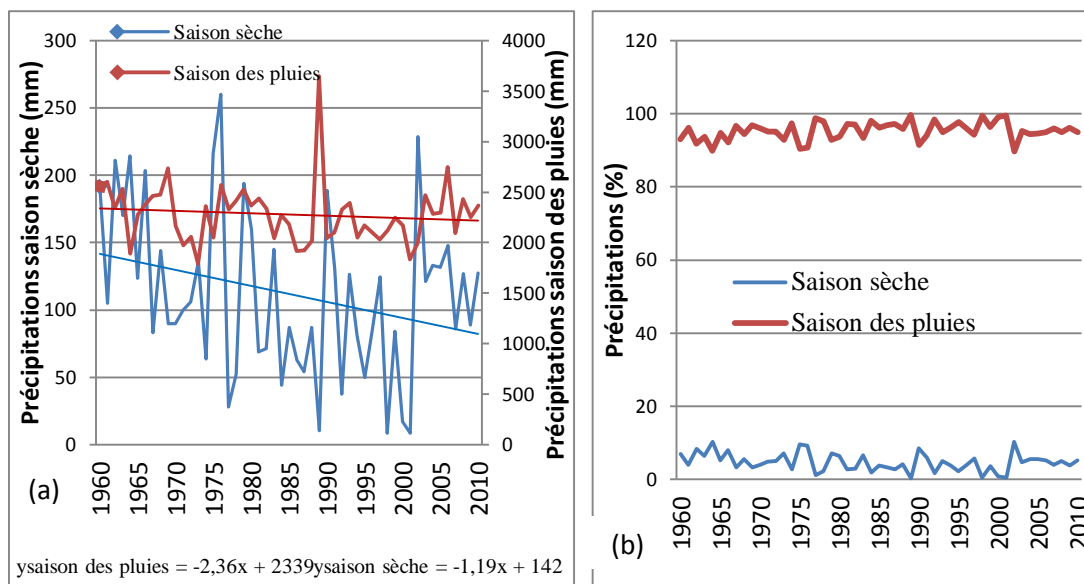


Figure 13 : Evolution saisonnière des précipitations (a) et leurs apports (b) à Bamenda de 1960 à 2010

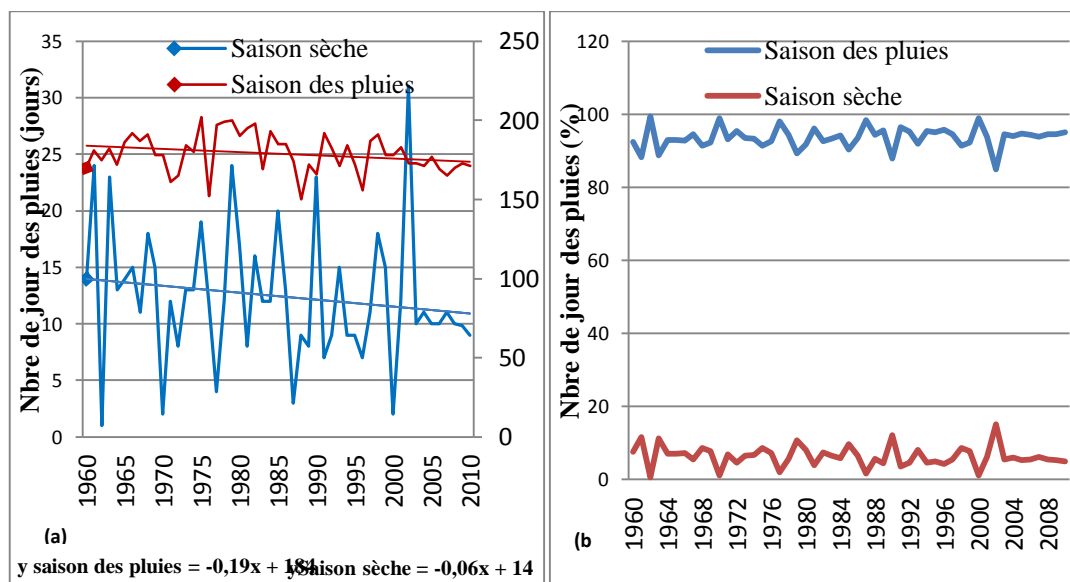


Figure 14 : Evolution saisonnière du nombre de jour des pluies (a) et leurs apports à l'échelle annuelle (b) à Bamenda de 1960 à 2010

L'évolution saisonnière du nombre de jour des pluies montre une diminution simultanée pendant les saisons sèche et pluvieuse (**Figure 14**). L'évolution des 02 trends montre que la saison sèche évolue un peu plus vite que la saison des pluies (**Figure 14 a**). La baisse observée à l'échelle saisonnière confirme le constat à la diminution à l'échelle annuelle dans cette partie du pays. Les deux saisons (**Figure 14b**) présentent une évolution complémentaire, ainsi lorsque la saison sèche est en diminution, la saison des pluies est en augmentation, et vice versa.

La **Figure 15** met en relief l'évolution des dates des débuts et des fins des saisons des pluies ainsi que l'évolution de la pluviométrie annuelle à Bamenda sur la période de l'étude. A partir de 1960, jusqu'à la période des grandes sécheresses de 1970 à 1980, les pluies commençaient un peu plutôt, vers la fin du mois de février, elles s'achevaient également un peu plutôt en début Novembre. A partir des années 1986, on assiste à un recul dates des débuts des premières pluies vers le début du mois de Mars et à un recul des dates des fins des saisons des pluies vers la fin du mois de Novembre. A l'observation de cette même figure, les débuts des saisons des pluies et les fins des saisons des pluies se déplacent au même rythme, avec un décalage d'environ un mois sur la période 1990 à 2010. A partir de 1990 jusqu'en 2010, on assiste à un rétrécissement de la longueur de la durée de la saison des pluies (08 mois), alors qu'elle était de 09 mois sur la période 1960 à 1989. Comme à Bafoussam, ce rétrécissement nous a permis de proposer un calendrier agricole au **Tableau 2**.

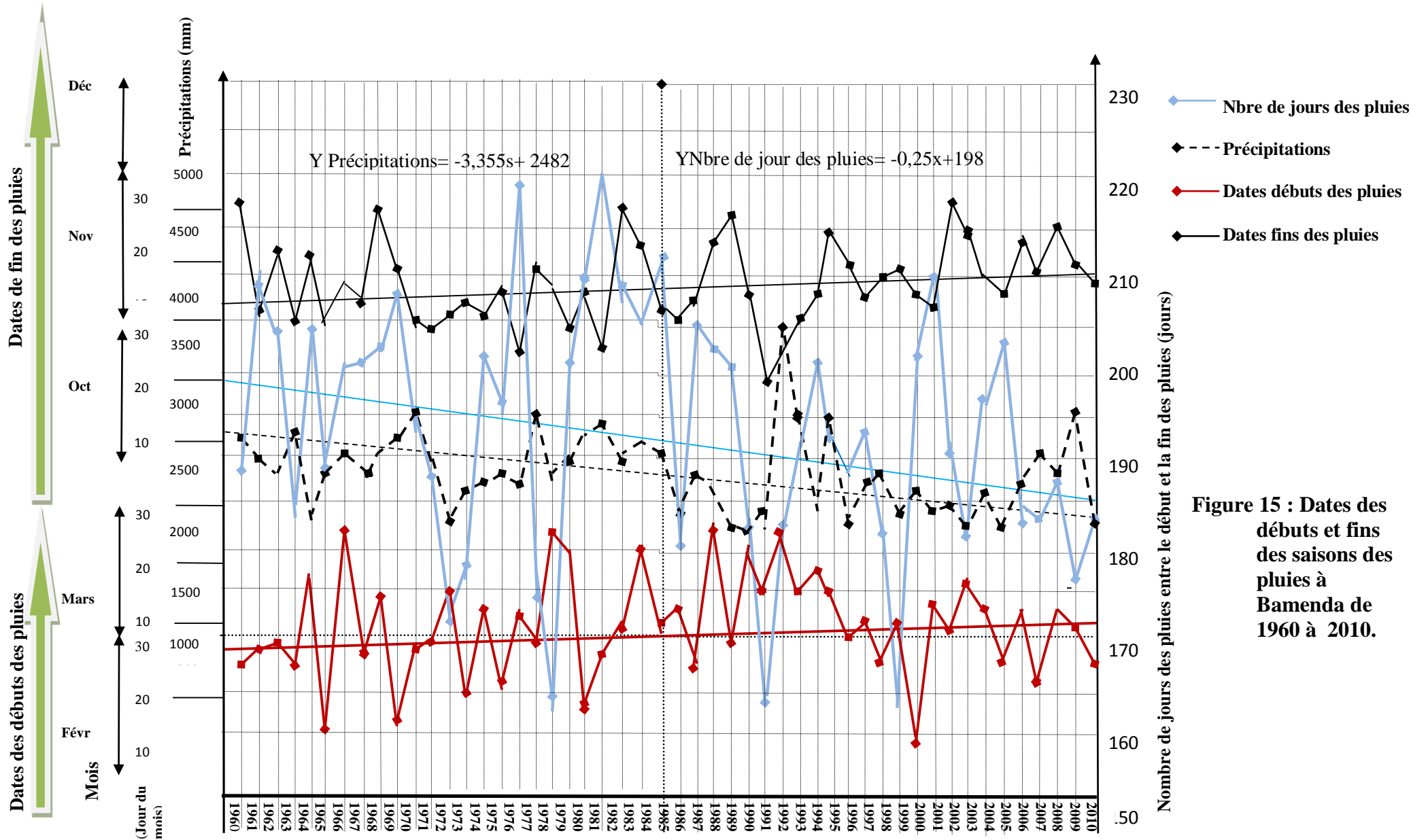


Figure 15 : Dates des débuts et fins des saisons des pluies à Bamenda de 1960 à 2010.

IV-3. Essai d'élaboration d'un calendrier agricole à Bafoussam et à Bamenda dans la zone des hauts plateaux du Cameroun

Le calendrier est un outil indispensable en agronomie (*Tableau 2*). Il permet d'échelonner sur une année agricole les étapes du déroulement des différentes activités agricoles. Il est perspectif et, varie en fonction des agro écosystèmes et des modifications éventuelles du climat. La station de Bafoussam est située dans la région de l'Ouest du Cameroun, à 1460m d'altitude, à 5°28' de latitude Nord et à 10°25' de longitude Est. C'est une région de hauts plateaux qui connaît une forte variation de son rythme climatique. Celle-ci est observable à partir des années 1990 et marquée par un recul progressif des saisons des pluies. En effet, les premières pluies apparaissaient précocement (entre la fin Janvier et le début du mois de Février) entre 1960 et 1989. A partir de 1990, on observe un retard régulier des dates des débuts (fin Février et début Mars) et des fins des saisons des pluies (mi-Décembre). Ces instabilités du climat ne seront pas sans conséquences sur le déroulement des activités agricoles qui seront modifiées. Le défrichement qui s'effectuait entre le mois de Décembre et le mois de Février avant 1990, pourrait être prolongé jusqu'en début du mois de Mars. Les premiers semis qui se faisaient entre le 10 Février et le 10 Mars seront décalés entre le 10 Mars et 10 Avril.

Les premières récoltes qui avant 1990 étaient prévues entre le 10 Mai et le 10 Juin, ne seront possibles qu'entre le 10 Juin et le 10 Juillet. A partir du 11 Juin, la seconde campagne agricole était lancée pour les cultures à cycle court. Les semis s'effectuaient entre le 10 Juillet et le 10 Août, avec les récoltes possibles au mois d'Octobre. Aujourd'hui, le paysan pourrait lancer sa seconde campagne agricole entre le 10 Juillet et le 10 Août par le défrichement et le semis possible entre le 10 Août et le 10 Septembre. Les premières récoltes ne seront possibles qu'autour de Novembre. Celles-ci bouclent la seconde campagne agricole lancée. La station de Bamenda est située dans la région du Nord-Ouest du Cameroun à 5°35'N et à 9°44' E. C'est une région des hauts plateaux qui se distingue par un recul des débuts et des fins des saisons des pluies. Le déroulement des activités agricoles sera modifié du fait de l'instabilité permanente du climat. Elles devront tenir compte de la réduction de la saison des pluies qui passe de 09 mois avant 1990 à 08 mois de 1990 à 2010. Avant 1990, le défrichement était programmé entre le mois de Décembre et le 10 Février, et les premiers semis prévus entre le 10 Février et le 10 Mars, pour récolter à partir du 10 Mai. Aujourd'hui, le défrichement peut se prolonger jusqu'au 20 Février. Les semis pourront être possibles tout au long du mois de Mars, pour récolter au mois de Juin. Pour les cultures à cycle court (3 mois maximum), la seconde campagne sera lancée au mois de Juillet, avec les semis tout au long du mois d'Août et, les récoltes entre le 20 Octobre et le 20 Novembre.

Tableau 2 : Essai d'élaboration d'un calendrier agricole à Bafoussam et à Bamenda dans la zone des hauts plateaux du Cameroun

Stations		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Périodes		Du 1 ^{er} au 09	Du 10 au 19	Du 20 au 30	Du 1 ^{er} au 09	Du 10 au 19	Du 20 au 29	Du 1 ^{er} au 09	Du 10 au 19	Du 20 au 30	Du 1 ^{er} au 09	Du 10 au 19	Du 20 au 30
		Du 1 ^{er} au 09	Du 10 au 19	Du 20 au 30	Du 1 ^{er} au 09	Du 10 au 19	Du 20 au 30	Du 1 ^{er} au 09	Du 10 au 19	Du 20 au 30	Du 1 ^{er} au 09	Du 10 au 19	Du 20 au 30
Bafoussam	Avant 1990	Défrichage		Semis et bouturage		Récolte		Semis et bouturage		Récolte			
	De 1990 à 2010	Défrichage			Semis et bouturage		Récolte		Semis et bouturage		Récolte		
Bamenda	Avant 1990	Défrichage		Semis et bouturage		Récolte		Semis et bouturage		Récolte			
	De 1990 à 2010	Défrichage		Semis et bouturage		Récolte		Semis et bouturage		Récolte			



Défrichage



Récolte



Semis et bouturage

V - DISCUSSION

L'analyse du cumul pluviométrique annuel dans les stations météorologiques du Cameroun démontre une décroissance progressive des précipitations dans les parties occidentales et orientales du pays et, représente ce que Hubert et Carbonel (2000), [5] désignent sous l'expression de « sécheresse du Sud » à l'opposé de « parapluie du Nord ». Dans le même ordre d'idées, Dubois J P constate en 2003 que les pluies ont diminué de 0,2% à 0,3% par décennie durant la même période sur la plupart des régions intertropicales. Cette baisse générale de la pluviométrie est le résultat d'une chute tendancielle prévisible dans toute l'Afrique tropicale humide. Cette même observation sera faite par Nicholson (1998),[6], qui constate que la baisse des fréquences des jours pluvieux synchronise depuis les années 1970 avec celle des hauteurs annuelles des pluies en Afrique de l'Ouest.

En procédant par la segmentation de Hubert, le même auteur constate que c'est à partir de 1970 que les pays de l'Afrique de l'Ouest et au Nord de l'Afrique Centrale connaissent une diminution progressive du nombre de jour des pluies. Ce qui est la conséquence d'une diminution du nombre d'évènements pluvieux pendant la saison des pluies. Dans le même ordre d'idée, l'étude faite sur l'évolution pluviométrique de 33 stations métrologiques en Afrique de l'Ouest par Ouedraogo (2001), [7] montre que celles-ci présentent d'importantes ruptures entre 1968 et 1969. Dans le même sens en Afrique tropicale du Nord et du Sud, les travaux de Gouala (2006), [8] et ceux de Sultan et al (2004), [9] révèlent que la variabilité climatique observée est imputable à la baisse de l'humidité relative qui s'oppose à l'augmentation de la température de l'air. Ce déséquilibre aurait une conséquence sur le cycle hydrologique de l'atmosphère d'où la faiblesse des hauteurs annuels des pluies.

D'une manière générale au Cameroun, on assiste à un déplacement des saisons qui s'accompagne souvent d'une modification du rythme et de la durée des saisons. Les débuts des pluies sont accusés un retard sur la période 1990 à 2010 et, s'oppose à la période 1960 à 1989 où les pluies commençaient un peu plutôt. Les autres zones agro écologiques présentent plutôt un retard des débuts des saisons des pluies qui varie de 15 jours à 30 jours. Cette observation rejoint celle de Houndenou en (1998),[10] qui constate un retard de 25 jours au moins des débuts des saisons des pluies dans la zone soudano sahélienne du Nigeria. Au même rythme, à l'exception de la station météorologique de Bafoussam qui enregistre une nette augmentation du nombre de jour des pluies, la station de Bamenda présente une diminution générale de sa pluviométrie annuelle et saisonnière. Cette confirmation rejoint la remarque faite par Sighomnou D (2004),[11], qui constate une diminution progressive de la saison des pluies depuis 1990 dans la plupart des pays du Golf de Guinée.

Ces résultats peuvent être mis en relation avec les fréquences El Nino, puisqu'au Centre du pacifique, la baisse des fréquences des jours pluvieux à partir de 1970 peut être superposée à la fréquence des évènements El Nino. C'est ainsi qu'au-delà des facteurs qui influencent les fluctuations pluviométriques locales observées, le Cameroun comme les autres pays de l'Afrique tropicale est sous l'influence des évènements climatiques régionaux.

V - CONCLUSION

Cette étude a permis de faire une analyse de l'évolution annuelle de la pluviométrie à Bafoussam et à Bamenda dans la zone des hauts plateaux du Cameroun sur la période 1960 à 2010. Les cinquante années d'observations ont montré une différence remarquable dans l'évolution annuelle des précipitations et du nombre de jour des pluies. Il ressort de ces observations que les précipitations sont en diminution progressive dans les deux sites étudiés. A l'exception de Bafoussam en augmentation, le nombre de jour des pluies est également en diminution à Bamenda sur les 50 années de l'étude. L'évolution des dates d'apparition des premières pluies et les fins des pluies laisse apparaître un recul des débuts des saisons des pluies et, un recul des fins des saisons des pluies dans les deux stations observées. Ce recul des saisons s'accompagne très souvent d'un rétrécissement de la longueur de la saison des pluies qui a un impact significatif sur le déroulement et le rythme des activités agricoles qui devraient être modifiées. Pour pallier à cette instabilité du climat et leurs impacts en agriculture, nous avons proposé de nouveaux des calendriers agricoles dans les deux sites de la zone des hauts plateaux du Cameroun.

RÉFÉRENCES

- [1] - GIEC, 2007. Bilan des changements climatiques : les bases scientifiques physiques.
- [2] - Suchel J B, 1987. *Les climats du Cameroun*, Thèse de Doctorat d'Etat, (1987)., université de Bordeaux III, France, 1175P.
- [3] - Servat E., Paturol J.E., Paturiel J.E., Ouédraogo M, Boyer J.F., Lubès-Niel H., Houndenou C., Hernandez K., « Modification de la saison des pluies dans l'Atakora (1961-1990). Un exemple de sécheresse au Nord-Ouest du Bénin (Afrique occidentale) », (1998). *Sècheresse*, vol. 9, N°. 1,23-34.

- [4] - Somé L, Sivakumar MVK., *Analyse de la longueur de la Saison Culturelle en Fonction de la date de début des pluies au Burkina Faso*, (1994). INERA, ICRISAT : Ouagadougou.
- [5] - Hubert P., Servat E., Paturol J.E., Kouamé B., Bendjoudi H., Carbonel J.P., Lubès-Niel H., « La procédure de segmentation, dix ans après », (1998). IAH Publication, vol. 252, 267-273.
- [6] - Nicholson. S, Rainfall and atmospheric circulation during drought periods and wetters years in West Africa, (1981). Mon WeathRev ; 109 : 2191-2208.
- [7] - Ouédraogo M., Contribution à l'étude l'impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest. Analyse des conséquences d'une sécheresse persistance : normes hydrologiques et modélisation régionale, (2001). Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, France.
- [8] - Gouala B.T.A., Savané I., Konan B., Fadika V., Kouadio GB., « impact de la variabilité climatique sur les ressources hydriques des bassins de N'zo et N'zi en Côte d'Ivoire (Afrique tropicale humide) », (2006). Vertigo, vol 1, 1-12.
- [9] - Sultan. B. et Janicot. S., *La variabilité climatique en Afrique de l'Ouest aux échelles saisonnière et intra saisonnière I : mise en place de la mousson et variabilité intra saisonnière de la convection*, (2004). *Sécheresse*, 15, (4), 321 – 330.
- [10] - Houndenou C., Hernandez K., « Modification de la saison des pluies dans l'Atakora (1961-1990). Un exemple de sécheresse au Nord-Ouest du Bénin (Afrique occidentale) », (1998). *Sécheresse*, vol. 9, N°.1, 23-34.
- [11] - Sighomnou D.,-«Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : perspectives d'évolution des ressources en eau ». Thèse de doctorat d'Etat, (2004) Département des Sciences de la Terre, Université de Yaoundé I. 291 P.