

## **Dynamique Spatio-Temporelle des Prairies et Pastoralisme dans la Plaine d'inondation du Logone (Extrême Nord-Cameroun)**

***Gueime Aboubakar Mey***

Doctorant, UFD de Géographie (FALSH),  
Université de Ngaoundéré, Cameroun

***Sylvain Aoudou Doua***

Maitre de Conférence, Université de Maroua, Cameroun

***Steven Chouto***

Chercheur, Institut National de Cartographie (MINRESI<sup>6</sup>), Cameroun

***Alexandre Tessoubo***

Doctorant, Section Géographie- UFD Sciences de l'Homme et de la Société,  
Université de Maroua, Cameroun

Doi:10.19044/esj.2019.v15n11p158 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n11p158](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n11p158)

---

### **Résumé**

Cette étude porte sur la dynamique des prairies inondables avec un accent sur sa dimension spatio-temporelle et son impact sur le pastoralisme dans la plaine d'inondation du Logone. Pour parvenir aux objectifs escomptés, la méthodologie a consisté à une collecte des données de terrain aux moyens des enquêtes, entretiens, levés GPS, relevés phytosociologiques et à un traitement de ces données au moyen des SIG. Les images satellites de 2011 à 2015 (6 ans) ont permis d'évaluer la dynamique (spatio-temporelle) saisonnière et interannuelle des prairies inondables grâce à une classification supervisée. Il apparait que l'étendue des prairies varie en fonction des saisons (sèche/pluvieuse) et de l'étendue des inondations. Sur le long terme, il en ressort une variation interannuelle des prairies suivant des tendances à la baisse avec en moyenne des extrêmes allant de 9,1% à 26,3% respectivement pour les années 2012 et 2013. Cette oscillation de l'étendue des prairies suit la dynamique des précipitations et de l'hydrologie de la plaine. La dynamique des prairies dans la plaine est due aux effets conjugués des caprices du climat et des facteurs anthropiques. Cette dynamique des prairies, qui constituent la principale ressource fourragère, impacte de manière négative le pastoralisme et pousse les éleveurs à élaborer des stratégies d'adaptation.

---

<sup>6</sup> MINRESI : Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation.

**Mots clés** : Dynamique spatio-temporelle, plaines inondables, SIG, stratégies d'adaptation, télédétection.

## **Spatio-Temporal Dynamics of Grasslands and Pastoralism in the Logone Floodplain (Far North-Cameroon)**

***Gueime Aboubakar Mey***

Doctorant, UFD de Géographie (FALSH),  
Université de Ngaoundéré, Cameroun

***Sylvain Aoudou Doua***

Maitre de Conférence, Université de Maroua, Cameroun

***Steven Chouto***

Chercheur, Institut National de Cartographie (MINRESI<sup>7</sup>), Cameroun

***Alexandre Tessoubo***

Doctorant, Section Géographie- UFD Sciences de l'Homme et de la Société,  
Université de Maroua, Cameroun

---

### **Abstract**

This study focuses on the dynamics of floodplains with an emphasis on its spatio-temporal dimension and its impact on pastoralism in the Logone floodplain. In order to achieve the expected objectives, the methodology consisted of collecting field data by means of surveys, maintenance, GPS surveys, phytosociological surveys and processing of these data using GIS. The satellite images from 2011 to 2015 (6 years) were used to assess the seasonal and inter-annual dynamics (spatio-temporal) of floodplains thanks to a supervised classification. It appears that the extent of grassland varies according to the seasons (dry / rainy) and the extent of the floods. In the long term, an inter-annual variation in grassland is observed following downward trends, with extreme ranging from 9.1 % to 26.3 % for 2012 and 2013. This oscillation in the extent of Meadows follows the dynamics of the precipitation and hydrology of the plain. The dynamics of peirage in the plain is due to the combined effects of climate degradation and anthropogenic factors. This dynamics of grasslands, which constitute the main forage resource, negatively impacts pastoralism and encourages livestock farmers to develop adaptation strategies.

---

<sup>7</sup> MINRESI : Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation.

---

**Keywords:** Spatio-temporal dynamics, floodplains, GIS, adaptation strategies, remote sensing.

## INTRODUCTION

La dégradation de l'environnement en général et des ressources pastorales en particulier est une préoccupation majeure. Elle affecte tous les écosystèmes terrestres allant des milieux exondés à déficit hydrique aux milieux humides. Dans cette deuxième catégorie, se trouve les plaines inondables. Ce sont des zones de riches pâturages créés pendant la saison sèche par les eaux d'inondation restantes qui nourrissent de grands troupeaux de bétail des bergers nomades et transhumants ainsi que ceux des populations sédentaires (GEPIS, 2000<sup>8</sup>; Niasse et al, 2004). Cependant, les zones humides en général et la plaine inondable du Logone en particulier ont subi ces dernières décennies des processus de dégradation dus aux effets conjugués de la sécheresse, de la variabilité climatique, de la nature des sols et aux activités anthropiques (Reeves, 2006). En fait, les études menées dans la plaine du Yaéré<sup>9</sup> dans le cadre du projet de ré-inondation (Sighomnou et al, 2002) ont montré que la baisse ou l'absence des inondations a conduit à une transformation de la végétation, à la destruction des habitats de la faune aquatique et terrestre, à la dégradation de la productivité des terres cultivées et de la qualité des pâturages. Aussi, cette précarité climatique couplée aux activités anthropiques, affectent la disponibilité des ressources fourragères, donc la dégradation des prairies. Cet article se propose d'évaluer la disponibilité spatio-temporelle des prairies au moyen de l'imagerie satellitaire et d'en analyser la conséquence sur le pastoralisme.

## I- MATERIELS ET METHODE

La méthodologie utilisée pour la réalisation de cette recherche a consisté en une collecte des données sociodémographiques au moyen des enquêtes et entretiens, l'acquisition des images satellites multi-dates, des relevés phyto-sociologiques afin d'identifier les différents groupes taxonomiques qui composent la flore graminéenne de la zone. Les différentes données collectées ont été soumises à une analyse et traitement au laboratoire,

---

8

[https://www.researchgate.net/profile/Olivier\\_Hamerlynck/publication/282500538\\_Hamerlynck\\_O\\_2000\\_Restauration\\_du\\_Parc\\_National\\_du\\_Diawling\\_Mauritanie\\_In\\_Groupe\\_d%27experts\\_des\\_plaines\\_d%27inondation\\_saheliennes\\_Vers\\_une\\_gestion\\_durable\\_des\\_plaines\\_d%27inondation\\_saheliennes\\_UICN\\_Gland/links/5610a32b08ae6b29b49c86e3/Hamerlynck-O-2000-Restauration-du-Parc-National-du-Diawling-Mauritanie-In-Groupe-dexperts-des-plaines-dinondation-saheliennes-Vers-une-gestion-durable-des-plaines-dinondation-saheliennes-UICN-Gland.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Olivier_Hamerlynck/publication/282500538_Hamerlynck_O_2000_Restauration_du_Parc_National_du_Diawling_Mauritanie_In_Groupe_d%27experts_des_plaines_d%27inondation_saheliennes_Vers_une_gestion_durable_des_plaines_d%27inondation_saheliennes_UICN_Gland/links/5610a32b08ae6b29b49c86e3/Hamerlynck-O-2000-Restauration-du-Parc-National-du-Diawling-Mauritanie-In-Groupe-dexperts-des-plaines-dinondation-saheliennes-Vers-une-gestion-durable-des-plaines-dinondation-saheliennes-UICN-Gland.pdf)

<sup>9</sup> Terme local désignant la plaine inondable du Logone

au moyen de divers programmes informatiques (Excel 2010, Word 2010, SPSS 17.0, QGIS 2.18...).

## **II.1. Collecte des données**

### **➤ Les données climatiques**

Les données climatiques qui ont servi dans ce travail sont obtenues dans les stations de Ndjamena et de Maroua, et aussi auprès de la délégation départementale du MINADER pour ce qui est des données (précipitations) d'arrondissements. Ces données s'étalent sur 11 ans donc de 2005 à 2015.

### **➤ Les images satellites**

Le suivi de la dynamique spatio-temporelle de la prairie inondable a été effectué à travers l'analyse des images du capteur ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) du satellite Landsat 7. Ces images ont été téléchargées gratuitement sur le serveur Earth Explorer<sup>10</sup> de la *United State Geological Survey*. En fait plusieurs caractéristiques ont été retenues pour l'acquisition des images :

- Les images téléchargées sont celles des années 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015 ;
- Nous avons téléchargé au moins trois images par an notamment les images des mois d'Avril, Octobre et Décembre afin de mieux évaluer la dynamique saisonnière végétale ;
- La couverture nuageuse a dû être de moins de 10% afin de faciliter l'identification.

## **II.2. Traitement et Analyse des données**

Le traitement des données s'est effectué au laboratoire et a consisté au dépouillement des résultats issus des enquêtes et entretiens, de saisies dans le logiciel d'analyse de donnée SPSS 17.0 et d'éliminer les résultats biaisés. Par la suite, des analyses simples de statistiques descriptives (effectif, moyenne...) ont été effectuées pour sortir des graphiques et tableaux et les Analyses en Composantes Principales afin de pouvoir analyser des données multiples.

### **II.2.1. Méthode d'analyse des images satellites**

#### **II.2.1.1. Prétraitement des images**

Une fois les images acquises, des corrections atmosphériques et réflectances y ont été appliquées. En effet, les images fournies par le serveur de l'USGS sont des produits de niveau 1T qui présentent des défauts du fait de la présence de stries aux bords de l'image de tels sortes que seules 20% des données soient exploitable. Ces lignes noires dans les images font suite à une

---

<sup>10</sup> Disponible sur le site <http://earthexplorer.usgs.gov>

défaillance mécanique le 31 mai 2003 du système optique du correcteur de lignes de balayage « Scan Line Corrector » (SLC) de l'instrument ETM+ qui permettait de rétablir le parallélisme des images scannées déformées par l'avancement du satellite (**CHOUTO, 2016**).

Afin de retirer les traits noirs issus de la défaillance, le logiciel « gap filling software »<sup>11</sup> a été utilisé. Une fois terminé, dans le logiciel QGIS, les corrections de réflectance et atmosphérique ont été effectuées.

### **II.2.1.2. Classification des images**

Après l'acquisition et le prétraitement des images Landsat 7 ETM+, il a été effectué une classification semi-dirigée de ces images. En fait l'extension « *semi-automatic classification* » du logiciel de SIG QGIS 3.4.1 a permis la classification supervisée des images. Pour ce faire, la composition des bandes 1, 2, 3, et 4 a permis la composition colorée des images. Ces compositions ont permis de mieux distinguer les différents objets présents notamment l'eau, la végétation et les mises en valeur. L'estimation de la végétation a été effectuée à l'aide de **l'indice de végétation par différence normalisée ou indice de Tucker (NDVI en anglais) (Rouse and Haas, 1973 ; Tucker, 1979)<sup>12</sup>**. Son expression est la suivante :

$$NDVI = \frac{pir-rouge}{pir+rouge} \quad (1)$$

Après le calcul des valeurs du NDVI, une généralisation de la classification s'en est suivie et l'estimation des surfaces occupées par les pâturages (prairies) et en extraire donc la dynamique spatio-temporelle à l'aide de l'outil « *band calculate* ».

### **II.2.2. Méthode d'analyse des données climatiques**

Cette méthode se fonde sur les données recueillies au niveau de la station de Ndjamena et des données fournies par les délégations départementales des Transports et du MINADER du Logone et Chari. Ces calculs ont permis de déterminer les anomalies pluviométriques, le début et la fin des saisons, le calcul de l'indice d'aridité.

#### **II.2.2.1. L'indice d'anomalie pluviométrique de Lamb**

Étant donné la forte hétérogénéité spatiale des pluies en région sahélienne (**Sivakumar et Hatfield, 1990 ; Groten, 1993 ; Taupin et al. 1998**), Lamb (1982) a proposé une analyse régionalisée des précipitations dénommée « indice d'anomalie pluviométrique » et globalement utilisée

<sup>11</sup> Téléchargeable sur le site : <http://17gapfill.sourceforge.net>

<sup>12</sup> In [http://Calcul de l'indice de végétation NDVI avec PostgeSQL\\_Postgis \\_ GEOMATIQUE.htm](http://Calcul de l'indice de végétation NDVI avec PostgeSQL_Postgis _ GEOMATIQUE.htm)

actuellement (**Barring et Hulme, 1991 ; Nicholson et Palao, 1993 ; Nicholson et al. 1996**). Cet indice est calculé par la relation suivante :

$$X_j = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} \frac{r_{ij} - r_i}{\sigma_1} \quad (2)$$

Avec :

$r_{ij}$  = pluie mesurée en une année  $h$  à une station  $i$  ;

$r_i$  = moyenne des précipitations enregistrées à la station  $i$  ;

$\sigma_1$  = écart-type des précipitations enregistrées à la station  $i$  ;

$N_j$  = le nombre de station présentant des valeurs pour l'année  $j$ .

Le calcul de cet indice a permis de déterminer les années où il y a eu stress hydrique afin de télécharger les images satellites correspondante.

### **II.2.2.2. Détermination du début et de fin de saison des pluies**

La méthode adoptée ici est celle de Sivakumar qu'il a développé en 1987 (Sivakumar et Hatfield, 1990). Pour lui, la date de début de la saison des pluies est fixée au mois où il y a 20 mm de précipitation recueillies en trois jours consécutifs sans périodes sèches supérieures à sept (07) jours dans les trente (30) jours qui suivent. Quant à la fin de saison de pluie (saison sèche), elle est fixée au jour où, après le 1<sup>er</sup> septembre, il n'y a plus de pluie durant une période de vingt (20) jours.

### **II.2.2.3. L'indice d'aridité de M. De Martonne**

L'indice d'aridité permet de faire la corrélation entre l'aridification de la PIWL<sup>13</sup> et la dynamique fourragère observée dans la zone. Ainsi donc, l'indice choisi est celui de De Martonne E.<sup>14</sup> qui permet de déterminer le degré d'aridité climatique d'une région. Cet indice se calcul comme suit :

$$\text{Indice annuel : } I = \frac{P}{(T + 10)} \quad (3)$$

$$\text{Indice mensuel: } I = \frac{12 \times P}{(T + 10)} \quad (4)$$

## **II- RESULTATS**

### **III.1. Dynamique fourragère dans la Plaine Inondable du Logone.**

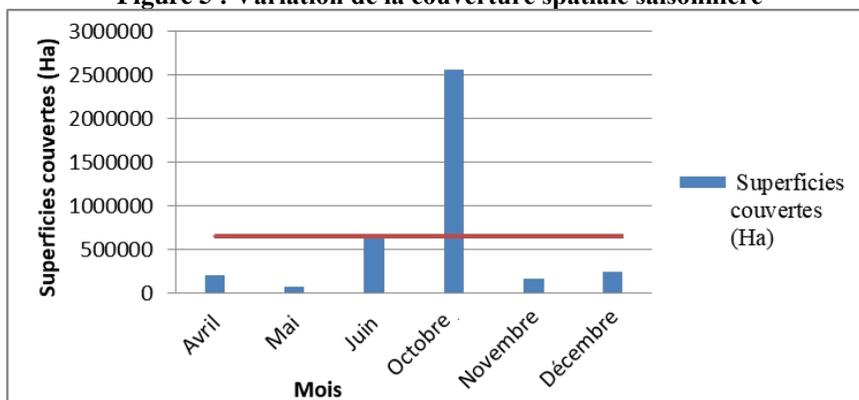
#### **III.1.1. Dynamique saisonnière**

Le recouvrement herbacé dans la plaine du Logone suit une dynamique saisonnière. Contrairement aux autres zones du milieu sahélien, la dynamique fourragère dans la plaine est fonction de deux variables : la saison pluvieuse et la période des inondations. En fait, en fonction de ces deux variables, la couverture herbacée connaît deux cycles de développement : une première phase de juin à septembre, et une deuxième phase d'octobre à Mai.

<sup>13</sup> PIWL : Plaine d'Inondation Waza-Logone

<sup>14</sup> Géographe Français de l'école classique (1873-1955)

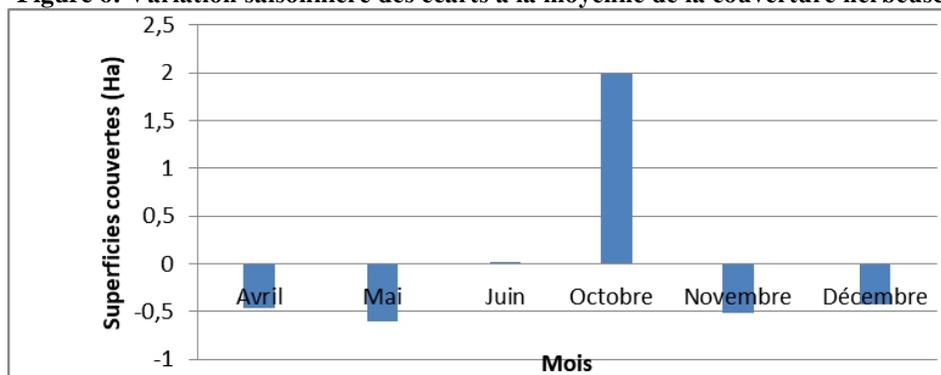
**Figure 5 : Variation de la couverture spatiale saisonnière**



*L’observation de ce graphique montre une variation temporelle de la couverture herbacée. On observe ainsi une faible couverture en Avril, Mai (saison sèche chaude), en juin on observe une montée des fourrages jusqu’en octobre (saison chaude humide) et une chute de cette couverture entre Novembre et Décembre (périodes des inondations).*

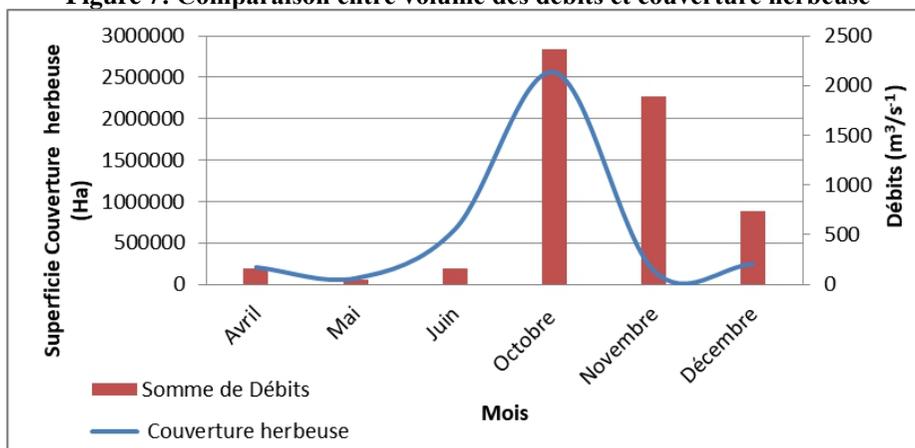
L’analyse des écarts à la moyenne des cinq (05) années de la couverture herbeuse montre une variation négative traduisant des périodes de faible couverture herbeuse et des variations positives traduisant des périodes d’abondances.

**Figure 6: Variation saisonnière des écarts à la moyenne de la couverture herbeuse**



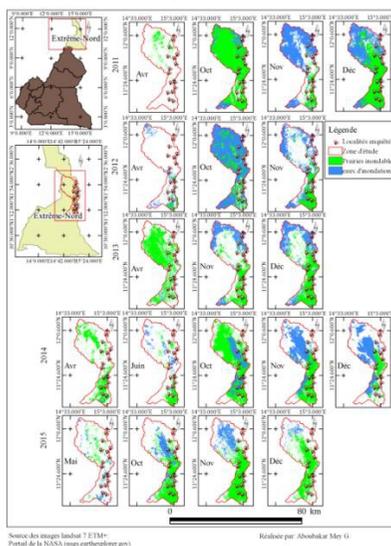
*Cette figure met en relief la dynamique saisonnière sur les cinq années d’études. On constate en effet une tendance à la baisse de la couverture herbeuse.*

**Figure 7: Comparaison entre volume des débits et couverture herbeuse**



La **figure 3** présente le comportement de la couverture herbeuse en lien avec les débits suivant un pas mensuel, allant du mois d’avril à décembre (06 mois). Ces mois représentent ceux où les images ont été téléchargées et correspondent respectivement à la saison sèche (Avril, Mai), la saison pluvieuse (Juin, Octobre) et la période des inondations (Novembre et Décembre). Le mois d’Octobre enregistre un volume élevé ( $2000 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ ), suivi du mois de novembre avec  $1800 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ . C’est le mois de Mai qui enregistre un débit faible. La courbe de la couverture herbeuse est dynamique. L’analyse de la courbe expose le caractère dépendant de la couverture herbeuse conditionnée par les débits forts des mois d’octobre et de novembre qui favorisent le développement de la prairie dans la plaine inondable.

**Figure 8: Spatialisation de la dynamique saisonnière de la couverture herbeuse.**



*La **figure 4** présente la dynamique saisonnière des prairies inondables et des eaux libres dans la partie camerounaise de la plaine inondable du Logone. L'analyse s'est faite de 2011 à 2015 (5 ans) avec des mois choisis afin de mieux représenter la période sèche, la période humide et la période inondable (Avril, Mai, Juin, Octobre, Novembre et Décembre). Cependant, du fait de la couverture nuageuse qui doit être de moins de 10% afin de pouvoir qu'une image soit exploitable, certains mois des années 2011, 2012, 2013 et 2015 n'ont pas pu être exploitable.*

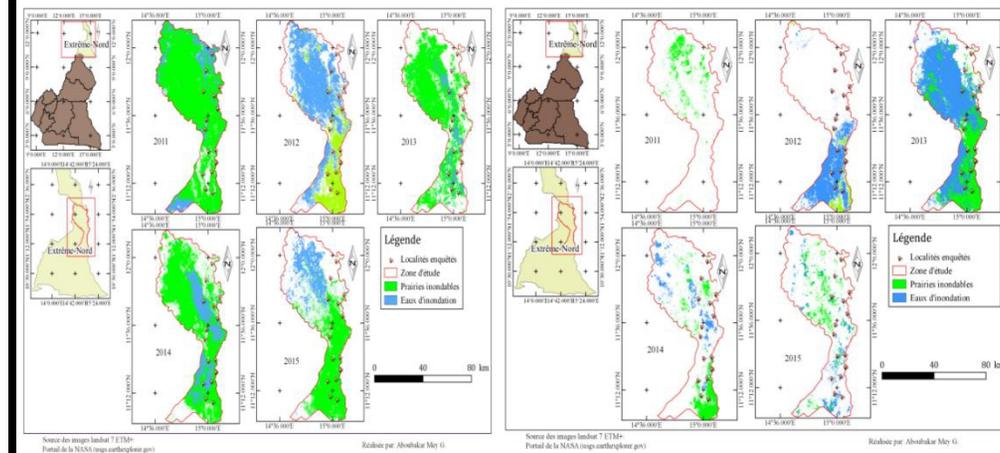
*Une analyse des images satellites Landsat 7ETM+ de la couverture herbeuse suivant les valeurs du NDVI dans la plaine inondable du Logone (**figure 4**), montre une variation de la couverture spatiale des herbacées. On observe une dynamique aléatoire de la superficie des espaces couverts par les herbacées. D'une manière générale, les mois d'octobre, novembre et décembre ont plus de couverture végétale alors que ceux d'avril et de mai connaissent des faibles superficies herbeuses à l'exception d'avril 2011.*

### **III.1.2. Dynamique interannuelle**

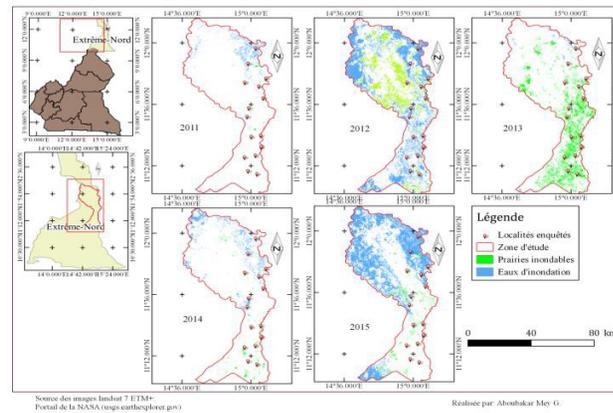
L'analyse des images de 2011 à 2015 montre une dynamique régressive de cette couverture. La classification supervisée et le calcul de l'indice normalisé ont permis de mettre en évidence la variation spatio-temporelle des valeurs du NDVI. Cette variation traduit une dégradation des graminées de la plaine. En fait, les images traduisent une réduction de la couverture herbeuse avec un minimum de 9.1% de superficie couverte en 2012 et un maximum de 26.3% en 2013 qui est l'année la plus densément couverte. En 2015, on a observé une chute à 13.2% de couverture herbeuse soit une réduction de 13.1%.

Les images issues de la classification semi- automatique et du calcul du minimum distance, mettent en évidence la dynamique spatiale interannuelle de la couverture herbeuse.

**Figure 9: Dynamique interannuelle de la couverture herbeuse dans la plaine du Logone**  
**Dynamique maximale interannuelle (a)** **Dynamique minimale interannuelle (b)**

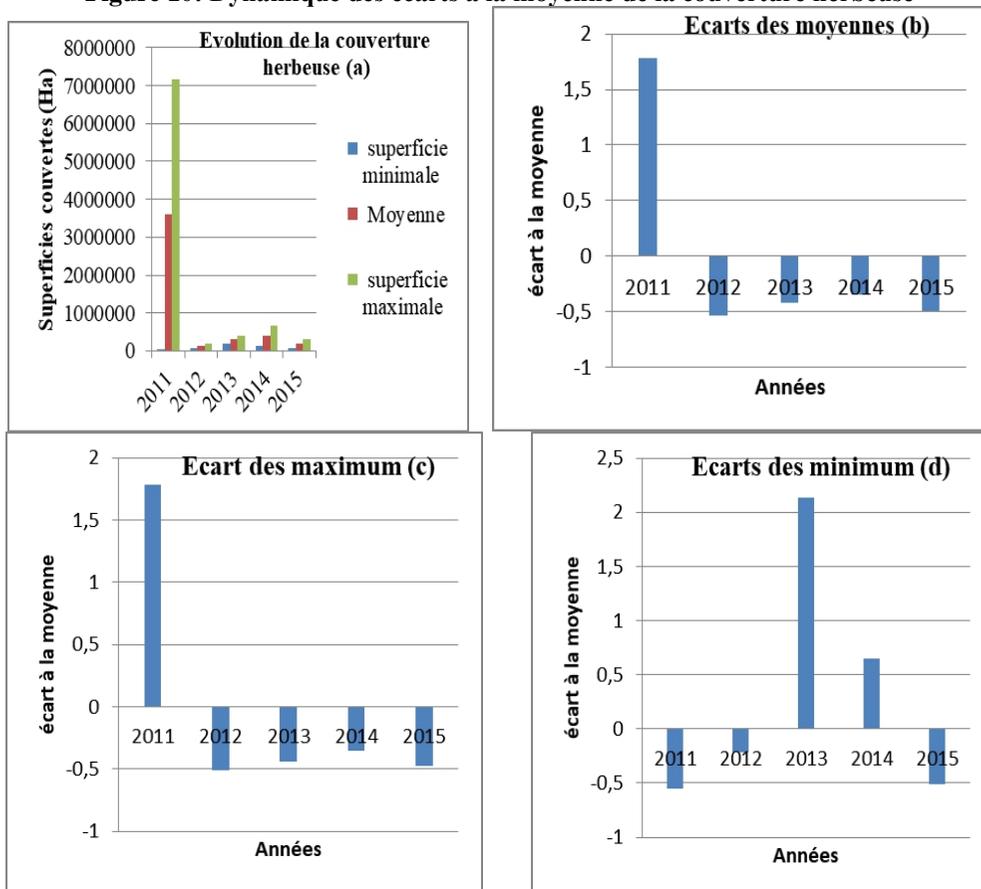


**Dynamique moyenne de la couverture herbeuse ©**



*L'analyse de ces cartes de dynamique montre une dégradation de la couverture dans l'espace-temps. En fait les années 2011, 2012, 2014 et 2015 connaissent de faible couverture herbeuse contrairement à 2013 qui est mieux couverte.*

**Figure 10: Dynamique des écarts à la moyenne de la couverture herbeuse**



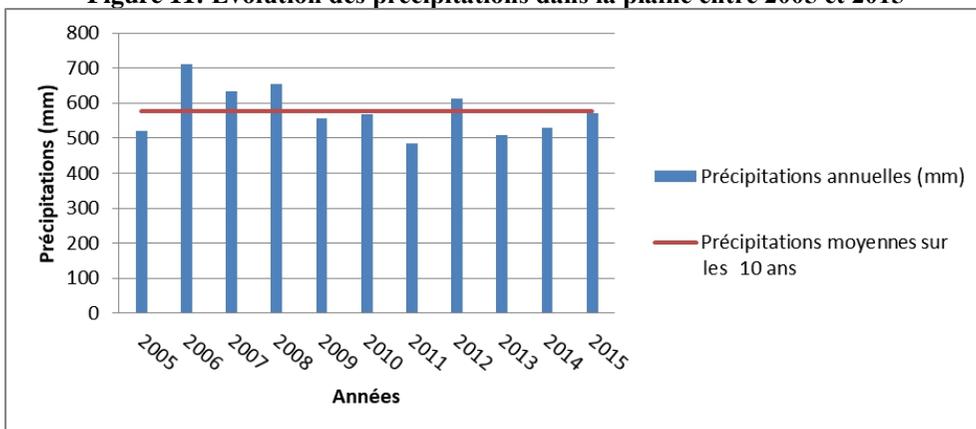
*Les données spatiales ont permis de dégager les superficies couvertes chaque année. De ces superficies, il a été déduit les écarts à la moyenne des superficies maximales, minimales et moyennes. La première montre la variation annuelle de la couverture spatiale des graminées. Quant aux autres, il s'agit des écarts à la moyenne. Ceci a permis de mettre en évidence les tendances générales de la couverture herbeuse. Il ressort des écarts des moyennes et maximales quatre (04) années à tendance aride (2012, 2013, 2014, 2015) et une année d'abondance fourragère (2011) malgré le fait que l'année soit déficitaire ; ceci traduit le caractère variable de la couverture herbeuse. Quant aux écarts minimums, ils présentent deux années de bonne couverture végétale (2013 et 2014), contrairement aux années 2011, 2012 et 2015.*

## III.2. LES FACTEURS NATURELS DE DEGRADATION DES PRAIRIES

### III.2.1. Variabilité des précipitations

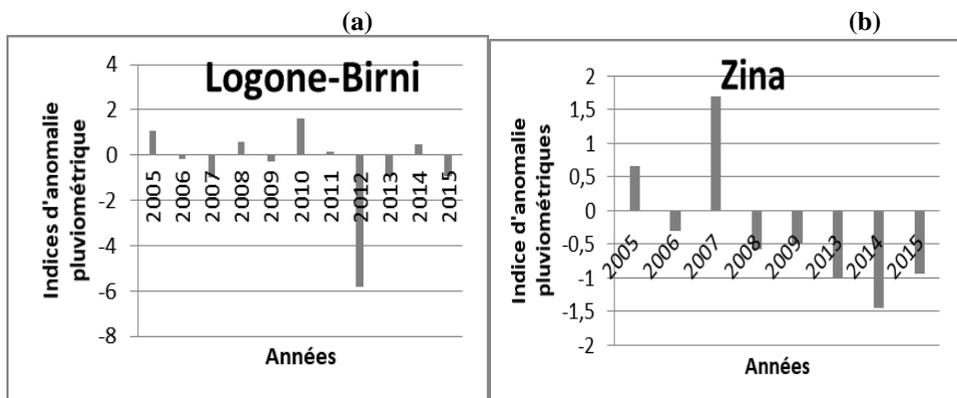
Plusieurs auteurs travaillant sur la plaine du Logone ont observé une précarité des conditions climatiques (Sighomnou, 2002 ; Salé A., 2011 ; Liénou et al. 2011 ;). L’analyse des données climatiques de la station de Ndjamena sur une période de 11 années étalé de 2005 à 2015 montrent que les précipitations ont oscillé entre un minimum de 484.4 mm en 2011 et un maximum de 711.2 mm en 2006 (Figure 7).

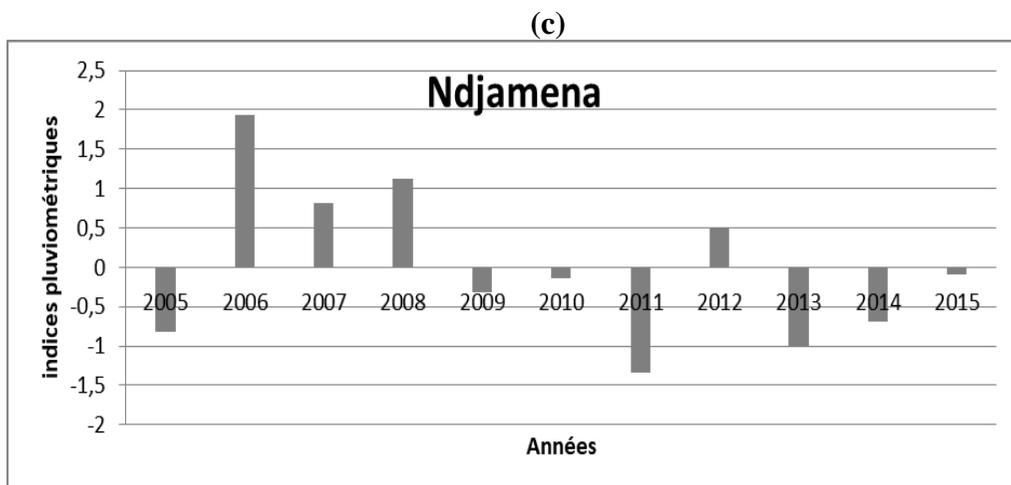
Figure 11: Evolution des précipitations dans la plaine entre 2005 et 2015



L’analyse des données climatiques des stations de Ndjamena, Zina et Logone-Birni suivant la méthode de Lamb afin de mettre en relief les ruptures pluviométriques nous montre que sur les Onze ans, ont succédé des périodes extrêmes (périodes sèches) et des périodes humides.

Figure 12: Ruptures pluviométriques dans la plaine du Logone (2005-2015) déterminées suivant la méthode de Lamb





*Si les classes issues de cet indice nous montrent que les valeurs annuelles négatives indiquent une sécheresse et les positives une situation humide par conséquent, l'on peut l'extrapoler pour la variabilité pluviométrique en se servant des valeurs issues des classifications de la sécheresse en rapport avec la valeur de l'ISP. Cette classification est donnée par le tableau 3 suivant.*

**Tableau 1: Classification de la sécheresse en rapport avec la valeur de l'indice d'anomalie pluviométrique**

Classe de l'IAP	Degré de sécheresse	Années correspondantes
$IAP > 2$	Humidité extrême	
$1 < IAP < 2$	Humidité forte	2006, 2008
$0 < IAP < 1$	Humidité modérée	2007, 2012
$-1 < IAP < 0$	Sécheresse modérée	2005, 2009, 2010, 2014 & 2015
$-2 < IAP < -1$	Sécheresse forte	2011, 2013
$IAP < -2$	Sécheresse extrême	

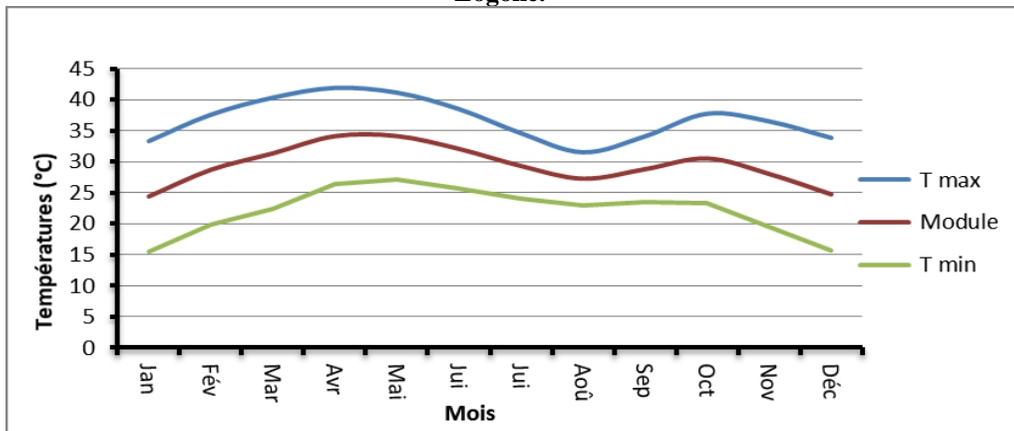
*Il ressort de l'analyse de ces données qu'au niveau de la station de Ndjamena, sur les Onze années, sept présentent des tendances sèches dont cinq modérées et deux fortes. Par contre seules deux années présentent des tendances humides.*

### III.2.2. Variabilité des températures

Située dans le septentrion Camerounais et appartenant au domaine tropical sèche avec une tendance sahélienne et soudano-sahélienne, la plaine du Logone, l'une des sous-zone écologiques de la région de l'Extrême-Nord, fait partie des zones les plus chaudes du pays si l'on s'en tient aux paramètres thermiques. L'analyse des données de températures issues de la station de

Ndjamena, sur Onze ans (Période 2005-2015), montre des températures minimales froides en Décembre et Janvier avec 16° C et des maximums excessivement chauds atteignant les 42° C en Mars et en Avril (**Figure 9**).

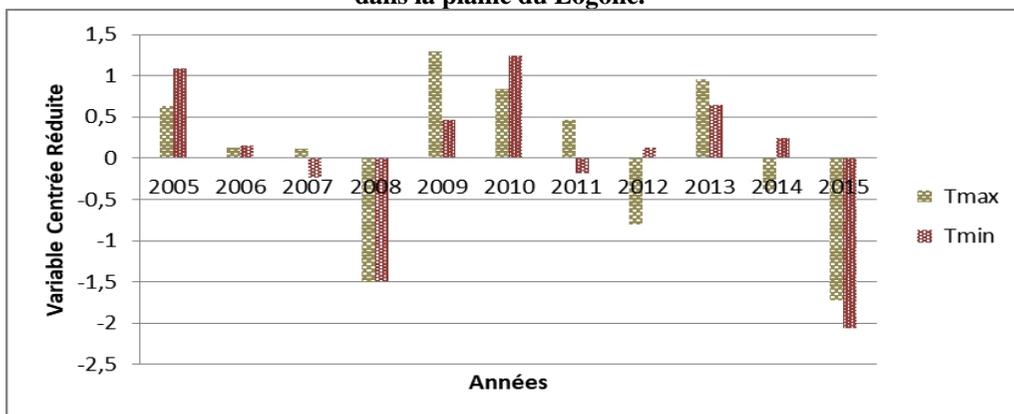
**Figure 13: Evolution de la température minimale et maximale dans la plaine du Logone.**



*Cependant, les évolutions climatiques connues dans cette région la situent dans un contexte de variabilité ou perturbation climatique, car on note au fil des années des températures moyennes qui sont de plus en plus variables (Bruno, 2013). C'est ainsi que l'analyse de la même série à travers le calcul de la variable centrée réduite (Figure 10), laisse entrevoir une certaine variabilité.*

*En réalité, cet indice permet de déceler les écarts à la moyenne. Et dans le cas de cette série de température (2005-2015), on peut facilement apercevoir des années marquées par des températures extrêmement chaudes tel 2005, 2009, 2010 et 2013, auxquelles succèdent des années marquées par une chute des températures (2008, 2012, 2014 et 2015) ;*

**Figure 14: Variation des écarts à la moyenne des températures minimales et maximales dans la plaine du Logone.**



*Cette figure analyse les écarts à la moyenne des températures minimales et maximales dans la plaine du Logone. On peut observer une variation entre les années marquée par une tendance chaude (2005, 2009, 2010, 2013) et des années où la température baisse (2008, 2015).*

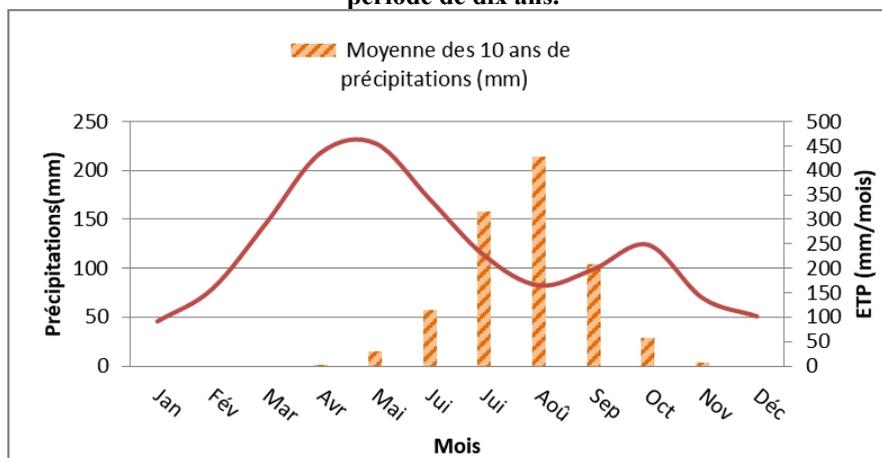
### III.2.3. Une évapotranspiration extrême

L'analyse de l'ETP de la PIWL (**Figure 11**) montre des valeurs élevées de cet indice. En fait, la somme des précipitations moyennes sur 11 ans est inférieure à l'ETP, ceci à l'exception du mois d'Août qui se démarque par ses précipitations au-dessus de l'ETP. Cette tendance met en évidence le rôle de la chaleur dans la disponibilité de l'eau dans la plaine.

Cette tendance de l'ETP place la PIWL dans une situation de déficit hydrique 11 mois sur douze. Conformément à ces résultats, plusieurs auteurs ont identifié l'évaporation comme l'un des facteurs limitants de la disponibilité des ressources hydriques de la plaine du Logone (**Naah, 1989 ; Sighomnou, 2002 ; Liéno et al, 2011**). Il faut aussi noter que l'intensité de l'évaporation dans la plaine est accentuée par d'autres facteurs :

- La nature argileuse des sols limite l'infiltration et soumet l'eau aux effets de la chaleur ;
- La faible couverture végétale expose le substrat aux effets asséchant du soleil et épuise ainsi le peu de réserve utile qui y était ;
- Des chaleurs excessives.

**Figure 15: Corrélation entre ETP et Précipitations dans la plaine du Logone sur une période de dix ans.**



*Cette figure (figure 11) met en relief une corrélation entre les précipitations reçues entre 2005 et 2015. On observe des valeurs extrêmes pendant les mois chauds (Mars et Avril) avec des valeurs de l'ETP qui peuvent atteindre les 450 mm/mois. Cette tendance place le Yaéré dans une position de déficit hydrique. Cependant les mois de Juillet et d'Août, plus pluvieux se*

démarquent, et représentent les seuls mois où les précipitations dominent sur l'ETP.

### III.3. LES FACTEURS ANTHROPIQUES DE LA DEGRADATION DES PRAIRIES

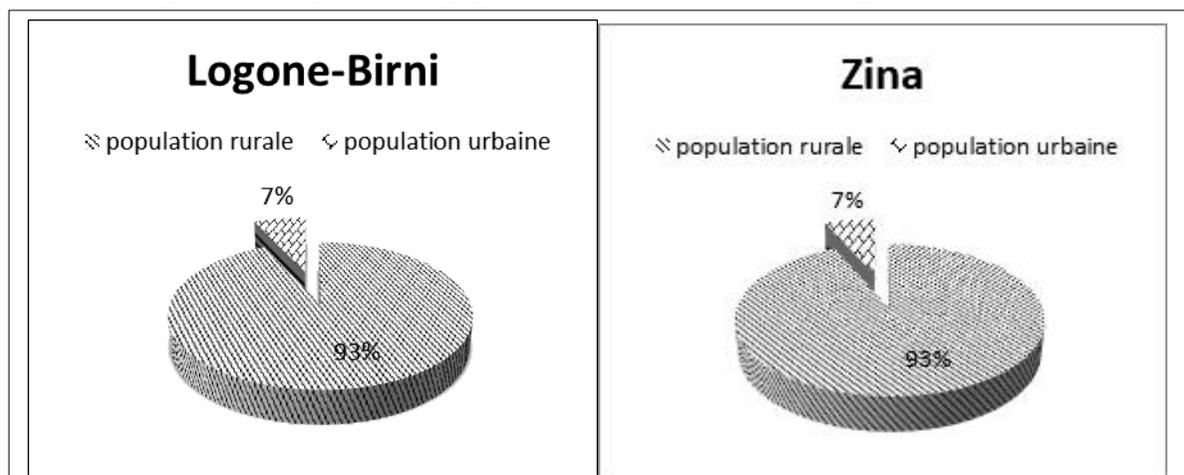
La précarité des conditions pastorales observée ces dernières décennies dans la plaine du Logone n'est pas que la résultante de la dégradation des conditions climatiques, mais aussi la conséquence d'une association des pratiques anthropiques inappropriées.

#### III.3.1. De l'expansion généralisée de la population

La population du Monde en général et celle de l'Afrique en particulier est sans cesse en forte croissance. Ceci du fait des progrès en science et médecine et ceux malgré la grande volonté des Etats à promouvoir le contrôle des naissances à travers des sensibilisations sur le planning familial.

La situation du Cameroun en général et de l'Extrême-Nord en particulier ne déroge pas de cette règle. Puisque, sur un total de 3 111 732 habitants, 2 403 732 habitants de la région de l'Extrême-Nord vivent en zone rurale. Cette tendance est la même dans le Yaéré en général et à Zina et Logone-Birni en particulier.

Figure 16 : Proportion des populations urbaines et rurales à Logone-Birni et Zina

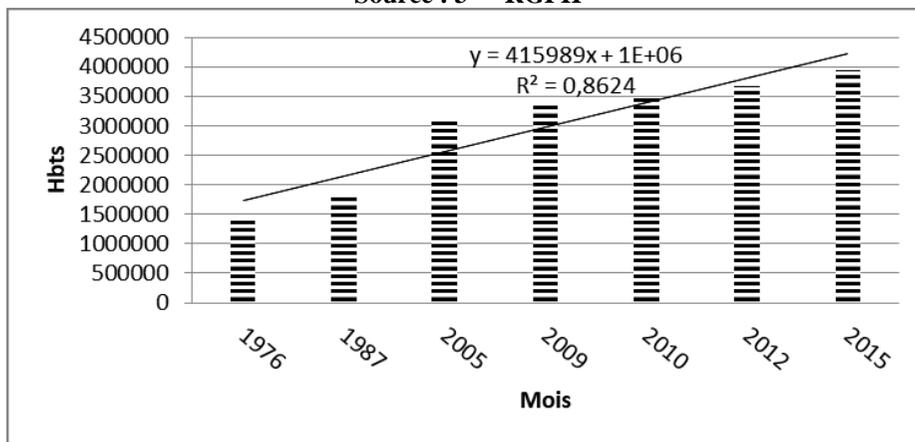


Ces deux diagrammes mettent en évidence la proportion des populations urbaines et rurales dans les arrondissements de Zina et de Logone-Birni. On peut observer un grand écart entre la population rurale et la population urbaine. En fait, pour ces deux zones la proportion des ruraux domine largement avec 93% contre seulement 7% pour la population urbaine. C'est donc une zone rurale.

L'analyse donc de cette population entre 1976<sup>15</sup> et 2015<sup>16</sup> (**Figure 13**), montre une grande expansion de cette dernière. Selon le **BUCREP (2010)**, la population de l'Extrême-Nord en 2010 avec 3 480 414 Hbts, est sensiblement le triple de celle de 1976 qui n'était que de 1 394 765 Hbts.

**Figure 17: Evolution de la population de l'Extrême-Nord entre 1976 et 2015**

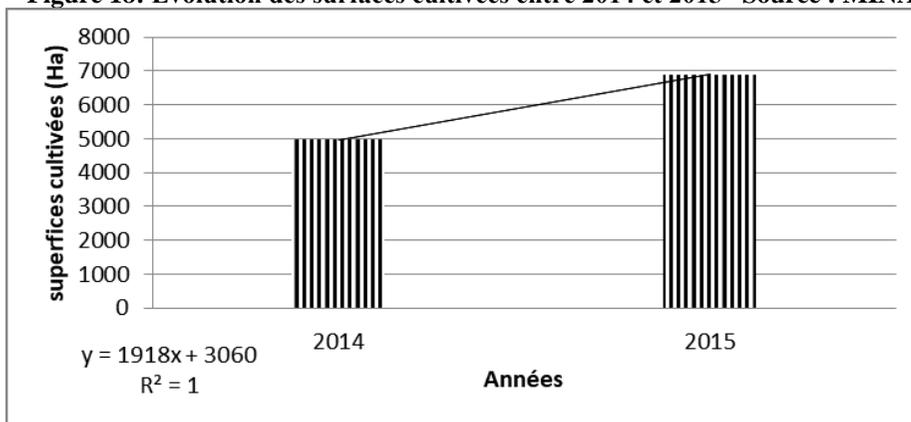
Source : 3<sup>ème</sup> RGPH



Cette figure montre l'évolution de la population de la région de l'Extrême-Nord Cameroun. De manière plus claire, elle met en évidence une évolution en marche d'escalier (croissant).

Toutefois, l'expansion de la population s'accompagne d'un certain nombre de besoins. C'est ainsi qu'on note une expansion des villages et des terres agricoles au détriment des terres de parcours.

**Figure 18: Evolution des surfaces cultivées entre 2014 et 2015** Source : MINADER



La **figure 14** montre l'évolution de la superficie des surfaces cultivées entre 2014 et 2015. Il apparait clairement une augmentation des surfaces

<sup>15</sup> Date du premier recensement général de la population du Cameroun

<sup>16</sup> Données estimées tirées du rapport du 3<sup>ème</sup> RGPH (BUCREP, 2010)

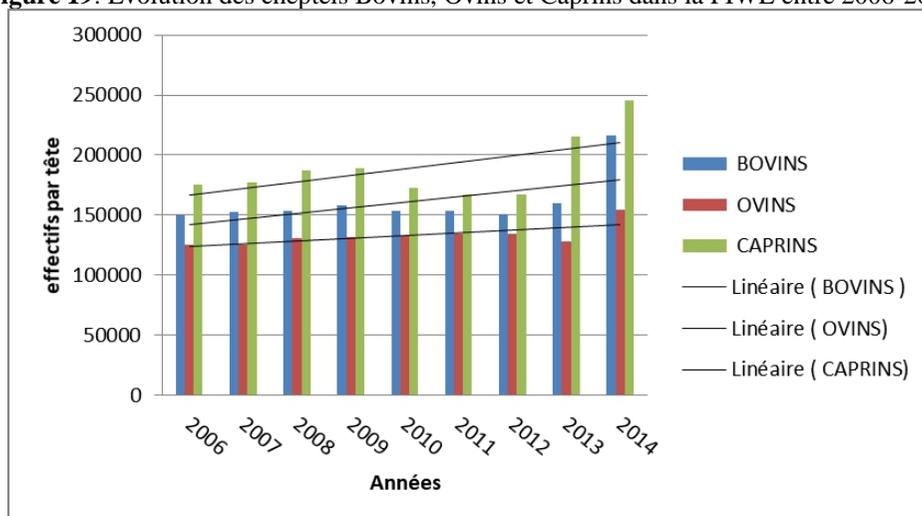
*cultivées juste en 02 ans d'intervalle ; puisque en 2014, la superficie cultivée était juste de 4 978 ha alors qu'en 2015 elle est à 6 896 ha, soit une augmentation de 1 918 ha en l'espace d'une année. C'est dire que si le rythme reste le même, en l'espace de cinq, la superficie des parcours serait vraiment menacée.*

Aussi, dans le même ordre d'idée, l'expansion démographique cause une surexploitation des ressources pastorales principalement les ressources hydriques pour des besoins d'irrigation des rizières et de maraichages. La culture du riz (*oryza barthii*) est en expansion dans la plaine du Logone avec des grandes exploitations telles que le périmètre irrigué de Ndu, Logone-birni, Zimado et surtout la création prochaine de 9000 ha de rizière près de Zina, qui est une grande zone de pâturage. A ceux-ci s'ajoute les périmètres privés qui naissent çà et là.

### III.3.2. De l'augmentation du nombre des transhumants

L'analyse statistique du nombre de bétail montre une augmentation de celui-ci dans la plaine. Ceci s'explique par, la fragilisation des autres zones pastorales et aussi de la crise « *Boko haram* » qui a obligé les éleveurs du Nord-Est du Nigéria, du Nord-Ouest du Cameroun à se rabattre sur la plaine du Logone.

**Figure 19:** Evolution des cheptels Bovins, Ovins et Caprins dans la PIWL entre 2006-2014



Source : MINEPIA, 2015

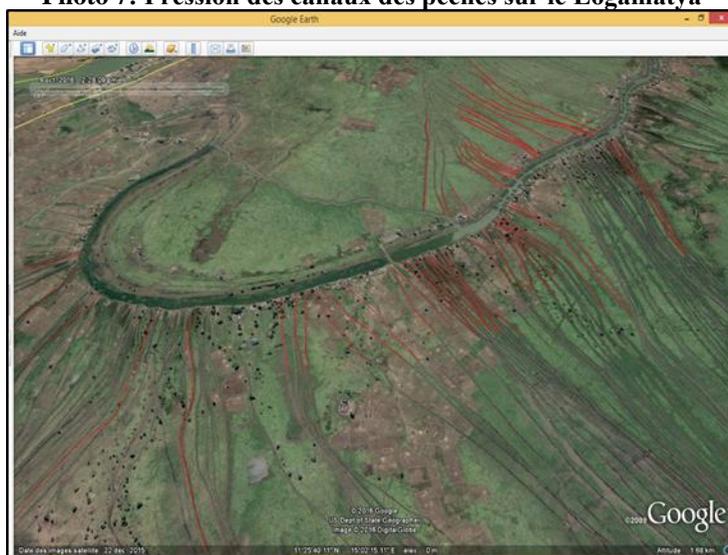
*La figure 15 montre une tendance d'évolution des trois principaux cheptels dominants dans la plaine du Logone. Elle dégage une évolution croissante très remarquable des caprins qui atteignent près de 250 000 (deux cent cinquante mille) têtes en 2014. Quant au cheptel bovin, lui aussi s'inscrit dans le contexte d'une croissance qui monte en flèche en 2014 avec 215 995*

*(deux cents quinze milles) têtes. Quant aux ovins bien que moins importants que les deux précédents montrent aussi une tendance à la hausse avec plus de 150 000 têtes en 2014.*

### **III.3.3. De la prolifération des canaux de pêche**

Les canaux de pêche influencent le rythme d'inondation et de retrait des eaux d'inondations dans la plaine. La communication directe des canaux avec les cours d'eau accélère le rythme des inondations, perturbants ainsi le déplacement des pasteurs. A l'inverse, lorsque s'amorce la décrue, l'eau se retire à une vitesse bien au-dessus de la normale et ceci assèche les cours d'eau qui autrefois gardaient de l'eau pendant la saison sèche et servaient de points d'abreuvement de bétail, à l'exemple de « *Abana*, un cours d'eau près de *Moukak* aux environs de *Zimado*. C'est donc dire que le développement de ce système piscicole dérègle l'équilibre écosystémique en impactant sur la ressource en eau quand on sait que la biodiversité et même les activités anthropiques dans la plaine y sont intimement liées (Agricultures maraichères, élevage...).

**Photo 7: Pression des canaux des pêches sur le Logamatya**



Source : Image Google earth du 22 Déc 2015

*Cette image Google earth montre au premier plan des canaux de pêche qui épousent les sinuosités du Logomatya. On peut y apercevoir la densité de ces ouvrages qu'on appelle localement « moulle ».*

### **III.3.4. L'action des ouvrages hydro-agricoles**

La mise en place des ouvrages hydro-agricoles représentent également une cause de la dynamique des ressources pastorales en général et de l'eau en

particulier. Le développement des ouvrages agricoles débute avec le projet SEMRY I et II et avec la construction du barrage de Maga pour les mêmes raisons, dans le souci d'améliorer la résilience des populations de la plaine du Logone face aux effets de la sécheresse des années 1970. Contrairement aux objectifs escomptés, les aménagements de la SMRY et la construction d'une berge le long du Logone pour l'aménagement du périmètre rizicole, va réduire de façon grave l'étendue et la profondeur des crues, avec pour conséquence de grave dégradation de l'écosystème de la plaine inondable du Logone (**Scholte P. et al. 1996**).

Aussi, le récent projet de « **digue route** » visant à réduire la vulnérabilité des populations face aux inondations et à faciliter dans le même temps la circulation des biens et des personnes amène les populations à se poser la question sur leur avenir lorsque ce projet viendrait à terme car disent-elles par la voix du *blama* de *Dibissa* « même si les inondations détruisent nos maisons, c'est aussi à travers eux qu'on tire nos bénéfices, reconstruisons et assurons l'avenir de nos enfants, alors qu'adviendra-t-il de nous sans inondations ? ».

Aussi, à l'ère où le besoin alimentaire se fait plus ressentir et la mécanisation atteint son apogée, la plaine du Logone connaît le développement de plusieurs rizières dont celles de Kousséri, Logone-Birni, Zimado, Ivié dont les besoins en eaux sont énormes et contribuent à la diminution des eaux de la plaine et même à l'occupation des espaces agricoles.

### III- DISCUSSION

Plusieurs auteurs travaillant sur la plaine ont présenté la ré-inondation comme la solution idoine au rétablissement des conditions éco-systémiques jadis préexistantes. **Loth (2004)** et **Scholte (2005)** dans le même sens présentent le projet Waza-Logone (1992) comme une réussite quant aux progrès réalisés. Cependant, sans toutefois aller dans le sens contraire, ce travail émet tout de même des réserves car après plus de deux décennies, le constat est clair, la dynamique des prairies est une évidence. De l'évaluation de la dynamique des prairies au moyen des SIG dans la plaine du Logone, s'est dégagée une dynamique interannuelle entre un maximum de 26,6% en 2012 et un minimum de 13,3%, en 2015 soit une diminution de l'ordre de 13%. Cette situation met en mal l'activité pastorale dans le Yaéré. Car, le pastoralisme dans la plaine d'inondation du Logone est traditionnel et basé sur l'exploitation des fourrages naturels. Cependant du fait de l'aridification du milieu, le fourrage naturel est insuffisant face à une demande de plus en plus croissante.

La plaine du Logone est une immense zone pastorale qui accueille chaque année plusieurs communautés pastorales nomades et semi-nomades du fait de son pâturage de saison sèche. Autrefois satisfaisantes toutes les

communautés, la couverture prairiale de nos jours ne dure que l'espace de quelques mois rendant ainsi pénible le pastoralisme dans la plaine. Cette situation ne permet pas de combler les périodes de soudures en attendant la saison des pluies.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

La plaine du Logone, autrefois excellent pâturage de contre-saison et lieu de destination d'un millier de pasteurs pendant les périodes de soudures est aujourd'hui comme partout ailleurs dans le sahel d'ailleurs sujet à mutations pastorales qui sont la résultante de la conjonction des effets de la précarité des conditions climatiques et des pratiques anthropiques inadéquates. Soumises au déficit hydrique et aux chaleurs extrêmes, les ressources en eau et fourragères de la plaine du Logone subissent des mutations quantitatives et qualitatives au point d'impacter le pastoralisme de cette région. Par ailleurs, l'expansion de la population et ses corollaires (expansion des zones d'habitations, extension des champs de culture), réduisent considérablement l'espace pastorale de la plaine. Aussi, des aménagements hydro-agricoles et piscicoles mis en place dégradent considérablement la disponibilité des eaux et par ricochet celle des fourrages.

Dans le souci de réduire la vulnérabilité des pasteurs face à la dynamique fourragère, il serait judicieux de :

- Former les pasteurs à la culture fourragère
- Instruire les pasteurs et créer un réseau de communication afin de faciliter la circulation des informations et le partage des connaissances sur les moyens d'adaptation à la dégradation des pâturages ;
- Sensibiliser et Former les pasteurs à la pratique de l'agro-pastoralisme ;
- former les pasteurs à la fabrication et la conservation de foin...

## **References:**

1. Barring L. and Hulme M., 1991. Filters and Approximate Confidence Intervals for Interpreting Rainfall Anomaly indices. Climatic Research Unit, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, United Kingdom, PP 837-847.
2. Bruno K. L., 2013. Gestion durable des ressources pastorales face aux contraintes hydro –climatiques en zones sèches : le cas de la Plaine d'inondation du Logone (Extrême-Nord du Cameroun). Université de Maroua, 165p.
3. BUCREP., 2010. 3ème RGPH: Mesure et cartographie de la pauvreté à partir des conditions de vie. Rapport d'étude, Cameroun, (2) 14, 241p.

4. Chouto S., 2016. Variabilité hydrologique et vulnérabilité des populations dans la Plaine d'inondation du fleuve Logone (Région de l'Extrême Nord-Cameroun). Université de Maroua, Cameroun, 158 p.
5. Compton J.Tucker 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, ELSEVIER, Volume 8, Issue 2, PP 127-150.
6. GEPIS (Groupe d'Experts sur les Plaines d'Inondation Sahéliennes), 2000. Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, 223 p.
7. GROTEN S. M. E., 1993. NDVI—crop monitoring and early yield assessment of Burkina Faso. *International Journal of Remote Sensing*, Volume 14, Issue 8, PP 1495-1515.
8. Liéno G., Delclaux et F. Noupa P., 2011. La plaine du lac Tchad dans L'Extrême-Nord Cameroun : de la sécheresse et des processus d'adaptation des populations à la restauration des inondations. Journée scientifique du 2IE, Ouagadougou, 3 P.
9. Loth P., 2004. The return of the water Restoring the Waza Logone floodplain in Cameroon . IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, 185p.
10. Naah E., 1989. Hydrologie du grand Yaere du Nord Cameroun. Thèse de doctorat, Université de Yaoundé I, 462p.
11. Niasse M., Afouda A., et Amani A., 2004. Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification : Eléments de stratégie régionale de préparation et d'adaptation. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. xviii + 71pp.
12. Nicholson and Palao, 1993. A Re-evaluation of rainfall variability in the Sahel. Part I Characteristics of rainfall fluctuations, *International Journal of Climatology* volume 13 issue 4, PP 371 – 389.
13. Ramsar, 2007. Manuels pour l'utilisation rationnelle des zones humides, 3ème Edition. ed. Ramsar, 114 p.
14. Reeves H. G., Jack E. Williams, Kelly M. Burnett And Kirsten Gallo, 2006. The Aquatic Conservation Strategy of the Northwest Forest Plan. Northwest Forest Plan—The First 10 Years (1994-2003): Synthesis of Monitoring and Research Results, PP 181-217.
15. Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W., 1973. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. 3rd ERTS Symposium, NASA SP-351, Washington DC, PP 309-317.
16. Salé A., 2011. Effets des changements climatiques sur les ressources naturelles agricoles dans la plaine du Logone (Extrême-Nord Cameroun). Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Géographie, Université de Ngaoundéré, 141 p.

17. Scholte P., 2005. Floodplain Rehabilitation and the Future of Conservation & Development. Tropical Resource Management Papers, Vol. 67, Leiden, 344p.
18. Scholte, P., Kari, S., Moritz, M., 1996. Participation des pastoralistes nomades et transhumants à la réhabilitation et à la gestion de la plaine inondable du Logone, dans le Nord Cameroun. IIED 33 p.
19. Sighomnou D., Nkamdjou L.S. et Liéno G., 2002. La plaine du Yaéré dans le Nord-Cameroun : une expérience de restauration des inondations. In : Orange Didier Paris, PP 375-384.
20. Sivakumar M. V. K. and Hatfield J. L., 1990. Spatial variability of rainfall at an experimental station in Niger, West Africa. Theoretical and Applied Climatology, Volume 42, Issue 1, PP 33–39.
21. TAUPIN J.D., AMANI A. & LEBEL T., 1998. Variabilité spatiale des pluies au Sahel : une question d'échelles. Water Resources Variability in Africa during the XXI century, IAHS Publ. no. 25 PP 143-158.