



CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PARAMETRES CLIMATIQUES DANS UN ENVIRONNEMENT PARTICULIER, LE HOLLIDJE AU BENIN (AFRIQUE DE L'OUEST)

M. LANOKOU¹, E. OGOUWALE², F. G. A. P. CLEDJO² et C. S. HOUSSOU²

1. Département de Géographie et Aménagement du Territoire (Université d'Abomey-Calavi)
2. Laboratoire Pierre PAGNEY "Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement" (LACEEDE),
Université d'Abomey-Calavi 01 BP 526, Cotonou 01)

RESUME

Le climat est une composante essentielle de la vie économique et sociale pour toutes les communautés, notamment celles dont les activités sont encore fortement dépendantes des paramètres climatiques. La présente étude est une contribution à l'étude du climat dans le Hollidjé.

Les données pluviométriques et thermométriques de la période allant de 1961 à 2000 ont permis d'analyser l'évolution du climat aux échelles annuelle et mensuelle en utilisant les méthodes de la statistique descriptive. Les données hygrométriques ont servi d'analyser l'humidité relative au pas mensuel. Pour faciliter une analyse plus approfondie, les données thermométriques à l'échelle diurne et les nombres de jours de pluies par mois ont été utilisés. Des investigations en milieux réels ont aidé à appréhender les perceptions paysannes du climat.

Les résultats ont montré que le Hollidjé est gouverné par deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches alternées. La durée de ces saisons dépend de deux masses d'air : les vents chauds et secs venus du nord du pays, connus sous le nom d'harmattan, soufflant depuis les déserts continentaux et les alizés du sud chargés de vapeur d'eau. Le secteur a connu depuis 1961 une situation climatique instable avec des années de pluies excédentaires (22 %) et déficitaires (15 %) ; et des températures légèrement à la hausse de l'ordre de 2,1 °C. A l'échelle diurne, ses températures croissent de 6 heures à 15 heures où elles atteignent leurs valeurs maximales. Quant à l'humidité relative, elle enregistre ces valeurs élevées en mai-juin (85 à 95 %) et les plus basses en décembre-janvier (20 à 50 %). Les Holli ont leurs perceptions de ce climat, ce qui leur permet d'établir le calendrier pour des activités qu'ils mènent.

Mots-clés : Bénin ; Hollidjé ; Paramètres climatiques ; Analyse descriptive ; Perceptions paysannes.

ABSTRACT

The climate is an essential component of the economic and social life for all the communities, in particular those on which the activities are still strongly dependent on the climatic parameters. The present survey is a contribution to the study of the climate in Hollidjé.

The rainfall and thermometric records of the period going of 1961 to 2000 permitted to analyze the evolution of the climate on the scales annual and monthly by using the statistical methods descriptive. The hygrometrical data used for to analyze the humidity relating to the monthly step. To facilitate a thorough analysis, the thermometric data on a diurnal scale and the numbers of days of liked per month were used. Investigations in real mediums helped to apprehend country perceptions of the climate.

The results showed that Hollidjé is marked by two rainy seasons and two alternate dry seasons. The duration of these seasons depends on two masses of air: hot and dry winds come from the north of the country, known under the name of harmattan, blowing since the continental deserts and the winds of the south charged with steam. The sector knew since 1961 an unstable climatic situation with years of surplus rains (22 %) and overdrawn (15 %); and of the temperatures slightly to the rise of about 2,1°C. On a diurnal scale, its temperatures grow 6 a.m. to 3 p.m. when they reach their maximum values. As for the relative humidity, it records values raised in May-June (85 to 95 %) and lowest in December-January (20 to 50 %). Holli people have their perceptions of this climate, which enables them to establish the calendar for activities that they carry out.

Key words: Benin; Hollidjé; Climatic Parameters; descriptive Analysis; Country Perceptions.

INTRODUCTION

Le Hollidjé couvre une bonne partie des communes d'Adja-Ouère et de Pobè. Il est situé entre $6^{\circ} 57'$ et $7^{\circ} 11'$ de latitude nord

et $2^{\circ} 31'$ et $2^{\circ} 45'$ de longitude est. Il est limité à l'est par les localités d'Igana et d'Akpatè. A l'ouest, la commune de Ouinhi sert de limite. La dépression est limitée au nord par les pentes sud du revers du plateau de Kétou et au sud par la ville de Pobè (figure 1).

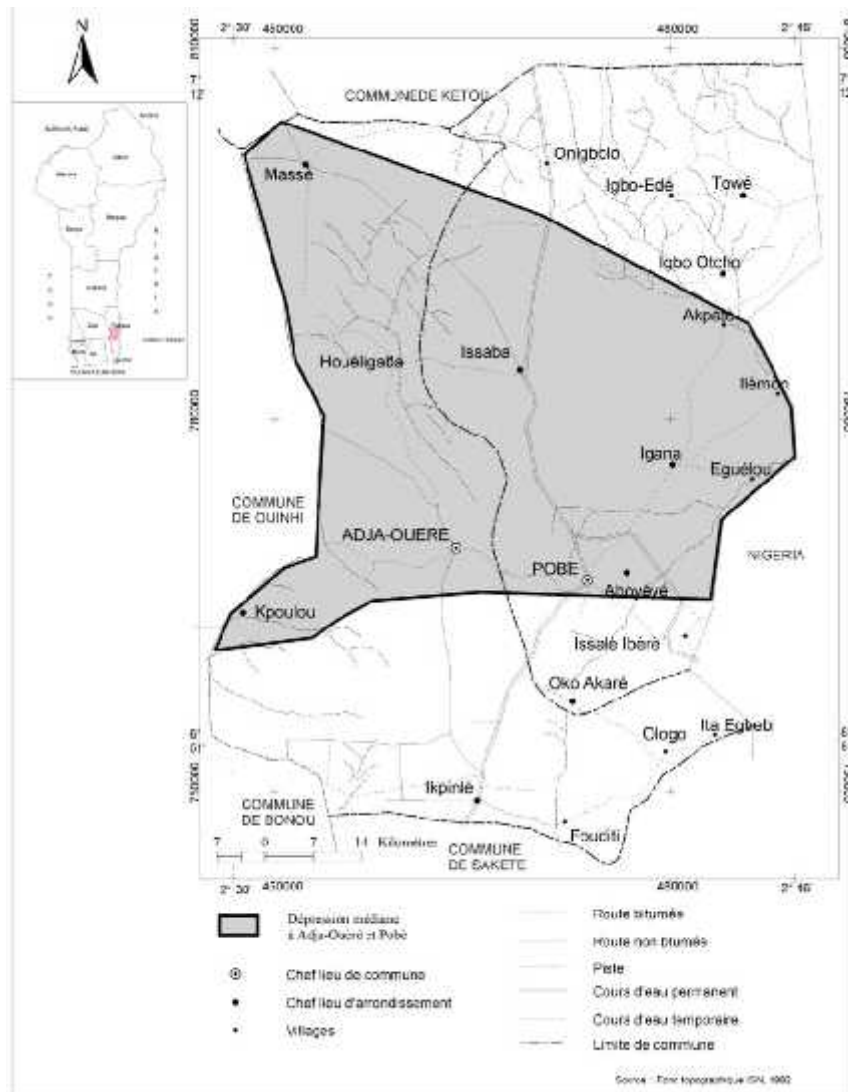


Figure 1 : Situations géographique et administrative du secteur d'étude
Source : Fond topographique IGN, 1992

Plus que la terre, c'est le ciel qui détermine les saisons (Ogouwalé, 2006). Les excédents et/ou les déficits pluviométriques induisent des dommages dans tous les domaines d'activité humaine et plus particulièrement dans le domaine de la production vivrière (Akindélé, 2009). Houndénou et *al.* (2006) ont montré que la baisse de la pluviométrie et le réchauffement contemporain induisent une dégradation du milieu écologique et jette dans le désarroi le monde paysan.

Afouda (2007) a montré que les fluctuations des paramètres climatiques à l'échelle diurne ont des implications sur le déroulement des activités quotidiennes. Le climat représente donc pour les activités paysannes surtout pour les travaux champêtres l'épine dorsale de leur développement.

Le Holidjé est retenu pour cette étude en raison de sa performance en production maïsicole au Bénin. Il constitue l'un des plus grands greniers du pays (ONASA, 2009 et Awi, 2006). Ainsi, ce secteur avec une superficie de l'ordre de 15 000 hectares,

dispose d'une importante terre cultivable (Lanokou, 2010) et il est alors judicieux d'étudier les paramètres climatiques qui favorisent le développement des activités agricoles dans le Holidjé.

La présente recherche s'intéresse aux fluctuations annuelles, mensuelles et diurnes des paramètres pluviométriques, thermométriques, anémométriques et hygrométriques ainsi qu'aux perceptions paysannes de ces paramètres. Après l'exposé des méthodes et des matériels utilisés, nous présentons les grands résultats obtenus.

MATERIELS ET METHODES

Les données de la station météorologique de Pobè ont été utilisées pour étudier la répartition spatio-temporelle des paramètres climatiques (précipitations, températures, humidité relative, vent, etc.) aux échelles annuelle, mensuelle et diurne. Les caractéristiques de cette station sont présentées dans le tableau I.

Tableau I : Coordonnées et date de création de la station de Pobè

Station	Coordonnées géographiques		Altitude (m)	Année de création
	Lat (N)	Long (E)		
Pobè	06°56	02°40	129	1926

Source : MEPN/ABE, 2002

La moyenne (M) des paramètres climatiques (précipitations, températures, etc.) retenus a été calculée suivant le protocole

statistique : $M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n X_i$; avec M :

moyenne, N : effectif total des modalités, X_i : modalités du caractère étudié. Elle est utilisée pour le calcul des pluviométries et températures moyennes mensuelles et annuelles. Les anomalies centrées réduites ont été calculées suivant la formule : $X_e = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$; avec X_e : écart centré réduit et

σ : écart type. Elles ont permis d'apprécier les écarts par rapport à la moyenne. Les années déficitaires et excédentaires de la période allant de 1961 à 2000 ont été déterminées. Ces années ont été identifiées en considérant qu'il y a déficit lorsque la valeur de l'écart centré réduit est inférieure à -1 et qu'il y a excédent lorsqu'elle est supérieure à +1.

Pour les tests non paramétriques, la formule suivante a été utilisée : $\gamma_{XY} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$; γ_{XY} : coefficient de corrélation,

$\text{Cov}(x,y)$: covariance de x et y. Les tests non paramétriques ont servi dans l'étude de signification de la variabilité des températures minimales et maximales sur la période étudiée. Dans le cas où le coefficient de corrélation est inférieur 0,50 (variabilités non significatives), une analyse de vérification plus approfondie (augmentation de l'échantillon) a permis de corriger afin d'atteindre le seuil de significativité.

Pour les investigations socio-anthropologiques, la Méthode des Itinéraires a permis d'identifier les principaux acteurs (les paysans, personnes ressources, etc.). Ces derniers ont fourni des informations relatives

au sujet de la recherche. A cette technique, s'ajoute la Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARPP) qui a permis de collecter les informations auprès des populations paysannes, du personnel d'encadrement, des personnes ayant une bonne connaissance des faits climatiques, etc. Le choix des personnes à enquêter repose sur les critères suivants : avoir au moins cinquante (50) ans, avoir vécu dans la localité tout au moins les trente dernières années avant l'enquête.

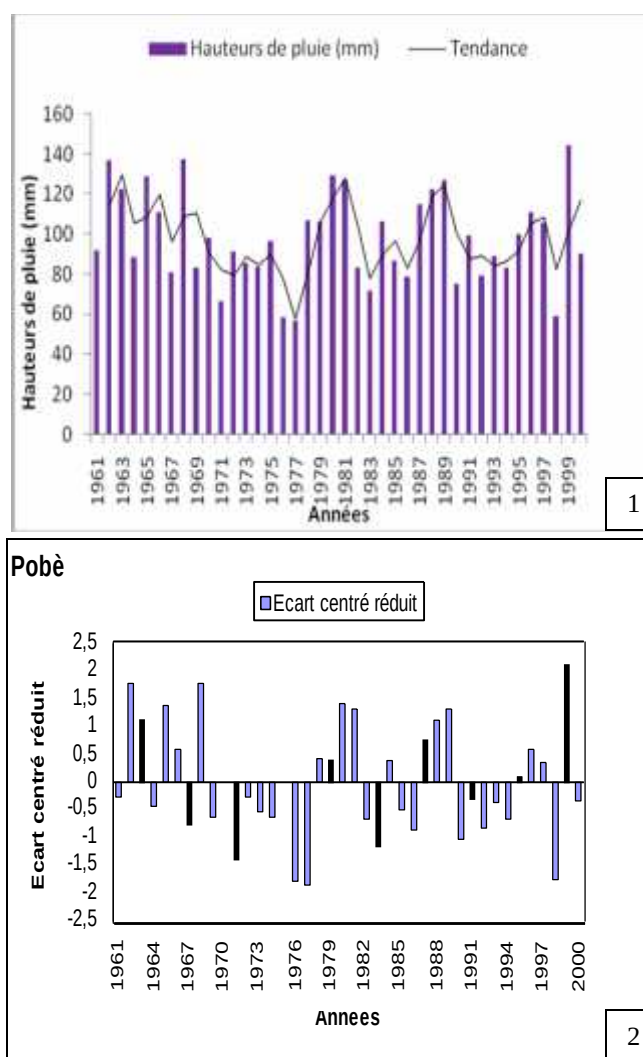
RESULTATS ET DISCUSSION

1. Variation interannuelle des précipitations

Les précipitations constituent aux basses latitudes l'élément essentiel pour l'analyse du climat. Les statistiques climatologiques (station de Pobè) révèlent qu'à l'échelle annuelle, le cumul pluviométrique moyen est de 1174 mm comme l'indique la figure 2.1. Cette hauteur de pluie est enregistrée en 63 jours.

L'examen de la figure 2 permet de constater que le Holidjé connaît, depuis les années 1961, une variabilité pluviométrique marquée par une alternance d'années déficitaires et excédentaires (tableau II).

L'examen du tableau II permet de voir globalement que la normale 1961-2000 a été marquée par une récurrence d'années sèches qui sont 1971, 1976, 1977, 1983, 1990, et 1998, soit 15 % des années de la série étudiée. Les années moyennes représentent 62 % de la série. Quant aux années de fortes précipitations, elles sont : 1962, 1963, 1965, 1968, 1980, 1981, 1988, 1989 et 1999 et représentent 23 % des années de la période 1961-2000.



Figures 2 : Variation interannuelle des totaux pluviométriques annuels entre 1961 et 2000 (1) ; Indice pluviométrique de 1961 à 2000 (2)
Source : Données ASECNA, 2009

Tableau II : Répertoire des années déficitaires, moyennes et excédentaires entre 1961 et 2000 selon les données de la station de Pobè

Années Déficitaires	Années Moyennes	Années Excédentaires
1971, 1976, 1977, 1983, 1990, 1998	1961, 1964, 1966, 1967, 1969, 1970, 1972, 1973, 1974, 1975, 1978, 1979, 1982, 1984, 1985, 1986, 1987, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 2000	1962, 1963, 1965, 1968, 1980, 1981, 1988, 1989, 1999

Source : Résultats de traitement de données

2. Variation intermensuelle des pluies

Selon CrAPP Pobè (2009), quatre saisons alternées marquent le secteur : la grande saison pluvieuse (*ojo odun* en Holli) d'avril à juillet, la petite saison sèche (*oda owore*) d'août à septembre, la petite saison pluvieuse (*ojo erun*) d'octobre à novembre, et enfin la grande saison sèche (*erun*) de décembre à mars. Les données pluviométriques (station de Pobè) révèlent qu'à l'échelle mensuelle, le cumul pluviométrique moyen oscille autour de 94 mm et les hauteurs des précipitations varient d'un mois à un autre.

La grande saison sèche est caractérisée par une absence presque totale des pluies. Habituellement, on distingue une saison sèche fraîche (décembre-janvier) et une saison sèche chaude de février à mars. C'est au cours de cette période que la perte d'eau par évapotranspiration est élevée. Le brouillard nocturne y persiste jusqu'à une heure avancée de la matinée.

De la rencontre de l'harmattan (vents chauds et secs) et de la mousson (chargée de vapeur d'eau), naît la zone de convergence intertropicale (ZCIT) dont le balancement, dû à la prédominance de l'un ou l'autre courant selon la période de l'année, commande l'installation des saisons dans le secteur. Ainsi, pour la période 1961 à 2000, en moyenne, la grande saison des pluies a connu 24 jours de pluies, la petite saison sèche 15 jours, la petite saison des pluies 13 jours et la grande saison sèche 11 jours.

3. Tendance des températures entre 1961 et 2000

Les températures varient très peu au cours de l'année. Les tendances thermométriques minimales et maximales annuelles observées dans le Hollidjé sont à la hausse (Akindélé, 2009). Les températures minimales ont augmenté plus que les températures maximales (figure 3).

L'analyse des graphiques de la figure 3 montre que la température minimale est passée de 21,5 °C à 23,6 °C et la température maximale de 30,8 °C à 32,9 °C. Les tests non paramétriques ont montré que les tendances au niveau des températures minimales sont significatives à un seuil de 99 % avec un coefficient de corrélation de 0,79 tandis que les températures maximales ne le sont pas à ce seuil car, le coefficient de corrélation est égal à 0,40. Mais elles sont significatives à un seuil de 95 % avec un coefficient de corrélation égal à 0,79 à l'aide d'une analyse de vérification plus approfondie (augmentation de l'échantillon).

A l'échelle mensuelle, les températures maximales et minimales varient d'un mois à l'autre (figures 4).

De l'examen de la figure 4.1, il ressort que, avec une moyenne des températures minimales de 22,5 °C, le mois d'août est le mois le plus frais avec une température de 21,7 °C. Les mois de février (23,5 °C) et de mars (23,6 °C) enregistrent les plus fortes valeurs thermiques minimales.

Avec une moyenne de 32 °C, les températures maximales (figure 4.2) sont situées autour de 28,4 °C pour le mois le plus frais (août) et de 34,7 °C en février (le mois le plus chaud).

Quant à l'amplitude diurne (figure 5), elle connaît ses plus grandes valeurs (8 °C) en mars (avec 33 °C comme la température la plus élevée et 25 °C la température la plus basse).

Selon Afouda (2007), c'est entre 12 heures et 16 heures qu'il fait le plus chaud et 15 heures est l'heure de pointe tandis que les valeurs thermiques minimales sont enregistrées à 6 heures. Les amplitudes diurnes du mois le plus frais sont enregistrées au mois d'août avec 5 °C. Toutefois, les valeurs thermiques les plus élevées sont enregistrées en février (avec 37 °C la température maximale et 25 °C la température minimale).

C'est donc clair que les températures sont élevées dans l'après midi et que la saison sèche est plus chaude que la saison humide. Par conséquent, l'évolution journalière des températures est strictement liée à l'insolation.

L'augmentation des températures due au fort rayonnement solaire, déploré par la population paysanne, se traduit par une chaleur sans précédent dans les habitations aux matériaux inadaptés.

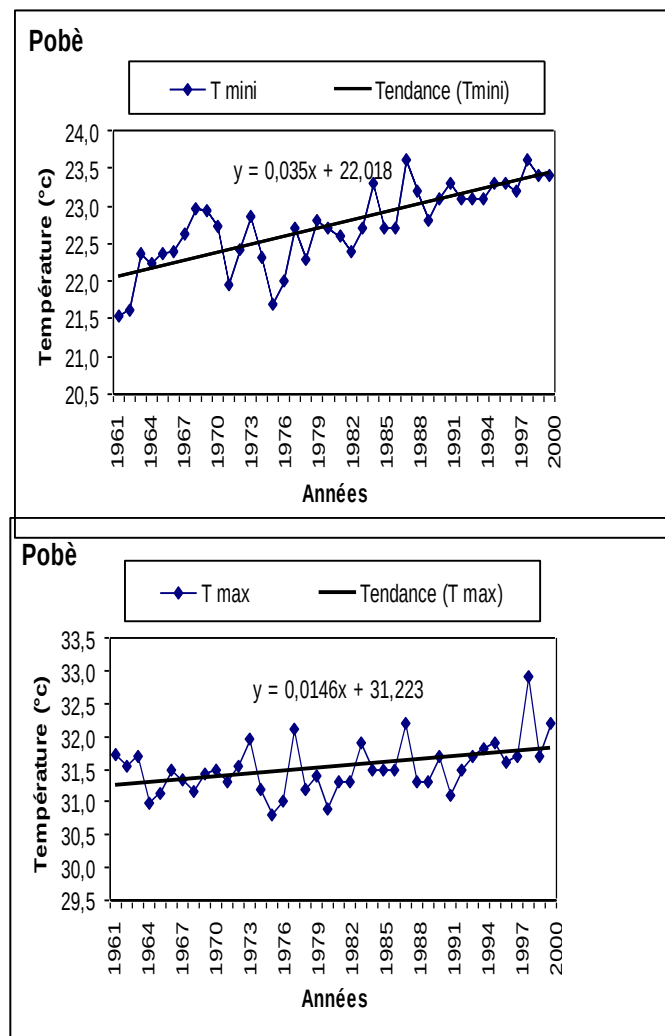
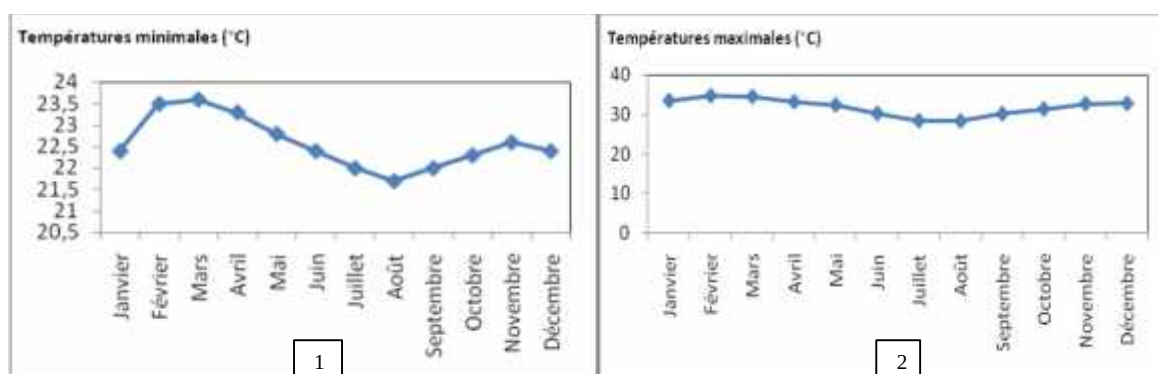


Figure 3 : Evolution annuelle des températures (1961-2000)
 T mini = températures minimales ; T max = températures maximales



Figures 4 : Variations intermensuelles des minimales (a) et des maximales (b) des températures entre 1961 et 2000
Source : Données ASECNA, 1961 à 2000

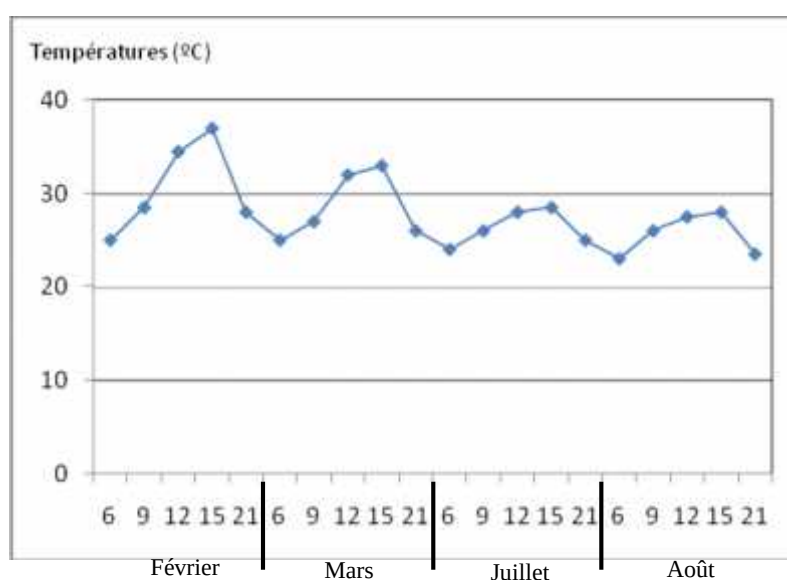


Figure 5 : Variation diurne des températures

3-4- Régime du vent

Les vents chauds et secs venus du nord du pays, connus sous le nom d'harmattan, soufflent depuis les déserts continentaux. Ils s'opposent à la mousson du sud chargée de vapeur d'eau.

L'examen de la figure 6 montre de façon globale que la vitesse du vent connaît ses basses valeurs à 6 heures et à 21 heures et ses plus hautes valeurs entre 12 heures et 15 heures. Toutefois, les mois de mars et de juillet enregistrent les vitesses du vent les plus élevées.

La figure 6 présente l'évolution diurne de la vitesse du vent dans le Hollidjé

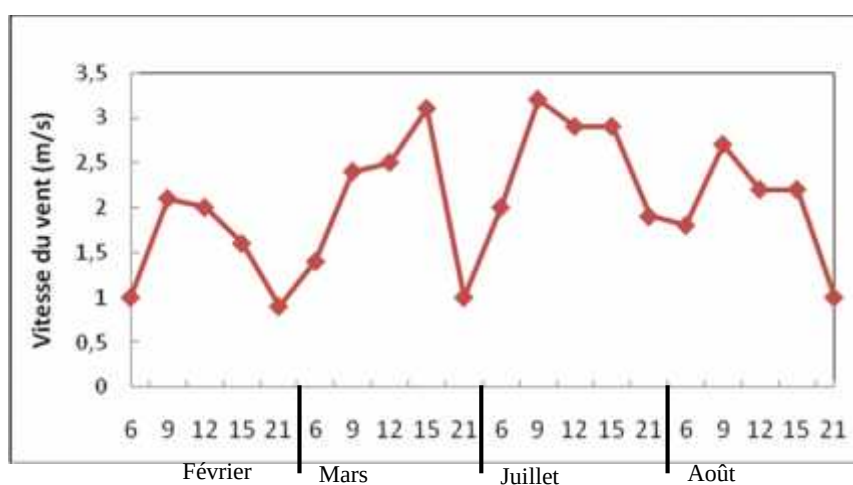


Figure 6 : Variation diurne de la vitesse du vent

5. Humidité relative

Les valeurs de l'humidité relative dans le Hollidjé sont très fortes en saison des pluies et peuvent varier entre 85 et 98 % particulièrement en mai-juin. Par contre, les minima se situent entre 20 et 50 % pendant les mois de décembre et janvier. Cette baisse brutale est due à l'alizé continental qui vient des régions plus septentrionales et qui souffle à partir de décembre.

Les résultats issus des analyses des données des paramètres climatiques montrent en général que le climat dans le secteur connaît

des variations. Ces variations à l'échelle annuelle déterminent les saisons et prouvent que le type du climat en place est en train de subir progressivement une modification. Mais, leur modification aura des conséquences négatives pour les activités agricoles car les paysans se basent sur les conditions moyennes de ces paramètres pour élaborer leur calendrier cultural.

Les investigations dans le Hollidjé ont permis d'appréhender les perceptions des populations sur la dynamique des paramètres climatiques.

6. Perception paysanne du climat

Pour les populations paysannes, le climat se traduit par les précipitations, les températures, l'ensoleillement, le vent. L'existence de l'homme et tout ce qu'il fait sont conditionnés par ces paramètres climatiques. L'excès ou le déficit d'un de ces paramètres ennuie la vie et agit sur le déroulement des activités économiques. L'agriculture est la principale activité économique dans le Hollidjé. Selon les propos recueillis auprès d'un paysan à Mowobani, « *Wahala li t'agbe, ɔlɔrun ni mun iṣhou tá l'oko ; le paysan fait seulement l'effort, c'est le ciel qui détermine la bonne saison* », c'est le climat qui guide plus une saison agricole. Gnitona (2000) cité par Akindélé (2009), exprime que les populations paysannes prévoient les saisons à partir des indicateurs tels que la chaleur, la rosée, l'harmattan, les nuages, les orages. Ainsi, l'arrivée des grandes chaleurs, la présence des rosées sur les herbes le matin, la présence des feuilles sur *Acacia albida*, permettent aux paysans de prévoir la

saison pluvieuse. La saison sèche quant à elle est annoncée par la fanaison d'*Acacia albida*.

Chez les Holli, plusieurs autres indicateurs de temps permettent de déterminer les moments des travaux champêtres. Il s'agit : du dessèchement de l'espèce « *agege* en Holli » *Rottboellia cochinchinensis* qui indique la période de préparation des champs pour la grande saison de pluies, du mûrissement des fruits du papayer *Carica papaya* en fin du mois de septembre qui annonce le début de la petite saison des pluies, etc.

Ainsi, pour les Holli et compte tenu de la durée moyenne des pluies par saison, les périodes optimales de semis s'étalent de mi-mars à mi-avril pour la première saison et la première quinzaine du mois de septembre pour la deuxième saison. Aussi, d'autres activités telles que le défrichement (photo 1.1), la préparation de trous à semis (photo 1.2), l'entretien des champs, la récolte, etc.



Photos 1 : Défrichement à Issaba (1) (février) ; Préparation de semis à Eka (2) (mars)

Source : Cliché Lanokou, février et mars 2010

Les photos 1 présentent deux activités champêtres dans le Hollidjé (le défrichement et la préparation de semis) à des périodes bien définies de l'année.

Les activités des paysans sont aussi influencées par les autres paramètres climatiques. Par exemple, pour le brûlage ou le feu de végétation, les paysans se mettent en équipe. Cette équipe est chargée de la mise au

propre des alentours des champs à brûler et de la surveillance du non débordement du feu qui serait induit par le vent. Malgré toutes ces précautions, les paysans ne sont pas totalement à l'abri des surprises. Ils commencent à mettre le feu dans les champs très tôt le matin et suivant la direction opposée du vent de façon à ce que le feu soit bien maîtrisé. A cette heure, la vitesse du vent est faible et l'humidité relative de l'air est élevée.

Toutefois, on observe, de plus en plus, des perturbations dans le régime des paramètres climatiques qui induisent des changements au niveau des cycles culturels. C'est donc dire que le calendrier culturel est devenu inopérant au fil du temps à cause de l'évolution des paramètres climatiques. C'est ainsi, en se basant sur les paramètres climatiques analysés, qu'il va falloir travailler à l'élaboration d'un nouveau calendrier culturel qui tienne compte et davantage des variations climatiques étudiées. Par exemple, pendant la grande saison de pluie, les champs doivent être emblavés en cultures vivrières (maïs, niébé), mais en monoculture ou culture successive. Pour limiter l'effet d'ombre, seule la culture du poids d'angole peut être associée à celle du maïs. Les semis doivent intervenir tôt (dès les premières pluies) avec des variétés à haut rendement et à cycle court pour permettre aux cultures d'atteindre le stade de maturité avant les inondations (les inondations apparaissent dans les vertisols du Hollidjé à partir du mois de juin). Ceux de la petite saison doivent aussi intervenir tôt avec ces mêmes variétés de culture.

Au début de la saison sèche, l'humidité du sol dans le milieu est encore assez élevée. Les paysans peuvent mettre en place le maraîchage. Ainsi, après les cultures d'hivernage, chaque sol recevra au moins une fois la culture maraîchère.

CONCLUSION

La présente recherche permet de montrer que :

- le climat qui règne dans le Hollidjé est caractérisé par deux saisons de pluies

et deux saisons sèches alternées avec une pluviométrie annuelle de 1174 mm. Ceci permet aux paysans de disposer de deux cycles culturels dans l'année ;

- de 1961 à 2000, le Hollidjé a connu une légère tendance à la hausse des températures (la température minimale est passée de 21,5 °C à 23,6 °C et la température maximale de 30,8 °C à 32,9 °C) et l'évolution diurne des températures est strictement liée à l'insolation. Le secteur a aussi connu une succession d'années sèches (15 %), humides (22 %) et moyennes (63 %) ;
- les Holli ont à leur actif des indicateurs pour caractériser et prévoir les saisons. Il s'agit: du dessèchement de l'espèce *Rottboellia cochinchinensis*, du mûrissement des fruits du papayer *Carica papaya*, etc. Ceci les oriente dans l'élaboration du calendrier culturel.

Les diverses variations au niveau des paramètres climatiques étudiés montrent que la physionomie du climat est entrain donc d'être modifiée dans le secteur. La hausse des températures (environ 2,1 °C) ne peut qu'accentuer l'évaporation avec toutes les conséquences néfastes sur le développement des cultures. Ce qui pourrait contribuer au manque d'eau pour les cultures. Quant aux variations des précipitations, elles induisent des contraintes à l'agriculture pendant les années déficitaires et excédentaires.

Les perceptions endogènes des paramètres climatiques et les stratégies d'adaptation à leur variation méritent d'être mieux appréhendées par les études scientifiques. Ce qui permettra d'obtenir des données pour la science. Toutefois, les réflexions doivent être muries davantage sur le réajustement du calendrier culturel afin de minimiser les contre-coups des variations climatiques dans le Hollidjé.

BIBLIOGRAPHIE

1. Afouda F. 2007. Fluctuation diurne de quelques paramètres climatiques et réponses paysannes au Bénin. *LECREDE* ; 3 (1) : 5-15.
2. Akindélé A. 2009. Interprétation socio-anthropologique des indicateurs environnementaux de la dynamique du climat dans le département du Plateau. Mémoire de maîtrise de géographie, Université d'Abomey Calavi, 65 p.
3. ASECNA, 2009. Statistiques climatiques.
4. Awi G. L., 2006. Etude monographique de la commune de Pobè. Mémoire de maîtrise de géographie, Université d'Abomey Calavi, 169 p.
5. CRaPP Pobè, 2009. Résultats définitifs.
6. Houndénou C., BOKO M. et Agbossou E., 2006. Péjoration climatique en milieux maïsicoles au sud du Bénin en Afrique de l'Ouest. *LECREDE* ; 2 (3) : 26 - 35.
7. Lanokou C. M., 2010 : Mise en valeur des terres dans le Hollidjé. Mémoire de maîtrise de géographie, Université d'Abomey Calavi, 79 p.
8. Mairie de Pobè, 2004. Plan de développement communal. Tome 1, Diagnostic communal, Pobè, 102 p.
9. Ogouwalé E., 2006. Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateur, scénarios et perspectives de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey Calavi, 302 p.
10. ONASA, 2008. Evaluation de la production vivrière 2008 et des perspectives.