

## **CONTRIBUTION DES SIG DANS L'ANALYSE FLORISTIQUE DES ESPACES VERTS DANS LA VILLE DE PORTO-NOVO AU BÉNIN**

**Abdel Aziz OSSENI<sup>1</sup>, Coovi Aimé Bernadin TOHOZIN<sup>2\*</sup>,  
Inoussa TOKO MOUHAMADOU<sup>3</sup> et Brice SINSIN<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Laboratoire d'Ecologie Appliqué, Département d'Aménagement et Gestion de l'Environnement, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin*

<sup>2</sup>*Centre Régional de Formation aux Techniques des Levés Aérospatiaux. Département de Cartographie, Ilé-Ifè, P.M.B : 5545, Osun State, Nigéria*

<sup>3</sup>*Centre Régional de Formation aux Techniques des Levés Aérospatiaux. Département des SIG, Ilé-Ifè, P.M.B : 5545, Osun State, Nigéria*

<sup>4</sup>*Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Département d'Aménagement et Gestion de l'Environnement, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin*

---

\*Correspondance, e-mail: [tohozin@rectas.org](mailto:tohozin@rectas.org)

### **RÉSUMÉ**

Dans la ville de Porto-Novo, la place accordée aux espaces verts ne permet pas un bon épanouissement du végétal qui s'y trouve et dont la diversité est faible. L'objectif de cette étude est de faire un état des lieux des espaces verts afin d'estimer le potentiel floristique de ces sites très utiles aux citoyens. La méthodologie adoptée repose sur une enquête socio-économique qui a abouti à un inventaire des sites grâce à un questionnaire et, sur la phytosociologie qui a permis de calculer la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon, l'équitabilité de Pielou et, l'indice d'ombrage des espaces verts.

Comme principaux résultats, nous avons constaté que la ville de Porto-Novo dispose de 14 espaces verts, répartis en 8 places publiques, 4 jardins et 2 esplanades boisés. Cette répartition montre que le 3<sup>e</sup> arrondissement concentre un nombre important des sites. Tandis que le 2<sup>e</sup> demeure la zone la plus pauvre en espaces verts. La richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon, l'équitabilité de Pielou et l'indice d'ombrage des espaces verts varient selon les sites. Pour l'ensemble de la ville, 306 individus répartis en 72 espèces sont inventoriés dans les espaces verts. L'étude a permis de connaître l'inégale répartition des espaces verts par arrondissement dans la ville. Le potentiel floristique de ces espaces verts est aussi important.

Et que seul le Jardin des plantes et de la nature de la ville, contient le plus grand nombre d'espèces (53) et le plus grand nombre d'individus (142) parmi tous ces espaces verts.

**Mots-clés :** *SIG, analyse floristique, espaces verts, Porto-Novo, Bénin.*

## **ABSTRACT**

### **Contribution of GIS in floristic analysis of green spaces in Porto-Novo town, Benin**

In Porto-Novo, the place granted to green spaces does not allow a good blooming of the plant which is there and whose diversity is low. The aim of this study is to make an inventory of green spaces fixtures in order to consider the floristic potential of these sites very useful for the townsmen. The adopted methodology rests on a socio-economic investigation which leads to an inventory of the sites thanks to a questionnaire and, into the phytosociology which made it possible to calculate the specific richness, the index of diversity of Shannon, the equitability of Pielou and, the index of green spaces' shade. As principal results, we noted that the town of Porto-Novo has 14 green spaces, divided into 8 public places, 4 gardens and 2 esplanades wooded.

This distribution shows that the 3<sup>rd</sup> district concentrates a significant number of the sites. While the 2<sup>nd</sup> remains the lowest zone in green spaces. The specific richness, the index of diversity of Shannon, the equitability of Pielou and the index of shade of greens spaces vary according to sites. For the entire town, 306 individuals divided into 72 species are inventoried in the green spaces. The study made it possible to know the unequal distribution of green spaces per district in the city. The floristic potential of these green spaces is also significant. And only the nature and botanical garden of the city, contains the greatest number of, species (53) and individuals (142) among all these green spaces.

**Keywords :** *GIS, floristic analysis, green spaces, Porto-Novo, Benin.*

## **I - INTRODUCTION**

Avec la forte croissance démographique qui annonce pour bientôt 80 % de la population mondiale en milieu urbain, la construction d'un environnement de proximité convenable pour l'Homme dans la ville est devenue un enjeu important pour faire face aux nombreux désagréments liés à l'absence de la végétation en milieu urbain [1].

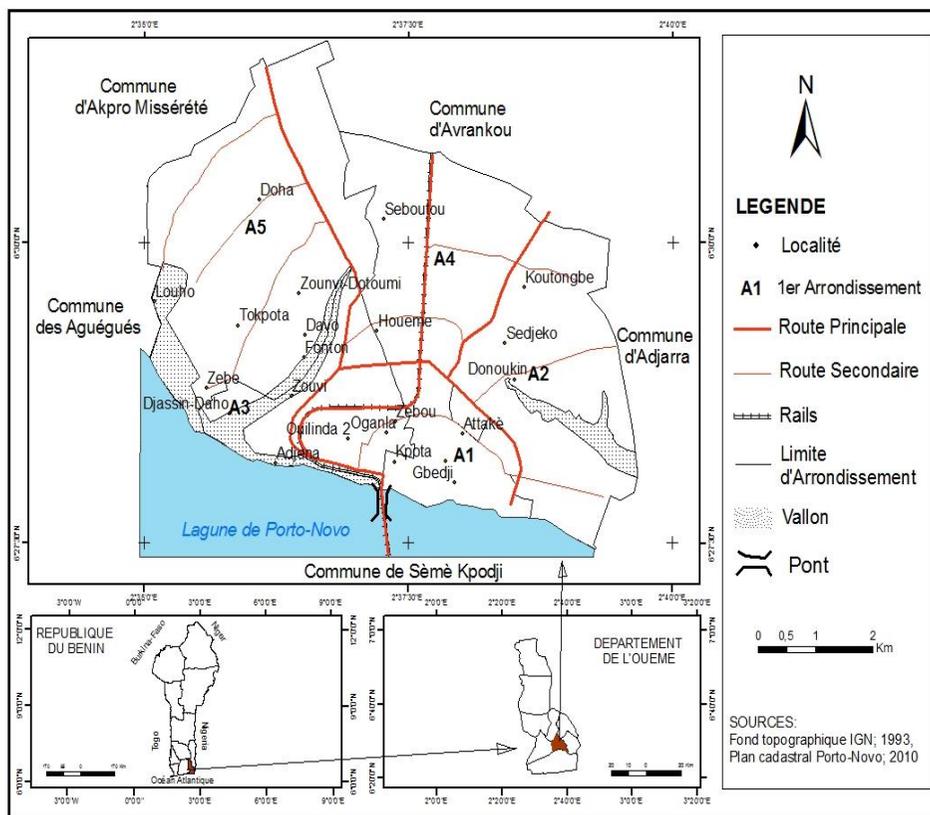
Les villes africaines, dans une dynamique spatiale accélérée, engendrent des effets néfastes sur la nature, comme c'est le cas de Porto-Novo. La « nature » en ville est représentée essentiellement par l'ensemble des espaces végétalisés urbains (EVU) et les espèces qui y trouvent refuge [2]. Mais la gestion des espaces verts reste caduque avec des documents encore analogiques et des informations dispersées entre acteurs. Toute chose compromettant la viabilité des arbres en plantation, et la ville dans ses fonctions sociales [3]. Ainsi, la conception d'espaces publics ou privés de qualité où la nature et, plus particulièrement, le végétal trouve toute sa place, intègre les nouveaux modèles de la ville durable avec la réalisation des infrastructures vertes telles que parcs, jardins, espaces interstitiels, arbres d'alignement. Ces infrastructures peuvent être un outil de structuration de l'urbain en fonction de la densité du végétal et de leur potentialités floristiques [4, 5].

Dans les villes du Bénin et plus particulièrement à Porto-Novo, la place accordée aux infrastructures vertes ne permet pas un bon épanouissement du végétal qui s'y trouve et dont la diversité est faible. Selon [3], l'enjeu de ville durable à Porto-Novo prend plus de place dans les reboisements annuels des plantations d'alignement et d'accompagnement des artères de la ville, alors que les aires de récréation que sont les espaces verts et places publics constituent des déserts écologiques. Au manque d'entretien de ces infrastructures, s'ajoute l'insuffisance en plants et de variétés d'espèces pour donner une valeur paysagère plus attrayante. Dans le contexte actuel où les aménagements et les tentatives de restructuration de cette ville doivent prendre en compte la biodiversité, il est important de faire un état des lieux afin d'estimer le potentiel floristique de ces sites très utiles aux citoyens.

## II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

### II-1. Présentation de la zone d'étude

Situé à 30 km de Cotonou dans le Sud-Bénin, la ville de Porto-Novo est localisée entre 6°25' et 6°30' de latitude nord, et entre 2°34' et 2°40' longitude est. Avec une superficie de 52 km<sup>2</sup> soit 0,05 % du territoire national, elle est limitée au nord par les Communes d'Akpro-Misséré et d'Avrankou, au sud par la Commune de Sèmè-kpodji, à l'est par la Commune d'Adjara, à l'ouest par la Commune des Aguégus (*Figure 1*).



**Figure 1 :** Situation géographique de la ville de Porto-Novo

La température moyenne est de 27,5°C avec une pluviométrie moyenne de 1300 mm par an. La végétation naturelle de la ville est composée des forêts marécageuses et sacrées [6]. La végétation anthropique est composée de plantations d'alignement, d'espaces verts et de jardins dont le Jardin des Plantes et de la Nature [7].

## II-2. Matériel

Plusieurs matériels ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Un GPS (Global Positioning System) de marque Garmin 76csx présentant une bonne précision planimétrique pour prendre les coordonnées géographiques des sites des espaces verts. Des fiches d'inventaire pour noter les paramètres mesurés; un penta décimètre pour mesurer les diamètres d'houppier (ombrage des arbres). Il a été aussi utilisé un ruban pi pour mesurer le diamètre des arbres (dbh) et un sécateur de jardin pour prélever les échantillons botaniques.

Du matériel ayant joué un important rôle dans la cartographie a été utilisé. Il s'agit du logiciel ArcGIS qui a servi à traiter la carte topographique de Porto-Novo de 1968 comportant les feuilles NB-31-XV-2c et NB-31-XV-4a à l'échelle de 1/50. 000 et du logiciel ENVI pour le traitement de l'image Spot 5 de 2006.

### **II-3. Méthode de traitement des données**

Le dépouillement des fiches d'enquête a été fait de façon manuelle. Toutes les données recueillies sont encodées. Les tableaux sont réalisés avec le logiciel Word, les diagrammes et courbes avec le tableur Excel pour représenter les données quantitatives. L'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité de Pielou sont calculés pour déterminer la diversité spécifique des espaces verts [8, 9]. L'indice d'ombrage et l'indice de végétation normalisée ont été aussi calculés.

#### ***II-3-1. Richesse spécifique***

Elle est le nombre d'espèces présentes dans chaque espace vert. Elle est notée (S). Mais cette mesure est insuffisante pour apprécier la diversité des arbres en plantation dans les espaces verts. La richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité de Pielou sont devenus des indices utilisés pour comparer différents peuplements ou différents états temporels d'un même peuplement [10]. Pour cela, d'autres indices ont été calculés.

#### ***II-3-2. Indice de diversité de Shannon***

L'indice de Shannon varie à la fois en fonction du nombre d'espèces présentes et en fonction de la proportion relative des individus des diverses espèces. Il varie souvent de 0 à 5 et s'exprime en bits. Cet indice a pour formule :

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

Un indice de diversité de Shannon élevé correspond à des conditions du milieu favorables à l'installation de nombreuses espèces; c'est le signe d'une grande stabilité du milieu [11].

$P_i$  (compris entre 0 et 1) est la proportion relative de l'effectif des individus d'une espèce  $i$  dans l'ensemble des individus de toutes les espèces concernées ;

$$P_i = n_i / \sum n_i \quad (2)$$

avec  $n_i$  comme effectif des individus de l'espèce  $i$  et  $\sum n_i$  comme l'ensemble des individus de toutes les espèces.

### II-3-3. Équitabilité de Pielou

Cette équitabilité traduit le degré de diversité atteint par un peuplement, et correspond au rapport entre la diversité effective ( $H$ ) et la diversité maximale théorique ( $H_{max}$ ).

$$R = H / H_{max} = H / \log_2 S \quad (3)$$

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement, et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus.

### II-3-4. Indice d'ombrage

Cet indice est auto généré et utilisé dans les études antérieures [12]. C'est le taux de recouvrement d'un espace vert en ombrage d'arbres. Il est proportionnel à la superficie couverte par le houppier des arbres au sol, et varie en fonction de l'inclinaison des rayons solaires. Il est déterminé par la superficie moyenne du houppier des arbres prise au sol autour de midi. Il s'exprime en pourcentage et est noté  $I_o$ .

$$I_o = \sum A_i \times 100 / A_t \quad (4)$$

$A_i$  = surface d'ombrage d'un arbre ;  $\sum A_i$  = surface totale d'ombrage sur le site et  $A_t$  = l'aire totale du site. Ensuite, l'indice de végétation normalisé a été calculé dans le logiciel ENVI 4.7 pour apprécier l'état de la végétation de la ville, puis des représentations cartographiques ont été faites avec ArcGIS 9.3.

## III - RÉSULTATS

### III-1. Répartition des espaces verts par arrondissement

La ville de Porto-Novo présente 14 espaces verts, répartis en 8 places publiques, 4 jardins et 2 esplanades boisés. L'effectif par Arrondissement de ces espaces verts est présenté sur la **Figure 2**. Cette répartition montre que le troisième arrondissement concentre un nombre important des sites. Le deuxième arrondissement est la zone la plus pauvre en espaces verts. La position géographique de ces sites est présentée sur la **Figure 3**.

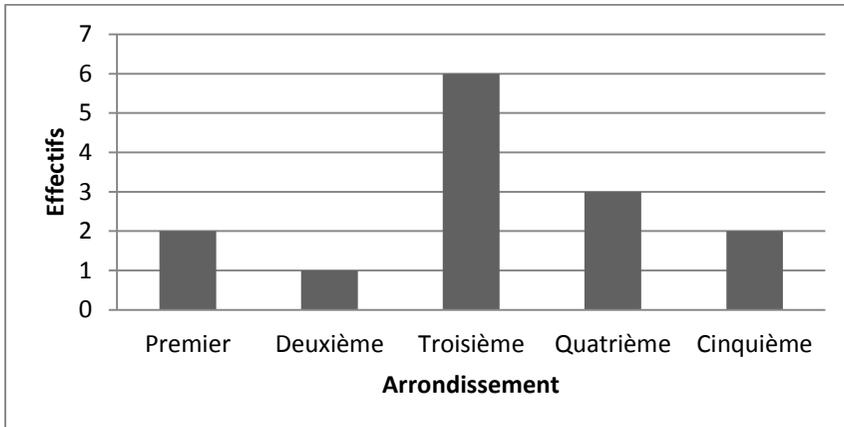


Figure 2 : Répartition des espaces verts par arrondissement

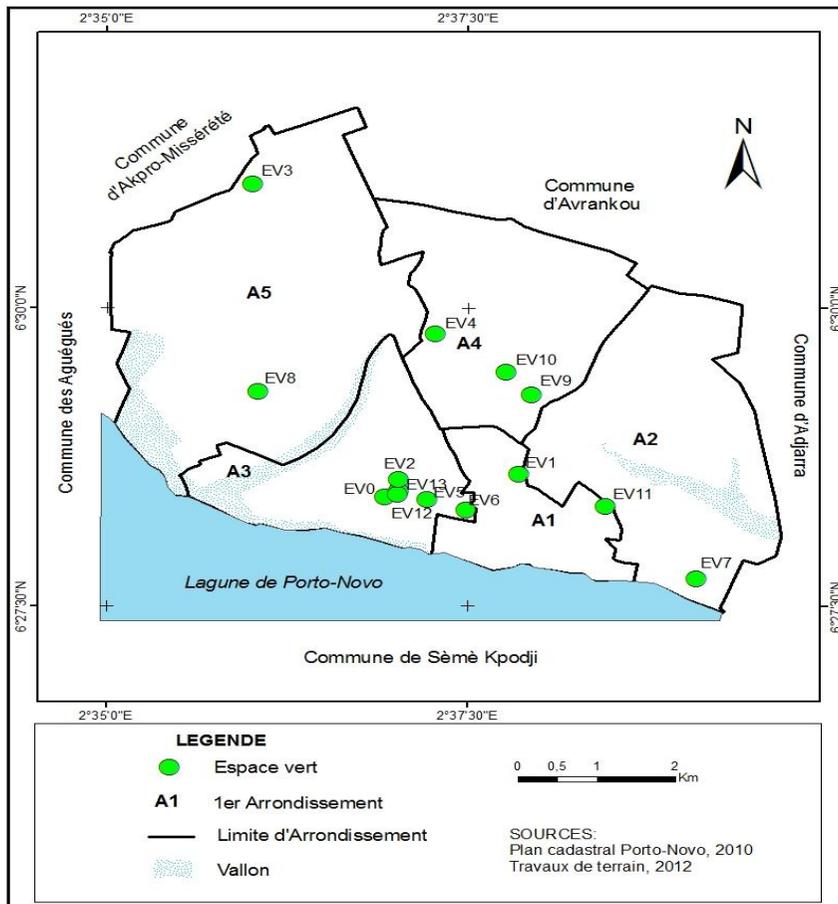


Figure 3 : Localisation des espaces verts par Arrondissement

Cette figure donne un aperçu global de la distribution des espaces verts sur le territoire de la ville de Porto-Novo. On remarque que le troisième Arrondissement concentre 6 espaces verts contre 1 pour le deuxième. Le premier et le cinquième arrondissement ont chacun 2 espaces verts et, le quatrième arrondissement en a 3. Ces valeurs expriment une inégale répartition des espaces verts par arrondissement. Il est donc important de connaître la composition floristique de ces espaces verts.

### III-2. Potentialités floristiques des espaces verts de la ville de Porto-Novo

Le potentiel floristique des espaces verts de la ville de Porto-Novo a été évalué en termes de richesse spécifique, d'Indice de diversité de Shannon, d'équitabilité de Pielou et d'indice d'ombrage. Ces différents paramètres sont résumés dans le *Tableau 1*.

**Tableau 1** : Synthèse du potentiel floristique des espaces verts

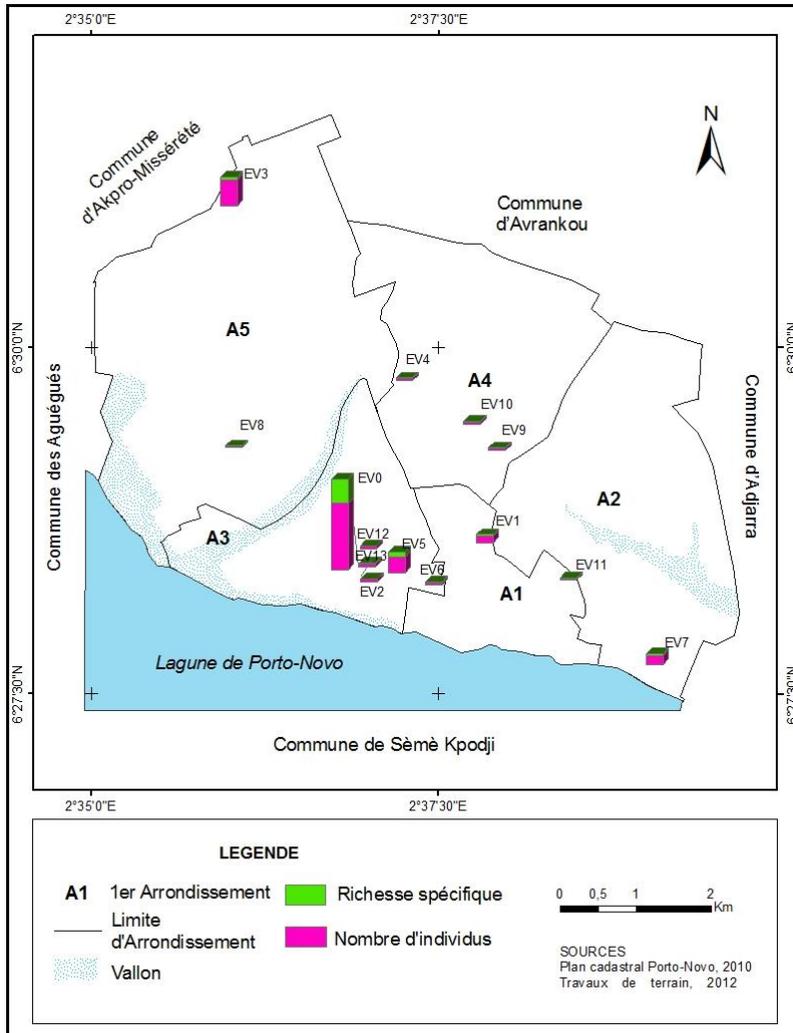
Code	Nom EV	N	S	H (bits)	R	Indice d'ombrage (%)
EV0	Jardin des plantes et de la nature	142	53	5,41	0,94	32,28
EV1	Place Olory-Tobgé	14	4	1,43	0,71	50,88
EV2	Esplanade de l'Assemblée Nationale	5	2	0,97	0,97	41,67
EV3	Place de l'Unité Akonaboè	56	6	2,14	0,83	41,79
EV4	Place Publique de Houinmè	4	2	0,81	0,81	44,43
EV5	Place Bayol	35	10	2,6	0,86	41,73
EV6	Place Togo	5	2	0,97	0,97	47,07
EV7	Place Idi	19	5	0,91	0,91	45,59
EV8	Jardin Tokpota II	2	2	1	1	100
EV9	Jardin Kandévié	4	2	1	1	40,55
EV10	Place Yaya gendarme	4	2	0,81	0,81	21,4
EV11	Jardin Rond point Mairie	4	1	0	0	35,19
EV12	Place Monument aux morts	6	3	0,92	0,92	53,29
EV13	Esplanade Stade Charles de Gaulles	6	1	0	0	12,76

Source: Travaux de terrain, 2012

#### Légende

*EV* = Espace Vert ; *S* = Nombre d'espèces ; *R* = Equitabilité de Pielou  
*N* = Nombre d'individus d'arbres ; *H* = Indice de diversité de Shannon.

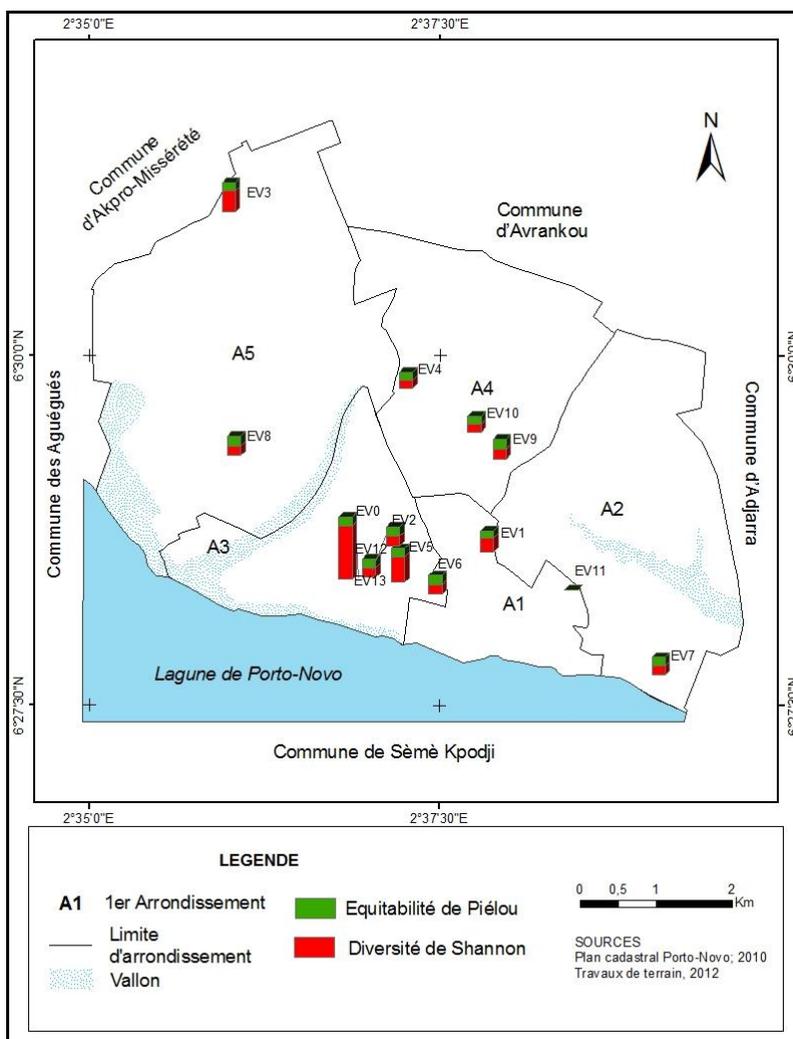
Pour l'ensemble de la ville, 306 individus sont inventoriés dans les espaces verts et répartis en 72 espèces. La composition floristique par espace vert et par arrondissement est présentée sur la **Figure 4**.



**Figure 4 :** Composition floristique des espaces verts

En thème d'individus, le jardin des plantes (EV0) vient en tête avec 142 individus. Viennent ensuite la place de l'unité (EV3) avec 56 individus, la place Bayol (EV5) avec 35 individus puis la place Idi (EV7) avec 19 individus. Le nombre d'individus le plus faible est enregistré au niveau du jardin de Tokpota II (EV8).

En thème de richesse spécifique (Nombre d'espèces), le jardin des plantes vient toujours en tête avec 53 espèces. Viennent ensuite la place Bayol et la place de l'unité avec respectivement 10 et 6 espèces. La plus faible richesse spécifique est égale à 1, et est enregistrée sur l'esplanade du Stade Charles de Gaulles (EV13) et au niveau du Rond-point Mairie (EV11). Pour une bonne appréciation du potentiel floristique des espaces verts, la diversité spécifique a été calculée. La diversité spécifique évoque la proportion relative des individus des diverses espèces et le degré de diversité atteint par les espaces verts. Elle est appréciée à la fois avec l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité de Pielou qui sont représentés sur la **Figure 5**.

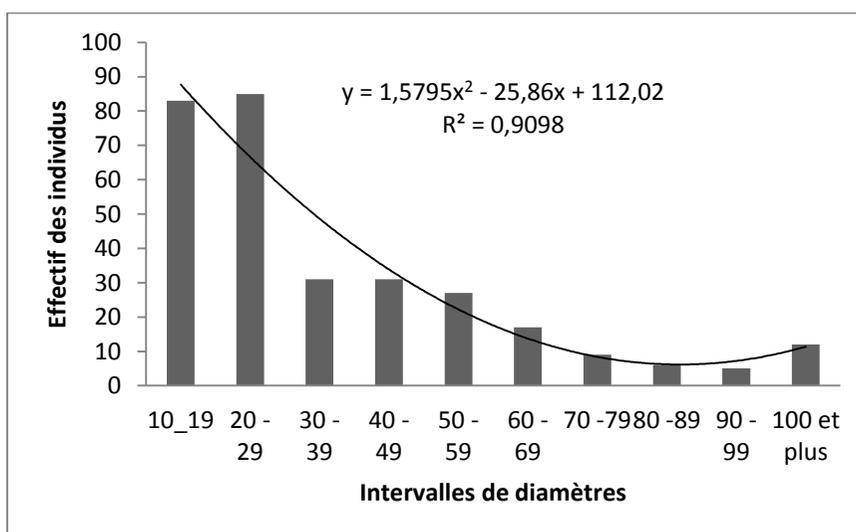


**Figure 5 : Diversité spécifique des espaces verts**

On note que, mise à part le jardin des plantes (EV0) qui est fortement diversifié (Diversité de Shannon > 5 bits), tous les autres espaces verts de la ville ont une diversité de Shannon inférieure ou égale à 2 (Diversité de Shannon  $\leq 2$  bits). Ce qui montre de façon générale que les espaces verts sont faiblement diversifiés dans la ville. Par contre, on note pour l'ensemble une forte valeur de l'équitabilité de Pielou ( $0,8 \leq R \leq 1$ ). Ceci explique une équirépartition des espèces recensées dans chacun de ces espaces verts sauf l'esplanade du stade Charles De Gaulles (EV13) qui présente une diversité mono spécifique ( $R = 0$ ). La seule espèce présente sur ce site est *Azadirachta indica*. En fonction des conditions de viabilité des arbres, ces derniers présentent une certaine morphologie appréciable par leurs structures diamétrique, en hauteur et l'ombrage procuré par leur houppier.

### III-3. Structure diamétrique des espaces verts

La structure diamétrique des espaces verts est présentée sur la **Figure 6**.

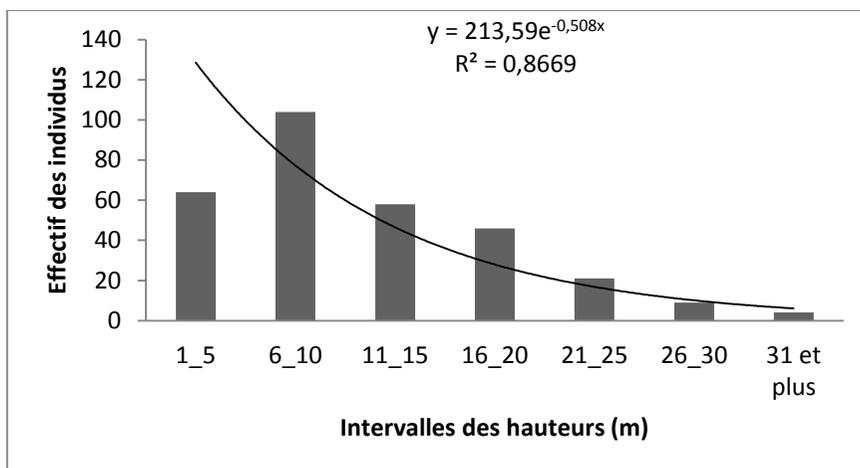


**Figure 6 :** Structure diamétrique des espaces verts de la ville de Porto-Novo

De l'analyse de cette figure, il ressort que les individus de faible diamètre (10 à 30 cm) sont nombreux au sein des espaces verts alors que les individus de gros diamètre sont peu nombreux et se retrouvent pour la plupart dans le Jardin des Plantes et de la Nature. Cette distribution s'ajuste au mieux à la fonction polynomiale d'équation  $y = 1,579x^2 - 25,86x + 112,0$  avec  $R^2 = 0,909$ .

### III-4. Structure en hauteur des espaces verts

La structure en hauteur des espaces verts est présentée sur la **Figure 6**.



**Figure 6 :** Structure en hauteur des espaces verts de la ville de Porto-Novo

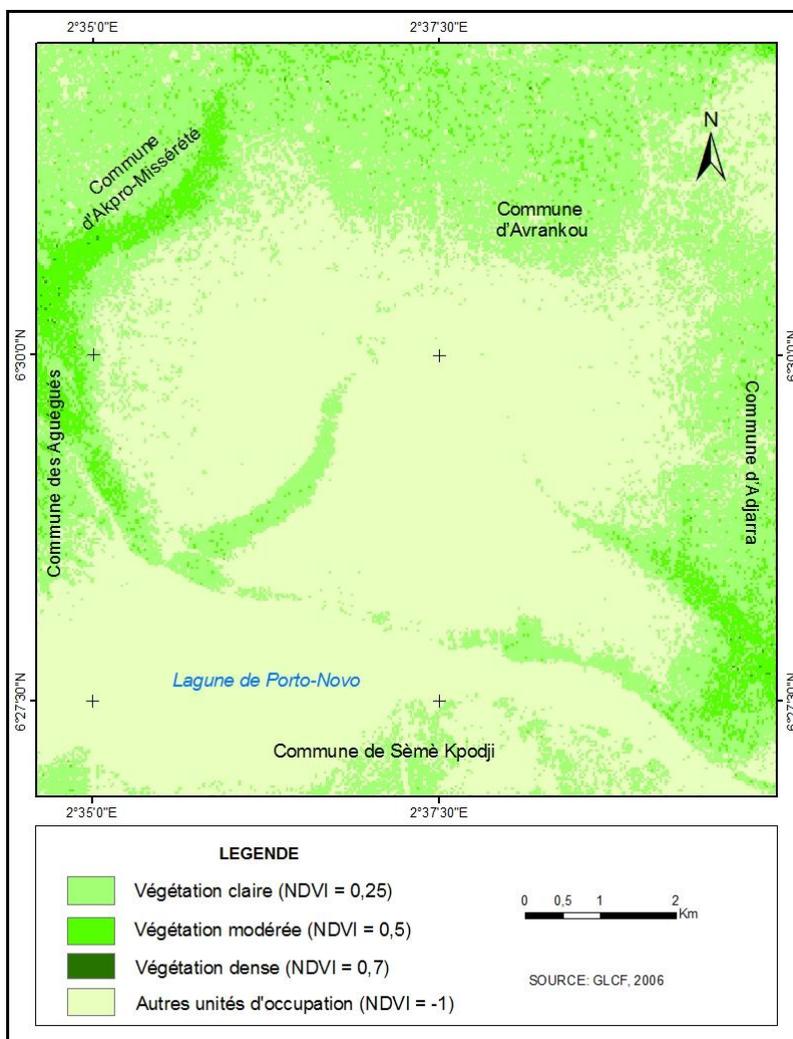
On note un nombre important d'individus de petite taille dans les espaces verts de la ville de Porto-Novo. Ces individus ont des hauteurs comprises entre 1 et 10 m, ce qui dénote de l'état jeune des arbres en plantation sur ces sites. Cette distribution s'ajuste au mieux à la fonction exponentielle d'équation  $y = 213,5e^{-0,50x}$  avec  $R^2 = 0,866$

### III-5. Apport en ombrage des espaces verts

L'un des avantages des espaces vert dont bénéficient les populations est l'ombrage. Il est proportionnel à la superficie couverte par le houppier des arbres au sol, et varie en fonction de l'inclinaison des rayons solaires. La superficie moyenne d'ombrage est présentée sur la **Figure 7** pour chaque espace vert.

L'ombrage procuré par les arbres en plantation dans les espaces verts couvre une superficie relativement inférieure à 50 % sauf le jardin de Tokpota (EV8) qui présente un coefficient d'ombrage de 100 % à cause de sa superficie réduite. Ces chiffres montrent que les espaces verts de Porto-Novo ont encore la moitié de leur superficie non couverte et par conséquent méritent plus d'entretien et de reboisement. En plus de ces caractéristiques, l'état de phytosanitaire de l'ensemble du couvert végétal de la ville a été apprécié à partir de l'indice de végétation normalisé (NDVI).





**Figure 8:** *Indice de végétation normalisé*

## IV - DISCUSSION

### IV-1. Inventaire floristique des espaces verts

Plusieurs auteurs comme [13-17] ont abordé l'étude des communautés floristiques des milieux urbains. D'autres, à l'instar de [18], ont étudié la structure verte et la biodiversité urbaine, [19] s'est penché sur l'espace vert, etc. Ils ont apporté leur contribution dans le domaine de l'écologie urbaine et enrichi ainsi les connaissances sur le thème de « la nature en ville ».

Cette étude floristique des espaces verts de la ville de Porto-Novo a été systématique et cadre avec les différentes recherches citées précédemment. Cette méthode qui a permis de connaître avec exactitude le potentiel floristique des espaces verts a été possible grâce aux tailles relativement petites des sites inventoriés. Les résultats obtenus sont semblables à ceux trouvés par [6], et révèlent une faible diversité de l'ensemble, sauf le jardin des plantes qui assure aussi une fonction conservatrice.

Les principales espèces que sont : *Terminalia mentaly* ; *Terminalia catappa* ; *Eucalyptus torrelliana* ; *Azadirachta india* ; *Cocos nucifera* ; *Delonix regia* et *Roystonea oleraceae* sont très appréciées par les populations. [3] a montré qu'il est important d'en tenir compte pour les prochaines opérations de reboisement sur les sites. L'information rendue disponible à partir de cet inventaire doit être aussi centralisée dans une base de données accessible à tous les acteurs pour la mise à jour et pour faciliter le suivi des espaces verts.

#### **IV-2. Caractéristiques structurales des espaces verts**

La structure diamétrique des arbres en plantation dans les espaces verts montre que les classes de diamètre 10 à 19 cm et 20 à 29 cm comptent un effectif de 168 individus, soit 54,90 % de l'effectif total. Quant aux grands diamètres, ils comptent peu d'effectifs et sont rencontrés dans le Jardin de Plantes et de la Nature, site de conservation de la biodiversité [20]. Dans son secteur d'étude, [21] ont aussi abordé la structure diamétrique des espèces ligneuses en se basant sur une fonction polynomiale et ceci pour montrer l'hétérogénéité des espaces verts.

Pour [3] la structure en hauteur des arbres dans la ville de Porto-Novo est répartie en deux classes, la classe de 1 à 5 m prend le plus grand effectif et est suivie de la classe 6 à 10 m, ce qui dénote toujours du caractère jeune des arbres en plantation sur les sites. Il est important d'entretenir les sites afin de garder l'aspect verdoyant étant entendu que l'indice de végétation normalisé donne des valeurs faibles pour l'ensemble de la ville. Pour une meilleure appréciation de cet indice, les recherches futures seront axées sur la signature spectrale des espaces verts et des caractéristiques morphologiques des arbres comme l'ont fait [22]. Cette méthode permet de distinguer les espaces verts du reste de la végétation urbaine pour mieux apprécier leur état.

### **IV-3. SIG et espaces verts**

Le SIG constitue un outil important de nos jours dans la gestion des espaces verts surtout lorsqu'il est intégré dans une approche biogéographique [3]. Il permet ainsi de faire une représentation simplifiée des paramètres d'étude des arbres en plantation de ces espaces verts. Les remarques similaires ont été faites par [23] pour qui, l'une des composantes environnementales qui s'intègre le mieux au SIG est le couvert végétal, dont les modifications nécessitent de profondes analyses pour une meilleure gestion dans un contexte de planification urbaine intégrée. La méthode d'analyse de [24] n'est pas très différente de la nôtre. En effet, ces auteurs ont procédé par l'utilisation conjointe de la télédétection et des SIG comme outils d'aide à la décision, pour la gestion environnementale de la Commune urbaine d'Antananarivo. Ces outils ont permis d'analyser géographiquement les données et d'identifier les tendances actuelles de l'urbanisation. [25] ont aussi montré l'importance de cet outil à travers une phase expérimentale d'un système d'information urbain de type observatoire sur la ville de Porto-Novo.

Les travaux de cette étude ont abouti à la création d'une base de données MySQL, en fonction des besoins et des indicateurs de performances de la Mairie. Les mêmes possibilités d'utilisation ont été faites par [26]. Ils ont utilisé le SIG pour simplifier la représentation, l'analyse et la modélisation des entités spatiales du milieu urbain. L'appréciation des indices de diversité par la méthode de calcul est plus utilisée [8, 9, 21, 27, 28] Mais, il s'est révélé plus pratique d'apprécier les indices de diversité à partir de l'utilisation du SIG. Cet outil a permis de coupler la richesse spécifique et le nombre d'individus d'une part, puis l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité de Pielou d'autre part. Il a favorisé aussi la spatialisation de ces indices qui permettent de donner une idée assez claire et précise de la diversité floristique.

### **V- CONCLUSION**

De façon générale, on retient que les sites qui abritent les espaces verts sont peu diversifiés en espèces d'arbres, mais les types d'espèces présentes sont presque équitablement répartis sur chaque site. Compte tenu des caractéristiques structurales des arbres en plantation sur ces sites, il est important de renforcer les méthodes d'entretien afin de favoriser une forte attractivité des citoyens. Ainsi, lors de l'élaboration des prochains documents stratégiques pour la commune, un accent particulier devrait être mis sur la planification, la programmation, la budgétisation, la mise en œuvre des actions et opérations de la foresterie urbaine.

Cela conduira à une revalorisation des espaces verts à travers l'augmentation de leurs avantages tels que l'ombrage, l'esthétique du paysage et la récréation. Ces éléments constituent des indicateurs écologiques pour les villes vertes et durables.

## RÉFÉRENCES

- [1] - I. BEKKOUCH, N-E. KOUDDANE, E.A. DAROU, A. BOUKROUTE, A. BERRICHI, Inventaire des arbres d'alignement de la ville d'Oujda ; Rev. Nature & Technologie . 05 (2011) 87 - 91.
- [2] - W. SELMI, C. WEBER & L. MEHDI, Multifonctionnalité des espaces végétalisés urbains, VertigoO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Vol. 13 N°2 2013, URL: <http://vertigo.revues.org/14133> ; DOI : 10.4000/vertigo.14133
- [3] - A.A. OSSENI, Utilisation du Système d'Information Géographique à l'optimisation de la gestion des espaces verts publics dans la ville de Porto-Novo, Bénin. Mémoire de DESS en Production et gestion de l'information géographique. RECTAS, Obafemi Awolowo University Campus, Ile-Ife, Nigeria. (2013) 75 p.
- [4] - C. MOLLIE, Des arbres dans la ville, l'urbanisme végétal, Actes Sud, (2009) 254 p
- [5] - S. MARRY & M. DELABARRE, l'impact du végétal sur la perception sonore dans les espaces publics Urban Nature: VertigoO - la revue électronique en sciences de l'environnement 11, 1 Varia Naturalité urbaine, (2011) 26 p.
- [6] - M.A. AKIONLA, Diversité et fonctions des formations végétales dans la ville de Porto-Novo. Mémoire de DESS en Gestion de l'Environnement, Université de Parakou, Bénin, (2012) 83 p.
- [7] - B.M. GANDONOU & E. GUIDIBI, Monographie de la ville de Porto-Novo. Rapport de consultation pour le Programme d'Appui au Démarrage des Communes. Afrique Conseil, Cotonou, République du Bénin, (2006) 67 p.
- [8] - R. HOUEHOUNHA, Analyse des impacts écologiques et socioculturels de l'exploitation des produits de *Daniella oliveri* sur la viabilité de ses peuplements au Bénin. Thèse de Doctorat unique de Géographie, Gestion de l'Environnement. Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2009)187 p.
- [9] - R.K.F.M. ALI, B. TENTÉ, J. ODJOUBÈRÈ et B. SINSIN, Diversité floristique des espèces végétales ligneuses des forêts sacrées de la commune de Dangbo. Actes de colloque de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, Volume 1, ISSN : 1840-585, (2011) 205-217.

- [10] - M. OUMOROU Etudes écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, (2003) 210 p + annexe.
- [11] - R. DAJOZ, Précis d'écologie. Bordas, Paris, France, (1985) 504 p.
- [12] - A.A. OSSENI, Diversité et viabilité des plantations d'alignement dans la ville de Porto-Novo: Axe du Boulevard Extérieur. Mémoire de DEA en Gestion de l'Environnement, UAC / FLASH / EDP, (2011) 74 p.
- [13] - H. DANIEL et E. LECAMP, Distribution of three indigenous fern species along a rural-urban gradient in the city of Angers, France, *Urban forestry & urban greening*, 3, (2004) 19-27.
- [14] - M. HOFF et G. CREMERS Le Jardin Guyanais. Inventaire des plantes cultivées et des adventices des jardins de Guyane française, *J Bot Soc Bot France*, 29, (2005) 3-40.
- [15] - P. CLERGEAU, Une écologie du paysage urbain, Apogée, Rennes, (2007) 136 p.
- [16] - P.-O. CHEPTOU, O. CARRUE, S. ROUFED & A. CANTAREL, Rapid evolution of seed dispersal in an urban environment in the weed *Crepis sancta*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 105 (2008) 3796-3799.
- [17] - N. MACHON, Sauvage de ma rue : Guide des plantes sauvages des villes de la région parisienne, Le passage, Paris-New York, (2011) 254 p.
- [18] - L. MEHDI, Structure verte, Structure verte et biodiversité urbaine. L'espace vert : analyse d'un écosystème anthropisé. Thèse de doctorat, Aménagement, Université de Tours, (2010) 476 p.
- [19] - L. MEHDI, C. WEBER, F. DI PIETRO & W. SELMI, Évolution de la place du végétal dans la ville, de l'espace vert à la trame verte, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement Vol.12 N°2*, (2012) URL: <http://vertigo.revues.org/12670>; DOI: 10.4000/vertigo.12670
- [20] - G.A. ZOHOUN, Problématique de conservation des collections naturelles, des parcs et jardins historiques en milieux urbanisés africains: processus de plan de gestion durable, cas du jardin des plantes et de la nature (JPN) de Porto-Novo, Bénin. Université Senghor d'Alexandrie, Master en développement et gestion du patrimoine culturel, (2011) 93 p.
- [21] - I. TOKO MOUHAMADOU, I. TOKO IMOROU, C.M. GBEGBO & B. SINSIN Structure et composition floristiques des forêts denses sèches de la région des Monts Kouffé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences* (2013) 64: 4787-4796, ISSN 1997-5902.
- [22] - T.M. BESSE & P. ROUET, La couverture végétale du cœur de l'agglomération de Paris : Une approche par la télédétection de précision. *Agrippa d'Aubigné*, Paris, n°199, (2009) 129 -134.

- [23] - H.B. NGUENDO YONGSI, C.R. BRYANT & F. PIROT: Contribution des SIG à l'analyse du paysage urbain d'une métropole d'Afrique tropicale humide (Yaoundé – Cameroun. *Revue canadienne des sciences régionales*, XXX: 1, (2007) 133-154.
- [24] - A. MANDIMBIHARISON, R.L. RAHARIJAONA, Utilisation des SIG et de la Télédétection pour la gestion de L'environnement urbain : cas de la ville d'Antananarivo. *Télédétection*, vol. 3, n° 2-3-4, (2003) 237-247.
- [25] - A.S. ADEDJOUA & V.R HOUNDJI, Conception d'un système d'information urbain : Cas de la commune de Porto-Novo, Bénin. *Actes du 3<sup>ème</sup> colloque des sciences, cultures et technologies de l'UAC-Bénin*, volume II, (2012) 143-160.
- [26] - C. IOVAN, D. BOLDO and M. CORD, Detection, segmentation and characterization of vegetation in high-resolution aerial images for 3d city modelling. *The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*. Vol. Xxxvii. Part b3a. Beijing, (2008) 247 – 252
- [27] - B.A. TENTÉ, Recherche sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'Atacora : secteur Perma- Toucountouna (Bénin). *Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi*, (2005) 252 p.
- [28] - AROUNA O, 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 de Géographie, Université d'Abomey-Calavi*, (2012) 246 p.