

VARIABILITES CLIMATIQUES ET DYNAMIQUE DES PATURAGES DANS LA ZONE SOUDANO-GUINEENNE DU BENIN

[CLIMATIC VARIABILITIES AND DYNAMICS OF THE PASTURES IN ZONE SOUDANO-GUINEENNE OF BENIN]

Y. BONI¹, A. J. DJENONTIN¹, A. K. NATTA¹, and A. R. A. SALIOU²

¹Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie végétale (LEB) Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Benin

²Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA/FSA/UAC), Université de Parakou, Benin

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The pastoral ecosystems of the tropical countries are confronted with enormous constraints related on climatic variabilities and the degradation of the pastures. This article aims at studying the dynamics of the pastoral course in conditions of variabilities climatic in the Benign Center and Northern. The climatic data of 1965 to 2016 of the pluviometry stations and synoptic stations of the zone of study were used. The cuts of biomass built in 48 plots of phytosociological statements made it possible to obtain the productivities of the types of pasture. The multivariate analysis carried out thanks to the software "R" based on the climatic and anthropic variables made it possible to know the impacts related to the anthropic disturbances on the habitats of the plants. The got results show a trend in fall of pluviometry, unequally distributed, of 1955 to 2016 in the zone of study. However, the surplus rainy decades (55,55%) took a preponderance on those overdrawn (44,44%) during the last 46ans. The strong positive anomalies of precipitations are recorded during the decades 1960.1990 and 2000. The strongest negative anomalies are observed at the start of 1970 and 1980. The maximum temperatures vary according to the various synoptic stations. The specific wealth in savannas is correlated with the weak disturbances and pluviometry; while this correlation is strongly high in grassy savanna. This specific wealth varies by commune and year with a higher with Pehunco in 1997 and lower value with Kerou in 2016.

KEYWORDS: Ecosystems, deterioration, specific richness, disruptions, plots, Benin.

RÉSUMÉ: Les écosystèmes pastoraux des pays tropicaux sont confrontés à d'énormes contraintes liées aux variabilités climatiques et à la dégradation des pâturages. Le présent article vise à étudier la dynamique des parcours pastoraux en conditions de variabilités climatique dans le Centre et Nord Bénin.

Les données climatiques de 1965 à 2016 des postes pluviométriques et stations synoptiques de la zone d'étude ont été utilisées. Les coupes de biomasse réalisées dans 48 places aux de relevés phytosociologiques ont permis d'obtenir les productivités des types de pâturage.

L'analyse multivariée réalisée grâce au logiciel "R" basée sur les variables climatiques et anthropiques a permis de connaître les impacts liés aux perturbations anthropiques sur les habitats des végétaux.

Les résultats obtenus montrent une tendance en baisse de pluviométrie, inégalement répartie, de 1955 à 2016 dans la zone d'étude. Cependant les décades pluvieuses excédentaires (55,55 %) ont pris une prépondérance sur celles déficitaires (44,44 %) durant les derniers 46ans.

Les fortes anomalies positives de précipitations sont enregistrées pendant les décennies 1960, 1990 et 2000. Les plus fortes anomalies négatives sont observées au début de 1970 et 1980. Les températures maximales varient suivant les différentes stations synoptiques.

La richesse spécifique dans les savanes est corrélée aux perturbations faibles et à la pluviométrie ; tandis que cette corrélation est fortement élevée dans la savane herbeuse. Cette richesse spécifique varie par commune et année avec une valeur plus élevée à Pehunco en 1997 et plus faible à Kèrou en 2016.

MOTS-CLEFS: Ecosystèmes, dégradation, richesse spécifique, perturbations, placeaux, Bénin.

1 INTRODUCTION

Le climat, en milieu naturel, est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes [1]; [2]. La variabilité du climat est reconnue par tous les peuples en particulier par les communautés subsahariennes. Les périodes des sécheresses des années 1970 à 1980 ont témoigné la vulnérabilité des populations qui y vivent et surtout celles vivant dans la zone sahélienne [3]. Les projections du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du climat (GIEC) prédisent les tendances probables au niveau mondial et africain. Notamment la montée du niveau des océans, la hausse des températures et la variabilité de la pluviométrie. Cette situation présente divers enjeux dans les continents au plan mondial. Pour l'Afrique, toutes les projections du climat semblent ne pas être fiables [3]. C'est pourquoi cette étude s'intéresse à documenter les variabilités de la pluviométrie et de la température, afin d'analyser ces impacts sur les écosystèmes pastoraux de la zone de recherche. L'objectif de ce travail est d'étudier les différentes variations de la pluviométrie, de la température et leurs impacts sur les écosystèmes pâturés de la zone soudano-guinéenne du Bénin. Les travaux de cette recherche permettent de mettre en place des outils de prise de décision pour la gestion et la conservation de ces écosystèmes pastoraux menacés.

De façon spécifique il s'agit de :

- Caractériser la variabilité saisonnière de la pluviométrie et de la température ;
- Analyser la variabilité interannuelle de la pluviométrie et de la température ;
- Déterminer le bilan climatique et ses impacts sur les écosystèmes pâturés.

Pour atteindre ces objectifs, les hypothèses de recherche ont été formulées et se présentent comme suit :

- La température augmente d'une saison à une autre dans les écosystèmes des parcours naturels ;
- La pluviométrie diminue d'une année à une autre dans la zone soudano-guinéenne ;
- Les variabilités saisonnières et interannuelles de la pluie et de la température affectent la quantité et la qualité des espèces fourragères dans les écosystèmes pastoraux pâturés.

Le présent article est structuré en trois parties dont une introduction présentant la problématique, les objectifs et les hypothèses ; le matériel et méthodes de traitement des types de variables climatologiques ; les résultats et discussion.

2 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Elle a porté sur le matériel, les méthodes de collecte et de traitement des données.

2.1 MATÉRIEL

Dans le cadre de ce travail, le matériel utilisé est celui relatif au milieu d'étude, aux productivités des types de pâturage ; et aux données de pluviométrie, de température, d'évapotranspiration collectées dans 9 postes pluviométriques et 4 stations synoptiques du Centre et Nord Bénin. Les postes pluviométriques considérés sont ceux des communes de Tchaourou, N'Dali, Bembéréké, Nikki, Banikoara, Kérou, Péhunco, Djougou, Bassila ; et les stations synoptiques sont celles de Savè, Parakou, Kandi et Natitingou.

2.1.1 MILIEU D'ÉTUDE

La zone de recherche couvre à partir du Centre jusqu'au Nord du Bénin et est localisée entre les longitudes 1°22 et 3°40 E et les latitudes 8°30 et 11°35 N (figure 1). Elle correspond au soudanien de White, 1986. Par ailleurs, cette zone se trouve dans le soudanien et la transition (Guiéo-congolaise/Guinéo-soudanien) de [4]. Cet auteur subdivise la zone de recherche en quatre (4) districts, à savoir les districts de Bassila, Borgou-Sud, Borgou-Nord et Mékrou-Pendjari. La zone d'étude est caractérisée par la production agricole avec une importance particulière de production cotonnière. C'est également cette zone qui loge plus de 80% du cheptel national du pays, l'élevage venant en deuxième position après les activités agricoles pour la contribution de PIB national [5]. Les sols sont ferrallitiques étendus sur une succession de plateaux non accidenté avec une hauteur ne dépassant guère les 300m au-dessus de la mer. Cependant on rencontre les dômes par endroit pouvant atteindre les 600m de haut (Soubakpérou à Wari-Marou). La végétation de la zone d'étude est dominée par une mosaïque de savanes arborées et arbustives. On rencontre également les savanes boisées, les forêts claires et forêts galeries le long des cours d'eau. La zone est traversée par les bassins de l'Ouémé, de la Sota, de l'Alibori et de la Mékrou.

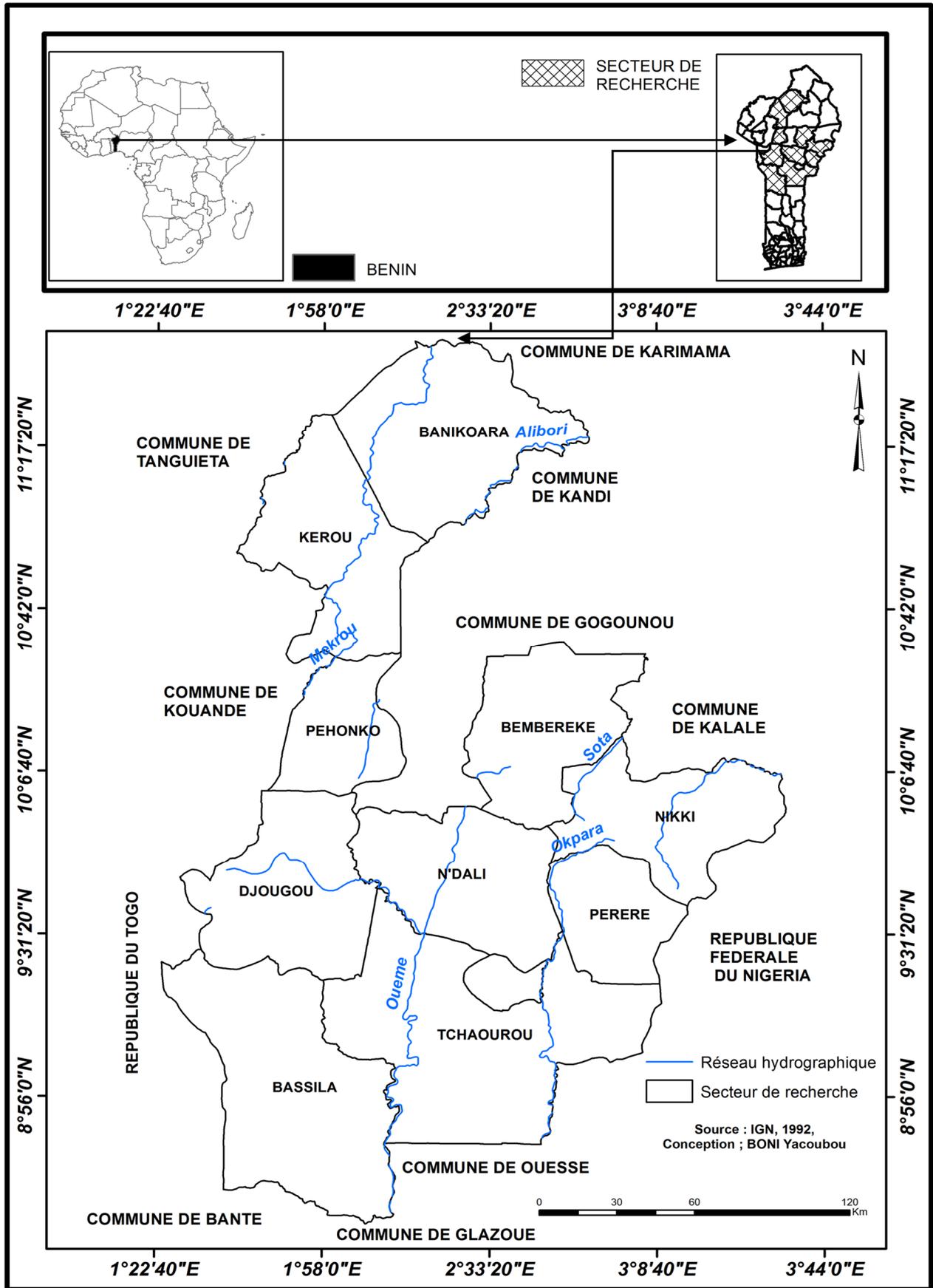


Fig. 1. Localisation de zone de recherche

2.1.2 COLLECTE DES DONNÉES

Les données de pluviométrie, de température et d'évapotranspiration de 1965 à 2016 (de l'ASECNA) des postes pluviométriques et stations synoptiques de Parakou, Nikki, Tchaourou, Bembéréké, Kandi, N'Dali, Banikoara, Kérou, Djougou, Bassila, Savè et Natitingou ont été utilisées. Les coupes maximales de biomasse réalisées dans 48 placeaux ayant servi aux relevés phytosociologiques ont permis d'obtenir les différentes productivités des types de pâturage.

2.1.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

Dans le cadre des variabilités interannuelles de la pluviométrie, les hauteurs de pluies ont été utilisées pour le calcul de la moyenne annuelle. Ensuite l'écart-type a été calculé à partir de cette moyenne suivant la formule :

$$\sigma(x) = \sqrt{V}$$

L'écart type est l'indicateur de la variabilité par excellence.

A partir du calcul de l'écart type, l'étude des indices pluviométrique (anomalies) interannuelles a été faite en standardisant les données. Les anomalies sur chaque station ont été calculées par la formule :

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

où x_i = la valeur de la variable, \bar{X} = la moyenne de la série. Toutefois, les paramètres de dispersion ne suffisent pas à eux seuls pour mesurer la variabilité proprement dite, car ils ne décrivent pas l'évolution temporelle des séries pluviométriques.

La technique des moyennes mobiles a consisté à lisser les irrégularités en associant les valeurs Y_{ti} d'une chronique de nouvelles valeurs Z_{ti} qui sont des moyennes arithmétiques d'une valeur originale Y_{ti} et des valeurs qui l'encadrent [6]. Les moyennes mobiles sont calculées suivant une période de trois ans (3) (une valeur de part et d'autre de Y_{ti}). Elles ont permis de caractériser la variabilité pluviométrique par station.

L'analyse des données collectées été faite à partir du logiciel "R" et a considéré les variables abiotiques (climatiques) et biotiques (formations végétales, activités anthropiques) qui ont permis de tester et ressortir les facteurs influents dans l'évolution des écosystèmes pastoraux pâturés.

3 RÉSULTATS

3.1 VARIABILITÉS CLIMATIQUES DANS LE CENTRE ET NORD BÉNIN

Deux (2) types de variabilités climatiques sont étudiés. Il s'agit des variabilités saisonnières et interannuelles des régimes de pluviométrie et de température.

3.1.1 VARIABILITÉ SAISONNIÈRE DE LA PLUVIOMÉTRIE

L'étude de la variabilité du régime pluviométrique a permis de mettre en évidence l'irrégularité et l'instabilité des précipitations d'un mois à l'autre pendant la même année (figure 2).

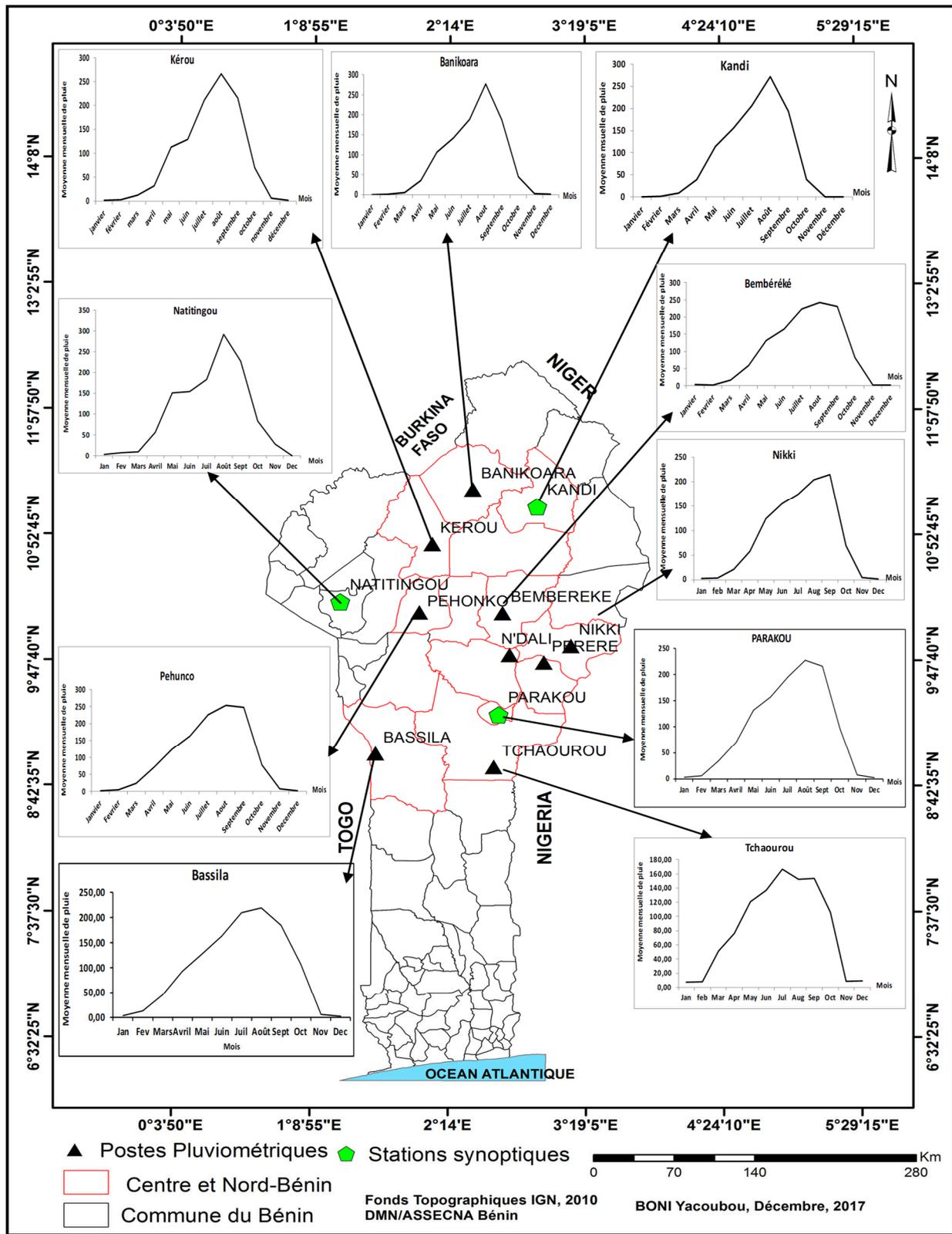


Fig. 2. Répartition saisonnière du régime pluviométrique de 1970 à 2016 dans le centre et nord Bénin

De façon générale, les régimes pluviométriques des différentes stations étudiées présentent une allure unimodale, caractérisée par une saison pluvieuse (mai à octobre) ayant pour maximum de précipitations le mois d'août et une saison sèche (novembre à avril) au cours de laquelle on enregistre la présence de l'alizé continental ou harmattan.

Les résultats consignés dans cette figure ci-dessus montrent une répartition irrégulière de pluies dans les différents secteurs de recherche dans le temps et l'espace. Ainsi on observe une meilleure répartition de pluies dans les communes de Bembéréké, Tchaourou, Bassila et Pehunco. Cette répartition est plus ou moins bonne dans les communes de Nikki et Parakou. Par contre dans les communes de Kandi, Banikoara, Kérou et Natitingou les allures des courbes présentent des chutes et arrêts brutaux de pluies.

3.1.2 VARIABILITÉ SAISONNIÈRE DE LA TEMPÉRATURE

Les variabilités saisonnières de la température mettent en exergue la moyenne des mois les plus froids et les plus chauds. Dans la figure 3 suivante, les variabilités des températures présentent les mêmes allures au niveau mini, maxi et moyen. Les températures moyennes minimales sont variables suivant les différentes stations. La moyenne des mois les plus froids est élevée à la station de Kandi (25,8°C) suivi de Natitingou (24,1°C) et faible pour Savè (21,77°C) et Parakou (21,49°C). Les températures maximales sont plus élevées à Natitingou (37,5°C) et Kandi (36,2°C) et faibles à Parakou (35,25°C) et Savè (35,16°C).

La figure 3 ci-dessous, présente les pics de température en termes de maxima, minima et les moyennes annuelles de 1970 à 2016.

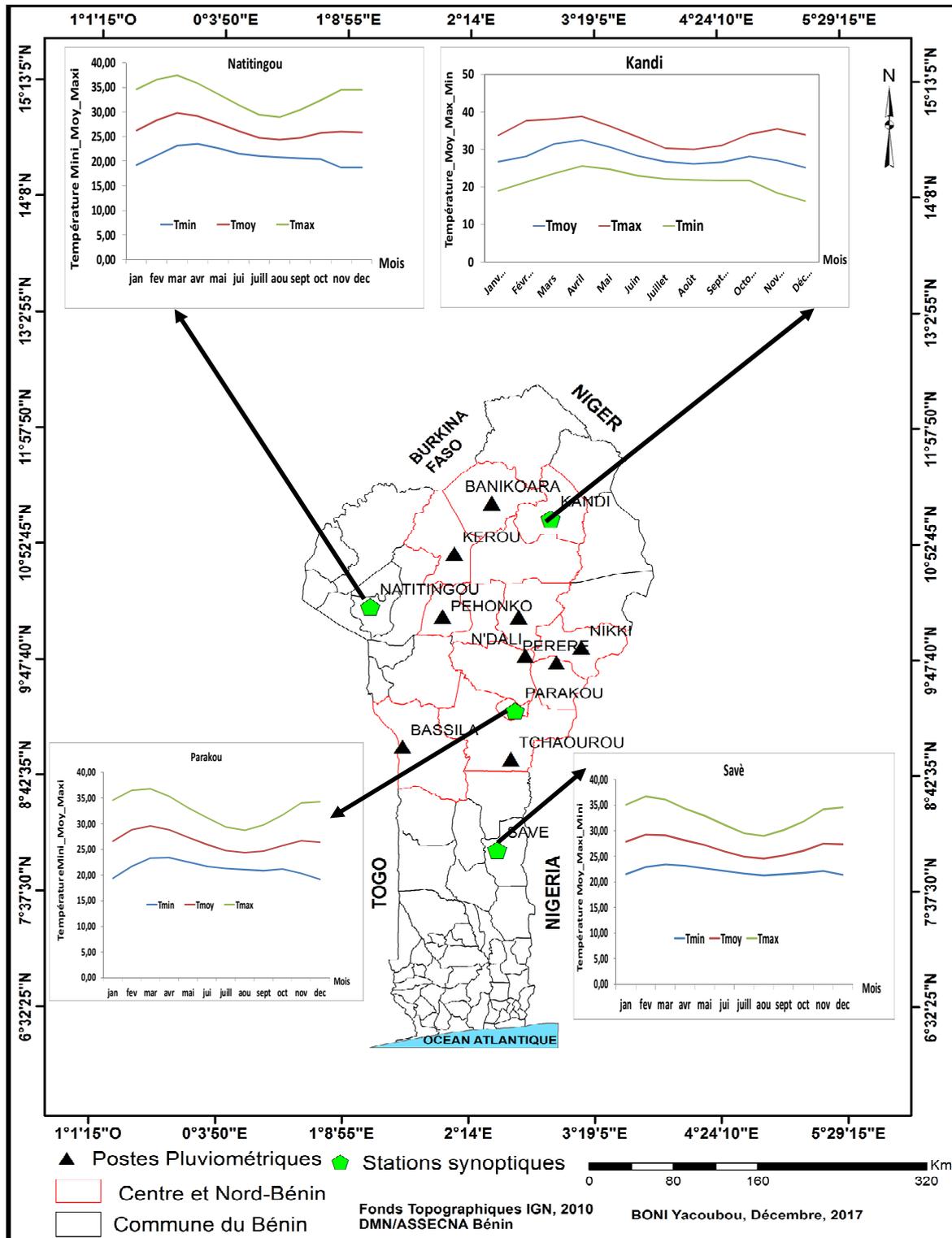


Fig. 3. Répartition saisonnière du régime de température de 1970 à 2016 dans le centre et nord Bénin

3.1.3 VARIABILITÉ INTERANNUELLE DE LA PLUVIOMÉTRIE

L'étude de la variabilité interannuelle à partir de l'indice pluviométrique moyen met en évidence la variabilité temporelle des précipitations dans les écosystèmes pastoraux du Centre et Nord-Bénin.

La connaissance des oscillations pluviométriques d'une année à une autre permet d'avoir une idée plus claire sur la variabilité interannuelle. La comparaison entre la moyenne relative à chaque année pour les neuf (9) postes pluviométriques et les quatre (4) stations synoptiques avec la moyenne pluviométrique annuelle de toutes les années le long de la période étudiée (1106,84mm), montre que les années dont la moyenne pluviométrique est supérieure à 1106,84mm sont considérées comme pluvieuses, contrairement à celles dont la moyenne pluviométrique est inférieure à 1106,84mm qui sont considérées comme de mauvaises saisons pluviométriques. D'après la figure suivante, on note l'existence de cycles pluviométriques parfois pluvieux et parfois moins pluvieux traduits par les anomalies pluviométriques calculées dans la zone.

L'analyse de cette variabilité interannuelle de la pluviométrie a permis de noter une tendance en baisse de pluviométrie (41%) et une période pluvieuse excédentaire (59%) de 1955 à 2016 de la période totale considérée (61 ans).

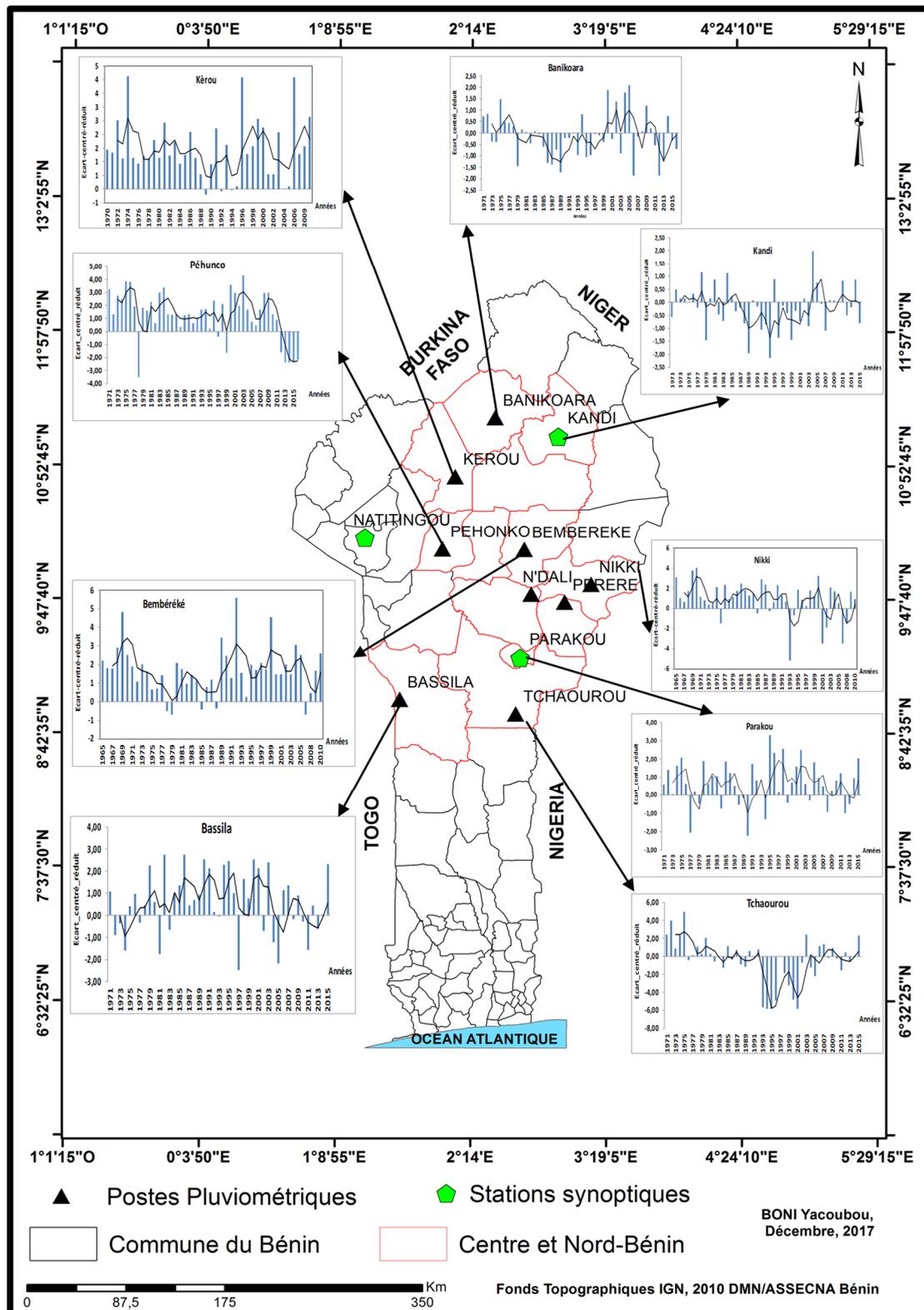


Fig. 4. Variabilité interannuelle des précipitations de 1970 à 2016 dans le Centre et nord-Bénin

L'analyse de cette figure, permet d'observer une répartition irrégulière de quantités de pluies sur toute la zone de recherche entre 1970 et 2016.

Dans l'ensemble, les décades pluvieuses ont pris une prépondérance sur celles déficitaires durant ces quatre dernières décennies (46 ans). Ainsi, les années excédentaires d'importance variable représentent près de 55,55 % tandis que les années déficitaires avoisinent 44,44 %. La répartition des indices standardisés des précipitations dans cet espace des parcours pastoraux pâturés de ruminants présente plusieurs caractéristiques remarquables.

Ainsi, on observe d'une part dans la zone de recherche une évolution pluviométrique décroissant sur un gradient nord-sud, avec des quantités assez importantes de précipitations au centre (Péhunco, Bembéréké : 1157,60 mm ; 1151,67 mm) et au sud de la zone de couverture (Parakou : 1162,25 mm) ; et d'autre part, la partie nord paraît relativement moins arrosée avec des totaux moyens annuels variant entre 978,91 mm de pluie (Banikoara) et 1063,26 mm (Kérou). Par ailleurs, on note la distribution des totaux pluviométriques annuels les plus élevées à Savè (1205,74 mm) et à Bassila (1176,26 mm) ; et celles les plus faibles à Banikoara (978,91 mm) et Nikki (1032,41 mm).

De façon générale, il a été observé qu'à l'échelle de la zone d'étude, les plus fortes anomalies positives de précipitations sont enregistrées dans l'ordre chronologique au niveau de la seconde moitié de la décennie 1960 puis les décennies 1990 et 2000. En revanche, les plus fortes anomalies négatives sont observées au début des années 1970 et 1980. Cette situation se justifie par les crises en déficit pluviométrique pluriannuel qui ont touché ces phytochories/isohyètes de tout le continent africain pendant les mêmes périodes.

3.1.4 VARIABILITÉ INTERANNUELLE DE LA TEMPÉRATURE

Le régime des températures met en exergue l'évolution des moyennes de températures maximales et minimales dans le Centre et Nord Bénin. La figure 5 ci-dessous présente l'allure des maximas, minimas et moyennes interannuelles de variabilité de la température de 1970 à 2016. La variabilité interannuelle de la température réalisée à partir de l'indice standardisé ou anomalie au niveau des stations synoptiques de Savè, Parakou, Kandi et Natitingou, indique les mêmes allures. Ainsi, les températures maximales des mois les plus chauds dans la zone couverte par la recherche varient suivant les différentes stations synoptiques. Elle est plus faible dans les stations de Savè (39°C) et Natitingou (40°C) et plus élevée dans les stations de Kandi (42,5°C) et de Parakou (41°C). Les minimas sont respectivement 25°C à Natitingou ; 25,5°C à Kandi ; et 27°C à Savè et à Parakou. Les moyennes sont présentées par 32°C à Parakou et Savè ; 35°C à Natitingou et 36°C pour Kandi.

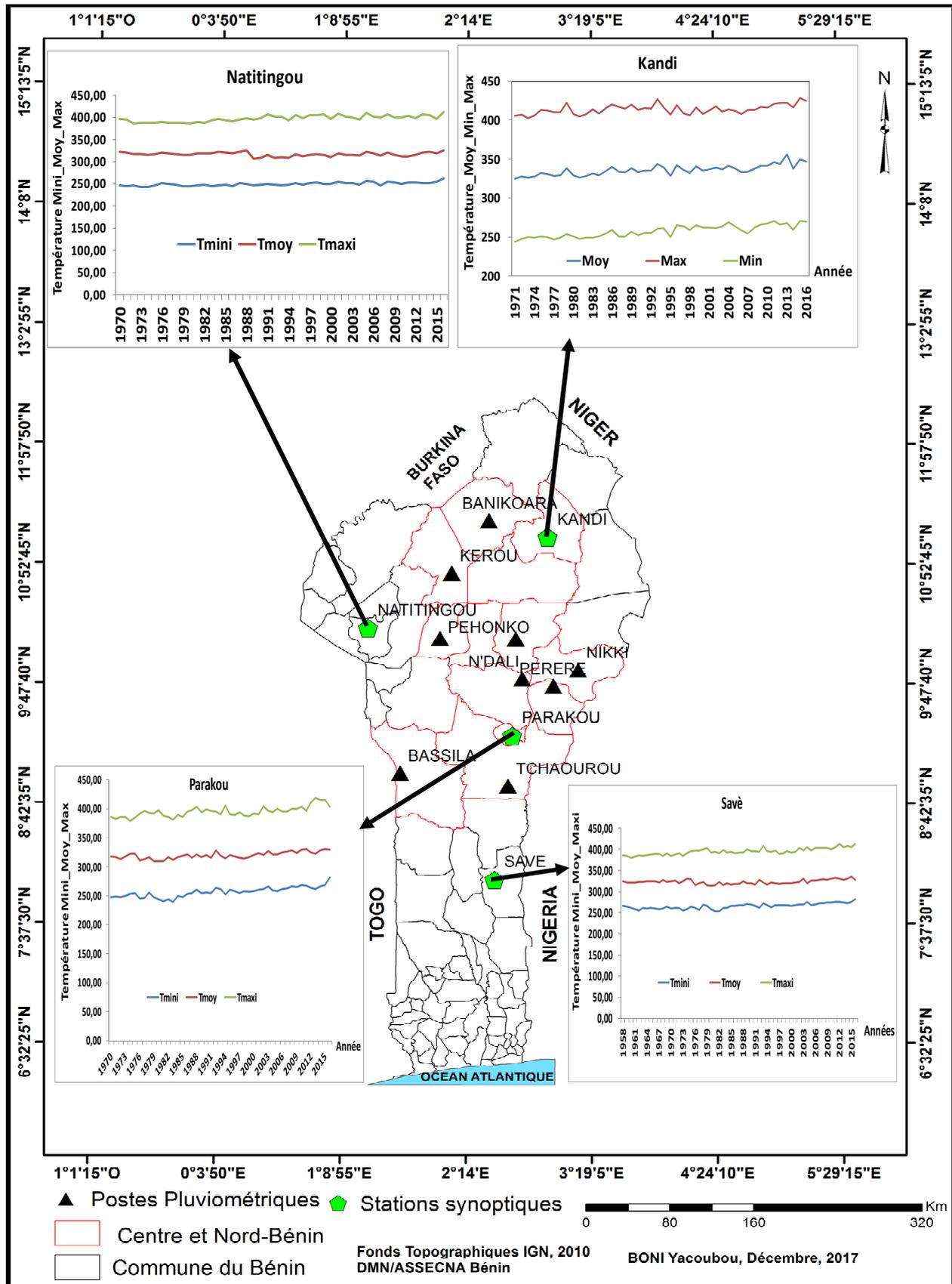


Fig. 5. Variabilité interannuelle des températures de 1970 à 2016 dans le centre et nord-Bénin

3.1.5 BILAN CLIMATIQUE

L'équilibre des écosystèmes pastoraux dépend, non seulement de la variabilité intra-annuelle mais également celle de l'extra-annuelle de l'eau disponible pour permettre le développement des espèces végétales.

L'étude du bilan climatique du Centre et du Nord Bénin à partir de l'évapotranspiration potentielle (ETP), de la température et de la pluviométrie des stations synoptiques de Savè, Parakou, Kandi et Natitingou a permis de diviser l'année en des périodes bioclimatiques successives correspondant à des périodes de développement végétatif. Les figures 6, 7 et 8 présentent ces différentes périodes.

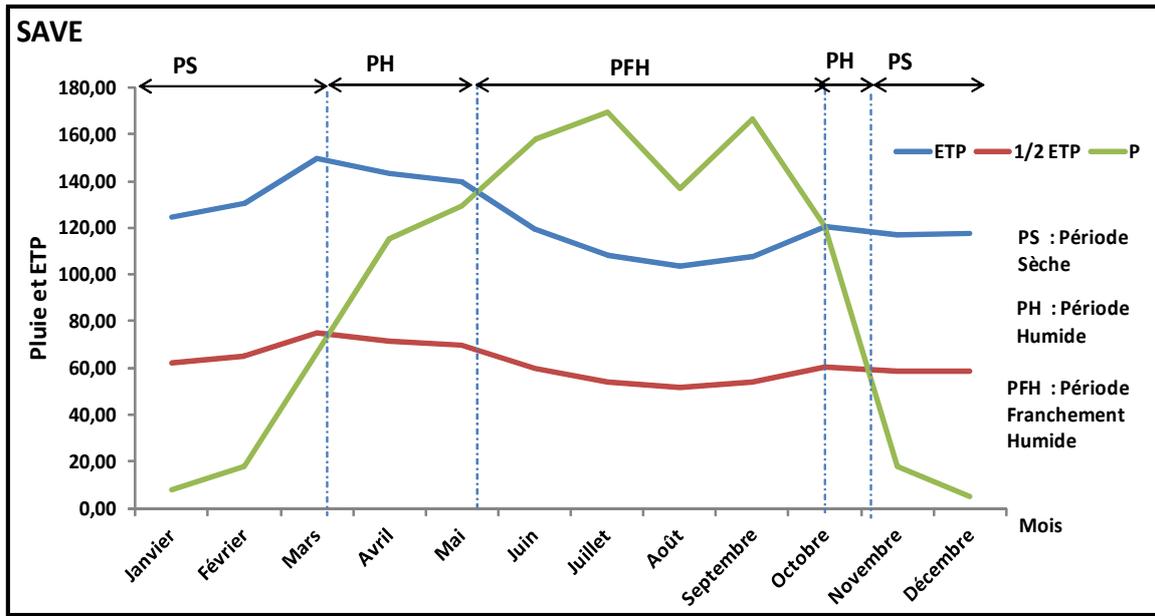


Fig. 6. Diagramme climatique de Savè (Source : ASECNA, 2016)

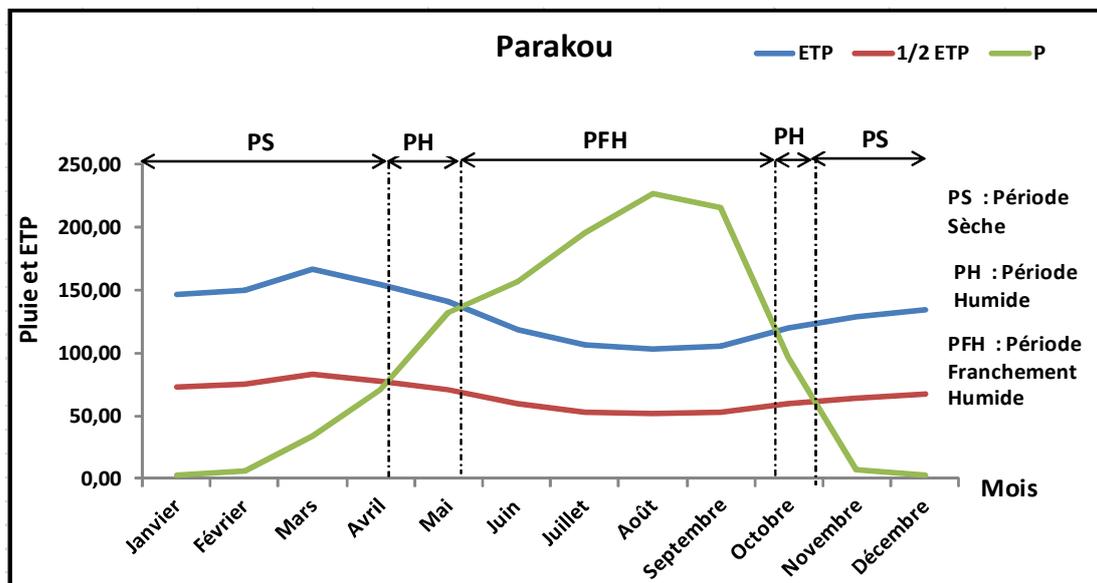


Fig. 7. Diagramme climatique de Parakou (Source : ASECNA, 2016)

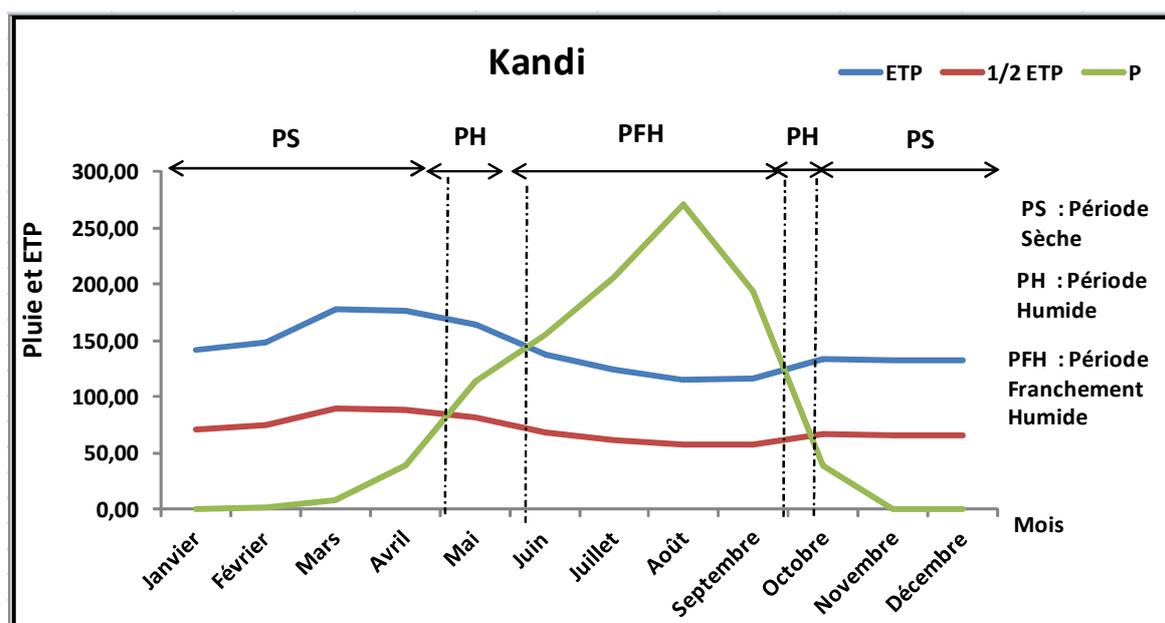


Fig. 8. Diagramme climatique de Kandi (Source : ASECNA, 2016)

La période sèche, est celle au cours de laquelle la courbe des précipitations est en dessous de la moitié de celle de l'ETP ($P < \frac{1}{2} ETP$), notamment la période couvrant à partir de la mi-octobre à avril. Cependant on peut observer des pluies précoces au cours des mois de mars et avril; et celles tardives pendant les mois d'octobre et novembre. La période sèche correspond à la phase de ralentissement des activités métaboliques de développement végétatif des plantes due à la faible présence d'eau dans le sol (mi-octobre à décembre et janvier à avril).

La période humide est celle durant laquelle la courbe de $\frac{1}{2} ETP$ passe sous celle des précipitations. Le bilan des apports et des pertes en eau est en jeu au cours de cette période qui va, du moment où le point de flétrissement (point maximal), commence à descendre sous l'effet des premières pluies, jusqu'au moment où ce déficit est de nouveau atteint après l'utilisation et l'épuisement total des réserves utilisables du sol. Les pluies antérieures ayant servi à reconstituer le stock d'eau de la tranche superficielle asséchée au-delà du point de flétrissement ou ayant été évaporées, alors le déficit du sol nu commence en général à diminuer en régions tropicales, quand la pluviosité devient égale à $\frac{1}{2} ETP$. Cette période correspond également au démarrage des précipitations dans la région, à savoir Février- mars pour Savè (Figure 6) et mars- avril pour Parakou (Figure 7). Elle est d'avril- mai pour la région de Kandi (figure 8). Le sol commence par se remplir d'eau et on note le démarrage des activités métaboliques suivi d'un début de la feuillaison et la floraison des végétaux. La courbe des précipitations est en dessous de celles de l'Evapotranspiration (ETP). Cette période correspond à la période de la saison appelée communément les pluies de mangues qui se trouvent être favorables aux repousses et à l'alimentation des sources d'abreuvement des ruminants.

3.1.6 ANALYSE MULTIVARIÉES DES DONNÉES

Pour tester l'effet du type d'habitat, de la perturbation anthropique, des facteurs climatiques et des années sur le nombre d'espèce (richesse spécifique), nous avons utilisé les modèles à effets mixtes généralisés (GLMM) à structure d'erreur de poisson avec le package `glmm` de R 3.2.4. Pour contrôler la surdispersion, les placeaux ont été pris comme facteur aléatoire imbriqué au facteur transect, les autres variables ont été considérés comme effets fixes. Nous avons aussi inclus les interactions entre les effets fixes et les variables aléatoires. Pour éviter les effets de colinéarité entre variables climatiques prédictives, la pluviométrie a été retenue comme variables climatiques parce qu'étant corrélé à la variable température ($Pluviométrie = 68.36 * Température - 599.42, p = 0.000771$). Le package `ggplot2` a été aussi utilisé pour les graphiques des boîtes à moustaches.

Tableau 1. Résultats de l'effet du type d'habitat

| Predictors | Estimate | Std.Error | z value | Pr (> z) |
|--------------------|------------|-----------|---------|--------------------|
| (Intercept) | 3.3264728 | 0.2042402 | 16.287 | < 2e-16*** |
| PerturbationFaible | -0.0949769 | 0.0414988 | -2.289 | 0.0221* |
| Perturbationmoyen | 0.0168053 | 0.0600922 | 0.28 | 0.7797 |
| PerturbationMoyen | -0.0376524 | 0.0459088 | -0.82 | 0.4121 |
| HabitatCp | -0.2583217 | 0.1805949 | -1.43 | 0.1526 |
| HabitatJc | 0.1348412 | 0.1418313 | 0.951 | 0.3417 |
| HabitatSA | 0.0813912 | 0.1414938 | 0.575 | 0.5651 |
| HabitatSb | 0.3195513 | 0.149817 | 2.133 | 0.0329* |
| HabitatSh | -0.9209571 | 0.186322 | -4.943 | 7.70E-07*** |
| Pluviometrie | 0.0002843 | 0.0001333 | 2.132 | 0.033* |
| Annee1994 | 0.023357 | 0.0522728 | 0.447 | 0.655 |
| Annee1997 | 0.0439991 | 0.0439722 | 1.001 | 0.317 |
| Annee1998 | -0.0046004 | 0.0572907 | -0.08 | 0.936 |
| Annee2016 | 0.0547428 | 0.0572261 | 0.957 | 0.3388 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Le tableau ci-dessus présente l'effet du type d'habitat, de la perturbation anthropique, des facteurs climatiques et des années sur le nombre d'espèce (richesse spécifique).

D'après l'analyse du tableau, nous constatons que la richesse spécifique varie suivant des perturbations faibles et moyennes, les formations végétales et de la pluviométrie suivant les années. Cette richesse spécifique est corrélée aux perturbations faibles et moyennes, à la pluviométrie et à ces formations végétales. Cependant il faut noter qu'elle est fortement élevée au niveau de la savane herbeuse.

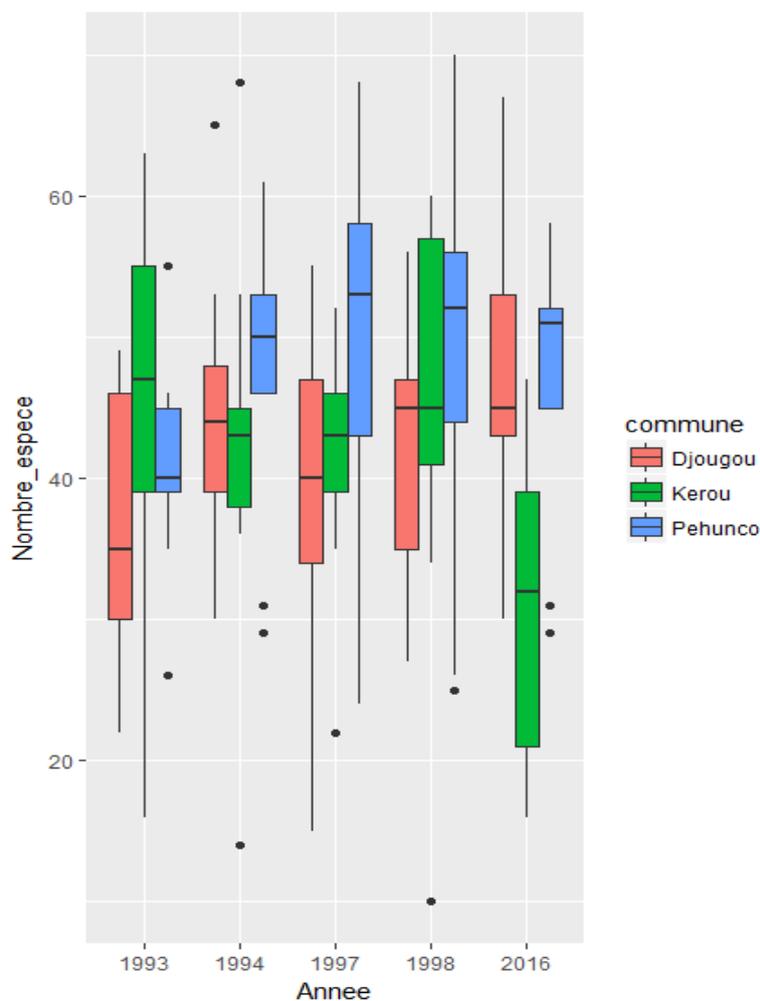


Fig. 9. Variation de richesse spécifique des pâturages en fonction des années

La figure 9 présente la variation de la richesse spécifique des pâturages en fonction des années considérées.

On constate qu'en 1993 la richesse spécifique est plus élevée à Kèrou et plus faible à Djougou, en 1994, cette richesse est plus élevée à Pehunco et plus faible à Kèrou, en 1997, elle est plus élevée à Pehunco et plus faible à Djougou, en 1998, elle est plus élevée à Kérou et plus faible à Djougou et enfin, en 2016, elle est plus élevée à Djougou et plus faible à Kèrou.

De manière générale ; on constate que la valeur de la richesse spécifique la plus élevée est notée au sein de la commune de Pehunco, par contre la valeur la plus faible est enregistrée au sein de la commune de Djougou, exception 2016.

La figure ci-dessous traduit une très grande diversité spécifique par année et par commune

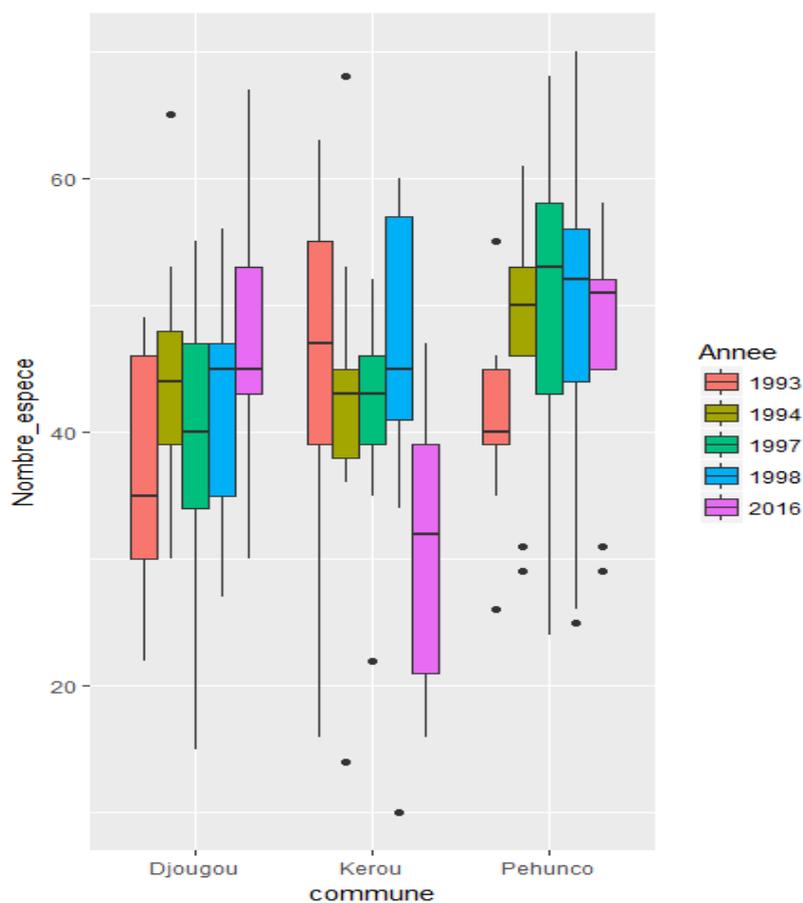


Fig. 10. Variation de richesse spécifique des pâturages en fonction des communes

Dans la commune de Djougou la plus faible richesse spécifique a été notée en 1993, et la plus forte valeur en 2016. En ce qui concerne la commune de Kérou, elle présente la plus forte diversité spécifique 1998 et le plus faible en 2016. Quant à la commune de Pehunco, sa plus forte valeur de diversité spécifique est notée en 1997 et la plus faible en 1993. Aussi constatons nous que la valeur la plus élevée de la richesse spécifique a été recensé au sein de la commune de Pehunco en 1997 et la plus faible au sein de la commune de Kérou en 2016.

4 DISCUSSION

L'analyse des deux (2) types de variabilité climatique a permis d'exprimer et de ressortir les enjeux climatiques favorables ou non au développement des écosystèmes pastoraux du centre et nord Bénin. La caractérisation des variabilités inter saisonnières et interannuelles de la température et de la pluviométrie ont permis de déterminer les périodes importantes pour la conduite des activités pastorales. Le bilan climatique réalisé à partir du diagramme de [7] a permis d'obtenir les régimes d'humidité marquant la variabilité de disponible fourrager au cours des saisons. Etant entendu que les périodes humides sont des moments favorables pour le développement de la végétation, elles restent du coup capitales pour le développement de l'élevage traditionnel, qui se fonde sur la quantité et la qualité de la biomasse produite par les parcours naturels, pendant la période active de la végétation naturelle. Ce résultat rejoint ceux de [8]; [9]; [10]; [11]; [12].

La période de productivité des parcours est caractérisée par la période active de la végétation au cours de laquelle la pluviosité (P) est supérieure ou égale à $\frac{1}{2}$ ETP. Selon [13], [14] et [2] la réserve en eau du sol reste supérieure à celle du point de flétrissement au cours de cette phase d'évolution du climat. Elle se situe de mai à fin octobre (début novembre) pour la zone de recherche de cette étude. Plusieurs travaux ont montré que pendant la période végétative, le développement des espèces végétales ne souffrent d'aucun déficit en alimentation minérale et hydrique [1]; [15]; [2]; [16]. Ce qui justifie le fait que l'élevage traditionnel dans la zone investiguée ne souffre ni de besoins en fourrage ni de besoins en eau d'abreuvement pendant cette période.

L'étude des variabilités climatiques montre qu'elles sont les facteurs déterminants dans l'évolution et la dynamique des écosystèmes pastoraux influencés par la mobilité des troupeaux transhumants. Ce résultat corrobore avec ceux de [16] et [17].

Dans le cadre de ce travail les facteurs liés aux variabilités saisonnières et inter annuels ont permis de caractériser les inégalités de régime des pluies et de température dans le temps et espace. La considération des facteurs pluviométrique et de température se justifie par le fait que, les cycles de dynamique des écosystèmes pastoraux sont, d'abord annuel et ensuite interannuel. Certaines études antérieures ont confirmé ces résultats, notamment ceux de [18]; [19]; [2] et [16]. Ces auteurs ont montré à travers les résultats de leurs recherches le fonctionnement des écosystèmes pastoraux se repose, d'abord sur le caractère saisonnier et du fait pour mieux évaluer l'influence de ces facteurs sur l'écosystème, il serait nécessaire de considérer les variabilités inter annuelles de régime pluviométrique et de température.

La zone de recherche regroupant les postes pluviométriques de Parakou, Tchaourou, Bassila, Djougou, N'Dali, Pèrèrè, Nikki, Kandi, Banikoara et Kèrou se caractérise par un régime unimodal de pluviométrie ; à savoir une saison pluvieuse et une saison sèche. La durée de la période humide est presque égale à celle de la saison sèche. Ce qui justifie le déficit en fourrage, parfois criard, noté pendant la saison sèche, de novembre à avril dans les travaux de [16].

Cependant, les résultats de cette recherche présentent une tendance de variabilité interannuelle de pluviométrie et de température avec une légère domination du front pluvieux. Cette situation pourrait expliquer l'attractivité de la zone par les différents usagers des ressources naturelles en occurrence les agriculteurs et les éleveurs de ruminants transhumants (terres agricoles, terres pastorales). [2] avait obtenu les résultats similaires au cours d'une étude réalisé dans la zone voisine à notre zone de recherche.

Le constat que la valeur de la richesse spécifique la plus élevée est notée au sein de la commune de Pehunco en 1997 et la valeur la plus faible au sein de la commune de Kèrou en 2016, témoignent de la variabilité aléatoire des richesses spécifiques des stations étudiées d'une année à une autre et d'une commune à l'autre. Ces résultats confirment ceux obtenus au niveau de l'étude des groupements végétaux (chapitre II de la thèse). En effet, la caractérisation des groupements végétaux à travers l'approche phytosociologique montre la complexité de caractériser les groupements végétaux dans les écosystèmes perturbés. Ces résultats pourrait également se justifier par la variabilité de la nature des actions anthropiques perturbatrices (agricoles, pastorales) et aussi des types d'habitats représentant l'écosystème victime de perturbation. Les travaux de [20]; [21], [22]; [23] avaient notifié les résultats similaires à ceux de ce travail. Par ailleurs la valeur de richesse la plus élevée recensée dans la commune de Pehunco pourrait signifier que cette zone se trouve dans un état de transition qui s'illustre par un mélange et de chevauchement de tous les types biologiques (hétérogénéité), en occurrence les thérophytes et les hémicryptophytes [23]. Par contre, la richesse spécifique la plus faible enregistrée à Kèrou pourrait traduire le niveau de modification de la composition floristique des écosystèmes forestiers étudiés très avancé. Cet état pourrait signifier également un état du cycle de développement négatif irréversible, surtout de la strate herbacée (sol appauvri, apparition des adventices et des plages nus). Ce stade de cycle de l'évolution de végétation a été décrit par certaines études antérieures [19]; [20]; [23], [21], [12].

5 CONCLUSION

L'analyse des variabilités saisonnières et interannuelles de pluviométrie et de température a permis de noter les subdivisions périodiques et épisodiques déterminant la nature d'une année et de plusieurs années. Ainsi, l'étude a sérié les années déficitaires et celles pluvieuses. Elle a également mis en exergue les différentes oscillations de température enregistrées au cours d'une à plusieurs années. Ces éléments marquent une importance capitale dans le développement des écosystèmes pastoraux de la zone couverte par la recherche.

Le bilan climatique a permis de connaître la succession de différentes phases bioclimatiques de l'année correspondant à des phases de développement végétatif et de l'usage adaptatif des ressources pastorales voire agropastorales par les agropasteurs.

L'analyse multi-variée réalisée grâce au logiciel "R" basée sur les variables climatiques et anthropiques a permis de connaître les impacts induits par les variables liées aux perturbations anthropiques sur les stations/habitats contenues dans les transects.

REFERENCES

- [1] Tir K., 2009. Climagramme d'EMBERGER analyse et correction dans quelques stations météorologiques de l'Est Algérien. 99p
- [2] Saliou A. R. A., 2015. Modélisation prédictive et cartographie de la dynamique des parcours de transhumance dans le contexte de variabilités climatiques dans le Moyen-Bénin. Thèse de doctorat unique. Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 306p
- [3] CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008. Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, Série Environnement : le Climat et les Changements Climatiques, 1-24 pp. <http://www.atlas-ouestafrique.org>
- [4] Adomou A.C., Sinsin B. et van der Maesen L. J. G., 2006: Phytosociological and chorological approaches to phytogeography: a meso-scale study in Bénin. *Syst. Geogr. pl.* **76**, 155-178.
- [5] Vissin W. E., (2007). Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin Béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, France, 285 p.
- [6] Franquin P., (1970). Analyse agroclimatique en régions tropicales. Saison pluvieuse et saison humide. Applications. Cah. ORSTOM, sér. Biol. 9, 65-95
- [7] Thébaud B. (1999). Gestion de l'espace et crise pastoral au Sahel. Etude comparative du Niger et du Yatanga burkinabé. Thèse de doctorat, Ecole des hautes Etudes en sciences sociales, Paris, France, 476 p.
- [8] Saliou A.R.A ; Oumorou M. Sinsin. B. A. (2014). Variabilités bioclimatiques et distribution spatiale des herbacées fourragères dans le Moyen-Bénin (Afrique de l'Ouest) *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8 (6), 2696-2708, December 2014 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print).
- [9] Toko I. (2008). Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des topos séquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat FLASH/UAC, 241 p.
- [10] Tamou, C. 2017. Understanding relations between pastoralism and its changing natural environment. 164 pages. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands ISBN 978-94-6343-155-2. DOI 10.18174/411051
- [11] Boni Y., Natta K. A. Saliou A. R. A., Djenontin A.J., 2017. Dynamique des espèces végétales et productivité des pâturages naturels de Kèrou, Péhunco, Djougou au Nord-Ouest du Bénin (In *Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron.* Décembre 2017 ; Vol.7 (No.1) : 73-82)
- [12] Houinato M., 2001. Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des Monts Kouffé (Bénin). Université Libres de Bruxelles. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur en sciences agronomiques et Ingénierie Biologique. 219 pages + annexes.
- [13] Djenontin J. A., 2010. Dynamique des stratégies et pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord- Est du Bénin. Université d'Abomey- Calavi. Thèse de Doctorat. 203p (sans annexes).
- [14] Arouna O., 2002. L'exploitation des ressources biologiques et la dynamique de la forêt classée de l'Alibori supérieur (secteur de l'arrondissement de Bagou), Mémoire de maîtrise, UAC/ FLASH / DGAT, 115 p
- [15] Lesse P., 2016. Gestion et modélisation de la dynamique des parcours de transhumance dans un contexte de variabilités climatiques au nord-est du Bénin. Université d'Abomey- Calavi. Thèse de Doctorat. 246p (sans annexes).
- [16] Amoussou E., 2010. Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne, France, 315 p
- [17] Vissin W. E. (2001). Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et des écoulements dans le bassin Béninois du fleuve Niger. Mémoire de DEA, Université de Bourgogne, Dijon, 52 p
- [18] Reiff K., 1998. Das weidewirtschaftliche Nutzpotalential der Savannen Nordwest- Benins aus floristisch-vegetationskundlicher Sicht. In: Meurer, M. (ed) *Geo- und weideökologische Untersuchungen in der subhumiden savannenzone NW- Benins*, pp. 51-86. Intitut für Geographie und Geoökologie der Universität Karlsruhe, Karlsruhe.
- [19] Hahn-hadjali K., 1998. Les groupements végétaux des savanes du sud-est du Burkina Faso (l'Afrique de l'Ouest). *Etudes flor. Vég. Burkina Faso*, 3: 3 - 79.
- [20] Boni Y., Natta K. A., Tassou Z. F. et Sounon B.B., 2018. Impacts environnementaux des parcours naturels de Doguè dans la commune de Bassila au nord du Bénin. Volume 1 ; Numéro 1.