

Les espaces verts en zone urbaine et périurbaine de la ville du Cap-Haïtien (Haïti) : Typologie, structure et services écosystémiques potentiels

Auteur : Preval, Lucedito

Promoteur(s) : Bogaert, Jan

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master de spécialisation en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et péri-urbain

Année académique : 2018-2019

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/7520>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

LES ESPACES VERTS EN ZONE URBAINE ET PÉRIURBAINE DE LA VILLE DU CAP-HAÏTIEN (HAÏTI) : TYPOLOGIE, STRUCTURE ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES POTENTIELS.

Luredito PREVAL

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER
DE SPECIALISATION EN PRODUCTION INTÉGRÉE ET PRÉSERVATION DES RESSOURCES
NATURELLES EN MILIEU URBAIN ET PÉRI-URBAIN**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2018-2019

PROMOTEUR: JAN BOGAERT

Copyright : Toute reproduction ou transmission, partielle ou totale, de ce travail (texte, image, conception et mise en page) par quelque moyen que ce soit (électronique, mécanique, photocopie, enregistrement ou autre) sans autorisation écrite préalable de l'éditeur et de l'autorité académique de " Gembloux Agro-Bio Tech." est interdite et sanctionnée par les lois internationales sur la protection de la propriété intellectuelle.

" Les éditeurs sont seuls responsables du contenu de ce document."

LES ESPACES VERTS EN ZONE URBAINE ET PÉRIURBAINE DE LA VILLE DU CAP-HAÏTIEN (HAÏTI) : TYPOLOGIE, STRUCTURE ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES POTENTIELS.

Lucedito PREVAL

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER
DE SPECIALISATION EN PRODUCTION INTÉGRÉE ET PRÉSERVATION DES RESSOURCES
NATURELLES EN MILIEU URBAIN ET PÉRI-URBAIN**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2018-2019

PROMOTEUR: JAN BOGAERT

Remerciements

À tous ceux qui liront ces remerciements, vous verrez que le succès n'est pas le fruit du hasard et j'espère que ces remerciements ne sont pas seulement un éloge à tous ceux qui ont participé à sa réalisation, mais aussi un message de motivation à quiconque envisage d'obtenir un diplôme.

Le présent travail a été rendu possible grâce à une bourse de l'Académie de la Recherche Scientifique – Commission de la Coopération au Développement (ARES-CCD, Belgique) à travers le master en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et périurbain. J'adresse aussi ma profonde gratitude aux Professeurs et administratifs de l'ULG-Gembloux Agro-Bio Tech et de l'ISIA impliqués dans ce programme, qui ont été d'un grand soutien dans la réalisation de ce travail, en particulier M. Hassaim Jijakli. Vos actions, tout comme votre courage, votre temps consacré à nous transmettre ces connaissances resteront indélébiles dans nos mémoires.

Je suis extrêmement reconnaissant au promoteur de ce mémoire, le Professeur Jan Bogaert, pour l'intérêt, l'accueil extraordinaire et la confiance qu'il m'a réservés au sein de l'unité Biodiversité et Paysage. Je lui suis également reconnaissant pour sa patience et l'encadrement privilégié dont j'ai eu la chance de bénéficier. Ses remarques, commentaires, de même que les orientations scientifiques qu'il m'a toujours proposées ont permis d'aiguiser mon intérêt pour l'écologie urbaine et du paysage et d'améliorer mes compétences en la matière. Sa disponibilité scientifique, ses conseils et son soutien moral ont fortement contribué à la finalisation de ce travail.

Mes sincères remerciements au Professeur Yannick Useni (Université de Lubumbashi), ainsi qu'au doctorant Waselin Salomon, pour les multiples lectures et remarques plus qu'édifiantes.

Un grand merci aux résidents de la maison Nord-Sud et à tous les collègues de la promotion pour l'entraide, la cohésion et la convivialité

Je tiens à remercier ma famille, mon épouse Lindsley Antony, Carl Hermane Joseph et tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à rendre moins pénibles les travaux de terrain lors de la collecte des données.

Sigles et abréviations utilisés

BID : Banque Interaméricaine de Développement

CECI : Centre d'Etude et de Coopération Internationale CIAT Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire

CIAT : Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire

CNIGS : Centre National de l'Information Géo Spatial

DDAN: Direction Départementale Agricole Nord

FAO: Food and Agriculture Organization of United Nations

GPS : Global Positioning System

IDEA : Institut international pour la Démocratie et l'Assistance Electorale

IHSI : Institut Haïtien de Statistique et de l'Informatique

IRATAM : Institut de Recherche et d'Appui Technique en Aménagement du Territoire

ISPAN: Institut de Sauvegarde du Patrimoine National

MARNDR : Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural

MDE: Ministère de l'Environnement

MPCE : Ministère de la Planification et de la Coopération Externe

OAS : Organization of American States

ONU: Organisation des Nations Unies

OREPA : Office Régional de l'Eau Potable et Assainissement

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

UBoC: United Bank of Carbon

USAID: United State Agency for International Development

ZCB : Zone Clé de Biodiversité

Table des matières

Remerciements.....	i
Sigles et abréviations utilisés	ii
Liste des tableaux.....	v
Liste des figures	vi
Photos.....	viii
Liste des annexes	ix
Résumé.....	x
Abstract.....	xi
Chapitre 1. Introduction	1
1.1. Contexte et Justification	1
1.2. Questions de recherche, hypothèses de l'étude et objectifs	3
1.2.1. Question de recherche et hypothèses	3
1.2.2. Objectifs.....	3
Chapitre 2. Synthèse Bibliographique	4
2.1. Urbanisation et périurbanisation, phénomènes planétaires	4
2.1.1. (Péri) urbanisation à l'échelle planétaire	4
2.1.2. (Péri) urbanisation dans les pays en développement	8
2.1.3. (Péri) urbanisation en Haïti.....	9
2.1.4. Destruction et dégradation de la végétation comme impacts négatifs de la (péri) urbanisation	10
2.2. Ecologie du paysage, discipline au service du développement urbain durable	11
2.2.1. Paysage : définitions et éléments.....	13
2.2.2. Importance de la structure spatiale en écologie du paysage : pattern/process paradigme	14
2.2.3. Analyse de la dynamique des paysages : principes et techniques	15
2.3. Ecologie urbaine.....	18
2.3.1. Définitions	19

2.3.2. Approche du gradient urbain-rural	21
2.3.3. Les espaces verts dans les paysages urbains : définitions et typologie	24
2.3.4. Les services écosystémiques en milieu urbain	26
2.3.5. Flore urbaine : espèces exotiques et indigènes.....	30
Chapitre 3. Milieu, matériel et méthodes.....	32
3.1. Milieu d'étude : la ville du Cap-Haitien et ses limites administratives	32
3.1.1. Paramètres climatiques	33
3.1.2. Végétation.....	34
3.1.3. Sol et relief.....	35
3.1.4. Base socio-économique	35
3.2. Matériels et méthodes.....	36
3.2.1. Echantillonnage des espaces verts et collecte de données.....	36
3.2.2. Analyse des données et reconnaissance des changements spatiaux	38
Chapitre 4. Résultats	39
4.1. Changement spatiale des espaces verts le long du gradient urbain-rural.....	39
4.2. Typologie des espaces verts regroupés en catégories le long du gradient urbain-rural	40
4.3. Spécificités de la végétation et modalités d'aménagement des espaces verts.....	41
4.4. Caractéristiques de la nature de la végétation des espaces verts échantillonnés le long du gradient urbain-rural.....	42
4.5. Services écosystémiques potentiellement rendus par les espaces vert à Cap-Haitien..	43
Chapitre 5. Discussion	44
5.1. Démarches méthodologiques	44
5.2. Espaces verts, diversifications proportionnelles au degré d'urbanisation	45
5.3. Changement d'hétérogénéités spatiale et effet d'anthropisation sur les espaces verts .	46
5.4. Services écosystémiques des espaces verts le long du gradient urbain-rural.....	47
Chapitre 6. Conclusion, perspectives et recommandations	52
Bibliographie.....	54

Liste des tableaux

Tableau 1 : Services écosystémiques des espaces verts (Bolund & Hunhammar 1999, modifié selon Morell, 2005).....	28
Tableau 2 : Les services écosystémiques de la végétation urbaine (Bolund & Hunhammar 1999, modifié selon Breuste <i>et al.</i> , 2013).....	29
Tableau 3 : Indices de structure spatiale mesurés pour les espaces verts de la ville du Cap-Haïtien en 2019.....	40
Tableau 4 : Typologie existante des espaces verts de la ville du Cap-Haïtien sur la période 2019, fondée sur la base de modèles existants (Dunnett <i>et al.</i> , 2002) ; Rakhshandehroo, 2014).....	41
Tableau 5 : Importance relative des caractéristiques de la végétation et modalités de gestion des espaces verts situés le long du gradient urbain-rural du Cap-Haïtien en 2019.	42
Tableau 6: Statut phytogéographique des espèces sur les espaces verts situés le long du gradient urbain-rural de la ville du Cap-Haïtien.....	42

Liste des figures

Figure 1: Evolution de la population urbaine et rurale mondiale par grandes zones de développement (Nord/Sud) de 1950 à 2050, exprimées en millions (United Nation population division, Révue de 2011).....	5
Figure 2: Illustration schématique de l'évolution historique de la matrice paysagère dans laquelle les types de taches anthropiques sont devenues dominantes (modèle théorique). (Bogaert et al., 2014).	6
Figure 3: Modification de la composition des types de taches naturelles sous l'effet de l'agriculture et l'urbanisation (Bogaert et al., 2014).	7
Figure 4: Approche scientifique du processus de développement du noyau urbain montrant la de-densification du centre-ville et la dynamique anthropiques au sein d'un paysage (Turner, 1968).....	9
figure 5 : Le paysage, le niveau d'organisation des systèmes écologiques situés au dessous de la région, mais au dessus de l'écosystème.(Forman, 1997 ; Burel & Baudry, 2000, 2003).	12
Figure 6 : Classifications des composantes basiques du paysage selon le modèle taches-matrice-corradors (Burel & Baudry, 2000, 2003).	13
Figure 7: Les éléments clés de chaque système écologique, applicable à chaque échelle spatio-temporelle: la configuration, la composition et les fonctions présentes dans le paysage. les elements sont connectés par un triangle équilatéral pour illustrer leur interdependance (Noon & Dale, 2002).	14
Figure 8: Illustration du pattern/process paradigm (Koffi, 2008 modifié).	15
Figure 9: Illustration des dix processus de transformation spatiale. les zones sombres representent la couverture de la zone d' intérêts et les zones claires la couverture de la matrice du paysage (Bogaert et al.,2004)	17
Figure 10 : Les processus de transformation spatiale généralement observés pour les types de taches naturelles (traits continus) et anthropiques (traits discontinus). les flèches indiquent les relations causales et leur évolution séquentielle dans le temps (Bogaert et al., 2011).	18
Figure 11: Modèle de conceptualisation de l'écologie urbaine montrant qu'il est possible d'étudier les interactions entre les organismes, les structures construites et l'environnement physique, sur lesquels les gens sont agglomérés. Extrait de Forman (2010a).	20

Figure 12: Schéma conceptuel des définitions des zones présentes dans le gradient urbain-rural (André et al., 2014)	21
Figure 13: Description très générale et simplifiée des changements en ce qui a trait à la superficie, à la richesse et à la composition des espèces sur le gradient urbain rural (McKinney, 2002)	23
Figure 14: Hétérogénéité des espèces à l'interface urbaine-rurale en fonction du degré de perturbation humaine.(Richardson et al., 2000 ; Catford et al., 2012)	23
Figure 15. Un modèle schématique de principaux filtres urbains qui contribuent à l'introduction (flèches grises) ou élimination (flèches blanches) des espèces végétales en entraînant la persistance des espèces altérées (flèches noires). les zones urbaines (icone du bâtiment) peuvent être développées à partir de la végétation indigène (icone d'arbre) ou de terres agricoles (icone de la ferme). Les panneaux représentent des filtres de diversité végétale qui peuvent faire la sélection sur la composition floristique, les traits fonctionnels des plantes ou la structure phylogénétique de communautés (Williams et al., 2009).....	31
Figure 16: Présentation de la ville du Cap-Haïtien et de ses limites administratives (Mairie du Cap-Haïtien, 2014)	32
Figure 17: Représentation du diagramme ombrothermique de la commune du Cap-Haïtien (https://fr.climate-data.org/location/3631/)	33
Figure 18: Distribution spatiale des espaces verts échantillonnés le long du gradient urbain-rural au Cap-Haitien.	39
Figure 19: Importance de la fréquence relative de citation des services potentiellement fournis par l'échantillon des espaces verts étudiés au Cap-Haitien en 2019	43

Photos

- Photo 1. Vue de l'espace vert « Morne Lory » comme base offensive de la ville du Cap-Haïtien (Rue 21 E). Le versant occidental est relativement déboisé par l'urbanisation incontrôlée qui progresse de l'aval vers l'amont. (Source : Dorimain, été 2013).47
- Photo 2. Perspectives partielles sur les structures construites dans la ville et les conséquences des inondations de la place carenage au centre-ville du Cap-Haïtien, en Novembre 2014 (Source : Boiguene, Novembre 2016).50
- Photo 3. Événement mondial de l'année "Diner En Blanc" sur la place d'Armes à la 350ème anniversaire du Cap-Haïtien (Crédit photo : Ticket magazine, 11 août 2019).50
- Photo 4: Activités culturelles et récréatives sur la place d'Armes en zone urbaine de la ville du Cap-Haïtien (Crédit photo : Malfini, 2018).51

Liste des annexes

Annexe 1: Typologies des trois (3) grands groupes d'espaces verts identifiés parmi les quatre (4) grands types connus dans la littérature (Dunnett et al., 2002 ; Rakhshandehroo M., 2014).....	67
Annexe 2 : Nom et coordonnées géographiques (degré, minutes, seconde) des espaces verts urbains de la ville du Cap-Haitien enregistrés à partir d'un GPS type Garmin.....	74
Annexe 3 : Nom et coordonnées géographiques (degré, minutes, seconde) des espaces périurbains de la ville du Cap-Haitien enregistrés à partir d'un gps type Garmin	78
Annexe 4. Observation d'espèces végétales (arbres, arbustes et herbacées) dans les espaces verts des zones urbaines et périurbain à Cap-Haïtien selon le système de classification et d'exploration systématique de la République d'Haïti (Eckman, 1929; Aladin, 2005).....	81
Annexe 5: Classification des espaces verts et ouverts urbains (Rakhshandehroo M., 2014) ..	85
Annexe 6: Typologie de Dunnett N., Swanwick C., & Woolley H., (2002). Aménagement de parcs urbains, jeux et des espaces verts. Département de paysage, université de sheffield. Ministère des transports, des collectivités locales et des régions : Londres.....	86

Résumé

Les espaces verts offrent des avantages sociaux, économiques et écologiques en ville. Toutefois, l'expansion spatiale urbaine rapide de la ville du Cap-Haïtien est associée à la régression de leur couverture menant à une réduction des services écosystémiques qu'ils offrent, entre autres la perte de la résilience face aux inondations.

La présente étude a été initiée en vue de caractériser la structure spatiale des espaces verts et l'ampleur des changements induits sur ceux-ci le long du gradient urbain-rural de la ville de Cap-Haïtien à partir des indices de structure spatiale et des analyses statistiques. Il ressort des résultats que le nombre de taches d'espaces verts augmente de la périphérie vers le centre, alors que l'aire et la dominance de la plus grande tache ont affiché un patron inverse. La zone urbaine se démarque par la présence des espaces d'accompagnement du bâti (jardins de cours), des espaces verts d'accessoires et institutionnels, généralement mieux équipés et avec davantage de végétation anthropique ; tandis que la zone périurbaine offre des espaces verts de type champs et friches ayant une proportion plus élevée d'espèces indigènes et de végétation naturelle.

Le nombre d'espèces exotiques a augmenté avec le degré d'urbanisation, atteignant des valeurs constituant une menace pour la flore indigène. Les espaces verts urbains rendent moins de services écosystémiques que les espaces verts périurbains, sauf pour les services récréatifs dont la fréquence est similaire à celle enregistrée en zone périurbaine. En ce sens, les espaces verts sont indispensables à la politique d'aménagement paysager durable de la ville du Cap-Haïtien. Cette politique passe par la réhabilitation et la création de nouveaux espaces verts plantés d'espèces indigènes dans les zones déjà urbanisées, mais aussi dans les zones périurbaines et rurales où l'expansion des bâtis est généralement rapide et incontrôlée.

Mots clés : Urbanisation, Espaces verts, Gradient urbain-rural, Structure spatiale, Biodiversité, Services écosystémiques

Abstract

In the cities, green spaces offer social, economic and ecological benefits. However, the rapid urban spatial expansion of the city of Cap-Haitian is associated with decreasing spatial area of urban green space leading to a reduction in the ecosystem services delivered, most notably the loss of resilience to floods.

To characterize the spatial structure of green spaces and the extent of changes induced on them along the urban-rural gradient of the city of Cap-Haitian; this study was initiated using spatial structure indices and statistical analyses. The results show that the number of green space patches increases from the periphery to the city center, while the area and dominance of the largest patch showed an opposite tendency. The urban area is characterized by the presence of green spaces attached to the building (courtyard gardens, school grounds, and so forth), green spaces of accessories and institutions, generally better equipped and with more anthropogenic vegetation; while the suburban area offers green spaces such as fields and wastelands with a higher proportion of native species and natural vegetation.

The number of exotic species has increased with the degree of urbanization, attaining levels that may potentially threaten for indigenous flora. Urban areas provide relatively fewer services than suburban areas, except for recreational services, which are similar in frequency to those recorded in suburban areas. For this reason, green spaces are a prerequisite for the sustainable landscaping policy of the city of Cap-Haitian. This policy involves the rehabilitation and creation of new green spaces in already urbanized areas, but also in suburban and rural areas on which the expansion of buildings is generally rapid and uncontrolled.

Keywords: Urbanization, Green spaces, Urban-rural gradient, Spatial structure, Biodiversity, Ecosystem services

Chapitre 1. Introduction

1.1. Contexte et Justification

Les espaces verts, généralement considérés comme les poumons de la ville (Yilmaz, 2016), offrent des avantages sociaux, économiques et écologiques (Rolland, 2009). En effet, la cohésion sociale, l'éducation ainsi que, le bien être humain sont au cœur des espaces verts (Rolland, 2009 ; Gomez *et al.*, 2013 ; Useni *et al.*, 2018). Sur le plan économique, ils attirent les capitaux étrangers, favorisent le tourisme et créent une valeur ajoutée pour les entreprises, les emplois et valorisent les atouts environnants (Morell, 2005). Par ailleurs, la réduction du bruit ainsi que l'amélioration de la qualité de l'air et du climat confèrent aux espaces verts une valeur écologique agréable et captivante (Rolland, 2009). Ces bénéfices sont indissociables au maintien d'un paysage urbain équilibré entre la nature et l'humanité (Laurie 1986 ; Robinette, 1972). Toutefois, la planète s'urbanise rapidement, en particulier dans les pays en développement (78% en Amérique latine et les caraïbes). En raison des pressions associées à l'urbanisation, les espaces urbains sont généralement sous-représentés (Mensah, 2014 ; Song *et al.*, 2014 ; Andrea, 2015 ; Useni *et al.*, 2018). Selon des études menées sur l'utilisation et le changement d'affectation des sols dans 381 villes européennes, 274 zones métropolitaines aux États-Unis et plusieurs villes africaines (Abuja au Nigeria, Freetown en Sierra Leone, Lubumbashi en RD Congo, etc.), la couverture des espaces verts diminue avec l'expansion spatiale des villes. (Fuller & Gaston, 2009 ; McDonald *et al.*, 2010 ; Fanan *et al.*, 2011 ; Forkuor & Cofie, 2011 ; Kabish & Haase, 2013 ; Mensah, 2014 ; Useni *et al.*, 2017).

De plus, l'urbanisation contribue aussi à la simplification et l'homogénéisation de la végétation, ce qui impacte négativement la qualité écologique des espaces verts, le bien-être humain, animal et végétal (McKinney, 2006 ; Vermeiren *et al.*, 2012 ; MEA, 2005). Dans les pays en développement, les écosystèmes naturels disparaissent de manière sombre, tandis que les zones bâties s'étendent de façon exponentielle et désordonnées (Bogaert *et al.*, 2008 ; Alberti, 2005 ; Bhaskar, 2012 ; Salomon, 2017) et les villes Haïtiennes n'échappent pas à cette tendance. En effet, en Haïti, les écosystèmes naturels se réduisent rapidement d'environ 5 % en raison d'une importante croissance démographique et une population urbaine concentrée à 57,8 % (CIAT, 2010 ; IDEA, 2010 ; IHSI, 2015). Parmi les villes Haïtiennes, Cap-Haitien, mérite une attention soutenue à cause de son taux annuel de croissance démographique estimé à 3,2 %. En effet, entre 2018 et 2035, le nombre d'habitant va quasiment tripler en passant de 274404 à 739000 (IDEA, 2010 ; IHSI, 2015). En raison d'une

demande élevée en territoire bâti que cette croissance démographique entraîne, l'altération de la végétation de la ville du Cap-Haïtien ne fait que s'accroître, exposant sa population aux multiples risques climatiques : sécheresses, températures élevées et inondations, etc. (CIAT, 2015). Depuis quelques années, la planification de l'occupation du sol devient une exception dans cette ville et le spontanéisme la règle (Dorimain, 2013 ; Salomon, 2017). Ainsi, le potentiel écologique de la ville du Cap-Haïtien, ses attraits paysagers, sa capacité à contribuer au bien-être des populations sont en péril. A titre illustratif, la dégradation de Morne-Lory, l'un des espaces verts historiques de la ville du Cap-Haïtien et berceau de plus de 150 espèces végétales et 70 espèces animales (IRATAM, 2012), a contribué à augmenter la vulnérabilité du centre historique de la ville à des changements climatiques et des fortes inondations (Dormain, 2013).

Malgré l'ampleur de cette problématique, les connaissances scientifiques sur les espaces verts sont fragmentaires tandis qu'il existe un désintérêt des décideurs quant à leur préservation. La destruction continue des espaces verts est évidente au Centre historique de la ville où ils sont remplacés par le bâti, de même qu'en périphérie de la ville où l'implantation du bâti discontinue s'accompagne d'une destruction systématique des espaces verts (Salomon, 2017), menant à la création d'une zone mi-urbaine et mi-rurale : la zone périurbaine (André *et al.*, 2014). La présente étude a été initiée afin de combler le déficit de connaissances scientifiques sur les espaces verts, en caractérisant les espaces verts du Cap-Haïtien le long du gradient d'urbanisation. Considérant le fait que l'opposition traditionnelle ville-campagne est complétée par la zone périurbaine (Bogaert *et al.*, 2015 ; Trefon & Kabuyaya, 2015), il a été crucial dans la présente étude de considérer séparément les espaces verts urbains des espaces verts périurbains. Pour cette raison, l'approche du gradient urbain-rural reste appropriée.

1.2. Questions de recherche, hypothèses de l'étude et objectifs

1.2.1. Question de recherche et hypothèses

Question 1. Existe-t-il une diversité d'espaces verts au cap Haïtien qui peut être regroupée en catégories ?

Hypothèse 1. Au Cap-Haïtien, il existe une diversité d'espaces verts que l'on peut regrouper en types morpho-fonctionnels dont les proportions varient en fonction du degré d'urbanisation de la ville ;

Question 2. Comment le degré d'urbanisation influence-t-il la structure spatiale des espaces verts du Cap-Haïtien ?

Hypothèse 2. Les espaces verts du Cap-Haïtien sont de plus en plus fragmentés et isolés lorsque le degré d'urbanisation s'accroît ;

Question 3. Comment se caractérise la végétation des espaces verts et le patron des services écosystémiques qu'ils peuvent offrir le long du gradient urbain-périurbain du Cap-Haïtien?

Hypothèse 3. La fragmentation et l'aménagement des espaces verts à Cap-Haitien entraînent une altération des caractéristiques biophysiques et une diminution de l'offre potentielle des services écosystémiques.

1.2.2. Objectifs

1.2.2.1. Objectif général

L'objectif de cette étude est de caractériser la structure spatiale des espaces verts et l'ampleur des changements induits sur ceux-ci le long du gradient urbain-périurbain de la ville du Cap-Haïtien

1.2.2.2 Objectifs spécifiques

Cette étude consiste plus précisément à :

- ✓ Etablir une typologie des espaces verts de la ville du Cap-Haïtien;
- ✓ Analyser la structure spatiale des espaces verts par rapport à leur position dans le gradient urbain-périurbain;
- ✓ Apprécier les caractéristiques de la végétation ainsi que les services écosystémiques potentiellement fournis par les différents types d'espaces verts situés le long du gradient urbain-périurbain du Cap-Haitien.

Chapitre 2. Synthèse bibliographique

2.1. Urbanisation et périurbanisation, phénomènes planétaires

2.1.1. (Péri) urbanisation à l'échelle planétaire

L'urbanisation résulte une combinaison l'augmentation de la densité de la population et de son expansion vers l'extérieur (Forman, 2010). Quant à McDonnell *et al.* (1990) le terme "urbanisation" fait référence à une augmentation de l'habitation humaine associée à une consommation accrue d'énergie et de ressources par habitant, entraînant un changement important du paysage (Bogaert *et al.*, 2014). Les processus d'urbanisation et de périurbanisation semblent très divers dans les pays développés et dans les pays en développement (Woltjer, 2014). L'urbanisation dans les pays développés est liée à des questions telles que la concurrence économique internationale, le bien-être urbain, les processus de régionalisation et la croissance démographique urbaine associée au déclin de la population rurale (Bogaert & Halleux 2015). Dans les pays en développement l'urbanisation est le résultat de l'exode rural et la croissance démographique naturelle (Woltjer, 2014).

En 1950, 30 % de la population mondiale vivait en milieu urbain et ce chiffre était estimé à 54% en 2014. D'ici 2050, la population mondiale devrait être urbaine jusqu'à 77 % avec un taux moyen mondiale d'urbanisation de 0,9 % (Nations Unies, 2014). Le niveau d'urbanisation varie grandement à travers les régions (Nord et Sud), avec un taux d'urbanisation plus rapide en Afrique et en Asie comparativement au reste du monde (Nation Unies, 2014). De nombreux pays en développement sont confrontés à d'importantes migrations depuis la seconde moitié du siècle dernier (Mougeot, 2006). A cette époque, le monde en développement était encore rural (Bogaert & Halleux, 2015). La figure 1 montre l'ampleur de la transition urbaine sur la période 1950-2050. Elle reflète les tendances démographiques mondiales en distinguant les zones urbaines des zones rurales et entre les régions les plus développées et les moins développées. Depuis la fin du XXe siècle, la plus importante augmentation de population a été enregistrée dans les zones urbaines des régions les moins développées. De 2000 à 2050, par exemple, plus de 3 milliards de personnes sont attendues pour leur population, soit une croissance relative de 159 %. Simultanément, les taux de croissance dans les zones urbaines des régions les plus développées devraient être nettement inférieurs, en dessous de 30%. Contrairement aux zones urbaines, les zones rurales devraient connaître, entre 2000 et 2050, une réduction des volumes de population. Cette

réduction dans les régions les moins développées se chiffre à moins de 3 % et celle des régions les plus développées à moins de 40 % (Bogaert & Halleux, 2015 ; Figure 1).

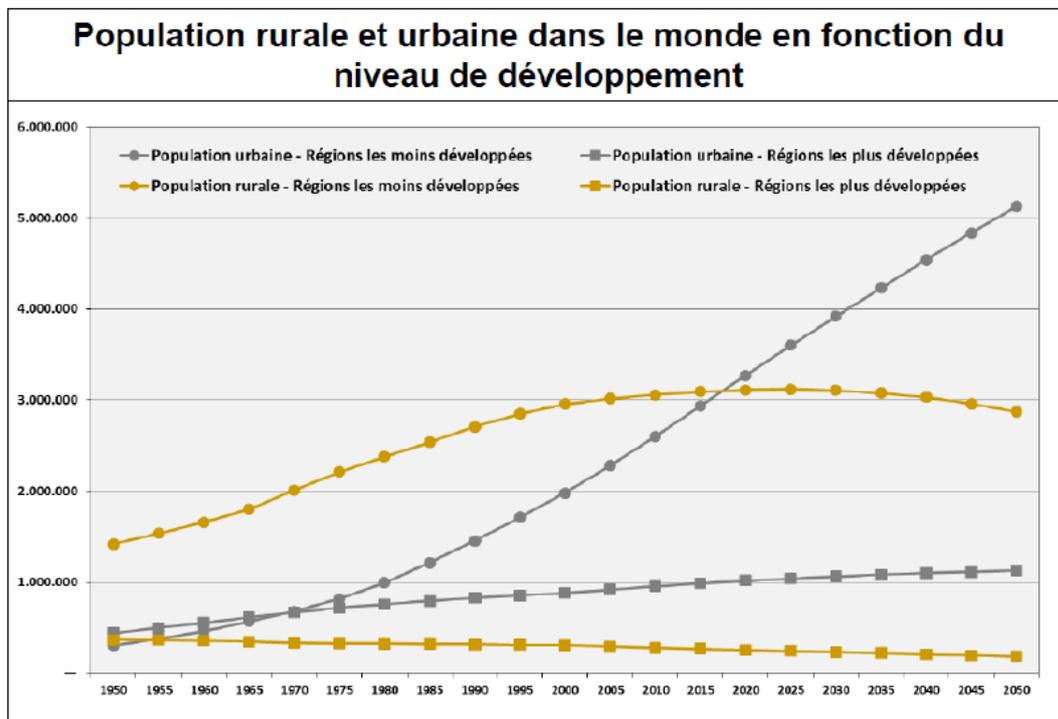


Figure 1: Evolution de la population urbaine et rurale mondiale par grandes zones de développement (Nord/Sud) de 1950 à 2050, exprimées en millions (United nation Population Division, Revue de 2011)

Les paysages naturels commencent par la suite à enregistrer des modèles perceptibles d'impacts humains après l'invention de l'agriculture, de sorte que d'autres tendances du changement de paysage sont liées au développement de l'agriculture (Bogaert *et al.*, 2014). En effet, si les pratiques agricoles changent, le paysage change aussi (Bogaert *et al.*, 2014). Le processus de séquençage de la dynamique du paysage au fil du temps se déroule en plusieurs étapes (Bogaert *et al.*, 2014). Dans un premier temps, la matrice naturelle du paysage sera remplacée par une matrice agricole. Par la suite, le type des terrains urbains domine cette matrice agricole à cause de l'urbanisation (Bogaert *et al.*, 2014 ; Figure 2). L'importance du développement agricole et des changements anthropiques dans les paysages confirment l'altération géospatiale du paysage naturel en d'autres classes d'occupation du sol (Bogaert *et al.*, 2014 ; Figure 2).

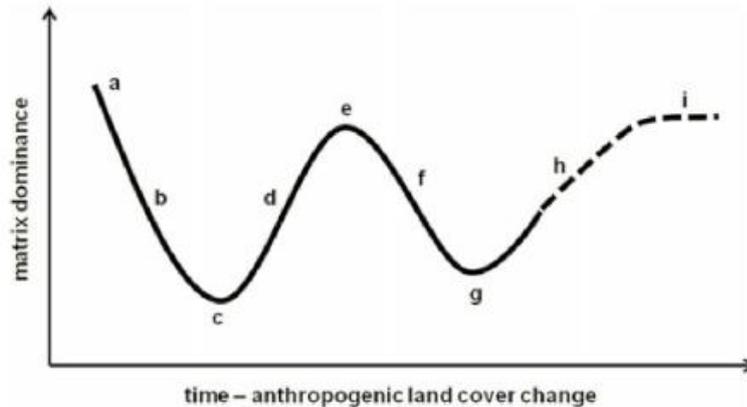


Figure 2: Illustration schématique de l'évolution historique de la matrice paysagère dans laquelle les types de taches anthropiques sont devenues dominantes (Modèle théorique). a) Les types de taches naturelles initiales sont dominantes ; b) diminution de la dominance matricielle des taches naturelles suite à l'augmentation de la superficie des taches agricoles ; c) une codominance a été observée entre les taches naturelles et agricoles ; (re)domination croissante des taches agricoles d) Les taches agricoles deviennent dominantes e) les types de taches agricoles le sont au maximum ; f) Baisse du nombre de taches agricoles suite à la substitution par l'urbanisation ; (g) la codominance des types de taches urbaines et agricoles ; (h) la dominance croissante des taches urbaines en remplaçant le paysage agricole par le paysage urbain ; (i) le statut d'équilibre (hypothèse. Les tendances présentées ne doivent pas être interprétées de manière quantitative, car leurs magnitudes ne sont pas représentatives et visent uniquement à illustrer la dynamique attendue du paysage. Modèle principalement inspiré des paysages de l'hémisphère Nord. (Bogaert et al., 2014).

La croissance rapide de la population humaine a une influence significative sur la biodiversité mondiale (Liu *et al.*, 2002). D'une part en fonction de la demande pour les ressources laquelle augmente dramatiquement et se poursuit encore (FAO, 1997), et d'autre part en raison de l'extraction massive et extensive plus qu'avant (Ehlick *et al.*, 1988 ; Myers, 1990). En effet, les enjeux liés à la croissance démographique humaine varient d'une région à l'autre, selon les situations (Woltjer, 2014). En outre, les modèles de croissance démographique sont jugés plus palpables dans les pays en développement avec de graves conséquences écologiques conduisant à la transformation des paysages, à la disparition des biens et services écosystémiques (Radoslava, 2016 ; Grimm *et al.*, 2008) et à la surexploitation des ressources naturelles (Liu, 2002).

De plus en plus d'agglomérations urbaines à grande échelle et le développement des zones périurbaines fragmentent les paysages de telles sortes que divers processus écologiques sont menacés (Bogaert *et al.*, 2014). Les zones périurbaines résultent généralement de l'extension des activités urbaines au-delà des limites administratives existantes dans les régions urbaines

(Woltjer, 2014). Sur le plan physique, économique et social, la périurbanisation peut être définie comme " une dynamique dans laquelle les zones rurales situées à la périphérie des villes deviennent plus urbaines (Bogaert & Halleux, 2015). Ces environnements périurbains sont le ciment qui relie les centres-villes des régions rurales étendues (Grimm *et al.* 2008 ; Woltjer, 2014). Toutefois, le déséquilibre institutionnel résultant de l'opposition entre le droit " moderne " qui prévaut dans les centres urbains et le droit " traditionnel " encore en vigueur dans les villages défavorisent fortement les zones péri-urbaines (Trefon, 2009, Bogaert & Halleux, 2015). En effet les zones périurbaines à l'échelle planétaire restent sujettes des discussions, même si elles ont une structure fonctionnelle et morphologique claire (Bogaert *et al.*, 2014 ; Figure 3)

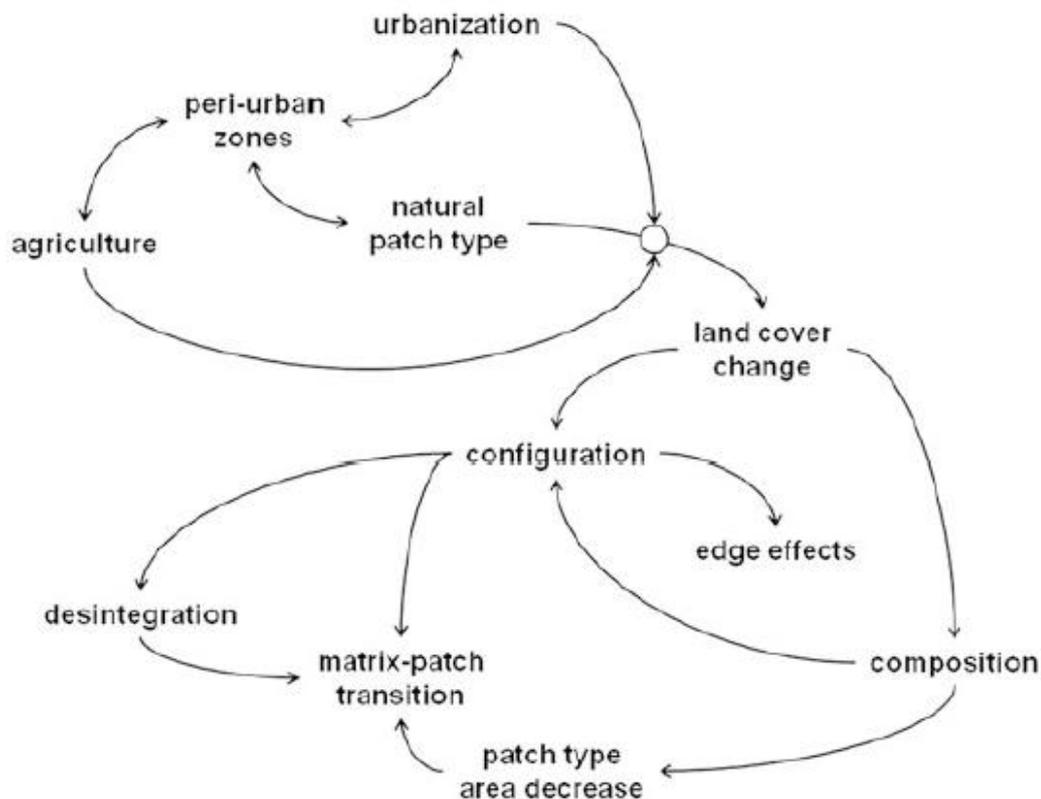


Figure 3: Modification de la composition des types de taches naturelles sous l'effet de l'agriculture et l'urbanisation. Ils représentent les relations majeures entre les processus globaux à l'origine des modifications globales qui altèrent la configuration et la composition des types de parcelles naturelles. Les types de taches naturelles se désagrègent et les zones avoisinantes sont remplacées par des taches isolées soumises à des effets de lisière. La matrice naturelle se transforme en un motif dispersé de taches résiduelles pendant que maintenant une matrice anthropique domine le paysage. En raison de la croissance urbaine, présence de conflits ruraux-urbains fonctionnels et structurels dans les zones périurbaines (Bogaert *et al.*, 2014).

2.1.2. (Péri) urbanisation dans les pays en développement

Le développement périurbain est particulièrement prononcé dans les zones urbaines des pays en développement. L'expansion urbaine en périphérie, a été favorisée par une recherche de terres pour un ensemble d'activités agricoles et non agricoles (Salomon, 2017 ; Useni *et al.*, 2018). Par contre, dans les villes asiatiques, la périurbanisation implique une transition de la vie rurale à la vie urbaine (Hudalah *et al.*, 2007). Les plus larges variations dans le développement périurbain des pays en développement, sont brièvement la croissance naturelle de la population et l'urbanisation rurale, le passage à la vie urbaine et la dispersion des sous-centres urbains et le mélange d'activités agricoles et non agricoles (Woltjer, 2014). La périurbanisation des pays en développement entraîne de graves conflits et une détérioration de l'environnement, sous l'influence de mauvaises gouvernances étatiques conjuguées à une augmentation démographique continue et une exploitation intensive des ressources (Bogaert & Halleux, 2015).

Les problèmes d'étalement urbain incontrôlé résultant d'une gouvernance foncière inefficace (Bogaert & Halleux, 2015) entraînent des problèmes de marchés fonciers rendus inefficaces par la contradiction entre droits coutumiers et acquis de la communauté. Dans ce contexte, des politiques volontaristes de gestion de la croissance urbaine visant à donner à chaque membre de la famille une parcelle de terre constituent désormais un enjeu majeur pour les zones périurbaines des pays en développement (Bogaert & Halleux, 2015). L'expression de la ville vient de la campagne est l'une des expressions de la répulsion rurale dans laquelle les paysans sans terre et au chômage sont attirés vers les villes (Bogaert & Halleux). Ces migrations des zones rurales vers les zones urbaines sont aussi amplifiées selon Gemenne *et al.*, (2014) par des changements environnementaux et climatiques soudains ou lents.

Traditionnellement, l'étalement urbain se passe en plusieurs étapes. D'abord, le processus de développement du noyau urbain commence par l'exode rural (Maréchal, 2012 ; Bogaert & Halleux, 2015). Les gens quittent le milieu rural avec très peu de capitaux, très peu de perspectives d'avenir et d'investissements, ne disposant pas d'opportunité sociale et économique, sont donc obligés d'aller vivre en ville (Gendreau, 1996 ; Bogaert & Halleux, 2015). Toutefois, l'inverse est aussi vrai, car les gens décident délibérément de quitter la ville à cause de sa complication, sa densité trop élevée et l'insécurité... pour s'installer dans une zone de la ville référée comme périurbaine (Bogaert *et al.*, 2014 ; Figure 4)

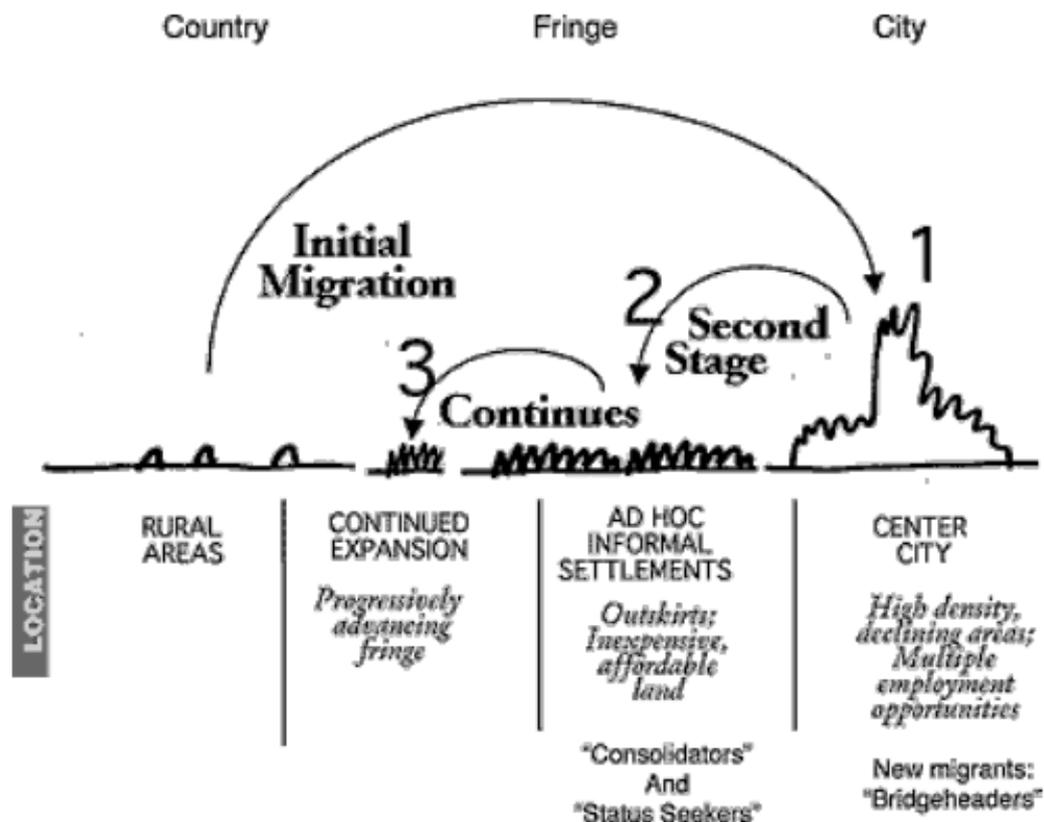


Figure 4: Approche scientifique du processus de développement du noyau urbain montrant la de-densification du centre-ville et la dynamique anthropiques au sein d'un paysage (Turner, 1968)

2.1.3. (Péri) urbanisation en Haïti

La détérioration continue des conditions de vie dans les zones rurales du pays a conduit à la création de modèles traditionnels d'urbanisation qui ont tendance à attirer les gens vers les zones urbaines à la recherche de travail salarié et autres services comme l'éducation (CECI, 2012). Cette urbanisation conduit à l'expansion des zones urbaines en zones périphériques avec des constructions qui se développent de manière anarchique (Belland, 2009) en donnant naissance à une dynamique de nouvelles tâches urbaines au détriment des écosystèmes naturels. Ainsi se crée une transition dite périurbaine entre zones urbaines et espaces essentiellement agricoles (Belland, 2009). En réalité, ces zones sont très menacées par la pression foncière généralisée dans le pays, qui se traduit par une forte augmentation des habitants, suivie par l'urbanisation et le phénomène de *minifundia* (petites surfaces) des terres agricoles (Dormain, 2003 ; FAO, 1996). Cette situation est encore amplifiée par des activités circonstancielles de lotissement mêlées à des contrebandiers qui vendent illégalement des terrains et construisent sans l'autorisation d'un plan de l'État (Belland, 2009).

2.1.4. Destruction et dégradation de la végétation comme impacts négatifs de la (péri) urbanisation

Les zones périurbaines, situées à une frontière floue entre le rural et l'urbain, sont le terrain de multiples phénomènes ayant des répercussions, souvent perçues comme négatives, sur notre société (Bogaert & Haleux, 2015). Les conséquences et enjeux qui en découlent varient selon les régions du monde mais d'aucuns s'accordent à dire que le phénomène de périurbanisation mène en général à la formation de ghettos sociaux, au renforcement des inégalités sociales, à la dégradation visuelle des paysages, à des conflits humains dus à la multiplication des acteurs y vivant ou y pratiquant une activité, à une dégradation de la biodiversité et à un risque accru d'incendies (André *et al.*, 2014). En Europe, des conséquences négatives telles que l'utilisation de terrains de grande valeur agricole pour la construction, l'augmentation des consommations d'énergie ainsi que le financement des équipements par la collectivité ont été signalées (Brück, 2002). Deux voies principales de l'impact du développement urbain sur le changement de la structure spatiale des écosystèmes végétalisés, et les services écosystémiques issus, doivent être prises en considération (Lambin *et al.*, 2001 ; Bogaert *et al.*, 2014). Dans les pays développés, les agglomérations urbaines à grande échelle et les zones périurbaines étendues fragmentent les écosystèmes végétalisés environnants en menaçant divers services écosystémiques; toutefois, cela est compensé par la forte demande en espaces verts pour la conservation de la biodiversité et la récréation. Dans les PED par contre, l'urbanisation semble surpasser toutes les autres occupations du sol adjacentes à la ville, y compris les terres agricoles (Useni *et al.*, 2019a). La zone périurbaine est le lieu de nombreuses activités économiques, donnant aux ménages la possibilité d'être moins vulnérables aux fluctuations économiques, sans pour autant que leurs habitants disposent d'installations et de sécurité foncière insuffisantes (Drakakis-Smith, 1991 ; Drakakis-Smith, 1994 ; Briggs *et al.*, 2001 ; ULB, 2006 ; Trefon *et al.*, 2007).

Les espaces périurbains, selon Vermeulen *et al.* (2011), se caractérisent également par une gouvernance hybride juxtaposée par des agents de l'Etat et des autorités traditionnelles et par des activités économiques extractives et productives de subsistance et commerciales. Ils seraient également très dépendants des ressources naturelles et de l'agriculture. Arnoldussen *et al.* (2005) les décrivent comme des lieux hybrides et pluriels, à la fois similaires et distincts des milieux ruraux et urbains. De surcroît, les personnes vivant en zone périurbaine cherchent à assurer leur subsistance dans un contexte économique qui se dégrade (Vermeulen *et al.*, 2011), par tous les moyens et avec peu de souci pour la durabilité des ressources (Tréfon *et*

al., 2005). Tous les acteurs entreraient en compétition dans un milieu restreint et le conflit serait, dès lors, permanent. De nombreux auteurs s'accordent aussi pour dire que les éléments et formations végétales qu'ils contiennent (arbres urbains, ceintures vertes et autres forêts périurbaines) vont devenir très importants dans un avenir proche pour le développement durable (Vermeulen *et al.*, 2011).

2.2. Ecologie du paysage, discipline au service du développement urbain durable

L'écologie du paysage, qui a débuté dans les années 1970, est utilisée pour analyser les relations entre l'organisation spatiale et les processus écologiques liés aux paysages (Bougé, 2009). L'écologie du paysage, en tant que science, cherche à s'inscrire dans une approche multidisciplinaire ou interdisciplinaire pour décrire et expliquer les modèles et théories des relations spatiales dans un environnement en évolution (Descamp, 2004).

Les idées entourant le concept de l'écologie du paysage pour la durabilité sont devenues connues à la fin des années 1980 et au début des années 1990, en raison de l'adaptation croissante des communautés scientifiques et technologiques aux processus sociaux et politiques qui ont façonné la stratégie du développement durable (Potschin *et al.*, 2006). Cette approche consistant à maintenir les fonctionnements écologiques et du développement humain en réponse au défi du développement durable, est au cœur de l'écologie du paysage (Potschin *et al.*, 2006).

En tant que discipline scientifique étudiant la multifonctionnalité du paysage (Tress *et al.*, 2001), l'écologie du paysage s'intéresse aux multiples fonctions écologiques, économiques, culturelles, historiques ou esthétiques (Sahraoui, 2016), tout comme à la littérature, l'anthropologie, l'ethnologie, l'agronomie, la peinture, la géographie et l'architecture (Bogaert et Mahamane, 2005, Hobbs *et al.*, 2002 ; Forman, 2008). L'écologie du paysage, constitue un véritable engagement transdisciplinaire (Bogaert *et al.*, 2005) qui intègre les sciences écologiques, géographiques, urbaines et sociales tout en ayant un rôle à jouer dans la durabilité des villes (Naveh, 2009 ; Wu, 2014).

A partir de l'ère industrielle, les villes ont été les moteurs du développement socio-économique, mais aussi les centres des grands problèmes environnementaux (Naveh, 2009). Cependant, en tant que science transdisciplinaire, l'écologie du paysage doit inclure des décisions relatives à la gestion des ressources naturelles (Liu *et al.*, 2002). La nécessité de conserver ou de restaurer des paysages ouverts en harmonie avec les besoins socio-économiques de la société est son plus grand défi à relever. Pour Naveh (2009), ce défi

consiste à transformer la richesse non économique de l'écosystème local en paramètres utilisables par les planificateurs et les décideurs de l'utilisation des terres. Dans les conceptions qui relient les paysages à notre environnement sociale et économique actuel, le paysage occupe une place privilégiée (Burel & Baudry, 2003, Bamba *et al.*, 2010). Bien que chaque approche, chaque culture reflète une perception différente de l'écologie du paysage, le paysage présenté sous trois approches environnementales complémentaires principales (Schlaepfer *et al.*, 2002), peut être défini comme un complexe d'écosystèmes interagissant de façon cohérente (Iorgulescu & Schlaepfer, 2002 ; Bogaert *et al.*, 2005). En effet, pour d'écrire et étudier le paysage de nombreux auteurs ont mis en évidence l'espace (Heinrich *et al.*, 2002) tandis que d'autres considèrent le facteur naturel/humain en prenant en compte les impacts des activités humaines sur le paysage et son évolution au cours du temps (Decamps, 2004 ; Munyemba, 2010, Brunet, 1974, Berque, 1984). Néanmoins, la superficie du paysage est relativement grande, allant de quelques hectares à quelques centaines de kilomètres carrés (Forman & Godron, 1986), et c'est un biome lorsque plusieurs paysages sont combinés (Boagert *et al.*, 2005). D'autre part, l'importance des activités humaines et des perceptions humaines a donc exclu les niveaux régional et continental selon Bamba *et al.* (2010), voir même la disparition d'échelles très locales par exemple de l'ordre du m² (Burel & Baudry, 2003, Bamba *et al.*, 2010 ; Figure 5).

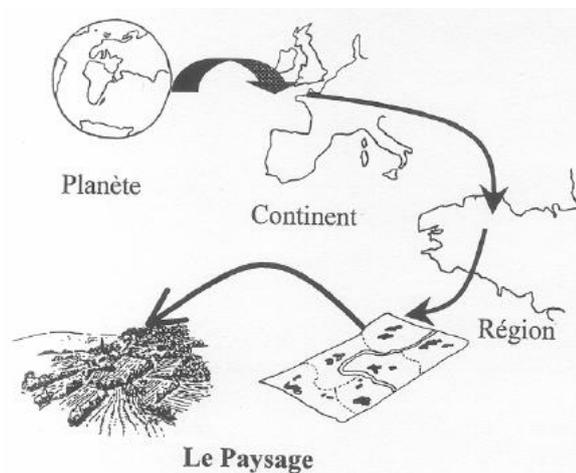


Figure 5 : Le paysage, le niveau d'organisation des systèmes écologiques situés en dessous de la région, mais au dessus de l'écosystème. Entre le niveau global de la biosphère et celui de la région se trouve le continent, la région étant inférieure au continent (Forman, 1997 ; Burel & Baudry, 2000). Dans d'autres typologies, le paysage est organisé à un niveau plus élevé que d'autres types, commençant par les cellules (a), les organismes (b), les communautés (c), les populations (d), les écosystèmes (e) Le paysage (f), biome (g), biosphère (h), etc. Elle est composée de plusieurs écosystèmes et fait partie, avec d'autres paysages, d'un biome (Burel & Baudry, 2003).

2.2.1. Paysage : définitions et éléments

Le paysage est défini comme un espace hétérogène composé d'une mosaïque d'écosystèmes en interaction qui interagissent et se répètent de façon similaire dans l'espace (Fatima, 2016). Dans un paysage, la structure spatiale est une mosaïque représentée par trois (3) éléments fondamentaux : la tâche, la matrice et le corridor (Bogaert *et al.*, 2005 ; Fatima, 2016). La tâche est indépendante, non linéaire, de nature différente de la matrice et éventuellement liées par des corridors (Bogaert *et al.*, 2005 ; Bamba *et al.*, 2010 ; Fatima *et al.*, 2016).

La matrice est le "fond" de la mosaïque du paysage où se trouvent les autres éléments selon Hobbs (2002) et qui consiste en un ensemble de tâches dominant de l'espace, elle est par son étendue la moins fragmentée et la plus répandue (Bogaert *et al.*, 2005 ; Fatima, 2016). Enfin, les "corridors" sont des unités ayant une forme linéaire reliant les tâches entre elles et remplissant des fonctions de filtre, canalisateur ou séparateur écologiques (Bogaert *et al.*, 2005) souvent présentes dans un paysage sous la forme d'un réseau à la dispersion des organismes (Farina, 2000) ou comme habitat favorisant la prédation, la reproduction, la colonisation et la migration (Bamba, 2010) . Dans le paysage, la subdivision en tâches, corridors et matrices est connue sous le nom de modèle "patch-corridor-matrix"(Bogaert *et al.*, 2005 ; Figure 6).

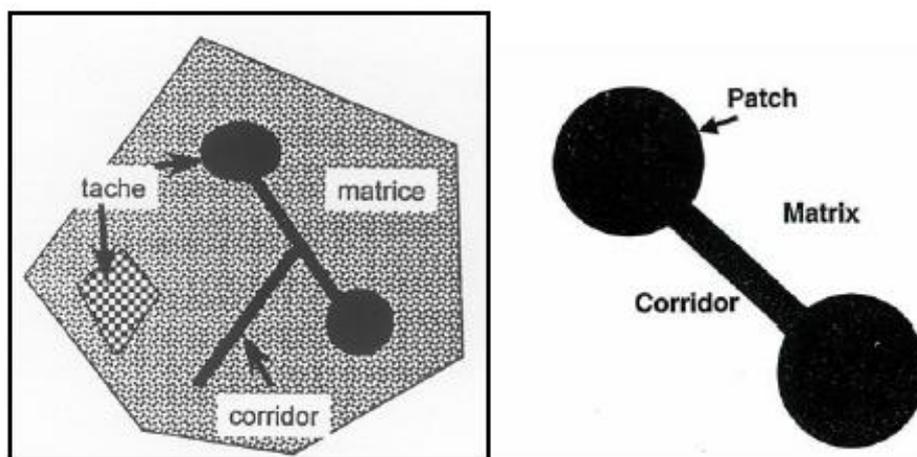


Figure 6 : Classifications des composantes basiques du paysage selon le modèle taches-matrice-corridors (Burel & Baudry, 2000). Les taches et la matrice sont connectées à l'aide des corridors. La structure qui entoure ces deux catégories dans le paysage s'appelle la matrice "arrière-plan de la mosaïque paysagère" (Burel & Baudry, 2003).

2.2.2. Importance de la structure spatiale en écologie du paysage : pattern/process paradigme

Chaque système écologique est caractérisé par une interdépendance de trois éléments clés : la configuration, la composition et le fonctionnement (Figure 7). Pris individuellement, chaque élément est nécessaire mais insuffisant pour caractériser l'état d'un système (Bogaert & Mahamane, 2005 ; Munyemba, 2010). En analysant la structure du paysage et sa dynamique, des déductions utiles au sujet des processus (écologiques) fondamentaux peuvent être faites, et vice versa (Bogaert et *al.*, 2004). Cette relation triangulaire, décrivant l'interdépendance de la configuration, les types de composition et des processus de tous les systèmes écologiques constitue la base de la recherche en écologie du paysage (Noon & Dale, 2002). Ce principe justifie l'importance donnée, en écologie du paysage, à l'étude des structures spatiales des paysages (Bogaert et *al.*, 2004).

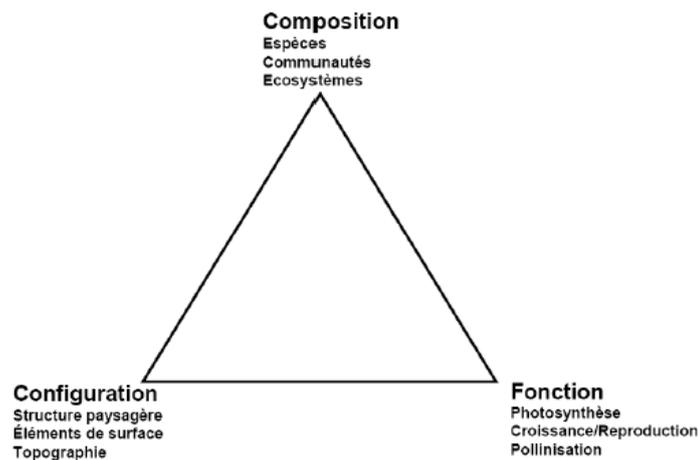


Figure 7: Les éléments clés de chaque système écologique, applicable à chaque échelle spatio-temporelle: la configuration, la composition et les fonctions présentes dans le paysage. Les éléments sont connectés par un triangle équilatéral pour illustrer leur interdépendance (Noon & Dale, 2002).

L'objectif de l'écologie du paysage est d'étudier les processus écologiques dans leur contexte spatial. Il y a un lien direct entre la structure spatiale du paysage et son fonctionnement (écologique). Ce lien, connu sous le terme de « *pattern/process paradigm* », est l'hypothèse centrale de l'écologie du paysage et justifie la position centrale de l'analyse de la structure spatiale dans le domaine de l'écologie du paysage (Bogaert & Mahamane, 2005). Lorsque la composition et/ou la configuration changent, le fonctionnement écologique du paysage en est modifié également (Figure 8). Le fonctionnement peut être quantifié par la biodiversité, la production de biomasse, la taille de la population, ... (Koffi, 2008)

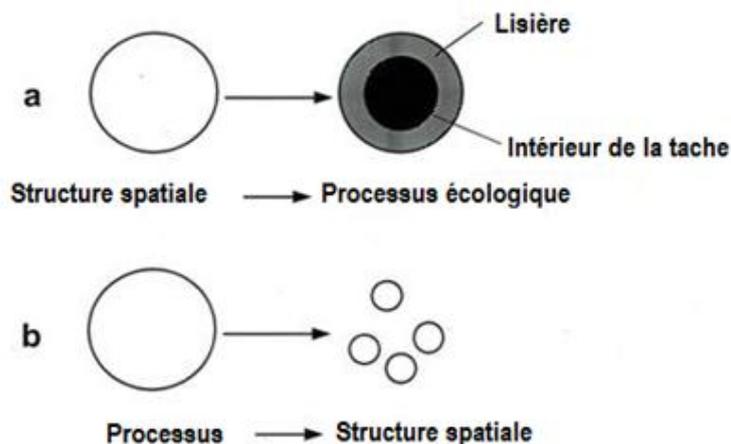


Figure 8: Illustration du pattern/process paradigm : a) processus (écologique) du paysage altéré par la structure spatiale. Ex présence d'habitat de lisière et de l'intérieur dû à l'effet de lisière, sont observés pour des taches individuelles résultant de la fragmentation du paysage ;b) la structure du paysage est supposée résulter des processus (écologiques). Ex la fragmentation transforme l'habitat continu en taches d'habitats isolés (Koffi, 2008 modifié).

2.2.3. Analyse de la dynamique des paysages : principes et techniques

Le changement de qualité, de forme et d'organisation spatiale change constamment l'évolution de la mosaïque paysagère (Schlaepfer, 2002). Les processus naturels, en particulier la séquence écologique et les perturbations naturelles ou anthropogènes, sont à la base de ces changements (Bamba *et al.*, 2010). Ces moteurs perturbateurs agissent sur toute échelle spatiale et temporelle, ils constituent ainsi la force motrice des dynamiques des paysages.

2.2.3.1. Indices de structure spatiale

En écologie du paysage, Bogaert & Mahamane, (2005), considèrent les indices de structure spatiale comme des méthodes scientifiques basées sur la relation réciproque impliquant trois éléments clés du système écologique, notamment sa configuration, sa composition et son fonctionnement spatial. Au-delà de ces aspects, la fragmentation est une chose et l'hétérogénéité en est une autre. Ainsi l'hétérogénéité est particulièrement intéressante pour étudier les relations entre la configuration du paysage et les processus écologiques (Bogaert *et al.*, 2005). Cette approche permet de décrire les structures en termes quantifiables à partir d'une série d'indices appelés " indices de configuration ou mesures paysagères ". Ces indices servent souvent d'indicateur de l'impact humain sur la morphologie du paysage et sur les processus spatiaux de transformation (Bamba *et al.*, 2010). Il s'agit, entre autres, de la superficie des tâches (aire totale, aire moyenne, aire médiane, aire minimale); le nombre de

tâches, la proportion de tâches et celle de type dominant ainsi que le périmètre des tâches (Bogaert *et al.*, 2004 ; Bogaert *et al.*, 2005 ; Bamba *et al.*, 2010). La structure spatiale des espaces verts, le long du gradient urbain-périurbain du Cap-Haitien, a été mis en évidence dans notre travail à travers le calcul d'une série d'indices relatifs à l'aire et au nombre de tâches.

2.2.3.2. Matrices de transition

L'approche de la matrice de transition diachronique est une méthode analytique pour évaluer les changements dans la composition du paysage (Bogaert, 2014). Présentée de manière condensée sous la forme d'une matrice carrée, la matrice de transition est essentielle pour décrire les changements d'état des éléments d'un système pendant une période donnée en mettant l'accent sur l'état des éléments au moment initial et final (Bamba *et al.*, 2010 ; Schlaepfer, 2002 ; Useni *et al.*, 2019a). Quoiqu'utile pour l'étude de la dynamique du paysage, cette matrice fournit des informations sur la proportion d'un type x de sol attribuée à l'état y pendant la période en cause (Banba *et al.*, 2010) mais ne fournit pas d'informations sur la distribution spatiale des changements, ni sur les processus et les causes qui ont conduit aux changements. Cet outil n'a pas été utilisé dans notre travail.

2.2.3.3. Processus de transformation spatiale

Les principaux moteurs de l'anthropisation du paysage agissant sur la dynamique de la couverture terrestre, ont généré dix processus de transformation spatiale bien définis au sein du paysage (Bogaert *et al.*, 2004). Ainsi, l'attrition, la déformation, la dissection, la fragmentation, la perforation et/ou le rétrécissement caractérisent les types de parcelles naturelles. Alors que les effets anthropiques sur la configuration du paysage comprennent l'agrégation, la création, l'expansion et l'éloignement (Bogaert *et al.*, 2004, Bogaert *et al.*, 2011 ; Figure 9).

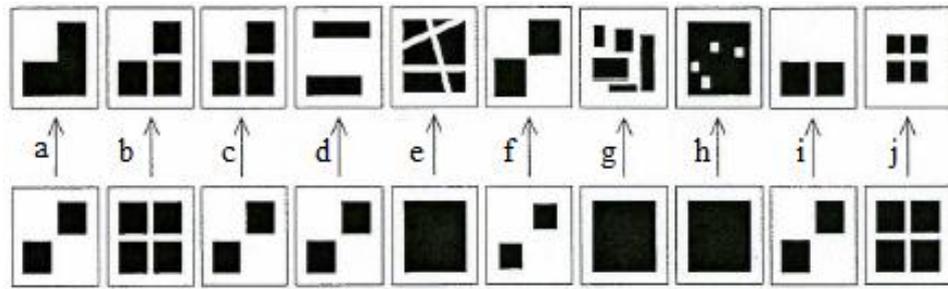


Figure 9: Illustration des dix processus de transformation spatiale. Les zones sombres représentent la couverture de la zone d'intérêt et les zones claires la couverture de la matrice du paysage : l'agrégation représente la fusion des taches (a) ; la suppression (b) représente la disparition d'un des taches du paysage original ; la création (c) est la transformation du paysage par la formation d'un nouveau tache, augmentant le nombre de taches de deux à trois ; la déformation (d) représente la transformation caractérisée par le changement de la forme des deux taches à la forme rectangulaire sans modifier la zone ; la dissolution (e) définit la subdivision d'une zone continue par des lignes de largeur uniforme et de petites dimensions ; l'élargissement (f) représente la transformation en augmentant la taille des deux taches ; la fragmentation (g) est la transformation du paysage par la rupture de la continuité en cinq tâches distinctes de taille et de forme inégales ; la perforation (h) est la transformation par la formation de quatre trous ; le déplacement (i) est la translocation de l'une des deux tâches ; la réduction (j) est la diminution de la taille des tâches (Bogaert *et al.*, 2004).

Ainsi, le changement de modèle qui sous-tend ces processus de transformation permet de représenter la dynamique de la couverture terrestre (Bogaert *et al.*, 2014). Il est à noter que les processus ci-dessus se succèdent souvent de cette manière: la transformation du paysage commence souvent par la perforation ou la dissection (Bogaert *et al.*, 2004 ; Bogaert *et al.*, 2011). La création des réseaux routiers est le résultat de cette dissection ; elle se traduit donc comme un processus clé d'"anthropisation" du paysage, car l'accessibilité d'un paysage augmente directement du fait de sa dissection (Bogaert *et al.*, 2011).

La dynamique du paysage est a priori déclenchée par l'accessibilité. Suivi d'une fragmentation, qui aggrave souvent les changements initiaux de la mosaïque initiés par les deux premiers, pour ensuite soustraire et éliminer les taches tout en ayant de profondes implications sur la connectivité des habitats naturels (Bogaert *et al.*, 2004 ; Bogaert *et al.*, 2011). La création est souvent suivie d'une expansion qui peut conduire à l'agrégation mais peut aussi avoir des conséquences sur la capacité de l'environnement à offrir des services écosystémiques (Bogaert *et al.*, 2004 ; Bogaert *et al.*, 2011 ; Figure 10).

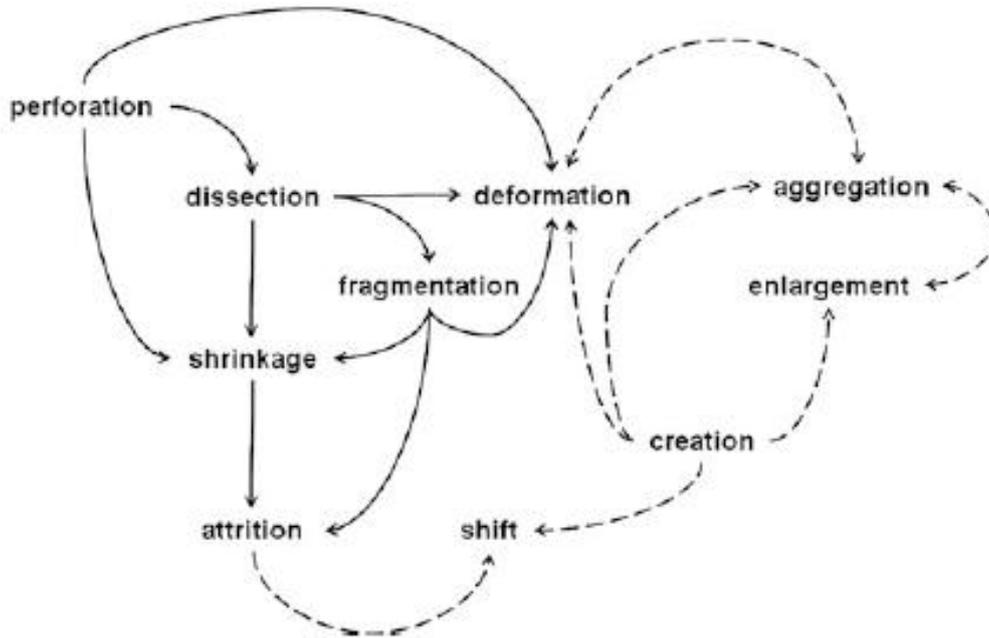


Figure 10 : Les processus de transformation spatiale généralement observés pour les types de taches naturelles (traits continus) et anthropiques (traits discontinus). Les flèches indiquent les relations causales et leur évolution séquentielle dans le temps (Bogaert et al., 2011).

2.3. Ecologie urbaine

Le système urbain est dominé par l'homme en ville par les effets directs et indirects significatifs de l'anthroposphère (activités humaines) et de toutes leurs interactions sur les autres systèmes biologiques et abiotiques (Marzluff *et al.*, 2008). Néanmoins, l'accent que mettent certains auteurs sur les composants de l'écosystème urbain et la relation entre humain (anthroposphère) et nature (les autres éléments de l'écosystème) reconnaît le rôle important de l'anthroposphère sur les perturbations (Radoslava, 2016). Les écosystèmes urbains sont constamment perturbés dans les villes; le climat, sol, air et eau sont plus affectés par les activités humaines.

En effet, la perturbation des écosystèmes urbains par de nombreuses activités humaines cause la perte d'habitat et entraîne un changement dans le nombre et la nature des espèces en ville (Czech *et al.*, 2000). Ce processus de perturbation est l'un des facteurs clés qui déterminent la mosaïque de l'habitat dans les écosystèmes urbains (Sukkop, 2004). Par ailleurs, les milieux urbains, dépendent de la végétation pour assurer des fonctions écosystémiques (Bolund et Hunhammar, 1999 ; Rolland, 2009 ; William *et al.*, 2009).

2.3.1. Définitions

Prenant en compte l'aspect social de l'environnement, l'écologie urbaine par sa définition, est considérée comme "l'étude de la relation entre l'homme et son environnement urbain"(Alberti, 2008; Forman, 2008), ou essentiellement l'écologie humaine de la ville. Quant à Marzluff *et al.* (2008), ce concept étudie les écosystèmes incluant les humains vivant dans les villes et les paysages qui en dépendent (par exemple : de l'homme dans les villes, de la nature dans les villes, et des relations couplées entre l'homme et la nature ; Figure 11).

Dans la littérature sur l'écologie urbaine, on distingue l'écologie dans la ville de l'écologie de la ville. L'écologie dans la ville fait référence à une échelle spatiale réduite et une seule discipline (l'écologie). Par contre, l'écologie de la ville est multidisciplinaire (biologie, anthropologie, sociologie, géographie, écologie...) et prend en compte une échelle spatiale large (Pickett *et al.*, 1997, 2001, 2011 ; Niemäla, 1999a ; Clergeau, 2007 ; Breuste *et al.*, 2008 ; McDonnell & Hahs, 2008 ; Niemelä, 2011). Quant au milieu urbain (ou la ville), il est considéré comme un ensemble des mosaïques de sites construits pour diverses fonctions ; il est désigné en opposition au milieu rural (Clergeau, 2007 ; Forman, 2008).

D'un point de vue écologique, le milieu urbain est une zone dérivant de l'influence humaine dont les mosaïques uniques de sites construits pour différentes fonctions (résidentielles, commerciales, industrielles et d'infrastructure) sont entrecoupées par de la végétation et/ou des cours d'eau (Alberti & Marzluff, 2004 ; McDonnell *et al.*, 2009 ; Faeth *et al.*, 2011). Les principales différences entre le milieu urbain et rural sont le type, l'intensité et la fréquence de l'influence anthropique (Breuste *et al.*, 2008) qui ne cessent de s'accroître sous le double effet d'une densification des espaces déjà urbanisés et d'une extension de nouvelles surfaces urbanisées sur le milieu rural (Puissant, 2003 ; Bogaert *et al.*, 2015).

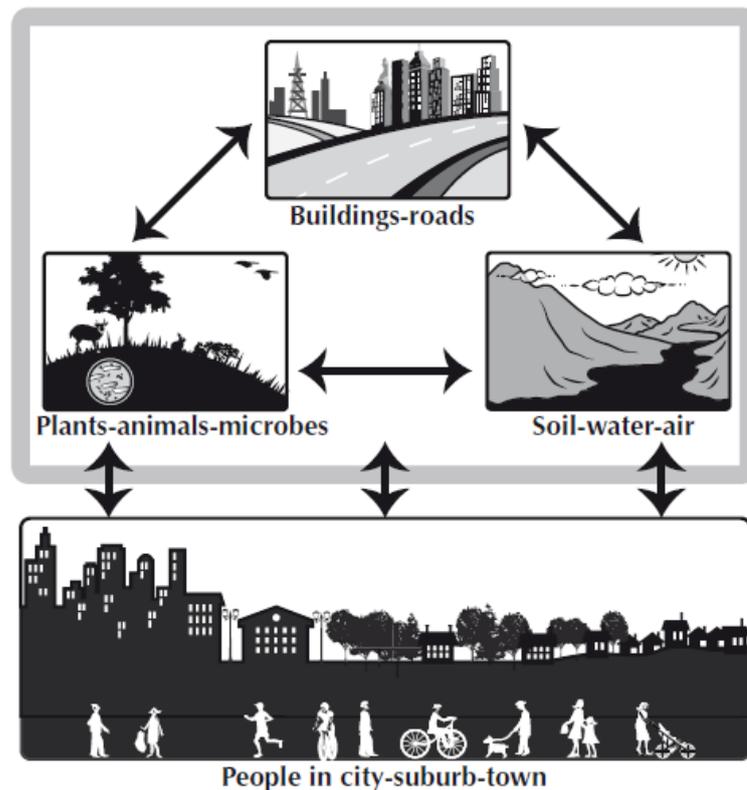


Figure 11: Modèle de conceptualisation de l'écologie urbaine montrant qu'il est possible d'étudier les interactions entre les organismes, les structures construites et l'environnement physique, sur lesquels les gens sont agglomérés. Extrait de Forman (2010a).

En effet, la cohésion sociale et l'environnement repose sur plusieurs approches de l'écologie urbaine (Sukopp, 2008 ; Wu *et al.*, 2002 ; Grimm *et al.*, 2003, 2008), en commençant par l'approche sociologique de l'urbanisme, étudiant le comportement humain et les organisations sociales dans les villes. Ensuite, elle porte sur la répartition et l'abondance des plantes et des animaux à l'intérieur et autour des villes (Alberti, 2008) comme celles des études européennes antérieures. En parallèle, elle renvoie au système urbain (Odum, 1983 ; Stearns & Montag, 1974 ; Richter & Weiland, 2012) ou à l'écosystème humain (Pickett & Cadenasso, 2006 ; Maréchal *et al.* en presse modifié), traitant la ville comme un écosystème global composé de composantes "naturelles" et socioéconomiques (Richter & Weiland, 2012).

En outre, il fait référence aux modèles spatiaux, aux processus et aux changements dans les zones urbaines du paysage urbain en traitant les zones urbaines comme des systèmes dynamiques hétérogènes à multi-échelles (Grimm *et al.*, 2000). Finalement, l'approche émergente de la durabilité urbaine (Alberti *et al.*, 2004 ; Pickett *et al.*, 2004) se concentre de plus en plus sur la relation entre les services écosystémiques, le bien-être humain dans les zones urbaines (Bolund & Hunhammar 1999 ; Jim & Chen 2009).

2.3.2. Approche du gradient urbain-rural

L'approche du gradient urbain-rural proposée par McDonnell & Pickett (1990) pour comprendre la structure spatiale de l'urbanisation et évaluer son impact sur les processus écologiques (McDonnell & Pickett, 1990 ; Hahs & McDonnell, 2006 ; McDonnell & Hahs, 2008), est également mis en avant en écologie urbaine. En effet, il existe un continuum de diminution d'influence humaine, habituellement supposé être concentrique (McIntyre, 2011), du noyau urbain vers le milieu rural (Forman & Godron, 1986) et qui affecte le type, la taille et la forme de différents types d'occupation/utilisation du sol (Breuste *et al.*, 2008 ; McDonald & Hahs, 2008 ; McIntyre, 2011). Dans le cadre de la présente étude, les zones du gradient urbain-rural ont été identifiées à Cap-Haitien à partir de l'organigramme d'André *et al.* (2014) (Figure 12) ; et 2 zones considérées comme les plus pertinentes ont été ainsi étudiées : la zone urbaine et la zone périurbaine.

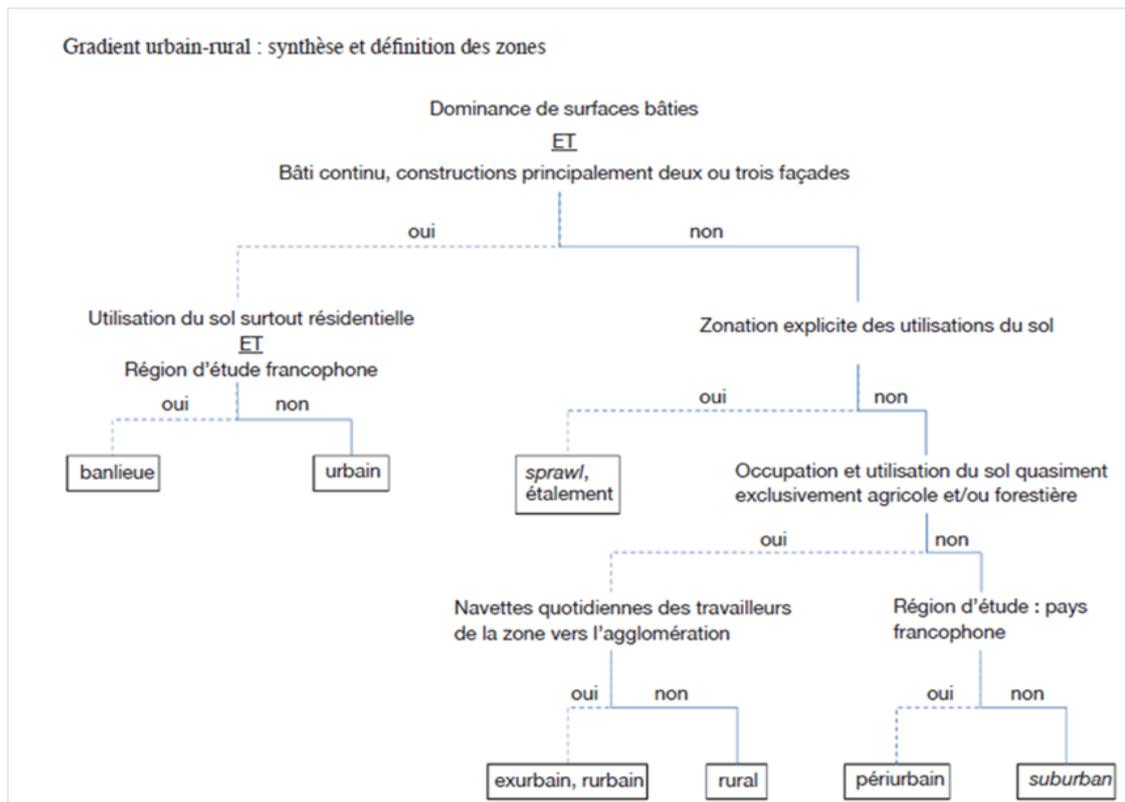


Figure 12: Schéma conceptuel des définitions des zones présentes dans le gradient urbain-rural (André *et al.*, 2014) - Plan directeur des définitions des zones présentes dans le gradient urbain-rural. Pour au moins un critère, les flèches pointillées indiquent une réponse "oui" et celles continues une indication "non" ou "non indiquée" (André *et al.*, 2014).

2.3.2.1. Gradient urbain-rural et changements d'hétérogénéité spatiale

En écologie, l'urbanisation produit une variété de manipulations exponentielles, sans précédent et intenses, dans un contexte d'écologisation (McKinney & Pickette, 1990). Les changements au niveau de : 1) régimes de perturbation, 2) espèces du biote 3) structure du paysage 4) perturbations physiologiques (pollution atmosphérique) et facteurs culturels, économiques et politiques (McKinney & Pickette, 1990).

Le développement urbain est le facteur le plus mortel de toutes les activités humaines qui causent la fragmentation de l'habitat et la perte d'espèces (Marzluff, 2001 ; McKinney, 2002 ; Bogaert *et al.*, 2014). Dans les milieux intensément " bâtis " du noyau urbain, la proportion de plantes en particulier et d'autres espèces est la plus faible (Marzluff *et al.*, 2001 ; Useni *et al.*, 2018, 2019b ; Maréchal *et al.*, 2018 ; Bogaert *et al.*, 2013).

Dans ce noyau urbain, la couverture terrestre dominante et la densité de population humaine peuvent réduire jusqu'à moitié la quantité d'espèces en milieu urbain par rapport aux zones rurales plus naturelles (Marzluff *et al.*, 2001 ; Bogaert *et al.*, 2013 ; Maréchal *et al.*, 2018 ; Useni *et al.*, 2018). En effet, les répercussions humaines de l'hétérogénéité se font peu sentir dans la partie intermédiaire du gradient (périurbain) (McKinney, 2002 ; Catford *et al.*, 2012). Ces changements physiques des bâtis, routes et dominées par une agriculture mixte d'arbres fruitiers et de plantes ornementales, ne sont pas très prononcées (McKinney, 2002).

Dans un paysage, de toute évidence, tous les organismes changent et meurent, s'ajoutant au processus naturel d'extinction, mais à cause des humains, les pertes d'habitat et les populations d'espèces dans les villes sont plus élevées que le taux original (Marzluff *et al.*, 2001). Les effets directs et indirects de l'activité humaine sur les écosystèmes terrestres adaptés sont toutefois illustrés par de nombreux modèles conceptuels selon McKinney (2002), dans lesquels sont dissimulées les facettes de l'effet des gradients urbains sur la vie sauvage (Marzluff *et al.*, 2001 ; voir figure13).

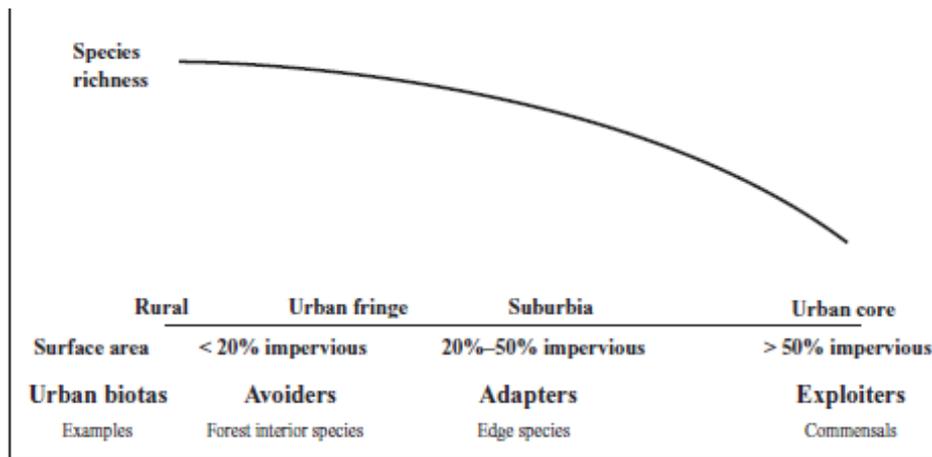


Figure 13: Description très générale et simplifiée des changements en ce qui a trait à la superficie, à la richesse et à la composition des espèces sur le gradient urbain-rural (McKinney, 2002).

Toutefois, ce sur quoi que McKinney, (2002) n'insiste pas, c'est la relation entre la richesse/diversité des espèces avec les différentes formes de perturbation, mais aussi les interactions biotiques entre le statut phytogéographique des espèces (Catford *et al.*, 2012 ; figure 14.)

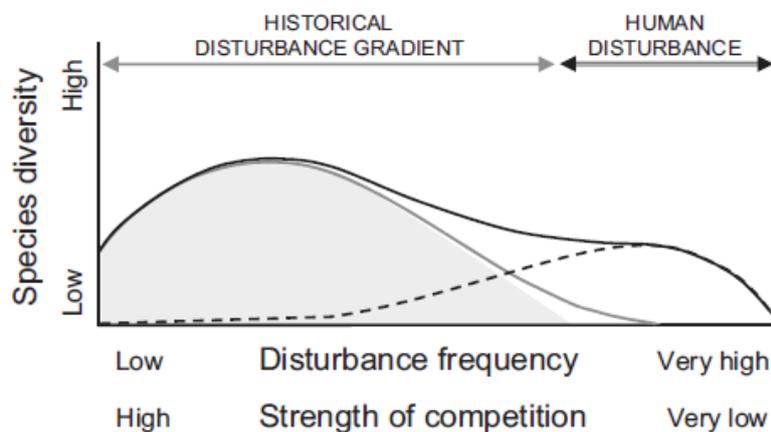


Figure 14: Hétérogénéité des espèces à l'interface urbaine-rurale en fonction du degré de perturbation humaine (Catford *et al.*, 2012). Aux premiers stades de l'invasion, l'ajout d'espèces exotiques combiné à la perturbation humaine prolonge la courbe d'hypothèse de perturbation intermédiaire et augmente la richesse des espèces dans les sites fortement perturbés ; il ne réduit pas la diversité indigène. Selon Richardson *et al.* (2000), la colonisation est au cœur des premiers stades de l'invasion et comprend l'introduction et la naturalisation. En gris, les zones ombragées indiquent la diversité des espèces de la communauté avant l'invasion sous la rubrique les perturbations historiques. Les traces indiquant la diversité après l'invasion et les perturbations post-anthropiques sont : ligne noire pleine, diversité des communautés ; ligne noire pointillée, diversité exotique ; ligne grise pleine, diversité indigène. (Extrait de Catford *et al.*, 2012)

2.3.3. Les espaces verts dans les paysages urbains : définitions et typologie

En milieu urbain, les espaces verts sont considérés comme les derniers rescapés de la nature (Beatley, 2000 ; Kong et Nakagoshi, 2005), si bien que les espaces verts suscitent un intérêt urgent pour les écologues (Rakhshandehroo, 2014). Si l'on considère les espaces verts comme une nécessité, ils peuvent être bien liés aux avantages du développement urbain durable plutôt que d'être sacrifiés (Rakhshandehroo, 2014). Une ville idéale et attrayante pour tous est une ville de verdure (Bogaert *et al.*, 2018). Les atouts et le charme d'une ville selon Rakhshandehroo, (2014) reposent sur sa vie touristique, professionnelle, économique et d'investissement qui distingue ses habitants et ses dirigeants des autres villes (Jim, 2004 ; Rakhshandehroo, 2014). Par conséquent, la prise en compte des espaces verts au sein d'une ville est un atout pour la durabilité urbaine tout en offrant des avantages concurrentiels aux autres villes (Rakhshandehroo, 2014 ; Bogaert *et al.*, 2018). En ville, les espaces verts tels que les jardins familiaux, les parcs et les boisés offrent une multitude d'avantages pour les populations urbaines et un habitat vital pour la faune (UBoc). En améliorant la condition physique et en réduisant la dépression, la présence d'espaces verts peut améliorer la santé et le bien-être des personnes qui vivent et travaillent dans les villes (Rolland, 2009). Les espaces verts ont également un impact indirect sur notre santé en améliorant la qualité de l'air et en limitant l'impact des vagues de chaleur en réduisant les températures urbaines (Bolund & Hunhammar, 1999). En outre, la végétation urbaine emmagasine du carbone, ce qui contribue à atténuer les changements climatiques et à réduire les risques d'inondation en stockant l'excès d'eau de pluie (UBoc).

De nombreux espaces verts apportent une valeur ajoutée aux espaces résidentiels, aux zones d'affaires, de loisirs, et autres zones de développement commercial (Baycan-Levent, 2002 ; Rakhshandehroo, 2014 ; Rakhshandehroo *et al.*, 2017). Ce n'est pas sans raison que certains citoyens et écologistes stipulent que la santé environnementale d'une ville saturée de végétation et de faune est liée à une bonne gestion et un développement harmonieux des espaces verts (Rakhshandehroo, 2014). La perception des espaces verts (naturels ou anthropiques) varie d'un auteur à l'autre, d'une discipline à l'autre selon les définitions, y compris celles des urbanistes, planificateurs, architectes paysagistes et autres (Fisher *et al.*, 2009 ; Rakhshandehroo, 2014).

Dans la définition de Fam *et al.* (2008), les espaces verts publics et privés des villes sont généralement couverts de plantes naturelles ou artificielles, y compris des arbres, des arbustes et des herbes. Quant à Swanwick *et al.*, (2003), ces espaces verts sont des couvertures perméables reliées au sol. Il a également été défini comme comprenant une grande variété de sites et d'utilisations, notamment les champs récréatifs, l'agriculture urbaine, les terrains de jeux naturels pour les jeunes et enfants, les jardins communautaires, les jardins privés et autres (Brodhead, 2009 ; Rakhshandehroo, 2017). Cette définition va encore plus loin en envisageant une agriculture plus proche aux citoyens. Cependant il y a plusieurs applications possibles à ces définitions, ce qui renvoient par la suite à plusieurs types d'espaces verts selon dont ils sont valorisés et perçus (Rakhshandehroo, 2014), selon l'aspect considérés (accessibilité ou inaccessibles) où selon la tenue foncière (privé ou public) ou selon le type de service offert (approvisionnement-régularisation-support-socioculturels) (Costanza *et al.*, 1999 ; Rollande 2009). Comme l'a signalé par Serret (2014), quelques soient les considérations faites, les espaces verts sont des zones (in) accessibles au public, qui jouent un rôle important dans la vie de tous les résidents (Enger, 2005). Dans le cadre de la relation espaces verts et humains sont nés plusieurs états d'accueils et bien être. Dans les deux cas la communication se produit dans le cadre de la relation nature-humain. A titre d'exemple, au sein des espaces verts d'agrément (i) les écoliers sont accueillis pour étudier, ce sont également des lieux où les gens se rencontrent et les enfants jouent librement avec de banquettes et de banc en bord de végétations (les parcs, les places publiques) (Wooley *et al.*, 2002 ; Useni *et al.*, 2018). (ii) Certains espaces offrent des occasions de réalisation de foire agricole, d'exposition de commerce des objets d'art sculpture et de plantes, le patrimoine naturel environnemental où se reposent les employés et les vendeurs ambulants tels : les alignements d'arbres, les terrains inoccupés, places publiques (The Scottish government, 2008). (iii) Les aires de jeux récréatives et de compétition (résidences privés et terrain de jeux) des jeunes organisant leurs jeux pendant les weekends scolaires. (iv) Les jardins communautaires de réinsertion sociale (Dunnet *et al.*, 2002), les résidences privées (vii) qui servent de cérémonies de mariage, de baptêmes, de lieux d'hébergement, de repos ou de nichoirs pour les animaux, de réalisation de conférences pédagogiques, éducatives et autres (Dunnet *et al.*, 2002 ; Useni *et al.*, 2018).(v) Ce sont entre autres des espaces naturels ou anthropiques qui restaurent des âmes, améliorent la température, qui apportent la paix quotidienne aux humains, des habitats hébergeant la flore et la faune indigène, et des forêts semi ouvertes offrant des services naturels ainsi que des réunions religieuses et fêtes (Woolley, 2003 ; Rolland, 2009).

En définitive, la fonction ou les critères d'accessibilité sont souvent utilisés pour classer les espaces verts mais ne tiennent pas compte de leur histoire (Rakhshandehroo, 2014). Adaptés au contexte local et selon leur histoire, chaque ville a ses propres types d'espaces verts. En fin de compte, diverses bases de données (Américaine, Chine, Europe) existantes sont utilisées pour classer en types distincts les espaces verts urbains (Kong & Nakagoshi, 2006). Les types d'espaces verts ne manquent pas en effet dans la littérature ; c'est la prise en compte des éléments qui les rendent différents (Bougé, 2009). En 1995, pour dissiper toute équivoque, l'Association des Ingénieurs des Villes de France (AIVF) a donc présenté une typologie qui était la plus répandue sans toutefois prendre en compte la position des espaces verts dans la ville (Bougé, 2009). Il fallait attendre, les typologies inspirées de la loi de 1973 sur les espaces verts proposée par Vilmorin (1976) puis de celle de Clergeau (2007) pour souligner l'importance de la notion de centre et périphérie pour la typologie des espaces verts (Bougé, 2009). Celles-ci prennent en compte la place de l'espace vert entre ville et campagne (Bougé, 2009). Ces auteurs expliquent comment la forme d'urbanisation attenante à l'espace a une influence sur celui-ci ainsi que son rôle (Bougé, 2009). Dans cette étude, les différentes typologies qui seront utilisées sont jointes en annexes.

2.3.4. Les services écosystémiques en milieu urbain

L'une des crédos actuels des écologistes assoiffés de lumière et de bien-être est que les écosystèmes urbains fournissent des services écosystémiques systémiques (Costanza *et al.*, 1999). Le biologiste, écologiste et démographe américain soutient que pour maintenir les services écosystémiques sans inverser la tendance à l'extinction, les humains devront recourir davantage à la substitution (Ehrlich, 1932). La notion services écosystémiques fut apparue dans les années 1970 comme étant le capital naturel, a connu un succès croissant au cours de la dernière décennie, tant dans la communauté scientifique que dans les sphères de décision administrative (Maréchal *et al.*, 2014). Au fil des études, les chercheurs sont confrontés au fait que les écosystèmes contribuent directement et indirectement au bien-être humain (per Bolund et Hunhammar, 1999 ; Rollande 2009 ; Bogaert *et al.*, 2018). Il est clair qu'aujourd'hui, à mesure que les êtres humains en entendent parler, ils en dépendent quotidiennement et sont conscients de la réalité des services rendus par les écosystèmes.

Toutefois, les deux expressions fonctions et services écosystémiques sont souvent interprétées de façon ambiguë. A priori, les services écosystémiques réfèrent aux bénéfices ou avantages que les humains tirent des écosystèmes (Costanza *et al.*, 1997 ; MEA, 2005 ; De

Groot *et al.*, 2002, Robson *et al.*, 2006 ; tableau 1 & 2). Les quatre principales fonctions écosystémiques dans lesquelles les services écosystémiques dérivent sont : les services d'approvisionnement, les services de régulation, les services culturels et de commodité et les services d'appui au maintien des conditions de vie sur terre (MEA, 2005). Pour les auteurs, les services écosystémiques représentent différents aspects du bien-être.

En voici quelques exemples : les plantes comestibles obtenues par photosynthèse dans les jardins familiaux urbains et périurbains (Altierie *et al.*, 1999) ; pendant les précipitations abondantes et/ou prolongées, le sol et la végétation percolent l'eau en régulant le débit d'eau et en réduisant le ruissellement (Bengtsson *et al.*, 2005 ; Maréchal *et al.*, 2014). Les expériences spirituelles et récréatives sont liées aux espaces verts urbains (Marsh 2008 ; Dustin *et al.*, 2009 ; Lokhorst *et al.*, 2014 ; Joshua, 2018). En plus, la régulation de la température urbaine se réfère à l'ombre et l'évapotranspiration, avec la présence d'arbres et d'autres plantes urbaines qui ombragent, créent de l'humidité et bloquent le vent (Per Bolund et Hunhammar, 1999). De plus, selon les estimations de Constanza *et al.* (1997), le montant des services écosystémiques et du capital naturel mondial se situe entre 16 et 54 billions de dollars (1012) par an, soit 33 billions en moyenne par an.

En définitive, les espaces verts urbains sont riches en possibilités de loisirs, de méditation et de pédagogie (Chiesura, 2004 ; Rollande, 2009), et offrent un habitat végétal et animal propice à la reproduction et qui sont admirable aux humains. Ces services sont axés sur la durabilité écologique, l'équité et les perceptions culturelles, l'efficacité et la rentabilité économique dans le but de déterminer les options stratégiques des mesures de restauration et de gestion des écosystèmes (De Groot *et al.*, 2002). Il est clair, si l'on veut répondre aux préoccupations humaines et améliorer durablement le bien-être humain, l'interrelation entre l'homme et la nature est un indicateur potentiel utile fondé sur l'importance des valeurs et des méthodes de valorisation des services écosystémiques (De Groot *et al.*, 2002).

Toutefois l'estimation des services écosystémiques ne sera donc pas prise en compte dans cette étude, Van Ek (2009) a souligné que la monétarisation des services écosystémiques est un exercice très sensible, extrêmement complexe, difficile à quantifier, à mesurer et coûteux à mettre en œuvre en terme économique (Van Ek, 2009 dans Rakhshandehroo, 2016).

Tableau 1 : Services écosystémiques des espaces verts (Bolund & Hunhammar 1999, modifié selon Morell, 2005).

Principaux bénéfices fréquemment attribués aux espaces verts urbains		
Bénéfices économiques	Bénéfices sociaux	Bénéfices environnementaux
Ajouter de la valeur à la propriété environnante, tant commerciale que résidentielle	-Offrir des lieux de contemplation et de réflexion, de détente, de loisirs informels, de paix, d'espace et de beauté.	- Aide à stabiliser les températures et l'humidité urbaines
- Contribuer à attirer les touristes	- Offrir des occasions d'améliorer sa santé et sa forme physique personnelle et de participer à une vaste gamme de sports et d'activités de plein air.	- Ralentir le ruissellement des eaux pluviales et réduire les infrastructures de drainage
- Encourager l'emploi et l'investissement étranger dans une région.	- Offrir des espaces sûrs pour se rencontrer, parler et jouer, pour la libre association d'amis et d'étrangers, pour les familles et entre les générations.	- Offrir des possibilités de recyclage des matières organiques
- Favoriser la création d'une image favorable d'un lieu	- Fournir des liens culturels avec le passé d'une région, en donnant un sentiment d'appartenance et d'identité.	Favoriser l'habitat de la faune et de la flore sauvages et favoriser la biodiversité
	- Offrir des occasions d'organiser des événements communautaires, des activités bénévoles et des collectes de fonds à des fins caritatives.	Absorber les polluants dans l'air et les eaux de surface.
	- Fournir une ressource éducative - une classe en plein air stimulant des idées sur l'art, le design, l'environnement et les sciences naturelles.	- Connaître les saisons et les liens entre le monde naturel et l'environnement urbain.

Tableau 2 : Les Services écosystémiques de différents types de végétation urbaine (Bolund & Hunhammar 1999, modifié selon Breuste *et al.*, 2013).

Classe de végétation	Structure de la végétation	Principaux services écosystémiques existants	Principaux services écosystémiques potentiels
A) vestiges végétaux du paysage naturel d'origine	Bois et forêts, zones humides	Production de bois, fruits, loisirs, biodiversité, régulation microclimatique, drainage des eaux pluviales, traitement des eaux usées.	Expérience nature
B) Végétation des paysages culturels formés par l'agriculture	Les prairies, Jardins, champs, broussailles, herbiers, terres arables et Friches	Production alimentaire, régulation microclimatique, drainage des eaux pluviales	Loisirs, biodiversité, expérience de la nature
C) Végétation ornementale, horticole et urbaine aménagée	-Vert décoratif (parterres de fleurs, petites pelouses, buissons, haies, etc.)	-Décoration, valeurs culturelles	-Biodiversité, drainage des eaux pluviales, apprentissage de la nature
	-Alignement d'arbre le long des voies de circulation ou comme accessoire pour remplir l'espace entre les immeubles d'habitation.	-Filtration de l'air, régulation du microclimat, drainage des eaux pluviales	-Loisirs, biodiversité
	-Jardins/parcs familiaux Arbres urbains	Loisirs, régulation du microclimat, filtration de l'air	Biodiversité, expérience de la nature
D) Végétation urbaine spontanée	Buisson herbacé spontané et végétation pré forestière	Biodiversité, régulation du microclimat	Biodiversité, apprentissage de la nature, expérience de la nature, loisirs

2.3.5. Flore urbaine : espèces exotiques et indigènes

La diversité d'activités humaines en ville crée et maintient une variété d'habitats (des habitats semi-naturels aux habitats fortement anthropisés) qui renferment une importante diversité d'espèces végétale le long des gradients environnementaux (Niemelä, 1999a ; Savard *et al.*, 2000 ; Clergeau, 2007 ; Wittig & Becker, 2010 ; Kowarik, 2011). Le pool d'espèces végétales dans les villes est alimenté à partir (a) des espèces indigènes présentes à l'origine dans la région, (b) des espèces indigènes de la région, à l'origine absentes de la zone urbaine, mais qui colonisent de nouveaux habitats créés par l'urbanisation, (c) des espèces exotiques qui échappent à établir des populations sauvages en milieu urbain, mais aussi celles qui sont cultivées dans les jardins privés et publics (Von der Lippe & Kowarik, 2008 ; Williams *et al.*, 2009). La dernière catégorie n'a été incluse que récemment dans la flore urbaine, après avoir reconnu ses rôles écologiques (Castro & Jaksic, 2008).

La flore urbaine constitue un sous-ensemble du pool d'espèces après le passage à travers 4 filtres, à savoir la transformation de l'habitat, la fragmentation de l'habitat, les conditions environnementales urbaines et les préférences humaines (Figure 15). La transformation et la fragmentation d'habitats sont des filtres anthropiques présents dans la plupart d'écosystèmes alors que les fortes influences des préférences humaines et des conditions de l'environnement urbain sont uniques aux villes (Williams *et al.*, 2009).

Sous l'action des filtres précités, certaines espèces bénéficient de conditions urbaines tandis que d'autres sont négativement affectées et disparaissent (Simonova & Lososova, 2008 ; Williams *et al.*, 2009 ; Kowarik, 2011 ; Trentanovi, 2013). Cette idée a conduit à différentes catégorisations pour exprimer l'affinité d'une espèce pour des conditions urbaines (Blair, 2001; McKinney, 2002) ont différencié les espèces urbanophobes, des urbanoneutres et des urbanophiles. Blair (2001) a distingué les espèces qui évitent les milieux urbains (urban avoiders), qui s'y adaptent (urban adapters) et qui exploitent ces milieux (urban exploiters aussi appelés « synanthropes ») ; De Groot *et al.* (2002) ayant discuté des espèces "specialistes".

La classification de Blair (2001) décrit trois catégories apparemment les plus adoptées et McKinney (2002) précise les types d'espèces végétales qui correspondent à chacune d'entre elles. Les espèces qui évitent les milieux urbains sont très sensibles à la fragmentation de l'habitat et aux perturbations anthropiques et ont tendance à ne se développer qu'à partir des ressources naturelles (p. ex. la plupart des espèces indigènes des marais ou des forêts à la

périphérie des villes) (Blair, 2001 ; McKinney, 2002 ; MacLeod *et al.*, 2009). Les espèces inféodées aux milieux urbains colonisant les habitats humains, mais qui utilisent largement les ressources naturelles (p.ex. les espèces rudérales et cultivées) (Blair, 2001 ; McKinney, 2002). Les espèces tirant parti des milieux urbains, dont la plupart sont exotiques et rudérales (McKinney, 2002), dépendent fortement des habitats perturbés par les activités humaines et tolèrent leurs effets négatifs jusqu'à un certain seuil (Blair, 2001). Ces espèces sont en particulier des graminées et d'autres espèces annuelles (dispersées par le vent, tolérantes au niveau élevé de pollution de l'air, au piétinement et aux sols alcalins, compactés et riches en azote) (Blair, 2001 ; McKinney, 2002).

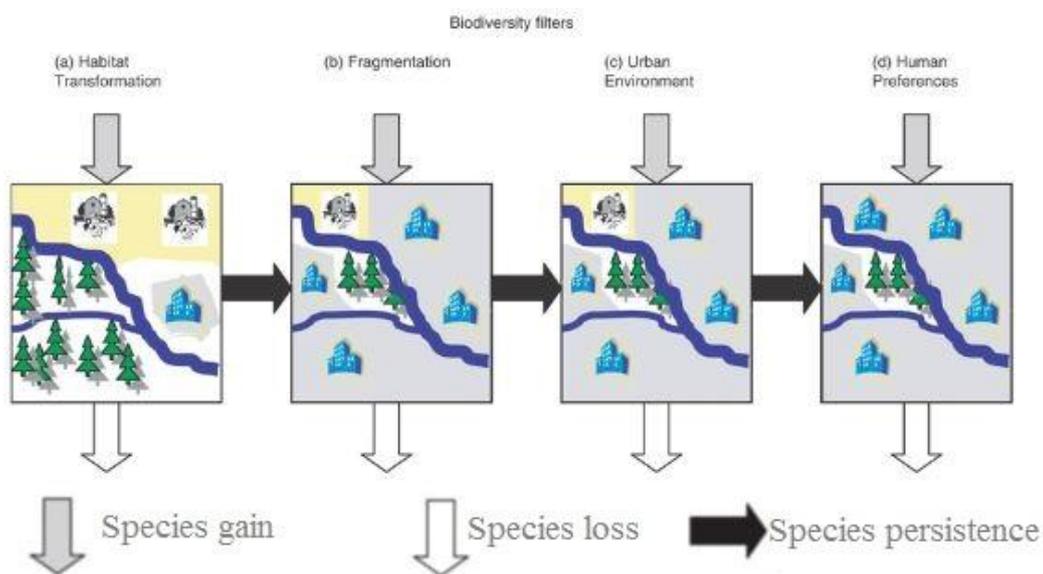


Figure 15. Un modèle schématique de principaux filtres urbains qui contribuent à l'introduction (flèches grises) ou élimination (flèches blanches) des espèces végétales en entraînant la persistance des espèces altérées (flèches noires). Les zones urbaines (icône du bâtiment) peuvent être développées à partir de la végétation indigène (icône d'arbre) ou de terres agricoles (icône de la ferme). Les panneaux représentent des filtres de diversité végétale qui peuvent faire la sélection sur la composition floristique, les traits fonctionnels des plantes ou la structure phylogénétique de communautés. A) La transformation de l'habitat ajoute des espèces par la création de nouveaux écosystèmes urbains et détruira d'autres espèces en raison de la perte de végétation indigène. B) La fragmentation élimine les espèces incapables de persister sur des habitats isolés et de petite taille, qui peuvent ensuite être colonisées par d'autres espèces. C) L'environnement urbain est différent de l'environnement non urbain en raison d'une suite de changements environnementaux (pollution, îlots de chaleur urbains, éclairage nocturne...) qui peuvent être en (dé)favorable de certaines espèces. D) Les préférences humaines introduisent et éliminent certaines espèces végétales (Williams *et al.*, 2009).

Chapitre 3. Milieu, matériel et méthodes

3.1. Milieu d'étude : la ville du Cap-Haïtien et ses limites administratives

La ville du Cap-Haïtien, deuxième plus grande ville administrative d'Haïti est située entre 18°0' et 20°6' de latitude Nord et 71°20' et 74°30' de longitude Ouest. Couvrant une superficie de 53,5 km², la ville, enfermée par la mer et la montagne, est géographiquement délimitée au Nord par l'océan Atlantique, au Sud par les communes de Quartier-Morin, Milot et Plaine du Nord, à l'Est par la commune de Quartier-Morin, et à l'Ouest par la commune Bande du Nord étouffée par les chaînes de montagne (CECI, 2012). La ville du Cap-Haïtien est composée de 3 sections communales: Bande du Nord, Haut du Cap et Petit Anse, et de 72 quartiers, dont un centre historique qui représente le véritable patrimoine historique de la ville. Le réseau routier (RN1 et RN 3) relie la ville à toute la partie de l'île Hispaniola (BID/OREPA NORD, 2018 ; Figure 16)

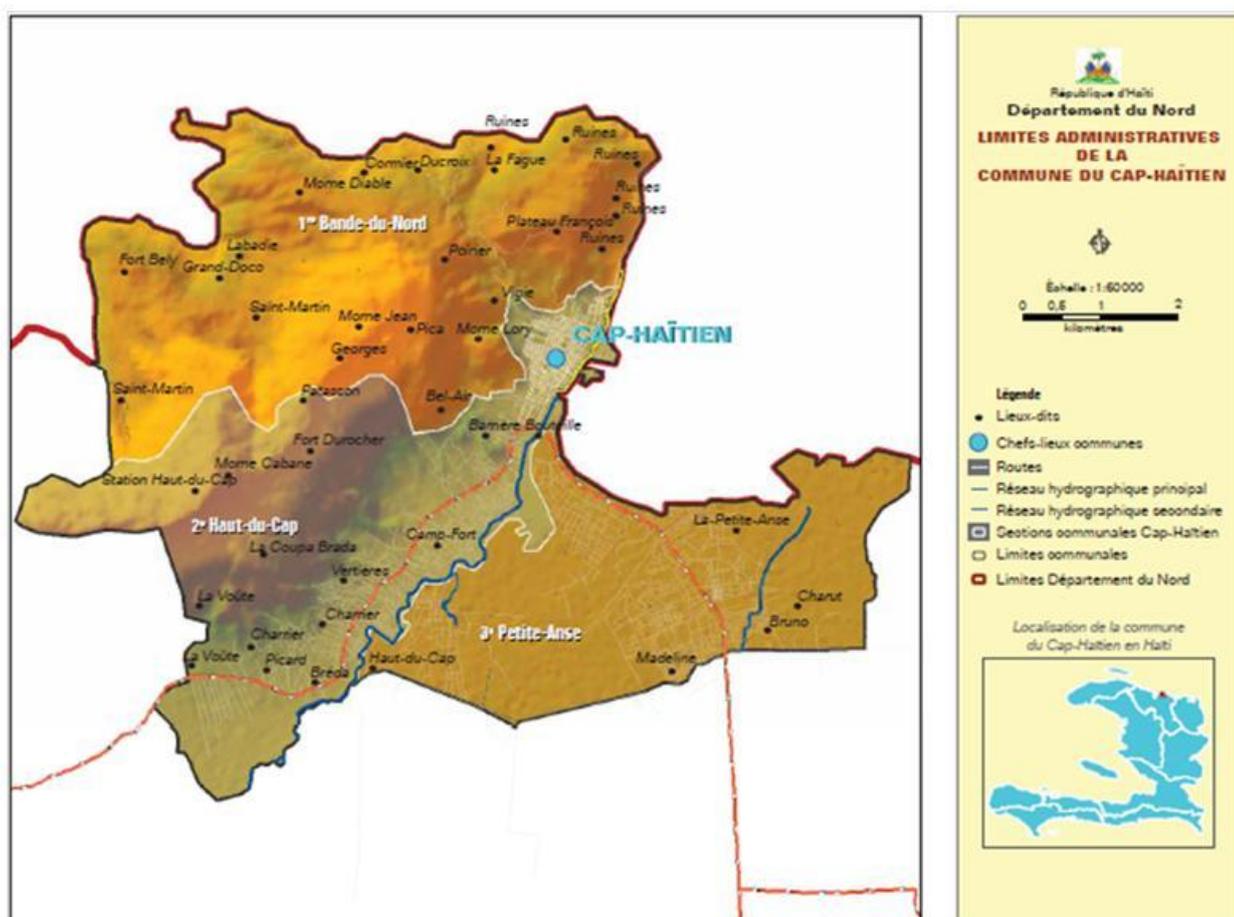


Figure 16: Présentation de la ville du Cap-Haïtien et de ses limites administratives (Mairie du Cap-Haïtien, 2014)

3.1.1. Paramètres climatiques

Le climat de la ville du Cap-Haïtien est continental Tropical semi-humide de type mousson avec des saisons bien définies (CIAT, 2012). Selon les données allant de 1901 à 2015 (Banque Mondiale, 2018), elle enregistre des précipitations moyennes annuelles d'environ 1618 mm et d'une température moyenne annuelle de 25 °C. La saison des ouragans se situe entre juin et novembre. Au fil de l'année, la ville du Cap-Haïtien est marquée par de fortes pluies dont une grande partie en Novembre, Décembre et Janvier. Une brève période de sécheresse est également notée en juillet, bien qu'elle ne soit pas prononcée (Figure 17).

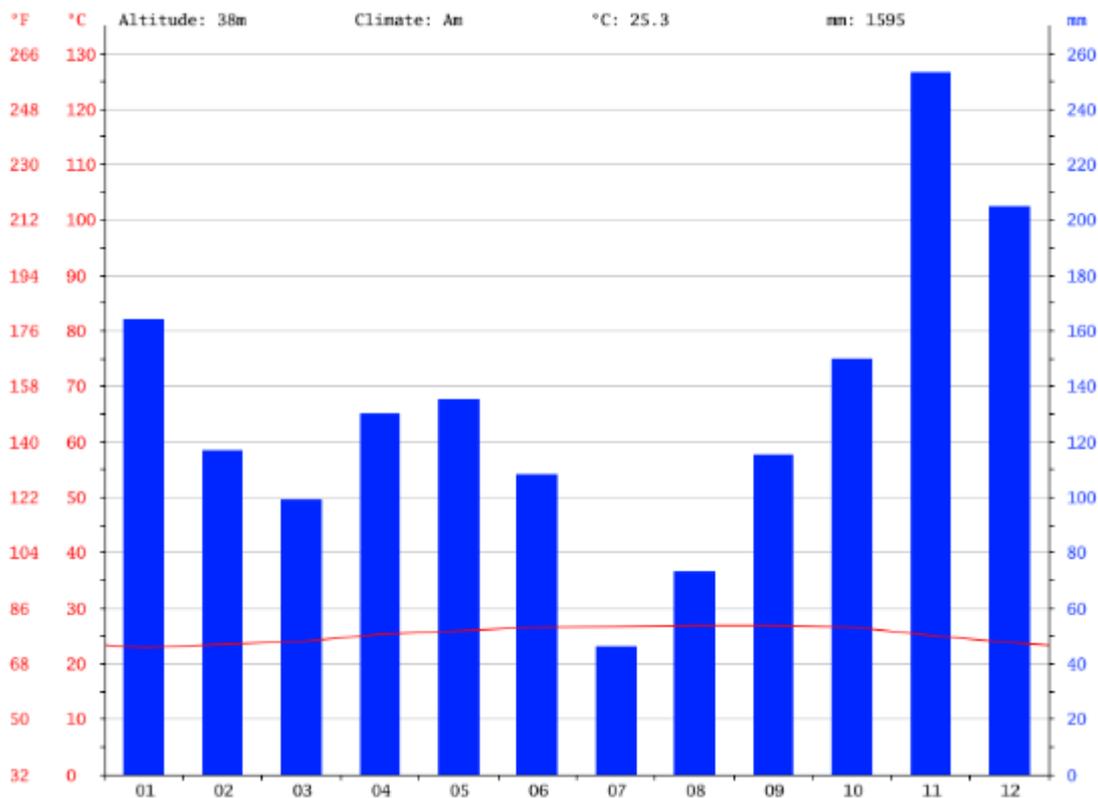


Figure 17: Représentation du diagramme ombrothermique de la commune du Cap-Haïtien. La carte climatique de Köppen-Geiger classe le climat dans le type Am (climat tropical à mousson). Cela signifie que la température moyenne pour chaque mois de l'année est supérieure à 18°C (ligne en rouge). En bleu, les précipitations annuelles sont élevées et le climat est humide. Il en résulte des précipitations annuelles supérieures à l'évaporation annuelle, avec des précipitations inférieures à 60 mm pendant le mois le plus sec. Il fait 25,3°C en moyenne annuelle au Cap-Haïtien. En moyenne annuelle, les précipitations sont de 1595 mm. (<https://fr.climate-data.org/location/3631/>).

3.1.2. Végétation

Dans la ville de Cap Haïtien, un environnement attrayant a été créé grâce aux arbres et à leurs habitats naturels. Ils constituent une structure écologique de collecte des eaux de ruissellement, qui nourrissent le sol et nourrissent la vie depuis des milliers d'années, et qui ont été progressivement détruit par les activités humaines (Timyan, 1996). La majorité des espèces sont en péril, y compris un nombre important que l'on ne trouve qu'en Haïti ou sur l'île d'Hispaniola (Aubé, 1999). Dans une ville où la croissance démographique et l'urbanisation rencontrent les limites d'une île montagneuse, la composition de la population d'arbres a considérablement changé, évoluant vers des espèces qui répondent aux besoins quotidiens des habitants de la ville et à leur mode de vie (Timyan, 1996). Les formations végétales définissent l'environnement touristique de la ville, de par sa grande variabilité topographique, climatique, pédologique et écologique constituant sa valeur rationnelle ainsi que sa richesse écologique, économique et socioculturelle (CIAT, 2017). Elles représentent une richesse qui peut être affectée à diverses activités touristiques et patrimoniales de la ville (ISPAN, 2010). Cependant, l'existence de cette diversité montre malheureusement que le compromis qui existe entre la collection d'espèces indigènes et exotiques a entraîné un méli-mélo dans le paysage agricole, principalement en raison de leur polyvalence et de leur abondance dans la ville (Timyan, 1996). Par conséquent, la végétation est atypique et biaisée de bas en haut, en partant de la ville à moyenne altitude (où vivent la plupart des habitants) vers les zones rurales.

Historiquement, Cap-Haïtien a apporté sur le marché mondial grâce à sa zone côtière, des bois précieux des contributions historiques en acajou (*Swietenia mahagoni*), des bois rond ou campêche (*Haematoxylon campechianum*), le cèdre espagnol (*Cedrela odorata*) et le gaïac (*Guaiacum officinale*) qui couvrait autrefois les montagnes de la ville (Timyan, 2011). Actuellement sur le versant Est du Morne du Cap-Haïtien, cette couverture végétale est remplacée de sous-bois, non ligneux d'Acacias (*Acacia sclerosa*) et de cactus (*Euphorbia lactea* Haw.) utilisé pour les clôtures, il forme une barrière impénétrable même pour les chèvres (CIAT, 2012). Sur son versant sud, on peut observer une savane d'arbustes (Aubé, 1999), et sur son versant Ouest, un système agroforestier de faible altitude est également présent, avec un mélange de savane touffue, de forêts de montagne denses et de forêts de savane boisées avec de grandes surfaces de végétation (CIAT, 2017). Ces écosystèmes représentent de grands habitats naturels importants (25 m de hauteur) pour la protection, la reproduction et la conservation des espèces végétales et animales, mais aussi pour la

préservation des processus écologiques qui soutiennent la vie et même l'économie de la ville. La végétation de certaines zones est périodiquement utilisée comme pâturages, terrains de chasse et pour la collecte de bois de chauffage, de matériaux saisonniers et autres produits forestiers (CIAT, 2012). Malheureusement, de nos jours, il existe une végétation anthropique qui remplace graduellement la végétation naturelle et s'étend de la plaine à son côté est-ouest. En raison de diverses activités humaines, ces végétations autrefois faisant partie des aires protégées des *Zones Clés de la Biodiversité (ZCB)* disparaissent rapidement avec le temps laissant place aux savanes isolées et déconnectées (Cicuzza *et al.*, 2007 ; MDE/PNUD, 2011).

3.1.3. Sol et relief

La ville du Cap-Haïtien a un paysage de structure géologique particulière, composé de plaine alluviale (gravier, sable fin, limon et argile) d'origine basaltique et des calcaires avec une dominance colluvio-alluviaux (Aube *et al.*, 2018) . Sur plus de 52 km² de la commune du Cap-Haïtien, les montagnes, les collines et piémonts occupent plus de 69 % de la superficie totale (MPCE, 2013). Ces derniers comprennent cinq sous-bassins versants avec en aval la ville de Cap-Haïtien et en amont la Morne du Haut du Cap (CECI, 2017). En raison de sa portion de territoire qui s'ouvre sur la mer, la plaine du Cap-Haïtien s'étend sur plus de 16 km² depuis le Haut-du-Cap jusqu'à la commune de Quartier Morin et celle de Plaine-du-Nord, portant la même appellation que cette dernière plaine (IHSI, 2015 ; CNIGS, 2016).

3.1.4. Base socio-économique

La ville du Cap-Haïtien a connu une croissance démographique rapide depuis des décennies, stimulée par les mouvements de population pour la fourniture et la recherche de services, de logements, à la situation économique du pays et à la croissance naturelle peu contrôlée de la population. En raison d'un taux de croissance démographique annuel de 3,2 %, la ville comptera 584 420 habitants en 2025 et 739 000 en 2035, comparativement à 274 404 aujourd'hui (IDEA, 2010 ; IHSI, 2015). En effet, il est clair qu'en absence de consolidation entre agglomération urbaine et environnement, les citoyens sont confrontés à de nombreux défis pour subvenir à leurs besoins. Ces besoins ont développés et guidés, l'économie de cette ville à partir des premiers éléments de l'industrie sucrière, avec une utilisation intensive de la plaine fertile. Par la suite, de nombreuses petites et moyennes industries se sont répandues. Il s'agit en particulier de l'art et de l'artisanat, de l'agro-industrie, des ateliers d'ameublement, des industries liées à la construction (MPCE, 2013). En ce sens, les secteurs secondaires et

tertiaires occupent les places les plus importantes de l'économie de la ville du Cap-Haïtien (OAS/IDEA, 2010 ; MPCE, 2013).

Connues pour leurs plaines fertiles, les zones rurales du Cap-Haïtien (Bande du Nord, Haut du Cap et petite Anse) sont essentiellement agricoles (MPCE, 2013). En outre, la pêche constitue aussi un secteur majeur de l'économie locale dans les zones marines et côtières (mangroves, herbiers marins et récifs coralliens) (PNUE, 2010). En plus des dunes et des plages littorales, ce sont les patrimoines naturels et historiques qui font du Cap-Haïtien le deuxième plus grand centre touristique du pays (OAS/IDEA, 2010).

3.2. Matériels et méthodes

3.2.1. Echantillonnage des espaces verts et collecte de données

La ville du Cap-Haïtien a été segmentée en zone urbaine et périurbaine sur base de l'organigramme d'André *et al.* (2014). Cet organigramme s'appuie sur la proportion et la continuité du bâti. Dans la zone urbaine, les surfaces bâties dominant ou sont continues et l'utilisation du sol est essentiellement résidentielle. En revanche, dans la zone périurbaine, les surfaces bâties ne dominant pas ou sont discontinues, il n'y a pas de zonation explicite des utilisations du sol (André *et al.*, 2014). Dans chaque zone, un échantillonnage aléatoire a été appliqué pour la sélection des espaces verts, à partir des axes routiers du centre de la ville vers sa périphérie (Maréchal *et al.*, 2018). Ainsi, sur le site d'étude, plusieurs données ont été collectées à partir d'une bande de 2,5 Km de large située de part et d'autre délimitant l'axe du transect routier (Maréchal *et al.*, 2018).

D'abord, les espaces verts ont été sélectionnés au moyen d'une image Google Earth de 2019. Cela a permis d'avoir une idée sur la répartition des espaces verts le long du gradient urbain-rural de la ville du Cap-Haïtien. Ensuite, une descente sur le terrain a été réalisée afin de positionner chaque espace vert échantillonné dans chacune des deux zones du gradient urbain-rural. Un GPS MAP type Garmin 64.5 a été utilisé pour enregistrer les coordonnées géographiques sur chaque espace vert. Dix coordonnées géographiques ont été prises au maximum sur chaque espace vert en fonction de leur complexité de forme. Ces coordonnées géographiques ont été superposées sur Google Earth afin de ressortir les limites de chaque espace vert. Enfin, une cartographie des espaces verts a été réalisée sous ArcGis.

Deux grilles décrivant les espaces verts (Dunnet *et al.*, 2002 ; Rakhshandehroo, 2014) ont été utilisées pour identifier le type d'espace vert retenu. Par ailleurs, des informations en lien avec

les fonctions principales, le type de propriété foncière (publique ou privée), les strates végétales présentes, la gestion des espaces verts, la présence de végétation naturelle (formations se développant spontanément) ou anthropique (végétaux plantés), l'accessibilité de l'espace vert (clôtures, personnel de surveillance) ainsi que la présence des équipements (banquettes, statuettes, trottoirs aménagés...), ont été collectées (Melissa, 2017 ; Useni *et al.*, 2018).

Des placettes de 1m², 4m², 100m² ont permis d'identifier respectivement la flore des strates herbacées, arbustives et arborée (Liang *et al.*, 2008). Le nombre de placettes installé a varié en fonction de la taille de l'espace vert. La nomenclature des espèces a été effectuée in situ pour les espèces connues (Aladin, 2005), puis confirmée avec la littérature existante, à savoir le statut d'origine des espèces endémiques du Ministère de l'Agriculture des Ressources naturelles (MARNDR), de la FAO et de la Direction départementale Agricole Nord (DDAN). Les autres espèces ont été identifiées dans un premier temps à l'herbier Erik L. Ekman, fondé en 1924-1928. Cet herbier abrite une importante collection de spécimens de flores haïtiennes collectées en Haïti en 1917. Ensuite, le reste des identifications a été fait avec les bases de données plus récentes compilées et utilisées à Dubé & Martin (2008) ; Beauvoir, M.G. (1998) et Aladin J.P. (2005).

La présence ou l'absence supposée de six services écosystémiques urbains potentiels a également été évaluée pour chaque espace vert. C'est la typologie simplifiée de Bolund & Hunhammar (1999) qui a été utilisée à ce propos. De tous les 17 services écosystémiques identifiés par Costanza *et al.*, (1997), seulement six sont considérés critiques dans les zones urbaines (McDonald, 2009 ; Maréchal *et al.*, 2018). Il s'agit des services de régularisation suivants : (1) lutte contre les inondations (filtration, drainage et ruissellement de l'eau), (2) la régulation de la température, (3) la réduction du bruit, (4) la purification de l'air, (5) les services de récréation tels que : les possibilités de détente et de loisirs, (6) les services culturels, esthétique, spirituel et éducatif (MEA, 2003). Ils ont permis d'étudier les enjeux majeurs auxquels est confrontée la ville du Cap-Haïtien. Globalement, 273 personnes ont été interrogées, cependant seulement 150 (54,94%) des bénéficiaires interrogés avaient un profil étudiant et professionnel assez familier avec le concept des services écosystémiques en ville. De ce nombre, quatre vingt-quinze (95) de ces cadres correspondaient à 63,33 % dans les zones urbaines, contre 36,66 % dans les zones périurbaines. Durant les jours de la semaine, trois heures principales de fréquentation ont été identifiés, soit de 6 h à 9 h, de 11 h à 14 h et de 16 h à 19 h.

3.2.2. Analyse des données et reconnaissance des changements spatiaux

Afin de détecter l’empreinte de l’urbanisation sur la transformation des espaces verts le long du gradient d’urbanisation plusieurs indices spatiaux ont été calculés (Useni *et al.*, 2016 ; Sambieni *et al.*, 2018 ; Rémi, 2008) à savoir: la densité de taches (d) définie comme le nombre de taches dans une classe d'utilisation des sols divisé par la superficie des espaces verts de la zone correspondante. Le nombre de taches et leur aire minimale (a_{min}), aire maximale (a_{max}), l’aire moyenne (\bar{a}), l’aire médiane (a_{med}), l’aire totale (a_i) et l’indice de dominance (D_j) défini comme le ratio entre la superficie de la plus grande tache d’espaces verts et la superficie totale des espaces verts, sont les indices qui ont été calculés.

Le test exact de Fisher a été utilisé à l'aide du logiciel R (version 3.5.0) au seuil minimal intervalle de confiance 5 % pour vérifier les différences de proportion entre les zones urbaines et périurbaines ; en ce qui concerne les types d’espaces verts, les paramètres de gestion et les caractéristiques biophysiques des espaces verts échantillonnés le long du gradient urbain-périurbain étudiés (Useni *et al.*, 2018). Un indice de fréquence relative de citation (André *et al.*, 2014) des services écosystémiques potentiellement fournis a été calculé pour chaque zone du gradient urbain-périurbain (Maréchal *et al.*, 2018).

Chapitre 4. Résultats

4.1. Changement spatial des espaces verts le long du gradient urbain-rural

Le degré de fragmentation des espaces verts urbains par rapport aux espaces verts périurbains est plus élevé dans tous les indices. La taille des espaces verts répertoriés le long de la zone d'étude, varie entre 0,06 ha et 9,48 ha (Tableau 3). La superficie totale moyenne est de 1,72 ha et la superficie médiane est de 0,97 ha, avec pour conséquence une prédominance de petits espaces verts. La zone urbaine se distingue nettement de la zone périurbaine par la petite taille des espaces verts. Il en est de même pour l'aire moyenne qui est d'environ deux fois plus petite pour les espaces verts urbains (0,90 ha contre 2,02ha) comparativement aux espaces verts périurbains. D'autres statistiques différencient également les zones urbaines et périurbaines. L'indice de dominance (D_j) est, plus faible (10,90 %) en zone urbaine. Par ailleurs, c'est la zone périurbaine qui enregistre des statistiques faibles en termes de nombre d'espaces verts. Cela suppose que les espaces verts sont plus fragmentés lorsque que le degré d'urbanisation augmente (Tableau 3). La figure 18 illustre la distribution spatiale des espaces verts le long du gradient urbain-rural

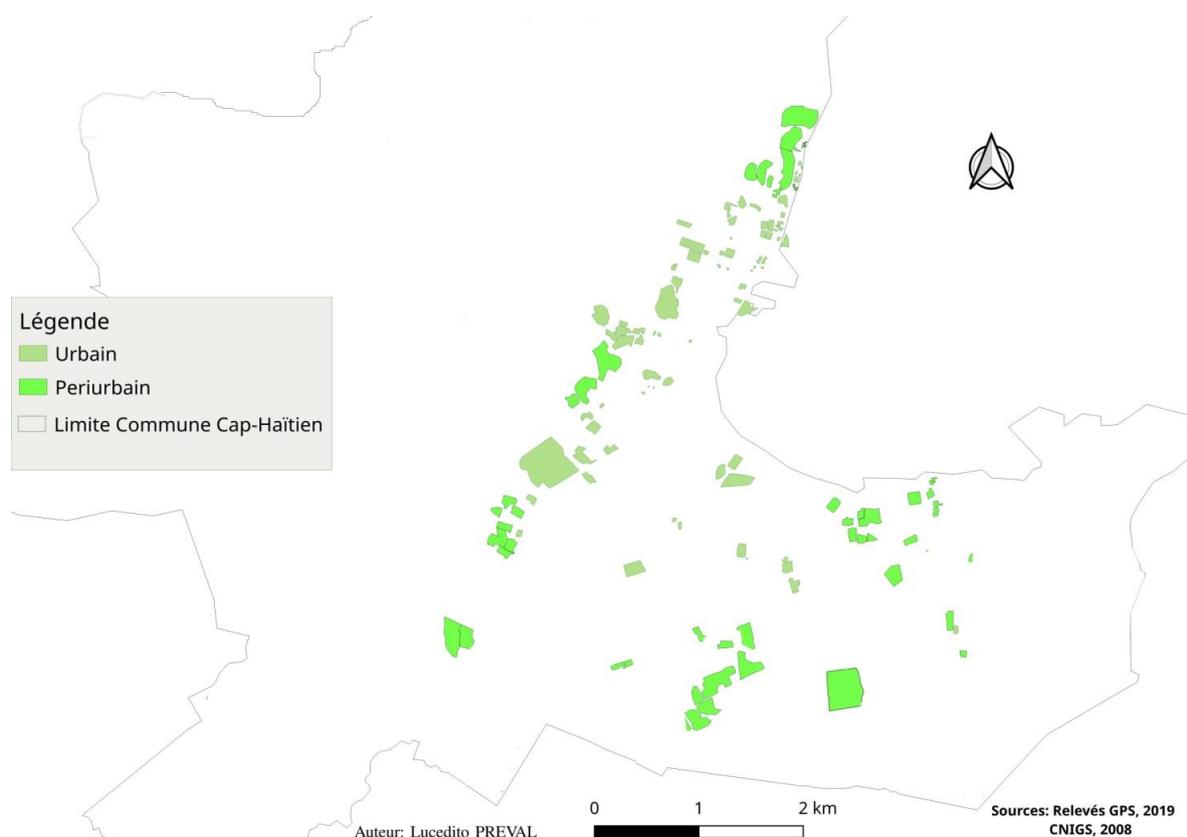


Figure 18: Distribution Spatiale des espaces verts échantillonnés le long du gradient urbain-rural au Cap-Haïtien

Tableau 3 : Indices de structure spatiale mesurés pour les espaces verts de la ville du Cap-Haïtien en 2019

Les superficies sont indiquées en hectares et l'indice de dominance de taches est exprimé en pourcentage. Effectif d'espaces verts (n) ; aire totale d'espaces verts (a_t) ; aire moyenne d'espaces verts (a_{moy}) ; aire minimale d'espaces verts (a_{min}) ; aire maximale d'espaces verts (a_{max}) ; aire médiane d'espaces verts (a_{med}) ; D_j : index de dominance.

	n	a_t	a_{min}	a_{max}	a_{med}	\bar{a}	D_j
Urbain	53	48,0	0,06	5,24	0,55	0,90	10,9
Périurbain	38	77	0,16	9,47	1,13	2,02	12,3
Echantillon Total	91	125	0,06	9,48	0,84	1,47	7,6

4.2. Typologie des espaces verts regroupés en catégories le long du gradient urbain-rural

Les données recueillies ont permis d'identifier, 3 grands groupes d'espaces verts (aménités, fonctionnel, semi-naturels) parmi les quatre (4) grands types connus dans la littérature de (Dunnett *et al.*, 2002 ; Rakhshandehroo, 2014) : 1 Espaces d'aménités - 2- espaces vert fonctionnels, 3- espaces semi naturels 4- espaces verts linéaires. Toutefois, ces espaces verts ont des proportions qui varient suivant le degré d'urbanisation.

Ainsi, en zone urbaine, les jardins domestiques, les espaces verts d'accessoires et institutionnels représentent les proportions les plus élevées, respectivement de 30,1 % ; 26,4 % et 20,8 %, comparativement à la zone périurbaine (Tableau 4). Au sein de la zone périurbaine, les champs (21,1 %), les espaces verts institutionnels (23,6 %) et friches (21,1 %) ont des proportions les plus élevées que les autres classes. Une différence significative a été notée pour les champs, les jardins domestiques et les friches sur le gradient urbain-périurbain ($p < 0.05$). Par ailleurs, les zones humides sont les moins représentées entre les deux zones urbaines (1,89%) et périurbaines (0%) avec une différence non significative ($p > 0,05$; Tableau 4).

Tableau 4 : Typologie existante des espaces verts de la ville du Cap-Haïtien sur la période 2019, sur la base des modèles existants (Dunnett *et al.*, 2002 ; Rakhshandehroo, 2014).

Significativité du test par zone : Urbain (a) ; Périurbain (b) Le test révèle que, les zones ne partageant aucune lettre sont significativement différentes. ** $p < 0.05$; ns $p > 0.05$

Zone du Gradient	Urbain	Périurbain	Test exact de Fisher
	n=53(100%)	n=38(100%)	
Champ	0 (0,00%)	8 (21,05%)	***
Cimetière	0 (0,00%)	1(2,63%)	ns
Espaces verts institutionnels	11(20,75%)	9 (23,68%)	ns
Espace vert accessoire	14 (26,42%)	7 (18,42%)	ns
Jardin domestique	16 (30,19%)	3(7,89%)	**
Espaces vert civique (Places)	5 (9,43%)	1(2,63%)	ns
Forêt urbaine	2 (3,77%)	0 (0,00%)	ns
Terrain de jeu	1 (1,89%)	1 (2,63%)	ns
Friche	3 (5,66%)	8 (21,05%)	**
Zone humide	1 (1,89%)	0 (0,00%)	ns

4.3. Spécificités de la végétation et modalités d'aménagement des espaces verts

Les résultats ont montré qu'une proportion plus élevée d'espaces verts en milieu urbain, (77,4 %) est plus accessible au public qu'en milieu périurbain (68,4 %). De plus, la proportion d'espaces verts aménagée (en équipements de jeux, de sports et de monuments commémoratifs, etc.) est plus élevée en zone urbaine (83 %) qu'en des zones périurbaines (50 %). Le test exact de Fisher confirme la tendance de nos résultats. En effet, des différences significatives ont été marquées en termes d'accessibilité, d'équipement et du statut de propriété des espaces verts, entre les deux zones sous étude (Tableau 5).

Le degré d'urbanisation n'a pas d'effet significatif sur la présence des différentes strates, qui sont réparties en proportions similaires dans les deux zones du gradient urbain-périurbain ($p > 0,05$). Néanmoins, le degré d'urbanisation affecte la présence de végétation naturelle et anthropique sur les espaces verts ($p < 0,05$) d'autant plus que la proportion d'espaces verts avec végétation anthropique diminue le long du gradient urbain-périurbain, avec une plus grande importance dans les zones urbaines (92,5 %) ; à l'inverse, la zone périurbaine du Cap-Haïtien présente une plus forte proportion de végétation naturelle (78,9 %).

Cette particularité peut être liée à d'autres, en particulier à la proportion d'espaces verts équipés. Dans les zones périurbaines, il y a moins d'espaces verts équipés que dans les zones urbaines (83% ; Tableau 5).

Tableau 5 : Importance relative des caractéristiques de la végétation et modalités de gestion des espaces verts situés le long du gradient urbain-rural du Cap-Haïtien en 2019.

Significativité du test par zone : Urbain (a) ; Périurbain (b) Le test révèle que, les zones ne partageant aucune lettre sont significativement différentes. ** $p < 0.05$; ns $p > 0.05$

	<u>Urbain</u> n=53 a _t =48,00ha	<u>Périurbain</u> n=38 a _t =77ha	Test exact de Fisher	
Description végétative				
Accessibilité civique	77,35	68,42	0,58	ns
Espace vert privé	69,81	76,31	0,74	ns
Présence d'équipement	83,01	50	0,03	**
Strate arborée	52,83	55,26	0,90	ns
Strate arbustive	62,26	52,26	0,48	ns
Strate herbacée	60,3	55	0,72	ns
Végétation anthropique	92,45	57,89	0,03	**
Végétation naturelle	45,28	78,94	0,02	**

4.4. Caractéristiques de la nature de la végétation des espaces verts échantillonnés le long du gradient urbain-rural

Le long du gradient urbain-périurbain de la ville du Cap-Haïtien, 103 espèces ont été inventoriées sur l'échantillon d'espaces verts, dont 17 % sont indigènes et 83 % exotiques. Ces différentes espèces appartiennent à diverses familles dont les plus représentées sont les Poacées et les Fabacées. La zone urbaine est moins garnie en espèces (70,8 %) que la zone périurbaine (79,6 %). Des informations détaillées sur la famille botanique des différentes espèces, leurs biotopes, leur statut phytogéographique et leur position dans le gradient périurbain urbain sont présentées dans l'annexe (Tableau B1). La zone urbaine est caractérisée par 66 espèces exotiques (90,41 %) comparativement à 64 (78,1 %) pour la zone périurbaine (Tableau 6). En outre, la zone urbaine possède moins de la moitié d'espèces indigènes que la zone périurbaine (9,6 % contre 21,9 %), sans ignorer que les proportions enregistrés en zones (péri)urbaines sont largement inférieure au seuil national de Erkman (1929), soit 37 % (Tableau 6).

Tableau 6: Statut phytogéographique des espèces sur les espaces verts situés le long du gradient urbain-rural de la ville du Cap-Haïtien.

Significativité du test par zone : Urbain (a) ; Périurbain (b) le test révèle que, les zones ne partageant aucune lettre sont significativement différentes. ** $p < 0.05$; ns $p > 0.05$

	<u>Urbain</u> n=53	<u>Périurbain</u> n=38	Test Exact de Fisher	
Total Espèces	73	82		
Espèces Exotique	90, 4%(a)	78, 1 % (ab)	0,39	ns
Espèces Indigènes	9, 6% (a)	21, 9 % (b)	0,02	**

4.5. Services écosystémiques potentiellement rendus par les espaces verts de la ville du Cap-Haïtien

Sur l'échantillon total de 150 bénéficiaires directs interrogés, les résultats des services écosystémiques énumérés ci-dessous montrent différentes allégories (Figure 19). Les plus fréquemment cités dans la ville sont classés par ordre d'importance : services récréatifs (100 %), services culturels (90 %), régulation de la température (86 %), réduction du bruit (72,6 %), purification de l'air (48,6 %), ruissellement et infiltration des eaux (42 %). Remarquons que, les services écosystémiques cités varient en fonction des zones du gradient. La zone périurbaine est la zone assumant le plus de services écosystémiques que la zone urbaine a savoir, la régulation de la température (98,2% contre 78,9%), la réduction du bruit (90,9% contre 62,1%), la purification de l'air (56,3% contre 44,2%), la filtration et le ruissèlement de l'eau (69,1 % contre 26,3 %) et les services culturels (96,3% contre 86,3 ; Figure 19) ont été les plus cités en zones périurbaines. La zone urbaine est celle qui, proportionnellement, rend le moins de services écosystémiques précités: presque tous les services ont la plus faible fréquence de citations dans cette zone, à l'exception des services récréatifs (100%) qui sont similaires à la zone périurbaine (100%).

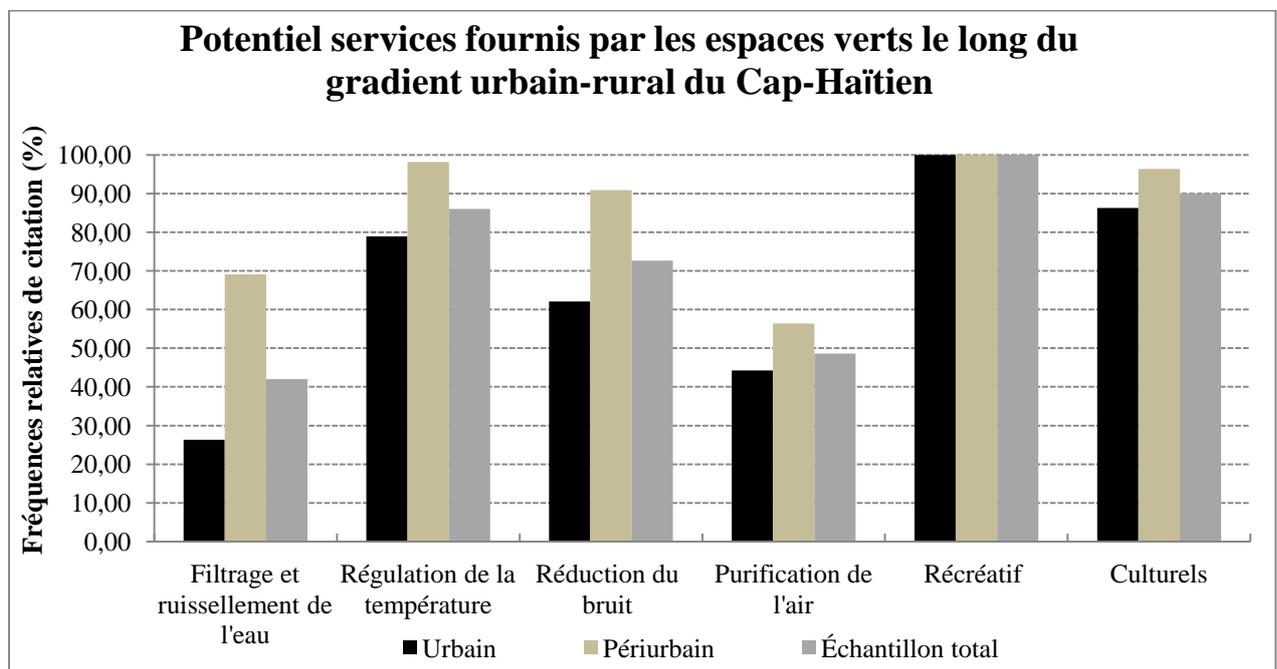


Figure 19: Importance de la fréquence relative de citation des services écosystémiques potentiellement fournis par l'échantillon d'espaces verts étudiés au Cap-Haïtien en 2019. Excepté le cimetière, considéré comme un lieu d'inhumation (sépulture), ces résultats proviennent d'un panel de 150 cadres (professionnels et étudiants) interviewés à partir de trois (3) bénéficiaires directs aléatoirement sur chaque espace.

Chapitre 5. Discussion

5.1. Démarches méthodologiques

L'étude du gradient se révèle pertinent pour marquer les différences dans les changements d'affectation des sols et/ou des processus qui en résultent (McKinney & Pickett, 1990). Ceci justifie le choix porté sur l'arbre d'André *et al.* (2014) appliqué pour segmenter le milieu d'étude en zones urbaine et périurbaine. Cet arbre a été utilisé à Lubumbashi par Useni *et al.* (2018) pour séparer la zone d'étude en deux zones (urbaine et périurbaine), à Kinshasa (Bogaert *et al.*, 2015) et à Cap-Haitien (Salomon, 2017). En plus de se baser sur les caractéristiques morphologiques, il peut être utilisé dans un contexte simple, portatif et efficace dans le temps et dans l'espace. Ces zones mettent en évidence une dynamisation des modes de gestion des espaces verts mais surtout des choix typologiques d'espaces verts spécifiques (André *et al.*, 2014 ; Useni *et al.*, 2018). En l'absence d'une typologie complète existante, nous avons utilisé deux typologies pour compléter l'information manquante de l'une ou l'autre typologie (Dunnet *et al.*, 2002 ; Rakhshandehroo, 2014), ces deux typologies ont été utilisées pour identifier le type d'espace vert choisi. La plupart de ces typologies ont l'inconvénient de ne pas spécifier la superficie retenue pour qu'un espace végétalisé soit appelé espace vert. Cependant leurs avantages résident dans le fait qu'elles présentent une large gamme de fonctionnalité qui permet de mieux situer un échantillon choisi. Ces typologies offrent aussi l'avantage de regrouper les espaces verts sur la base de la couverture végétale, du statut foncier des terres, de l'accessibilité des espaces verts. Les typologies utilisées dans la présente étude s'apparentent à celles déjà identifiées par Useni *et al.* (2018) ; Bolund et Hunhammar (1999) ; Kong & Nakagoshi (2016) ; Mensah (2014) ; Dunnett *et al.* (2002), Rakhshandehroo, (2014).

Les caractéristiques spatiales des espaces verts de la zone d'étude ont été mesurées à l'aide d'indices découlant de l'air et du nombre de taches dans les deux zones étudiées. Bogaert & Mahamane (2005) ont considéré ces indices comme des éléments indispensables à la caractérisation de la configuration spatiale. Etant donné que la forme des espaces verts dans les milieux urbanisés est entièrement déterminée par le contexte anthropique (Forman & Godron, 1986 ; Cornelis & Hermy, 2004), l'indice de forme des espaces verts a été exclu dans les analyses de cette étude.

5.2. Espaces verts, diversifications proportionnelles au degré d'urbanisation

Les fortes occurrences observées pour certains types d'espaces verts par rapport à d'autres affectés par le degré d'urbanisation pourraient être dues, comme l'ont aussi affirmé certains chercheurs, au contexte historiques (Useni *et al.*, 2018) et touristique de la ville, mais aussi à son essor de développement comme ville prestataire de services (Bellande 2009 ; ISPAN, 2010). Le plus grand nombre d'espaces verts du Cap-Haïtien appartiennent à des institutions privées comme des écoles, des institutions ; probablement en raison de son contexte socioculturel et économique.

Au Cap-Haïtien, l'une des conséquences de la destruction des espaces verts préexistants est en effet liée à de nombreuses conditions sociopolitiques et économiques, révélant un nombre croissant de petits espaces verts vulnérables aux tendances de l'urbanisation. La plupart des villes africaines, européennes et américaines (Melissa, 2017 ; Maréchal *et al.*, 2018 ; Useni *et al.*, 2018) ont des résultats plus ou moins analogues, avec lesquels une relation étroite est établie entre l'urbanisation et la dégradation des espaces verts. Les espaces verts publics sont peu nombreux dans les zones périurbaines, comme l'ont indiqué Useni *et al.* (2018), justifiant ainsi, le désintérêt des autorités publiques pour la répartition équitable des espaces verts récréatifs, de loisirs au profit des citoyens.

Comparativement à d'autres villes européennes, au Cap-Haïtien, la présence du groupe d'espaces verts linéaires n'existe plus, car n'étant pas pris en compte dans le cadre du processus d'urbanisation incontrôlé que connaît cette ville (Dorimain, 2013, CIAT, 2015). La prédominance des jardins domestiques (30,2 %) en zone urbaine est probablement un héritage laissé par les colonisateurs français, mais qui est en train de devenir un moyen de subsistance immédiat et rapide pour les résidents qui cultivent principalement à des fins ornementales et/ou pour des usages alimentaires non commerciaux. La tendance actuelle tend vers une diminution de ces espaces verts urbains. Quant aux espaces verts institutionnels (23,7 %) qui dominent l'environnement périurbain, ils sont un exemple de la dé-densification de l'environnement urbain qui s'explique par l'abandon de certaines écoles et universités au profit des milieux périurbains moins perturbés.

5.3. Changement d'hétérogénéités spatiale et effet d'anthropisation sur les espaces verts

L'urbanisation est considérée comme un processus d'expansion spatiale des zones urbaines par l'évolution de l'utilisation du sol, de rurale vers urbaine, conduisant au changement de structure spatiale et des processus écologiques des paysages (Antrop, 2001). En effet, la superficie des espaces-verts dans le paysage urbain est en moyenne moins étendue (McKinney, 2002). C'est aussi le cas du Cap-Haïtien pour Salomon, (2017) qui a démontré dans son étude l'extension de la surface du bâti au détriment des surfaces boisées. Ceci a été également démontré dans les résultats de cette étude que les espaces verts urbains au Cap-Haïtien s'amenuisent à un rythme important et ne couvrent plus qu'une faible proportion. Pourtant leur gestion par les autorités reste caduque sans études fiables réalisées sur ces espaces verts, sans un plan de gestion approprié et sans informations nécessaires sur les précieux services rendus par les espaces verts, malgré les fortes perturbations anthropiques. Dans de nombreuses villes telles qu'à Lubumbashi (RDC), et au Cap-Haïtien, il a en effet été observé que la densification du bâti et la périurbanisation se produisent sur les terres réservées aux espaces verts afin d'absorber la population croissante urbaine à la quête de logement (Leblanc & Malaisse, 1978 ; Bruneau & Pain, 1990 ; Nkuku & Rémon, 2006 ; Useni, 2017 ; Salomon, 2017). Ainsi, au fur et à mesure les perturbations anthropiques des espaces verts ne cessent d'augmenter avec le degré d'urbanisation. De nombreuses activités agricoles et d'élevage se déroulent généralement dans la zone périurbaine où la proportion de champs est la plus élevée (André *et al.*, 2014). Ceci permet aux résidents de bénéficier d'une épargne garantie et d'une culture commerciale qui soutient la vie quotidienne de nombreux ménages (Dormain, 2013). Par conséquent, tout laisse à penser que l'accaparement illégal de terres par les citoyens et la croissance démographique rapide qui accroît la concurrence pour les terres pourraient constituer une menace pour ces terres agricoles et pour tous les types d'espaces verts en général mentionnés ci-dessus (Bellande, 2009 ; Useni *et al.*, 2018). Le paysage périurbain, souvent moins bien équipé, avec des espaces ouverts encore existants, est constamment soumis à la pression du développement urbain sans structure d'accueil (Bogaert *et al.*, 2004 ; Bogaert *et al.*, 2011 ; Salomon, 2017). La proportion d'espaces verts possédant une végétation anthropique diminue le long du gradient urbain-rural : elle est plus élevée en zone urbaine qu'en zone périurbaine. Le milieu périurbain du Cap Haïtien possède encore une proportion importante de végétation naturelle que le milieu urbain. Cette caractéristique peut être reliée à d'autres, comme la proportion d'espaces verts aménagés. Il

existe moins d'espaces verts aménagés en milieu périurbain qu'en milieu urbain, probablement pour des raisons historiques et touristiques.

Il y a une plus grande diversité végétale sur les espaces verts périurbains du Cap Haïtien. Ceci est dû à l'augmentation de la superficie des espaces verts le long du gradient urbain-rural d'une part. En effet, la relation aire-espèce est bien établie dans la littérature. D'autre part, Useni *et al.* (2018) ont noté que la richesse des espèces est maximisée en zone périurbaine car elle est considérée comme une zone de lisière ou hybride, combinant les caractéristiques écologiques des zones urbaine et rurale adjacentes ; ce que confirment également les résultats obtenus.



Photo 1. Vue de l'espace vert « Morne Lory » comme base offensive de la ville du Cap-Haïtien (rue 21 E). Le versant occidental est relativement déboisé par l'urbanisation incontrôlée qui progresse de l'aval vers l'amont. (Source : Dorimain, Été 2013).

5.4. Services écosystémiques des espaces verts le long du gradient urbain-rural

Les recherches de Bolund & Hunnhammar (1999) sur les services écosystémiques fournis par la végétation urbaine ont été le point de départ de plusieurs réflexions d'écologistes et ont depuis été adoptées par de nombreux auteurs (De Groot *et al.*, 2002 ; Fisher *et al.*, 2009 ; Mehdi, 2017). En effet, il a été admis que la destruction des espaces verts suite à la rapide croissance démographique urbaine sans vraie alternative de développement constitue une grave menace pour leurs valeurs biologiques, écologiques, économiques (Balole *et al.*, 2015). Les espaces verts urbains présentent donc une grande variabilité dans l'utilisation du sol par les bâtiments, ce qui rend les écosystèmes urbains dispersés dans l'espace et offre moins de services écologiques potentiels au Cap-Haïtien.

Cette constatation est conforme aux idées de Grimm *et al.* (2008) qui ont montré que la fragmentation et la prolifération des espaces verts urbains sont particulièrement défavorables à la régulation du microclimat et des eaux de pluie. Ceci pourrait expliquer la faible fréquence de citation de la participation des espaces verts urbains à l'infiltration des eaux pluviales que dans les zones périurbaines moins fragmentées. Il en ressort que les services environnementaux suivent la même tendance discriminante que celle identifiée par Marechal *et al.* (2018) à Lubumbashi. L'impact de la fragmentation des espaces verts suite à l'urbanisation peu contrôlée, se manifeste en milieu urbain du Cap-Haïtien par une recrudescence des inondations (Sept inondations majeurs de 2005-2015 ; Photo 2).

Suite à cela, il a valu à Cap-Haïtien le constat stipulant d'une ville sous eau, chronique et non préparée au risque d'inondation, de prime abord par l'incapacité et l'inefficience des espaces verts de cette ville, de la mauvaise gestion de l'espace urbain mais aussi en raison de l'absence d'un plan d'aménagement paysager urbain efficace et adapté à la réalité locale (Belland, 2009 ; Dorimain, 2013 ; Joseph, 2017). Toutefois, dans les zones périurbaines particulièrement des pays en voie de développement, la gestion de ces espaces y constitue donc un enjeu primordial, et cela d'autant plus que le capital qu'ils représentent est particulièrement vulnérable. Gérer, valoriser et préserver les espaces verts sont les actions à concilier au niveau de ces zones périurbaines (Boagert & Haleux, 2015).

Il est également possible que la planification urbaine territoriale des deux zones s'effectue différemment et repose essentiellement sur des choix idéologiques différents, privilégiant principalement la zone urbaine de la zone périurbaine. Selon les idées de Merlin *et al.* (2009) c'est le cas, d'une part, de la planification urbaine dynamique (promotion des valeurs esthétiques) et, d'autre part, de la planification urbaine et périurbaine culturaliste (promotion des valeurs culturelles traditionnelles). Ensuite, en fonction de la position sociale accordée aux espaces verts dans la ville, les espaces verts (places publiques, jardins domestiques, espaces accessoires, etc.) souvent bien aménagés sont pris en compte, sans contexte environnemental, comme base du développement urbain. C'est dans ce même contexte que Mehdi *et al.* (2012) ont considéré que les services des espaces verts comme équipement urbain de verdure monofonctionnels, voire des espaces interstitiels à vocation sociale (Mehdi, 2012). Par ailleurs, les citations critiques qui ont été exprimées sur les services écosystémiques dans la zone urbaine du Cap-Haïtien, atypique d'une végétation essentiellement anthropique, plantée, place les considérations environnementales à l'arrière-plan, derrière les loisirs et l'esthétique.

Merlin & Choay (2009) notent dans ce sens que, les espaces verts urbains sont des lieux simples de loisirs et à vocation sociale. En effet, l'un des facteurs dynamisant le processus d'urbanisation est que les résidents, préfèrent l'animation urbaine plutôt que le calme villageois où les loisirs sont limités (Bogaert & Halleux, 2015). Malgré les diverses pressions liées à l'exploitation des espaces verts, les résidents sont à la recherche des espaces de détente et de loisirs. Ceci pourrait expliquer le fait que les services récréatifs sont identiques dans les deux zones, et que les espaces verts sont des lieux de détente les mieux ciblés par la population dans les deux zones. Probablement en raison de leur statut à commémorer des personnes ou des événements et fêtes d'importance locale et nationale. Cela suit les mêmes idées de valeurs mise en évidence des patrimoines historiques et touristique de la ville par ISPAN, (2010). Les priorités de services écosystémiques les plus souvent cités dans la zone urbaine sont le jeu, les loisirs, la récréation, le sport et les activités éducatives constituent des d'antidotes parfaits à la réinsertion sociale, à la capacité des citoyens à être accueillis dans la nature et pour réaffirmer son potentiel historique, touristique et en même temps que renouveler son hospitalité sans égale envers les touristes du monde entier (Photo 3 & 4). Il semble que les valeurs écologiques développées dans la seconde moitié du 20^{ème} siècle par les espaces verts dans les pays développés en réponse aux situations urbaines de leur époque soient encore peu connues dans les pays en développement (Mehdi *et al.*, 2012). Cela explique la raison pour laquelle les espaces verts urbains caractérisés par une "nature anthropisée" ont la valeur esthétique, culturelle et récréative prédominant vis-à-vis de la zone périurbaine de nature encore sauvage douée encore de grande valeur écologique et sociale, seraient liés aux tendances biophysiques, socioculturels et politiques de la ville.



Photo 2. Perspectives partielles sur les structures construites dans la ville et les conséquences des inondations de la place Carenage au centre-ville du Cap-Haïtien, en novembre 2014 (Source : Boiguene J., Novembre 2016).



Photo 3. Évènement mondial de l'année "Dîner en blanc" sur la place d'Armes à la 350ème anniversaire du Cap-Haïtien (Crédit photo : Ticket Magazine, 11 Août 2019).



Photo 4: Activités culturelles et récréatives sur la place d'Armes en zone urbaine de la ville du Cap-Haitien (Crédit photo : Malfini, 2018)

Chapitre 6. Conclusion, perspectives et recommandations

Cette étude a été initiée pour décrire et caractériser la diversité des espaces verts dans la ville du Cap-Haïtien, la deuxième plus grande ville d'Haïti. Partant de cette étude ces données recueillies peuvent servir de base dans tout programme de développement ou de promotion de la protection sociale, économique et écologique de la ville.

Les espaces verts échantillonnés ont été classés par types morpho fonctionnels sur base de deux typologies, dans deux zones au niveau d'urbanisation contrasté. Les analyses statistiques et les indices de structure spatiale ont révélés des résultats inquiétants sur la structure et la composition biophysique des deux zones du gradient urbain-rural du Cap-Haïtien.

Les résultats ont permis d'identifier et de décrire trois grands groupes d'espaces verts regroupés en types morpho fonctionnels parmi les quatre groupes d'espaces verts les plus cités de la littérature. Il s'agit (1) de groupe d'espaces vert d'aménités ; (2) du groupe d'espaces verts fonctionnels, et (3) du groupe d'espaces verts semi naturels. Sur ces trois groupes identifiés, dix types d'espaces verts morpho fonctionnels ont été classés selon le gradient urbain-rural, dans lesquels leurs proportions varient avec le degré d'urbanisation. La zone urbaine est caractérisée par un nombre plus élevé d'espaces verts, avec des aires et des indices de structure spatiale (\bar{a} , a_{med} , D_j , etc.) plus faible que la zone périurbaine. Ceci semble suggérer que les espaces verts urbains pourraient être de plus en plus fragmentés et isolés. De plus, en raison d'une gestion inadéquate de la croissance spatiale urbaine, les espaces verts urbains contiennent une forte proportion d'espèces exotiques. Cette situation commence à s'observer même dans la zone périurbaine, qui est plus proche de la zone rurale où la végétation est censée être naturelle. En effet, les quelques rares espèces indigènes dans la zone périurbaine ont souvent leur importance pour les rituels spirituels, les fêtes symboliques culturelles et historiques de la ville. La présence de petits espaces verts fortement aménagés fait que les espaces verts urbains soient généralement dominés par une végétation anthropique qui fournit malheureusement moins de services écosystémiques comparé aux espaces verts périurbains. Cela soulève des questions quant à la durabilité des processus écologiques, économiques et sociaux dans une région où les populations dépendent fortement des ressources. Dans cette optique, la nécessité d'élaborer une stratégie de gestion sélective, intégrée et participative apparaît comme une urgence au niveau de la commune du Cap-Haïtien, pour préserver de manière durable les espaces verts restants. Nous suggérons que d'autres travaux soient menés afin de :

- ❖ Analyser les différentes mesures visant à accroître la connectivité entre les espaces verts sur le gradient urbain-rural ;
- ❖ Caractériser la dynamique spatiale et temporelle des différents types d'espaces verts et évaluer la perception de leur absence par les populations
- ❖ Étudier la flore des jardins domestiques et identifier les facteurs qui peuvent permettre son évolution
- ❖ Analyser la diversité et les traits caractéristiques de la végétation sur les espaces verts selon leur capacité à contribuer à la régulation de l'eau le long du gradient urbain-rural du Cap-Haïtien.

Bibliographie

- Aladin J.P., (2005). Identification et analyse des différents travaux entrepris dans le cadre de la gestion de la biodiversité végétale dans le département du sud de 1980 à 2000. Mémoire de fins d'études agronomiques. Faculté d'Agronomie (UEH)
- Alberti M., (2005). The effects of urban patterns on ecosystem functions. *Int. Reg. Sci. Rev.*, 28(2), pp168-192
- Alcoforado M. J., Lopes A., Lima Alves E. & Canário P., (2014). Lisbon heat island statistical study (2004-2012). *Finisterra*, xlix, 98, 2014, pp. 61-80
- Alfonso Pina W., (2014). Urbanization: concepts, trends and analysis in three Latin American cities. *Miscellanea Geographica – Regional Studies on development*.
- André M., Mahy, G., Lejeune, P. & Bogaert, J., (2014). "Vers une synthèse de la conception et une définition des zones dans le gradient urbain-rural", *Base. Biotechnologie. Agronomie. Société et Environnement*. 18(1):61-74
- Andrea, E.P., (2015). Study on impact of urbanization and rapid urban expansion in java and jabodetabek megacity, Indonesia. 120p
- Antrop M., (2001). The language of landscape ecologists and planners- A comparative content analysis of concepts used in landscape ecology. *Landscape and Urban Planning*, 55:pp163-173.
- Balole E., Ouedraogo F., Michel B., Tchouamo I.R., (2015) Croissance démographique et pressions sur les ressources naturelles du Parc National des Virunga. Page 86 dans le livre de Bogaert et Halleux 2015.
- Banque Mondiale, (2018). Pauvreté et inclusion sociale en Haïti : gains sociaux à petits pas, 1-12. http://www.ihsi.ht/pdf/ecvmass/ecvmass_seuil/pauvrete_et_inclusion_sociale_en_haiti_francais.pdf. « Databank ». 2018. <https://donnees.banquemondiale.org/pays/haiti>.
- Baycan-Levent T., Van Leeuwen E. S. & Rodenburg C. A., (2002). Development and management of green spaces in European cities: a comparative analysis. 15p
- Beartley T., (2000). Green urbanism learning from european cities. 510p.
- Beauvoir M. G., (1998). The Caribbean Herbalist.
- Bellande A., (2009). Impact socioéconomique de la dégradation des terres en Haïti et interventions pour la réhabilitation du milieu cultivé. 74p
- Berque A., (1984). Paysage-empreinte, paysage visible : éléments de problématique pour une géographie culturelle, *L'Espace géographique*, 1 :pp33-36.

Bhaskar P., (2012). Urbanization and changing green spaces in Indian cities (case study – city of pune). *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences* ISSN: 2277-2081. Disponible en ligne sur <http://www.cibtech.org/jgee.htm> 2012 Vol. 2 (2) May-August, pp.148- 156.

BID/OREPA-NORD, (2018). Analyse environnementale et sociale (aes) du projet eau, assainissement et hygiène à Cap-Haitien, département du nord, haiti. Programme eau, assainissement et hygiène dans les zones urbaines, périurbaines et rurales de la région nord d'Haiti (ha-11135). Document préparé pour : WSA/CHA Water and Sanitation BID. 203p

Blair R.B., (2001). Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the U.S. pp 33–56 in Lockwood JL, McKinney ML, eds. *Biotic Homogenization*. Norwell (MA): Kluwer.

Bogaert J. & Halleux J. M., (2015). Territoires périurbains Développement, enjeux et perspectives dans les pays du Sud. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux (Belgique). 306p.

Bogaert J. & Mahamane A., 2005. Ecologie du paysage: cibler la configuration et l'échelle spatiale. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 7 (1): 1-15.

Bogaert J., Bamba I., (2008). Fragmentation of Forest Landscapes in central Africa: causes, consequences and management. In *Patterns and Processes in*

Forest Landscapes: Multiple Use and Sustainable Management. (Eds. Laforteza R., Chen J., Sanesi G. & Crow Th.R.), 205 pages. Springer, Verlag, New York.

Bogaert J., Barima Y. S. S., Ji J., Jiang H., Bamba I., Iyongo Waya Mongo, L., Mama A., Nyssen E., Dahdouh-Guebas F., Koedam N., (2011). A methodological framework to quantify anthropogenic effects on landscape patterns. In : Hong, K. S., Wu J., Kim J.-E., Nakagoshi N., 2011 (eds.) *Landscape ecology in asian cultures*, 141-167, Library of Congress, Springer, Tokyo, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 331p.

Bogaert J., Ceulemans R. & Salvador-Van Eysenrode D., 2004. Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. *Environmental Management*, 33 (1): 62-73.

Bogaert J., Vranken I. & Visser M., (2012). Anthropisation des paysages: Structure spatiale, impact écologique, entropie. *Sciences du vivant : Sciences de l'environnement & écologie*. Disponible sur : <http://hdl.handle.net/2268/118891>.

Bogaert J., Vranken I., Andre M., (2014). Anthropogenic Effects in Landscapes: Historical Context and Spatial Pattern. (Eds), *Biocultural Landscapes, Diversity, Functions and Values*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp 89-112

Bolund P., & Hunhammar S., (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecol. Econ.*, 29(2), 293-301p.

- Bougé F., (2009). Caractérisation des espaces verts publics en fonction de leur place dans le gradient urbain - rural Cas d'étude : la trame verte de l'Agglomération Tourangelle. 86p.
- Breuste J., Qureshi S., Li J., (2013). Scaling down the ecosystem services at local level for urban parks of three megacities. – *Hercynia N. F.* 46 (2013): pp 1 – 20.
- Briggs J., Mwamfupe D., (2001). The changing nature of the peri-urban zone in Africa: evidence from Dares Salaam, Tanzania. *Scottish Geogr. J.*, 115, pp 269-282
- Brück L., (2002). La périurbanisation en Belgique : Comprendre le processus de l'étalement urbain. Liège-Belgique: Université de Liège.
- Bruneau, J. C., & Pain M., (1990). Atlas de Lubumbashi Atlas de Lubumbashi. Nanterre, France: Centre d'Etude Géographique sur l'Afrique Noire.
- Brunet R., (1974). Analyse des paysages et sémiologie, *L'Espace géographique*, 2 :pp120-126.
- Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller F., (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecol Indic* 21:pp17–29. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.06.01.
- Castro A., & Jaksic F.M., (2008). How general are global trends in biotic homogenization? Floristic tracking in Chile, South America Sergio. *Global Ecology and Biogeography*, (Global Ecol. Biogeogr.) (2008) 17, pp 524–531.
- Catford J. A., Daehler C. C., Murphy H. T., Sheppard A. W., Hardesty B. D., Westcott D. A., Hulme P. E., (2012). The intermediate disturbance hypothesis and plant invasions: Implications for species richness and management. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 14, doi:10.1016/j.ppees.2011.12.002, pp 231–241.
- Chan K.M.A., Satterfield T., Goldstein J., (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics* 74, pp 8–18.
- Chiesura, A., (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, vol. 68, pp129- 138. DOI : 10.1016/j.landurbplan.2003.08.003
- CIAT, 2015. Caractérisation et cartographie du risque inondation et de submersion marine sur l'agglomération du cap-haïtien– version mise à jour après analyse du mnt lidar final. 152p.
- Clergeau P., (2007). Une écologie du paysage urbain. Editions Apogée, 137 p.
- Clergeau P., (2007). Comprendre les effets de l'urbanisation sur la biodiversité et l'émergence des risques biologiques, programme ECORURB, Rennes
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo., Raskin R.G., Sutton P., & van den Belt M., (1997) the value of world's ecosysteme services and natural capital. Present address: Department of Systems Ecology, University of Stockholm, S-106 91 Stockholm, Sweden. *NATURE VOL 387/15 MAY 1997*.pp 253-260

Council of Europe, (2000). European Landscape Convention. European Treaty Series No. 176. Florence, 20.10.2000.7p.

DCLG, (2006). Urban and rural area definitions: a user guide. Available online via the Communities and Local Government website: www.communities.gov.uk. 39 p

De Groot R., Wilson M., Boumans R., (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services.

Décamps H., (2004). *L'écologie du paysage ou l'ambition paysagère de l'écologie*. Lettre de l'Institut Français de la Biodiversité, n° 5. 2p

Delacote P., (2007). "Agricultural expansion, forest products as safety nets, and deforestation," *Environment and Development Economics*, Cambridge University Press, vol. 12(02), pages 235-249.

Dorimain J. G., (2013). Contribution à la planification d'un Parc écologique urbain en Haïti : Cas du Morne Lory, Cap-Haïtien. Essai-projet présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval, 105p.

Dossier de presse, (2014). Au secours du Génévrier d'Ekman et de la flore d'Haïti contact presse CHARLOTTE DISSEZ Chargée de communication

c.dissez@cbnbrest.com /06 26 10 81 81.8p.

Drakakis-Smith D.W., (1991). Urban food distribution in Asia and Africa. *Geogr. J.*, 157, pp 51-61.

Drakakis-Smith D.W., (1994). Food systems and the poor in Harare under conditions of structural adjustment. *Geogr. Ann.*, 76 B, pp 3-20.

Dufour DL., & Piperata BA, (2004). Rural-to-urban migration in Latin America: an update and thoughts on the model', *American Journal of Human Biology*, vol. 16, pp. 395–404.

Dunnett N., Swanwick C. & Woolley H., (2002). Improving urban parks, playareas and green spaces. Department of Landscape, University of Sheffield.

Duong Thi Loi & Kshama Gupta., (2015). Development of an Index for Assessment of Urban Green Spaces at City Level. 12p.

Dustin, D. L., Bricker, K. S., & Schwab, K. A., (2009). People and nature: Toward an ecological model of health promotion. *Leisure Sciences*, 32(1), pp3–14.

Ehrlich, P.R., Dobkin., D.S., Wheye. D., (1988). *The birder's handbook*. Simon & Schuster Inc., New York.

EMOND J., (2017). Les espaces verts urbains et leur contribution à l'amélioration de la qualité de vie des résidents de la petite-patrie. 223p.

- Endliche W.R., Langner M., (2007). Urban Ecology-Definitions and Concepts, pp1-16. Environ. Sci. Nat. Res., **17**(2): 555-558.
- Forkuor G., & Cofie O., (2011). Dynamics of land-use and land-cover change in Freetown, Sierra Leone and its effects on urban and periurban agriculture – a remote sensing approach. International Journal of Remote Sensing. **32**: pp1017-1037
- Forman R. T. T., (2010). Urban regions: ecology and planning beyond the city, New York, Cambridge University Press
- Forman R.T.T. (2008). Urban Regions. Ecology and Planning Beyond the City, Cambridge University Press, Cambridge & New-York, 478 p
- Forman R.T.T., & Godron M., (1981). Patches and structural components for landscape ecology. Biosciences, **31**:pp733-740.
- Franceinfo, (2016). Haïti a perdu 98 % de ses forêts en moins de trois siècles. Laurent Ribadeau Dumas- Rédaction Afrique-France Télévisions. Mis à jour le 12/06/2016 | 10:01 publié le 12/06/2016 | 09:49.Consulté le 27/03/2019. Disponible sur <https://www.francetvinfo.fr> › Monde › Amériques
- Fuller R.A., & Gaston K.J., (2009). The scaling of green space coverage in European cities Biol. Lett. (2009) **5**, pp 352–355 doi:10.1098/rsbl.2009.0010.
- Galpern P., (2012). Modelling landscape connectivity for highly-mobile terrestrial animals: a continuous and scalable approach. Winnipeg, Copyright © 2012.252p
- Gemenne F., Blocher J., de Longueville F., Perrin N., Vigil S., Zickgraf C., Gharbaoui D., Ozer P., (2014). Catastrophes, changement climatique et déplacements forcés : Dynamiques régionales de mobilité en Afrique de l’Ouest. Note de cadrage de l’Initiative Nansen sur l’Afrique de l’Ouest.30p
- Gendreau F., (1996). Démographies africaines, Paris, ESTEM.
- Gómez-Baggethun Erik & David N. Barton, (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, **86**(2013), doi:10.1016/j.ecolecon.2012.08.019. pp 235–245.
- Gracius J.G. (2016). Vulnérabilités au risque d’inondations et aménagement du territoire, commune Cap-Haïtien, Haïti. 70p.
- Grimm N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman C.L., Wu J., Bai X., Briggs John M., (2008). Global Change and the Ecology of Cities. *Science*, **319**, 756-760. Vol. 319. DOI: 10.1126/science.1150195, Issue 5864, pp. 756-760
- H.-Young R., (2000). Sustainable development and sustainable landscapes: defining a new paradigm for Landscape Ecology Fennia 178 (1). pp 7–14.

Haase D., Kabisch N., Haase A., (2013). Endless Urban Growth? On the Mismatch of Population, Household and Urban Land Area Growth and Its Effects on the Urban Debate. *PLOS ONE* 8(6): e66531. doi:10.1371/journal.pone.0066531

Haila Y. (2002). A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. *Ecological Applications* 12: 321–334.

Helrich P.L., (1988). The lost of biodiversity: causes and consequences. In biodiversity, ed. National Academy Press, Washington, D.C. pp.21-27

Hobbs R., & Wu J., (2002). Key issues and research priorities in landscape ecology: An idiosyncratic synthesis, *Landscape Ecology*, 17: 355-365.

IHSI, (2015). Population totale, population de 18 ans et plus ménages et densités en 2015. Disponibles sur: http://www.ihsi.ht/pdf/projection/DOC_POPTLE18_MENEST2015.pdf. Consulté le 20 Janvier 2019.

INRA, (2017). Volet "écosystèmes agricoles" de l'Evaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques. Rapport d'étude, Inra (France), 966 p.

IRATAM (2012). Les résultats de l'étude d'exploration Morne-Lory, Document de travail.

ISPAN, (2010). Le Bulletin de l'ISPAN • No 19 • 1er décembre 2010.9p. Disponible sur www.lacult.unesco.org/doc/BULLETI_N_DE_LISPAN_No_19.pdf. consulté le 27/04/2019.

Joseph E., (2018). Cap-Haïtien (Haïti) sous eau : chronique d'une ville non préparée au risque d'inondation. Matheo-URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/5550.76p>

Joshua W. R. Baur., (2018). Urban green spaces, recreation and spiritual experiences, *Leisure/Loisir*, DOI: 10.1080/14927713.2018.1449131: <https://doi.org/10.1080/14927713.2018.1449131.27p>

KEBREAU F., (1960). Contribution à l'étude des plantes médicinales et toxiques d'Haïti (Cours Miméographie) FAMV, Damien Port-au-Prince, 82p.

Kenneth M., © (2007). At loggerheads? : Agricultural expansion, poverty reduction, and environment in the tropical forests . The International Bank for Reconstruction and Development /The World Bank 1818 H Street NW Washington DC 20433. 308pages.

Kizos T., & Vlahos G., (2012). The évolution of the agricultural landscape. In book: Reclaiming the Greek landscape, Publisher: MED-INA, Editors: Papayiannis Thimios, Howard Peter, pp.133-143

Koffi K.J., (2008). Analyse des structures spatiales des données de distribution phytogéographique des Ancanthaceae en Afrique Centrale. Thèse de doctorat, Faculté des sciences, Ecole interfacultaire de bioingénieurs, Université Libre de Bruxelles, 255p

Kong F., & Nakagoshi N., (2006). Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China, *Landscape Urban Plan.*, 78, 3, pp147–164.

Koohafkan A.P. et Lilin Ch. (1989). Le matériel végétal utilisable en aménagement intégré des mornes en Haïti. 276 pages

Kowarik, I. (2011). Novel urban ecosystems, biodiversity and conservation. *Environmental Pollution* 159:pp1974–1983.

Krouba C.I.D., Quattara A.A., Kouakou A.C.A., Adopo A.R.I., Fauret P., Coulbaly B., Kaba D., Koffi Y.J.J., Assi kaudhis P.J., & Courtin F., (2015) Dynamiques de peuplement et modifications paysagères dans la zone rurale sud de la ville de Bonon entre 2000 et 2015 (Région de la Marahoué Cote d'Ivoire). *Tropicultura*, 208, 36, 2, 271-280pp.

Laurie M., (1986). An introduction to landscape architecture. 206p.

Leblanc M., & Malaisse F., (1978). Lubumbashi, un écosystème urbain tropical (Lubumbashi, a tropical urban ecosystem). République du Zaïre: Centre International de Sémiologie, Université Nationale du Zaïre, Lubumbashi. 166p

Leipzig, (1996). Haiti: Rapport de pays pour la conférence technique internationale de la fao sur les ressources phylogénétiques, préparé par le MARNDR et la CRDA). 27p

Li Zhi , Liu W-Z , Zhang X-C , Zheng F-L., (2009). Impacts of land use change and climate variability on hydrology in an agricultural catchment on the Loess Plateau of China. *Journal of Hydrology journal* homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol. *Journal of hydrology* 377(2009). pp 35–42.

Liu J. & Taylor W.W., (2002). Integrated landscape ecology into Natural resource management. 22 p

Lokhorst, A. M., Hoon, C., Le Rutte, R., & de Snoo, G., (2014). There is an I in nature: The crucial role of the self in nature conservation. *Land Use Policy*, 39, pp 121–126.

Malik I.B.I. *et al.*, (2018). Identification of Population Growth and Distribution, Based on Urban Zone Functions. 13p

Maréchal J., (2012). Caractérisation de la dynamique d'occupation du sol de la ville de Kisangani (R. D. Congo) et sa périphérie entre 2002 et 2010. 72 pages.

Maréchal J., (2014). Espaces verts et services écosystémiques : le cas de la gestion des inondations en milieu urbain. 181pages. 1

Maréchal J., André M., Séleck M., Quevauvillers S., (2015). Etude visant à définir les intérêts, les potentialités et la faisabilité de produire une cartographie des espaces verts en wallonie, identification de la méthodologie et application sur un/plusieurs sites pilotes. Rapport final. Cahier spécial des charges n°O3.06.03-14D433. 63pages

- Maréchal J., Useni Y.S., Bogaert J., Munyemba F.K, Mahy G., (2018). La perception par des experts locaux des espaces verts et de leurs services écosystémiques dans une ville tropicale en expansion : le cas de Lubumbashi.pp59-69
- Marzluff J.M., Shulenberger E., Endlicher W., Bradley G., Ryan C., ZumBrunnen C., Alberti M., et Simon U., (2008). (Editionen Presse modifié): Urban Ecology: An international perspective on the interaction between humans and nature. © Springer Science+Business media, LLc. 807 pages.
- McDonald R.I., Forman R.T.T., Kareiva P., (2010). Open spaces loss and inequality in United States' cities, pp1990-2000, PLoSONE, 5, 3, e9509.
- McDonnell M.J. & Pickett S.T.A., (1990) Ecosystem structure and function along urban- rural gradients: An unexploited opportunity for ecology©1990 by the ecological Society of America. . 71(4), 1990 pp.1232-1237
- McDonnell, M.J., & Hahs, A. K., (2008). The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: Current status and future directions. *Landscape Ecology*, 23(10), pp1143–1155. Doi:10.1007/s10980008-9253-4
- McIntyre N. E., (2011). Urban ecology: Definitions and goals (Chapitre I). Edited By Douglas I., Goode D., Houck M., Maddox D. The Routledge Handbook of Urban Ecology. 10p
- McKinney M. L., (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127(3),doi:10.1016/j.biocon.2005.09.005. pp 247-260.
- McKinney M.L., & Lockwood J.L., (1999). Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology and Evolution* 14: pp450-453
- McKinney M.L., (2002). Do human activities raise species richness? Contrasting patterns in United States plants and fishes. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 11:pp343-348.
- MEA, (2005). Ecosystems and Human Well-being-synthesis. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. 137p.
- Mehdi L., Weber C., Di Pietro F., & Selmi W., (2012). Évolution de la place du végétal dans la ville, de l'espace vert a la trame verte, *Vertig O - la revue électronique en sciences de l'environnement* ,Volume 12. URL : <http://vertigo.revues.org/12670> ; DOI : 10.4000/vertigo.12670
- Mehdi L., Weber C., Di Pietro F., & Selmi W., (2017). Les services écosystémiques urbains, vers une multifonctionnalité des espaces verts publics : revue de littérature. *Environnement Urbain / Urban Environment*, Volume 11.URL : <http://journals.openedition.org/eue/1575>
- Mensah C., (2014). Destruction of Urban Green Spaces: A Problem Beyond Urbanization in Kumasi City (Ghana). *American Journal of Environmental Protection*. Vol. 3, No. 1, 2014,doi: 10.11648/j.ajep.20140301.11, pp. 1-9
- Merlin, P. & Choay F., (2009). Dictionnaire de l'urbanisme, Presse Universitaires de France, Paris, 963 p.
- Morell P., (2005). Commission for Architecture and the Built Environment (CABE). Does money grow ontrees?, (2005).

Mougeot L.J.A., (2002). Cultiver de meilleur villes : Agriculture urbaine et développement durable. Publié par le centre de recherches pour le développement international. BP 8500, Ottawa (Ontario), Canada K !

MPCE, (2013). Esquisse du plan d'urbanisme pour la ville du Cap-Haïtien. Appui aux autorités gouvernementales et locales pour la planification et la gestion de travaux de reconstruction ou de rénovation de six pôles de développement.118p.

MPTPC, (2016). Projet de Développement Municipal et de Résilience Urbaine (DMRU) (P155201) Composante 2 : Investissements en matière de réduction de la vulnérabilité et pour des infrastructures urbaines résilientes au climat.22p

Munyemba K. F, (2010). Quantification et modélisation de la dynamique paysagère dans la région de Lubumbashi: évaluation de l'impact écologique des dépositions issues de la pyrométallurgie. Thèse de doctorat, Université de Lubumbashi (RD Comgo).

Myers N., (1990). The biodiversity challenge: expanded hotspot analysis. *The environmentalist*, 10: pp243-256.

Naveh Z., (2009). *The Role of Landscape Ecology in Development*.pp. 57-63

Niemela J., (1999). Ecology and urban planning. *Biodivers Conserv* 8:pp119–131.

Nkuku, K. C., & Rémon, M., (2006). Stratégies de survie à Lubumbashi (R-D Congo). Enquête sur 14000 ménages urbains (Survival strategies in Lubumbashi. Survey on 14000 urban

households). Paris, France: Archive congolaise, l'Harmattan.

Noon B.R., Dale V.H., (2002). Broad-scale ecological science and its application. In: *Applying landscape ecology in biological conservation*. Eds. Gutzwiller K.J., pp.34-52. Springer, Berlin Heidelberg, New York.

Okotoma J.M., (2010). Influence de la texture du sol et de la topographie sur la distribution spatiale de *Julbernardia seretii* (De Wild.) Troupin et de *Petersianthus macrocarpus* (P.Beauv.) Liben dans les forêts de la Réserve forestière de la Yoko, Ubundu, R.D.Congo.66p

Olden J.D., Poff N.L., Douglas M.R., Douglas M.E., Fausch K.D., (2004). Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. *Trends Ecol Evol* 19: pp18-24

PINSON L., (2015). Une meilleure connaissance et estimation du risque caniculaire en zone urbaine dense.-XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015.p275-280.

PNUD, (2015). Haïti, ensemble face aux risques.-Réalizations en matière de gestion des risques de désastres.20p.

PNUD/ECMU, (1998). La gestion de l'environnement en Haïti. Réalités et perspectives-disponible sur le site Web PNUD-Haïti.

<http://www.ht.undp.org/Pnud-hai>.

Potschin M., H.-Young R., (2006). "Rio+10", sustainability science and Landscape Ecology *Landscape and Urban Planning* 75 (2006).pp 162–174.

Rakhshandehroo M. & Mohd Yusof M.J., (2017). The environmental benefits of urban open green spaces. pp10-16

Rakhshandehroo M. et M. Yusof J. M., (2017). Terminology of Urban Open and Green Spaces.10 pages

Rakhshandehroo M., (2014). Establishing new urban green spaces classification for Malaysian cities. DOI: 10.13140/RG.2.1.3912.6880. 10 pages

Rakhshandehroo M., Mohdyusof M. J., Tahirholder O. M. & Yunos M. Y. M. (2015). The social benefits of urban open green spaces: a literature review management research and practice vol. 7. pp 60-71.

Rayfield B., Fortin M.J., Fall A., (2011). Connectivity for preservation: a framework to classify network measures, Ecology, 92, pp847-858.

Rémi L., (2008). Comparaison de la diversité spécifique intra et inter-habitat et observation de la distribution des taxons le long de gradients environnementaux significatifs.-stage en entreprise. 21p

Riitters K., Wickham J. D., O'Neill R.V., Bruce Jones K., (2002). Fragmentation of Continental United States Forests. Ecosystems (2002) 5: pp815–822 DOI: 10.1007/s10021002-0209-2
ECOSYSTEMS © 2002 Springer-Verlag

Ritchot G., (2005). L'étalement urbain comme phénomène géographique : l'exemple de Québec. An article of the journal. L'étalement urbain. Tous droits réservés © Cahiers de géographie du Québec, 1994. Cahiers de géographie du Québec. Volume38, Issue105, 1994, p. 261–300.

Robinette G., (1972), Plants, People and Environmental Quality. A study of plants and their environmental functions, Department of the interior, National Park Service, Washington.139p.1st Edition.

Rodoslava K., (2016). Agriculture and Its Impact on Land-Use, Environment, and Ecosystem Services Submitted: January 21st 2016 Reviewed: April 15th 2016 Published: July 27th 2016 DOI: 10.5772/63719.

Rolland E., (2009). Villes et gestion des espaces verts : élaboration d'un outil d'évaluation qualitative.133p.-Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement de l'Université de Sherbrooke.

Sahraoui Y., (2016). Le paysage, entre esthétique & écologie. Modélisation rétrospective à partir de changements d'occupation du sol.236p.

Salomon W., (2017). Caractérisation de la dynamique de l'occupation du sol en zone urbaine et périurbaine de Cap-Haitien (Haïti) de 1986 à 2017.74p.

- Sambieni K. R. *et al.*, (2018). La végétation arborée domestique dans le paysage urbain et périurbain de la ville de Kinshasa, République Démocratique du Congo. p197-208.
- Savard J.-P.L., Clergeau P., Mennechez G., (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 48:pp131-142.
- SERRET H., (2014). Espaces verts d'entreprise en Île-de-France : quels enjeux pour la biodiversité urbaine ? 251pages.
- Simonová D., & Lososová Z., (2008): Changes during the 20th century in species composition of synanthropic vegetation in Moravia (Czech Republic). – *Preslia* 80: pp 291–305.
- Song B. & Park. K., (2014). Validation of ASTER Surface Temperature Data with In Situ Measurements to Evaluate Heat Islands in Complex Urban Areas. *Advances in Meteorology*, 2014, doi:10.1155/2014/620410. Pp 1–12.
- Sukopp H., (2004). Human caused impact on preserved vegetation. *Landscape and Urban Planning*, 68, pp 347–355.
- Timyan J.C., (2011). Les Zone Clé de la Biodiversité (ZCB).51pages
- Trefon T. & Cogels S., (2007). Espaces périurbains d'Afrique centrale et Gouvernance environnementale. ULB, Institut de Sociologie.
- Tréfon T., (2009) Réforme au Congo (RDC). Attentes et désillusions. Paris : L'Harmattan, coll. Cahiers Africains, 2009, 290 p. - ISBN 978-2-296-10204-0
- Trefon T., (2011). Urban-rural straddling: Conceptualizing the peri-urban in Central Africa. *J. Dev. Soc.*, 27, 421443.
- Trentanovi, G., von der Lippe, Moritz., Sitzia T., Ziechmann Ulrike., Kowarik I., and Cierjacks A., (2013). Biotic homogenization at the community scale: disentangling the roles of urbanization and plant invasion. *Diversity and Distributions*, (Diversity Distrib.) (2013) 19, pp738–748
- Tuner M.G., (2005). Landscape ecology: What Is the State of the Science? Monica G. Turner Department of Zoology, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin p 319-344.
- Turner John F.C., (1968). Housing Priorities, Settlement Patterns, and Urban Development in Modernizing Countries. *AIP Journal*. Pp 354-363.
- UBoc. A brief guide to the benefits of urban green spaces. Document, ainsi que d'autres informations, disponible à l'adresse suivante : leaf.leeds.ac.uk/green-space. Dr Catherine Scott, École de la Terre et de l'Environnement, Université de Leeds (c.e.scott@leeds.ac.uk).

ULB : Université Libre de Bruxelles, (2006). Troisième rapport d'activités annuel. Bruxelles : Université Libre de Bruxelles.

United Nations, (2007). World Population Prospects. The 2006 Revision, United Nations, New York.

United Nations, (2014). Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352) Vol. 18 • No. 3 • 2014 • pp. 5-15 • ISSN: 2084-6118 • DOI: 10.2478/mgrsd-2014-0020

Useni S.Y., Khoji M.H., Langunu S., Gerardy A. & Bogaert J., (2019). Amplification of anthropogenic pressure heavily hampers natural ecosystems regeneration within the savanization halo around Lubumbashi city (Democratic Republic of Congo). *Int. J.*

Useni S.Y., Malaisse F., Cabala K.S., Kalumba M.A., Amisi M.Y., Nkuku K.C., Bogaert J. & Munyemba K.F., (2019b). Tree diversity and structure on green space of urban and peri-urban zone: the case of Lubumbashi city in the Democratic Republic of Congo. *Urban Forestry and Urban Greening*, 41: pp 67-74.

Useni Y. S. *et al.*, (2018). Caractérisation de la croissance spatiale urbaine de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, R.D Congo) entre 1989 et 2014. *Tropicultura*, 2018, 36,1. p99-107.

Useni Y.S., (2013). Interpretation paysagère du processus d'urbanisation à Lubumbashi. Structure spatiale, approche diachronique et indicateurs écologiques. 81p

Useni Y.S., Cabala Kaleba S. ", Nkuku Khonde C., Amisi Mwana Y., Malaisse F., Bogaert J., Munyenba Kankumbi F., (2017) vingt cinq ans de monitoring de la dynamique spatiale des espaces verts en reponses à l'urbanisation dans les communes de la ville de Lubumbashi (Haut Katanga, R.D Congo). *Tropicultura*, 2017, 35, 4: pp300-311.

Vermeiren K., Rompaey A. V., Loopmans M., Eria S., (2012) Pattern analysis and scenario development. *Landscape urban plan. Urban Growth of Kampala, Uganda.*, 106, 199-206.

Villamagna A.M., Angermeier P.L., Bennett E.M., (2013). Capacity, pressure, demand, and flow: A conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery. *Ecol Complex* 15:pp114–121. doi: 10.1016/j.ecocom.2013.07.004.

Vilmorin C. De., (1976). La politique d'Espaces verts. Centre de Recherche d'Urbanisme. Ministère de la Culture et de l'Environnement. 2ème trimestre 1978, 439 p.

Von der Lippe, M., and Kowarik, I., (2008). Do Cities Export Biodiversity? Traffic as Dispersal Vector across Urban-Rural Gradients. *Diversity and Distributions*, 14, pp18-25. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00401.x>

Voogt J.A., (2002): Urban heat island. *Encyclopedia of global environmental change*, 3, pp 660-666.

Williams N.S.G., Schwartz M.W., Vesk P.A., McCarthy M. A., Hahs A. K., Clemants S. E., Corlett R.T., Duncan R. P., Norton B.A., Thompson K.,

McDonnell, M. J., (2009). A conceptual framework for predicting the effects of urban environments on floras. *Journal of Ecology*, 97(1), 4-9. doi:10.1111/j.pp1365-2745.2008.01460.x

Wissal S., (2016). Services écosystémiques rendus par la végétation urbaine Application d'approches d'évaluation à la ville de Strasbourg. *Géographie*. Université de Strasbourg, 2014. Français. <tel01136771v3>. 344pages.

Wittig R., & Becker U., (2010). The spontaneous flora around street trees in cities. A striking example for the worldwide homogenization of the flora of urban habitats *in* *Flora - Morphology Distribution Functional Ecology of Plants* 205(10): DOI: 10.1016/j.flora.2009.09.001. pp 704-709

Woltjer J., (2014). A Global Review on Peri-Urban Development and Planning. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* vol. 25, no. 1, hlm. 1-16, April 2014 ISSN 0853-9847 © 2014 SAPPK ITB.16p

Wu J., & Hobbs R., (2002). Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecol.* 17, pp 355–365.

Wu J., (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. pp 209-221.

Zhou X., Wang C-Y., (2011). Spatial temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies. Department of Geography, National University of Singapore, 1 Arts Link, AS2 #03-01, Singapore 117570, Singapore. pp 268-279

Annexe A

Annexe 1: Typologies des trois (3) grands groupes d'espaces verts identifier parmi les quatre (4) grands types connus dans la littérature de (Dunnnett et al., 2002 ; Rakhshandehroo M., 2014) : 1 Espaces de commodités - 2- espaces vert fonctionnels, 3- espaces semi naturels.

Catégorie	Type	Description
Espace vert d'agrément ou d'aménité	1- Espaces verts civiques	<p>Espace vert incluant des monuments commémoratifs: Ce sont des lieux publics qui commémorent des personnes ou des événements d'importance locale et nationale. Habituellement partie intégrante du développement historique du centre-ville ; peut être formellement planifié ou servir de lieu de rencontre pour les rues; offre des jeux de société, des aires d'attente, des espaces éducatifs, etc. souvent aménagés et gérés publiquement dans le cadre du système d'espaces ouverts importants en ville ; souvent situés près du centre ville.</p> 
	2-Jardin domestique	<p>Jardins privés (Private spaces) : Terres normalement fermées et associées se situant à proximité immédiate de maisons privées d'une personne ou à un groupe de personne réservées à un usage privé, cultivées principalement à des fins ornementales et/ou pour des usages alimentaires non commerciaux.</p> 

3- Aire de jeux

Grandes surfaces herbeuses publiques généralement plates ou spécialement conçues, utilisées principalement pour des sports désignés (y compris les terrains de jeux, les terrains de course, les terrains de football, les terrains de basketball) et qui peuvent généralement être réservées.



4-Espaces verts accessoires

Espace vert de commodité : il s'agit d'espaces résidentiels peu accessibles au public avec des propriétés artisanales, professionnelles, commerciales et/ou de services (hôtels, restauration, cérémonies de mariage de conférences, etc...). Destinés à améliorer leur esthétique avec des plantes harmonieuses colorées et susceptibles de donner une valeur ajoutée et un attrait aux entreprises privées.



Espaces vert fonctionnels

1-Espace vert institutionnel

Ces espaces incluent les centres de recherches, les centres professionnels les cours d'école comme cours de récréation, certaines ont été aménagées comme lieu d'apprentissage environnemental ou d'utilisation communautaire, de jeu pour les enfants, mais aussi pour la réalisation des programmes scolaire et de festività national.



2- Lieu de sépulture

Ce sont en générales des sites des inhumations fonctionnels qui peuvent inclure les cimetières, les cours d'églises, souvent très sombre et calme avec une végétation généralement spontanée et plutôt rarement entretenue.



3- Ferme agricole

Espace vert privé mais accessible au public, conçu pour protéger les espèces locales nécessaires aux campagnes de reboisement, tout en préservant la faune et la flore et en offrant une beauté panoramique. Souvent utile pour la culture de certaines plantes vivaces destinées à la consommation humaine et pour l'aménagement urbain écologique.



Espaces naturels semi naturels

1-Vestige de Forêt urbaine

Ce sont des espaces de vestiges boisés, forêts aménagées, formes mixtes ou zones naturels non aménagés ou plantés d'arbres denses ou de végétation sauvage dans les villes ou à proximité. Souvent populaire comme des lieux de culte, temple ou église de prière, la randonnée, le culte, la promenade canine et les loisirs. Sont souvent sujets à des conflits entre les usagers et la préservation/restauration de l'environnement urbain sauvage.



2-Friche

Zones abandonnées et négligées qui servent souvent de terrains de jeux locaux et qui offrent aux jeunes des possibilités de jeu informel très accessible. Dans d'autres cas ils sont souvent abandonnées pour faire paître les petits bétails (caprins, dinde, poulets ect,) généralement reliés aux zones communautaires à proximité du regard assurant ainsi la sécurité et la surveillance des animaux.



	3- Milieux humides, marais	<p>Ecosystèmes fragiles où le sol est saturé d'eau en permanence ou périodiquement et où la flore et la faune sont caractéristiques le long des cours d'eau, principalement avec des types d'habitats naturels et souvent une grande variété de plantes servant de reins à la nature et d'aquarium de reproduction pour les petits poissons. Ces écosystèmes de milieux humides sont le plus souvent utilisés pour filtrer l'environnement et maintenir la santé relative des écosystèmes aquatiques.</p> 
--	-----------------------------------	---

Annexe 2 : Nom et coordonnées géographiques (degré, heure, minutes, seconde) des espaces verts urbains de la ville du Cap-Haitien enregistrés à partir d'un GPS type Garmin.

1- Jardin privé		2- Place publique		3- Place publique	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°46 '10.3"	72°11 '38.8"	19°45'59.5"	72°11'43.6"	19°45'51.8"	72°11'47.4"
19°46 '09.5"	72°11 '39.2"	19°45'56.5"	72°11'42.9"	19°45'50.7"	72°11'47.6"
19°46 '08"	72°11 '39.6"	19°45'57.5"	72°11'43"	19°45'48.7"	72°11'47.8"
19°46 '07.5"	72°11 '39.7"	19°45'57"	72°11'44.1"	19°45'48.6"	72°11'49.6"
19°46 '0.7"	72°11 '38.5"	19°45'57.1"	72°11'45.4"	19°45'50"	72°11'49.2"
19°46'07.9"	72°11 '38.2"	19°45'57.8"	72°11'46.1"	19°45'52.1"	72°11'48.1"
19°46 '08,7"	72°11 '38"	19°45'59"	72°11'45.5"		
19°46 '09.6"	72°11 '38.1"	19°45'59.4"	72°11'44.7"		
19°46 '10.2"	72°11 '38.2"	19°45'59.8"	72°11'43.9"		
19°46 '10.3"	72°11 '38.8v	19°45'59.6"	72°11'43.5"		
Superficie = 3 681,5 m² Périmètre =0.33 km		Superficie = 5 621,6 m² Périmètre =0.29 km		Superficie = 5 379,3 m² Périmètre =0.30 km	
4- Place publique		5- Place publique		6- Espace vert résidentiel	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°45'36.6"	72°11'55.14"	19°45'43.48"	72°12'3.03"	19°45'41.43"	72°12'5.56"

19°45'36.14"	72°11'55.49"	19°45'41.01"	72°12'3.94"	19°45'42.62"	72°12'5.11"
19°45'35.9"	72°11'54.1"	19°45'40.05"	72°12'1.37"	19°45'42.23"	72°12'3.79"
19°45'36.4"	72°11'54.9"	19°45'42.56"	72°12'0.34"	19°45'41.08"	72°12'4.25"
Superficie = 565,8 m ² Périmètre =0,11km		Superficie = 7 090,3 m ² Périmètre =0,33km		Superficie = 1 836,9 m ² Périmètre =0,17km	
7- Parc public (Montacher)		8- School grounds FIC		9- School grounds	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°45'41.3"	72°12'09.5"	19°45'44.4"	72°12'10.2"	19°45'41.5"	72°12'11.3"
19°45'41.7"	72°12'09.1"	19°45'46.1"	72°12'15.4"	19°45'43.69"	72°12'17.20"
19°45'42.5"	72°12'09.6"	19°45'45.7"	72°12'18.4"	19°45'39.7"	72°12'15.8"
19°45'42.3"	72°12'10.7"	19°45'42.4"	72°12'13.4"	19°45'42.5"	72°12'17.7"
Superficie = 1913,3 m ² Périmètre =0,17 km		Superficie = 20 865 m ² Périmètre =0,64 km		Superficie = 18 255 m ² Périmètre =0,56 km	
10- Jardin privé (ISPAN)		11- Ecole jardinage		12- Résidence privée	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°45'51"	72°12'14.5"	19° 45'36.4"	72°12'20.4"	19° 45'38.0"	072°12'19.6"
19°45'52.3"	72°12'19.1"	19°45'36.7"	72°12'20.9"	19° 45'38.4"	72° 12'20.3"
19°45'50.7"	72°12'14.8"	19° 45'37.6"	72°12'21.4"	19° 45'39.2"	72°12'20.9"
19°45'50.2"	72°12'14.9"	19° 45'38.1"	72°12'20.5"	19° 45'39.6"	72°12'20.0"
Superficie = 6082 m ² Périmètre =0,37 km		Superficie =1837,4 m ² Périmètre =0,17 km		Superficie =1518,9 m ² Périmètre =0,18 km	
13- Résidence privée		14- Résidence privée		15- Résidence privée	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°45'34.95"	72°12'20.82"	19°46'06,7"	72°11'38.5"	19°46'04.8"	72°11'38.9"
19°45'37.76"	72°12'19.81"	19°46'0.6"	72°11'39.1"	19°46'04.3"	72°11'39.0"
19°45'38.25"	72°12'21.17"	19°46'06.4"	72°11'40.2"	19°46'03.7"	72°11'39.9"
19°45'37.05"	72°12'21.57"	19°46'05.1"	72°11'39.7"	19°46'04.5"	72°11'40.5"
Superficie =1802 m ² Périmètre = 0,16 km		Superficie =2022 m ² Périmètre =0,19 km		Superficie =1181,3m ² Périmètre =0,16 km	
16- Résidence privée		17- Friche		18- Institution privée	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°45'53.8"	72°11'44.9"	19° 45'47.57"	72°11'43.62"	19°45'45.69"	72°11'48.68"
19°45'53.8"	72°11'43.56"	19°45'43.77"	72°11'45.28"	19°45'46.24"	72°11'50.24"
19°45'52.6"	72°11'44.12"	19°45'43.26"	72°11'42.61"	19°45'48.30"	72° 11'49.53"
19°45'52.8"	72°11'45.22"			19 45'47.84"	72° 11'47.86"
Superficie =1752m ² Périmètre =0,11km		Superficie =5573m ² Périmètre =0,23 km		Superficie = 3635m ² Périmètre =0,15 km	
19- Hôtel roi henry Christophe		20- Lycée Philippe Guerrier		21- Collège Regina	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19° 45'46.29"	72° 11'50.37"	19°45'55.20"	72°12'1.56"	19°45'42.85"	72°11'50.42"
19° 45'46.84"	72° 11'52.09"	19°45'55.93"	72°12'1.33"	19°45'38.8"	72°11'53.6"

19° 45'48.73"	72° 11'51.58"	19°45'55.53	72°12'0.37"	19°45'39.0"	72°11'49.7"
19° 45'48.31"	072°11'49.75"	19°45'54.88"	72°12'0.60"	19°45'41.6"	72°11'47.9"
Superficie =3301 m² Périmètre =0,14 km		Superficie =717 m² Périmètre =0,10 km		Superficie =12763 m² Périmètre =0,29km	
22- Résidence privée		23- Friche		24- Friche (pâturation)	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°45'27.0"	72°11'58.8"	19°45'26.55"	72°11'57.60"	19°44'19.63"	72°11'35.74"
19°45'26.77"	72°11'58.30"	19°45'23.47"	72°11'55.13"	19°44'18.3"	72°11'27.49"
19°45'25.81"	72°11'58.96"	19°45'22.74"	72°11'59.60"	19°44'16.46"	72°11'28.86"
19°45'26.57"	72°12'1.06"			19°44'15.76"	72°11'30.04"
19°45'27.68"	72°12'0.28"			19°44'15.38"	72°11'38.4"
				19°44'16.82"	72°11'38.12"
Superficie =2447 m² Périmètre =0,13 km		Superficie =10038 m² Périmètre =0,26 km		Superficie =27462 m² Périmètre =0,45 km	
25- Résidence privée		26- Terrain de jeu		27- Institution privée	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°45'31.0"	72°11'59.5"	19°45'15.19"	72°11'28.22"	19°45'56.75"	72°11'56.43"
19°45'31.7"	72°11'59.0"	19°45'14.80"	72°11'25.72"	19°45'55.70"	72°11'57.58"
19°45'31.8"	72°11'57.5"	19°45'11.26"	72°11'26.47"	19°45'55.88"	72°11'56.61"
19°45'30.8"	72°11'57.0"	19°45'11.69"	72°11'28.99"	19°45'59.54"	72°11'58.26"
Superficie =2679m² Périmètre =0,13 km		Superficie =10078m² Périmètre =0,24 km		Superficie =5906 m² Périmètre =0,19 km	
28- Morne Lory		29- Jardin domestique/Culturel		30- School ground (Don Bosco)	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°45'21.37"	072°12'20.16"	19°44'15.9"	72°13'11.8"	19°44'27.4"	72°13'04.8"
19°45'22.00"	072°12'25.77"	19°44'13.9"	72°13'12.5"	19°44'30.5"	72°12'59.5"
19°45'27.19"	072°12'26.13"	19°44'14.13"	72°13'14.08"	19°44'33.96"	72°13'9.56"
19°45'31.92"	072°12'22.58"	19°44'16.10"	72°13'13.22"		
Superficie =49 518 m² Périmètre =0,55 km		Superficie =3183 m² Périmètre =0,14 km		Superficie =19891 m² Périmètre =0,39 km	
31- Fondation Vincent		32- CACH		33- Imperial Hôtel	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'30.34"	72°12'59.49"	19°44'34.6"	72°12'52.6"	19°44'36.2"	72°12'49.4"
19°44'34.4"	72°12'53.2"	19°44'36.6"	72°12'49.8"	19°44'36.6"	72°12'48.8"
19°44'37.29"	72°12'56.04"	19°44'42.62"	72°12'57.48"	19°44'37.90"	72°12'49.57"
		19°44'39.34"	72°12'57.79"		
Superficie =21968 m² Périmètre =0,40 km		Superficie =28654 m² Périmètre =0,48 km		Superficie =1805 m² Périmètre =0,11 km	
34- B. BNC		35- Résidence privée (production)		36- Résidence privée	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'36.9"	72°12'48.0"	19°44'34.0"	72°12'50.4"	19°44'38.5"	72°12'45.1"
19°44'37.3"	72°12'47.3"	19°44'30.7"	72°12'47.4"	19°44'38.8"	72°12'44.5"

		19°44'30.12"	72°12'49.23"		
		19°44'33.64"	72°12'52.46"		
Superficie =1120 m² Périmètre =0,10 km		Superficie =6350 m² Périmètre =0,23 km		Superficie =730 m² Périmètre =0,10 km	
37- Résidence privée (jardin lakou)		38- Jardin privée		39- Terrain marecageux	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'39.2"	72°12'43.4"	19°43'24.0"	72°13'43.9"	19°43'19.47"	72°13'15.28"
19°44'40.9"	72°12'40.0"	19°43'24.7"	72°13'43.7"	19°43'12.23"	72°13'23.52"
19°44'42.06"	72°12'41.12"	19°43'25.53"	72°13'46.92"	19°42'59.21"	72°13'23.26"
19°44'40.23"	72°12'44.38v	19°43'24.86"	72°13'46.99"		
Superficie =5424 m² Périmètre =0,20 km		Superficie =2018 m² Périmètre =0,14 km		Superficie =52356 m² Périmètre =0,88 km	
40- Morne culturel Fort saint M.		41 Jardin privée (production)		42 Jardin Privé	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'22.5"	72°11'37.9"	19°43'45.2"	72°11'09.9"	19°43'41.77"	72°11'9.96"
19°44'19.6"	72°11'40.3"	19°43'43.53"	72°11'13.26"	19°43'41.26"	72°11'11.26"
19°44'17.9"	72°11'40.2"	19°43'46.14"	72°11'13.35"	19°43'39.55"	72°11'10.64"
19°44'18.4"	72°11'38.8"	19°43'47.12"	72°11'9.92"	Superficie =2238,7m² Périmètre =0,12 km	
19°44'19.3"	72°11'37.1"	Superficie =7252 m² Périmètre =0,22 km			
19°44'21.0"	72°11'37.2"				
Superficie = 8046,5m² Périmètre =0,26 km					
43- Jardin privé		44- Jardin privé		45-Jardin privée	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°43'39.43"	72°11'10.61"	19°43'28.9"	72°10'45.6"	19°43'24.1"	72°10'37.5"
19°43'36.65"	72°11'9.89"	19°43'28.9"	72°10'42.5"	19°43'21.1"	72°10'37.5"
19°43'37.28"	72°11'7,88"	Superficie =9938 m² Périmètre =0,26 km		Superficie =7328 m² Périmètre =0,21 km	
19°43'39.72"	72°11'0.81"				
Superficie =5291 m² Périmètre =0,18 km					
46- jardin privée (production)		47-Jardin Privé		48-Institutional ground	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'23.8"	72°13'08.3"	19°43'36.19"	072°12'40.56"	19°45'3.54"	072°12'25.51"
19°44'25.6"	72°13'07.0"	19°43'32.79"	072°12'38.69"	19°45'2.20"	072°12'26.05"
19°44'27.06"	72°13'9.85"	19°43'31.20"	072°12'44.83"	19°45'2.67"	072°12'31.34"
19°44'25.64"	72°13'10.50"	19°43'34.83"	072°12'45.90"	19°45'5.62"	072°12'30.58"
Superficie =5814 m² Périmètre =0,20 km		Superficie =20334 m² Périmètre =0,36 km		Superficie =11 385 m² Périmètre =0,30km	
49- Institutional ground		50 Jardin privé (domestique)		51 Institutionnel ground	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°45'19.16"	072°12'43.65"	19°44'47.90"	072°12'45.42"	19°44'47.53"	072°12'50.77"
19°45'23.20"	072°12'47.85"	19°44'49.98"	072°12'47.99"	19°44'50.65"	072°12'47.96"
19°45'25.35"	072°12'43.32"	19°44'47.49"	072°12'50.43"	19°44'51.60"	072°12'52.01"

19°45'25.94"	072°12'45.42"	19°44'45.52"	072°12'47.45"	Superficie =9559m ² Périmètre =0,26km
Superficie =17657 m ² Périmètre = 0,35 km		Superficie =9 846 m ² Périmètre =0,25 km		
52- Jardin Privé		53-Jardin domestique		
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	
19°45'53.17"	072°11'59.57"	19°43'46.97"	072°11'11.44"	
19°45'50.79"	072°12'0.48"	19°43'46.39"	072°11'13.31"	
19°45'52.10"	072°12'2.67"	19°43'48.35"	072°11'13.39"	
Superficie =3639 m ² Périmètre=0,16km		19°43'48.39"	072°11'11.79"	
		Superficie =2701 m ² Périmètre=0,13 km		

Annexe 3 : Nom et coordonnées géographiques (degré, heure, minutes, seconde) des espaces verts périurbains de la ville du Cap-Haitien enregistrés à partir d'un GPS type Garmin.

1- Zone de friche		2- Place publique vertieres		3- Friche (élevage pâturage)	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°46'14"	72°11'39.6"	19°44'08.7"	72°13'14.7"	19°43'51.31"	72°11'20.82"
19°46'13.7"	72°11'38.3"	19°44'11.5"	72°13'13.4"	19°43'49.83"	72°11'20.19"
19°46'14.4"	72°11'37.9"	19°44'13.14"	72°13'17.03"	19°43'51.04"	72°11'16.38"
19°46'15.3"	72°11'37.4"	19°44'10.43"	72°13'18.09"	19°43'53.12"	72°11'16.78"
19°46'16"	72°11'37"				
19°46'16.2"	72°11'36.2"				
19°46'16.2"	72°11'36.2"				
Superficie = 8051 m ² Périmètre =0,23 km		Superficie = 10657 m ² Périmètre =0,26 km		Superficie =6974 m ² Périmètre =0,22 km	
4- Terrain de jeu		5- pepinierie		6- Cimetière	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'7.20"	72°10'59.9"	19°44'13.67"	72°10'54.14"	19°44'03.6"	72°10'50.0"
19°44'7.50"	72°10'58.4"	19°44'13.38"	72°10'50.89"	19°44'06.1"	72°10'53.6"
19°44'5.2"	72°10'56.9"	19°44'9.04"	72°10'50.62"	19°44'03.1"	72°10'53.4"
19°44'3.5"	72°10'58.1"	19°44'8.20"	72°10'53.95"		
Superficie =10093m ² Périmètre =0,27 km		Superficie =13814m ² Périmètre =0,31 km		Superficie =5667 m ² Périmètre =0,22 km	
7- Champ		8- Résidence privée/Heiffer		9- Friche (Elevage caprin)	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'02.6"	72°10'55.9"	19°43'12.2"	72°11'08.4"	19°43'14.57"	72°11'2.68"
19°44'02.5"	72°10'55.4"	19°43'14.5"	72°11'09.2"	19°43'12.8"	72°11'06.3"
19°44'01.6"	72°10'54.8"	19°43'12.7"	72°11'07.0"	19°43'9.39"	72°11'1.41"
				19°43'9.26"	72°11'6.62"
Superficie =1600m ² Périmètre =0,10 km		Superficie =12332m ² Périmètre =0,29 km		Superficie =20909 m ² Périmètre =0,36 km	

10- Résidence privée (coin culturel)		11- Jardin privé		12- Friche	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°43'10.9"	72°11'10.0"	19°43'08.6"	72°11'13.8"	19°43'08.3"	72°11'14.9"
19°43'10.2"	72°11'11.0"	19°43'8.07"	72°11'14.30"	19°43'04.6"	72°11'21.5"
19°43'5.24"	72°11'5.53"	19°43'4.76"	72°11'12.45"	19°43'03.1"	72°11'25.2"
19°43'4.25"	72°11'8.21"	19°43'4.92"	72°11'9.57"	19°43'07.1"	72°11'27.6"
Superficie =17117 m ² Périmètre =0,36 km		Superficie =10610m ² Périmètre =0,28 km		Superficie =93361m ² Périmètre =0,78km	
13- Champ (manioc, banane)		14- Champ (Friche)		15- Champ	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°43'24.31"	72°11'46.71"	19°43'06.6"	72°11'16.9"	19°43'4.33"	72°11'20.88"
19°43'24.60"	72°11'43.70"	19°43'06.0"	72°11'18.1"	19°43'3.11"	72°11'23.08"
19°43'18.66"	72°11'40.65"	19°43'02.4"	72°11'18.54"	19°42'59.11"	72°11'20.92"
19°43'17.87"	72°11'46.53"				
Superficie =25960 m ² Périmètre =0,42km		Superficie = 28771m ² Périmètre = 0,43 km		Superficie =10770 m ² Périmètre =0,27km	
16- Espace vert institutionnel		17- UPNCH		18- SOS (school ground)	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'12.79"	72°10'56.33"	19°43'11.9"	72°11'32.3"	19°43'11.3"	72°11'33.8"
19°44'10.72"	72°10'56.27"	19°43'11.4"	72°11'34.6"	19°43'3.69"	72°11'26.34"
19°44'10.72"	72°10'54.27"	19°43'19.3"	72°11'36.3"	19°42'58.07"	72°11'41.70"
19°44'12.66"	72°10'54.21"			19°43'8.68"	72°11'46.71"
Superficie =3831 m ² Périmètre =0,15 km		Superficie =8048 m ² Périmètre =0,25 km		Superficie =54819 m ² Périmètre =0,63 km	
19- Shool ground		20- Friche		21- Résidence Privée (jardin lakou)	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°43'10.4"	72°11'38.0"	19°43'09.2"	72°11'45.8"	19°43'16.6"	72°11'32.7"
19°43'08.7"	72°11'46.8"	19°43'10.0"	72°11'41.2"	19°43'15.3"	72°11'31.9"
		19°43'10.3"	72°11'39.3"		
Superficie =94767 m ² Périmètre =0,78 km		Superficie =86362 m ² Périmètre =0,75 km		Superficie =9197 m ² Périmètre =0,24 km	
22- Champ (agroforesterie)		23- Résidence privée (jardin lakou)		24- Résidence privée (jardin lakou)	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°43'35.4"	72°11'15.5"	19°43'25.5"	72°10'49.2"	19°43'28.1"	72°10'40.1"
19°43'31.4"	72°11'14.0"	19°43'26.7"	72°10'51.5"	19°43'25.1"	72°10'39.1"
		19°43'28.5"	72°10'51.5"		
Superficie =12322 m ² Périmètre =0,29 km		Superficie =20425 m ² Périmètre =0,36 km		Superficie =8589 m ² Périmètre =0,24 km	
25- 4VEH (radio)		26- Friche		27- Espace vert institutionnel	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°43'59.0"	72°10'42.2"	19°44'12.5"	72°11'04.2"	19°45'34.48"	072°12'20.85"
19°43'01.4"	72°10'46.5"	19°44'13.3"	72°11'05.9"	19°45'33.79"	072°12'17.58"

				19°45'29.39"	072°12'20.18"
Superficie =31575 m ² Périmètre =0,45 km		Superficie =11078 m ² Périmètre =0,27 km		Superficie =13110m ² Périmètre =0,32 km	
28- Friche		29- espace vert institutionnel		30- Friche	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'21.72"	72°11'04.33"	19°43'49.1"	72°11'00.0"	19°43'53.3"	72°10'43.1"
19°44'25.43"	072°11'4.92"	19°43'50.4"	72°10'55.6"	19°43'50.6"	72°10'55.0"
19°44'25.98"	072°11'1.02"	19°43'44.5"	72°10'55.1"		
19°44'22.30"	072°11'0.89"	19°43'42.8"	72°10'55.7"		
Superficie =13395 m ² Périmètre =0,29 km		Superficie =16695 m ² Périmètre =0,38 km		Superficie =31331 m ² Périmètre =0,61 km	
31- Espace vert institutionnel		32- Jardin privée		33- Résidence privée	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°43'30.2"	72°10'55.6"	19°44'14.0"	72°13'19.2"	19°43'16.5"	72°14'16.5"
19°43'29.9"	72°10'59.9"	19°44'15.1"	72°13'22.4"	19°43'14.8"	72°14'12.3"
19°43'31.8"	72°10'59.7"	19°44'13.05"	72°13'23.20"	19°43'9.58"	72°14'16.88"
				19°43'8.78"	72°14'13.81"
Superficie =7137 m ² Périmètre =0,22 km		Superficie =3972 m ² Périmètre =0,20 km		Superficie =22232 m ² Périmètre =0,29 km	
34- DDAO		35- Résidence privée		36- Jardin privée	
Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest
19°44'14.4"	72°13'17.2"	19°44'17.48"	72°13'15.10"	19°44'20.1"	72°13'19.6"
19°44'14.0"	72°13'19.2"	19°44'15.6"	72°13'20.3"	19°44'22.9"	72°13'18.4"
19°44'11.65"	72°13'20.52"	19°44'18.9"	72°13'19.7"	19°44'23.34"	72°13'19.88"
19°44'9.80	72°13'16.91"	19°44'14.52"	72°13'20.18"	19°44'22.81"	72°13'22.26"
Superficie =9835 m ² Périmètre =0,25 km		Superficie =11592 m ² Périmètre =0,39 km		Superficie =6268 m ² Périmètre =0,21 km	
37-Espace vert institutionnel		38- Espace vert institutionnel			

Latitude Nord	Longitude Ouest	Latitude Nord	Longitude Ouest		
19°44'21.5"	72°13'15.7"	19°43'16.1"	72°10'35.6"		
19°44'23.2"	72°13'15.1"	19°43'16.0"	72°10'33.4"		
19°44'19.55"	72°13'12.38"				
19°44'21.58"	72°13'11.10"				
Superficie = 9009 m ² Périmètre = 0,24 km		Superficie = 7328 m ² Périmètre = 0,23 km			

Annexe 4. Observation d'espèces végétales (arbres, arbustes et herbacées) dans les espaces verts des zones urbaines et Périurbain a Cap Haïtien selon le système de classification et d'exploration systématique de la République d'Haïti par E.L. Eckman depuis 1929 et complété par Aladin J.P. (2005).

Espèces	Famille	Milieu de vie	Statut phytogéographique	Urbain	Periurbain
1-Acacia albida Del.	Fabaceae	Helio	Exotique	×	×
2-Acacia macracantha Hump	Fabaceae	Helio	Indigène		×
3-Acacia scleroxyla Tus	Fabaceae	Helio	Indigène		×
4-Agave antillarum Descourt	Agavaceae	Helio	Indigène Hispaniola	×	×
5-Agave rigida, sisalana ou americana, agavacées	Agavaceae	Helio	Exotique	×	
6-Ageratum conyzoides L.	Asteraceae	Meso	Amer. Tropicale	×	×
7-Albizia lebbek (Le tchatcha)	Fabacées	Meso	Exotique		×
8-Allamanda cathartica L (Golden Trompet)	Apocynacées	Meso	Exotique	×	×
9-Ambrosia peruviana Willd	Asteraceae	meso	Exotique Amer. Du Nord		×
10-Annona muricata L.	Annonaceae	meso	Exotique	×	×
11-Annona reticulata L.	Annonaceae	meso	Exotique	×	×
12-Annona squamosa L.	Annonaceae	meso	Exotique	×	×
13-Argemone mexicana L.	Papaveraceae	meso	Mexique	×	×
14-Artemisia vulgaris L. (Armoise)	Asteraceae	meso	Exotique Eurasie, Afr. nord	×	×
15-Artocarpus incisa (le véritable)	Moraceae	Sciophile	Exotique		×
16-Artocarpus incisa L'arbre à pain (nommé châtaignier)	Moraceae	Meso	Exotique		×
17-Asclepias curassavica L.	Asclepiadaceae	meso	Amer Trop	×	×
18-Avicennia germinans	Verbenaceae	Hyd	Exotique	×	

19- <i>Azadirachta indica</i> A. Juss (<i>L Neem</i>)	Méliacées	Helio	Exotique	×	×
20- <i>Blighia sapida</i> Koenig.)	Sapindacées	Meso	Exotique	×	
21- <i>Bougainvillea glabra</i>	Nyctaginacées	Meso	Exotique	×	×
22- <i>Bromelia pinguin</i> , broméliacées	Bromeliacees	Helio	Exotique		×
23- <i>Bursera simaruba</i> (L) Sarg	Burseraceae	Meso	Indigène	×	×
24- <i>Buxus vahlii</i> Baill	Buxacées	Meso	Indigene		×
25- <i>Cananga odorata</i> (Le Ylang-Ylang)	Annonacees	Meso	Exotique (d'Asie du Sud-Est)	×	
26- <i>Cassia emarginata</i> L. ou <i>Senna atomaria</i> (L.) Irwin et Barnely	Fabacées	Helio	Indigene		×
27- <i>Cassia siamea</i> Lam.	Fabacées	Meso	Exotique	×	×
28- <i>Cecropia peltata</i> L. (<i>arbre Trompet</i>)	Moracees	Sciophile	Exotique		×
29- <i>Cedrela odorata</i> L. (<i>Le cèdre</i>)	Méliacées	Helio	Indigène	×	×
30- <i>Chrysophyllum caimito</i> L.)	Sapotacées	Meso	Exotique		×
31- <i>Citrus aurantifolia</i> (L.)	Rutacées	Helio	Exotique		×
32- <i>Citrus aurantium</i> L.)	Rutacées	Helio	Exotique		×
33- <i>Citrus grandis</i> (L	Rutacées	Helio	Exotique		×
<i>Citrus paradisi</i> Macfadyen.)	Rutacées	Helio	Exotique		×
34- <i>Citrus sinensis</i> (L.)	Rutacées	Helio	Exotique		×
35- <i>Clusia rosea</i> Jacq.) <i>Figuier maudit</i>	Guttiféracées	Meso	Indigene		×
36- <i>Cocos nucifera</i> L.	Arécacées	Helio	Exotique	×	×
37- <i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Bl.	Euphorbiaceae	meso	Exotique	×	×
38- <i>Colubrina arborescens</i>	Rhamnacées	Meso	Exotique	×	×
39- <i>Crescentia cujete</i> L.) (<i>Le calebassier</i>)	Bignoniacées	Meso	Exotique	×	×
40- <i>Cupania americana</i> L.).	Sapindacées	Meso	Exotique	×	
41- <i>Cycas revoluta</i> (<i>Palmiste des Indes</i>)	Cycadaceae	meso	Exotique	×	×
42- <i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	meso	Exotique	×	×
43- <i>Delonix regia</i> (<i>le flamboyant</i>)	Caesalpiniacées	Meso	Exotique	×	
44- <i>Dendropanax arboreus</i>	Araliacées	Meso	Exotique (Mexique		×
45- <i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtacées	Meso	Exotique	×	
46- <i>Eucalyptus grandis</i>	Myrtacées	Meso	Exotique	×	×
47- <i>Euphorbia lactea</i> Haw. (<i>Raquette</i>)	Euphorbiaceae	meso	Exotique		×
48- <i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem	Moracees	Meso	Exotique	×	×
49- <i>Gliricidia sepium</i>	Fabacées	Helio	Exotique (Amérique tropicale)	×	

50- <i>Guaiacum officinale</i> L.,	zygophyllacées	Helio	Indigene		×
51- <i>Guaiacum sanctum</i> L.)	zygophyllacées	Helio	Exotique	×	×
52- <i>Haematoxylum campechianum</i> L	Caesalpiniacées	Helio	Exotique		×
53-Herbe Guatemala <i>Tripsacum laxum</i> Nash.	Poaceae	Helio	Exotique	×	×
54-Herbe pied poule <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poacea	Helio	Amer Tropical	×	×
55-Herbe pintade <i>Panicum fasciculatum</i> Sw.	Poacea	Helio	Exotique	×	×
56-Herbe rasoir <i>Tripsacum dactyloides</i> L.	Poacea	Helio	Exotique		×
57-Herbe sure <i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	Poaceae	Helio	Exotique		×
58- <i>Hibiscus elatus</i> (rouge)	Malvacées	Meso	Exotique	×	
59- <i>Hibiscus tiliaceus</i> L (Jaune)	Malvacées	Meso	Exotique	×	
60- <i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	Helio	Exotique (Amerique tropicale)	×	×
61- <i>Jatropha curcas</i> L	Euphorbiacées	Helio	Exotique (Bresil)	×	×
62- <i>Leucaena glauca</i> (L.)	Mimosacées	Meso	Exotique	×	
63- <i>Leucaena leucocephala</i>	Mimosacées	Meso	Exotique	×	×
64- <i>Lonchocarpus domingensis</i>	Fabacées	Meso	Exotique	×	
65- <i>Macro catalpa longissima</i> ou <i>Catalpa longissima</i> (Le chêne)	Bignognacées	Meso	Indigene	×	×
66- <i>Malpighia puniceifolia</i> (Le cerisier)	malpighiacées	Meso	Exotique	×	×
67- <i>Mammea americana</i> (L'abricotier)	guttiféracées	Meso	Indigene		×
68- <i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Meso	Exotique	×	×
69- <i>Maranta arundinacea</i> L. (Marante)	Marantacea	meso	Exotique Amer. sud	×	×
70- <i>Melia azedarach</i> L (Lilas)	méliacées	Meso	Exotique (Inde)	×	×
71- <i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.)	Sapindacées	Meso	Exotique	×	
72- <i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae	meso	Exotique Amer.	×	×
73- <i>Moringa oleifera</i>	moringacées	Meso	Exotique	×	×
74- <i>Nerium oleander</i> (Le laurier-rose)	Apocynacées	Meso	Exotique	×	×
75- <i>Ochroma pyramidale</i>	Bombacacées	Meso	Exotique (Amerique central)	×	
76- <i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiacea	meso	Exotique Asie trop	×	×
77- <i>Ocimum micranthum</i> Willd. syn. <i>O. campechianum</i>	Lamiaceae	meso	Indigene Amerique tropical	×	×

<i>Mill.</i>					
78- <i>Oreodoxa regia</i> H.B.K. (Palmiste)	Palmae	meso	Exotique	×	×
79- <i>Paspalum fimbriatum</i> H.B.K.	Poaceae	Helio	Exotique	×	×
80- <i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth.	Piperaceae	meso	Amer trop	×	×
81- <i>Persea americana</i> Mill.)	lauracées	Meso	Exotique		×
82- <i>Petiveria alliacea</i> L.	Phytolaccaceae	Meso	Exotique Amérique.		×
83- <i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	Meso	Exotique	×	×
84- <i>Plumeria obtusa</i> L.	Apocynacées	Meso	Indigène		×
85- <i>Polyscias spe.</i> (<i>Le paresseux</i>)	Araliacées	Helio	Exotique	×	
86- <i>Prosopis juliflora</i>	Mimosacées	Hyd	Exotique (Amérique tropicale)	×	
87- <i>Psidium guajava</i> L.)	Myrtacées	Helio	Exotique	×	×
88- <i>Punica granatum</i> (<i>Le grenadier</i>)	punicacées	Helio	Exotique	×	×
89- <i>Rhizophora mangle</i> L	rhizophoracees	hydro	Indigène	×	×
90- <i>Rhoeo discolor</i>	Commelinaceae	Helio	Antille Amerique central	×	×
91- <i>Roystonea regia</i> (<i>palmier royal</i>)	Arécacées	Meso	Exotique	×	×
92- <i>Sabal causiarum</i>	Arécacées	Helio	Exotique	×	×
93- <i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	Dracaenaceae	meso	Afrique		×
94- <i>Sesbania grandiflora</i> (L.)	Fabacées	Helio	Exotique (Asie sud Est)	×	
95- <i>Simaruba glauca</i> (<i>frêne</i>)	simarubacées	Meso	Indigene	×	×
96- <i>Spilanthus oleracea</i> L.	Asteracea	meso	Exotique Amerique Trop.	×	×
97- <i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiacees	Meso	Indigene		×
98- <i>Swietenia macrophylla</i> King (<i>L'acajou</i>)	Méliacées	Helio	Exotique	×	×
99- <i>Swietenia mahogani</i>	Méliacées	Helio	Indigene		×
100- <i>Tamarindus indica</i>	Caesalpiniacées	Helio	Exotique	×	×
101- <i>Tecoma stans</i> (<i>Le chevalier</i>)	Bignoniacées	Meso	Exotique	×	×
102- <i>Terminalia catappa</i> (L.) (<i>L'amandier</i>)	Combretacees	Meso	Exotique	×	×
103- <i>Trichilia hirta</i> L. (<i>monbin batard</i>)	Meliaceae	Helio	Indigene		×

Annexe 5: Classification des espaces verts et ouverts urbains (Rakhshandehroo M., 2014)

	Type	Category	Subcategory
Amenity spaces	Public spaces	Public gardens	
		Parks	City/central park
			District park
			Local park
			Neighborhood park
			Pocket/mini-vest park
		Play spaces	Play field
			Local play areas
		Neighborhood spaces	
		Private spaces	Domestic gardens
	Artificial spaces		
	out door activities		Golf course
			Polo field
			Driving range
			Outdoor sport center
			Outdoor pool
	incidental spaces	Houses' back/front yards	
		Residential facilities (common area)	
	Civic spaces	City squares	
		City streets	
Plazas			
Memorials			
Atriums			
Functional spaces	Institutional ground	School yards	
		Research areas	
		College grounds	
	Places of worship	Mosque, praying room, temple, church	
	Burial ground	Cemetery, church yard, ...	
	Productive spaces	Agricultural land	
		Urban farms	
Allotments and community farms			
commercial spaces	Farm markets		
	Nurseries		
Semi natural spaces	Natural area	Woodland	
		Urban forest	
		Vacant/ derelict land	
	Water bodies	Water front	
		Beach/Harbour	
		Lake embankment	
		Reservoirs	
		Wetland	
Linear spaces	Boulevards		
	Green corridors	Green belt/buffers	
		Pedestrian Sidewalks	
		Pedestrian Mall	
		Cycle Way	
	Reserves	Transport reserves	
		River and canal reserves	
		Electric line reserves	

Annexe 6: Typologie de Dunnett N., Swanwick C., & Woolley H., (2002). Aménagement de parcs urbains, jeux et des espaces verts. Département de paysage, Université de Sheffield. Ministère des transports, des collectivités locales et des régions : Londres.

Table 1.1: A Typology of urban green space			
Main types of Green Space			
ALL URBAN GREEN SPACE	Amenity Green Space	Recreation Green Space	Parks and Gardens Informal Recreation Areas Outdoor Sports Areas Play Areas
		Incidental Green Space	Housing Green Space Other Incidental Space
		Private Green Space	Domestic Gardens
	Functional Green Space	Productive Green Space	Remnant Farmland City Farms Allotments
		Burial Grounds	Cemeteries Churchyards
		Institutional Grounds	School Grounds (including school farms and growing areas) Other Institutional Grounds
	Semi-natural habitats	Wetland	Open/Running Water Marsh, Fen
		Woodland	Deciduous woodland Coniferous woodland Mixed woodland
		Other Habitats	Moor/Heath Grassland Disturbed Ground
	Linear Green Space		River and Canal Banks Transport Corridors (road, rail, cycleways and walking routes) Other linear features (e.g. cliffs)