

## **Identification des risques pluviométriques sur la culture du maïs dans l'arrondissement de Penka-Michel, dans les hautes terres de l'Ouest du Cameroun**

**Samuel Aimé ABOSSOLO<sup>\*</sup>, Romain Armand Soleil BATHA et Arnaud Borice DJEUGANG**

*Département de Géographie, Université de Yaoundé I, Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines*

---

\* Correspondance, courriel : [bathsol33@yahoo.fr](mailto:bathsol33@yahoo.fr)

### **Résumé**

Le maïs est la culture la plus développée à Penka-Michel, il se cultive aussi bien en hautes altitudes qu'en basses altitudes. Cette culture est cependant sensible aux aléas pluviométriques. L'objectif de l'étude est d'identifier les risques pluviométriques sur la culture du maïs. A partir des données météorologiques journalières de Penka-Michel, une analyse agroclimatique a été réalisée sur la période 1975-2011. A l'aide d'outils d'analyses statistiques, les occurrences des séquences sèches et pluvieuses ont été élaborées et la variabilité des précipitations en rapport avec la productivité du maïs établie. L'instabilité des dates de début et de fin des saisons des pluies a permis de prédire les périodes idéales des semis des cultures. D'une manière générale, les résultats obtenus montrent que le maïs pluvial de Penka Michel est confronté à deux risques pluviométriques majeurs, à savoir les déficits hydriques imputables à des séquences sèches et les excès pluviométriques liés aux phases excédentaires.

**Mots-clés :** *maïs pluvial, Penka-Michel, excès pluviométrique, déficit pluviométrique, dates instables de début et de fin des saisons des pluies.*

### **Abstract**

**Identification of the rainfall risk on corn cultivation in the Penka-Michel Sub-division (in the highlands of western Cameroon)**

To Penka-Michel, the corn is the most significant culture in terms of surfaces and output. One finds it as well in high altitudes in low altitudes. However, the culture is sensitive to the pluviometric risks related to climatic variability. The aim of the study is to identify the pluviometric risks on the culture of corn. From the weather data day labourers of the pluviometric station of Penka-Michel, a agroclimatic analysis was carried out over the period 1975-2011. Using tools for statistical analyses, the variability of precipitations and key parameters of the agricultural season whose occurrences of dry and rainy sequences of great importance, the instability of the dates of beginning and end of the rains were analyzed in terms of risks of appearance. The results showed that the rain corn of the zone is confronted at the two major agro-pluviometric risks. It acts, on the one hand, of the ascribable hydrous deficits to dry sequences and on the other hand pluviometric excesses related to abundant rains.

In addition, the number of days of rains necessary according to the average needs for corn for the two crop years in the medium constitutes another limit of the production. On the other hand, the pluviometric office plurality for any confused cycle does not seem to constitute of major agro-pluviometric risk for corn of the locality.

**Keywords :** *rain corn, Penka-Michel, pluviometric excess, pluviometric deficit, unstable dates of beginning and end of the rains.*

## 1. Introduction

Le maïs de son nom scientifique *Zea mays L.* est l'une des plantes la plus cultivée dans le monde et, la troisième denrée alimentaire produite au Cameroun après le Manioc et la Banane plantain. Il constitue la principale céréale au Cameroun [1]. Il est cultivé dans les 05 zones agro-écologiques du pays. Selon [2], la production mondiale s'élève à 837 millions de tonnes. Depuis les années 2000, les superficies emblavées sont en constante augmentation. Évaluées à 378 708 hectares en 2001, elles ont atteint un record de 562 235 hectares en 2006. Aussi, les productions sont passées de 813 461 t à 1249 489 t au cours de la même période [3]. Les mêmes sources indiquent que la région de l'Ouest Cameroun assure à elle seule près de 60 % de la production nationale. Situé dans la Menoua, l'arrondissement de Penka-Michel occupe le premier rang et sa production annuelle avoisine les 33 % de toute la production du département [4]. Le maïs constitue l'aliment de base de nombreuses populations. La multiplication des producteurs de semences améliorées et des fermes semencières avec l'appui de l'État et de ses partenaires techniques et financiers a donné un souffle nouveau à la production du maïs. Aujourd'hui, le maïs devient une denrée de première nécessité pour les populations locales et pour les industries de transformation. Il est essentiellement destiné à l'autoconsommation et procure des revenus monétaires variables selon les exploitations. Les résidus de maïs constituent également une source importante d'aliments pour les animaux. Cependant, comme d'autres céréales, la culture du maïs est une activité agricole sensible aux aléas du climat [5].

En effet, Penka-Michel à l'image des autres localités du Cameroun, présente un climat très variable, avec une alternance des années de faible, de moyenne et de forte pluviométrie. On y assiste régulièrement à des situations où l'on passe d'une année très pluvieuse à une année sèche. Il est question pour nous d'identification des risques pluviométriques sur la culture du maïs dans l'arrondissement de Penka-Michel. Pour cela, nous nous proposons :

- d'analyser les séquences pluviométriques sèches observées au cours de développement de la plante ;
- d'identifier et d'analyser les différentes classes de pluies enregistrées ;
- d'étudier les dates de début et de fin des saisons des pluies ;
- d'estimer statistiquement la période potentiellement favorable au semis

Ces informations pourraient alors servir de guides pour les décideurs politiques et autres structures d'encadrement du monde rural afin de minimiser les risques imposés par les contraintes naturelles.

## 2. Présentation générale de la zone d'étude

Situé à l'Ouest du Cameroun dans le département de la Menoua à environ 35 km de la ville de la ville de Dschang, l'arrondissement de Penka-Michel est compris entre 5°21'52 et 5°31'41 de latitude Nord et 10°7'39 et 10°20 de longitude Est.

Il est composé de 04 groupements (Balessing, Bamendou, Baloum et Bansoa), limité au nord par l'arrondissement de Batcham, au sud par l'arrondissement de Fokoué, Bandja, au sud-est par l'arrondissement de Bamendjou, à l'ouest par Nkong-Ni, et à l'Est par Bamougoum, (Figure 1). Logé dans la région des hautes terres de l'Ouest Cameroun, il bénéficie d'un climat à régime « sub-équatorial guinéen forestier » sous classe : bas caméronien forestier ». Selon [2], Penka-Michel couvre une superficie d'environ 270 km<sup>2</sup>, avec une population estimée à 65 135 habitants, soit une densité de 213 habitants au km<sup>2</sup> [6]. Les villages étudiés sont réputés producteurs de maïs et représentent des zones où les risques liés aux déficits ou aux excès pluviométriques sont très élevés.

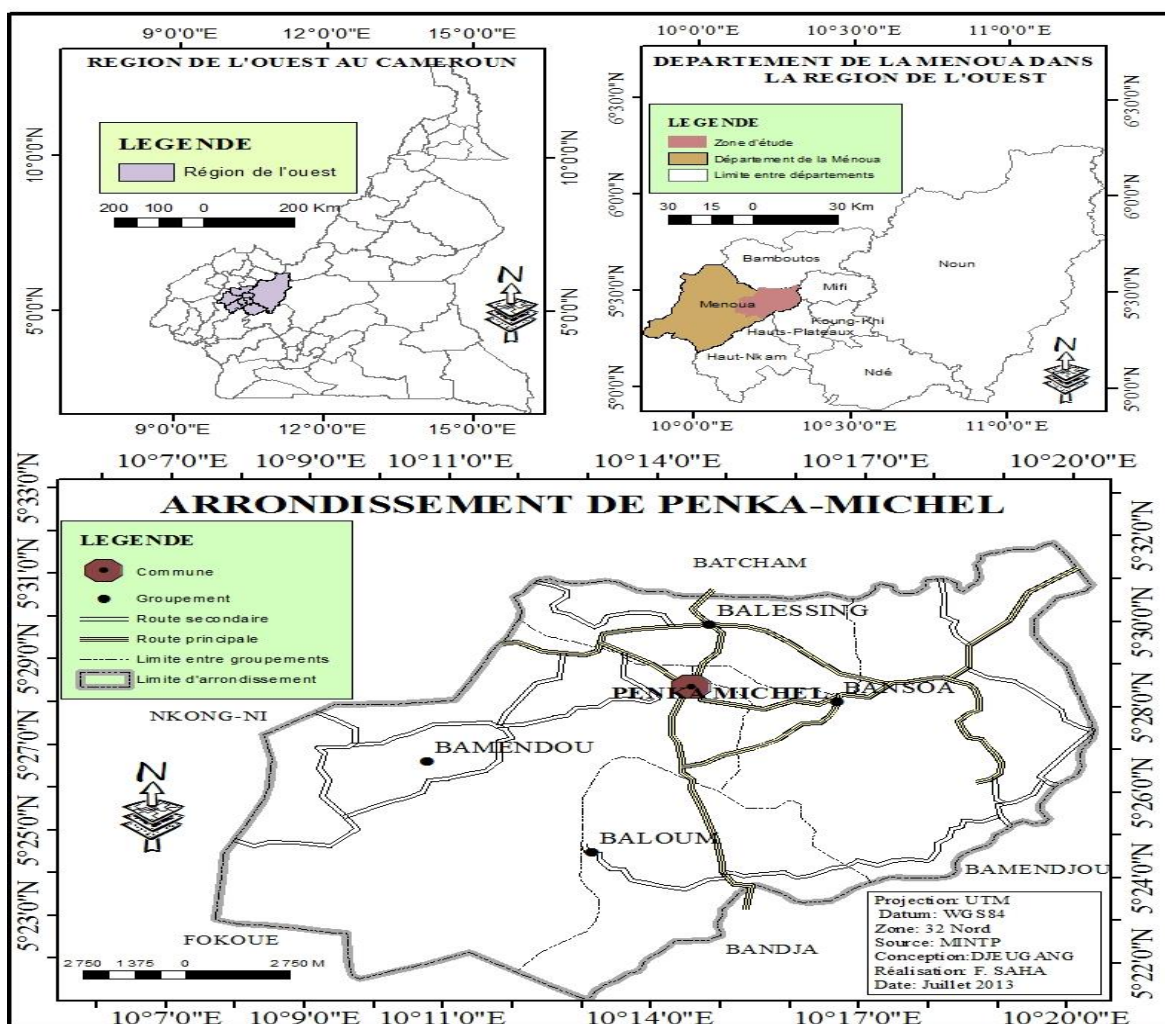


Figure 1: Carte administrative de l'arrondissement de Penka-Michel

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Données

Étant donné que la variation des précipitations représente le facteur le plus important du climat, les données utilisées dans le cadre de cette étude sont essentiellement les données pluviométriques journalières de 1975 à 2011. Il s'agit des abats pluviométriques et nombre de jours de pluies de la station de Penka-Michel.

Quant à la production du maïs, les données utilisées nous ont été offertes l'Institut de Recherche Agronomique pour le Développement (IRAD) qui a mis sur pieds des variétés améliorées de maïs en fonction des zones agroécologiques. Désormais, en plus de la variété locale, sont vulgarisées dans la zone d'étude les variétés telles que le CMS 304 et le Z 290 (variétés à cycle court) ainsi que les variétés Kasai et Coca (variétés à cycle long).

## 2-2. Méthodes

Afin d'obtenir les résultats attendus, diverses analyses sur la variabilité de la pluviométrie et les paramètres clés de la saison agricole ont été déterminées à l'aide d'outils statistiques. L'appréciation du risque de sécheresse est indispensable pour protéger et améliorer l'agriculture pluviale. On fait la distinction entre les années sèches caractérisées par un manque absolu d'eau dû à un faible cumul annuel, entraînant un échec des cultures, et les phases sèches à courtes périodes de stress hydrique durant la croissance des plantes pouvant induire une forte réduction du rendement suivant le stade de développement des plantes [7] cité par [5]. Les échecs des récoltes étant dus à la variabilité des pluies au cours de la saison des pluies. Les tests sont effectués sur les deux premiers mois de la saison des pluies (15 mars-15 mai). C'est la période critique pour la levée de dormance ou de reprise pour la plupart des espèces, après une longue saison sèche. C'est cette période qui déterminera la croissance et le développement des cultures [8]. Toutefois, cette règle ne s'applique pas à tous les végétaux. Selon [9], la plus forte influence négative de la sécheresse hydrique sur les rendements de maïs se situe au niveau de la floraison». Ainsi, il y'a urgence de prolonger nos analyses jusqu'au troisième mois du développement de la culture. Signalons aussi l'ambiguïté de prendre en compte une saison fixe quand on sait que, suivant les années, la longueur de la saison des pluies connaît des fluctuations.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse des séquences sèches est le plus axée sur l'impact qu'elles peuvent avoir sur le déroulement du cycle végétatif de la culture. On considère que les séquences sèches de durée inférieures ou égales à 5 jours n'auront pas de conséquences majeures sur le développement de la plante [8]. De ce fait, nous ne prendrons en compte que des séquences sèches de durée supérieures à 5 jours. Pour chaque année, on compte le nombre de jours secs consécutifs de longueurs comprises entre 6 et 10 et respectivement supérieures à 10 jours. Les résultats présentent pour chaque classe de durée, la moyenne, le maximum, et l'écart-type sur l'ensemble de la période 1975-2011 (*Tableau 1*). L'analyse du nombre de jours pluvieux pourrait contribuer à améliorer nos connaissances sur les aspects des déficits pluviométriques saisonniers et annuels ainsi que sur les changements susceptibles d'affecter l'évolution des précipitations [10]. Pour cela, une caractérisation des régimes pluviométriques ne peut pas se limiter à une analyse statistique simple de cumuls pluviométriques. Elle doit aussi comporter les fréquences des jours pluvieux puisque la pluie n'est pas un phénomène continu, elle est généralement intermittente à Penka Michel. Les précipitations surviennent au cours d'événements pluvieux de durées variables se succédant suivant des intervalles de temps variables. La typologie des précipitations journalières que nous proposons est liée aux normes internationales définies par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM, 1990). Les différentes classes sont définies en fonction du nombre de jours de pluie de hauteur comprise entre : 1 et 10 mm ( $P_1$ ); 10 et 30 mm ( $P_2$ ); 30 et 50 mm ( $P_3$ ); >50 mm ( $P_4$ ) (*Figure 2*).

### 2-2-1. Calcul de l'indice d'agressivité des précipitations de Fournier

Il s'obtient selon l'indice de Fournier (1993) en posant  $P^1/P$ , où  $P^1$  représente le carré de la pluviométrie du mois le plus arrosé et  $P$  la pluviométrie annuelle enregistrée.

### **2-2-2. Détermination des dates de début et de la fin de la saison pluvieuse à penka-Michel**

La date de début et de fin des saisons des pluies sont deux paramètres essentiels pour l'agriculture, car ils déterminent d'une part la date des semis et d'autre part la durée de la saison des pluies, indépendamment des conditions d'alimentation hydrique de cette période. En zone tropicale, de nombreux travaux ont déjà été effectués dans l'objectif de déterminer ces deux paramètres. Ainsi, les critères utilisés sont tantôt basés sur des seuils de pluies [11-13], tantôt sur le rapport entre la pluviométrie et l'évapotranspiration potentielle [14] et enfin sur le bilan hydrique [15, 5]. [16] a défini pour le Cameroun (sur la période 1951-1993), le début de la saison des pluies à partir du moment où la pluviométrie cumulée sur deux jours consécutifs est supérieure ou égale à 20 mm, suivie d'une période de contrôle de 30 jours, durant laquelle on ne relève pas une séquence sèche de plus de 7 jours consécutifs. Mais Compte tenu des tendances pluvieuses de la décennie 1990-2000, les seuils ont été modifiés. En effet, la saison des pluies commence au premier jour de la première séquence humide de 3 jours consécutifs qui présente un cumul d'au moins 30 mm, et qui n'est pas suivi d'une séquence de 7 jours consécutifs secs au cours des 30 jours suivant. L'auteur admet que quelle que soit la région du pays, un cumul de 30 mm en 3 jours (10 mm/jour) suffit à faire démarrer la végétation. La fin de saison quant à elle intervient le premier jour sec après le 1er septembre qui précède une période de sécheresse d'au moins 15 jours consécutifs. Toutefois, le choix d'un seuil de détermination de la fin de la saison des pluies doit tenir compte de l'occurrence des pluies isolées, faibles et /ou tardives qui allongent « artificiellement » la saison. L'objectif de cette étude étant de mettre en relation la pluviométrie et la productivité de la culture du maïs à Penka-Michel, la deuxième méthode qui est celle de [10] a été adoptée suivant la période allant du 15 mars au 15 novembre considérée par ailleurs comme étant la durée de la saison agricole dans la localité.

## **3. Résultats**

### **3-1. Apparition des séquences sèches au cours de la saison agricole**

L'on remarque dans l'ensemble que le nombre moyen de séquences sèches est inversement proportionnel à leur durée (**Tableau 1**), la dernière classe (>10 jours) n'étant pas comparable avec toutes les autres, puisqu'elle susceptible de regrouper plusieurs classes de durées. En cas de faux départs ou d'arrivées tardives des pluies, la classe ( $SS > 10$ ) devient plus importante. Les différences se signalent aussi bien au niveau des moyennes que des écarts-types et les effectifs. Dans l'ensemble, les séquences sèches influent sur le cycle de croissance et le développement de la végétation pendant les mois de saison des pluies. Aussi, faut-il rappeler que « plus le nombre et la durée des séquences sèches sont importants et plus s'accroît le risque de stress hydrique pour la plante. » Plus loin, on pourrait s'intéresser à l'évolution temporelle de ces nombres de jours sans pluies à penka-Michel. Ainsi, nous avons groupé le nombre d'années retenues pour cette étude au sein des sous-périodes (**Figure 3**). Les résultats de la **Figure 3** montrent pour chaque sous-période, une hiérarchisation du nombre de séquences sèches au fur et à mesure que leur durée augmente. On remarque que c'est au cours de la décennie 1995-2004 que le nombre de séquences sèches est le plus important à penka-Michel, sans doute en adéquation avec les anomalies de pluies, et les différences les plus importantes se retrouvent dans les classes de durée de 6, 7, et 8 jours. Comme on pouvait s'y attendre, le nombre et la longueur des séquences sèches ont évolué en phase avec les tendances pluviométriques et en cela, représentent des risques importants dans la pratique de l'agriculture. Rappelons toutefois que la réaction des cultures dépend du rythme des pluies antérieures et de l'alternance entre les phases sèches et les événements pluvieux.

### 3-2. L'excès pluviométrique (pluie maximale journalière) à Penka-Michel

La **Figure 2** montre l'inégale distribution mensuelle des classes de pluie journalière à Penka-Michel entre 1975 et 2011. On constate que tous les mois de la saison pluvieuse considérée ont enregistré les différentes classes de pluies telles que définies par l'O.M.M. Seulement,  $P_1$  et  $P_2$  sont les classes de pluie qui constituent l'essentiel de la pluviométrie à Penka-Michel. Aussi, les  $P_3$  apportent une pluviométrie supérieure à celle de la classe  $P_4$ . Ainsi, les  $P_4$  ont les pourcentages de précipitations les plus faibles ; d'où l'opération finale ( $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$ ). Par ailleurs, les mois de juin et puis de septembre ont enregistré les plus grands records en  $P_4$  ( $P > 50$  mm) ; soit 16 enregistrements pour le premier et 11 pour le second durant les 37 années de l'étude. En plus de leurs excès, les pluies sont aussi agressives dans la localité. En effet, sur les trente-sept (37) années d'observation, vingt-six (26) sont agressives (**Tableau 2**). Par ailleurs, les intensités sont plus fortes dans le site en raison de son volume pluviométrique élevé (en moyenne 1637,8 mm). Cela est tout de même préoccupant que les sols de l'arrondissement de penka-Michel sont en majorité alluviaux (rencontrés dans les plaines marécageuses) et surtout granitiques ; et donc très vulnérables à l'érosion hydrique.

### 3-3. L'instabilité des dates des débuts et de fin des saisons des pluies

De l'avis des paysans et de certains ingénieurs agronomes, la pluie débute en moyenne au cours de la deuxième décennie du mois de mars à l'Ouest Cameroun, période qui coïncide avec la date des semis. Aussi, elle s'achève en mi-novembre, marquée à son tour par la récolte du haricot commun. Le constat fait après analyse des données pluviométriques au cours de la période 1975-2011 montre des réalités plutôt contraires (**Figure 4**). En effet, on observe qu'il n'y a que les années 1976, 1982, 1985, 1995, 1996, 2008 et 2010 qui semblent proche de la date du démarrage agronomique. Par contre, les années 1988, 1994, 2006, 2007 ont connu un retour précoce des pluies d'une semaine et cette durée a été de 02 semaines pour les cas de 1978, 1979 et 1987. Certaines années sont caractérisées par le retour tardif des pluies. La date effective des débuts des pluies a eu lieu en 1975, 1981, 1984, 1989, 2001, 2003, 2011 dans la troisième décennie du mois de mars. Aussi, certaines années comme 1977, 1990, 1999, 2000, 2009 n'ont connu leur début effectif des pluies qu'au cours du mois d'avril. Les dates du 11 avril, 7 avril, 22 avril, 16 avril et 1<sup>er</sup> avril correspondent respectivement à ces années.

Par ailleurs, l'analyse minutieuse de la date du démarrage des saisons des pluies permettra de mieux organiser les différentes activités agricoles. A Penka Michel, certaines années présentent une arrivée précoce, avec des fins plus ou moins tardives. En 1987, les pluies ont commencé très tôt, autour du 03 mars, avec 84,9 mm de pluies au cours du mois. La saison s'est achevée le 24 octobre, avec un total de 14,8 mm. Contrairement à cela en 1979, la pluie a commencé un peu plutôt le 1<sup>er</sup> mars (30 mm) et l'on a enregistré une hauteur de 125,5 mm de pluies. La saison s'est achevée le 25 novembre avec un total pluviométrique de 8,3 mm. D'autres saisons sont caractérisées par un retour tardif et une fin précoce des pluies. Ici, l'année 1983 est la plus représentative : le début effectif des pluies a lieu le 29 mars (qui enregistre 8,5 mm) et 42,3 mm au cours du mois, elles cessent le 27 octobre (qui enregistre 2 mm). Enfin, on observe des saisons caractérisées par un retour et une fin tardive des pluies. C'est le cas de l'année 1975 qui enregistre ses premières pluies le 24 mars (19 mm). Celles-ci prennent fin le 27 novembre qui enregistre 19 mm de pluies. Il ressort de ces observations que les dates de débuts et de fins des pluies ont été variables sur la période d'étude. Cette variabilité interannuelle pose des problèmes du rythme d'évolution des activités agricoles dans la région de l'Ouest du Cameroun, d'où la nécessité d'élaborer un nouveau calendrier agricole. Le paysan aura besoin de cet outil pour prédire les dates probables des débuts et des fins des pluies et organiser ses activités de semis et ses récoltes.



**3-4. Estimation statistique de la période favorable au semis du maïs à Penka-Michel**

Les dates de début et de fin des pluies sont des indicateurs importants pour l'organisation du calendrier agricole qui est un outil indispensable pour le cultivateur [17]. A partir des tests statistiques et des observations des fluctuations liées à la pluviométrie, nous avons situé les premiers semis à la troisième décennie du mois de mars qui par ailleurs enregistre 37,84% des cas du début effectif des précipitations.

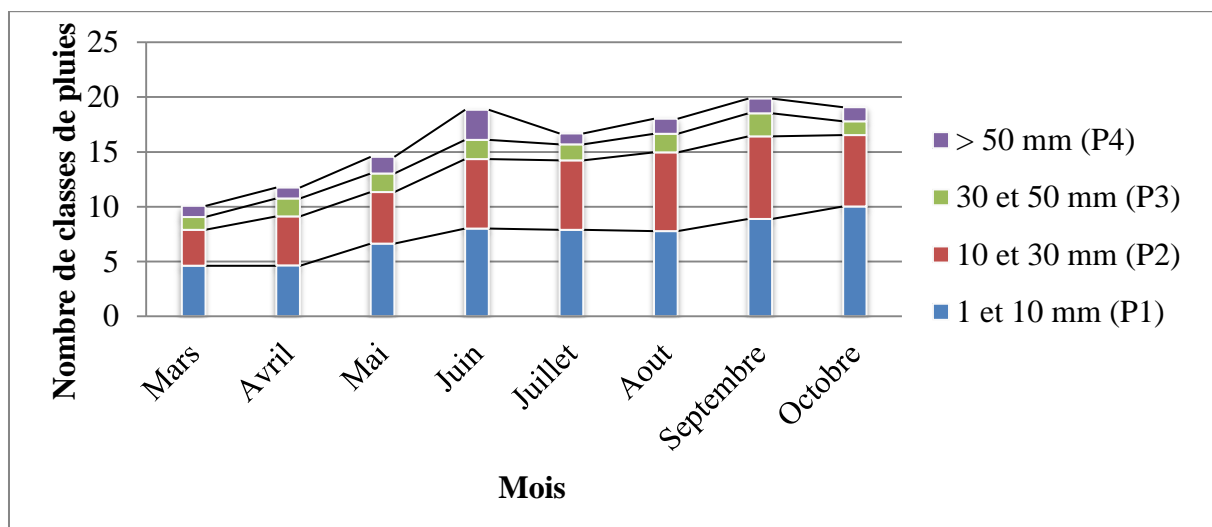
**Tableau 1: Répartition de séquences sèches intra saisonnières à Penka-Michel (1975-2011)**

saisons	statistiques	SS= 6 jrs	SS= 7 jrs	SS= 8 jrs	SS= 9 jrs	SS= 10 jrs	SS> 10 jrs
Mars-juin	Effectif	15	9	7	6	3	8
	Moyenne	1,5	1,1	1	1	1	1
	Maximum	3	2	1	1	1	1
	Ecartype	0,85	0,35	0	0	0	0

*Source : poste pluviométrique de Penka-Michel*

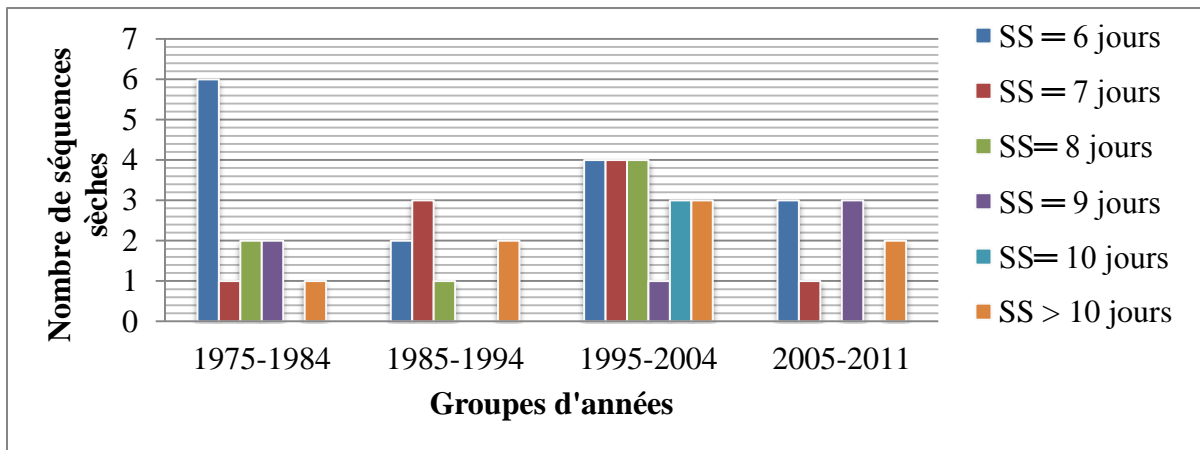
**Tableau2 : Calcul de l'indice de Fournier à Penka-Michel**

Années	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Station Penka-M	73,2	56,9	76,5	50,2	43,9	70,1	102,1	60,2	74,5
1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
92,4	51,6	75,1	50,8	64,9	58,4	54,1	51,4	77,72	46,4
1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
42,4	48,03	43,8	28,6	41,1	74,8	59,0	87,8	74,7	46,8
2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
58,3	57,2	73,1	36,5	99,7	68,4	61	49		



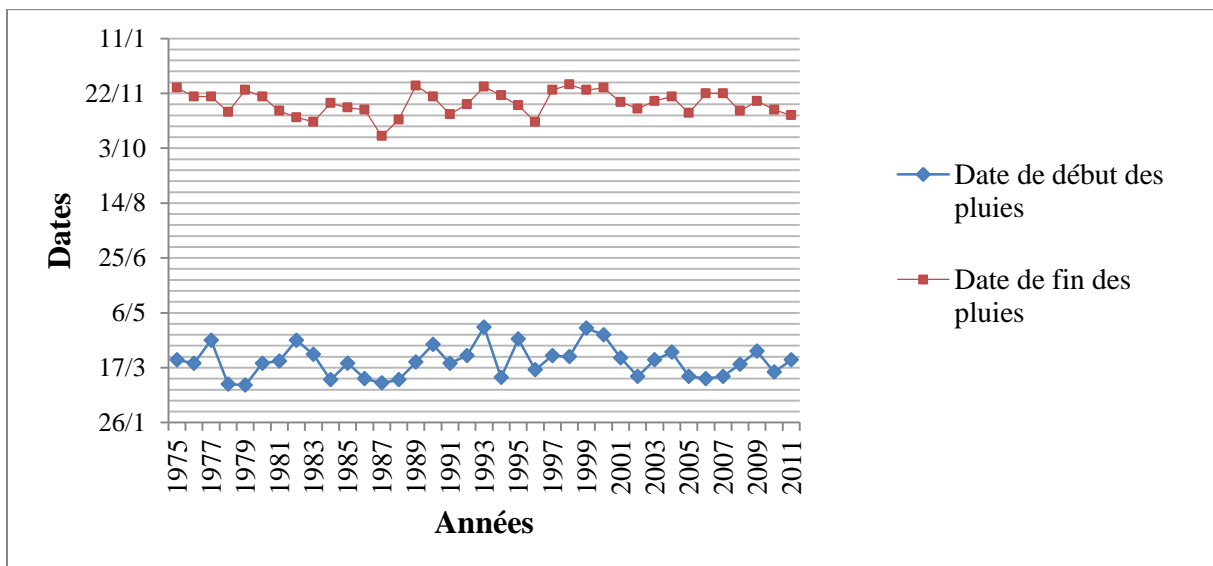
*Source : poste pluviométrique de Penka-Michel*

**Figure 2 : Classes de pluies à Penka-Michel (1975 à 2011)**



Source : poste pluviométrique de Penka-Michel

Figure 3 : Évolution du nombre de séquences sèches suivant différentes longueurs à Penka-Michel (1975-2011)



Source : poste pluviométrique de Penka-Michel

Figure 4 : Variation des dates de début et de fin des pluies à Penka-Michel (1975-2011)

#### 4. Discussion

Les besoins en eau du maïs en zone tropicale et intertropicale varient de 500 à 800 mm [18,19]. La saison des pluies dans la zone d'étude s'étale sur 09 mois environ (de mars à novembre), période qui correspond aussi avec la période des cultures. Avec une moyenne de 1566,8 mm durant les 37 années d'observations, le maximum pluviométrique s'observe en 1982 (1967,3 mm) et le minimum en 2011 (1236,6 mm). La culture du maïs se pratique en deux cycles dans la localité : un premier cycle, le plus arrosé entre mars et juin avec en moyenne 593,3 mm de pluies et, un second cycle de septembre à décembre, le moins arrosé avec en moyenne 509,48 mm de pluies. Les volumes d'eau enregistrés pour les deux cycles sont en même de satisfaire sans risque les besoins en eau du maïs à Penka-Michel.



Malgré quelques différences, ces résultats sont semblables à ceux obtenus par [17] à Bafoussam et à Bamenda dans la région de l'Ouest du Cameroun. Aussi, avec un maximum de 185 jours en 1976 et un minimum de 81 jours en 2011, il pleut en moyenne 129 jours par an à Penka-Michel. La longueur des saisons des pluies qui correspond aux saisons culturales montre que 49 jours seraient observés entre mars et juin pour la première campagne et 41 jours entre septembre et décembre pour la seconde campagne agricole. Cet étalement des pluies sur les deux périodes est inférieur aux besoins moyens du maïs qui se situent entre 60 et 90 jours en moyenne par cycle de culture dans la zone sub-saharienne [20]. Ainsi, pour deux cycles de culture par an et contrairement aux cumuls pluvieux saisonniers enregistrés, les événements pluvieux qui se déversent sur des périodes relativement courtes surtout pour le second cycle de culture seraient un facteur à risque pour le développement du maïs. [21]. estiment cette période critique autour de la première campagne à cause d'un faible étalement du nombre de jours pluvieux. Par ailleurs, les risques climatiques de la maïsiculture les plus néfastes ont été identifiés en caractérisant la variabilité des précipitations et du nombre de jour des pluies à l'échelle fine (journalière). Les résultats de l'analyse sur l'apparition des séquences sèches ( $SS = 6$  jrs,  $SS = 7$  jrs,  $SS = 8$  jrs,  $SS = 9$  jrs,  $SS = 10$  jrs,  $> 10$  jrs) montrent que l'occurrence des « trous » pluviométriques sont pratiquement annuels dans la zone d'étude.

Ils sont de durées variables et surviennent dans la plupart des cas lors des deux phases critiques de développement de la plante du maïs (phase végétative). A ce sujet, Robelin (1963) cité par [5] montrait que la période de très grande sensibilité du maïs commence de 20 à 30 jours avant la floraison et s'achève de 10 à 15 jours après. Suivant la même source, un manque d'eau à ce stade entraîne une baisse de rendement de plus de 60%. Il faut rester cependant prudent, puisque les phases sèches ont été définies uniquement à partir de données pluviométriques quantitatives, alors que d'autres facteurs tels que l'efficacité du sol à retenir de l'eau jouent aussi un rôle significatif. [22] expliquent que le fait de ne pas prendre en compte la capacité de rétention en eau des sols peut entraîner une sous-estimation de l'impact du climat sur le développement des cultures. L'analyse des classes de pluies telles que définies par l'OMM a permis aussi de comprendre que les précipitations surviennent en classes d'après les hauteurs compris entre 1 et 10 mm ( $P_1$ ); 10 et 30 mm ( $P_2$ ); 30 et 50 mm ( $P_3$ );  $> 50$  mm ( $P_4$ ) en moins de 24 h dans la zone d'étude. Pour déceler les pluies maximales journalières, nous nous sommes intéressés à la classe ( $P_4$ ) qui comptabilise 16 cas au mois de juin et, 11 cas au mois de septembre sur les 37 années d'observations. Rappelons que s'il faut tenir compte du seuil à partir duquel une pluie devient érosive sur les hautes terres de l'Ouest Cameroun (12 mm en 24 h d'après [23]), la classe de  $P_4$  suivie des classes de précipitations comprises entre 30 et 50 mm et de 10 à 30 mm en moins de 24 h sont susceptibles d'engendrer non seulement l'érosion hydrique mais aussi de nombreuses inondations dans une zone à « contrebas » de la pente.

Lorsqu'il y'a inondations dans une exploitation agricole, les pertes sont énormes. A ce sujet, [19] affirment que les inondations ont un impact très significatif sur les récoltes et les pertes prévues par rapport à une année normale qui vont jusqu'à 91 % pour le maïs, à 65 % pour le riz et à 69 % pour les arachides. Toutefois, ne meilleure connaissance sur l'intensité maximum de la pluie en 30 mm (mm/h) et sur l'énergie globale de la pluie ( $E_g$  (T.m/km<sup>2</sup>), permettrait comme le précise [10] d'avoir une meilleure connaissance sur le degré d'agressivité des précipitations qui est un indicateur de choix en agro climatologie. Les résultats des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses ont montré que ces deux paramètres ont beaucoup varié au cours de la période d'observation. La saison des pluies s'installe pour 37,84% des cas au cours de la troisième décade du mois de mars. Quant à la fin, elle s'installe dans 32,43% des cas au cours de la deuxième décade du mois de novembre. Ces deux paramètres (début et fins des saisons des pluies) aident à mieux planifier les activités agricoles au cours de l'année. Toutefois, la connaissance de la date de démarrage des pluies devrait s'accompagner de la maîtrise du cumul pluviométrique saisonnier et annuel [5].

Par ailleurs, à partir des tests statistiques et une observation minutieuse des fluctuations liées aux dates de début et de fin des saisons des pluies, nous avons situé la date favorable des semis à la troisième décennie du mois de mars qui par ailleurs enregistre 37,84% des cas du début effectif des précipitations. Ce résultat est le reflet de la réalité observée en milieu humide, contrairement au domaine tropical sec qui est marqué par des décalages importants aux mois de démarrage de la saison agricole. L'analyse croisée de probabilités d'apparition des séquences sèches comprises entre 10 et 30 jours après le semis et pendant la floraison du maïs a permis de situer la période favorable du semis à partir de la troisième décennie de Mai pour la zone soudanienne et de la première décennie de Juin pour la zone soudano sahélienne. Ces probabilités sont utilisées en climatologie dans l'analyse fréquentielle des données pour évaluer la variabilité des composantes climatiques à but prévisionnel. Ainsi, les approches probabilistes de délimitation de la saison des pluies s'appuient sur l'hypothèse selon laquelle, « *quelque soit le niveau de variation de la distribution des dates de début et de fin de pluies dans une région donnée, il existe toujours une période de l'année qui est propice à la germination, la croissance et le développement des plantes* ».

## 5. Conclusion

L'objectif de ce travail était de faire un diagnostic des risques pluviométriques majeurs sur la culture du maïs à Penka-Michel (zone des hautes terres de l'Ouest Cameroun). Pour y parvenir, nous avons utilisé les données de pluviométrie collectées au poste pluviométrique de Penka-Michel. A partir des données pluviométriques journalières et la production agricole, il ressort que les phases sèches est de plus en plus marquées et les pluies maximales journalières sont de plus en plus récurrentes. Il ressort aussi que les dates de démarrage et de fin de saison agronomique sont variables. Le nombre de jours pluvieux ne couvre pas toujours les besoins minimums de la plante pour les deux cycles de culture. Pourtant, en considérant les cumuls pluviométriques saisonniers dans la zone étudiée, les besoins en eau du maïs sont dans l'ensemble satisfaisants quelle que soit l'année. L'essentiel des risques climatiques aux effets néfastes sur la maïsiculture se lie à travers les excès pluviométriques, le déficit hydrique ainsi l'instabilité des paramètres clés de la saison agricole. Ces résultats peuvent servir de base pour la mise en place de stratégies de prévention et de gestion des aléas climatiques. Toutefois, si ces résultats corroborent le mieux dans une zone agro écologique à régime pluviométrique uni modal dominant, il n'en demeure pas moins qu'en zone forestière à régime bimodal classique comme c'est le cas dans le Cameroun forestier, l'acidité des sols demeure le facteur limitant majeur à la production du maïs.

## Références

- [1] - M. DELASSUS, Principales maladies du maïs dans l'Ouest Cameroun. L'Agronomie tropicale 23 (4) (1968), 429-434.
- [2] - FAO (Food and Alimentation Organization) (2013).
- [3] - INS (Institut Nationale de la statistique du Cameroun) (2010).
- [4] - Ddader Note de conjoncture sur les changements climatiques dans le département de la Menoua, (2011). 5 P.
- [5] - B. SARR, L. KAFANDO, S. ATTA. Identification des risques climatiques de la culture du maïs au Burkina Faso, in International journal of Biological and chemical Sciences (August 2011), pp 1659-1675.
- [6] - RGPH, Recensement Général des Populations du Cameroun, (2005).

- [7] - J. J. BARRON, F. ROCKSTRÖM, GICHUKI, HATIBU. Dry spell analysis and maize yields for two semi-arid locations in east Africa. *Agricultural and Forest Meteorology*, 117, (2003), 23-37.
- [8] - V. DJOUFACK *Études multi-échelles des précipitations et du couvert végétal au Cameroun, analyses spatiales, tendances temporelles, facteurs climatiques et anthropiques de variabilité du NDVI*, thèse de doctorat soutenue à l'Université de Bourgogne, (2011), 303 P.
- [9] - D. NOUFE *Changements hydro climatiques et transformations de l'agriculture ; l'exemple des paysanneries de l'est de la côte d'Ivoire*, thèse soutenue pour l'obtention du grade de docteur, université de paris I, (2011), 375 P.
- [10] - M. A. KOUASSI, F. K. KOUAME, B. Y. KOFFI, B. K. DJE, E. J. PATUREL, S. OULARE. « Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire », *Cybergeo : European Journal of Geography*. Environnement, Nature, Paysage, (2012). URL : DOI : 10.4000/cybergeo 23388. (2010).
- [11] - R. STERN, M. N. DENNETT, D. J. GARBUS. The start of the rains in West Africa. *Int. J. Climatol.*, 1: 59-68, (1981).
- [12] - J. B. OMOTOSHO, A. A. BALOGUN, K. OGUNJOBI. *Predicting monthly and seasonal rainfall, onset and cessation of the rainy season in West Africa using only surface data*. *Int. J. Climatol.*, 20: 865–880, (2000).
- [13] - P. CAMBERLIN, M. DIOP. Application of daily rainfall principal component analysis to the assessment of the rainy season characteristics in Senegal. *Clim. Res.*, 23, (2003), 159–169.
- [14] - J. COCHEMÉ, P. FRANQUIN. *A Study of the Agroclimatology of the Semi-Arid Area South of the Sahara in West Africa*. FAO. Unesco: Rome, Paris, (1967).
- [15] - A. SAMBA Les logiciels DHC de diagnostic hydrique des cultures, prévision des rendements du mil en zones soudano-sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest. *Sécheresse*, 4(9), (1998), 281-288.
- [16] - G. TCHIADEU, M. TSALEFAC, R. MBAYI. Délimitation de la saison des pluies dans le Nord-Cameroun (6°-11° Nord), Publications de l'Association Internationale de Climatologie, Vol. 12, (1999), 150-158.
- [17] - J. A. AMOUGOU, S. A. ABOSSOLO, R. A. S. BATHA Dynamique du climat et impacts sur la production du maïs dans la région de l'ouest du Cameroun, *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 21&22 (2013), ISSN 1813-3290, revist.ci, 209 – 234.
- [18] - J. DOORENBOS, A. H. KASSAN. Réponse des rendements à l'eau. FAO, Bulletin d'irrigation et de Drainage 33, Rome, (1980).
- [19] - H. KAMBIRE, G. ABDEL-RAHMAN, B. BACYÉ, Y. DEMBELE Modeling of Maize Yields in the South-Sudanese Zone of Burkina Faso - West Africa. *American- Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 7(2), (2010), 195-201.
- [20] - J. WEY *Étude de la variabilité du rendement du maïs au Burkina Faso*. Thèse de doctorat Ph.D, INPL, Nancy, (1998), 200 P.
- [21] - J. A. AMOUGOU, R. A. S. BATHA. Dynamique spatio-temporelle des précipitations de 1960 à 2010 et élaboration d'un calendrier agricole dans la zone des hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 23&22 (2014) 153-177, ISSN 1813-3290, revist.ci
- [22] - J. J. BARRON, F. ROCKSTRÖM, GICHUKI, HATIBU. Dry spell analysis and maize yields for two semi-arid locations in east Africa. *Agricultural and Forest Meteorology*, 117, (2003), 23-37.
- [23] - J. C. OLIVRY *Fleuves et rivières du Cameroun*, Paris, MESRES-ORSTOM, (1986), 643 p.