

# **Dynamique De L'occupation Du Sol Dans Les Zones Humides De La Commune D'allada Au Sud-Benin (Sites Ramsar 1017 Et 1018)**

***L. Estelle Brun,***

Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE) / FLASH/UAC/Bénin

***Djego J. Gaudence,***

Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA) / FSA/UAC/Bénin

***Moussa Gibigaye,***

Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE) / FLASH/UAC/Bénin

***Brice Tente,***

Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE) / FLASH/UAC/Bénin

Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA) / FSA/UAC/Bénin

Doi: 10.19044/esj.2018.v14n12p59 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n12p59](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n12p59)

---

## **Abstract**

The wetlands are the integral element of the natural resource of Benin Republic. However, anthropic pressure on those “fragil” environments, contribute to the reducing of their surface and accordingly, to a loss their biodiversity. The target objective is to make cartography of land units from 1990 to 2014 in order to identify the various pressures upon the wet ecosystems. A 2014 Landsat 8 OLI-TIRS image and a 1990 map of Benin land cover were used to establish the cartography. We used the Maximum likelihood algorithm to execute the supervised classification of the landsat image in ERDAS. The mapping of the land's units in the wetlands was then carried out in ArcGIS. The results revealed that the tree savana have completely disappeared. It represents 11.47 % of the landscape in 1990 against 0 % in 2014. The mosaics of fields and fallows under palm plantations have reduced to -30.42 % in 2014. They represent 66.63 % of the landscape. The land units which progressed are the mosaic of fields and fallow (12.06 %), the swamps (10.47 %), the plantations (5.26 %) and the agglomerations (2.71 %). This shows strong human pressure exerted on the natural vegetation of the wetlands in the Allada district. These results will provide the local authorities with a tool for decision support, for an efficient use and a sustainable

management of these natural wet ecosystems.

---

**Keywords :** Dynamics, Vegetation, Wetlands, Land cover, Allada-Benin

---

### **Resume**

Les écosystèmes des zones humides font partie intégrante du patrimoine naturel de la République du Bénin. Mais les pressions anthropiques sur ces milieux "fragiles", contribuent à la réduction de leur superficie et par conséquent, à une perte de leur biodiversité. L'objectif de cette étude est de faire une cartographie des unités de l'occupation du sol, de 1990 à 2014, afin d'identifier les diverses pressions subies par les écosystèmes humides dans la Commune d'Allada, au sud du Bénin (sites Ramsar 1017 et 1018). Une image Landsat 8 OLI-TIRS datant de 2014 de 30 m de résolution et la carte d'occupation du sol du Bénin de 1990 ont été utilisées pour établir cette cartographie sur la base d'une classification supervisée par maximum de vraisemblance dans le logiciel ERDAS. Il a été ensuite procédé à la cartographie des unités d'occupation du sol des zones humides dans le logiciel ArcGIS. Les différentes unités d'occupation du sol identifiées dans la Commune d'Allada sont : la savane arbustive, les mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies, les mosaïques de cultures et jachères, les marécages, les plantations et les agglomérations. Les résultats obtenus ont révélé que la savane arbustive qui occupait 11,47 % de la superficie totale des zones humides en 1990, a complètement disparu en 2014. Les mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies ont connu une régression de - 30,42 % en 2014. Les unités qui ont progressé sont les mosaïques de cultures et jachères (12,06 %), les marécages (10,47 %), les plantations (5,26 %) et les agglomérations (2,71 %). Ceci résulte de la forte pression humaine exercée sur les formations végétales. Ces résultats constituent un outil d'aide à la prise de décision, pour une gestion durable des zones humides de ladite Commune.

---

**Mots-clés:** Dynamique, Formations Végétales, Zones humides, Occupation du sol, Allada- Bénin

### **Introduction**

La dégradation de l'environnement qui apparaît comme une question purement écologique est bien aussi une question socio-économique. Les facteurs de dégradation dans les zones humides sont non seulement liés aux aléas climatiques mais surtout aux activités anthropiques. En effet, les enjeux socioéconomiques et écologiques dont les écosystèmes humides font l'objet et les conflits qu'ils génèrent imposent un besoin croissant de gestion plus globale, prenant en compte les milieux, les ressources et les activités qui s'y développent (Detrioux *et al.*, 2000). Les fonctions écologiques fondamentales

de ces zones humides en tant qu'habitat d'une flore et d'une faune caractéristiques, constituent d'ailleurs le fondement de l'adoption et de la mise en œuvre de la convention relative aux zones humides (Convention de Ramsar, 1999).

En République du Bénin, il existe quatre (04) sites Ramsar. Il s'agit notamment des sites Ramsar 1017 (Sud-Ouest) et 1018 (Sud-Est) et des sites 1668 (complexe Parc W) et 1669 (rivière Pendjari) situés respectivement au sud et au nord du Bénin, dans le domaine soudanien de la zone guinéenne (ABE, 2010).

La dynamique actuelle des formations végétales des zones humides est guidée par l'interaction de trois principaux facteurs : les facteurs naturels dominés par l'évolution du climat ; les facteurs anthropiques marqués par une intense activité agricole et pastorale et le contexte historique et politique.

Les zones humides sont apparues pour les populations d'Allada, persécutées par des guerres tribales et intestinales, comme des refuges pour se mettre à l'abri du conquérant. Elles servent également à de mouvements internes de population à la conquête de bonnes terres à des fins agricoles et occupent une forte population (Brun *et al.*, 2012). Cette potentialité dont regorgent les zones humides induit un grand besoin d'emplois et un dynamisme à utiliser dans une politique de développement local, voire national. Les zones humides sont très convoitées par les différents acteurs (agriculteurs, pêcheurs, éleveurs, exploitants forestiers, et autres).

Les fortes migrations en direction de ces zones entraînent une surexploitation systématique de toutes les ressources naturelles : terres rizicoles de plus en plus aménagées, surpâturage de ces zones, surexploitation de produits halieutiques par des techniques inappropriées, utilisation d'engins de pêche non réglementaires conduisant à la disparition de certaines espèces de poissons (Laleyè, 1997).

Les caractéristiques socio culturelles et démographiques des zones humides montrent en réalité que les populations sont fondamentalement animistes (Gnimadi, 1996) et tributaires d'une pauvreté extrême. Cette forte imprégnation du traditionnel dans la vie quotidienne des populations constitue un facteur valorisant aux multiples fins notamment la conservation et la gestion des ressources environnementales et naturelles. Aussi, ces zones humides contribuent-elles, à la promotion de l'écotourisme aux plans local, national et international.

La Commune d'Allada appartient au Complexe Ouest-Est (sites Ramsar 1017 et 1018) des zones humides du Sud-Bénin. Dans cette Commune, les zones humides occupent une superficie totale de 38078,18 ha. Les formations végétales et d'autres unités d'occupation du sol des zones humides sont en proie à une dégradation. La conservation et l'aménagement des ressources naturelles doit tendre vers un équilibre entre les besoins de

l'homme et l'aménagement des ressources naturelles renouvelables impliquent leur utilisation avec un rendement soutenu, c'est - à - dire sans dégradation (Lawin, 2000). Ces travaux de mémoires reposent notamment sur des questionnaires d'enquêtes.

Bon nombre d'études scientifiques sur les zones humides et aussi sur les espèces végétales de ces zones humides ont été effectuées de façon éparse. Mais, il n'existe pas d'études en lien avec la dynamique des formations végétales des zones humides, ni sur une vision prospective. C'est dans ce cadre que la présente étude a été réalisée pour combler cette lacune dans la littérature existante. Elle s'est basée sur des outils cartographiques afin de faire une analyse diachronique sur la dynamique de l'occupation du sol dans les zones humides de la Commune d'Allada au Sud-Bénin à travers l'élaboration d'une matrice de transition. Bon nombre de travaux de recherche scientifique sur les zones humides et aussi sur les espèces végétales de ces zones humides ont été effectuées de façon éparse. Mais, il n'existe pas d'études en lien avec la dynamique des formations végétales des zones humides, ni sur une vision prospective. La présente étude, s'inscrivant dans ce cadre a été réalisée pour combler cette lacune dans la littérature existante. Comment évoluent les unités d'occupation du sol des zones humides dans le temps et dans l'espace ?

Une analyse diachronique a permis d'appréhender l'évolution de l'état de surface et de mieux interpréter les phénomènes liés à la modification de l'environnement surtout des formations végétales des zones humides dans la Commune d'Allada. La présente étude vise à évaluer la dynamique des unités d'occupation du sol dans les zones humides d'Allada à travers une cartographie en vue de leur gestion efficiente. Les résultats obtenus constituent un outil de prise de décision indispensable aux autorités locales pour la protection, la conservation, voire l'aménagement des écosystèmes naturels que constituent les zones humides.

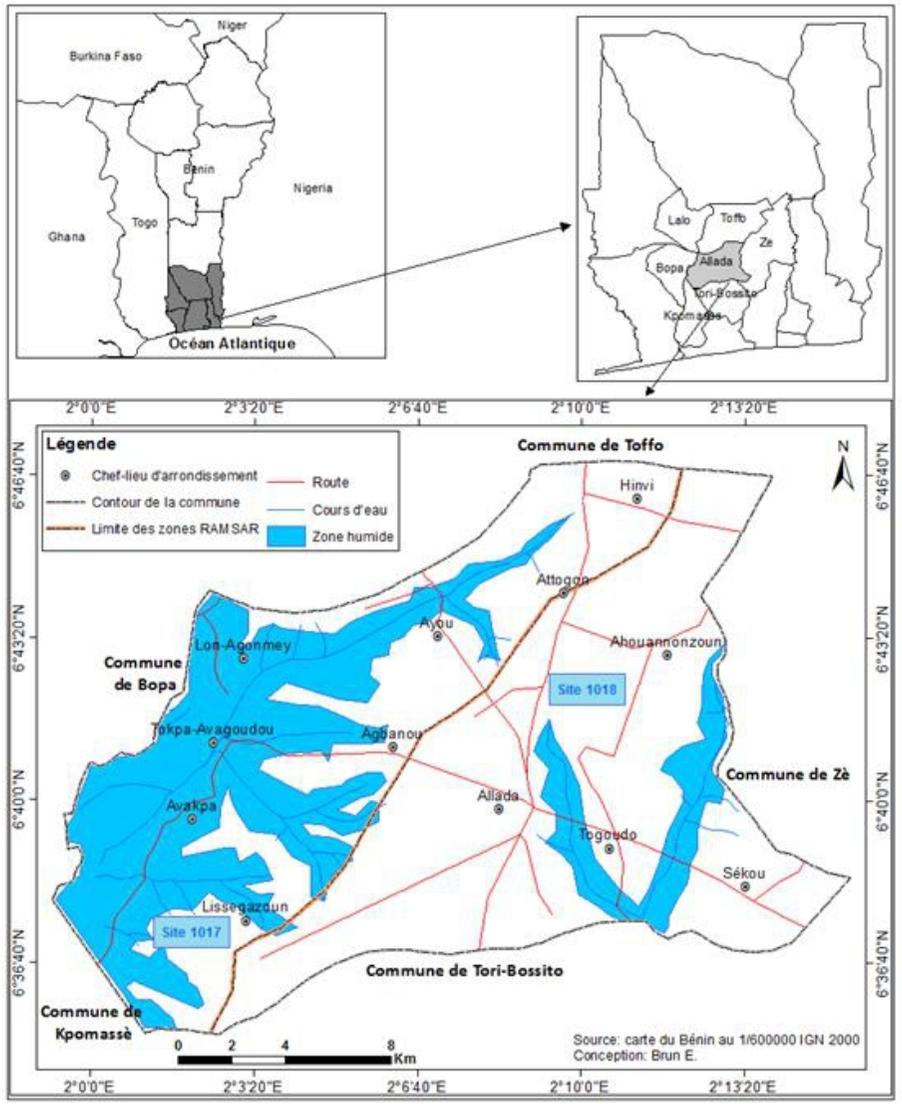
## **Milieu d'étude et approche méthodologique**

### **Milieu d'étude**

Le cadre géographique de l'étude couvre les douze (12) arrondissements de la Commune d'Allada. Cette commune est située dans la zone intertropicale en Afrique de l'Ouest, entre les parallèles 6°36' et 6°46' de latitude Nord et entre les méridiens 2°00' et 2°13' de longitude Est. Elle appartient à la zone agro écologique IV (ZAE IV) du Bénin, sur le plateau d'Allada au sud de la dépression de la Lama, à une distance de 54 km de Cotonou. Elle couvre une superficie de 381 km<sup>2</sup>, avec une altitude moyenne culminant de 90 m (INSAE, 2002). La dynamique démographique est de 77107 habitants en 1992 contre une population de 127512 habitants en 2013 pour une densité estimée à environ 241 km<sup>2</sup> (INSAE, 2015). (Figure 1).

La Commune d’Allada dispose de nombreuses potentialités biophysiques et humaines, favorables au développement agricole et halieutique.

Sur le plan climatique, le milieu d’étude couvre une seule zone climatique du pays. Il s’agit de la zone guinéo-congolaise dont la superficie totale est de 91600 ha (MEPN, 2004).



**Figure 1 :** Situation des zones humides de la Commune d’Allada

La Commune d’Allada est caractérisée par un climat de type subéquatorial avec une alternance annuelle de deux saisons : sèche et pluvieuse.

Le régime pluviométrique est bimodal (avril-juin et septembre-novembre) avec une moyenne annuelle de 1200 mm (Sinsin *et al.*, 2004). Ce régime est souvent perturbé entraînant des changements dans les cycles annuels de production.

La géomorphologie de la Commune d'Allada montre un modelé lié aux cours d'eau de la Commune. Il s'agit essentiellement de plateau de "terre de barre", entrecoupé par des dépressions. La "terre de barre" est un mélange assez homogène rouge d'argile kaolinique et de sable quartzeux fin à moyen qui couronne le continental terminal stricto sensu des plateaux. C'est une formation provenant du démantèlement de sol latéritique (Oyédé, 1991). Sur le plan pédologique, les sols rencontrés sont essentiellement dominés par la "terre de barre" caractérisée par un complexe argilo-sableux peu évolué et épais de teinte rouge. D'après les travaux de Totin (2003) et Eténé (2005), il existe trois grands types de sols dans la Commune : les sols ferrallitiques, les sols ferrugineux et les sols hydromorphes.

Sur le plan géologique, le milieu d'étude est essentiellement constitué des formations sédimentaires du Continental terminal. Les matériaux de surface qui se dégagent de ces unités géologiques sont : les graviers alluviaux, le sable et dépôt alluvial récent.

La végétation naturelle primaire a complètement disparu et a laissé place à une savane arbustive dominée par *Elaeis guineensis Jacq* avec des îlots de forêts reliques d'extension très limitée dont celui de Niaouli est l'un des vestiges (CRETA, 2009). Le couvert végétal est principalement caractérisé par des mosaïques de cultures et de jachères qui peuvent être sous palmiers. Aussi note-t-on des plantations qui recouvrent plus de 20 % de la Commune, principalement dans la portion nord.

Les principales activités économiques des populations de la Commune d'Allada sont : l'agriculture, l'élevage, la pêche, l'exploitation forestière, la transformation et l'industrie, les échanges commerciaux et l'artisanat.

### **Méthodes de collecte des données**

L'approche cartographique est basée sur l'étude diachronique des cartes de l'occupation du sol de la Commune d'Allada entre 1990 et 2014.

#### ➤ ***Outils de traitement des données***

Des logiciels de traitement des images, du SIG et d'analyse statistique ont été utilisés. Il s'agit de :

- Logiciel ERDAS Imagine 2011 version 11.0.2, un logiciel de traitement numérique des images de Leica Geosystems Geospatial Imaging, ce logiciel est utilisé dans :
  - les corrections radiométriques et géométriques ;
  - l'assemblage des bandes ;
  - le mosaïquage ;

- le découpage de notre zone d'étude ;
- la classification supervisée des images satellitaires ;
- l'évaluation de la classification.

-Logiciel ArcGIS version 10.1, un logiciel SIG de ESRI (Environmental Systems

Research Institute). Ce logiciel a été utilisé dans ce travail pour :

- la création, l'habillage et l'édition des cartes ;
- la détection de changement entre les différentes images satellitaires ;
- l'analyse de quelques données statistiques.

-Map Source pour le téléchargement des informations du GPS ;

-If an View pour l'extraction et l'importation des images des cartes réalisées pour leur insertion dans le texte ;

Des logiciels d'analyse statistiques, d'importation et de conversion des données :

-Le tableur Excel a été utilisé pour la représentation graphique des statistiques extraites des résultats cartographiques, la conversion et l'importation

ou l'exportation des données sous d'autres formats compatibles avec d'autres programmes informatiques tels que la conversion des données GPS en format

.xlsx.

#### ➤ **Traitement des images satellitaires**

L'étude de la dynamique de l'occupation du sol des zones humides dans la Commune d'Allada au cours de la période (1990-2014), a consisté initialement en une classification supervisée de chaque image satellite. Les classifications ont été suivies par une analyse de détection de changement pixel-par-pixel afin d'identifier et de corriger les trajectoires improbables. Une fois que ces images ont été classifiées et corrigées, la qualité du post-traitement a été évaluée afin de valider ou non les corrections faites. Les grandes lignes de La méthodologie utilisée pour la mise en place de la cartographie diachronique de l'occupation du sol dans la Commune d'Allada de 1990 à 2014 sont présentées sur la figure 2.

#### ➤ **Contrôle terrain**

Les travaux de contrôle terrain ont été effectués dans la zone d'étude de septembre à octobre. Le principal objectif de ces travaux est de confronter les résultats de l'interprétation des images aux réalités de terrain. Des corrections ont été faites avant la production finale des cartes de l'occupation du sol. Ces travaux ont consisté à relever au GPS les unités d'occupation du sol pré-identifiées sur la carte de l'occupation du sol de 2014.

## Classification de l'image Landsat 8 OLI-TIRS

Après avoir fait un pré-traitement, la classification de l'image Landsat 8 OLI-TIRS a été effectuée en deux temps à savoir : le la classification supervisée sur la base de l'algorithme du maximum de vraisemblance et la validation des données de contrôle terrain. La classification est limitée à la zone incluse dans le secteur d'étude. Pour chaque image, des zones d'entrainement ont été définies (à l'intérieur du masque) sur la base d'interprétation visuelle des images et de données auxiliaires (obtenues principalement à partir des interviews de producteurs de la zone). La végétation a été divisée en trois classes principales : les mosaïques de cultures et jachères, les mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies et les plantations.

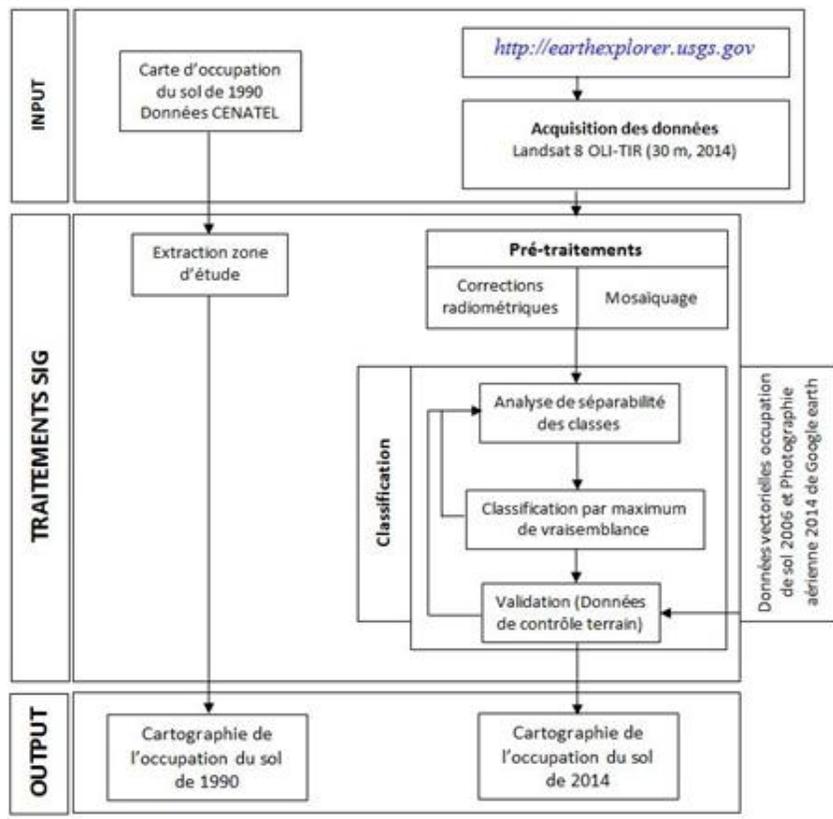


Figure 2 : Algorithme de cartographie de l'occupation du sol en 1990 et 2014

## Analyse diachronique de l'occupation du sol entre 1990 et 2014

Après l'établissement des cartes de l'occupation du sol de 1990 ( $T_1$ ) et de 2014 ( $T_2$ ), une analyse comparative des deux états  $T_1$  et  $T_2$  a été faite. L'analyse de l'évolution des différentes unités d'occupation du sol entre 1990 et 2014 a été établie à l'aide du protocole  $\Delta = S_{2014} - S_{1990}$  avec  $S_{1990}$  la superficie d'occupation par une unité en 1990,  $S_{2014}$  la superficie

d'occupation du sol de la même unité en 2014 et  $\Delta$  la variation de cette superficie entre 1990 et 2014.

Si :

$\Delta = 0$  alors, il y a stabilité (S);

$\Delta > 0$  alors, il y a évolution progressive (P) ;

$\Delta < 0$  alors, il y a régression (R).

Cette méthode a été utilisée pour apprécier l'évolution des différentes unités d'occupation du sol de 1990 à 2014 et pour déterminer les différents ordres de régression (1, 2, 3, ...n), de progression (1, 2, 3, ...n) et de stabilité car la dynamique est le reflet des effets des activités de la population sur le couvert végétal. Ainsi, au moyen de la formule proposée par la FAO (1995) et dont l'utilisation est très courante (Hoang *et al.*, 2002 ; Noyola-Medrano, 2006 ; Puyravaud, 2003 ; Sparfel, 2012 ; Oloukoi, 2013), le bilan (T) est calculé par la formule :

$$T = (1/(t_2 - t_1)) \times \ln(S_2 / S_1)$$

avec  $S_1$  et  $S_2$ , correspondant respectivement à la superficie d'une catégorie d'occupation du sol en année  $t_1$  et en année  $t_2$ ; T le nombre d'années d'évolution (bilan) ; ln le logarithme népérien.

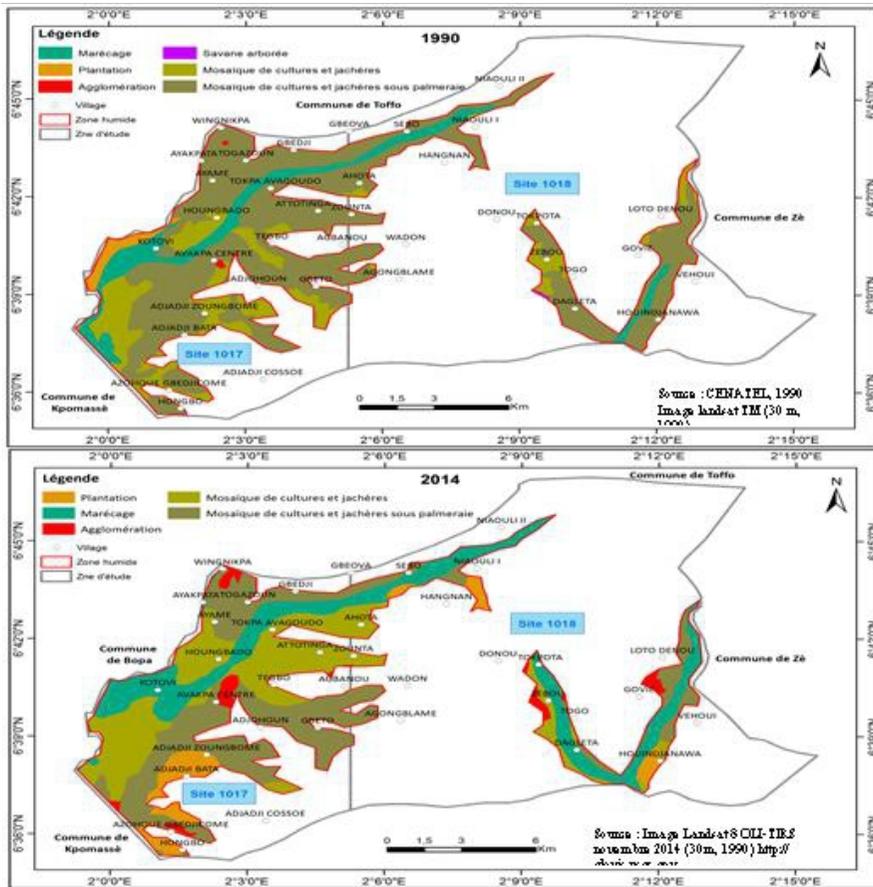
En vue de suivre la transition observée au niveau de l'occupation du sol entre 1990 et 2014, le logiciel Map Comparaison Kit (MCK) version 3.2 pour la comparaison des cartes raster a été utilisé. La méthode Hierarchical Fuzzy Pattern Matching sous MCK développée par Power *et al.*, 2001) a été utilisée pour comparer les deux cartes cellule par cellule. Cette méthode a permis d'obtenir le tableau de matrice de transition entre les deux cartes.

La validation des résultats a été effectuée par la validation visuelle dans Google Earth Pro © pour vérifier l'effectivité des unités de l'occupation du sol dans la zone d'étude.

## Resultats

### 3.1- Cartographie de l'occupation du sol dans les zones humides en 1990 et 2014

La carte de l'évolution de l'occupation du sol (Figure 3) des zones humides entre 1990 et 2014 montre que la hiérarchie des types d'occupation du sol est restée la même, mais l'importance relative des unités a varié.



**Figure 3 :** Occupation du sol dans les zones humides de la Commune d'Allada entre 1990-2014

L'examen de la figure 3 montre qu'en 1990, les infimes portions de la savane arborée et arbustive ont connu une disparition totale en 2014 au profit des mosaïques de cultures et jachères. De même, une grande portion des mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies ont connu une régression en faveur des mosaïques de cultures et jachères. Les progressions observées au niveau des agglomérations, des marécages et des plantations sont au profit des mosaïques de cultures et jachères. Ce qui explique une extension considérable des mosaïques de cultures et jachères. Par conséquent, les formations végétales naturelles telle que la savane est en régression considérable au profit des formations anthropiques. Ce qui en général explique par les diverses pressions que ces formations ne cessent de subir.

## Evolution des unités d'occupation du sol des zones humides entre 1990 à 2014

En 1990, les unités de l'occupation du sol de la Commune d'Allada étaient dominées par les mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies qui occupaient 66,63 % de la superficie totale et les mosaïques de cultures et jachères couvraient 18 %. Les marécages occupaient une proportion de 13 %. Les plantations constituaient 1,96 % de la superficie totale des zones humides. Les agglomérations représentaient 0,31 % de la superficie totale en 1990. Enfin, le reste de la superficie (0,09 %) était occupé par la savane arborée (Tableau I).

**Tableau I :** Evolution des superficies en hectare des unités d'occupation du sol de 1990 à 2014

Unités d'occupation	1990		2014	
	Superficie en Ha	Proportion en %	Superficie en Ha	Proportion en %
Agglomération	38,26	0,31	367,89	3,02
Marécage	1582,84	13,00	2858,50	23,47
Mosaïque de cultures et jachères	2192,94	18,01	3662,36	30,07
Mosaïque de cultures et jachères sous palmeraies	8113,93	66,63	4409,94	36,21
Plantation	238,53	1,96	879,27	7,22
Savane arborée	11,47	0,09	0,00	0
Total	12178	100	12178	100

Source : Résultat de l'étude comparée des cartes d'occupation de 1990 et 2014

Il ressort de l'analyse du tableau I, qu'en 2014, la savane arborée a complètement disparu au profit des cultures et jachères. On note également une progression importante des agglomérations et des marécages. Les mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies constituent la principale unité d'occupation des terres. Elles s'étendent sur 36,21 % de la superficie totale. Quant aux mosaïques de cultures et jachères, elles occupent 30,07 % de la superficie totale. Les plantations et les agglomérations occuperont respectivement une proportion de l'ordre de 7,22 % et 3,02 % entre 1990 et 2014. Les marécages ont aussi connu une progression de l'ordre de 13 % à 23,47 % entre 1990 et 2014. On enregistre une baisse des surfaces de cultures et jachères sous palmeraies et une augmentation des agglomérations, des cultures et jachères et des marécages.

La tendance évolutive est globalement positive pour les formations anthropiques tandis qu'elle est régressive pour les formations végétales naturelles (Tableau II). L'importance des changements observés est une conséquence des fortes pressions humaines qui induisent des besoins croissants en terres cultivables et des besoins en espèces végétales des populations urbaines et rurales.

**Tableau II** : Matrice de transition de l'occupation du sol (en pourcentage) entre 1990 et 2014 dans la zone humide de la Commune d'Allada**Source** : Résultats de traitements, Map Comparison Kit3, septembre, 2016

		Occupation en 2014					Total
		PL	MCJP	MCJ	MA	AG	
Occupation en 1990	PL	0,00	0,00	0,39	1,57	0,00	1,96
	MCJ	6,07	28,79	19,22	10,79	2,00	66,87
	MCJP	1,03	6,62	7,88	1,50	0,85	17,87
	MA	0,03	0,69	2,57	9,62	0,09	13,00
	AG	0,09	0,13	0,01	0,00	0,09	0,31
	Total	7,22	36,23	30,05	23,48	3,02	100,00

**Légende** / AG : Agglomération ; MA : Marécage ; MCJ : Mosaïques de cultures et jachères ; MCJP : Mosaïque de cultures et jachères sous palmeraies ; PL : Plantation

Il ressort de l'analyse du tableau II que 0,39 % des plantations en 1990 sont converties en mosaïque de cultures et jachères et 1,57 % sont classés en marécages en 2014. Toutes les unités des plantations sont converties dans le temps. En ce qui concerne les mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies, cette unité a été convertie en plantations, en mosaïques cultures et jachères, en marécages et en agglomérations et 28,79 % sont restés inchangés. Le même constat est fait pour les mosaïques de cultures et jachères où 19,22 % ont conservé leur état initial de 1990.

Pour le reste des unités de l'occupation du sol, le processus est le même, c'est-à-dire la conversion. Entre 1990 et 2014, le pourcentage des unités d'agglomérations et de marécages a connu une régression à certains endroits et réapparaissent ailleurs dans une proportion importante, conséquence d'une influence anthropique et d'une suppression de certaines tâches fragmentées.

### **Bilan de la dynamique d'occupation du sol des zones humides entre 1990 à 2014**

La dynamique spatiale et temporelle s'exprime en termes de régression, de stabilité ou de progression des unités d'occupation du sol.

- La stabilité : elle concerne les portions qui apparemment n'ont pas connu de changements significatifs ou du moins ont gardé la même physionomie au cours des différentes prises de vue aériennes en 1990 et en 2014. La savane arborée, bien que faiblement représentée, a disparu (0,09 % en 1990 contre 0 % en 2014).

La régression : elle concerne les portions qui ont connu une dégradation ou une réduction de leur superficie. Il existe trois (03) ordres de régression (R1, R2 et R3). Cependant, un ordre de régression (R1) a été observé dans le cas présent. La régression d'ordre 1 (R1) concerne les portions

ayant subi une dégradation très prononcée (les mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies en 1990 mutées soit en mosaïques de cultures et jachères, soit en agglomération ou soit en marécage en 2014). Ce qui témoigne de l’incidence des différentes activités exercées par les populations sur les composantes environnementales voire les écosystèmes humides de la commune d’Allada.

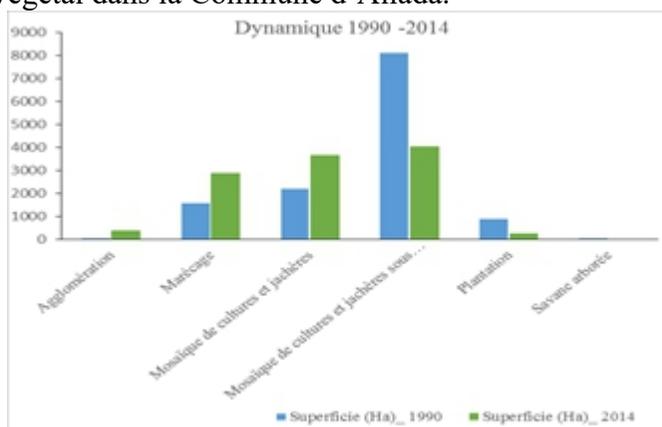
- La progression : elle concerne les portions qui ont connu une évolution pour devenir plus denses ou plus fournies (anthropisées) en 2014 par rapport à leur état de 1990. Trois ordres de progression ont été identifiés dans ce cas à savoir :

- La progression d’ordre 1 (P1) concerne les infimes portions de savanes arborées et arbustives de 1990 devenues mosaïques de champs et jachères en 2014.

- La progression d’ordre 2 (P2) prend en compte les portions de mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies de 1990 devenues mosaïques champs et jachères en 2014.

- La progression d’ordre 3 (P3) prend en compte les portions de champs et jachères sous palmeraies de 1990 devenues marécage et agglomération en 2014.

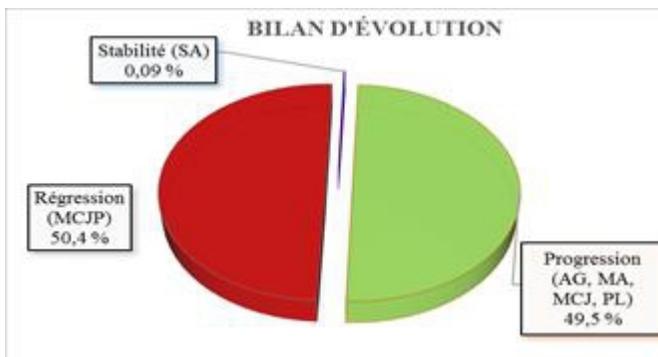
La figure 4 présente le récapitulatif en superficies des différentes unités du couvert végétal dans la Commune d’Allada.



**Figure 4 :** Variation de l’évolution des superficies des unités d’occupation du sol (1990-2010).

**Source :** Résultats de traitement des données, 2017.

La figure 5 présente l’évolution du bilan de la dynamique de 1990 à 2014 dans la commune.

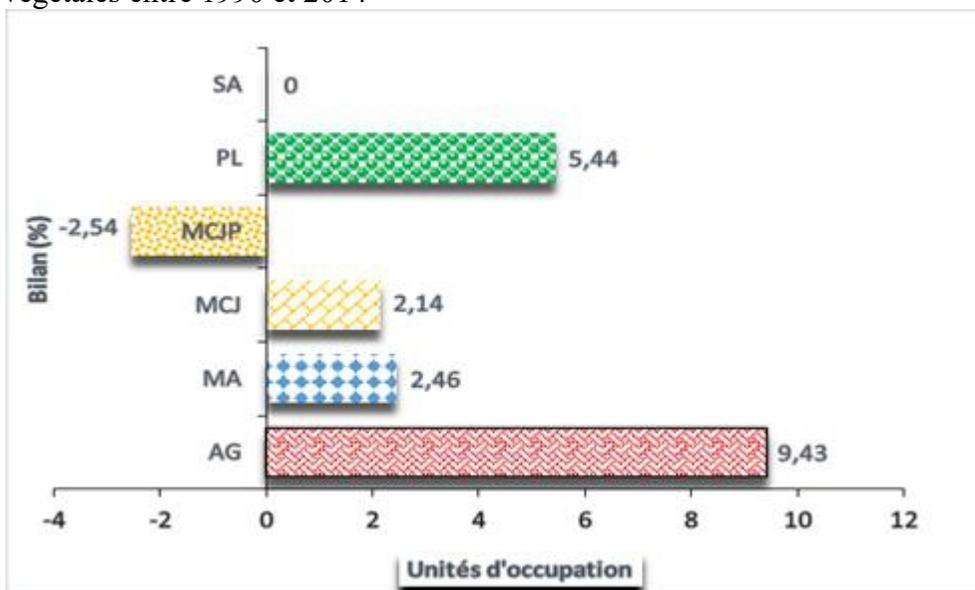


**Figure 5 :** Bilan de l'évolution des formations végétales et autres unités d'occupation du sol (1990 - 2014).

*Source : Résultats de traitements des données, 2016.*

L'analyse de la figure 5 révèle que les ordres de progression et de régression sont très prononcés du fait qu'Allada est une ville carrefour et de transit. Le couvert végétal a connu une dégradation d'ordre 1 ( $R1 = 50,42\%$ ) contre une reconstitution moyenne d'ordre 1 ( $R1 = 49,50\%$ ). De façon générale, les aires cultivées sont prépondérantes (près de 2/3). Cette situation est due non seulement à la technique agricole basée sur une agriculture itinérante et extensive mais également du fait que le Bénin reste un pays à vocation agricole.

La figure 6 présente la synthèse de la conversion des formations végétales entre 1990 et 2014



**Figure 6 :** Synthèse de la conversion des unités d'occupation du sol en 1990 et 2014

**Légende :** AG: Agglomération ; MA : Marécage ; MCJ : Mosaïques de cultures et jachères ; MCJP : Mosaïques de cultures et jachères sous palmeraie ; PL : Plantation

Il ressort de l'analyse de la figure 6 que les unités ont pour la plupart progressé aussi bien du côté des marécages qu'au niveau des formations anthropiques. En effet, les agglomérations ont connu une progression de 9,43 % de la superficie qu'elle occupait en 1990 par rapport à 2014. Du point de vue physiognomique, des portions de la zone humide qui étaient recouvertes par les cultures et jachères en 1990 sont en 2014 recouvertes par les agglomérations.

Par ailleurs, les mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies ont régressé de 2,54 %. Les portions de la zone humide où cette formation était présente en 1990 sont devenues des portions couvertes de mosaïques de cultures et jachères, d'agglomérations, de marécages en 2014. Ce recul s'est produit aussi au profit des plantations qui se sont accrues de 5,44 % en superficie. Par contre, les marécages ont connu une évolution d'environ 2,46 % de leur superficie au cours de la même période. Cette évolution s'est produite au détriment des cultures et jachères. De plus, les mosaïques de cultures et jachères ont progressé de 2,14 % de la superficie qu'elle occupait en 1990 par rapport à 2014. Cette unité a connu une évolution au profit des marécages, des agglomérations et des plantations.

## **Discussion**

### **Dynamique des formations végétales des zones humides entre 1990 et 2014**

La dynamique des unités de l'occupation du sol des zones humides dans la Commune d'Allada sur la période 1990-2014 est caractérisée par une extension des marécages, des agglomérations et des formations anthropiques au détriment des formations végétales naturelles pourvoyeuses de générer de l'économie à la population d'Allada. En effet, la superficie de la savane arborée a complètement disparu. Cette superficie était passée de 11,47 ha en 1990 à 0 ha en 2014. Les agglomérations ont connu une progression de 9,43 % de la superficie qu'elles occupaient en 1990. Ainsi, les portions de la zone humide qui étaient recouvertes par les cultures et jachères en 1990 sont en 2014 recouvertes par les agglomérations. Quant aux mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies, elles ont régressé de 2,54 % de leur superficie entre 1990 et 2014. Les portions de la zone humide où cette formation était présente en 1990 sont devenues des portions couvertes de mosaïques de cultures et jachères, d'agglomérations, de marécages en 2014. Ce recul s'est produit aussi au profit des plantations qui se sont accrues de 5,44 % en superficie. Les marécages ont connu une évolution d'environ 2,14 % de leur superficie au cours de la même période. Cette évolution s'est produite au détriment des cultures et jachères.

Le bilan d'évolution des superficies des unités de l'occupation du sol entre 1990 et 2014 a permis d'évaluer le taux annuel de régression des

formations végétales des zones humides dans la Commune d'Allada avec une moyenne de 2,34 %. Ceci confirme bien les résultats de Mama *et al.* (2003), Tenté (2005), Orékan (2007), Oloukoi (2012), Arouna (2012) et Gbaguidi (2016), concernant la régression des formations végétales denses au profit des espaces agricoles. En effet, Mama *et al.* (2003) ont respectivement obtenu dans le secteur de Alafia et de Kilibo des taux annuels de régression de 0,03 % et de 0,04 % entre 1986 et 1999. Les travaux de Orékan (2007) ont également révélé un taux de déforestation de 6 % entre 1991 et 2000 dans l'Ouémé supérieur. Le taux annuel de régression moyen du milieu d'étude évalué par Oloukoi (2012) entre 1986 et 2006 au centre du Bénin est quant à lui de 4,33 %. De même, Abdoulaye (2015) et Gbaguidi (2016) ont obtenu des taux annuels de 2,74 % et de 3,04 % respectivement dans le bassin supérieur de Bétérou et dans le bassin d'approvisionnement du sud.

Globalement, les superficies des formations anthropiques et des agglomérations des zones humides de la commune d'Allada ont connu une augmentation au cours de la période de 1990 à 2014. L'extension des superficies de ces unités causée principalement par la satisfaction des besoins toujours grandissants en ressources végétales et en terres cultivables, des populations de la Commune d'Allada, s'est faite au détriment des superficies des savanes. Cet état de chose explique bel et bien l'anthropisation des zones humides dans la Commune de Allada (Planche 1 : photos a et b). Même si la technique agricole est basée sur une agriculture itinérante et extensive, les incidences observées sont pour le moment vulnérables aux composantes environnementales mais il faudra en prendre garde afin de prendre des mesures préventives comme le stipulent les principes de précaution et de prévention du droit de l'environnement visant à minimiser et, si possible, à éliminer les rejets de substances potentiellement nocives et à promouvoir des produits et procédés moins polluants. C'est une mesure qui permet l'efficacité des ressources naturelles afin de prendre une décision. La dynamique spatiale dans la Commune d'Allada a engendré des changements d'état au niveau des unités d'occupation du sol.



**Planche 1** : Agglomérations à 150 m (photo a) et marché à 500 m (photo b) du fleuve Couffo à Togo (Lon-Agomey) **Source** : *Prise de vue BRUN L. Estelle, 2016*

## Conclusion

La dynamique de l'occupation du sol dans les zones humides de la Commune d'Allada au Sud-Bénin (Sites Ramsar 1017 et 1018) passe par les diverses pressions que subissent les éléments de l'environnement et qui ont une incidence (négative ou positive) tant sur les ressources naturelles que sur la population.

Les tendances majeures montrent une régression des formations naturelles au profit des formations anthropiques. La disparition totale de la savane arbustive montre la forte emprise de l'homme sur son milieu naturel, pourvoyeur de richesses incommensurables pour la satisfaction de ses besoins vitaux. L'adoption d'une approche globalisante incluant les différentes conventions sur la diversité biologique et le programme d'aménagement des zones humides en général s'avère indispensable pour tenir compte du développement durable dans toutes ses dimensions à savoir viable économiquement, vivable environnementalement et équitable socialement.

## References:

1. Abdoulaye D., 2015. Dynamique de l'occupation des terres et ses incidences sur l'écoulement dans le bassin versant de l'Ouémé à l'exutoire de Bétérou (Nord-Bénin). Thèse de Doctorat unique en gestion de l'environnement. EDP/FLASH/UAC, 277 p.
2. ABE (Agence Béninoise pour l'Environnement), 2010. Projet de gestion communautaire de la biodiversité marine et côtière. Mise en place de la base des données géoréférencées sur la zone côtière et les zones humides. Phase 3. Rapport définitif, 223 p.
3. Arouna O., 2012. Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin : implications pour l'aménagement du territoire. Thèse de Doctorat unique, Géographie et Gestion de l'Environnement. EDP/FLASH/UAC, Bénin, 246 p.
4. Brun L.E., Gibigaye M., Tenté B., 2012. Incidences de la dynamique des écosystèmes humides sur l'environnement et le développement socio-économique dans la commune d'Allada. Ben Géo : 46-58.
5. Convention de Ramsar, 1999. La convention sur les zones humides. Brochure faite à partir d'une série de publication à l'occasion du 25<sup>ème</sup> anniversaire de Ramsar en Février 1998, 25 p.
6. CRETA (Centre de Recherches Eco-Touristique et Agronomique), 2009. Conservation et amélioration de la biodiversité de la forêt du village Niaouli : parc écotouristique de Niaouli, Allada, 15 p.
7. Detrioux V., Andrieu J., Alexandre F., Méring C., 2000. Enjeux socioéconomiques et écologiques des milieux humides. Rapport d'activité, Bénin, 32 p.

8. Eténé C., 2005 : Hydrologie urbaine de la ville d'Allada. Mémoire de DEA. FLASH/UAC, 78 p.
9. FAO, 1995. Evaluation des ressources forestières en pays tropicaux. Rome, 153 p.
10. Gbaguidi A. H. U., 2016. Dynamique des ressources en bois-énergie et impacts sur les écosystèmes forestiers du bassin d'approvisionnement sud de la République du Bénin. Thèse de Doctorat unique. FLASH/EDP/UAC, Bénin, 279 p.
11. Gnimadi A., 1996. Projet d'aménagement des zones humides du Sud-Bénin. Rapport de consultation, PAZH, Cotonou, Bénin, 55 p.
12. Hoang K. H., Bernier M. et Villeneuve JP., 2002. Les changements de l'occupation des terres dans le bassin versant de la rivière Càu (Viêt-Nam). Essai sur une approche diachronique, Revue Télédétection : 227-236.
13. IMPETUS Atlas du Benin, 2007. Résultats de recherche 2000-2007. Troisième édition. Département de Géographie, Université de Bonn, Allemagne, 144 p.
14. INSAE, 2002. Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH 3). Rapport général, 161 p.
15. INSAE, 2015. Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH 3). Rapport général, 35 p.
16. Laleyè P., 1997. Inventaire des poissons menacés de disparition du Bénin. Rapport d'étude sur les poissons d'eaux douces et saumâtres du Bénin : Inventaire, distribution, statut, conservation. Coopération Bénino-Néerlandaise-Ambassade des Pays-Bas, 95 p.
17. Lawin V., 2000. Etude de la filière cultures maraichères dans les zones humides du Sud -Bénin. Rapport d'étude, PAZH, Cotonou, Bénin, 113 p.
18. Mama V. J. et Oloukoi J., 2003. Évaluation de la précision des traitements analogiques des images satellitaires dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol. Télédétection 3 (5) : 429-441.
19. MEPN, 2004. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. Rapport intégré sur l'Etat de l'Environnement au Bénin, Cotonou-Bénin, 25 p.
20. Noyola-Medrano M. C., 2006. L'évolution morphologique actuelle du Champ Volcanique de la Sierra Chichinautzin (Mexique) à partir de l'analyse tomomorphométrique des cônes de scories et du changement de l'occupation du sol. Thèse de Doctorat, Université Paris 7 Denis-Diderot, 220 p.
21. Oloukoi J., Mama V. J., 2013. Analyse de la dynamique agraire des agro écosystèmes de bas-fonds du Centre Bénin, Agronomie Africaine, pp: 117-128.

22. Oloukoi J., 2012. Utilité de la télédétection et des systèmes d'information géographique dans l'étude de la dynamique spatiale de l'occupation des terres au centre du Bénin. Thèse de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi, 305 p.
23. Orékan V., 2007. Traitement et analyse des données LANDSAT 7. Elaboration de la carte forestière, exécution d'un Inventaire Forestier National (IFN). Projet Bois de Feu, phase II, Cotonou, Bénin, 61 p.
24. Oyédé L. M., 1991 : Dynamique sédimentaire actuelle et messages enregistrés dans les séquences quaternaires et néogènes du domaine margino-littoral du Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse nouveau régime. Université de Bourgogne et Université Nationale du Bénin, 302 p.
25. Power C., Simms A., White R., 2001. Hierarchical fuzzy pattern matching for the regional comparison of land use maps. *International Journal of Geographical Information Science* 15 (1) : 77-100.
26. Puyravaud J. P., 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 1 (3) : 593-596.
27. Sinsin B., Eyog O., Matig O.E., Assogbadjo A.E., Gaoue O.G., Sinadouwirou T., 2004. Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azelia africana* Sm. Dynamic changes in trees found in different climatic zones of Benin. *Biodiversity and Conservation* 13 (8): 1555-1570.
28. Tenté B., 2005. Recherche sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora : secteur Perma-Toucountouna (Bénin). Thèse de Doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, 252 p.
29. Totin S. V. H., 2003. Changements climatiques et vulnérabilité des ressources en eau sur le plateau d'Allada : approche prospective. Mémoire de Maîtrise de Géo, FLASH/UAC, 105 p.