



Trajectoires paysagères et biodiversité: effets de l'anthropisation sur les plantes envahissantes à l'échelle de l'Aire Protégée Togodo et sa périphérie dans le sud-est du Togo

Amah Akodéwou

► To cite this version:

Amah Akodéwou. Trajectoires paysagères et biodiversité: effets de l'anthropisation sur les plantes envahissantes à l'échelle de l'Aire Protégée Togodo et sa périphérie dans le sud-est du Togo. Sciences de l'environnement. Institut Agronomique Vétérinaire et Forestier de France (IAVFF), AgroParisTech, 2019. Français. NNT: . tel-02288187

HAL Id: tel-02288187

<https://hal.science/tel-02288187>

Submitted on 14 Sep 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THESE DE DOCTORAT

préparée à l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech)

pour obtenir le grade de

Docteur de l'Institut agronomique vétérinaire et forestier de France

Spécialité : Sciences de l'environnement

École doctorale n° 581

Agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé (ABIES)

par

Amah AKODÉWOU

**Trajectoires paysagères et biodiversité : effets de l'anthropisation
sur les plantes envahissantes à l'échelle de l'Aire Protégée Togodo et
sa périphérie dans le sud-est du Togo**

Directeur de thèse : Valéry GOND

Co-Directeur de thèse : Sêmihinva AKPAVI

Co-encadrement de la thèse : Laurent GAZULL et Johan OSZWALD

Thèse présentée et soutenue à Montpellier, le 18 juin 2019

Composition du jury :

M. Sylvain BIGOT, Professeur, Université de Grenoble - Alpes (France)
Mme Sandra LUQUE, Directrice de Recherche, IRSTEA-TETIS (France)
M. Julien ANDRIEU, Maître de Conférences, Université Nice Sophia (France)
Mme Louise LEROUX, Chercheuse, UPR Aïda/CIRAD (France)
M. Valéry GOND, HDR, UPR Forêts et Sociétés/CIRAD (France)
M. Michel GODRON, Professeur honoraire à l'Université de Montpellier (France)

Président du jury
Rapporteuse
Rapporteur
Examinatrice
Directeur de thèse
Invité

Cette thèse a été financée par la Banque Islamique de Développement (IsDB), Djeddah, Arabie Saoudite ; dans le cadre de son programme de bourse de mérite.



Elle a été accueillie au CIRAD,



Département ES : Environnements et Sociétés,
Unité Propre de Recherche Forêts et Sociétés.

Elle a été codirigée par l'Université de Lomé,



Département de Botanique
Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale.

À
Ma mère
AMÉTSON Akossiwa,

À
Mon feu père
SÉGNIAGBÉTO Anka,

Aux
Frères et Sœur
Ayité, Pierre, Lucien et Ayélé,

À
Mon épouse
AGBÉKPONOU Kayi Mawussi,

Aux
Enfants perdus et à naître.

REMERCIEMENTS

« Parfois notre lumière s'éteint, puis elle est rallumée par un autre être humain. Chacun de nous doit de sincères remerciements à ceux qui ont ravivé leur flamme. »

Albert Schweitzer

Une thèse est, sans nul doute, le résultat de nombreuses interactions au sein d'une communauté de personnes très diversifiée... ce qui implique un grand nombre de remerciements...

*Cette thèse a été rendu possible grâce au soutien financier de la **Banque Islamique de Développement (IsDB)** à travers son Programme de bourse de mérite. Je remercie particulièrement Lakdhar M. Kadcadi, qui a toujours prêté une oreille attentive à nos demandes.*

Je remercie sincèrement le CIRAD, par la personne de Plinio SIST, qui a accepté que je réalise cette thèse au sein de l'UPR Forêts et Sociétés. Le cadre et les appuis, à travers les Actions Incitatives, m'ont permis de mener à bien cette thèse.

Merci à AgroParisTech et particulièrement à Alexandre PERY pour avoir accepté mon inscription et m'avoir permis d'effectuer cette thèse dans de bonnes conditions.

Mes sincères reconnaissances vont aux autorités de l'Université de Lomé (UL), particulièrement au Professeur Koffi AKPAGANA, Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, 2^{ème} Vice-président honoraire et Responsable du Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale (LBEV). Vous avez toujours été là, à travers vos soutiens multiples, dès mes premiers pas, sur ce long chemin de la recherche.

Je tiens à remercier Professeur Komla Dodzi KOKOROKO, Président de l'Université de Lomé, qui n'a ménagé aucun effort pour impliquer l'Université de Lomé dans cette thèse à travers la signature de la Convention de codirection.

Valéry GOND, dont j'ai apprécié l'homme et la générosité, qui a bien voulu assurer la direction de ma thèse, m'a accompagné tout au long de mon cheminement, sans relâcher sa confiance et ses encouragements à mon égard. Qu'il me soit accordé de lui réserver l'essentiel de ma gratitude.

Je remercie vivement Laurent GAZULL, qui par sa rigueur, a su me mettre sur la voie de la logique du raisonnement scientifique. Merci de m'avoir montré le monde de l'expertise et de m'avoir associé à tes activités.

Au Dr Sêmihinva AKPAVI, Maître de Conférences, je tiens à témoigner toute ma reconnaissance. Merci pour la disponibilité et l'encadrement. Merci de m'avoir accepté depuis le DEA et d'être toujours là pour moi.

Un grand merci à Johan OSZWALD, qui a été toujours disponible à chaque fois que je l'ai sollicité. Ses analyses, ses conseils et ses assistances techniques ont permis de beaucoup améliorer ce travail. Merci pour avoir relu et corrigé ce mémoire ; tes commentaires très constructifs m'ont été d'une très grande utilité.

Un merci tout particulier à Slim SAÏDI, tu as été plus qu'un directeur pour moi. Nos nombreuses et interminables discussions, à chaque fois qu'on a l'occasion, m'ont permis de comprendre qu'une thèse, au-delà de son apport à la connaissance scientifique et du diplôme, doit pouvoir être utile aux populations. Sincère merci pour ta disponibilité, ton assistance, ta patience et pour avoir toujours répondu à mes questions, même les plus basiques ! Sans toi, je n'aurais pas connu d'éminents écologues comme Philippe DAGET et Michel GODRON.

À Philippe DAGET, je tiens à exprimer ma gratitude et ma reconnaissance sans failles. Il m'a fait l'honneur de se déplacer pour venir me rencontrer dans les locaux du CIRAD. Nos échanges m'ont permis de comprendre combien le choix des outils et des méthodes d'enquêtes est indispensable pour pouvoir collecter de bonnes informations auprès des populations.

Je voue une sincère reconnaissance à Michel GODRON, qui a pris tout le temps nécessaire pour m'expliquer et m'initier aux principes et analyses qui constituent le fondement de l'écologie végétale et du paysage. Il a apporté cette touche dont lui seul a le secret à nos analyses et interprétation sur la végétation et sur les plantes envahissantes.

Je voudrais aussi remercier les membres de mes comités de thèse : Jacques TASSIN, Adeline FAYOLLE, Régis PELTIER. Vos conseils avisés et les pistes de réflexion ont permis d'améliorer cette thèse.

Qu'il me soit aussi permis de remercier les membres du jury : Sandra LUQUE, Julien ANDRIEU, Louise LEROUX et Sylvain BIGOT, qui m'ont fait l'honneur d'accepter évaluer cette thèse malgré leurs multiples occupations.

Mes remerciements vont également au Professeur Komlan BATAWILA, 1^{er} Vice-Président de l'Université de Lomé, qui a été d'un grand appui lors des missions de collectes de données au Togo.

Au Professeur Atsu Kudzo GUELLY, Chef de Département de Botanique, j'exprime mes reconnaissances pour les facilités administratives offertes, et pour les précieux conseils.

Je n'oublie pas Docteurs Wala, Gbogbo, Weogan, Dourma, Kanda, Folega, enseignants chercheurs à l'Université de Lomé, pour leurs conseils et leurs encouragements.

J'adresse mes profonds remerciements aux Docteurs Wouyo ATAKPAMA, Badabate DIWEDIGA, Kossi Amégnaglo et aux doctorants Kodjovi Mawuégnigan Léonard AGBODAN, Donko Koudzo KODA pour l'appui considérable et inoubliable lors des missions de collectes de données au Togo et de l'analyse de l'intensité de changement d'utilisation des terres.

Je remercie vivement les techniciens de l'Unité Forêts et Sociétés : Guillaume CORNU, Fabrice BENEDET et Nicolas FAUVET et les secrétaires Pascal HATOT et Hélène GRAMMATICO pour leurs assistances informatiques et administratives.

Merci à tous les camarades de thèse de l'Unité Forêts et Sociétés que j'ai eu la chance de côtoyer en particulier Clément BOURGOIN, Andes Hamuraby ROZAK, Ulrich Gaël BOUKA-DIPELET, Camille PIPONIOT-LAROCHE, Florian CLAEYS, Giacomo FEDELE et Kouamé

Christophe KOFFI, pour avoir partagé les mêmes difficultés, les mêmes motivations, et les mêmes combats durant toutes ces années de recherche.

Je remercie également les stagiaires de l'Unité Forêts et Sociétés avec qui j'ai eu l'occasion de travailler : Maurice TOINON-LAFORGE qui m'a aidé pour la description de ma région d'étude et Florent RUMIANO qui m'a porté un coup de main dans l'analyse des trajectoires de changements d'occupation avec ArcGIS.

Je ne saurais oublier le Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières (MERF) et particulièrement, le Commandant Kotchikpa OKOUMASSOU, pour nous avoir donné l'autorisation d'accéder à l'Aire Protégée Togodo pour nos inventaires. Merci aussi au conservateur de Togodo Sud et au Directeur Préfectoral de Haho, qui nous ont facilité le terrain en mettant à notre disposition des forestiers et des pisteurs.

Un grand merci aux guides forestiers et pisteurs, qui par moment ont dû « serrer les dents » pour pouvoir nous accompagner sur les 7 à 10 km à pieds tous les jours dans la brousse.

Merci aux populations et aux chefs de villages enquêtés, qui nous ont accueilli et qui ont accepté partagé avec nous leurs savoirs sur les plantes envahissantes.

Qu'il me soit enfin permis de réserver l'expression la plus tendre de ma gratitude aux miens :

À mon épouse Kayi Mawussi AGBEKPONOU, sincère merci pour ta patience et ton soutien indéfectible. Tu as supporté toutes mes années d'absence et tous les moments difficiles que nous avons traversés au cours de ces trois années et demi de thèse et tu m'as toujours soutenu. Cette thèse est à toi.

Aux parents, frères, sœurs, oncles, cousins et neveux pour le soutien, la patience et l'indulgence sans lesquels ce travail ne pourrait aboutir. Vos soutiens multiples m'ont permis de surmonter toutes les difficultés.

TABLES DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	iv
TABLES DES MATIÈRES.....	vii
LISTE DES FIGURES	xiv
LISTE DES TABLEAUX	xvii
LISTE DES PHOTOS.....	xviii
LISTE DES ANNEXES.....	xix
NOTES À L'ATTENTION DES LECTEURS.....	iv
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES.....	vi
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
I- PROBLEMATIQUE.....	3
II- OBJECTIFS.....	5
Objectif général	5
Objectifs spécifiques	5
III- QUESTIONS DE RECHERCHES.....	6
IV- HYPOTHESES	7
Hypothèse centrale.....	7
Hypothèses spécifiques.....	7
V- STRUCTURATION DU MANUSCRIT DE THESE.....	8
 PREMIER CHAPITRE : INVASION VÉGÉTALE ET TRAJECTOIRES DE CHANGEMENTS D'UTILISATION DES TERRES : ÉTAT DE L'ART.....	 9
INTRODUCTION.....	10
I- DÉFINITIONS DES CONCEPTS CLÉS.....	11
1.1 – Invasions biologiques.....	11
1.1.1 Cadre conceptuel de la biologie de l'invasion.....	11
1.1.2. Espèce envahissante ou invasive	11
1.1.3 Invasives, adventices ou colonisatrices.....	13
1.1.4 Processus des invasions biologiques.....	14
1.1.5 Facteurs explicatifs du succès invasif.....	17
1.1.6 Impacts des invasions biologiques.....	18

1.2 Changements d'utilisation des terres et invasions par les plantes	19
1.3. Situation des invasions biologiques en Afrique de l'Ouest	22
1.3.1 L'Afrique de l'Ouest : une région sous-étudiée pour ses invasions biologiques	22
1.3.2 Impacts des plantes envahissantes en Afrique de l'Ouest	24
1.4 Biodiversité.....	24
1.4.1 Concept de la biodiversité.....	24
1.4.2 Menaces pesant sur la biodiversité.....	25
1.4.3 Mesure et évaluation de la biodiversité	26
1.5 Concept de paysage.....	27
II- CADRE ET THÉORIE	29
2.1 Écologie des changements de végétation.....	29
2.2 Processus affectant l'évolution de la végétation et leurs échelles spatio-temporelles	30
2.3 Direction, intensité et nombre d'étapes des changements d'utilisation des terres	31
2.4 Écologie des perturbations	32
III- APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE.....	37
3.1 Évaluation des changements de végétation.....	37
3.1.1 Études à long terme	37
3.1.2 Études par chronoséquences	37
3.1.3 Les envahissements végétales, l'opportunité d'une expérimentation ?	38
3.2 Choix de la dition	39
3.3 Choix de l'analyse fréquentielle pour la végétation.....	39
 DEUXIÈME CHAPITRE : PRÉSENTATION DE TOGODO, LA RÉGION D'ÉTUDE	 41
I- SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE LA RÉGION D'ÉTUDE	42
1.1 Présentation générale.....	42
1.2 Historique de l'APT	43
II- CADRE BIOPHYSIQUE	44
2.1 Cadre climatique.....	44
2.1.1 Climat togolais.....	44
2.1.2 Climat du site.....	45
2.1.3 Évolution future du climat.....	47

2.2 Cadre hydrographique	48
2.3 Cadres géomorphologique, géologique et pédologique.....	49
2.4 La Végétation de Togodo	53
2.5 La diversité faunistique de Togodo	54
III- LA POPULATION AUTOUR DE TOGODO	55
3.1 La population	55
3.2 Activités de production autour de Togodo.....	59
3.3 Les activités dans l'APT	61
 TROISIÈME CHAPITRE : PERCEPTIONS, USAGES ET PILOTAGES DES PLANTES ENVAHISSANTES PAR LES POPULATIONS LOCALES DU SUD DU TOGO	 62
I- INTRODUCTION	63
II- MÉTHODOLOGIE	65
2.1. Site de recherche	65
2.2. Collecte et traitement des données.....	65
2.3. Analyse des données.....	66
III- RÉSULTATS.....	67
3.1. Profil des enquêtés	67
3.2. Diversité floristique des PE sur la base des connaissances écologiques locales....	68
3.3. Liaisons entre les perceptions locales et la diversité des plantes envahissantes ...	71
3.4. Les usages des plantes envahissantes.....	72
3.5 Les PE comme bioindicateurs.....	74
3.6 Les valeurs d'usage des plantes envahissantes.....	75
3.7. Les stratégies de pilotage des plantes envahissantes	76
IV- DISCUSSION.....	78
4.1 Les PE et les connaissances écologiques locales.....	78
4.2 Une diversité d'usage des PE	79
4.3 Le pilotage des PE.....	80
V- CONCLUSION PARTIELLE.....	81

QUATRIÈME CHAPITRE : UTILISATIONS ACTUELLES DES TERRES ET DIVERSITÉ DES PLANTES ENVAHISSANTES DOMINANTES DANS ET AUTOUR DE L' AIRE PROTÉGÉE TOGODO DANS LE SUD-EST DU TOGO 82

I- INTRODUCTION..... 83

II- MÉTHODOLOGIE..... 85

2.1 Cartographie d'occupation des sols 85

2.2 Modèle systémique de dynamiques paysagères 88

2.3 Diversité des plantes envahissantes dominantes..... 89

III- RÉSULTATS..... 90

3.1 Cartographie d'utilisation des terres pour 2016..... 90

3.2 Modèle systémique des dynamiques d'occupation/utilisation 92

3.2.1 Les éléments paysagers fortement perturbés 93

3.2.2 Les éléments paysagers peu perturbés 95

3.3. Diversité des plantes envahissantes dominantes..... 95

3.3.1. Espèces envahissantes préférentielles..... 95

3.3.2. Diversité et répartition des plantes envahissantes suivant les différents éléments paysagers 96

IV- DISCUSSION..... 98

4.1. Occupations du sol..... 99

4.2. Dynamiques paysagères gouvernées par les pratiques agricoles 99

4.3. Les jachères plus dominées par les plantes envahissantes 100

V- CONCLUSION PARTIELLE..... 101

CINQUIÈME CHAPITRE : ÉVALUATION DES CHANGEMENTS D'UTILISATIONS HISTORIQUES DES TERRES DE L' APT ET SES ENVIRONS..... 103

I- INTRODUCTION 104

II- MÉTHODOLOGIE 106

2.1. Les données utilisées : imagerie satellitaire 106

2.2 Classification de l'utilisation des terres et de l'occupation des sols..... 107

2.2.1 Classification des images Landsat 108

2.2.2 Classification de l'image Sentinel 2 108

2.3 Évaluation de la précision..... 109

2.4 Évaluation des changements d'utilisation des terres et des occupations des sols 109

III- RÉSULTATS	114
3.1. Cartes d'utilisation des sols et d'occupation des sols et tableau de contingence .	114
3.2. Degrés de dynamiques d'utilisation des terres (Land use dynamic degrees)	117
3.3 Analyse d'intensité.....	119
3.3.1 Analyse d'intensité au niveau de l'intervalle de temps.....	119
3.3.2 Analyse de l'intensité au niveau de la catégorie.....	119
3.3.3 Analyse de l'intensité au niveau des transitions	120
3.4 Analyse des trajectoires.....	121
IV- DISCUSSION	124
4.1. Cartographie LULC et précision	124
4.2 Influence du climat, des politiques de gestion et des plantes envahissantes.....	125
4.3 Intensification des pressions anthropiques	126
4.4 Avantage de l'association des analyses d'intensité et des analyses des trajectoires	127
V- CONCLUSION PARTIELLE	128
 SIXIÈME CHAPITRE : DIVERSITÉ ET STRUCTURE DES COMMUNAUTES VÉGÉTALES EN RELATION AVEC LES FACTEURS BIOPHYSIQUES ET HUMAINS DANS ET AUTOUR DE L'APT	
I- INTRODUCTION	130
II- MÉTHODOLOGIE	131
2.1. Collecte des données	131
2.2. Analyse des données : l'analyse fréquentielle.....	133
2.2.1 Les diversités floristiques totale et locales	133
2.2.2 Les relations entre descripteurs	134
2.2.3 La courbe aire-espèces	134
2.2.4 La Courbe de concentration ou courbe de Pareto	134
2.2.5 Les groupements végétaux : l'algorithme de l'archipel	135
III- RÉSULTATS	136
3.1 Richesse spécifique, type biologique et chorologie.....	136
3.1.1 Richesse spécifique.....	136
3.1.2 Types biologiques des espèces.....	136
3.1.3 Distribution phytogéographique des espèces	137

3.2. Les diversités totale et locales	138
3.3. Structure verticale et horizontale.....	138
3.3.1 Relations entre les utilisations des terres et l'organisation en strate	138
3.3.2 Relations entre utilisation des terres et la fermeture des formations végétales	140
3.3.3 La courbe aire-espèces	141
3.3.4 Courbe de concentration	142
3.4 Les groupements végétaux.....	143
A- Les groupements des habitats très peu perturbés.....	143
A.1. Les herbacées caractéristiques des habitats très peu perturbés.....	145
A.2. Les arbustes et arbres caractéristiques des habitats très peu perturbés	146
B- Les groupements des habitats moyennement perturbés	148
B.1. La strate herbacée des habitats moyennement perturbés.....	148
B.2. Les arbustes et arbres des formations de savanes et forêts moyennement perturbées	149
C- Les groupements des habitats fortement perturbés	151
C.1. Groupements des herbacées des habitats fortement perturbés	151
C.2. Groupements des arbustes et des arbres des habitats fortement perturbés ..	155
IV- DISCUSSION.....	158
4.1 Bilan floristique	158
4.2 Togodo : un paysage relativement riche en diversité floristique malgré les perturbations anthropiques.....	159
4.3 Les groupements végétaux : des associations fortement orientées par les actions humaines.....	160
V- CONCLUSION PARTIELLE.....	162

SEPTIÈME CHAPITRE : DIVERSITÉ ET ABONDANCE DES PLANTES ENVAHISSANTES SUIVANT LES UTILISATIONS DES TERRES ET LES TRAJECTOIRES PAYSAGÈRES 164

I- INTRODUCTION	165
II- MÉTHODOLOGIE	166
2.1 Collecte de données	166
2.2 Harmonisation des données floristiques	167
2.3 Analyse des données floristiques.....	167
2.3.1 L'analyse fréquentielle	167

Les profils écologiques des espèces	167
Les liaisons entre les descripteurs.....	168
La diversité spatiale et les espèces différentielles.....	169
III- RÉSULTATS.....	169
3.1 Les espèces envahissantes les plus fréquentes et les familles les plus représentées	169
3.2 Type biologique et chorologie des plantes envahissantes	170
3.3 Profils écologiques des neuf plantes envahissantes les plus fréquentes	171
3.3.1 Profils écologiques en fonction du type d'occupation du sol	171
3.3.2 Profils en fonction de la trajectoire de changement d'occupation du sol	174
3.3.3 Profils en fonction de la pédologie.....	176
3.3.4 Profils en fonction de la géologie.....	177
3.3.5 Profils en fonction du mode de gestion.....	178
3.3.6 Profils en fonction des activités anthropiques	179
3.4 Les informations mutuelles moyennes (i. m. moyenne)	180
3.5 Les contingences entre descripteurs	181
3.5.1 Les liaisons entre le type d'occupation du sol et l'action anthropique	181
3.5.2 Les liaisons entre le type d'occupation du sol et le mode de gestion	182
3.6. Espèces envahissantes différentielles	182
IV- DISCUSSION.....	186
4.1 Richesse floristique, affinité chorologique et spectre biologique	186
4.2 Les plantes envahissantes et les utilisations actuelles des terres.....	187
4.4 Les liaisons entre descripteurs.....	188
4.5 Importance relative des descripteurs.....	189
V- CONCLUSION PARTIELLE.....	190
CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES	191
I- CONCLUSION GÉNÉRALE	192
II- PERSPECTIVES	193
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	196
ANNEXES	I

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Adventices, colonisatrices et invasives : concepts similaires sous différents points de vue (d'après Rejmánek, 1995).	13
Figure 1.2 : Stades d'une invasion biologique et facteurs d'influence (d'après Goudard, 2007).	15
Figure 1.3 : Cadre unifié pour les invasions biologiques (Fried 2019 complété d'après Blackburn <i>et al.</i> , 2011).....	16
Figure 1.4 : La « règle des dix ».....	17
Figure 1.5 : Principales hypothèses ou théories pour expliquer le succès des plantes invasives	18
Figure 1.6 : Cadre conceptuel résumant l'influence de la composition, la configuration et la dynamique paysagères (héritage historique) sur le succès de l'invasion par les plantes..	21
Figure 1.7 : Structure géographique des taxons envahissants étudiés.....	23
Figure 1.8 : Synthèse des processus spatio-temporels affectant la composition d'une communauté dans le temps et l'espace	30
Figure 1.9 : Représentation schématique de la cinématique de l'évolution des utilisations des terres et leur influence potentielle sur le niveau d'envahissement par les plantes sur un site	32
Figure 1.10 Le modèle des "montagnes russes"	34
Figure 1.11 Représentation de l'HPI.....	35
Figure 2.1 : Localisation de la dition.....	42
Figure 2.2 Mouvement de la ZICT dans la zone intertropicale.....	44
Figure 2.3a : Diagramme ombrothermique selon Gaussen de la station de Notsé (1987-2016)	45
Figure 2.3b : Diagramme ombrothermique selon Gaussen de la station de Tabligbo (1987-2016)	46
Figure 2.4a : Diagramme ombrothermique selon Birot de la station de Notsé (1987-2016)..	46
Figure 2.4b : Diagramme ombrothermique selon Birot de la station de Tabligbo (1987-2016)	47
Figure 2.5 : Prévion des températures sur Togodo selon les RCP.....	48
Figure 2.6 : Hydrographie de Togodo	49
Figure 2.7 : Relief du Togo et de Togodo	50
Figure 2.8 : Géologie de la région d'étude	51
Figure 2.9 : Types de sol dans et autour de Togodo.....	52
Figure 2.10 : Pyramide des âges au Togo en 2017	55
Figure 2.11 : Évolution de la population togolaise de 1950 à 2100	56
Figure 2.12 : Groupes ethnoculturels autour de Togodo.	57
Figure 2.13 : Pyramide des âges de la préfecture de Haho	58
Figure 2.14 : Pyramide des âges de la préfecture de Yoto	58
Figure 2.15 : Surfaces de production agricole dans la Région des plateaux (2001 – 2010) ...	59

Figure 2.16 : Surfaces de production agricole dans la Région maritime (2001 – 2010).....	60
Figure 3.1 Carte de localisation des localités enquêtées	65
Figure 3.2 Fréquence de citation des différentes espèces envahissantes par les populations autour de Togodo	69
Figure 3.3. Spectre taxonomique des plantes envahissantes	70
Figure 3.4 Spectre biologique des PE citées	71
Figure 3.5. Distribution des espèces de plantes envahissantes selon les fréquences de citation et les groupes ethnoculturels	72
Figure 3.6 Utilisations des plantes envahissantes par les populations locales autour de Togodo	73
Figure 3.7 Pratiques de luttres contre les plantes envahissantes	77
Figure 3.8 Pratiques favorisant la prolifération des plantes envahissantes	78
Figure 4.1 : Le site d'étude autour de l'Aire Protégée Togodo, situé au nord-est de Lomé (Togo)	86
Figure 4.2 : Organigramme de la méthodologie adoptée	88
Figure 4.3 : Occupation des terres dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016	91
Figure 4.4 : Modèle systémique des dynamiques d'occupation/utilisation du sol au Sud-Est du Togo en 2016 (inspiré de	93
Figure 4.5 : Rang fréquence d'occurrence des plantes envahissantes dominantes dans et autour de l'Aire Protégée Togodo en 2016	96
Figure 4.6 : Richesse en plantes envahissantes dominantes des différents types d'utilisation des terres dans et autour de Togodo en 2016 (Togo)	97
Figure 4.7. Interpolation (raréfaction) et extrapolation en fonction du nombre de relevés de plantes envahissantes dominantes dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016.....	97
Figure 4.8 : Liaisons entre les espèces de plantes envahissantes dominantes et les utilisations du sol dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016.....	98
Figure 5.1: Trajectoires d'occupation et d'utilisation des terres. a) Trajectoires possibles, b) Exemple de principales trajectoires	113
Figure 5.2 Cartes d'occupation des sols et d'utilisation des terres dans et autour de l'Aire Protégée Togodo en 1974, 1986, 2003 et 2016.....	115
Figure 5.3 Changement historique d'occupation des sols et d'utilisation des terres dans et autour de l'Aire Protégée Togodo pendant les périodes 1974-1986, 1986-2003, 2003- 2016 et l'étendue temporelle 1974-2016	116
Figure 5.4 Dynamique des fronts agricoles autour de Togodo	117
Figure 5.5 Composantes de changement annuel	118
Figure 5.6 : Analyse d'intensité de changement au niveau de l'intervalle de temps	119
Figure 5.7 Analyse de l'intensité au niveau de la catégorie.....	120
Figure 5.8 Carte des trajectoires de changement d'affectation des terres pour la période 1974- 1986-2003-2016 dans et autour de l'Aire Protégée du Togodo	122
Figure 6.1 : Distribution des quadrats (2km x 2km) selon les descripteurs écologiques	131
Figure 6.2 Plan d'échantillonnage	132

Figure 6.3 Spectre biologique des formations végétales du paysage de Togodo dans le Sud-Est du Togo	137
Figure 6.4 Spectre phytogéographique des formations végétales du paysage de Togodo dans le Sud-Est du Togo.....	138
Figure 6.5 Courbe aire-espèces	141
Figure 6.6 Courbe de concentration	142
Figure 6.7. Début du groupement végétal 4 montrant les premières espèces les plus caractéristiques.....	145
Figure 6.8 Début du groupement végétal 1 montrant les premières espèces les plus caractéristiques.....	152
Figure 7.1 Spectre taxonomique des plantes envahissantes ou potentiellement envahissantes (PE/PPE)	170
Figure 7.2. Histogramme représentant la répartition des PE/PPE selon leur type biologique	170
Figure 7.3. Histogramme représentant la répartition des PE/PPE selon leur origine.....	171

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Les critères d'évolution des paysages.....	33
Tableau 3.1. Répartition des enquêtés suivant le sexe, l'âge, les groupes ethniques, l'origine et la profession.	68
Tableau 3.2 Plantes indicatrices de degré de fertilité.....	75
Tableau 3.3 Valeurs d'usage et culturelle des plantes envahissantes pour les populations	76
Tableau 4.1. Tableau récapitulatif de l'évaluation objective de la précision de la classification des occupations du sol dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016	91
Tableau 4.2 : Comparaison du nombre d'espèces envahissantes dominantes par occupation du sol extrapolé à 50 relevés dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016.	97
Tableau 5.1 : Sources de données	107
Tableau 5.2. Définition des classes d'occupation des sols utilisées pour la classification ...	108
Tableau 5.3: Le degré de dynamiques de changement unique d'utilisation des terres	117
Tableau 5.4 : Analyse de l'intensité au niveau des transitions	121
Tableau 5.5. Définition et proportion des trajectoires de changement des terres	123
Tableau 6.1 Liaison entre les utilisations des terres et les strates	139
Tableau 6.2 Liaison entre les utilisations des terres et la fermeture des formations végétales	140
Tableau 7.1 : Profil écologique des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction des types d'occupation du sol.....	172
Tableau 7.2 : Profil écologique des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction des classes de trajectoires	174
Tableau 7.3 : Profils écologiques des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction de la pédologie.....	177
Tableau 7.4 : Profils écologiques des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction de la géologie.....	178
Tableau 7.5 : Profils écologiques des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction du mode de gestion.	179
Tableau 7.6 : Profils écologiques des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction de l'action anthropique	180
Tableau 7.7 : Les liaisons entre le type d'occupation du sol et l'action anthropique	181
Tableau 7.8 : Les liaisons entre le type d'occupation du sol et le mode de gestion	182
Tableau 7.9 : Espèces envahissantes différentielles entre les types d'occupation.....	185

LISTE DES PHOTOS

Photo 2.1 Inselbergs dans la partie nord de la dition. © V. Gond	50
Photo 2.2 Mosaïque paysagère autour de Togodo.....	54
Photo 2.3 Une palmeraie (arrière-plan) et un champ (avant-plan) au nord de l'APT	61
Photo 3.1 : Balai à base des inflorescences de <i>Panicum maximum</i>	74
Photo 5.1 Couverture dense et hautement photoréfléchissante de <i>Chromolaena odorata</i> dans les forêts dégradées en bordure de l'aire protégée du Togodo.	126
Photo 6.1 Savane arborée à l'intérieur de l'Aire Protégée Togodo	139
Photo 6.2 Teckeraies types de la zone autour de Togodo	140
Photo 6.3 Forêts denses sèches dans l'Aire Protégée Togodo	144
Photo 6.4 Forêts claires dans l'Aire Protégée Togodo	144
Photo 6.6 Savanes arbustives à arborées dans l'Aire Protégée Togodo	144
Photo 6.6 Strate herbacée d'une savane arborée dominée <i>Panicum maximum</i> à l'intérieur de l'APT.....	148
Photo 6.7. Forêts dégradées très envahies par <i>Chromolaena odorata</i> à l'intérieur de l'APT.	150

LISTE DES ANNEXES

Annexe 2.1 Description des types de sols.....	II
Annexe 3.1 Liste des espèces envahissantes citées par les populations	IV
Annexe 4.1. Matrice de confusion basée sur les pixels des classes	VI
Annexe 4.2. Matrice de confusion basée sur l'aire des classes d'occupation.....	VI
Annexe 5.1 Tableau récapitulatif de l'évaluation de la précision	VII
Annexe 5.2 Répartition des catégories d'utilisation des terres dans et autour de l'aire protégée de Togodo en 1974, 1986, 2003 et 2016.....	VIII
Annexe 6.1 Fiche de relevé écologique	IX
Annexe 6.2 Liste des espèces recensées	X
Annexe 6.3 : Groupements végétaux complets	XXVII
Annexe 6.4 : Profil écologique des espèces en fonction du descripteur utilisation des terres	XLII

NOTES À L'ATTENTION DES LECTEURS

Des chapitres-sous forme articles

La thèse n'est pas sur articles. Cependant, les différents chapitres sont présentés sous forme d'articles excepté les deux premiers. Les chapitres rédigés sous forme d'article sont ainsi conçus pour pouvoir être lus de manière autonome. Ces chapitres sont tous structurés : introduction – méthodologie – résultats – discussion – conclusion. Par conséquent, plusieurs répétitions peuvent être notées dans la thèse notamment au niveau des introductions. Cette organisation permet de mieux prendre en compte l'interdisciplinarité dans le cadre de la présente thèse. Le choix d'organiser les chapitres sous forme d'article a été aussi fait pour faciliter la valorisation des résultats de cette thèse à travers les publications.

Quelques publications

Article publié

Akodéwou A., Oszwald J., Akpavi S., Gazull L., Akpagana K. & Gond V., 2019. Problématique des plantes envahissantes au Sud du Togo (Afrique de l'ouest) : Apport de l'analyse systémique paysagère et de la télédétection. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 23(2), 1-16. <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=17750>.

Communications conférences internationales

- 1) Akodewou A., Oszwald J., Akpavi S., Gazull L., Saïdi S., Akpagana K., Gond V. & Godron M., 2018. Understanding the past for the future management: Effects of current and historic land Use on invasive plant diversity in Southeastern Togo, West Africa. International Conference on Ecological Sciences, Société Française d'Écologie et d'Évolution, Rennes (France).
- 2) Akodewou A., Oszwald J., Akpavi S., Gazull L., Akpagana K. & Gond V., 2018. Effects of land use pattern on invasive plant diversity in Guinean savanna ecosystems of Togodo Protected Area, Togo. In: CHALLENGES IN TROPICAL ECOLOGY AND CONSERVATION - GLOBAL PERSPECTIVES. European Conference of Tropical Ecology, Paris, France.
- 3) Akodewou A., Oszwald J., Akpavi S., Gazull L., Akpagana K. & Gond V., 2017. Historical analysis of landscape change using remote sensing techniques in Togodo Protected Area and its surrounding areas in southeastern Togo. In: (RE)CONNECTING BIODIVERSITY IN SPACE AND TIME. European Conference of Tropical Ecology, Brussels (Belgium).

Articles en rédaction

- 1) Farmers' perceptions, uses and control of invasive plants in local communities in southern Togo
- 2) Land Use and Land Cover dynamics Analysis of Togodo Protected Area and its peripheries in southeastern Togo, West Africa
- 3) Analyse fréquentielle des communautés végétales en relation avec les facteurs biophysiques et humains dans et autour de l'Aire Protégée Togodo (Togo, Afrique de l'Ouest)

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ACP	Analyse en Composantes Principales
APG	Angiosperm Phylogeny Group
ATCOR	Atmospheric and Topographic Correction
CABI	Centre for Agricultural Bioscience International
CBD	Convention on Biological Diversity
CILSS	Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
DGSCN	Direction générale de la statistique et de la comptabilité nationale
ESA	European Space Agency
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPS	Global Positioning System
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
ISSG	Invasive Species Specialist Group
LULC	Land Use and Land Cover
MERF	Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières
MIR	Moyen infrarouge
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
OBIA	Object-Based Image Analysis
PIR	Proche infrarouge
PROTA	Plant Resources of tropical Africa
RCP	Representative Concentration Pathway
REFEDD	REseau Français des Etudiants pour le Développement Durable
SIG	Systèmes d'information géographique
SVM	<i>Support Vector Machines</i>
UICN/PACO	Union internationale pour la conservation de la nature/ Programme Afrique Centrale et Occidentale
UN	United Nations
UTM-WGS	Universal Transverse Mercator- World Geodetic System
ZCIT	Zone de Convergence InterTropical

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les changements d'utilisation des terres causés par les actions humaines facilitent l'établissement, l'abondance et la prolifération des plantes envahissantes (Pyšek *et al.*, 2010; Vilà & Ibáñez, 2011) et impactent la biodiversité au niveau mondial (Elton, 1958; Lambin & Geist, 2008; Alkama & Cescatti, 2016; Maxwell *et al.*, 2016; Fried, 2019). Selon l'IPBES (2019), une institution intergouvernementale aussi importante que le GIEC, la perte de la biodiversité se poursuit à un rythme sans précédent dans l'histoire de l'humanité. Un million d'espèces sont actuellement menacées d'extinction et le nombre d'espèces exotiques envahissantes a augmenté d'environ 70 % depuis 1970 (Díaz *et al.*, 2019).

Dans les paysages ouest africains, de vastes étendues d'habitats semi-naturels tels que les savanes et les forêts ont été défrichés en particulier pour installer des cultures (Burgess *et al.*, 2004 ; CILSS, 2016) afin de satisfaire les besoins alimentaires et énergétiques d'une population de plus en plus nombreuse. Les plantes envahissantes, favorisées par ces changements, sont une menace réelle et croissante pour de nombreuses zones de conservation (Cronk & Fuller, 1995; UICN/PACO, 2013). Les plantes envahissantes affectent aussi la production agricole (Chevalier, 1951; Anning & Yeboah-Gyan, 2007; Gianessi, 2009; Thiombiano *et al.*, 2009; Oumorou *et al.*, 2010; Pratt, Constantine & Murphy, 2017).

En Afrique de l'Ouest, les adventices envahissantes sont responsables d'énormes pertes de rendement (Le Bourgeois, 2008). Pour faire face aux baisses de rendements causées par les plantes envahissantes, les agriculteurs répondent entre autres par des utilisations accrues d'herbicides dont les effets collatéraux sur la santé humaine et la qualité des sols sont graves (Kearns, Inouye & Waser, 1998; Chauvel, 2019).

Pour élaborer des stratégies de pilotage adaptées (Le Bourgeois, 2008; Holou, Achigan-Dako & Sinsin, 2013), une bonne connaissance des plantes envahissantes et de leur comportement vis-à-vis des utilisations et des changements d'utilisation des terres est absolument nécessaire, et c'est le but de cette thèse.

Dans le contexte ouest africain de changements d'utilisations des terres rapides et de pressions anthropiques de plus en plus accrues sur les habitats semi-naturels et sur les aires protégées (AP), nous essaierons de comprendre l'évolution de la végétation en fonction des changements d'utilisation des terres. Ces changements se produisent à l'échelle des paysages et nous utiliserons donc les méthodes statistiques spécifiques de cette échelle (Godron, 2012a, 2019) en les appliquant dans la région de l'Aire Protégée Togodo (dans le sud-est du Togo) dans le domaine guinéen.

I- PROBLEMATIQUE

Depuis quelques décennies, les espèces invasives sont devenues un problème majeur en raison de leurs effets sur l'environnement, l'économie et la santé. Shea et Chesson (2002) et Pyšek *et al.* (2004) ont essayé d'analyser les contributions relatives de plusieurs mécanismes au succès de l'invasion, et il s'est confirmé que cette approche réductionniste ne permet pas de comprendre l'ensemble du phénomène (Catford, Jansson & Nilsson, 2009). Il est plus logique d'étudier holistiquement les changements dans le temps de l'utilisation des terres et du développement des espèces envahissantes (Aragón & Morales, 2003; Hill, Tung & Leishman, 2005; Von Holle & Motzkin, 2007; Standish, Cramer & Hobbs, 2008; Abelleira Martínez, 2010; Kuhman, Pearson & Turner, 2010; Vilà & Ibáñez, 2011; Clotet *et al.*, 2016; González-Moreno *et al.*, 2016). Ces études ont presque toutes comparé les phénomènes de façon diachronique, et le présent travail se propose d'étudier le comportement des plantes envahissantes en lien avec les trajectoires de changements d'utilisations des terres entre 1974, 1986, 2003 et 2016. Ce choix se justifie par le fait que, les successions de changements d'utilisation des terres influencent le comportement des plantes envahissantes. En effet, plusieurs fonctionnalités des trajectoires telles que la direction, l'intensité et le nombre de changements peuvent modifier l'introduction, l'établissement et la propagation des plantes envahissantes exotiques sur un site (Vilà & Ibáñez, 2011).

À ce jour et à notre connaissance, peu d'études se sont intéressées aux effets des utilisations des terres sur les plantes envahissantes en Afrique de l'Ouest (Aboh *et al.*, 2008; Pyšek *et al.*, 2008). Il n'existe pratiquement pas de travaux sur les effets des trajectoires de changements d'utilisation des terres sur les plantes envahissantes (Foxcroft *et al.*, 2010).

Pourtant, dans les savanes soudano-guinéennes de l'Afrique de l'Ouest où l'agriculture extensive sur brûlis est la principale activité des populations, on assiste à une cinématique de changement rapide des paysages. Les habitats semi-naturels de notre dition (territoire étudié), sont des savanes et des forêts sèches de plus en plus défrichés pour l'installation de cultures ou de plantations de teck (Triplet, 2009; Adjonou *et al.*, 2010). Les parcelles cultivées sont ensuite abandonnées en jachères lorsque les sols deviennent pauvres et les rendements très faibles (Roussel, 1994; Akpo, Masse & Grouzis, 2002). Les vieilles jachères, lorsque le sol n'a pas été trop dégradé, sont remises en culture. Du fait de la croissance démographique, les dynamiques de changements deviennent de plus en plus rapides et les cycles de jachères de plus en plus courts (Guelly, Roussel & Guyot, 1993; Roussel, 1994). Par manque de nouvel habitat naturel à défricher, certaines parcelles de champs ne sont même plus mises en jachère. Ces utilisations

et changements d'utilisation des terres ont engendré des changements de végétation avec des degrés différents d'invasion par les plantes.

A l'instar de leurs impacts négatifs ou positifs sur la biodiversité (Downey & Richardson, 2016; Mostert *et al.*, 2017), les plantes envahissantes ont également des contributions économiques, sociales et écologiques positives (Wagh & Jain, 2018) dont les populations locales ont une bonne connaissance. Les populations locales évaluent l'impact des plantes envahissantes en fonction de la façon dont leurs besoins socio-économiques sont influencés par ces espèces (Shackleton *et al.*, 2007; Rai *et al.*, 2012). En Afrique de l'Ouest, plusieurs espèces de plantes envahissantes sont utilisées par les populations locales (Holou *et al.*, 2013) qui disposent également des connaissances leur permettant de gérer ces plantes. En fonction des usages qui en sont faits, une meilleure connaissance et gestion des plantes envahissantes pourrait contribuer à améliorer les conditions de vie des populations.

II- OBJECTIFS

Objectif général

La présente thèse cherche à comprendre l'abondance et la distribution des plantes envahissantes dans les paysages ouest africains, plus précisément dans et autour de l'aire protégée Togodo (APT) dans le sud-est du Togo, au regard des utilisations actuelles et passées du sol.

Objectifs spécifiques

(1) Le premier objectif de la présente recherche est de caractériser les utilisations actuelles et passées des terres dans le paysage de l'APT, et leur cinématique, c'est-à-dire leur succession dans le temps.

(2) Le deuxième objectif de ce travail est d'évaluer la diversité et la structure de la végétation en lien avec les types d'utilisation et les trajectoires de changements d'utilisation des terres.

(3) Le troisième objectif est d'évaluer l'abondance et la distribution des plantes envahissantes suivant les types d'utilisation et les trajectoires de changements d'utilisation des terres et en relation avec les facteurs biophysiques.

(4) Enfin, la quatrième partie de cette thèse vise à analyser les perceptions et les pratiques de pilotages des plantes envahissantes par les populations locales.

La finalité de cette thèse est de servir de base pour une cartographie raisonnée de la distribution des plantes envahissantes.

III- QUESTIONS DE RECHERCHES

La question fondamentale de la présente recherche est la suivante : comment peut-on expliquer l'abondance et la distribution des plantes envahissantes au regard des trajectoires paysagères dans les savanes soudano-guinéennes du Togo?

Quatre questions sous-tendent notre travail conformément aux objectifs de cette thèse et à la lumière des évolutions récentes quant à l'approche des invasions de plantes :

(1) Quelles sont les trajectoires de changement d'utilisations/occupations des terres au niveau des paysages de l'Aire Protégée Togodo et ses périphéries au cours des quatre dernières décennies ?

(2) Quelles sont la diversité et la structure de la végétation anthropisée de l'APT et ses périphéries ?

(3) Quel est le degré d'invasion – diversité et abondance des plantes envahissantes – dans les fractions du territoire qui sont suffisamment homogènes spatialement pour constituer les éléments de paysage où des relevés de végétation ont été réalisés dans l'APT et dans ses périphéries ?

(4) Quelles sont les perceptions locales et les stratégies de pilotage des plantes envahissantes par les populations et comment les plantes envahissantes orientent-elles les acteurs dans les décisions concernant les différentes trajectoires ?

IV- HYPOTHESES

Hypothèse centrale

La présente thèse s'appuie sur l'hypothèse centrale selon laquelle, **les trajectoires de changement d'utilisation définies par les utilisations passées et actuelles des terres ont une influence caractérisable sur la structure de la végétation et déterminent l'abondance et la distribution des plantes envahissantes dans les paysages fortement anthropisés de savanes guinéennes de l'Afrique de l'Ouest.**

Hypothèses spécifiques

Plus spécifiquement, cette thèse se base sur les hypothèses suivantes :

(a) Dans le paysage anthropisé des zones périphériques de l'APT, les éléments de paysages sont caractérisables par le type d'utilisation des terres et la structure de la végétation. Les habitats récemment ou moyennement perturbés, tels que les nouveaux champs et les jeunes jachères, sont plus envahis que les vieux champs et les vieilles plantations par les plantes envahissantes. Les plantes envahissantes les plus abondantes diffèrent suivant les trajectoires.

(b) À l'intérieur de l'APT, les vieilles jachères sont plus dominées par les plantes envahissantes que les savanes et forêts jamais cultivées.

(c) Dans les paysages agricoles de la région guinéenne, les populations locales autochtones possèdent des connaissances locales ethnobotaniques et ethnoécologiques qui sont adaptées à la présence des plantes envahissantes.

V- STRUCTURATION DU MANUSCRIT DE THESE

Cette thèse est structurée en sept (7) chapitres. Elle commence par une introduction générale qui présente la problématique, les questions de recherche, les objectifs et les hypothèses et se termine par une conclusion générale suivie de perspectives de recherche.

Le premier chapitre est consacré à rappeler ce qui a été fait sur la problématique des plantes envahissantes en Afrique de l'Ouest et sur les trajectoires de changement d'utilisation des terres. Après la définition des principaux concepts mobilisés dans cette thèse, ce chapitre a permis aussi de présenter le cadre théorique et l'approche méthodologique adoptée.

Au deuxième chapitre, les généralités sur notre région d'étude sont présentées. Ce chapitre sert à présenter les cadres physique, biologique et socio-économique du site.

Le troisième chapitre aborde les perceptions et connaissances locales ethnobotaniques et ethnoécologiques sur les plantes envahissantes. Dans ce chapitre, les pratiques et stratégies utilisées par les populations locales dans la lutte contre ou le pilotage des plantes envahissantes sont analysées.

Le quatrième chapitre est consacré à l'analyse systémique des différentes utilisations des terres dans le paysage de notre site d'étude. Cette analyse permet de décrire les différents éléments du paysage et les liens de conversion qui existent entre eux.

À partir des principaux éléments du paysage identifiés au chapitre précédent, des cartographies d'utilisation des terres sont établies et les trajectoires de changement d'utilisations sont analysées au cinquième chapitre.

Dans le sixième chapitre, la structure de la végétation et les groupements végétaux sont analysés en lien avec les utilisations actuelles et les trajectoires de changements d'utilisation des terres identifiés au cinquième chapitre.

Le septième chapitre est consacré à l'analyse des effets des types d'utilisation et des trajectoires de changements d'utilisation des terres sur l'abondance et la distribution des plantes envahissantes.

Enfin, en conclusion générale, une synthèse des résultats est faite en lien avec les hypothèses émises. Cette conclusion permet aussi de montrer, d'une part, en quoi ce travail contribue à la connaissance scientifique sur l'effet des changements d'utilisation des terres sur les plantes envahissantes et, d'autre part, en quoi ce travail constitue une base pour des politiques de pilotage des plantes envahissantes dans les paysages anthropisés des savanes soudano-guinéenne du Togo et de l'Afrique de l'ouest.

**PREMIER CHAPITRE : INVASION VÉGÉTALE ET
TRAJECTOIRES DE CHANGEMENTS D'UTILISATION DES
TERRES : ÉTAT DE L'ART**

*« La première règle de l'écologie, c'est que les éléments sont tous liés les uns
aux autres. »*

Barry Commoner

INTRODUCTION

Les impacts socio-environnementaux associés aux invasions de plantes sont de plus en plus reconnus dans le monde et devraient augmenter considérablement en raison des changements climatiques ou de l'utilisation des terres (Dukes & Mooney, 1999; Hellmann *et al.*, 2008; Vicente *et al.*, 2019). En 2015, la population en Afrique de l'Ouest a dépassé les 369 millions d'habitants, ce qui représente une multiplication par cinq depuis 1950 (CILSS, 2016) et devrait atteindre 835 millions d'habitants en 2050, soit 11,1 fois plus qu'en 1950 (UN, 2015). Avec de nouveaux habitants à nourrir, les changements d'utilisation des terres en Afrique de l'Ouest devraient présenter des tendances similaires. Selon le CILSS (2016) les superficies cultivées ont doublé entre 1975 et 2013 en Afrique de l'Ouest. Cette situation devrait empirer dans ces régions, si on prend en compte l'évolution du climat (GIEC, 2013) et le fait que l'agriculture est la principale source de revenus pour les populations. Ces dynamiques de changements d'utilisation des terres couplées à l'évolution du climat pourraient favoriser encore plus les plantes envahissantes qui ont des capacités adaptatives plus élevées (Hellmann *et al.*, 2008; Vilà & Ibáñez, 2011). La prolifération des plantes envahissantes réduirait encore plus les rendements pour des agricultures déjà à faible rendement et nécessiterait des efforts supplémentaires de la part des gestionnaires des aires protégées aux ressources limitées.

Nous allons, dans ce premier chapitre, faire une synthèse de la revue de littérature sur les bases scientifiques concernant les effets des trajectoires de changements d'utilisation des terres sur les plantes envahissantes. Pour ce faire, après une définition de quelques concepts clés, nous allons chercher à comprendre les théories et hypothèses souvent mobilisées en écologie des invasions biologiques, l'influence des changements d'utilisation des terres sur la végétation et les plantes envahissantes et quelles sont les stratégies de gestion souvent utilisées par les populations locales face aux plantes envahissantes. Dans un second temps, nous allons présenter le cadre et l'approche méthodologique de notre étude.

I- DÉFINITIONS DES CONCEPTS CLÉS

1.1 – Invasions biologiques

1.1.1 Cadre conceptuel de la biologie de l'invasion

L'invasion biologique est une notion pour laquelle une multitude de définitions existent (Falk-Petersen, Bøhn & Sandlund, 2006) et chacune d'elle ne décrit pas exactement le même processus. D'après Williamson (1996), « *une invasion biologique survient quand un organisme, quel qu'il soit, parvient dans un lieu situé en dehors de son aire de répartition initiale* ». Pour d'autres auteurs, l'invasion biologique est un phénomène conduisant à une distribution d'une espèce qui constitue, hors de son aire de répartition naturelle, une ou des populations pérennes (sans intervention humaine) dans les habitats investis (Pascal, Vigne & Tresset, 2009; Barbault & Atramentowicz, 2010). Ces définitions supposent qu'une invasion biologique est un phénomène biogéographique qui ne concerne donc pas les espèces natives ou indigènes. Certains auteurs (Valéry, 2006; Davis, 2009; Valéry *et al.*, 2009) ne partagent pas le même avis. Selon ces auteurs une invasion biologique est un phénomène écologique et non un phénomène biogéographique (Valéry *et al.*, 2009), c'est l'avantage compétitif acquis par une espèce suite à la disparition d'obstacles naturels à sa prolifération qui rentre en compte. Pour ces auteurs, il est théoriquement possible d'avoir des espèces exotiques ou non natives invasives et non-invasives et des espèces autochtones ou natives invasives et non-invasives.

Dans le souci de bien comprendre le phénomène des invasions biologiques, une nouvelle discipline, qualifiée d'écologie de l'invasion, a été créée. Elle est devenue une discipline à part entière en écologie depuis les années 80 (Pyšek & Richardson, 2007). Bien que l'intérêt de considérer l'écologie de l'invasion comme un cadre théorique spécifique ne fasse pas consensus (Davis & Thompson, 2001; Davis, 2009; Valéry, Fritz & Lefeuvre, 2013), cette discipline trouve ses origines dans les travaux de Charles S. Elton, notamment sa publication de 1958 de l'ouvrage « *The ecology of invasions by animals and plants* ». Depuis lors, les mécanismes qui expliquent le succès des invasions biologiques font l'objet d'un grand nombre de travaux de recherche (Gurevitch *et al.*, 2011).

1.1.2. Espèce envahissante ou invasive

Comme pour l'invasion biologique, la définition d'espèce invasive ne fait pas l'unanimité au sein de la communauté scientifique. Les points de divergence portent principalement sur le fait de considérer les espèces exotiques et indigènes différemment dans le cadre de l'expansion de leur distribution (Valéry *et al.*, 2009, 2013; Davis *et al.*, 2011). L'autre point de divergence

porte sur la notion d'impact, notamment sur les écosystèmes (Richardson *et al.*, 2000; Pyšek *et al.*, 2004; Ricciardi & Cohen, 2007; Tassin, 2015; Tassin *et al.*, 2017). Les définitions d'espèces envahissantes ou invasives impliquent donc celle d'espèces natives ou exotiques.

D'après Pyšek *et al.* (2004), une **espèce native** (indigène ou autochtone) est une espèce originaire d'un territoire donné ou qui y est arrivée à partir de son aire native, par ses propres moyens de dispersion et sans intervention humaine.

Une **espèce exotique** (introduite ou allochtone) est par contre une espèce introduite par l'Homme, volontairement ou accidentellement *via* ses activités, dans une aire géographique différente de l'aire de répartition naturelle de l'espèce (Richardson *et al.*, 2000).

Selon Pyšek *et al.* (2009), une **espèce invasive** (espèce exotique envahissante) est une espèce exotique naturalisée dont la propagation importante a des conséquences écologiques, socio-économiques et/ou sanitaires négatives. Cette définition basée sur les impacts négatifs est utilisée par des institutions et organismes comme l'IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), l'ISSG (*Invasive Species Specialist Group*) ou le CBD (*Convention on Biological Diversity*).

Une **espèce envahissante** (proliférante) correspond à « *toute espèce exprimant, à la suite de la disparition des obstacles naturels à sa prolifération, un avantage compétitif lui permettant de s'étendre rapidement et de conquérir de nouveaux espaces dans son écosystème au sein duquel elle devient une population dominante* » (Valéry *et al.*, 2008).

Cette dernière définition, partagée par plusieurs autres auteurs, est celle retenue dans le cadre de cette thèse. En effet, les espèces envahissantes, qu'elles soient introduites ou autochtones, présentent des traits biologiques différents des espèces non envahissantes (Thompson, 1994; Valéry, 2006). Par ailleurs, dans des conditions environnementales similaires, les traits biologiques des espèces autochtones envahissantes (Prach & Pyšek 1999; Grime 2002) et des espèces introduites envahissantes (Pyšek *et al.* 1995) sont comparables : ces espèces présentent notamment des vitesses de croissance plus élevées et des morphologies plus développées (taille plus grande, densité de feuilles plus importante) que les espèces autochtones non dominantes.

Il faut toutefois préciser que, s'il est admis que les espèces envahissantes sont dominantes dans les communautés qu'elles intègrent (Inderjit, 2005; Valéry *et al.*, 2008), toutes les espèces dominantes ne peuvent être considérées comme envahissantes. Par conséquent, la notion d'envahissement se distinguerait par la rapidité de la prise de dominance (Mack *et al.*, 2000; Valéry *et al.*, 2008), associée à une expansion importante de l'aire géographique de l'espèce

considérée à travers la colonisation de nouveaux espaces (Falk-Petersen *et al.*, 2006; Valéry *et al.*, 2008; Davis *et al.*, 2011).

1.1.3 Invasives, adventices ou colonisatrices

De toute évidence, il y a peu de consensus sur le sens d'" invasive ". Des problèmes similaires se posent avec d'autres termes, comme adventices ou " mauvaises herbes ". Les adventices ont généralement été définies comme des " plantes nuisibles " (Harger, 1960) ou des " plantes dont on ne veut pas " (Salisbury, 1961). Barbour *et al.* (1999) ont défini une adventice comme une " plante envahissante non indigène " qui envahit seulement les habitats naturels ou légèrement perturbés, et comme une " plante nuisible qui perturbe les zones naturelles agricoles ou gérées. Ces définitions sont basées sur les perceptions humaines de l'impact de l'espèce. De même, les termes invasive et colonisatrice ont souvent été utilisés de manière contradictoire. Les distinctions entre ces trois termes – invasive, adventice et colonisatrice – sont assez subtiles et résultent de points de vue différents (Booth, Murphy & Swanton, 2010). Selon Rejmánek (1995), les adventices nuisent à l'utilisation des terres par l'homme ; les espèces colonisatrices réussissent à s'établir après une perturbation ; et les invasives sont des espèces introduites dans leur habitat non indigène. Il y a un chevauchement important entre ces termes. Une plante peut être considérée seulement comme l'une d'entre elles, ou elle peut être incluse dans toutes ces catégories (figure 1.1).

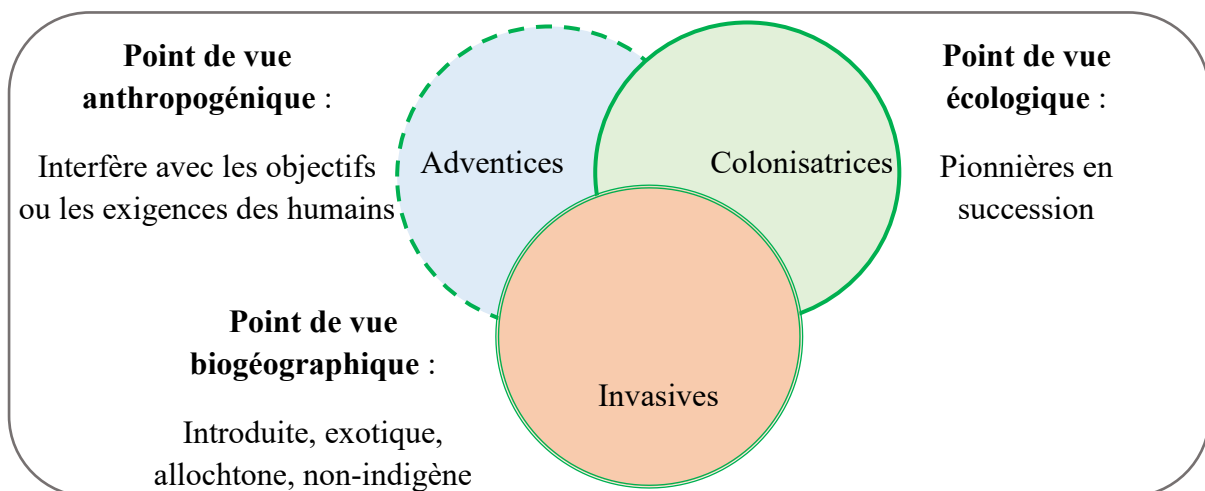


Figure 1.1 : Adventices, colonisatrices et invasives : concepts similaires sous différents points de vue (d'après Rejmánek, 1995).

Il est important de rappeler que le terme « invasif » en français est un anglicisme du mot « *invasive* » (qui signifie « envahissant »). Il conserve dans sa signification la connotation d'espèce « exotique ». Une espèce invasive est une espèce exotique, introduite par l'Homme au-delà des barrières biogéographiques alors que le terme envahissant appliqué à une espèce végétale désigne une expansion importante en nombre d'individus et/ou en surface, mais peut englober à la fois des espèces autochtones et allochtones (Gard, 2012).

Dans le cadre de cette thèse, il faut comprendre par plante envahissante **une plante exotique ou indigène non cultivée qui forme des populations dominantes suite aux perturbations induites par les utilisations des terres par l'Homme.**

De même, comme l'ont proposé Weber and Gut (2004), une plante potentiellement envahissante est une plante peu dominante dans la dition mais connue pour être envahissante dans un territoire limitrophe à climat proche (pays limitrophes dans notre cas).

1.1.4 Processus des invasions biologiques

Pour donner un cadre théorique commun applicable à tous les cas d'invasion, plusieurs travaux ont essayé de synthétiser la diversité des concepts autour de l'invasion (Williamson & Fitter, 1996; Richardson *et al.*, 2000; Kolar & Lodge, 2001; Colautti & MacIsaac, 2004; Catford *et al.*, 2009; Blackburn *et al.*, 2011). Classiquement, différentes étapes sont définies pour étudier le déroulement d'une invasion biologique : l'introduction d'une population dans son nouvel écosystème, l'établissement de celle-ci suivi de sa prolifération (ou expansion) qui peut aboutir à de sévères conséquences écologiques, économiques et sociales. (Goudard, 2007) (Figure 1.2)

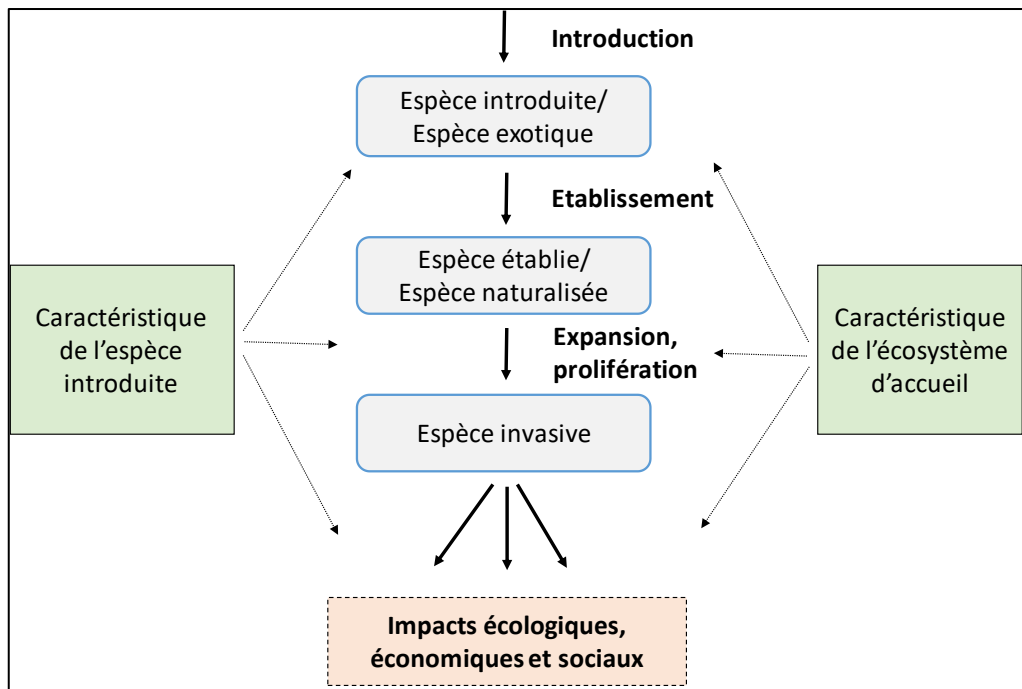


Figure 1.2 : Stades d'une invasion biologique et facteurs d'influence (d'après Goudard, 2007).

À chaque étape, les caractéristiques de l'environnement d'accueil ou les capacités de l'organisme envahissant définissent le succès de ce dernier et son passage à l'étape suivante à travers des barrières ou filtres (Figure 1.3).

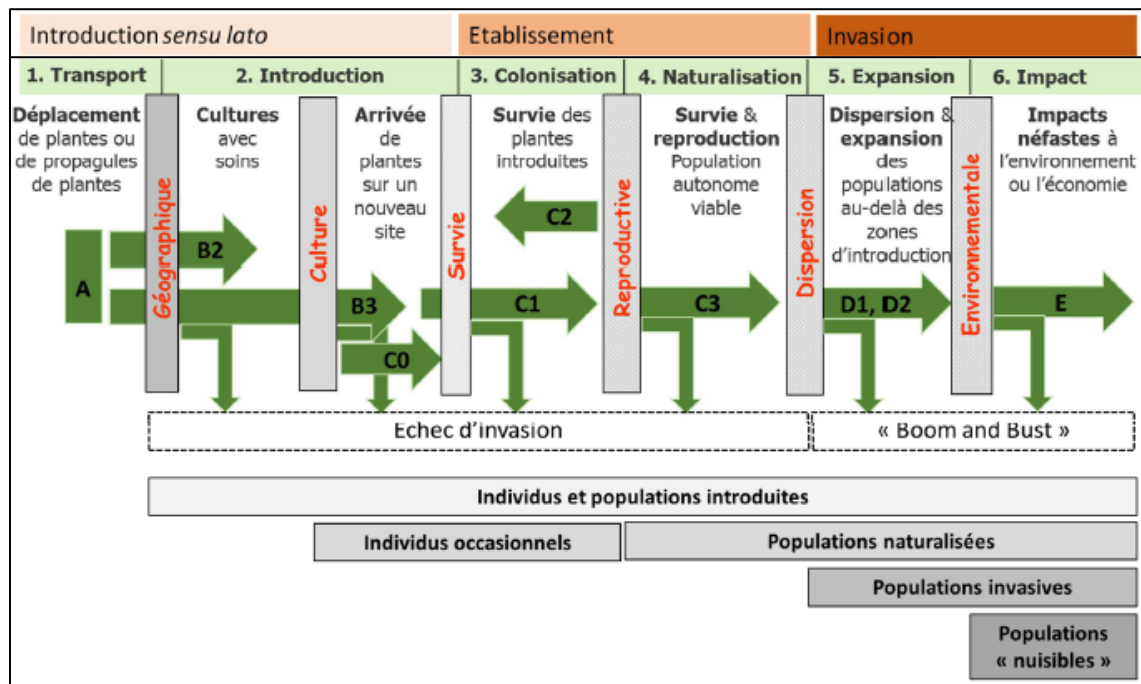


Figure 1.3 : Cadre unifié pour les invasions biologiques (Fried 2019 complété d'après Blackburn *et al.*, 2011). Les codes alphanumériques correspondent aux statuts des individus ou des populations introduites. Des individus d'une plante indigène dans sa zone d'origine (A) peuvent être transportés en dehors de leur aire de répartition (étape de transport qui permet de franchir la barrière géographique). Les individus introduits peuvent être uniquement cultivés (B2) avec des soins particuliers pour leur maintien et des précautions prises pour éviter leur dispersion (barrière de la culture). Ces individus cultivés peuvent toutefois finir par s'échapper des cultures, quand d'autres individus peuvent être directement introduits dans l'environnement, notamment dans le cas d'introductions accidentelles (B3). Parmi les individus dispersés dans l'environnement, certains sont incapables de survivre aux conditions environnementales (C0). D'autres, peuvent survivre mais n'arriveront pas à se reproduire (C1). Enfin, certains individus capables de survivre et de se reproduire n'arriveront pas à former des populations autonomes (C2) et finiront par disparaître en l'absence d'événements d'introduction continue. Les individus capables de survivre et de se reproduire à long terme forment des populations autonomes, qui peuvent être considérées comme naturalisées (naturalized) (C3). Certaines espèces vont pouvoir se disperser et former des populations autonomes et des individus, se trouvant à une distance importante du point initial d'introduction (D1) voire se reproduire (D2). Certaines populations parmi ces dernières deviennent invasives (E).

Ainsi, un très petit nombre d'invasions biologiques aboutissent *in fine* (van der Velde *et al.*, 2006). Pour estimer le taux de succès invasif, Williamson et Fitter ont proposé en 1996, la règle des dix (*Ten rules*) (Figure 1.4) : en moyenne, sur 1000 espèces importées dans un territoire (accidentellement ou volontairement), 100 vont être fugaces (c'est-à-dire vont échapper au confinement et vont être trouvées comme espèces adventices dans la nature mais ne vont pas établir de populations se reproduisant, leur présence dépend donc uniquement de l'apport exogène de propagules), 10 vont se naturaliser (établir des populations qui se reproduisent) et 1 seule deviendra envahissante.

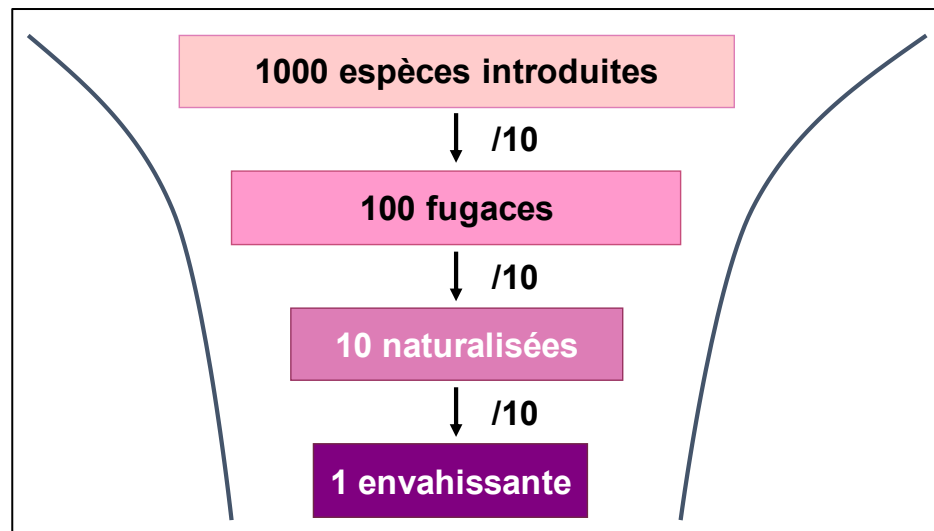


Figure 1.4 : La « règle des dix » (d'après Williamson et Fitter, 1996).

Cette règle vérifiée dans certains habitats (Boudouresque & Verlaque, 2002), n'est cependant pas avérée dans de nombreux cas, et est donc largement remise en question (Jeschke *et al.*, 2012).

1.1.5 Facteurs explicatifs du succès invasif

L'éradication des espèces de plantes envahissantes déjà établies sur une vaste zone est rarement possible (Myers *et al.*, 2000; Tassin, Sarraillh & Rivière, 2007). Les stratégies visant à prévenir les nouvelles introductions et la propagation des plantes envahissantes sont considérées comme plus efficaces (Leung *et al.*, 2002). Ainsi, comprendre et prédire le succès invasif des plantes est l'un des soucis majeurs de l'écologie des plantes envahissantes. Par ailleurs, deux grandes questions sont au cœur des travaux de recherche en écologie de l'invasion : d'une part, quels sont les traits des individus ou espèces qui envahissent (Rejmanek & Richardson, 1996); et d'autre part, quelles caractéristiques des écosystèmes ou communautés les rendent sensibles ou résistants aux invasions (Lonsdale, 1999). Afin de comprendre les mécanismes derrière le processus d'invasion biologique, plusieurs hypothèses (Figure 1.5) ont été développées (Catford *et al.*, 2009). Toutefois, s'il existe des supports empiriques incontestables, mais souvent limités à un groupe taxonomique particulier, la validation empirique reste encore incertaine pour un grand nombre d'hypothèses (Jeschke *et al.*, 2012).

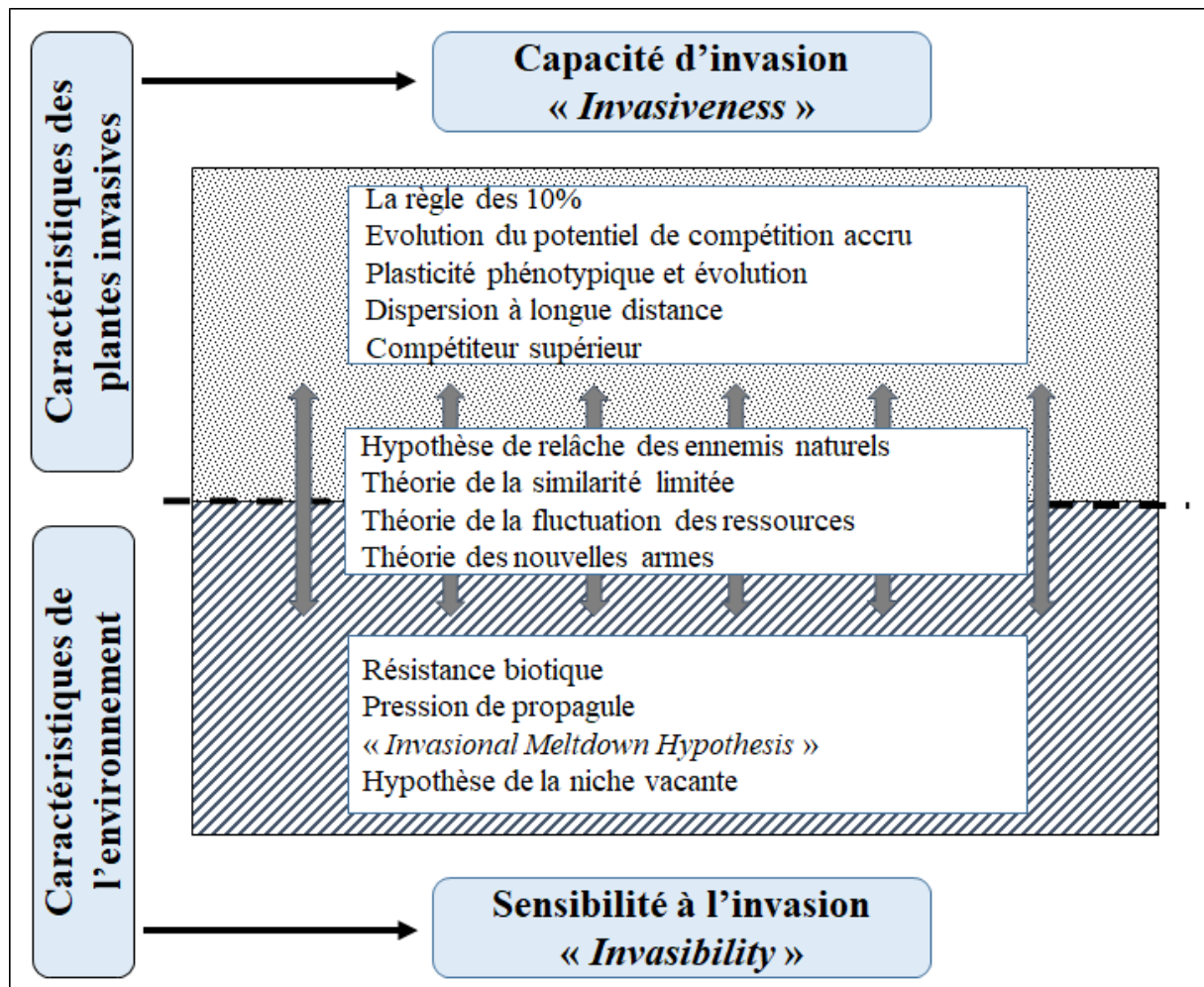


Figure 1.5 : Principales hypothèses ou théories pour expliquer le succès des plantes invasives (adapté de Richardson & Pyšek, 2006).

1.1.6 Impacts des invasions biologiques

Les impacts des invasions biologiques sont souvent estimés sur la base des effets des espèces invasives. Pourtant les plantes envahissantes (autochtones) sont aussi responsables d'impacts socio-économiques surtout dans les cultures en milieu tropical (Le Bourgeois, 2008; Paini *et al.*, 2016; Pratt *et al.*, 2017). Les conséquences des espèces invasives peuvent être d'ordre écologiques, économiques et/ou sanitaires (Mack *et al.*, 2000). Les invasions biologiques constituent une composante des changements globaux qui participe à l'érosion de la biodiversité (Elton, 1958; Maxwell *et al.*, 2016). Les espèces invasives peuvent perturber le fonctionnement d'un écosystème, en provoquant des modifications des fonctions écologiques clés, en altérant l'environnement biotique, en perturbant les cycles biogéochimiques au sein de l'écosystème, ou encore en modifiant les régimes de perturbation comme la fréquence des feux

ou des inondations (Davis, 2009). Sur le plan économique, les programmes de luttes contre les espèces invasives sont très coûteux et dans les cultures, les plantes envahissantes sont responsables d'énorme perte (Pimentel *et al.*, 2000).

Beaucoup de travaux de recherche se sont concentrés sur les impacts négatifs des invasions biologiques. Seulement, ces impacts et la manière dont ils sont évalués suscitent de nombreuses controverses dans la communauté scientifique (Briggs, 2017; Tassin *et al.*, 2017). D'autres auteurs pensent même que les impacts sur la biodiversité et sur les modifications des processus écosystémiques sont plus souvent supposés que prouvés et quantifiés *in situ* (Gaertner *et al.*, 2014). Le rôle des invasions sur les systèmes continentaux est plus débattu : celles-ci pourraient être la cause de perturbation mais elles sont aussi soupçonnées de simplement profiter de perturbations pour envahir des systèmes affaiblis (MacDougall & Turkington, 2005). **Les invasions végétales seraient une forme d'invention astucieuse du vivant face à la modification rapide et profonde d'un habitat** (Tassin, 2016).

En effet, vu la difficulté de connaître l'état zéro d'un site, quand on observe des espèces envahissantes dans un milieu dégradé, il est difficile de savoir *a posteriori* si c'est la présence de l'espèce qui a dégradé le milieu, ou si le milieu était perturbé au préalable, ce qui l'a rendu vulnérable à l'envahissement (Gillard, 2016). **Il devient alors nécessaire d'explorer le rôle des espèces envahissantes afin de déterminer si elles sont conductrices ou passagères des changements écologiques** (Didham *et al.*, 2005; MacDougall & Turkington, 2005).

Des études ont aussi montré que certaines espèces envahissantes même exotiques ont également des contributions économiques, sociales et écologiques positives (Wagh & Jain, 2018). En effet, les plantes envahissantes fournissent du bois de feu, du fourrage, du bois d'œuvre et des produits alimentaires aux populations locales et, dans une moindre mesure, améliorent la structure et la fertilité des sols (Shackleton, Shackleton & Kull, 2019). Certaines espèces de plantes envahissantes peuvent accroître la résilience des écosystèmes aux changements climatiques et aux changements d'utilisation des terres (Tassin & Kull, 2015).

1.2 Changements d'utilisation des terres et invasions par les plantes

Les changements d'utilisation des terres imposés par les activités humaines sont l'un des principaux facteurs qui facilitent l'établissement, l'abondance et la prolifération des plantes envahissantes (Pyšek *et al.*, 2010; Vilà & Ibáñez, 2011). En effet, la propagation des plantes envahissantes dans leur nouvel environnement est étroitement liée aux changements d'utilisation des terres imposés par les activités humaines telles que l'urbanisation et l'extension

des activités agricoles qui se traduisent par la perte et la fragmentation des écosystèmes naturels ou semi-naturels (Sanderson *et al.*, 2002; Kneitel & Perrault, 2006). Comme l'ont souligné Vitousek *et al.* (1997), souvent les habitats envahis et les réseaux trophiques qui leur sont liés ont été préalablement altérés par les activités humaines. Ainsi, les invasions végétales sont une réponse adaptative d'un écosystème à des changements environnementaux, réponse qui lui permet de maintenir, voire accroître ses performances et, éventuellement, de fournir de nouveaux services écosystémiques à l'Homme (Mascaro, Hughes & Schnitzer, 2012). Le succès de l'invasion dépend donc non seulement du type d'utilisation des terres, de la composition et la configuration du paysage environnant, mais aussi de **l'héritage historique des changements des terres** qui y ont eu lieu (Vilà & Ibáñez, 2011) (Figure 1.6). La compréhension de la dynamique de l'invasion nécessite donc la connaissance des événements anthropiques qui se produisent souvent des décennies avant l'introduction des propagules (Mattingly & Orrock, 2013). Les utilisations actuelles des terres pourraient ainsi représenter un crédit d'invasions futures (Vilà & Ibáñez, 2011).

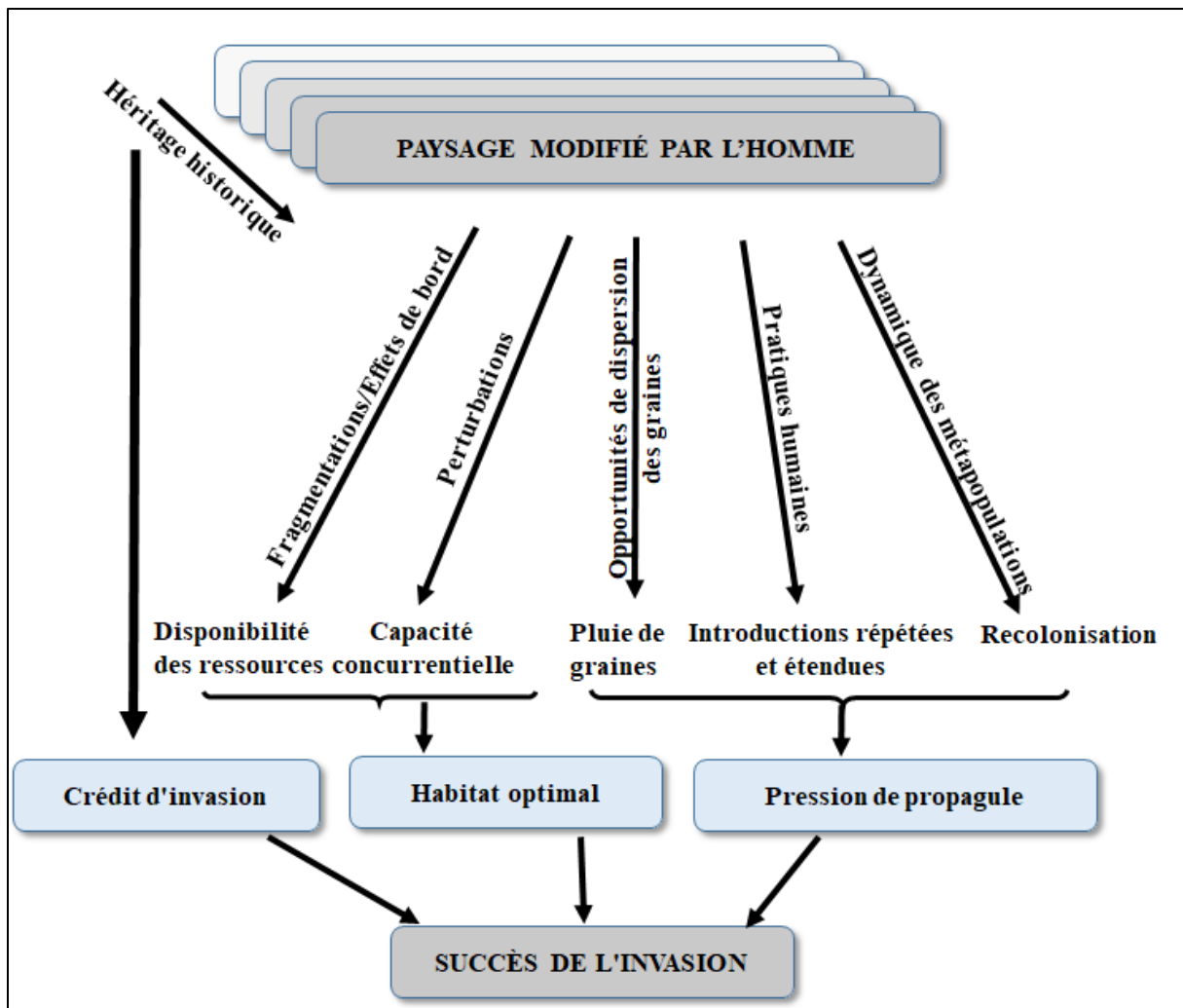


Figure 1.6 : Cadre conceptuel résumant l'influence de la composition, la configuration et la dynamique paysagères (héritage historique) sur le succès de l'invasion par les plantes (d'après Vilà et Ibáñez, 2011).

Peu de travaux ont cherché à comprendre les plantes envahissantes comme des indicateurs. Pourtant, aborder l'invasion végétale sous cet angle permettrait de saisir le problème en amont et d'éviter de traiter le symptôme plutôt que la cause (Tassin, 2015). De plus, si plusieurs études ont cherché à élucider l'effet de l'utilisation historique des habitats sur leur sensibilité aux invasions par les plantes (Aragón & Morales, 2003; Domenech *et al.*, 2005; DeGasperis & Motzkin, 2007; Burls & McClaugherty, 2008; Kuhman *et al.*, 2010; Parker *et al.*, 2010; Vilà & Ibáñez, 2011) ; ces études se sont, pour la plupart, focalisées sur une date d'utilisation passée en lien avec l'actuelle. Vu la rapidité avec laquelle les paysages évoluent, il est important de chercher à comprendre comment les trajectoires paysagères, c'est-à-dire les séries de changements d'occupation ou utilisation des terres, impactent la végétation en général et les plantes envahissantes en particulier. Enfin, comme l'ont souligné Aboh *et al.*, (2008), parmi les

études s'intéressant au rôle des facteurs anthropiques, peu montrent de manière concrète l'effet du type d'exploitation agricole sur le degré d'envahissement de ces éléments paysagers. Or, une meilleure compréhension de la manière dont les types d'exploitation agricoles influencent l'abondance des plantes envahissantes permettrait de mettre en place des stratégies de gestion plus adéquates. En effet, les mesures de contrôle des plantes envahissantes sont très coûteuses et souvent sans réussite escomptée. Comprendre le comportement des plantes envahissantes selon les trajectoires de changement d'utilisation des terres peut aussi aider à déterminer comment, quand et si les espèces envahissantes doivent être gérées. Certaines espèces envahissantes peuvent disparaître d'elles-mêmes au cours de la succession et aucune gestion ne serait donc nécessaire (Pyšek *et al.*, 2004).

Cette thèse se propose donc d'investiguer l'effet des trajectoires paysagères -utilisations actuelles et passées du sol - sur la végétation en général et particulièrement sur les plantes envahissantes. Il s'agit d'utiliser les plantes envahissantes comme modèle d'évaluation des causes anthropiques de changement de la végétation.

1.3. Situation des invasions biologiques en Afrique de l'Ouest

1.3.1 L'Afrique de l'Ouest : une région sous-étudiée pour ses invasions biologiques

En Afrique, la problématique des invasions biologiques a été très peu abordée par les chercheurs (Pyšek *et al.*, 2008). Comparativement aux autres continents, l'Afrique est sous-étudiée et a un faible nombre d'espèces naturalisées signalées (Pyšek *et al.*, 2008; Turbelin, Malamud & Francis, 2017) (Figure 1.7). La majorité des pays africains (71% des 58) ont un faible nombre d'espèces exotiques envahissantes signalées malgré une forte colonisation de l'Afrique par les pays européens (Turbelin *et al.*, 2017). La position de l'Afrique (280 espèces naturalisées) est largement déterminée par les connaissances sur l'Afrique du Sud, qui représente à elle seule les deux tiers des efforts de recherche sur le continent (Pyšek *et al.*, 2008).

Cependant, comme l'ont souligné McGeoch *et al.* en 2010, les pays en développement peuvent avoir de nombreuses espèces non enregistrées et des impacts inconnus, car les données sur les espèces sont étroitement liées aux ressources financières disponibles dans chaque pays pour mener les recherches et enregistrer des espèces. Par exemple, des études récentes au Ghana (Ansong *et al.*, 2018) ont permis d'enregistrer **291 espèces de plantes exotiques naturalisées**

dont 25 (soit 8,6 % du nombre total d'espèces naturalisées) sont envahissantes et 21 largement répandues dans le pays.

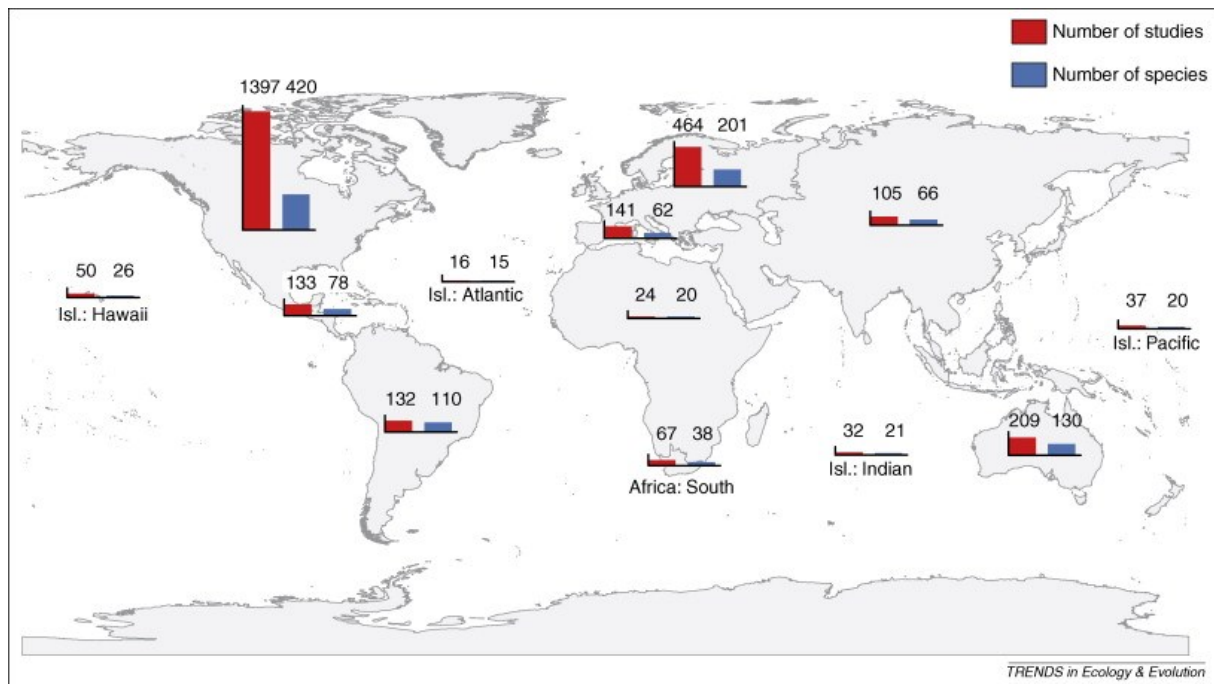


Figure 1.7 : Structure géographique des taxons envahissants étudiés (Pyšek *et al.*, 2008). La taille des barres indique la contribution proportionnelle des régions du monde au nombre total d'espèces envahissantes étudiées ($n = 892$) et au nombre total d'études ($n = 2670$). Le nombre d'espèces/études se trouve au sommet des barres. La concentration des efforts de recherche en Amérique du Nord et en Europe est évidente.

À ce jour, peu d'études se sont intéressées aux effets des utilisations des terres sur les plantes envahissantes en Afrique de l'Ouest (Aboh *et al.*, 2008). Très peu de recherches ont essayé de bien comprendre, en lien avec les changements d'utilisations des terres, l'abondance et la distribution des plantes envahissantes en Afrique de l'Ouest (Foxcroft *et al.*, 2010) pour aider les agriculteurs et les gestionnaires des aires de conservation dans le pilotage de ces plantes (Holou *et al.*, 2013).

Le fort biais géographique des recherches empêche une compréhension équilibrée de l'invasion, car il y a risque de manque de connaissances sur les mécanismes d'invasion spécifiques d'habitats mal étudiés et spécifiques à une région (Pyšek *et al.*, 2008). À cette fin, l'Afrique et l'Asie centrale sont identifiées comme des régions prioritaires pour les futurs efforts de recherche sur les invasions biologiques.

Cette thèse a aussi pour ambition de contribuer à combler cette lacune des études sur les invasions biologiques en Afrique.

1.3.2 Impacts des plantes envahissantes en Afrique de l'Ouest

Les conséquences des plantes envahissantes en Afrique sont multiples. Elle concernent notamment les dommages causés à l'agriculture et les effets écologiques sur la biodiversité (Chevalier, 1951; Holou *et al.*, 2013). Par exemple, les adventices peuvent réduire le rendement jusqu'à 90 % (Gianessi, 2009), ce qui entraîne une réduction considérable des revenus des agriculteurs. D'après Traore *et al.* (2013), les adventices interviennent aussi dans le maintien et la dissémination des virus responsables de dégâts importants pour les cultures. Le désherbage répété provoque des maux de dos chez de nombreux agriculteurs africains (Gianessi, 2009). La lutte contre les mauvaises herbes peut donc améliorer la santé de nombreux agriculteurs africains. Dans les parcours, les plantes envahissantes telles que *Chromolaena odorata* réduisent la capacité de charge en diminuant la productivité et la qualité des fourrages (Aboh *et al.*, 2012). Des études récentes au Bénin ont montré que *C. odorata*, limite le développement des semis et des rejets de toutes les espèces dans les forêts secondaires (Gbètoho *et al.*, 2018).

Cependant, il est nécessaire de préciser que les plantes envahissantes ne sont pas toujours perçues comme des nuisibles pour tous les systèmes de production en Afrique (Holou *et al.*, 2013). En général, la perception des adventices en Afrique dépend de la région, des pratiques culturelles et des activités humaines. En fait, de nombreuses plantes envahissantes sont utilisées dans la médecine traditionnelle, les régimes alimentaires et sous d'autres formes comme la fabrication de cordes, de paniers et de filets (Geldenhuis, 2007; PROTA, 2010). Par conséquent, ces plantes sont épargnées lors des défrichements (Maundu, Achigan-Dako & Morimoto, 2009; Achigan-Dako *et al.*, 2010). Certaines études ont aussi montré que *C. odorata* pourrait augmenter notablement la fertilité des sols tropicaux (de Foresta, 1996).

1.4 Biodiversité

La biodiversité est devenue l'un des soucis majeurs de l'humanité, puisque la perte de biodiversité est reconnue comme aussi importante que le changement climatique. La question de la biodiversité a pris de l'ampleur au point où l'IPBES, une institution internationale aussi importante que le GIEC, a été créée en 2012 pour l'étudier et pour proposer aux gouvernements des actions pour lutter contre la perte de biodiversité (Legagneux *et al.*, 2018).

1.4.1 Concept de la biodiversité

Si l'émergence du concept de biodiversité est très récente, c'est toutefois un long voyage depuis l'apparition des premiers courants de protection de la Nature jusqu'à la définition du

terme de biodiversité (REFEDD, 2016). L'expression « diversité biologique » est employée pour la première fois en 1980 par Thomas Lovejoy, biologiste américain membre fondateur de la biologie de la conservation, une discipline d'action née à la fin des années 1970 dans une perspective de protection des espèces et de restauration de leurs habitats (Ionescu, 2016). La forme contractée sous le concept de « biodiversité », a été proposée en 1985 par Walter Rosen lors du *National Forum on Biological Diversity*. Le concept a ensuite été lancé en 1988 par l'ouvrage de Wilson « *Biodiversity* » et a obtenu une grande notoriété à partir de 1992, date de la Conférence de Rio et de la ratification de la Convention sur la Diversité Biologique (CDB).

Il existe de multiples définitions du concept de biodiversité (DeLong, 1996). En effet, les définitions de la biodiversité sont " aussi diverses que la ressource biologique " (Knopf, 1992). Pour Schwarz *et al.* (1976), la biodiversité correspond au " nombre d'espèces différentes présentes dans un lieu donné... ". Selon Noss et Cooperrider (1994), la biodiversité est "... la variété de la vie et ses processus. Elle comprend la variété des organismes vivants, les différences génétiques entre eux, la diversité de l'environnement et la diversité biologique, les communautés et les écosystèmes dans lesquels ils se trouvent, et les processus écologiques et évolutifs qui permettent de les maintenir en état de fonctionnement, tout en changeant et en s'adaptant".

Une des définitions les plus employées est celle mentionnée dans l'article 2 de la CDB : la biodiversité y est définie comme " la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes " (Nations Unies, 1992). Mais cette définition rend peu compte des interactions entre systèmes écologiques et moins encore de leur emboîtement hiérarchique (Di Castri & Younes, 1996).

1.4.2 Menaces pesant sur la biodiversité

Selon de nombreux scientifiques, nous serions en train de vivre une sixième crise biologique majeure provoquée cette fois par l'activité humaine. Les principaux facteurs responsables du déclin de la biodiversité sont entre autres la destruction et la dégradation des habitats et la surexploitation des ressources biologiques sauvages (Maxwell *et al.*, 2016), mais aussi **la prolifération des espèces envahissantes**, les changements climatiques et les extinctions en cascade. En addition, ces effets n'agissent pas isolément, ils s'amplifient

mutuellement : par exemple la dégradation des habitats peut favoriser certaines espèces envahissantes qui contribuent à leur tour à accélérer cette dégradation.

Il faut toutefois rappeler que l'impact des plantes envahissantes sur la biodiversité surtout sur les continents, fait également débat au sein de la communauté scientifique (MacDougall & Turkington, 2005). Selon certains auteurs, l'arrivée des espèces exotiques peut augmenter le nombre total des espèces présentes dans une région donnée (plus d'espèces arrivent qu'il n'en disparaît), mais pourrait potentiellement réduire l'abondance moyenne par espèces (si la même abondance totale est maintenant répartie entre plus d'espèces) (Tassin *et al.*, 2017).

1.4.3 Mesure et évaluation de la biodiversité

En réalité, mesurer une chose aussi complexe que la biodiversité en la décrivant intégralement, des gènes aux écosystèmes, semble impossible (Buckland *et al.*, 2005). Si l'on veut mesurer la biodiversité suffisamment et correctement, il faut donc faire des choix et se contenter de mesurer un seul compartiment (Buckland *et al.*, 2005). Cette réduction simpliste ou même frustrante est pourtant indispensable si l'on veut pouvoir interpréter les mesures effectuées (Buckland *et al.*, 2005; Turcati, 2011). En relation avec des perspectives de conservation, ce sont surtout la composition et la structure qui sont utilisées pour mesurer la biodiversité (Cook, 1998).

Concernant la végétation, la diversité floristique mesurée peut être génétique (à l'intérieur d'une espèce), locale (espèces au sein d'une communauté) et des habitats ou spatiale. La diversité spatiale peut être horizontale ou temporelle. Les mesures les plus utilisées sont la richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre d'espèces présentes dans une communauté, ou la diversité spécifique (aussi appelée parfois diversité taxonomique) qui tient compte à la fois du nombre d'espèces présentes et de leur abondance. La richesse et l'équitabilité (écart à l'équidistribution des individus de toutes les espèces) restent les indices les plus employés car d'utilisation facile et lisible. Les indices de Shannon et Weaver, de Simpson ou de Gleason combinent quant à eux la richesse à l'abondance relative et paraissent plus avantageux. Ils fournissent des informations aussi bien sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon que sur la façon dont les individus y sont répartis entre diverses espèces.

Traditionnellement, la formule de Shannon est la plus utilisée pour mesurer la biodiversité locale. En effet, l'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative de communautés car il est relativement indépendant de la taille des relevés. Toutefois, cette formule souffre d'un biais statistique signalé par Franc (1997), analysé par Basharin (1959) et examiné dans Godron

et Kadik (2003). En effet, dans la formule de Shannon, la probabilité n'est pas connue mais seulement estimée et correspondrait à des fréquences relatives calculées dans un univers de taille infinie, ce qui n'est pas le cas en écologie. Au contraire, la **formule de Brillouin**, basée sur une analyse fréquentielle, correspond à des tirages sans remise de boules dans une urne de taille finie, ce qui est l'homologue de la situation de l'écologue qui a fait *n* relevés et qui ne connaît pas ce qui existe entre ces relevés.

Pour toutes ces raisons, dans le cadre de cette thèse, nous avons privilégié la diversité spécifique (diversité totale de tous les relevés et la diversité totale au niveau de chaque type d'utilisation des terres) et la formule de Brillouin plutôt que celle de Shannon.

1.5 Concept de paysage

Le paysage est considéré d'une part comme un espace, objet d'observation (vision « *naturaliste* ») qu'il faut analyser, et d'autre part, comme une perception de l'homme (vision « *subjectiviste* »). En effet, le concept de paysage peut combiner les points de vue du naturaliste (qui explique les phénomènes biophysiques et humains qui façonnent le paysage) et celui de l'observateur (qui se fonde sur le point de vue de celui qui observe un paysage). Ainsi, d'après Godron (2012), « *un paysage est un territoire hétérogène, plus ou moins naturel ou artificialisé, où apparaît une structure répétitive composée d'une matrice, de taches et de corridors perceptibles à l'échelle du kilomètre, et cette structure conditionne un fonctionnement caractérisable à l'échelle décennale* ». Par le mot "perceptible", cette définition montre qu'un paysage peut être identique seulement si l'on prend en compte la perception des personnes qui le regardent (Godron, 2012a). Cette définition souligne également qu'un paysage est perceptible à une échelle spatiale donnée et caractérisable à une échelle de temps donnée. Cette vision centrée du paysage sur le point de vue de l'observateur, et donc liée à la perception et aux représentations de cet observateur, n'est pas partagée par tous les auteurs (Burel & Baudry, 1999; Chouquer, 2003). Pour Burel et Baudry (1999), " le paysage existe indépendamment de la perception " : mais le paysage ne parlant pas lui-même, il parle par les perceptions et les représentations des chercheurs, à travers leurs modèles et leurs théories (Chouquer, 2003). Le paysage pour ces auteurs « *c'est un niveau d'organisation des systèmes écologiques, supérieur à l'écosystème ; il se caractérise essentiellement par son hétérogénéité et par sa dynamique gouvernée pour partie par les activités humaines. Il existe indépendamment de la perception* » (Burel & Baudry, 1999).

Si le paysage peut être considéré comme un objet scientifique dont il est nécessaire de connaître le contenu et les alentours, il faut insister sur le fait que c'est une relation de

réciprocité entre l'Homme et un espace (Berque, 1990; Varela, Thompson & Rosch, 1993). Ainsi, la définition du paysage que nous adopterons dans cette thèse est celle de (Gautier, 1996) : « *le paysage peut être défini comme l'image d'une portion d'espace hétérogène, pouvant être embrassée par la vue d'un observateur et correspondant à l'espace contrôlé et utilisé par une petite société, qui est constituée par la combinaison répétitive d'éléments visibles différenciés, naturels et sociaux, en interaction* ». Cette définition, qui s'apparente aux deux premières semble plus adaptée au contexte de notre dition et a servi à plusieurs travaux de recherche en Afrique de l'Ouest (Gautier, Bazile & Picard, 2006; Koffi, 2016). Elle fait donc partie des définitions des écologues du paysage, c'est-à-dire à celle d'une famille d'écosystèmes en interaction, liés par les représentations et pratiques de sociétés villageoises.

Il faut rappeler qu'avec les difficultés de trouver dans la dition des points de vue permettant d'embrasser par la vue toutes les composantes et la structure du paysage, nous ferons alors une utilisation restrictive de cette définition (Koffi, 2016). Notre observation du paysage sera ainsi à la fois horizontale, lors du parcours des éléments du paysage des territoires villageois, et verticale via les images de télédétection (Koffi, 2016). En Afrique de l'Ouest soudano-guinéenne, le paysage de forêts sèches au sens large est composé d'îlots de forêts, de savane, de jachères, de champs qui interagissent ensemble (Gautier *et al.*, 2006).

II- CADRE ET THÉORIE

Dans les paysages de savanes et de forêts sèches soudano-guinéennes de l'Afrique de l'Ouest, on assiste à des dynamiques et cinématiques paysagères accélérées, causées principalement par l'expansion agricole au détriment des habitats naturels. Ces dynamiques favorisent la prolifération des plantes envahissantes avec et par lesquelles elles entraînent des changements de végétation. Les trajectoires de changements d'utilisation des terres influencent différemment le comportement des plantes envahissantes. La prolifération des plantes envahissantes, d'une part, impacte le développement de l'agriculture, la principale source de revenus des populations, et d'autre part, constitue une menace pour les aires protégées, les seuls vestiges de ces habitats naturels d'intérêt exceptionnel au niveau mondial. Face à ces espèces végétales envahissantes, les populations développent des stratégies de pilotage à partir des connaissances locales ethnobotaniques et ethnoécologiques.

2.1 Écologie des changements de végétation

Dans le contexte actuel de changements globaux, comprendre comment évolue la végétation sous l'effet des interventions humaines est devenu un enjeu majeur de l'écologie, en lien d'une part avec le maintien d'une biodiversité fonctionnelle assurant un niveau satisfaisant de services écosystémiques et d'autre part avec la sécurité alimentaire. Les activités humaines modifient directement et indirectement les communautés végétales à travers le monde, mais les efforts pour associer les changements de végétation à l'ensemble des causes sous-jacentes possibles font défaut (Inderjit *et al.*, 2017). Les changements de végétation peuvent être initiés par une perturbation agricole (labour, désherbage) ou un changement dans les régimes de perturbation, par une modification des conditions abiotiques ou une modification des interactions biotiques, et très souvent par une interaction entre ces différents facteurs (Davis *et al.*, 2005; Inderjit *et al.*, 2017; Fried, 2019) (Figure 1.8). Les changements de végétation d'origine humaine peuvent aussi se produire par l'introduction d'espèces non indigènes, l'éclosion ou l'effondrement de populations, l'expansion ou la réduction de l'aire de répartition et le déplacement d'espèces indigènes et non indigènes (Davis *et al.*, 2005; Franklin *et al.*, 2016; Inderjit *et al.*, 2017; Vieilledent *et al.*, 2018). En écologie contemporaine, il existe au moins quatre grands domaines de recherche spécialisés qui étudient les changements de la végétation : l'écologie de la succession, la biologie de l'invasion, la dynamique des lacunes et des parcelles et les effets des changements globaux sur les communautés végétales (Davis *et al.*, 2005). Même si ces sous-disciplines de l'écologie sont souvent restées isolées, les processus écologiques sous-jacents sont fondamentalement les mêmes (Davis *et al.*, 2005) : au cours du temps, les processus de

colonisation, d'établissement, de dispersion et d'expansion, mais aussi d'extinction, interagissent pour produire un changement de végétation. Davis et al (2005) ont alors proposé que ces différentes spécialités de l'écologie puissent être regroupées sous le terme « **d'écologie du changement de végétation** ».

2.2 Processus affectant l'évolution de la végétation et leurs échelles spatio-temporelles

La structure d'une végétation et l'assemblage des espèces végétales en communautés végétales sont des résultantes de plusieurs facteurs qui s'opèrent à des échelles temporelles et spatiales variables (Figure 1.8). Parmi les principales composantes qui affectent l'évolution ou les changements de végétation, les invasions biologiques et le changement d'utilisation ou d'occupation des terres causés par les actions humaines sont les forces majeures opérant à l'échelle de décennies.

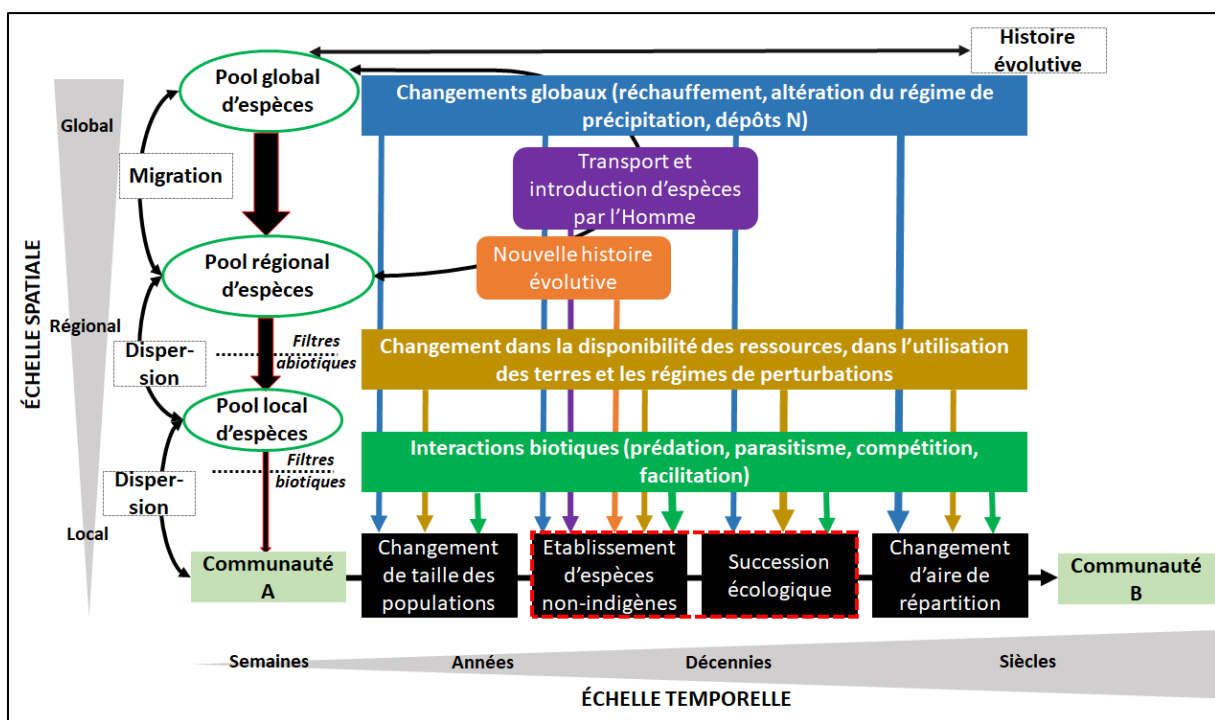


Figure 1.8 : Synthèse des processus spatio-temporels affectant la composition d'une communauté dans le temps et l'espace (d'après Fried, 2019). *À gauche : les flèches noires symbolisent la sélection des espèces appartenant à un pool donné par des filtres environnementaux représentés par des tirets noirs (filtres abiotiques et biotiques). Les flèches noires indiquent les processus modifiant la composition des pools d'espèces. Le pool global est influencé par l'histoire évolutive des espèces (extinction, spéciation). Le pool régional est influencé par des processus de migration à long terme, par l'introduction d'espèces par l'Homme induisant de nouvelles histoires évolutives, par les dynamiques de dispersion. Le pool local est déterminé par la dispersion depuis le pool régional et les conditions abiotiques. À droite : au cours du temps, on distingue différents types de changements des communautés (taille des populations, établissement de nouvelles espèces, succession écologique, changements d'aire de répartition) selon la modification de différents types de filtres. Ces changements sont perceptibles à des échelles*

temporelles variables. Il existe des interactions entre ces différents types de changements (ex. : invasion facilitée par les changements climatiques, trajectoire de la succession modifiée par des invasions, etc.).

Ce cadre conceptuel des processus spatio-temporels affectant les changements de végétation est basé sur la théorie de la hiérarchie (Allen & Starr, 1982). D'après cette théorie, il existe une corrélation entre les échelles de temps et d'espace. Ainsi, les phénomènes écologiques comme la dispersion des propagules et la colonisation des éléments paysagers, se déroulent à une échelle de temps de la décennie et à l'échelle spatiale régionale (niveau intermédiaire, entre 10 et 100 km) (Theoharides & Dukes, 2007).

En outre, ce cadre intègre non seulement le concept de filtrage environnemental (déjà) évoqué dans le processus d'invasion et qui est aussi valable pour toutes les communautés végétales, mais aussi le concept de méta-communauté. La méta-communauté se définit comme l'ensemble des communautés qui interagissent *via* la dispersion de différentes espèces potentiellement en interaction à l'échelle du paysage (Leibold *et al.*, 2004; Fried, 2019).

2.3 Direction, intensité et nombre d'étapes des changements d'utilisation des terres

Comme mentionné plus haut, les successions de changements d'utilisation des terres influencent le comportement des plantes envahissantes. En effet, plusieurs fonctionnalités des trajectoires telles que la direction, l'intensité et le nombre d'étapes peuvent modifier l'introduction, l'établissement et la propagation de plantes envahissantes exotiques sur un site (Vilà & Ibáñez, 2011) (**figure 1.9**). La direction peut indiquer une trajectoire d'utilisation des terres plus dégradée ou plus restaurée, l'intensité se réfère à l'ampleur du changement d'utilisation des terres et le nombre d'étapes représente le nombre de changements d'utilisation des terres analysées sur l'ensemble de la série temporelle pour un site donné.

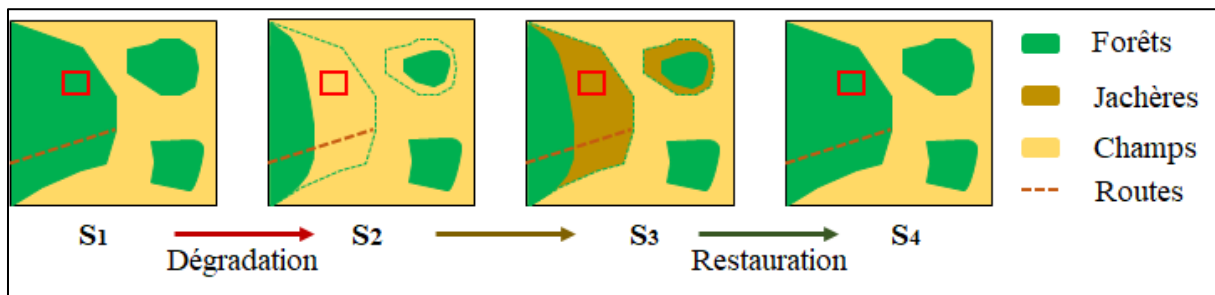


Figure 1.9 : Représentation schématique de la cinématique de l'évolution des utilisations des terres et leur influence potentielle sur le niveau d'envahissement par les plantes sur un site (d'après Vilà et Ibáñez, 2011). *Le carré rouge inséré indique le site où le niveau d'envahissement est évalué. Sn représente un paysage avec trois utilisations des terres différentes (Forêts, Jachères et Champs) en quatre étapes (S1, S2, S3 et S4). Pendant la période de temps de S1 à S4, le site passe par quatre utilisations différentes du sol (Forêt, Champ, Jachère et Forêt à nouveau) mais le niveau d'invasion à l'étape S4 ne sera pas le même qu'à l'étape S1 parce que l'héritage historique des précédents changements d'utilisation des terres aurait une incidence sur les espèces envahissantes. La direction des changements d'utilisation des terres de S1 à S2 va dans le sens de la dégradation, tandis que de S3 à S4 elle est vers la restauration. L'invasion serait plus prononcée en S3 et même en S4 qu'en S1.*

2.4 Écologie des perturbations

Pour expliquer la coexistence et la diversité des espèces dans les communautés végétales, de nombreux facteurs ou mécanismes ont été proposés (Hutchinson, 1961; Chave, Muller-Landau & Levin, 2002). La perturbation est souvent citée comme l'un des principaux facteurs contrôlant la diversité. Les perturbations représentent un facteur écologique fondamental à même d'agir sur la structure des communautés (Tilman & Pacala, 1993). En effet, l'écologie des paysages a mis en évidence l'importance des systèmes écologiques artificialisés tels que les terres cultivées, les pâturages, les forêts aménagées, etc. contrairement à l'affirmation de Odum (1985) qui stipulait que les systèmes "climaciques" étaient plus diversifiés et plus fonctionnels que les écosystèmes artificialisés (Godron, 2012b). Dans cet optique, l'écologie des perturbations est apparue lors d'un colloque franco-américain tenu à l'université de Stanford (Godron & Forman, 1983; Mooney & Godron, 1983). En écologie des perturbations, lors de l'artificialisation progressive d'un paysage, les différents degrés d'artificialisation ont des caractères écologiques spécifiques (Tableau 1.1) (Godron, 2012b).

Tableau 1.1 Les critères d'évolution des paysages.

ATTRIBUTS DES PAYSAGES	PAYSAGE "NATUREL"	PÂTURAGES ET FORÊTS	TERRES CULTIVÉES	VILLES
STRUCTURE HORIZONTALE	Peu de limites fortes	Quelques limites brutales	Toutes les limites sont brutales	Hétérogénéité maximale
GÉOMÉTRIE	Lignes courbes	Dominance des lignes courbes, peu de lignes droites,	Peu de lignes courbes, beaucoup de lignes droites	Lignes droites
TYPE DE STABILITÉ	Métastabilité maximale	Métastabilité forte	Métastabilité moyenne	Métastabilité très faible
THERMODYNAMIQUE	Systèmes presque "fermés"	Systèmes partiellement ouverts	Systèmes en grande partie ouverts	Systèmes totalement ouverts
SYSTÈME TROPHIQUE	Totalement autotrophe	Un peu hétérotrophe	Largement hétérotrophe	Totalement hétérotrophe
CHOROLOGIE	Viscosité des espèces indigènes	Fluidité	Introduction d'exotiques	Cosmopolitisme
GRAIN DE LA STRUCTURE	Lié à la taille des espèces	Bimodal	Irrégulier	Aléatoire
CYCLE DES ÉLÉMENTS MINÉRAUX	Rapide	Assez rapide	"Forcé"	Déséquilibré (polluant)
PRODUCTION BIOLOGIQUE NETTE	Nulle	En dents de scie de périodes variées	En dents de scie annuelles	Négative
TACTIQUES PRESENTES	$K \gg r$	$K = r$	$K < r$	Très variées
PHYLOGÉNIE ET SPÉCIATION	Anagenèse > cladogenèse	Quelques remarquables coévolutions	Perte du polymorphisme	Anarchique
TYPE DE RÉSISTANCE	Résistance à la sénescence	Résistance aux accidents	Résistance aux pesticides	Résistance à la pollution
CONCURRENCE	Ébarbée	Modulée	Contrôlée artificiellement	Épisodique

Dans les études de stratégie adaptative, on considère que les pressions naturelles sélectives conduisent les plantes à s'engager rapidement et abondamment dans la reproduction par semences : stratégie r , dans les habitats perturbés des premières séries évolutives. Au contraire, un environnement plus stable induit l'entretien d'une croissance et d'une multiplication végétative au détriment de la phase reproductrice : stratégie K (Phelouzat & Levacher, 1981).

L'évolution ou la cinématique du paysage, comme l'évolution de toute matière vivante, suit le modèle des "montagnes russes" (modèle de l'équilibre d'une bille pesante placée dans une boîte dont le fond est bosselé comme les montagnes russes) (Godron, 2012b). Selon ce modèle, l'évolution des paysages est basée sur le franchissement des points d'équilibre « instable » (Figure 1.10).

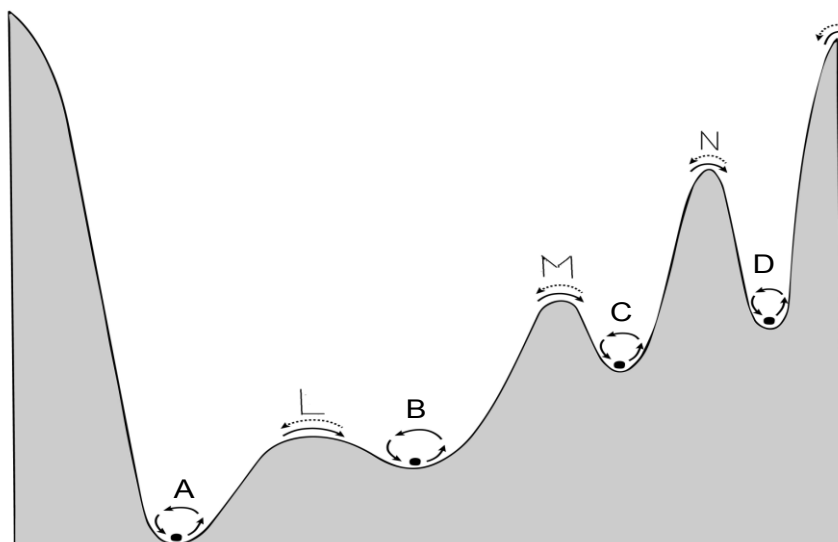


Figure 1.10 Le modèle des "montagnes russes". Le creux D = les paysages de vieille forêt, le creux C = les paysages de forêts aménagées, le creux B = les paysages de cultures annuelles, le creux A = les cultures déchaumées après la moisson. En allant de D à A, les paysages sont de moins en moins durables et stables.

L'une des hypothèses au cœur de l'écologie des perturbations, est l'hypothèse des perturbations intermédiaires (HPI) (Grime, 1973; Connell, 1978; Wilson, 1994; Sheil & Burslem, 2003; Bongers *et al.*, 2009; Sheil & Burslem, 2013). Généralement attribuée à Connell (1978), mais en réalité formulée explicitement par Grime (1973), l'hypothèse de perturbation intermédiaire (*Intermediate disturbance hypothesis*) prédit que le plus haut degré de diversité spécifique est atteint sous les régimes de perturbations d'intensité ou de fréquence moyennes. (Molino & Sabatier, 2001; Blanc *et al.*, 2003) (Figure. 1.11). Selon cette hypothèse, les perturbations empêchent le système d'atteindre un équilibre dominé par quelques espèces. En l'absence de perturbation, l'approche systémique de l'équilibre et l'exclusion concurrentielle réduisent la diversité à des niveaux bas. Lorsque les perturbations sont très intenses ou très fréquentes, peu d'espèces peuvent persister ou coloniser de manière répétée après chaque perturbation, ce qui entraîne également une faible diversité. Lorsque les perturbations sont de fréquence ou d'intensité intermédiaire, il y a plus de possibilités de rétablissement d'espèces pionnières qui seraient autrement en concurrence si l'on permettait au système d'atteindre l'équilibre. Ainsi, un pic de diversité devrait se produire à des fréquences et à des intensités de perturbation intermédiaires, ainsi qu'aux moments intermédiaires depuis la dernière perturbation. (Mackey & Currie, 2000).

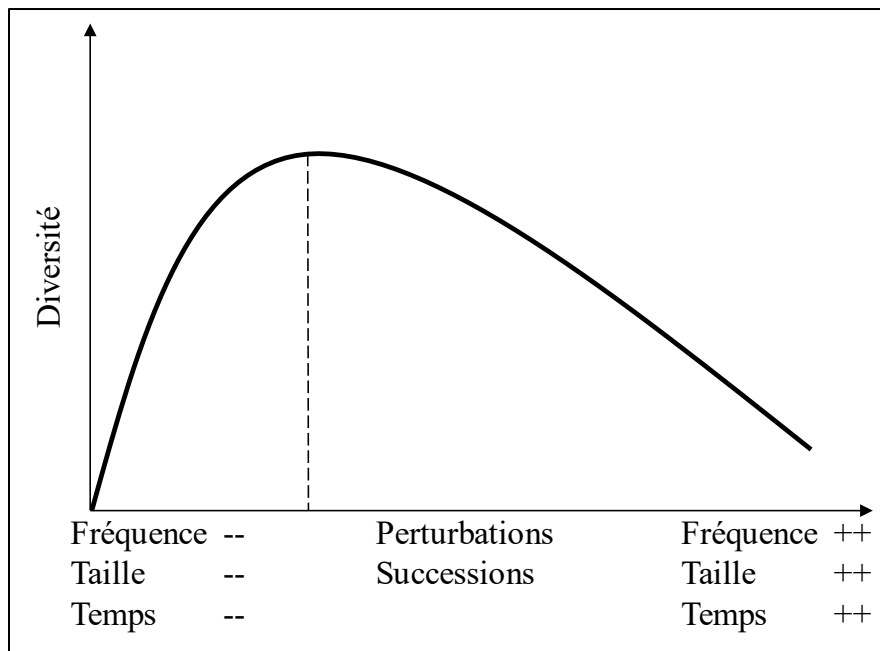


Figure 1.11 Représentation de l'HPI (Cordonnier, 2004 d'après Connel 1978). *Dans l'hypothèse des perturbations intermédiaires, un maximum de diversité est observé pour une fréquence ou une taille intermédiaire des perturbations, ou un temps intermédiaire depuis la dernière perturbation. La relation entre perturbations et diversité est unimodale.*

Pour certains l'HPI ne peut être considérée comme une simple hypothèse (car difficilement réfutable en pratique) mais plutôt comme un cadre de référence pour les études sur la relation perturbation-diversité (Collins & Glenn, 1997; Sheil & Burslem, 2003).

Il faut noter toutefois que l'HPI repose sur plusieurs prérequis listés par Cordonnier (2004) (Encadré 1).

Encadré 1: Prérequis invoqués par différents auteurs pour le modèle de l'HPI

- En partant d'un sol nu et en l'absence de perturbations ultérieures, la dynamique du système doit suivre clairement une séquence de succession (Sheil et Burslem 2003). Le nombre d'états de la série de succession doit être au minimum de 2 (Collins et Glenn 1997).
- La diversité augmente en début de succession et diminue ensuite par exclusion compétitive pour aboutir à la dominance de quelques espèces (Sheil et Burslem 2003). Il existe une très forte compétition entre les espèces colonisatrices conduisant éventuellement à l'exclusion compétitive de la plupart d'entre elles (Fuentes 1988 ; Collins et Glenn 1997).
- Les espèces doivent présenter une hiérarchie compétitive. Les interactions sont transitives, consistantes et asymétriques (Sousa 1984).
- Selon leur intensité, les perturbations provoquent une régression dans la succession et évitent ainsi l'exclusion compétitive (Glenn et Collins 1997 ; Sheil et Burslem 2003).
- Les perturbations doivent empêcher que l'exclusion compétitive ait lieu sur toute la surface du système (Wilson 1994). Les perturbations doivent favoriser la coexistence des différents états de la succession (Sheil et Burslem 2003).
- Les espèces doivent présenter un compromis entre compétition et colonisation ou un compromis entre tolérance aux perturbations et compétition (Wilson 1994 ; Glenn et Collin 1997).
- La fréquence des perturbations doit être interprétée en fonction de la durée de vie des organismes et les perturbations doivent créer des patchs vides ou presque vides (Wilson 1994).
- Les perturbations doivent favoriser l'accès aux ressources et les propagules des espèces doivent être rapidement disponibles pour la colonisation (Fuentes 1988).
- Le pool régional d'espèces doit être supérieur au nombre d'espèces qui peuvent coexister à l'échelle locale (Glenn et Collins 1997).

Il est aussi important de préciser ce qu'on entend par perturbation. Bien qu'il existe de nombreuses définitions de la perturbation (Grime, 1973; Connell, 1978; Huston, 1979), elle peut, en général, être décrite comme une force, souvent abrupte et imprévisible, dont la durée est plus courte que le temps entre les perturbations, qui tue ou endommage gravement les organismes et modifie la disponibilité des ressources (Mackey & Currie, 2000). Cette définition de Mackey et Currie semble plus adaptée à notre contexte et aux activités humaines responsables de changements de végétation dans notre dition.

III- APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Cette thèse se situe au carrefour de l'écologie du paysage et de l'écologie des changements de végétation (écologie de l'invasion et écologie des communautés végétales). Notre objet d'étude est donc le paysage dont les éléments sont les types d'utilisation des terres. L'évaluation de l'effet des utilisations et des changements d'utilisation des terres sur la végétation s'est faite par l'analyse de la diversité des communautés végétales en prenant comme modèle les plantes envahissantes.

3.1 Évaluation des changements de végétation

Généralement, il y a deux façons d'examiner les changements de végétation : les études de suivi à long terme et les études par chronoséquences. Les études à long terme servent à suivre l'évolution d'une communauté au fil du temps, tandis que les études par chronoséquences servent à comparer des communautés du même type mais d'âges différents.

3.1.1 Études à long terme

La façon la plus logique d'étudier comment les communautés végétales changent au fil du temps consiste simplement à observer et à mesurer les changements au fur et à mesure qu'ils se produisent. Le chercheur visite régulièrement une communauté et mesure les facteurs biotiques et abiotiques (Meiners, Pickett & Cadenasso, 2002; Meiners, Rye & Klass, 2008).

Les études à long terme sont un excellent moyen de suivre des changements précis dans la structure et le fonctionnement de la communauté au fil du temps. Cependant, ce type d'approche nécessite du temps, ce qui n'est pas toujours disponible. Cela nécessite également de préserver une parcelle de terre à l'usage du chercheur et de la protéger de tout développement (Booth *et al.*, 2010).

Les 3 ans dont nous disposons dans le cadre de cette thèse ne permettent pas d'adopter cette approche méthodologique.

3.1.2 Études par chronoséquences

Pour éviter les problèmes des études à long terme, certains chercheurs utilisent des chronoséquences pour étudier les changements dans la végétation au fil du temps. Pour ce faire, on compare des parcelles de différents stades de succession et le chercheur recrée une séquence chronologique (chronoséquence) de la voie de succession (Csecserits & Rédei, 2001). Cette approche est encore appelée par Pickett *et al.* (1987) "l'espace pour la substitution du temps".

L'utilisation des chronoséquences est limitée (Pickett *et al.*, 1987; Bakker *et al.*, 1996; Foster & Tilman, 2000). Premièrement, cette approche suppose que les conclusions tirées des relations spatiales sont les mêmes que celles qu'on aurait tirées si on avait observé un site au fil du temps. De plus, comme on fait la moyenne des effets observés sur différents sites, on ne peut obtenir qu'un niveau général de détail pour expliquer les observations. Enfin, étant donné que les facteurs propres au site (climat, pédologie, géologie, etc.) peuvent confondre les résultats, les corrélations entre l'abondance des espèces et les attributs des communautés peuvent ne pas être directement liées aux processus de succession. Néanmoins, les chronoséquences sont une technique utile et couramment utilisée (Booth *et al.*, 2010).

Nous avons donc opté pour l'approche par chronoséquences dans le cadre de cette thèse. Pour ce faire, nous avons besoin d'informations sur l'historique des éléments paysagers à investiguer. Cet historique peut être reconstitué soit par enquête auprès des populations locales (usagers des éléments paysagers) soit par télédétection. Vu l'échelle de temps (quatre décennies) choisie, il nous a semblé plus logique d'opter pour la télédétection. En effet, La télédétection correspond bien à l'approche paysage adopté dans ce travail. Elle n'est pas fondée sur la mémoire ou sur l'expérience humaine, ce qui permet d'avoir des informations avec une même précision sur l'ensemble de la région d'étude. Elle permet d'avoir, avant même d'aller sur le terrain, quelques premières informations sur la composition et la structure du paysage de la région d'étude. Ces informations sont utiles pour le plan d'échantillonnage. En outre, l'approche télédétection permet de disposer, à la fin, de modèles spatiaux avec des unités de paysage auxquelles sont attachées des informations aidant à leur gestion.

3.1.3 Les envahissements végétales, l'opportunité d'une expérimentation ?

Les plantes envahissantes peuvent servir de modèle dans le suivi des changements de végétation induits par les activités humaines. Le stade de dominance de l'espèce envahissante est facilement identifiable, ce qui permet la mise en place d'approches synchroniques, fondées sur la comparaison de communautés envahies et de communautés non-envahies, considérées comme référence. Dans ce contexte, si la communauté de référence est elle-même dominée par une espèce, l'envahissement dans son stade final peut alors permettre d'analyser l'importance du processus (succession vs invasion) par lequel une espèce devient dominante et l'influence des caractéristiques biologiques de l'espèce dominante, pour la structuration des communautés et le fonctionnement des écosystèmes. Dans le cadre de notre étude, les formations végétales semi-naturelles (forêts et savanes jamais mises en culture depuis au moins quatre décennies)

sont considérées comme référence, vu qu'elles sont moins impactées par les activités humaines notamment l'agriculture.

3.2 Choix de la dition

Le choix de la dition a été guidé par plusieurs raisons.

Premièrement, voulant montrer l'effet des utilisations des terres sur la végétation, le choix de la dition a été guidé par la disponibilité d'un gradient (différents types d'utilisation) des habitats plus perturbés (agricoles depuis 40 ans) aux habitats moins perturbés (jamais mis en culture depuis au moins 40 ans). Ces gradients ne sont disponibles actuellement au Togo qu'autour des aires protégées.

Deuxièmement, la dition présente un double intérêt, économique pour l'agriculture et environnemental pour la conservation de la biodiversité. En effet, une meilleure gestion des plantes envahissantes pourrait réduire les pertes de rendements agricoles causées par ces plantes et par conséquent améliorer les revenus des populations. De même, un meilleur contrôle des plantes envahissantes à l'intérieur de l'aire protégée, permettrait de limiter leurs impacts et de mieux conserver les formations végétales d'origine qui sont des habitats pour plusieurs espèces rares et menacées de disparition. De plus, par sa localisation dans le couloir du Dahomey, discontinuité qui sépare les deux grands blocs forestiers guinéen et congolais en Afrique, la dition revêt un intérêt particulier pour la conservation de sa biodiversité.

Troisièmement, la taille de la région (d'environ 40 km x 40 km) et la disponibilité des images satellitaires remontant jusqu'à quatre décennies sont aussi un atout pour des analyses à l'échelle du paysage. C'est en effet à cette échelle spatiale intermédiaire, entre 10 et 100 km, que les variables liées à l'humain sont en tête de liste des facteurs explicatifs du processus d'envahissement (Theoharides & Dukes, 2007).

3.3 Choix de l'analyse fréquentielle pour la végétation

Les traitements statistiques classiques couramment utilisées considèrent les observations recueillies sur le terrain comme des échantillons tirés d'un "univers statistique" de taille infinie. Ce sont donc des méthodes de "l'inférence statistique". Or, dans les études écologiques, l'échantillon est constitué par des "relevés" observés en des lieux qui sont certainement différents de ce qui les entoure (Godron, 2012a). De plus, l'écologie du paysage montre que tous les territoires sont hétérogènes et que l'échantillon ne peut pas être considéré comme représentatif de l'espace inconnu situé entre les localités observées. Ces méthodes ne sont donc pas adaptées aux données écologiques. Comme l'a souligné Lévêque (2017) cité par Godron

(2019), en écologie, "chaque région, voire chaque territoire, a son histoire climatique et évolutive, et la diversité biologique qui lui est associée est le produit de cet héritage. [...] L'extrapolation de résultats obtenus dans une situation donnée à une région ou à un continent ne va pas de soi."

L'idée centrale de l'analyse fréquentielle est de sélectionner les observations qui apportent le plus d'information, en mettant en œuvre des méthodes statistiques "exactes" c'est-à-dire des méthodes statistiques probabilistes qui ne font pas référence à l'inférence statistique (Godron, 2012a). L'analyse fréquentielle, utilisée par plusieurs auteurs (Daget *et al.*, 1972; Daget & Godron, 1982; Moravec, 1985; Godron, 2012a; Barima, Assale & Andrieu, 2016; Vignal & Andrieu, 2016; Kouakou *et al.*, 2018) est plus adaptée aux données écologiques qui suivent rarement la distribution normale de Gauss (une condition des analyses statistiques classiques). L'analyse fréquentielle permet aussi d'éviter les "illusions d'optique" souvent créées par l'analyse multivariée. Cette "illusion d'optique" est liée au fait que les images issues de l'analyse multivariée sont des projections de l'espace multidimensionnel sur un plan bidimensionnel (Kouakou *et al.*, 2018). Il faut aussi préciser que l'analyse multivariée, très utilisée en écologie pour expliquer les relations entre les plantes ou les animaux et leur environnement, ne comportent pas de tests précis sur la force de ces relations. L'analyse fréquentielle s'avère aussi pertinente puisque les analyses classiques supposent que l'échantillon est « équilibré » pour les facteurs étudiés, ce qui n'est pas possible pour les observations écologiques (Forman & Godron, 1986; Godron, 2012a).

Pour ces raisons, nous avons opté pour l'analyse fréquentielle de nos données de végétation dont les résultats sont présentés dans les chapitres 5 et 6.

DEUXIÈME CHAPITRE : PRÉSENTATION DE TOGODO, LA RÉGION D'ÉTUDE

« Une croissance indéfinie est impossible, nous n'avons qu'une seule Terre, mais une civilisation du bonheur est possible. Les solutions existent, mais l'opinion les ignore car les structures actuelles et les détenteurs du pouvoir économique et politique s'y opposent. »

René Dumont

I- SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE LA RÉGION D'ÉTUDE

1.1 Présentation générale

Le Togo est un pays de 56 600 km², localisé entre 6° 6' et 11° 8' de latitude Nord et entre les longitudes 0° 8' Ouest et 1° 45' Est. Il est caractérisé par sa forme "en corridor" : sa largeur varie de 50 à 150 km entre les frontières du Ghana et du Bénin et il s'étire sur 550 km. Cette forme lui confère une hétérogénéité climatique, édaphique et écologique marquée du nord au sud. La dition - territoire étudié - se trouve dans le Sud-Est du Togo (Figure 2.1), administrativement à cheval entre les préfectures du Haho au Nord (région des plateaux) et du Yoto au Sud (région maritime). Sur le plan géographique, elle se situe entre 6° 39' et 7° 0' latitudes Nord et entre 1° 14' et 1° 37' longitudes Est. La dition est délimitée par le fleuve Mono à l'Est (caractérisant la frontière entre le Togo et le Bénin), la rivière du Yoto à l'Ouest, la route nationale 6 au Nord et la route Kouvé-Tokpli au Sud, sur une superficie de 1193 km². Le site a été établi autour de l'Aire Protégée de Togodo, avec au Nord les Forêts classées d'Asrama et de Tététou et au Sud la Forêt sacrée de Godjé-Godjin et les mares d'Afito. Ces écosystèmes renferment une grande diversité végétale et animale dont des espèces menacées sur la liste rouge de l'UICN (UICN/PACO, 2008; Amori *et al.*, 2016; Ségniagbéto *et al.*, 2018).

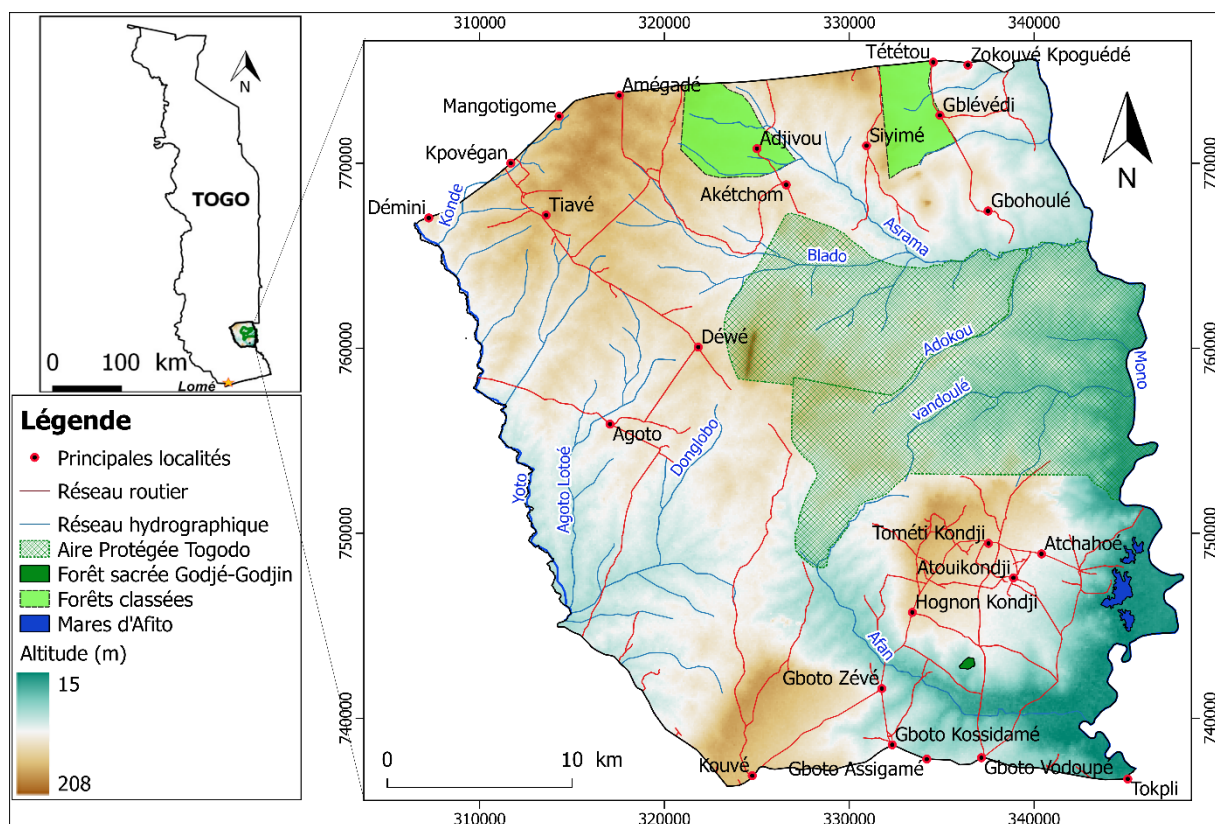


Figure 2.1 : Localisation de la dition.

1.2 Historique de l'APT

L'APT est un complexe constitué de la Forêt Classée de Togodo-Sud créée par l'arrêté N° 534 du 4 juillet 1952 et de Forêt classée de Togodo-Nord créée le 26 février 1954 avec respectivement une superficie de 18 000 et 13 000 hectares. L'APT est inscrite par le Togo depuis le 04 novembre 1995 sur la liste des zones humides d'importance internationale (site Ramsar). Par arrêté N°004/MERF/CAB du 02 février 2005, la Forêt classée de Togodo-Sud a été requalifiée Parc National de Togodo-Sud. Lors de cette requalification, une partie de l'aire a été rétrocédée à la population et sa superficie est passée de 18 000 à 15 000 ha. De même la Forêt classée de Togodo-Nord a été requalifiée par l'arrêté N° 005 MERF/CAB du 02 février 2005 avec une nouvelle superficie de 10 500 ha. Comme la plupart des aires protégées du pays, l'APT subie des menaces anthropiques, notamment le braconnage, le défrichement pour les besoins agricoles, la coupe de bois et la carbonisation pour les besoins domestiques et la vente.

II- CADRE BIOPHYSIQUE

2.1 Cadre climatique

2.1.1 Climat togolais

Dans un contexte global, le climat togolais est sous l'influence directe de la zone excédentaire du bilan radiatif terrestre et de l'oscillation Nord-Sud de la ZCIT (zone de convergence intertropicale), point de convergence des alizées des deux hémisphères, dont le front est à l'origine de la saison des pluies (Eldin, 1971).

Le climat togolais est, d'après la classification des climats de Köppen élaborée en 1900 et mise à jour par Kottek *et al.* (2006), en zone Aw, signifiant « *equatorial winter dry* ». Le climat du pays est déterminé par les passages de la ZCIT : convergence des alizées de l'hémisphère Nord et de l'hémisphère Sud. La fluctuation au cours de l'année de la ZICT est à l'origine des saisons. Lorsque la ZICT descend vers le sud en décembre-janvier, l'Harmattan (alizée boréal continental sec) est alors le vent dominant, ce qui correspond à la période sèche. Par contre, quand elle remonte vers le nord, en mars-avril, la Mousson (alizée austral marin humide) prend le relais et débute alors la période des pluies (Figure 2.2).

D'après des données « worldclim », on distingue à l'Ouest du pays des précipitations plus intenses et des températures plus faibles, correspondant à la chaîne de montagne de l'Atacora et le Mont Agou (point culminant du pays, 986 m) mettant en exergue le gradient pluviométrique altitudinale et un effet orographique.

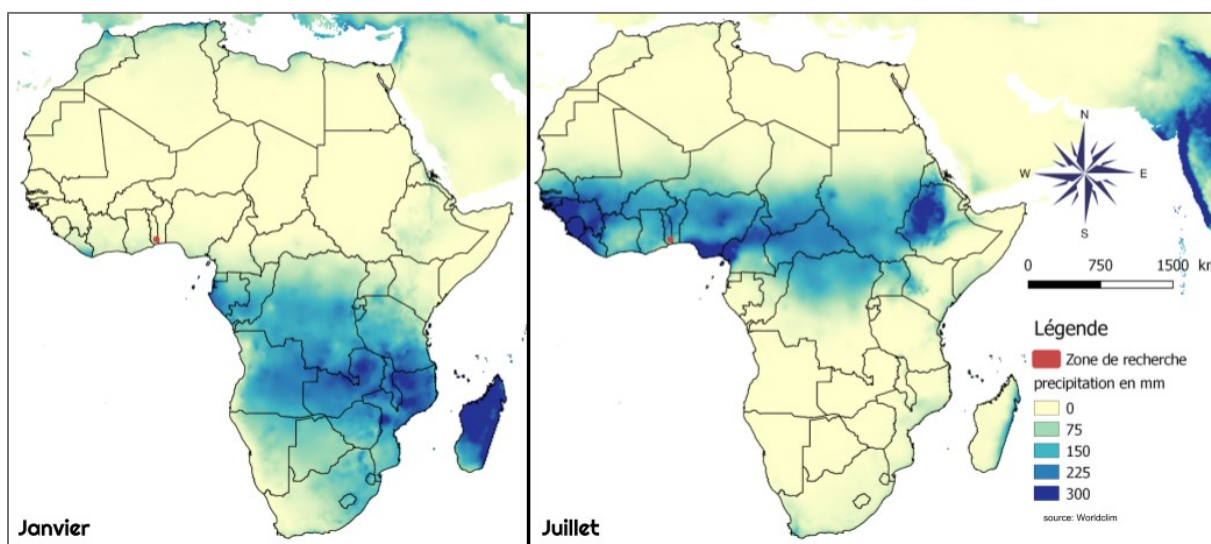


Figure 2.2 Mouvement de la ZICT dans la zone intertropicale.

2.1.2 Climat du site

La saisonnalité de la dition a été déterminée grâce aux données de 1987 à 2016 des stations météorologiques de Notsé au Nord-Ouest et de Tabligbo au Sud de la zone. Les calculs de Gaussen ($P < 2T$) et de Birot ($P < 4T$) (Charre, 1997) ont été effectués pour chaque mois, où P correspond au cumul des précipitations mensuelles et T à la température moyenne mensuelle. Avec le calcul de Gaussen, les deux stations obtiennent le même résultat : une saison sèche de novembre à février (Figures 2.3a et 2.3b). Le calcul de Birot plus précis pour les régions chaudes (Ilunga, Muhire & Mbaragijimana, 2004), montre une grande saison sèche de décembre à mars, et une petite saison sèche en août à Notsé (Figure 2.4a) et en juillet et août à Tabligbo (Figure 2.4b). Cela correspond bien au balayage de la ZCIT, qui traverse deux fois le golfe de Guinée (Panthou, 2013). Les grandes saisons ont une durée plus longue et un écart à la moyenne des précipitations plus important. Le cumul des précipitations annuelles est de 1 100 mm environ pour la station de Notsé et de 1 000 mm pour celle de Tabligbo. La petite superficie de la région d'étude et son faible relief participe à une pluviométrie annuelle homogène, même si le nord est légèrement plus arrosé. La température moyenne annuelle a moins d'importance dans la détermination de la saisonnalité, elle est de 27,4°C à Tabligbo, et de 26,8°C à Notsé. L'écart à la moyenne sur l'année est seulement de 1°C, signe d'une température relativement constante.

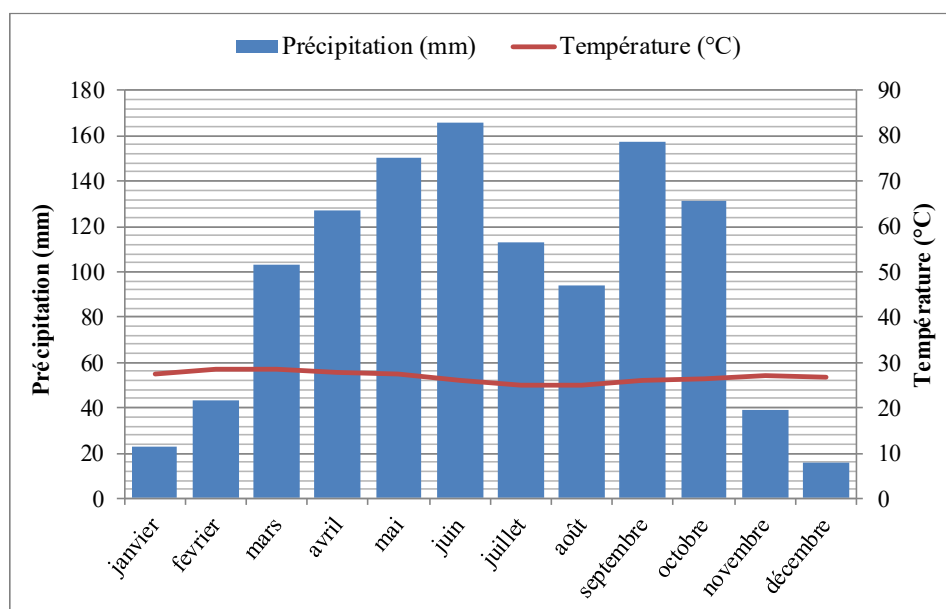


Figure 2.3a : Diagramme ombrothermique selon Gaussen de la station de Notsé (1987-2016)

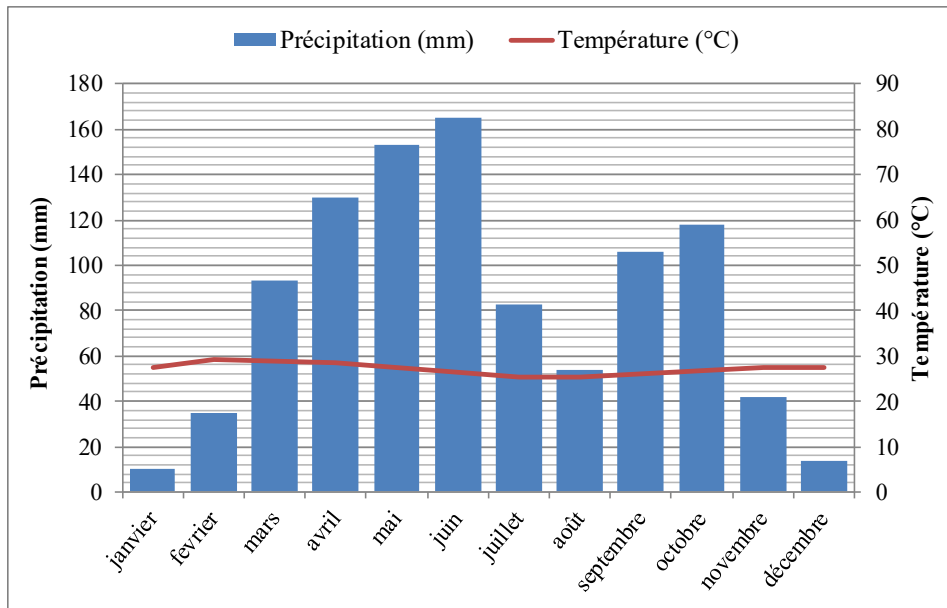


Figure 2.3b : Diagramme ombrothermique selon Gaussen de la station de Tabligbo (1987-2016)

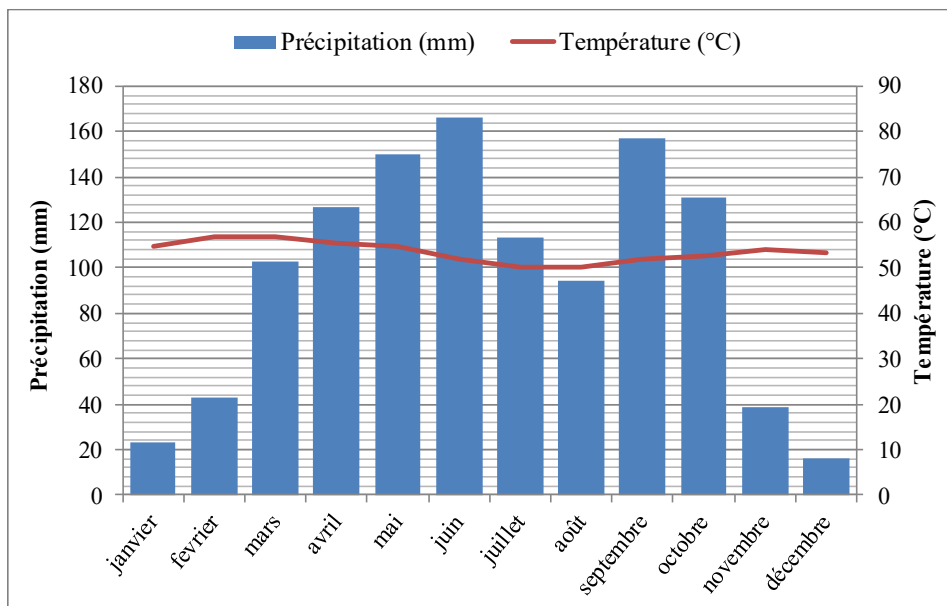


Figure 2.4a : Diagramme ombrothermique selon Birot de la station de Notsé (1987-2016)

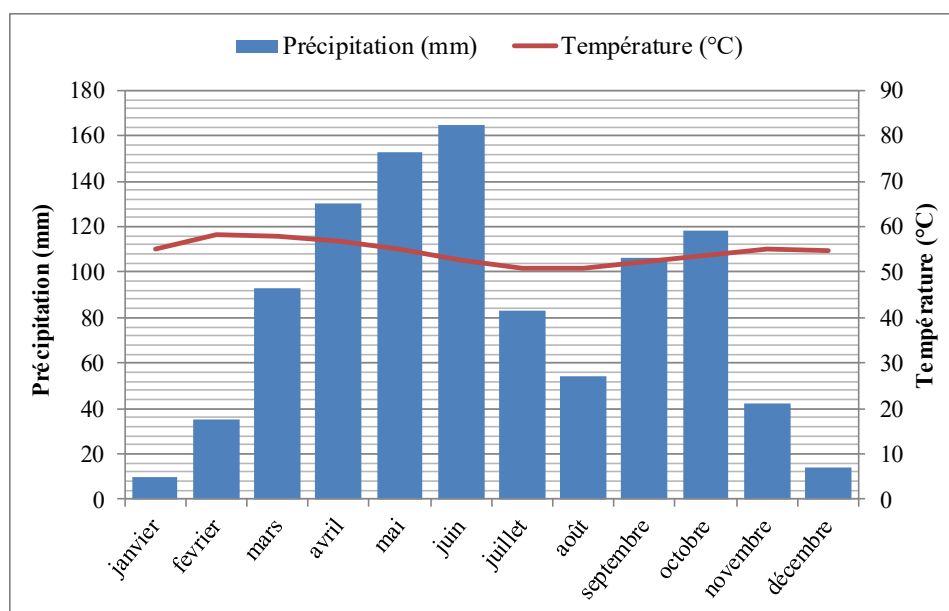


Figure 2.4b : Diagramme ombrothermique selon Birot de la station de Tabligbo (1987-2016)

2.1.3 Évolution future du climat

La figure 2.5 montre l'évolution de la température de la dition sur la base de 4 scénarios RCP (*Representative Concentration Pathway*) (GIEC, 2013). Les résultats sont focalisés sur le Sud du Togo (6-7°N ; 0-2°E), de 2017 à 2100. On distingue une évolution en deux phases : une augmentation de 1°C décrite par les 4 scénarios jusqu'en 2050, puis une phase de divergence des scénarios jusqu'en 2100. Pendant cette période de divergence, une augmentation de près de 3°C pour RCP 8.5, de 1,5°C pour RCP 6.0 et un retour à la stabilité pour RCP 4.5 sont observés. En revanche, RCP 2.6 prévoit une légère diminution. La moyenne des 4 RCP prévoit une température moyenne annuelle de 29°C en 2100, soit une augmentation de 2°C par rapport à la période de référence (1961-1990) pour le sud du pays. Ce changement, s'il se confirmait, pourrait avoir des impacts non négligeables sur les écosystèmes et les plantes envahissantes.

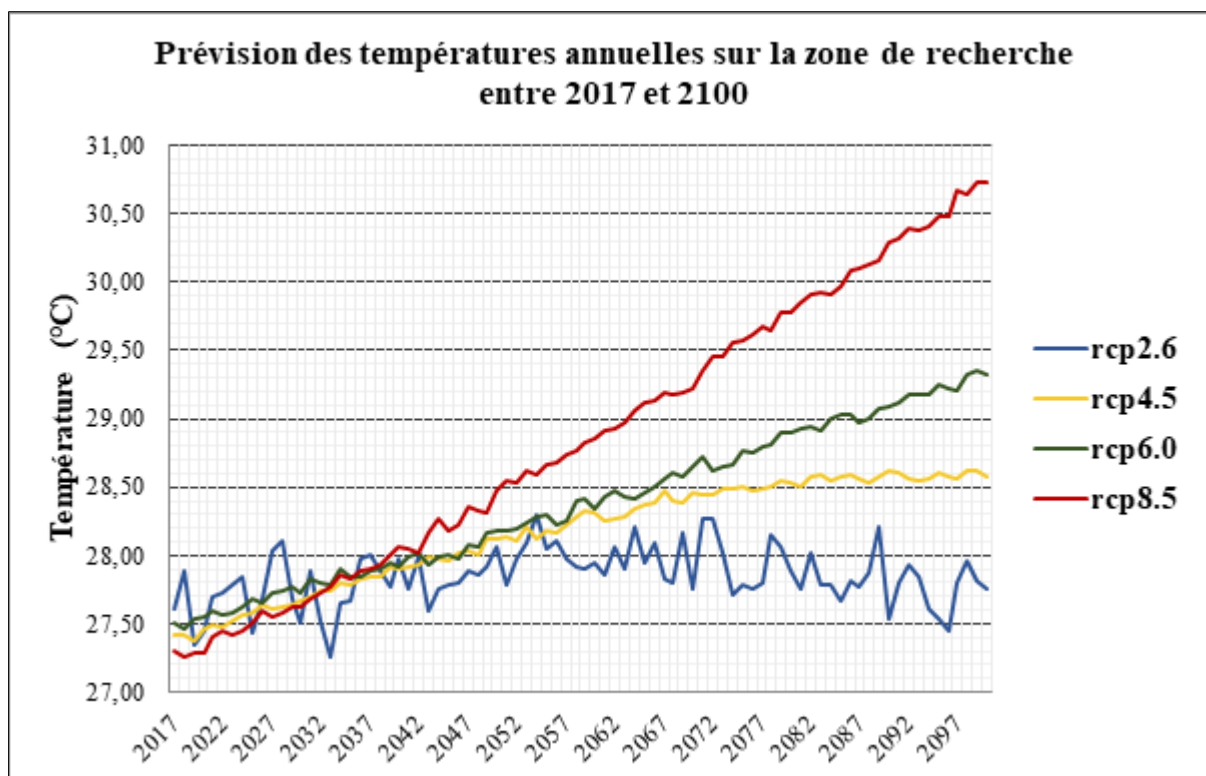


Figure 2.5 : Prédiction des températures sur Togodo selon les RCP (GIEC, 2013). *Un scénario RCP permet de modéliser le climat futur sur la base de quatre hypothèses différentes concernant la quantité de gaz à effet de serre qui sera émise dans les années à venir (période 2000-2100). Chaque scénario RCP donne une variante jugée probable du climat qui résultera du niveau d'émission choisi comme hypothèse de travail. Les quatre scénarios sont nommés d'après la gamme de forçage radiatif ainsi obtenue pour l'année 2100 : le scénario RCP2.6 correspond à un forçage de $+2,6 \text{ W/m}^2$, le scénario RCP4.5 à $+4,5 \text{ W/m}^2$, et de même pour les scénarios RCP6.0 et RCP8.5.*

2.2 Cadre hydrographique

La dition est partagée entre les bassins versants du Mono et du Haho (Figure 2.6). L'hydrologie du fleuve Mono et de la rivière Haho est étroitement liée aux variations saisonnières du climat dans cette région. Le fleuve Mono possède un régime soudanien, les disparités du régime sont très importantes : $5 \text{ m}^3/\text{s}$ en saison sèche contre plus de $100 \text{ m}^3/\text{s}$ en juillet, voir $500 \text{ m}^3/\text{s}$ lors de crues importantes (Bouchardeau & Roche, 1965). Le barrage de Nangbéto construit en 1987, modifie considérablement le débit et le régime hydro-sédimentaire en aval. Un second barrage (Adjarala) est en projet depuis les années 1990 (Rossi, 1996). Les variations climatiques et le barrage Nangbéto pourraient provoquer une hausse du risque d'inondation parallèlement à une hausse de la vulnérabilité du fait des pressions anthropiques (Ago, Petit & Ozer, 2005). En effet, la dégradation des sols, le déboisement des berges du fleuve Mono et des zones inondables, l'augmentation des habitations dans le lit majeur du fleuve ne font que fragiliser les populations riveraines et accroître leur vulnérabilité face aux inondations (Ago *et al.*, 2005). Au cœur de la zone, les cours d'eau de régime pérenne cisailent le relief, en

créant des petits bassins de réception, caractérisés par un ensemble de drayes et de cours d'eau intermittents, actifs durant la saison de pluies. La ressource en eau dépend des variations climatiques saisonnières, car durant la saison sèche, une grande partie du site n'est plus irriguée.

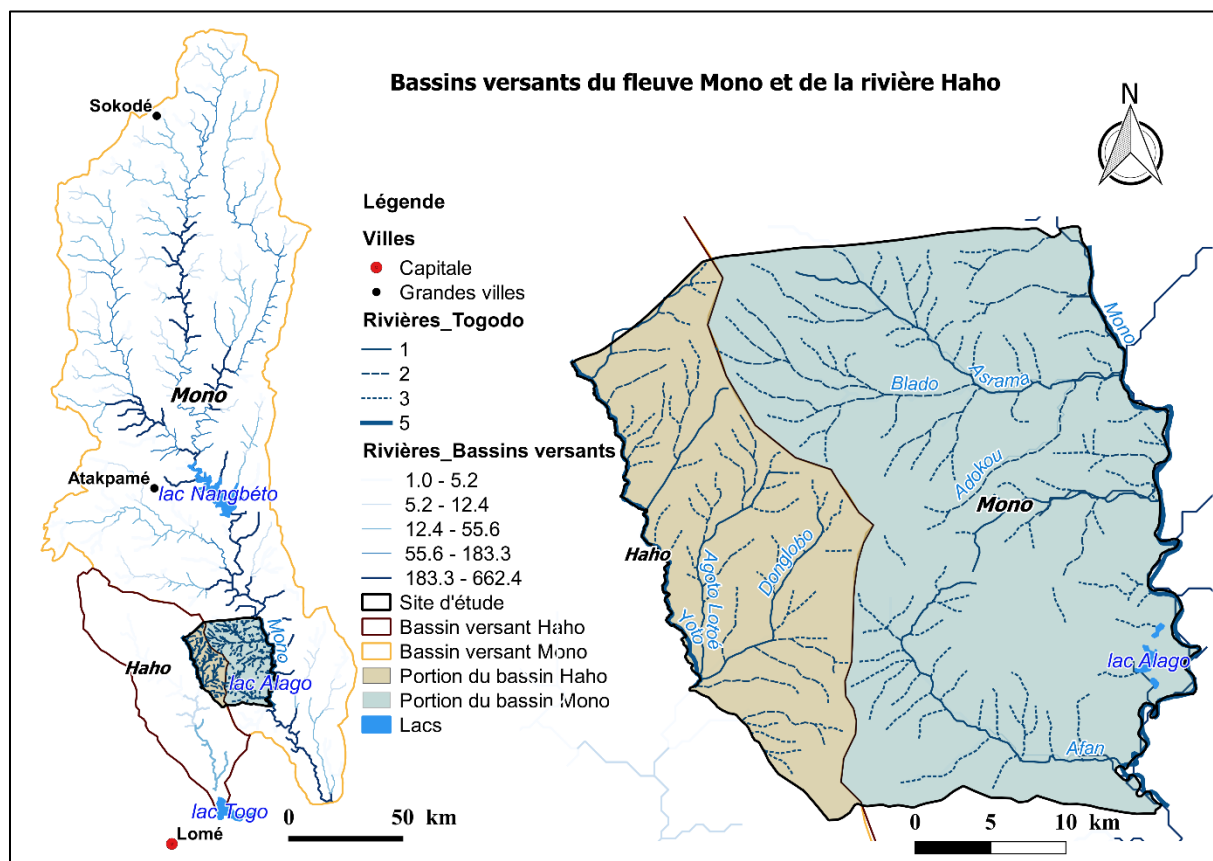


Figure 2.6 : Hydrographie de Togodo.

2.3 Cadres géomorphologique, géologique et pédologique

L'altitude moyenne de la dition est de 100m, typique d'un relief de plaine, cisailée de talwegs. On identifie tout de même quelques inselbergs (Photo 2.1), deux plateaux de terre de barre au sud et une arête granitique au centre, le Mont Gbéto (228m) qui est le point culminant du site (figure 2.7). Ces plateaux de terre de barre, encore connus sous le nom de Continental Terminal, sont un ensemble détritique d'âge post-éocène sur sols à sesquioxides, faiblement ferrallitique (Kokou, Adjossou & Hamberger, 2005).



Photo 2.1 Inselbergs dans la partie nord de la dition. © V. Gond

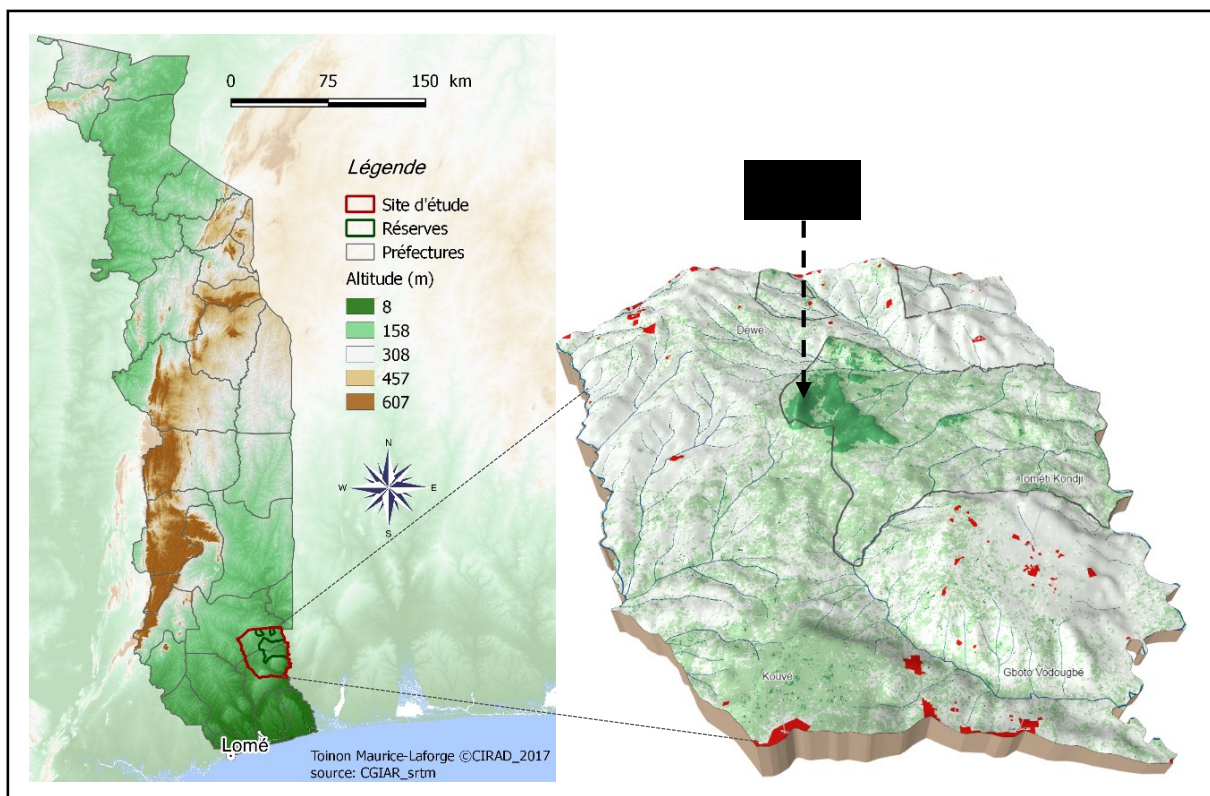


Figure 2.7 : Relief du Togo et de Togodo.

Les formations géomorphologiques de Togodo sont principalement de nature fluviale due à l'érosion de l'eau. La figure 2.7 permet d'identifier les dynamiques de l'eau via la position des drayes et de comprendre comment l'eau a façonné l'ensemble des talwegs du site. La présence de dépôts sédimentaires quaternaires dans le lit de l'Afran et la diversité de temps

géologiques représentés pour un faible relief témoignent d'un phénomène d'érosion sur la dition. Le cisaillement de Togodo est significatif puisque certaines roches du cambrien se retrouvent plus basses que certaines roches du mésoarchéen (figure 2.8).

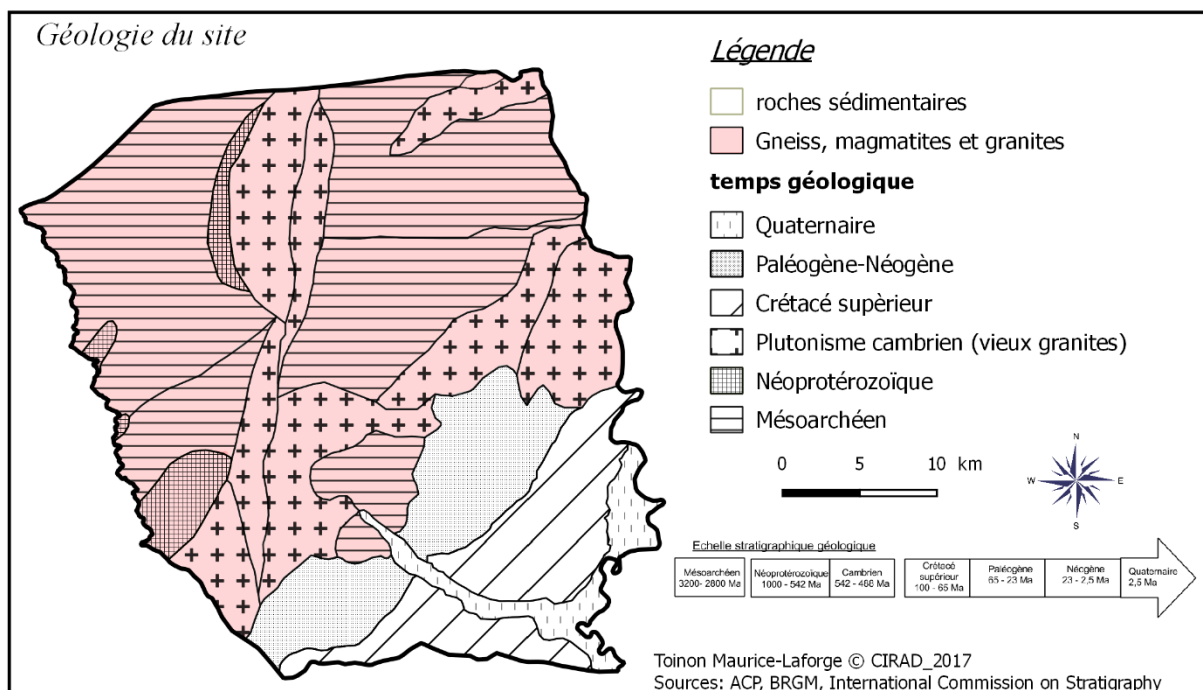


Figure 2.8 : Géologie de la région d'étude.

Il existe sur la dition un parallèle entre la géologie (figure 2.8) et les différents types de sols (figure 2.9). Les sols ferralitiques concrétionnés se retrouvent sur les roches sédimentaires du néogène, du crétacé et du quaternaire. De même, les sols ferrugineux à sesquioxyde de fer peu concrétionnés se retrouvent sur les roches cristallines. Autour des cours d'eau, se développent des sols hydromorphes et des sols peu évolués (figure 2.7 et 2.9). La pédogenèse des sols de Togodo est due à différents cycles d'érosion qui, après la mise à l'air libre de différents types de roche, a permis la création d'un grand nombre de sols (Lévêque, 1979). La classification internationale permet d'identifier deux familles : les Nitisols sur les roches sédimentaires, qui se caractérisent par un faible drainage, une productivité élevée et une forte teneur en fer (Jones *et al.*, 2015). Les luvisols sur les roches cristallines, sont composés d'un horizon A avec un taux élevé en matières organiques, un horizon B épais (Worou, 2002), mais avec une érodabilité plus importante.

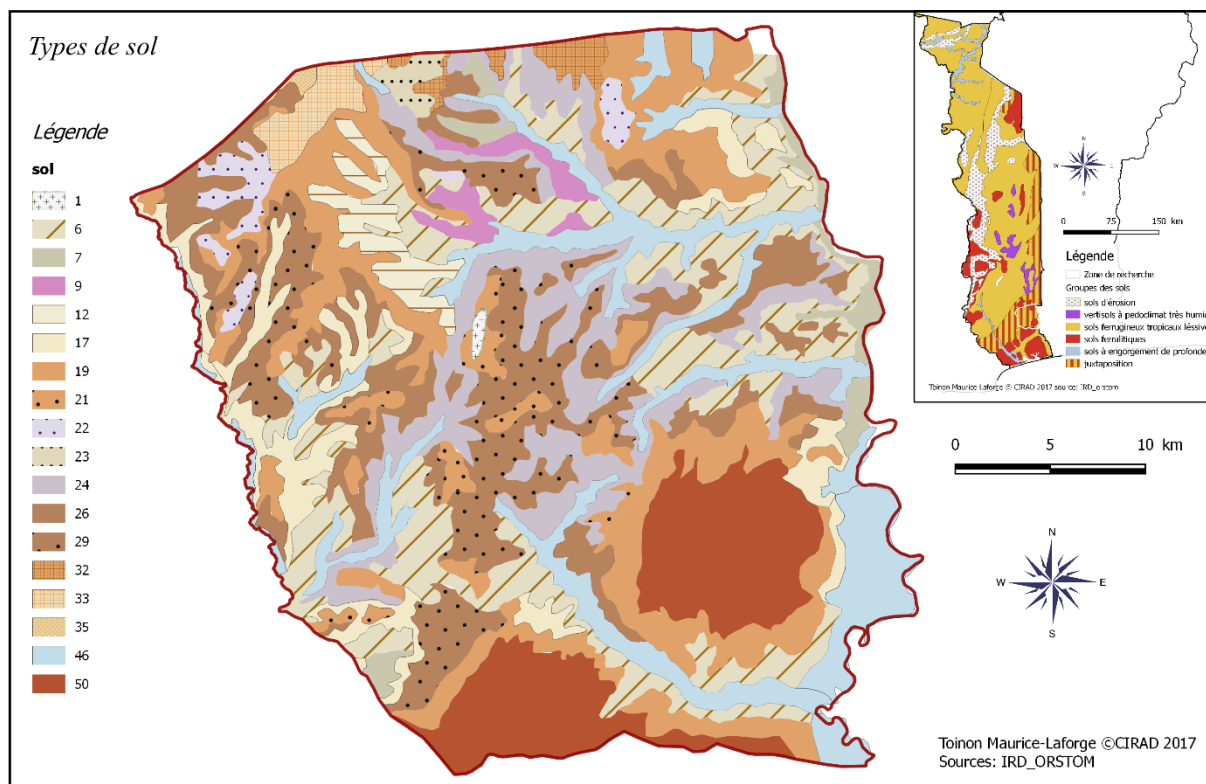


Figure 2.9 : Types de sol dans et autour de Togodo. (Source : Lamouroux, 1969; IRD, 1979). **1-** Sols minéraux bruts, non climatique, sur granite ou gneiss ; **6-** Sols peu évolués, non climatique, matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss mésocrates ; **7-** Sols peu évolués, non climatique, matériaux à altération smectites gneiss ; **9-** Vertisols et paravertisols, lithomorphes, sur amphibolites ; **12-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, sur matériaux d'altération de gneiss ou micaschiste ; **17-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss à biotite et amphibole ; **19-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, concrétionnés, sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss à deux micas ; **21-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss leucocrates à mésocrates ; **22-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, à lessivage moyennement profond, sur matériaux d'altération de gneiss à amphibole et/ou à biotite ; **23-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, à lessivage profond, sur matériaux d'altération de gneiss à amphibole et/ou à biotite ; **24-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, lessivés, sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss à deux micas ; **26-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss leucocrates à mésocrates ; **29-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss divers ; **32-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, smectites et gneiss ; **33-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, induration profonde, sur matériaux d'altération de roches mères indéterminées ; **35-** Sols à sesquioxydes de fer, ferrugineux tropicaux, d'érosion plus ou moins ancienne, sur matériaux d'altération de roches mères indéterminées ; **46-** Sols hydromorphes, minéraux ou peu humifères, complexes colluvio-alluviaux argileux ou argilo-sableux ; **50-** Sols ferrallitiques, faiblement ou moyennement saturés, sur sédiments argilo-sableux.

2.4 La Végétation de Togodo

La dition se trouve au nord de la zone écologique V, dite côtière (Ern, 1979). Elle est caractérisée par un paysage ouvert constitué, d'une part, d'une mosaïque d'éléments fortement perturbés tels que les cultures, les jachères, les fourrés à palmiers à huile (*Elaeis guineensis*) et les villages (Photo 2.2) et, d'autre part, d'éléments peu perturbés (savanes guinéennes et îlots de forêts denses sèches semi-décidues) (Kokou *et al.*, 1999). Ainsi, on retrouve au niveau de la dition un contraste entre l'intérieur de l'APT (formations végétales semi-naturelles) et la zone périphérique (formations fortement perturbées). Les forêts et savanes rencontrées à l'intérieur de l'APT sont typiques du couloir du Dahomey, discontinuité qui sépare les deux grands blocs forestiers guinéen et congolais en Afrique (Tossou, Akouegninou & N'dah, 2008).

Dans les formations forestières, on distingue :

- les forêts semi-caducifoliées, peuplements pluristrates homologues aux "*dry semi-deciduous forests*" (Hall et Swaine, 1981 cité par Kokou, 1998). Les arbres caractéristiques de la strate supérieure sont : *Milicia excelsa*, *Azelia africana*, *Triplochiton scleroxylon*, *Antiaris africana* et *Ceiba pentadra* (Kokou, 1998).
- les forêts galeries sur sols hydromorphes le long des cours d'eau permanents ou temporaires ;
- les forêts claires : peuplements ouverts composés d'arbres aux cimes plus ou moins jointives. Ils sont pourvus d'un tapis graminéen couvrant plus ou moins partiellement le sol et d'une strate arborescente pratiquement continue (Bellefontaine, Gaston & Petrucci, 1997).

Ces formations forestières sont disséminées dans une "matrice" correspondant aux savanes guinéennes. Les principaux types de savanes rencontrés sont :

- les savanes boisées : formations herbeuses dans lesquelles arbres et arbustes forment un couvert généralement clair. Ce stade se rapproche de la forêt claire par réduction du tapis graminéen.
- les savanes arborées : formations herbeuses où arbres et arbustes sont disséminés (Kokou, 1998).
- les savanes herbacées sont par contre peu représentées dans la réserve.



Photo 2.2 Mosaïque paysagère autour de Togodo. © A. Akodéwou

2.5 La diversité faunistique de Togodo

La dition enregistre une faune relativement diversifiée retrouvée dans tous les types de formations végétales. Les petits mammifères, composés en majorité des rongeurs sont souvent rencontrés dans les jachères, les champs, les savanes, etc. Les mammifères comme les antilopes, les buffles (*Syncerus caffer*) etc. sont plus localisés dans l'aire protégée de Togodo et dans quelques relicttes forestières à l'instar de la Forêt classée de Godjé-Godjin (MERF, 2014). La dition héberge également des espèces de primates très menacées par les actions humaines au rang desquelles le Patas (*Erythrocebus patas*), le singe à ventre rouge (*Cercopithecus erythrogaster erythrogaste*), la mone (*Cercopithecus mona*), le singe tantale (*Chlorocebus tantalus*), le Colobe magistrat (*Colobus vellerosus*) et le Babouin olive (*Papio anubis*) (Amori *et al.*, 2016; Agbessi *et al.*, 2017; Segniagbeto *et al.*, 2017; Ségniagbéto *et al.*, 2018). D'autres mammifères recensés dans l'APT tels que les hippopotames (*Hippopotamus amphibius*), les buffles (*Syncerus caffer*), le Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), le Cobe défassa (*Kobus ellipsiprymnus*) etc. sont aussi menacés (UICN/PACO, 2008). Enfin, la dition sert d'habitat aussi pour des reptiles comme le Crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*), le Varan du Nil (*Varanus niloticus*) ou le Python de Seba (*Python sebae*).

III- LA POPULATION AUTOUR DE TOGODO

3.1 La population

Comme à l'échelle de l'Afrique, la population togolaise est en pleine transition démographique (United Nations, 2017) et est essentiellement jeune (figure 2.10). La population togolaise était de 7,8 millions en 2017 (Banque Mondiale, 2019) et pourrait atteindre les 25 millions en 2100 selon les prévisions des Nations Unies (figure 2.11). La pyramide montre qu'il y a autant d'hommes que de femmes.

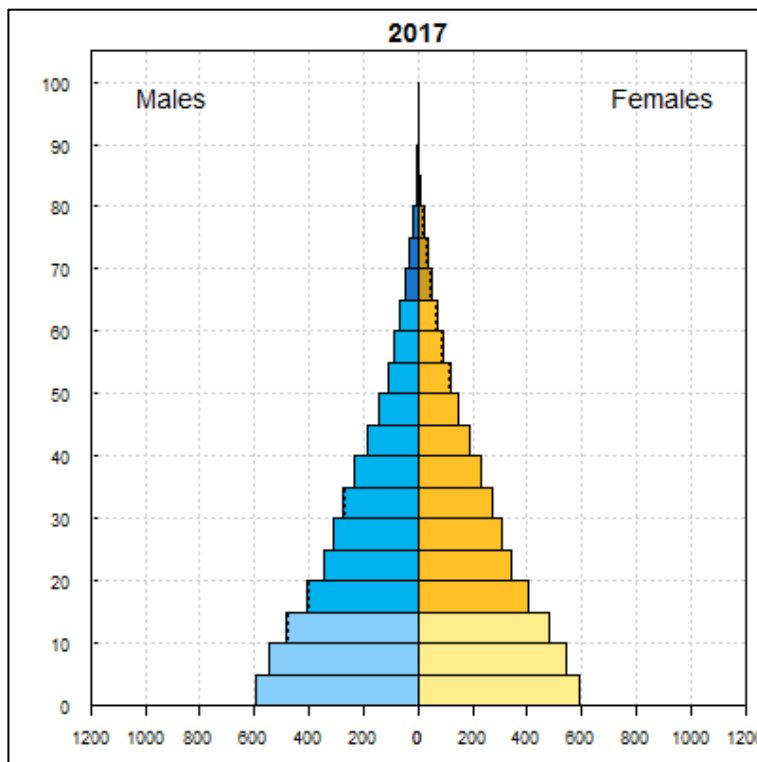


Figure 2.10 : Pyramide des âges au Togo en 2017 (*United Nations, 2017, <https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/>*). L'âge est en ordonnée et la population (en millier) est en abscisse.

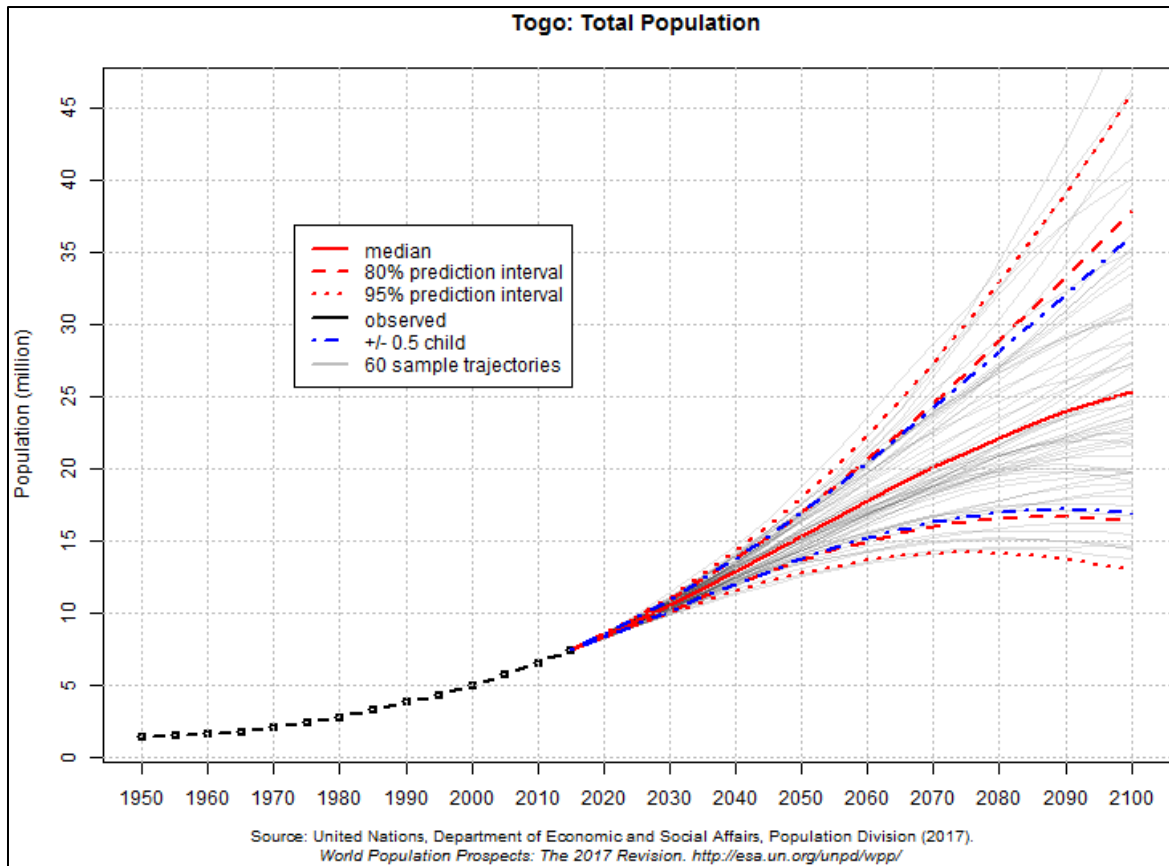


Figure 2.11 : Évolution de la population togolaise de 1950 à 2100.

La population autour de Togodo se concentre en 3 bassins d'implantation : les villages de l'ethnie Ewé se retrouvent au Nord-Ouest, les villages de l'ethnie Adja-Ehoué (Adja-Hwé) au Nord-Est et les villages de l'ethnie Watchi (Ouatchi) au Sud-Ouest (figure 2.12). D'autres ethnies minoritaires allochtones comme les Akébou et les Losso sont inégalement réparties à l'échelle de la dition.

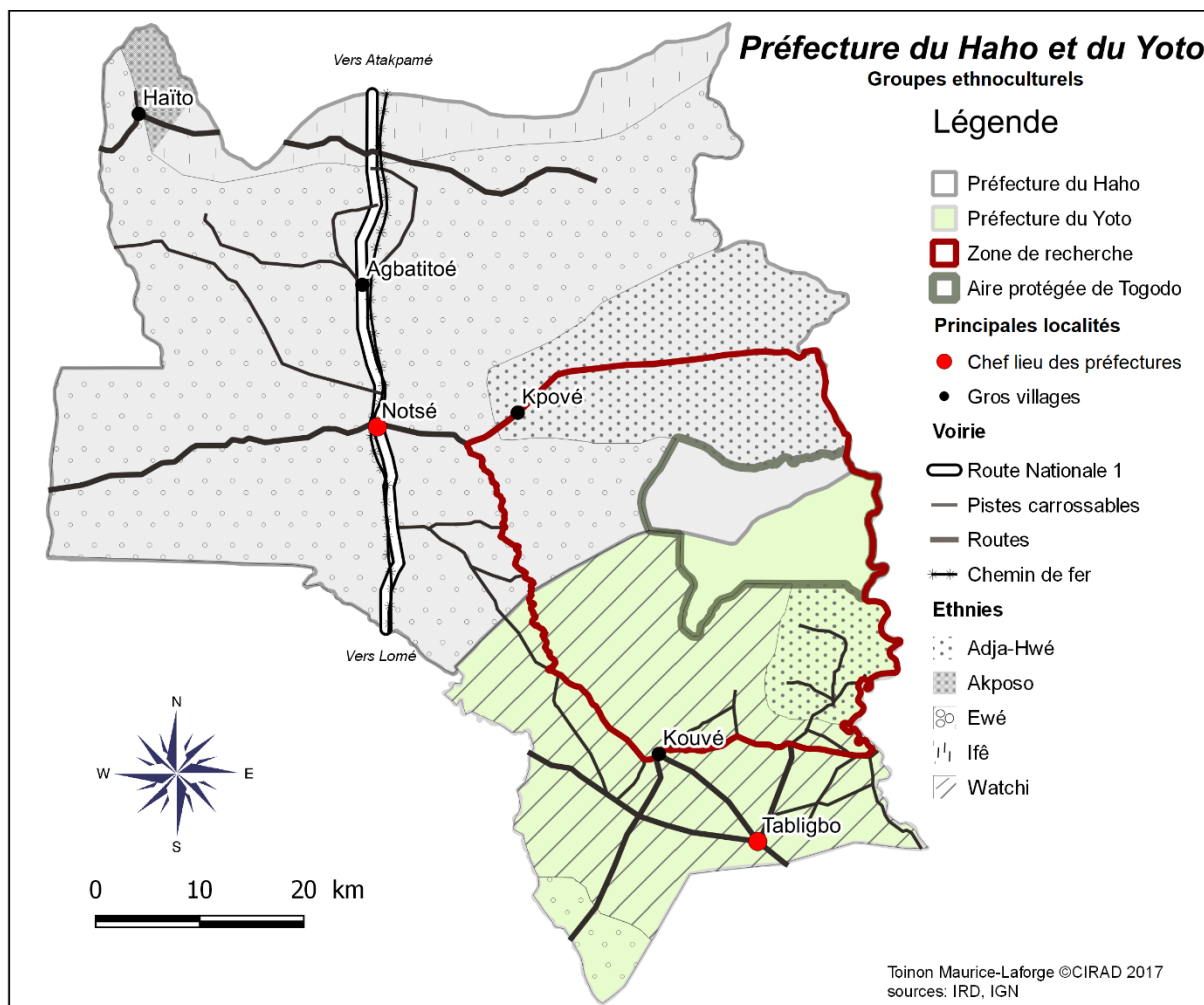


Figure 2.12 : Groupes ethnoculturels autour de Togodo. (Source: IRD, 1989; IGN, 1991).

En cohérence avec les données nationales (âge moyen national est de 18,7 ans), les préfectures du Yoto et du Haho sont en pleine transition démographique avec une forte proportion de jeunes (Figures 2.13 et 2.14). 50% de la population a moins de 19 ans. Dans les 2 préfectures la population est essentiellement rurale (environ 85% de la population totale). (DGSCN, 2010).

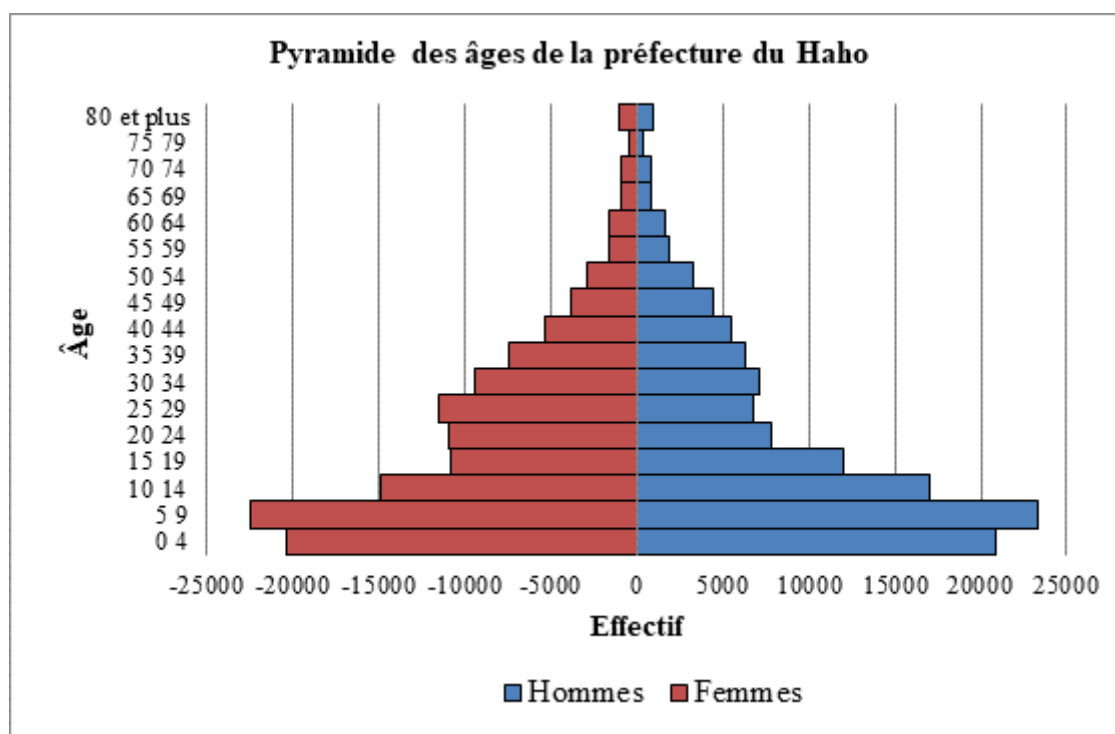


Figure 2.13 : Pyramide des âges de la préfecture de Haho. (Source: DGSCN, 2010).

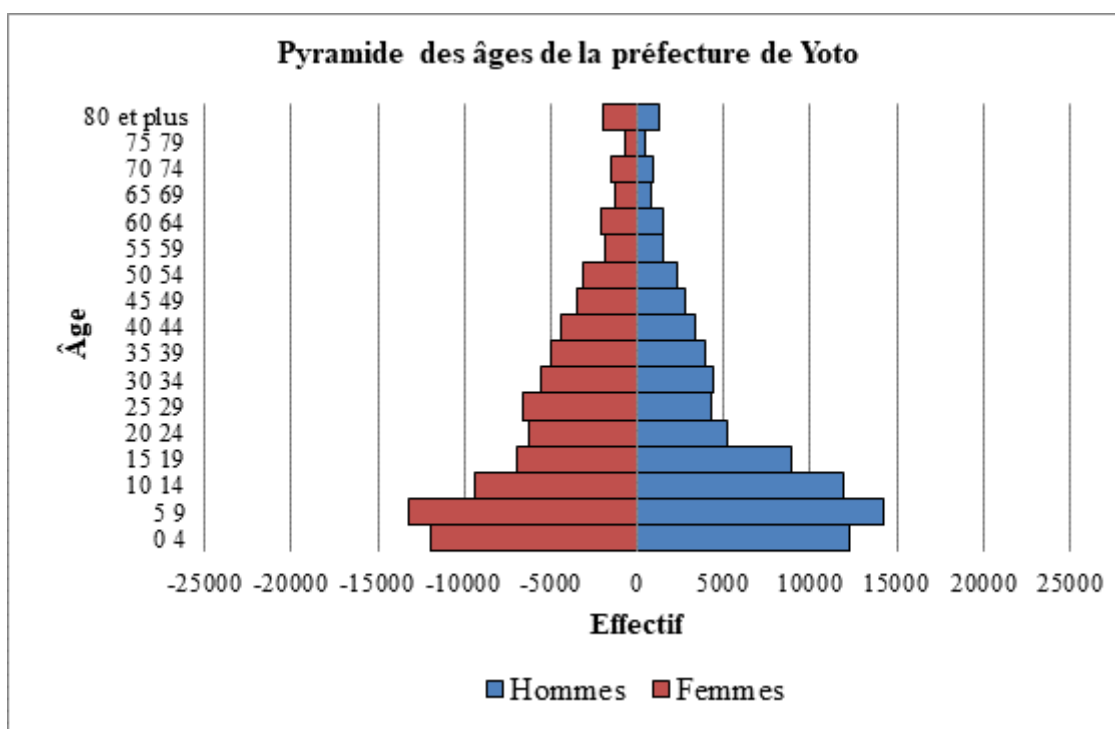


Figure 2.14: Pyramide des âges de la préfecture de Yoto. (Source: DGSCN, 2010).

3.2 Activités de production autour de Togodo

L'agriculture est le secteur économique le plus présent sur la dition. Du fait de l'augmentation de la demande en vivres alimentaires, et des besoins financiers des populations, le secteur agricole se tourne vers des cultures de consommation et des cultures destinées à la vente. Les données de la FAO sur les productions agricoles (en hectares) des régions Maritime et des Plateaux de 2001 à 2011 ont permis de dresser un inventaire des différentes cultures développées au Sud du Togo. En ce qui concerne la superficie, le maïs est le produit agricole le plus cultivé. Il s'agit d'une culture vivrière primordiale (Courcelaud, 2000). Dans la région des plateaux (correspondant aux villages du Nord de Togodo), la surface de maïs augmente significativement, alors que celle du coton (ressource réservée au commerce) est en baisse (figure 2.15). En région Maritime, le manioc est la ressource la plus cultivée après le maïs (figure 2.16). En faisant un ratio de tonnes à l'hectare sur les 2 régions, les cultures de manioc, d'igname et de patate douce arrivent largement en tête. Ces types de cultures sont donc très adaptées aux conditions environnementales du Sud du Togo, et permettent de répondre par la production au manque de surface exploitable.

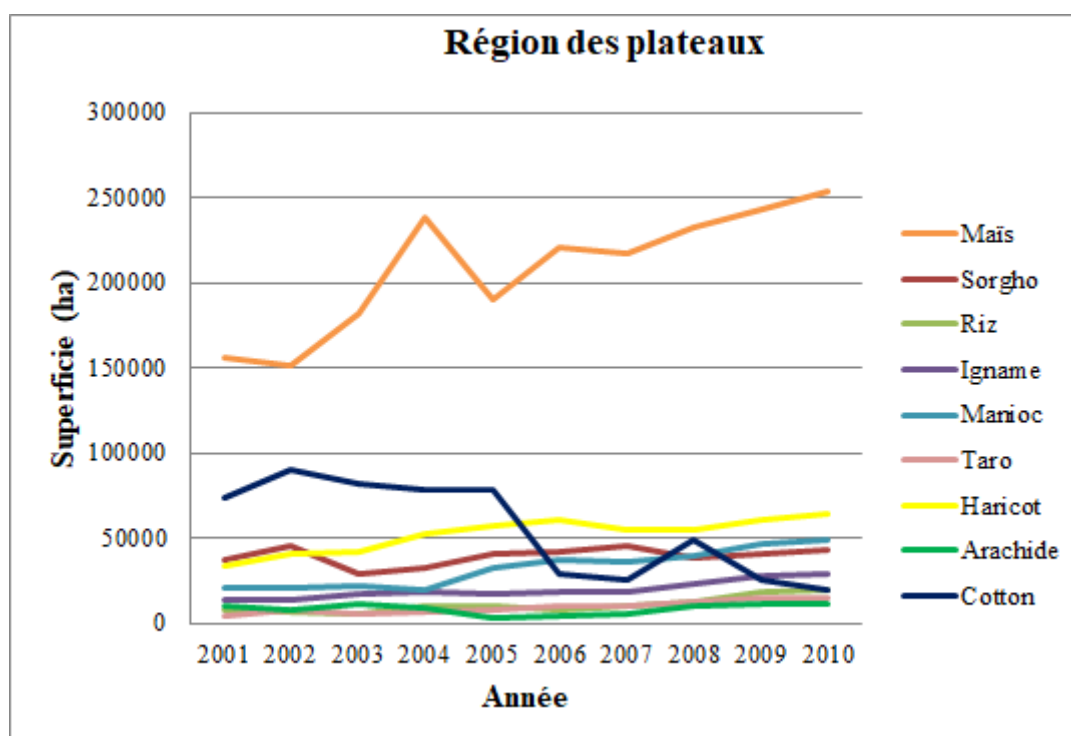


Figure 2.15 : Surfaces de production agricole dans la Région des plateaux (2001 – 2010). (Source: FAOSTAT, 2017).

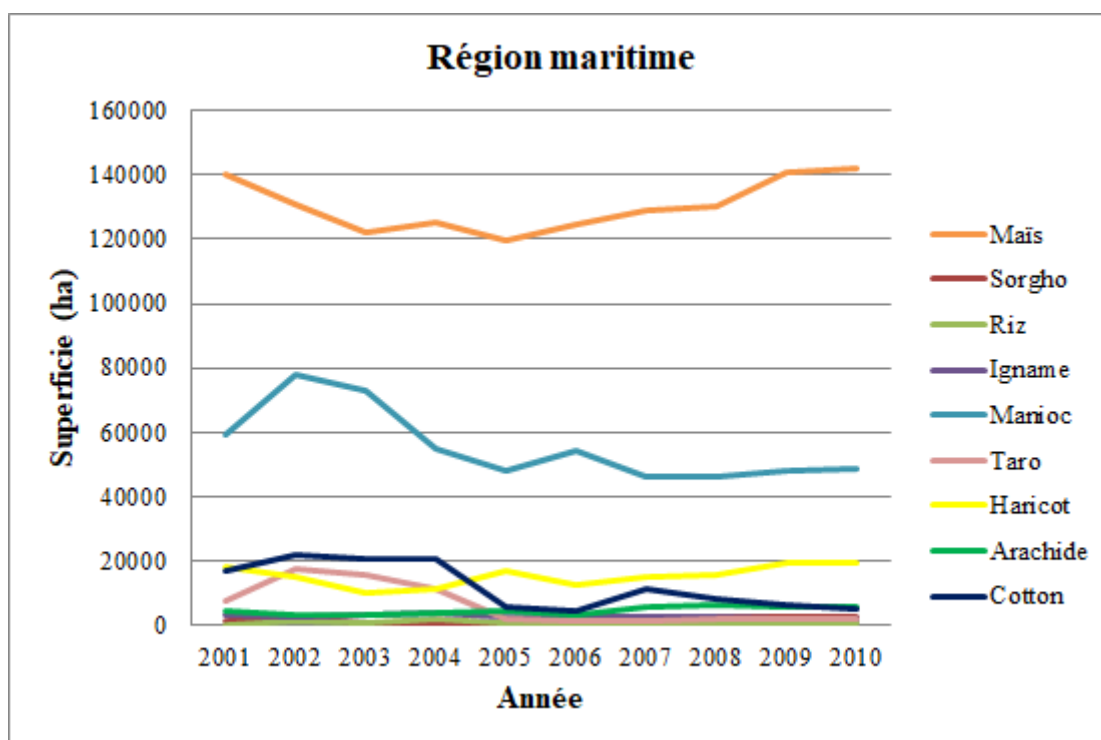


Figure 2.16 : Surfaces de production agricole dans la Région maritime (2001 – 2010).
(Source: FAOSTAT, 2017).

En plus de ces cultures, la plantation de palmiers à huile est particulièrement développée dans la zone. Cette plante fournit de nombreux produits utiles pour la vie quotidienne mais aussi pour le commerce. Les feuilles prélevées sont transformées en claies ou en balais, les noix de palmes sont utilisées pour la confection de sauces. Elles permettent aussi la production de l'huile rouge et l'huile de palmiste. Enfin, lorsque l'arbre arrive à maturité, sa sève (le vin de palme) est récoltée et, après distillat, donne le Sodabi (l'alcool du vin de palme) très consommé dans le sud du pays. Ces fourrés de palmiers à huile marquent fortement le paysage de la zone située au sud de la réserve.



Photo 2.3 Une palmeraie (arrière-plan) et un champ (avant-plan) au nord de l'APT. © A. Akodéwou

3.3 Les activités dans l'APT

Dans la dition comme à l'échelle du pays, les populations s'installent de plus en plus dans les aires protégées, à la recherche de terres fertiles et de produits forestiers ligneux et non ligneux. Les béninois voisins pratiquent la réserve quotidiennement, où l'on observe un pillage du gibier, de charbon et de vivres (Courcelaud, 2000). Dans l'APT, les populations extraient du bois énergie, du charbon de bois (à base d'*Anogeissus*, *Terminalia*), du bois d'œuvre et du bois de service. Ces extractions entraînent une dégradation progressive des formations semi-naturelle de la dition (Adjonou *et al.*, 2010; Fontodji *et al.*, 2011) et une prolifération des plantes envahissantes (Akpagana, Guelly & Gumedzoe, 1993a; Amégnaglo *et al.*, 2018a). Certains extraient également des fruits (papaye), des plantes médicinales, des lianes (pour les clôtures) et, bien qu'interdit, des animaux sauvages par le biais du braconnage (Atutonu, 2005; Kokou *et al.*, 2006). L'APT sert aussi de parcours pour les éleveurs, surtout pendant les saisons sèches. Enfin, l'APT est également pâturée par les transhumants (Amégnaglo, 2018; Amégnaglo *et al.*, 2018a).

**TROISIÈME CHAPITRE : PERCEPTIONS, USAGES ET
PILOTAGES DES PLANTES ENVAHISSANTES PAR LES
POPULATIONS LOCALES DU SUD DU TOGO**

*« ... le respect des savoirs, des cultures et des pratiques traditionnelles
autochtones contribue à une mise en valeur durable et équitable de
l'environnement et à sa bonne gestion »*

Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones

I- INTRODUCTION

Les invasions biologiques constituent l'une des menaces majeures pour la biodiversité, les services écosystémiques et le bien-être humain au niveau mondial (Elton, 1958; Maxwell *et al.*, 2016) et, de ce fait, ont continué à susciter un vif intérêt chez les écologues ces dernières décennies (MacIsaac, Tedla & Ricciardi, 2011). En effet, les plantes envahissantes (PE) - plante exotique ou native qui dispose d'un avantage compétitif lui permettant, à la suite de la disparition des obstacles naturels à sa prolifération, de s'étendre rapidement et de devenir une population dominante dans les nouvelles aires des écosystèmes receveurs (Valéry *et al.*, 2008) - constitueraient une menace majeure pour l'agriculture et les moyens de subsistance dans le monde (Paini *et al.*, 2016; Pratt *et al.*, 2017). En milieu tropical, les adventices – espèces végétales indésirables dans les cultures - sont responsables de 40 à 60 % des pertes de rendement des cultures alimentaires (Le Bourgeois, 2008), du maintien et de la dissémination des virus responsables de dégâts importants pour les cultures (Traore *et al.*, 2013). Face aux pertes de rendements causées par les PE, les agriculteurs répondent souvent par des interventions de désherbage (fauche, utilisation accrue d'herbicides) supplémentaires. Cela pose alors un problème environnemental et peut être dommageable pour les autres espèces des parcelles cultivées, en particulier pour certaines espèces inféodées aux cultures et qui sont déjà très rares (Chauvel, 2019).

Toutefois, si beaucoup de recherches se sont concentrées sur les impacts négatifs, avis d'ailleurs qui suscite de nombreuses controverses auprès de certains auteurs (Briggs, 2017; Tassin *et al.*, 2017), certaines études ont aussi montré que les espèces envahissantes ont également des contributions économiques, sociales et écologiques positives (Wagh & Jain, 2018) qu'il faudrait prendre en considération avant toute prise de décision de gestion. En effet, les PE fournissent du bois de feu, du fourrage, du bois d'œuvre et des produits alimentaires aux populations locales et, dans une moindre mesure, améliorent la structure et la fertilité des sols (Shackleton *et al.*, 2019). De plus, certaines espèces envahissantes peuvent accroître la résilience des écosystèmes aux changements climatiques et aux changements d'occupation du sol (Tassin & Kull, 2015). Si des connaissances scientifiques ont mis en relief l'importance de ces espèces, les connaissances locales inhérentes à ces dernières restent moins investiguées pour une gestion durable des écosystèmes auxquels ces plantes sont inféodées.

En général, les populations locales ont une bonne connaissance des PE dont elles évaluent l'impact en fonction de la façon dont leurs besoins socio-économiques sont influencés par ces espèces (Shackleton *et al.*, 2007; Rai *et al.*, 2012). Malheureusement, le rôle des plantes

envahissantes pour les moyens de subsistance et le bien-être des populations locales est peu connu. Les perceptions ethnobotaniques et ethnoécologiques locales des populations sur ces plantes sont aussi moins bien documentés (Shackleton *et al.*, 2007, 2019). De même, leurs rôles de bioindicateur des mutations paysagères et des perturbations écologiques des écosystèmes sont aussi très peu investigués. Or, les informations sur les perceptions locales et l'effet des plantes envahissantes sur le bien-être des populations, sont indispensables pour mieux « piloter ces plantes, c'est-à-dire non pas d'en prendre les commandes, qui restent hors de notre portée, mais de les envisager dans leur devenir » (Tassin, 2016) et pour mieux orienter les politiques de gestion plus adaptées et facilement adoptables par les populations (Shackleton *et al.*, 2019).

Au Togo, comme dans la plupart des écosystèmes anthropisés ouest africains, les dynamiques paysagères qui accompagnent la croissance démographique ont favorisé la prolifération de nombreuses plantes envahissantes, y compris dans les aires protégées. Cette prolifération des plantes envahissantes constitue de véritables problèmes pour les cultures, l'aménagement urbain, la faune aquatique et les habitats naturels, transformant très nettement la physionomie du paysage et réduisant considérablement les aires de pâturage (Akpagana *et al.*, 1993a; Akpagana, Guelly & Gumedzoe, 1993b; Radji, Kokou & Akpagana, 2010b; Radji, Klu & Kokou, 2010a; Amégnaglo *et al.*, 2018a).

En vue de contribuer à un meilleur pilotage des plantes envahissantes au Togo, l'objectif de cette étude est de :

- inventorer les différentes plantes reconnues comme envahissantes par les populations locales;
- recenser les principaux usages des plantes envahissantes et déterminer leurs valeurs ;
- analyser les différentes stratégies locales de pilotages des plantes envahissantes par les populations;
- proposer des pistes de réflexion pour un meilleur pilotage des PE autour de l'aire protégée Togodo (APT) au Sud-Est du Togo.

II- MÉTHODOLOGIE

2.1. Site de recherche

L'étude s'est déroulée dans neuf (9) localités des préfectures du Haho au Nord (5 localités) et du Yoto au Sud (4 localités) autour de l'APT (Figure 3.1) au Sud-Est du Togo.

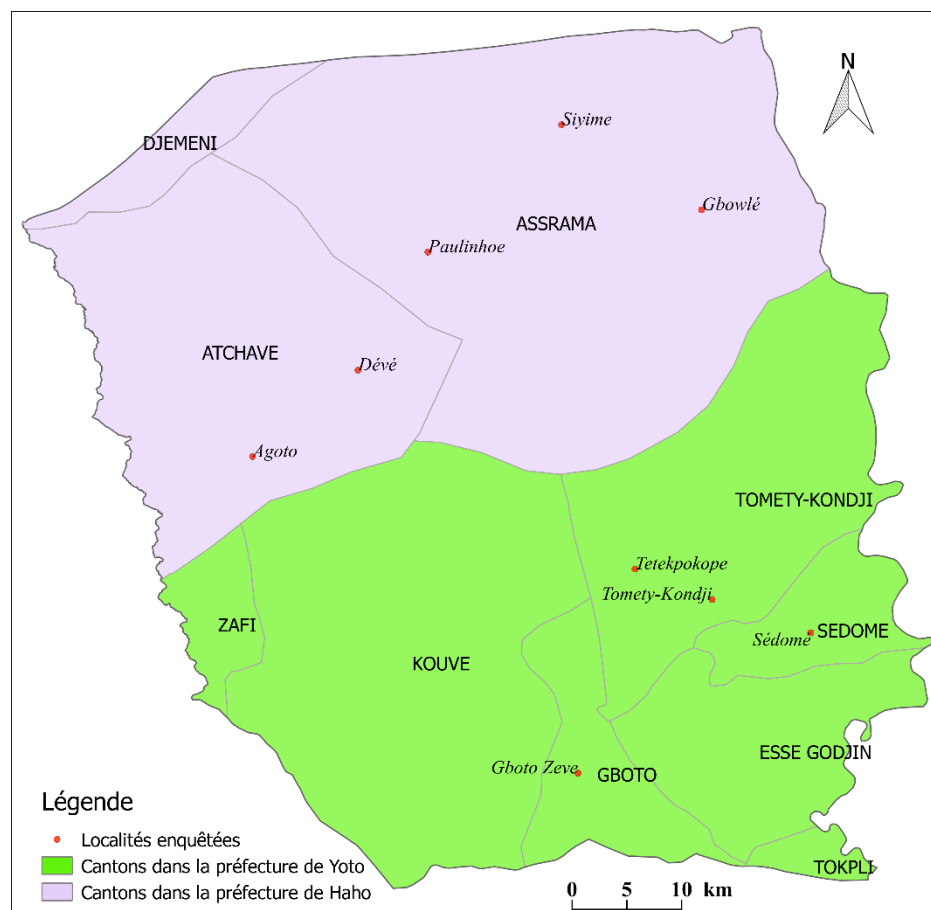


Figure 3.1 Carte de localisation des localités enquêtées.

2.2. Collecte et traitement des données.

La présente étude descriptive et prospective s'est déroulée de décembre 2017 à janvier 2018. La collecte des données est basée essentiellement sur des enquêtes ethnobotaniques et ethnoécologiques semi-directives par focus-group à l'aide d'un guide d'entretien (Kitzinger, 1995; Akpavi *et al.*, 2007). Les localités enquêtées ont été choisies sur la base d'une stratification en considérant les groupes ethnoculturels : Adja Ehoué, Ewe et Ouatchi. Dans les localités, les interviews ont été réalisées auprès des populations choisies au hasard et avec leur consentement (Upreti *et al.*, 2012). Les interviews ont été couplées à des observations directes de terrain (Akpavi *et al.*, 2013a) permettant d'identifier les espèces citées que les enquêteurs

n'ont pas pu reconnaître. Les questionnaires ont été traduits en langue locale afin de s'assurer de la compréhension des questions par les enquêtés. Les informations recherchées sont relatives aux différentes plantes envahissantes dans le milieu, leurs usages et les stratégies de pilotage et gestion.

2.3. Analyse des données

La saisie et la codification des données ont été faites sous le tableur Microsoft Excel® 2016. Pour normaliser les noms des espèces, la taxonomie de " *The Plant List* " (version 1.1 ; <http://www.theplantlist.org>) a été utilisée à l'aide du package R *Taxonstand* (Cayuela, Stein & Oksanen, 2017). Les familles suivant la nomenclature APG III ont été déterminées à l'aide de la fonction *getTaxonomy* du package R *BIOMASS* (Réjou-Méchain *et al.*, 2017). De même, le type biologique et la chorologie de chaque espèce ont été déterminés en suivant Aké Assi (2001). Les traitements des données ont été réalisés sous R et ont consisté en une analyse statistique descriptive par histogrammes et ACP (Analyse en Composantes Principales) et une analyse quantitative avec le Package *ethnobotanyR* version 0.1.3 (Whitney, 2019). L'analyse quantitative a permis de calculer des indices de valeurs d'usage et culturelle tels que définis par Tardío *et al.* (2008) et par Albuquerque *et al.* (2006) pour des études sur plusieurs espèces. Les indices de valeurs d'usage calculés sont les métriques de base communément utilisées en ethnobotanique:

- Fréquence de citations (FC), c'est le nombre de répondants ayant cité l'usage de l'espèce i :

$$FC_s = \sum_{i=1}^{i_N} UR_i$$

- Nombre d'usages (NU), c'est le nombre de catégories d'usages pour chaque espèce :

$$NU_s = \sum_{u=u_1}^{u_{NC}} UR_u$$

- Usages rapportés (UR) par espèce, c'est le nombre d'usages rapportés par tous les répondants et pour toutes les catégories d'usages de l'espèce i :

$$UR_s = \sum_{u=u_1}^{u_{NC}} \sum_{i=1}^{i_N} UR_{ui}$$

Ensuite, des indices issus des métriques de base ont aussi été calculés :

- Fréquence relative de citation (RFC) :

$$RFC_s = \frac{FC_s}{N}$$

- Indice d'importance relative (RI) :

$$RI_s = \frac{RFC_{s(max)} + RNU_{s(max)}}{2}$$

avec $RFC_{s(max)} = FC_s / \max(FC)$ et $RNU_{s(max)} = NU_s / \max(NU)$

- Indice de valeur d'usage (UV) par espèce :

$$UV_s = \sum UR_i / N$$

Enfin, le package *ethnobotanyR* a aussi servi à construire le diagramme circulaire de liaison entre les usages ethnobotaniques et les espèces. Ce diagramme permet de mieux visualiser la fréquence de citation de chaque espèce pour les différentes catégories d'usage.

III- RÉSULTATS

3.1. Profil des enquêtés

Au total 13 fiches d'enquête ont été renseignées dans 9 localités, soit 119 personnes enquêtées appartenant aux 3 ethnies majoritaires de la zone (Tableau 3.1). L'ethnie Adja Ehoué (54%) est la plus représentée parmi les répondants, les Ewé (24%) et les Ouatchi (23%) ayant presque les mêmes effectifs. La majorité des répondants sont des hommes (73,95 %) et plus de la moitié (56,30 %) ont 50 ans révolus. À l'image du pays et de la zone, l'agriculture est la principale activité exercée par la majorité des enquêtés (68,07 %) qui sont souvent autochtones (89,08%). Les allochtones (10,92), sont plus impliqués dans l'élevage des grands ruminants sur les aires de pâture hors de l'aire protégée.

Tableau 3.1. Répartition des enquêtés suivant le sexe, l'âge, les groupes ethniques, l'origine et la profession.

Descripteur	Nombre d'enquêtés	Proportion de l'échantillon (%)
Sexe		
Femme	31	26,05
Homme	88	73,95
Âge		
[30-40[	11	9,24
[40-50[	41	34,45
[50-60[	42	35,29
≥60	25	21,01
Ethnie		
Adja Ehoué	64	53,78
Ewe	28	23,53
Ouatchi	27	22,69
Origine		
Allochtone	13	10,92
Autochtone	106	89,08
Profession		
Cultivateur	81	68,07
Ménagère	18	15,13
Commerçant	9	7,56
Enseignant	4	3,36
Autorité locale	3	2,52
Agent de santé	2	1,68
Distillateur	2	1,68

3.2. Diversité floristique des PE sur la base des connaissances écologiques locales

Au total, 48 espèces considérées comme envahissantes par les populations ont été citées (Figure 3.2). Les 7 espèces les plus citées par plus de 70% des enquêtés sont *Imperata cylindrica* (96,63%), *Commelina benghalensis* (89,08%), *Spilanthes costata* (85,71%), *Mucuna pruriens* (83,19%) *Rottboellia cochinchinensis* (82,35%), *Chromolaena odorata* (74,79%) et *Tridax procumbens* (72,27%). Les espèces les moins citées, par moins de 5 enquêtés, sont *Cyperus rotundus*, *Althernanthera sessilis*, *Amaranthus spinosus*, *Azadirachta indica*, *Carica papaya*, *Laggera pterodonta* et *Pupalia lappacea*.

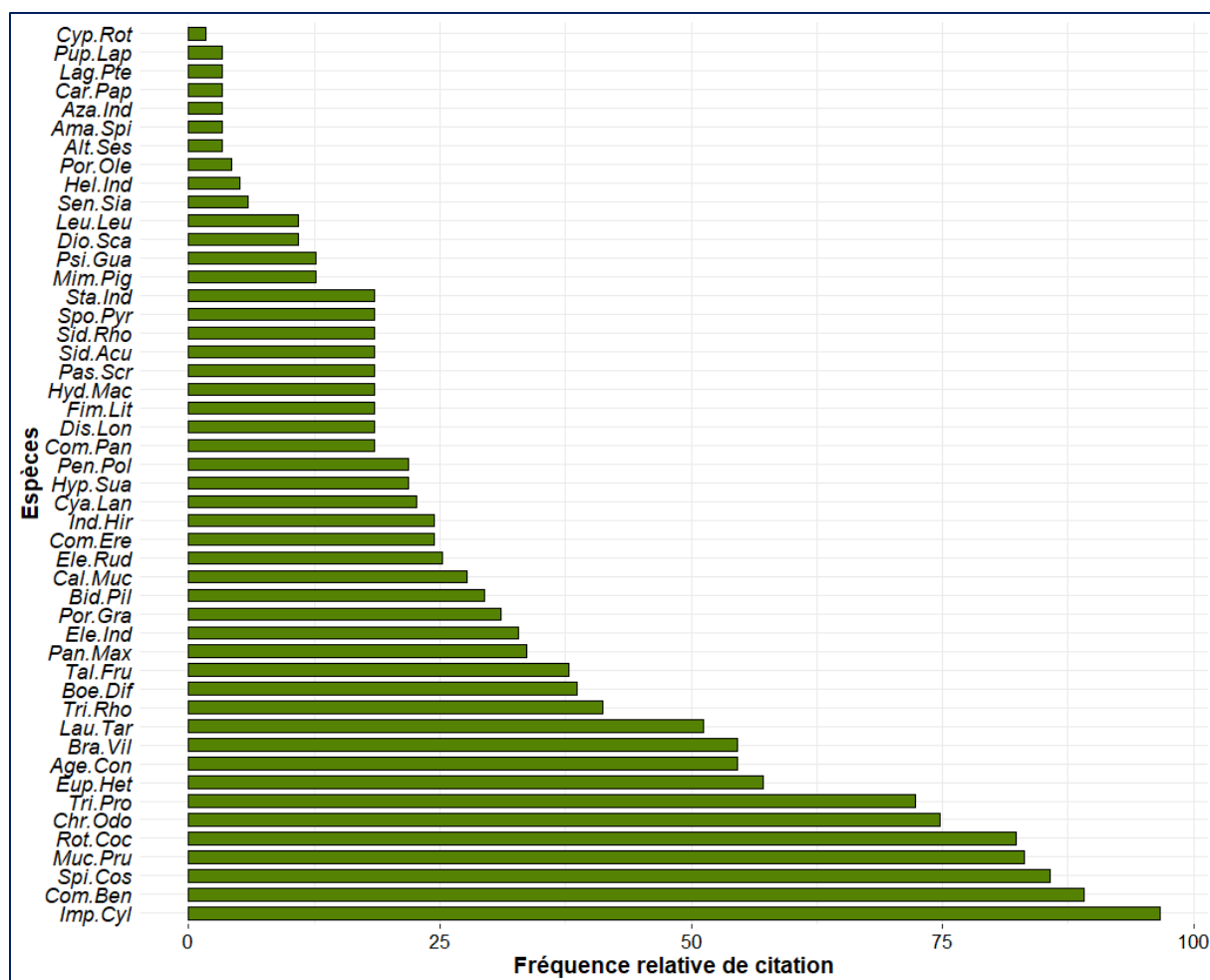


Figure 3.2 Fréquence de citation des différentes espèces envahissantes par les populations autour de Togodo

Le spectre taxonomique (Figure 3.3) montre que les familles les plus représentées parmi les espèces citées sont les Compositae (8 espèces), les Poaceae (8) et les Fabaceae ou les Leguminosae (6).

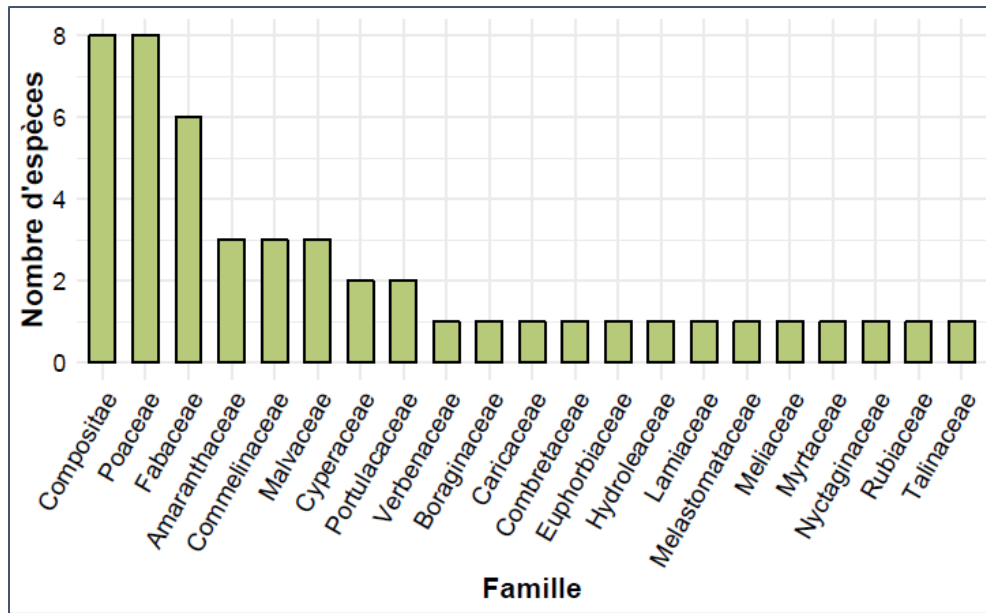


Figure 3.3. Spectre taxonomique des plantes envahissantes.

La flore recensée présente une diversité de types biologiques. La figure 3.4 montre la distribution des types biologiques des espèces recensées durant les enquêtes. D'une manière générale, la part des thérophytes (29,2%) - plantes annuelles qui survivent à la mauvaise saison sous la forme de graines - et dans une moindre mesure celle des nanophanérophytes (22,9%) – plantes à tiges ligneuses ne dépassent pas 0,5 m de hauteur - sont nettement supérieures aux autres types biologiques (Figure 3.4).

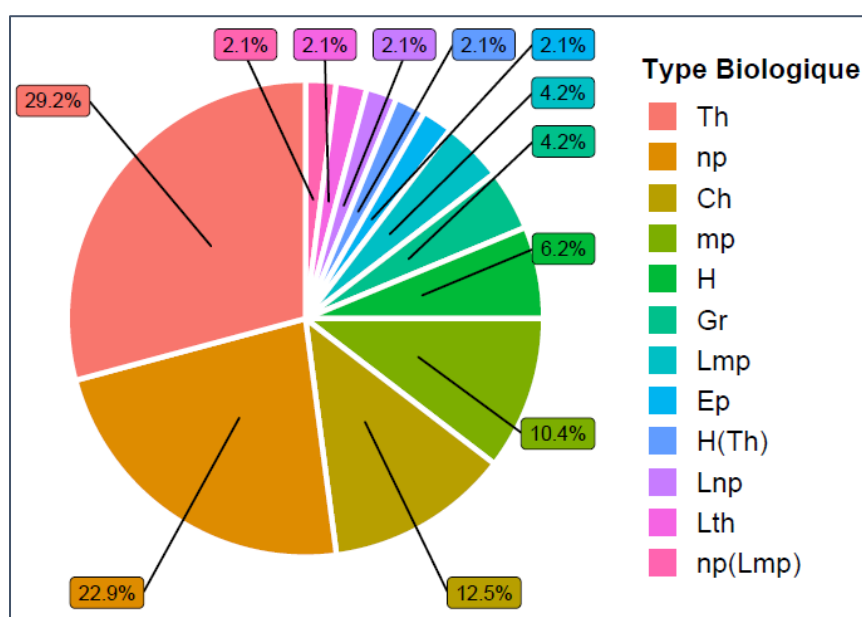


Figure 3.4 Spectre biologique des PE citées. *Th* : thérophytes, *np* : nanophanérophytes, *Ch* : chaméphytes, *mp* : microphanérophytes, *H* : hémicryptophytes, *Gr* : géophytes rhizomateuses, *Lmp* : microphanérophytes lianescentes, *Ep* : épiphytes, *Lnp* : nanophanérophytes lianescentes, *Lth* : thérophytes lianescentes.

3.3. Liaisons entre les perceptions locales et la diversité des plantes envahissantes

La projection des espèces envahissantes citées et des groupes ethnoculturels a permis de discriminer les espèces suivant le gradient de fréquence de citation et suivant les ethnies des enquêtés (Figure 3.5). L'axe 1 (62,8%) traduit un gradient de fréquence de citation et permet de discriminer les groupes d'espèces les plus citées de ceux des espèces très peu citées. L'axe 2 (28%) permet une discrimination suivant les groupes ethnoculturels.

Les espèces les plus fréquemment citées, l'ont assez également été par tous les groupes ethnoculturels. Par contre, la considération du statut envahissant des espèces peu ou assez fréquemment citées varie suivant les ethnies. *A. indica*, *C. papaya*, *C. rotundus* et *L. pterodonta* ont été citées seulement par les Ouatchi. Seuls les Ewé ont cité *Combretum paniculatum*, *Commelina erecta*, *Dissotis longisetosa*, *Fimbristylis littoralis*, *Hydrolea macrosepala*, *Paspalum scrobiculatum*, *Sida acuta* et *Sporobolus pyramidalis*. Ce groupe ethnoculturel a rapporté une flore envahissante plus inféodée aux zones humides. De même, les Adja Ehoué sont les seuls à avoir cité *A. sessilis*, *A. spinosus*, *Diodia scandens*, *Eleusine indica*, *Mimosa pigra*, *Psidium guayava*, *Sida rhombifolia* et *Stachytarpheta indica*.

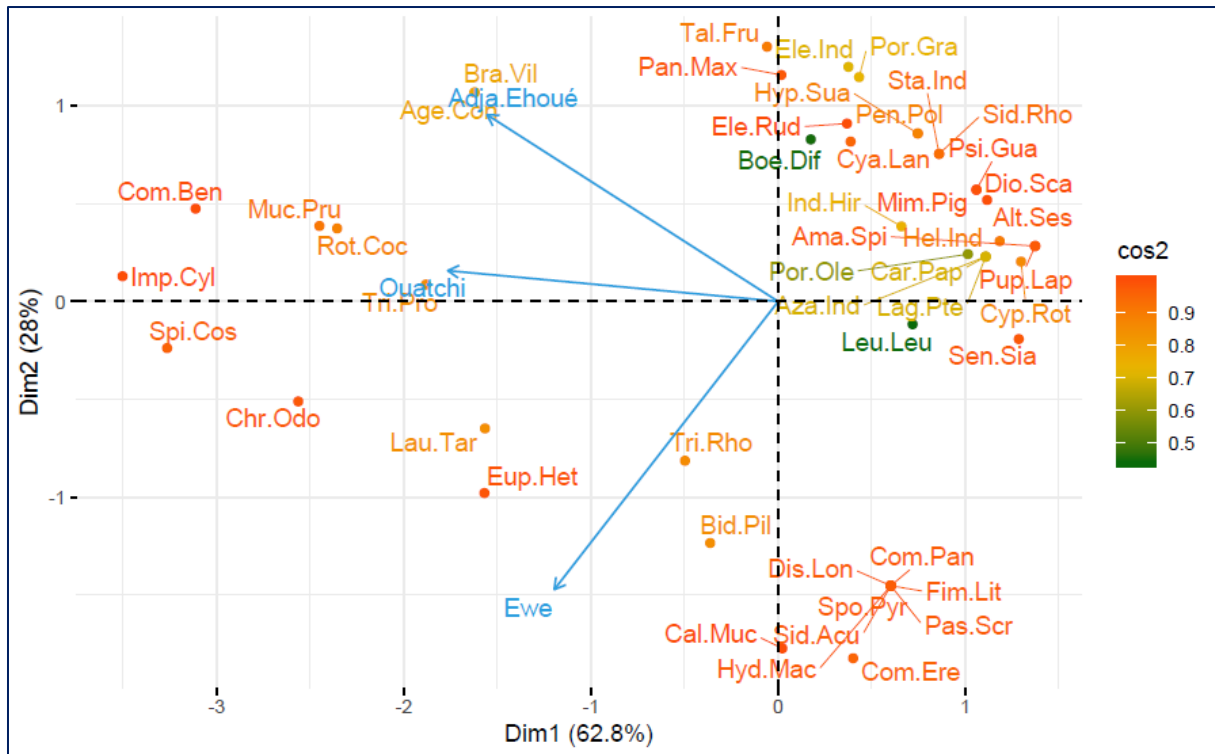


Figure 3.5. Distribution des espèces de plantes envahissantes selon les fréquences de citation et les groupes ethnoculturels.

3.4. Les usages des plantes envahissantes

À l'instar des espèces non envahissantes, plusieurs espèces de PE sont utilisées par les populations locales. Quinze (15) espèces sur les 48 citées ont des usages rapportés par les enquêtés (Figures 4). Parmi les plantes envahissantes utilisées, *C. odorata* (83 citations), *Imperata cylindrica* (77), *Commelina benghalensis* (56) et *Mucuna pruriens* (52) sont les plus citées. Par contre, *Brachiaria villosa* (4), *Leucaena leucocephala* (11) et *Spilanthes costata* (11) sont les espèces dont les usages ont été les moins cités (Tableau 3.2).

Les PE servent aussi dans plusieurs types d'usage. Au total, 14 types ont été recensés au cours de notre recherche (Figure 3.6). Certaines PE servent de nourriture pour la population locale, les volailles et les porcs et aussi de fourrage pour le bétail. D'autres PE sont utilisées en médecine traditionnelle pour traiter des maladies ou guérir des plaies. Les PE sont également utilisées comme bois énergie, bois d'œuvre, pour faire des balais ou couvrir les toits des cases. D'autres encore servent à restaurer la fertilité des sols, à favoriser la reforestation et à lutter contre les insectes des cultures en général et contre les moustiques en particulier. Enfin, certaines PE permettent de lutter contre d'autres plantes envahissantes.

Parmi ces usages, les usages alimentaires et thérapeutiques sont les plus cités. Plusieurs espèces de PE sont utilisées dans l'alimentation par les populations sous forme de fruits ou pour préparer des sauces légumes et aussi dans la médecine traditionnelle. *Commelina benghalensis* et *Boerhavia diffusa* sont utilisées pour nourrir les porcs et les cochons. Les feuilles de *Leucaena leucocephala* sont utilisées dans l'alimentation des volailles par les populations locales. Si certains usages ont été beaucoup cités et pour plusieurs espèces, d'autres, peu cités, ne concernent qu'une seule espèce. *Panicum maximum* est, parmi les PE citées, la seule utilisée sous forme de balai (Photo 3.1). Pour lutter contre les moustiques, *Hyptis suaveolens* est la seule espèce citée. De même, *Azadirachta indica* est la seule citée pour lutter contre les insectes dans les cultures. Enfin, *Mucuna pruriens* est la seule rapportée pour la lutte biologique.

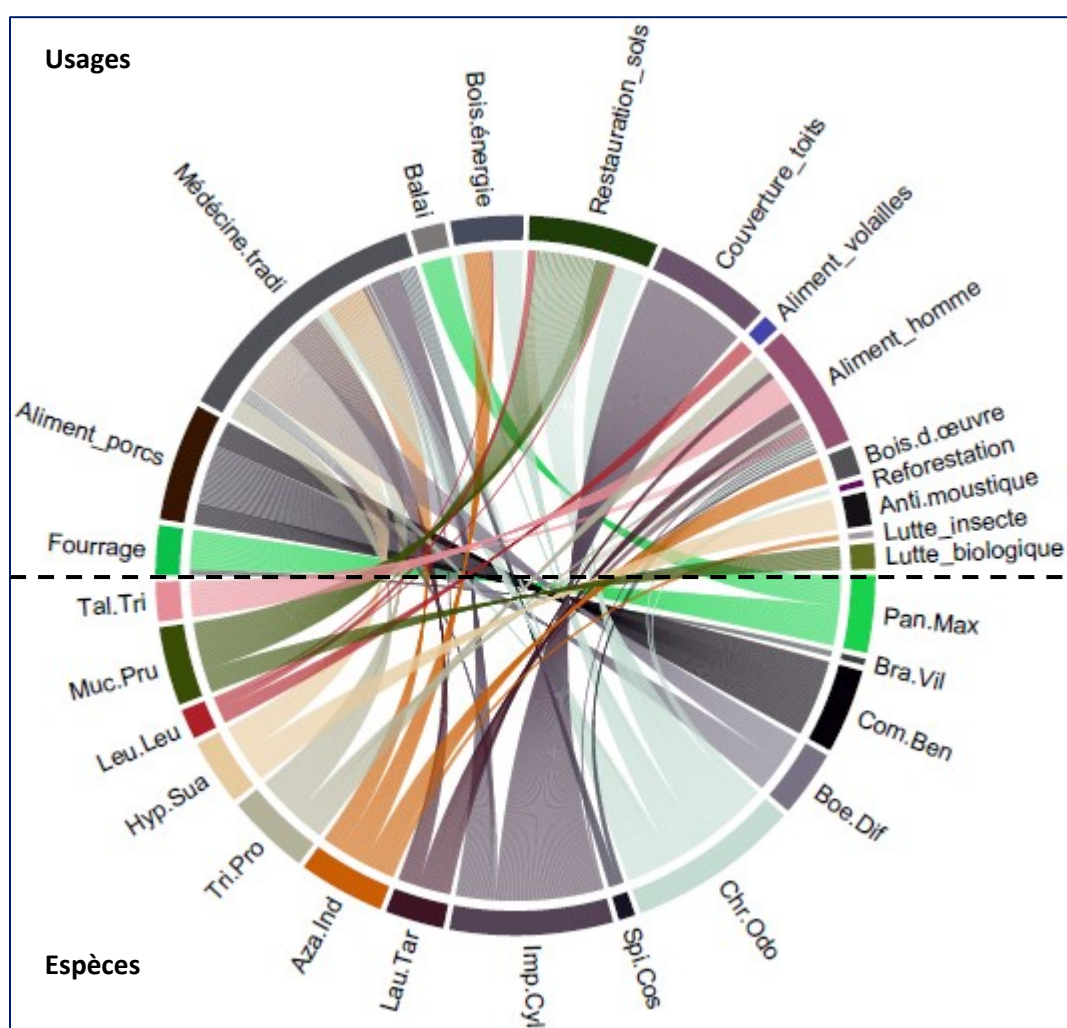


Figure 3.6 Utilisations des plantes envahissantes par les populations locales autour de Togodo. Chaque espèce (moitié bas du diagramme) est liée à ses différents usages (moitié haut du diagramme). Par exemple *Mucuna pruriens* (Muc.Pru) est utilisée dans la restauration des sols et dans la lutte biologique.



Photo 3.1 : Balai à base des inflorescences de *Panicum maximum* © A. Akodéwou

3.5 Les PE comme bioindicateurs

Outre ces usages, certaines plantes envahissantes servent de bioindicateurs de potentiel de fertilité des sols pour les populations (Tableau 3.2). Selon les populations, les jachères à *Chomolaena odorata* (65,5% des enquêtés) et *Mucuna pruriens* (43,7%) sont très fertiles. La prédominance de *C. odorata* et *P. maximum* dans les jachères constitue ainsi un indicateur de remise en culture. Par contre, *Euphorbia heterophylla*, *Brachiaria villosa*, *Ageratum conyzoides* et *Spilanthes costata* sont indicatrices de sols pauvres ou dégradés. Leurs prédominances dans les champs indiquent un stade d'évolution de la mise en jachère.

Tableau 3.2 Plantes indicatrices de degré de fertilité.

	FC	RFC
Espèces indicatrices de sol fertile		
<i>Chr.Odo</i>	78	65,5
<i>Muc.Pru</i>	52	43,7
<i>Rot.Coc</i>	26	21,8
<i>Pan.Max</i>	20	16,8
Espèces indicatrices de sol pauvre		
<i>Eup.Het</i>	29	24,4
<i>Bra.Vil</i>	28	23,5
<i>Age.Con</i>	22	18,5
<i>Spi.Cos</i>	22	18,5
<i>Boe.Dif</i>	17	14,3
<i>Tri.Pro</i>	13	10,9
<i>Cal.Muc</i>	7	5,9
<i>Pen.Pol</i>	4	3,4
<i>Cyp.Rot</i>	2	1,7
<i>Imp.Cyl</i>	2	1,7

(FC : fréquence de citation, RFC : fréquence relative de citation).

3.6 Les valeurs d'usage des plantes envahissantes

Les trois espèces *Chromolaena odorata* (UV= 0,96), *Imperata cylindrica* (UV= 0,91) et *Azadirachta indica* (UV= 0,48) sont les espèces les plus utilisées et les plus importantes en terme d'usage (RI respectivement égal à 1,00 ; 0,76 et 0,51) pour les populations (Tableau 3.3). *C. odorata* et *I. cylindrica* sont aussi les deux espèces les plus citées pour leurs usages. Par contre, *A. indica* est très peu citée (11^{ème} rang de RFC) mais avec un nombre de types d'usage relativement grands (NU = 4), ce qui justifie sa valeur et son importance. *Commelina benghalensis*, fréquemment citée (3^{ème} RFC), a moins d'importance relative à cause de son faible nombre de types d'usage (NU = 1).

Les espèces aux valeurs d'usage les plus faibles sont *Brachiaria villosa*, *Spilanthes costata* et *Leucaena leucocephala*. Ces trois espèces sont aussi les moins citées pour leurs usages (RFC ≤ 0,09). *L. leucocephala*, 12^{ème} au rang de citation et par sa valeur d'usage, est relativement plus importante (8^{ème} RI) à cause de son nombre de catégories d'usage (NU =3).

Tableau 3.3 Valeurs d'usage et culturelle des plantes envahissantes pour les populations.

Espèces	Métriques de base			Indices			Rang		
	FC	NU	UR	RFC	RI	UV	RFC	RI	UV
<i>Chr.Odo</i>	83	5	114	0,70	1,00	0,96	1	1	1
<i>Imp.Cyl</i>	77	3	108	0,65	0,76	0,91	2	2	2
<i>Aza.Ind</i>	19	4	57	0,16	0,51	0,48	11	3	3
<i>Com.Ben</i>	56	1	56	0,47	0,44	0,47	3	5	4
<i>Tri.Pro</i>	36	2	55	0,30	0,42	0,46	5	6	5
<i>Muc.Pru</i>	52	2	52	0,44	0,51	0,44	4	4	6
<i>Pan.Max</i>	29	2	51	0,24	0,37	0,43	6	7	7
<i>Boe.Dif</i>	22	2	44	0,18	0,33	0,37	9	10	8
<i>Hyp.Sua</i>	22	2	44	0,18	0,33	0,37	10	11	9
<i>Lau.Tar</i>	24	2	39	0,20	0,34	0,33	8	9	10
<i>Tal.Tri</i>	26	1	26	0,22	0,26	0,22	7	13	11
<i>Leu.Leu</i>	11	3	20	0,09	0,37	0,17	12	8	12
<i>Spi.Cos</i>	11	2	11	0,09	0,27	0,09	13	12	13
<i>Bra.Vil</i>	4	1	4	0,03	0,12	0,03	14	14	14

3.7. Les stratégies de pilotage des plantes envahissantes

Les populations enquêtées ont des connaissances locales écologiques leur permettant de lutter contre ou de détecter les pratiques favorisant la prolifération des PE qui sont pour la plupart des adventices. Parmi les pratiques de lutte contre les PE (Figure 3.7), l'utilisation d'herbicides est reconnue par tous les enquêtés. Cette pratique récemment arrivée dans le milieu (il y a 5 à 10 ans) est malheureusement en train de prendre de l'ampleur selon les répondants. Les labours et sarclages à la houe, une pratique ancestrale, sont la deuxième pratique la plus citée (87,4 %). Pour lutter contre les PE, les populations utilisent aussi les feux de végétation (27,7 %). Certaines plantes qui ont une capacité de régénération très élevée sont enterrées. Enfin, les populations de la zone utilisent *Mucuna pruriens* pour lutter contre la prolifération de *Imperata cylindrica*. Selon les dires de certains enquêtés, cette pratique tend aussi à disparaître malheureusement au profit de l'utilisation des herbicides.

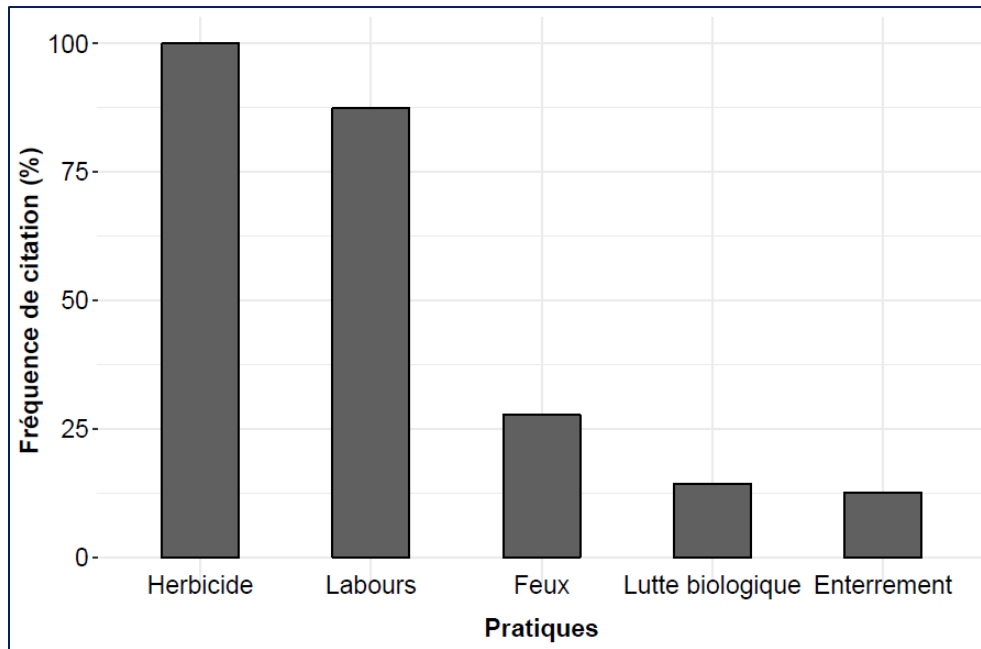


Figure 3.7 Pratiques de luttres contre les plantes envahissantes.

Nos résultats (Figure 3.8) montrent que les populations reconnaissent plusieurs pratiques favorisant la prolifération des PE. Paradoxalement, l'utilisation des herbicides, reconnue par tous les enquêtés pour lutter contre les PE, constitue en même temps une pratique favorable (50,4% des enquêtés) à la prolifération de certaines espèces. Selon ces enquêtés, certaines espèces devenues résistantes aux herbicides croissent plus rapidement et envahissent les champs après les traitements d'herbicides. La deuxième pratique favorisant les PE est l'installation des champs (38,7%) après défrichage des forêts ou savanes. La transhumance (34,5 %) est également, selon les populations, une pratique favorisant l'arrivée et la prolifération des PE. Cette pratique a été notamment citée comme étant responsable de l'arrivée dans le milieu de *Spilanthes costata*, très envahissante dans les champs et résistante aux herbicides. Pour ces raisons, *S. costata* est appelée par certains dans la zone « *Foulanigbe* » c'est-à-dire l'herbe du Peul. D'autre l'appelle « Gramoxone » en référence à l'herbicide non sélectif Gramoxone qui est le seul capable de l'éliminer. Les feux, les routes et pistes, les mises en jachère et les utilisations d'engrais favorisent aussi, selon les enquêtés la prolifération des PE.

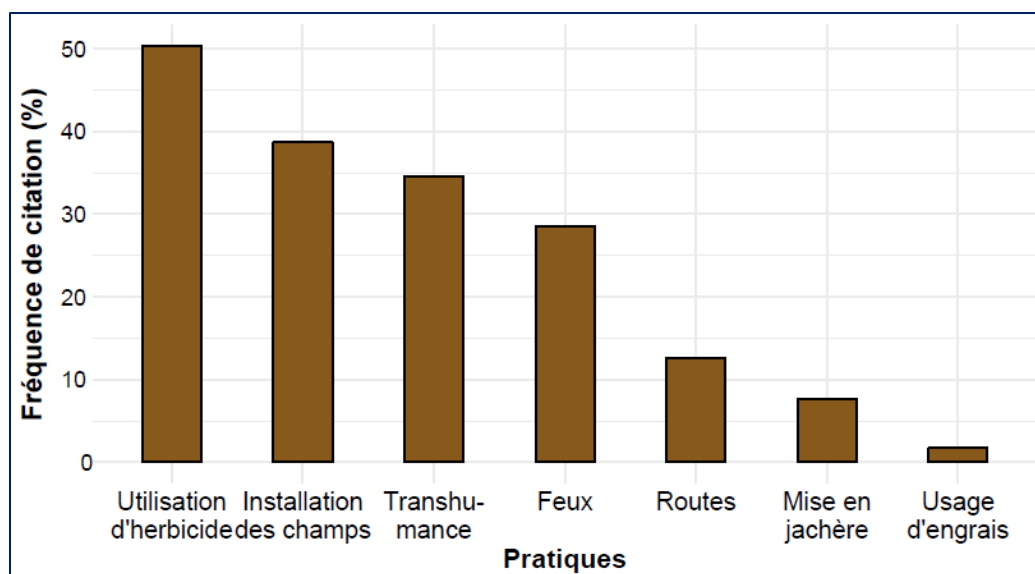


Figure 3.8 Pratiques favorisant la prolifération des plantes envahissantes.

IV- DISCUSSION

La présente étude s'est basée sur des enquêtes ethnobotaniques et ethnoécologiques pour documenter les connaissances locales sur les PE dans les formations naturelles et les zones agricoles des localités de Yoto et Haho.

4.1 Les PE et les connaissances écologiques locales

Nos résultats montrent que les populations locales (119 enquêtés) ont une bonne connaissance des PE. Au total 48 espèces de PE appartenant à 21 familles dont 14 ont des usages pour les populations ont été recensées. Parmi les espèces recensées, on retrouve des espèces telles que *C. odorata*, *I. cylindrica*, *L. leucocephala* et *M. pigra* faisant partie des 100 espèces exotiques envahissantes les plus néfastes au monde (Lowe *et al.*, 2007) ou des espèces listées parmi les plantes envahissantes au Togo telles que *B. pilosa*, *C. benghalensis* et *R. cochinchinensis* (UICN, 2017). Le nombre d'espèces recensées au cours cette étude est supérieur aux 30 espèces envahissantes recensées par Akodéwou *et al.* (2019) dans la même zone (voir quatrième chapitre). Cette différence serait due au fait que, au cours de l'étude prospective basée sur des relevés botaniques par transects, seules les espèces ayant un indice d'abondance-dominance de 4 ou 5 selon l'échelle de Braun-Blanquet sont prises en compte. Les familles les plus représentées parmi les PE recensées au cours de la présente étude sont les Compositae, les Poaceae et les Fabaceae ou Leguminosae. Ce résultat corrobore celui de Akodéwou *et al.* (2019) dans la dition et celui obtenu au niveau mondial (Pyšek *et al.*, 2017). Ce résultat est également analogue à ceux de Amégnaglo *et al.* (2018), qui ont aussi relevé les

mêmes familles dans les formations végétales pâturées de la zone. De même, les travaux de Wagh *et al.* (2018) ont montré que les familles les plus fournies en espèces parmi les PE utilisées par les populations locales en Inde sont les Asteraceae (Compositae) suivies des Convolvulaceae et des Euphorbiaceae. Parmi les espèces citées par les populations locales, on relève une nette prédominance des thérophytes par rapport aux autres types biologiques. Cette prédominance des thérophytes parmi les PE a été également signalé par Goudard (2007) et Caillon *et al.* (2016). La prédominance des thérophytes serait liée au degré de perturbation anthropique du milieu autour de Togodo. En effet, les habitats perturbés laissent de nombreuses niches écologiques vacantes favorables à l'expression des cortèges d'espèces annuelles tels que les thérophytes (Goudard, 2007).

Les trois (3) PE les plus citées *Imperata cylindrica*, *Commelina benghalensis* et *Spilanthes costata* ne sont pas les plus fréquentes obtenues par Akodéwou *et al.* (2019) hormis *S. costata*. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que les populations évaluent les PE en fonction de la façon dont leurs besoins socio-économiques sont influencés par ces espèces (Rai *et al.*, 2012). Ainsi, les plantes ayant plus d'usages seront plus citées que celles ayant moins d'usages. La diversité des PE peu ou assez citées diffère selon les groupes ethnoculturels. Il est donc possible de déduire que, malgré la proximité, peu d'échanges ont lieu au sein du site entre les différents groupes ethnoculturels. Il est aussi possible que les différents groupes ethnoculturels vivent dans des zones avec des dynamiques paysagères différentes et par conséquent avec des diversités différentes en PE. En effet, les changements d'utilisation des terres imposés par les actuelles activités humaines sont parmi les principaux facteurs qui facilitent l'établissement et la prolifération des plantes envahissantes (Pyšek *et al.*, 2010; Vilà & Ibáñez, 2011).

4.2 Une diversité d'usage des PE

Les PE ont multiples valeurs d'usage pour les populations et plusieurs espèces sont utilisées dans la zone. Outre les usages alimentaires et médicinales, elles servent non seulement à restaurer les sols, à lutter contre les insectes notamment les moustiques et à couvrir les toits, mais aussi comme indicateur de degré de fertilité des sols. L'utilisation des PE par les populations locales a été également mentionnée par plusieurs auteurs (Wagh & Jain, 2018; Shackleton *et al.*, 2019). Dans notre région d'étude, *C. odorata* est l'espèce la plus utilisée et relativement la plus importante. Le rôle fertilisant de *C. odorata* rapporté dans cette étude a été aussi souligné par d'autres auteurs (de Foresta, 1996) au point où certains pensent qu'au lieu d'être une calamité, la capacité d'envahissement de *C. odorata* pourrait être plutôt une chance surtout en région tropicale et notamment en Afrique. En effet, l'utilisation contrôlée de *C.*

odorata en agriculture, pourrait contribuer à résoudre les problèmes soulevés par l'extension des sols acides et leur culture durable en Afrique Tropicale (de Foresta, 1996). Par contre, *C. odorata* limiterait le développement des semis et des rejets de toutes les espèces pionnières dans les forêts secondaires dégradées (Gbètoho *et al.*, 2018). *A. indica*, très peu citée pour ses usages (11^{ème}) est pourtant très utilisée par les populations (3^{ème}). Son utilisation en tant qu'insecticide rapportée dans cette étude a été signalée par plusieurs auteurs (Nathan, Chung & Murugan, 2005; Debashri & Tamal, 2012; Lima *et al.*, 2015). Les PE servent également d'indicateur de degré de fertilité des sols pour les paysans. L'utilisation des adventices comme plante indicatrice de degré de fertilité des sols a été également souligné par M'Biandoun *et al.* (2007) au Nord-Cameroun et par Kissou *et al.* (2014, 2018) au Burkina Faso. Le rôle bioindicateur des PE permet aux paysans de gérer les cycles culture-jachère, ce qui montre aussi que les PE influencent les trajectoires de changement d'occupation du sol.

Vu les nombreux usages que font les populations des PE et vu l'avantage compétitif dont disposent les PE et qui leur permet de proliférer et de dominer les écosystèmes (Valéry *et al.*, 2008), il serait plus utile de mieux documenter et valoriser les usages des plantes envahissantes plutôt que de vastes et coûteux programmes d'éradication et souvent sans réussite.

4.3 Le pilotage des PE

Pour lutter contre les PE, la pratique la plus rapportée est l'utilisation des herbicides qui en même temps constitue un facteur favorisant certains adventices. L'effet des herbicides sur la prolifération des plantes envahissantes révélé par les populations dans notre étude se justifie par la résistance développée par certaines populations d'espèces. En effet, l'usage incontrôlé des herbicides pour un désherbage systématique conduit souvent à l'apparition d'adventices plus résistantes (Darmency & Gasquez, 1990; Mamy, Barriuso & Gabrielle, 2011). Il existe actuellement dans le monde, d'après *The International Survey of Herbicide Resistant Weeds*, 255 espèces (148 dicotylédones et 107 monocotylédones) adventices qui ont développé une résistance à 166 herbicides différents (Heap, 2019). L'utilisation des pesticides en général n'est pas sans effets sur la santé humaine et sur les sols. Les effets néfastes de certains pesticides ont amené le gouvernement togolais à interdire l'importation au Togo d'herbicide Total à base du glyphosate (Séna, 2018). Heureusement, d'autres pratiques existent comme l'utilisation de *M. pruriens* pour lutter contre *I. cylindrica*. Cette pratique, peu rapportée dans cette étude, est pourtant très répandue (Aklamavo & Mensah, 1997; Dossa *et al.*, 1998). D'autres auteurs ont aussi signalé l'utilisation du pois d'Angole (*Cajanus cajan*) pour la lutte biologique dans la dition (Akpavi *et al.*, 2013b).

V- CONCLUSION PARTIELLE

Notre étude, grâce aux enquêtes ethnobotaniques et ethnoécologiques, fournit des informations sur des PE dans les localités au Sud-Est du Togo. Nos résultats ont montré que plusieurs PE marginalisées et indexées pour leurs impacts négatifs possèdent pourtant multiples valeurs d'usage pour les populations locales. Les PE sont sources d'alimentation pour les volailles et les bovins et de nourriture pour l'Homme. Elles fournissent aussi des services comme, entre autres, le bois énergie, le bois d'œuvre, les médicaments, les pailles pour couvrir les toits, la bioindication et la fertilisation des sols.

Cette étude révèle également que les populations ont une bonne connaissance des PE et qu'elles disposent de nombreuses stratégies pour les piloter. Les PE sont utilisées pour lutter contre des adventices ou des insectes. Les PE fertilisantes dans les jachères servent aussi dans la restauration de la fertilité des sols. La validation scientifique et la valorisation de ces pratiques agroécologiques pourraient permettre de limiter l'utilisation massive des pesticides et des engrais, très coûteuse pour les populations aux moyens limités, qui peut aussi causer de véritables dégâts pour la santé humaine et les sols. En conséquence, pour le bien-être des communautés locales, il serait utile de prendre en considération aussi bien les impacts négatifs que les usages et les pratiques locales dans les politiques de gestion des PE. Ces politiques, souvent d'éradication, doivent plutôt s'orienter vers pilotage des PE. Un inventaire des connaissances agricoles paysannes sur les PE pourrait alors servir de base travail pour les gestionnaires agronomes ruraux.

Pour mieux appréhender la problématique des PE dans la dition, il serait utile de compléter ces informations ethnoécologiques par une analyse de la distribution des plantes envahissantes et de l'effet, d'une part, des utilisations actuelles des terres et, d'autre part, des trajectoires de changements d'utilisation des terres sur le comportement de ces plantes.

**QUATRIÈME CHAPITRE : UTILISATIONS ACTUELLES DES
TERRES ET DIVERSITÉ DES PLANTES ENVAHISSANTES
DOMINANTES DANS ET AUTOUR DE L'AIRE PROTÉGÉE
TOGODO DANS LE SUD-EST DU TOGO**

*« C'est une triste chose de songer que la nature parle et que le genre humain ne
l'écoute pas. »*

Victor Hugo

I- INTRODUCTION

Les conséquences écologiques, économiques et sociétales des plantes envahissantes sont de plus en plus reconnues à l'échelle planétaire (Pimentel, 2002). La prolifération des plantes envahissantes exotiques constitue l'une des menaces majeures pour la biodiversité au niveau mondial (Elton, 1958; Maxwell *et al.*, 2016). En effet, les plantes envahissantes exotiques influencent non seulement la richesse spécifique et la composition des communautés végétales envahies mais modifient aussi les interactions trophiques et les services de régulation et de soutien au sein des écosystèmes (Clavel, Julliard & Devictor, 2011; Vilà *et al.*, 2011). De plus, les plantes envahissantes constituent une menace majeure pour l'agriculture et les moyens de subsistance dans le monde (Paini *et al.*, 2016; Pratt *et al.*, 2017). Les changements d'utilisation des terres imposés par les activités humaines sont l'un des principaux facteurs qui facilite l'établissement, l'abondance et la prolifération des plantes envahissantes (Pyšek *et al.*, 2010; Vilà & Ibáñez, 2011). Aussi, comme l'ont souligné Vilà et Ibáñez (2011), la vulnérabilité d'un site à être envahi dépend du type d'utilisation des terres, mais aussi des utilisations passées qui ont eu lieu sur ce site. Toutefois, peu de travaux ont pris en compte les plantes envahissantes comme des indicateurs. Pourtant, aborder l'invasion végétale sous cet angle permettrait de saisir le problème en amont et d'éviter de traiter le symptôme plutôt que la cause (Tassin, 2015).

L'éradication des espèces de plantes envahissantes déjà établies sur une vaste zone est rarement possible (Tassin *et al.*, 2007). Les stratégies visant à prévenir les nouvelles introductions et la propagation des plantes envahissantes exotiques sont considérées comme plus efficaces (Leung *et al.*, 2002). Ainsi, comprendre et prédire le succès invasif des plantes est l'un des enjeux majeurs actuels de l'écologie des plantes envahissantes. Malheureusement, dans de nombreuses régions du monde, l'ampleur de ce problème n'a pas été suffisamment documenté (Latombe *et al.*, 2017). En dépit des nombreux travaux consacrés aux invasions végétales ces dernières décennies, les lacunes persistantes dans les connaissances scientifiques et continuent d'entraver l'aptitude à prédire le succès d'établissement et de prolifération des plantes envahissantes (Bellard & Jeschke, 2016; Pyšek *et al.*, 2017).

Dans les paysages ouest africains, plus de 60 % - et même par endroits plus de 80 % - des habitats naturels auraient été transformés en agriculture et en habitation (Burgess *et al.*, 2004). Selon le CILSS (2016) de vastes étendues de savanes et de forêts ont été progressivement remplacées ou fragmentées par les cultures dont les superficies ont doublé entre 1975 et 2013. Ces dynamiques ont favorisé la propagation de nombreuses plantes envahissantes représentant d'une part, une menace réelle et croissante pour de nombreuses zones de conservation

(UICN/PACO, 2013) et d'autre part, un sérieux problème pour la production agricole (Pratt *et al.*, 2017). À ce jour, peu d'études se sont intéressées aux effets des utilisations des terres sur les plantes envahissantes en Afrique de l'Ouest (Aboh *et al.*, 2008) pour aider les agriculteurs et les gestionnaires des aires de conservation dans leur lutte contre ces plantes (Holou *et al.*, 2013). Pourtant, la compréhension des interactions entre les activités humaines, étudiées à partir des utilisations des terres, et la répartition des plantes envahissantes permettrait de mieux appréhender le fonctionnement de ces plantes. Cette compréhension faciliterait la mise en place de politiques de gestion plus adéquates. Au Togo, la plupart des écosystèmes connaissent une prolifération des plantes envahissantes (Akpagana *et al.*, 1993a, 1993b; Radji *et al.*, 2010a, 2010b). Selon Radji *et al.* (2010a), la flore togolaise contient 612 espèces introduites, originaires des cinq continents. Beaucoup d'espèces végétales, introduites ou non, constituent de véritables problèmes, envahissant les cultures et les habitats naturels, transformant très nettement la physionomie du paysage, réduisant considérablement les aires de pâturage et conduisant à l'insécurité alimentaire (Akpagana *et al.*, 1993b; Radji *et al.*, 2010a). D'après ces auteurs, les habitats perturbés, tels que les jachères et les forêts dégradées sont les plus dominés par deux espèces exotiques envahissantes très fréquentes : l'herbe du Laos (*Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob. (Asteraceae) et le Neem (*Azadirachta indica* A.Juss.) (Meliaceae). Cependant, la diversité et l'abondance des plantes envahissantes en lien avec les dynamiques paysagères sont encore mal connues au Togo malgré les mutations paysagères constatées ces dernières années (Fousseni *et al.*, 2012; Kpedenou, Boukpepsi & Tchamie, 2016; Diwediga *et al.*, 2017).

La présente étude consiste en un état des lieux de la distribution des plantes envahissantes et la dynamique d'utilisation des terres dans et autour de l'Aire Protégée Togodo (APT). Elle a pour objectif de mettre en évidence l'effet des dynamiques d'occupation/utilisation des terres sur la distribution et l'abondance des plantes envahissantes. Pour ce faire, cette étude cherche à répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les principaux éléments paysagers de la dition et leur dynamique ?
- (2) Quelles sont les surfaces et la disposition spatiale des différents types d'utilisation des terres au sein de la dition ?
- (3) La richesse et la diversité en plantes envahissantes dominantes varient-t-elles en fonction des éléments paysagers ?

II- MÉTHODOLOGIE

L'approche méthodique adoptée dans cette étude est la suivante :

- d'abord, une cartographie des utilisations des terres a été établie par télédétection
- ensuite, une typologie des différents éléments paysagers a été établie à partir d'une analyse systémique paysagère, les dynamiques de changements des éléments ont été également documentées,
- enfin, l'abondance des plantes envahissantes a été évaluée par un inventaire botanique non systématique.

2.1 Cartographie d'occupation des sols

La cartographie d'occupation du sol a été réalisée à partir d'une image Sentinel 2 d'avril 2016 (tiles/31/N/CH/2016/4/29/0) téléchargée sur le site de l'ESA Copernicus (<https://scihub.copernicus.eu/>). Vu la complexité du paysage de notre dition, l'approche orientée-objet a été privilégiée contrairement à l'approche classique basée sur une classification orientée pixel. La démarche orientée-objet, réalisée sous eCognition 9.0, ne traite pas le pixel de manière isolée, mais dans son environnement spatial et spectral en tenant compte des effets de taille, de forme, et de contexte (Benz *et al.*, 2004). Après l'importation des données prétraitées (corrections géométriques et radiométriques), l'image a fait objet d'une segmentation et d'une classification. Parmi les différents types d'algorithmes proposés pour la segmentation par le logiciel, nous avons opté pour la segmentation multi-résolution. Cette segmentation autorise, d'une part, une analyse multi-échelle de l'image, d'autre part, l'utilisation de données de source et de nature diverses (Baatz & Schäpe, 2000). L'approche heuristique par système expert (Robin, 1998) a été retenue pour la classification après segmentation. Le processus de classification est basé sur la formulation d'un certain nombre de règles définies par l'utilisateur pour chaque type d'objets à classer (Sparfel, Gourmelon & Le Berre, 2008). Cette cartographie a servi de maquette avec des images Google Earth pour définir le plan d'échantillonnage des points de vérité-terrain : 8 transects (figure 4.1) de 3 km à 5 km de long et de 20 m de large ont été définis pour la collecte des points d'entraînement et à la validation de la classification (figure 4.2). Les campagnes de terrain ont été réalisées de novembre à décembre 2016. Les transects ont été définis suivant l'hétérogénéité du milieu, c'est-à-dire de façon à pouvoir parcourir tous les grands ensembles d'occupation du sol.

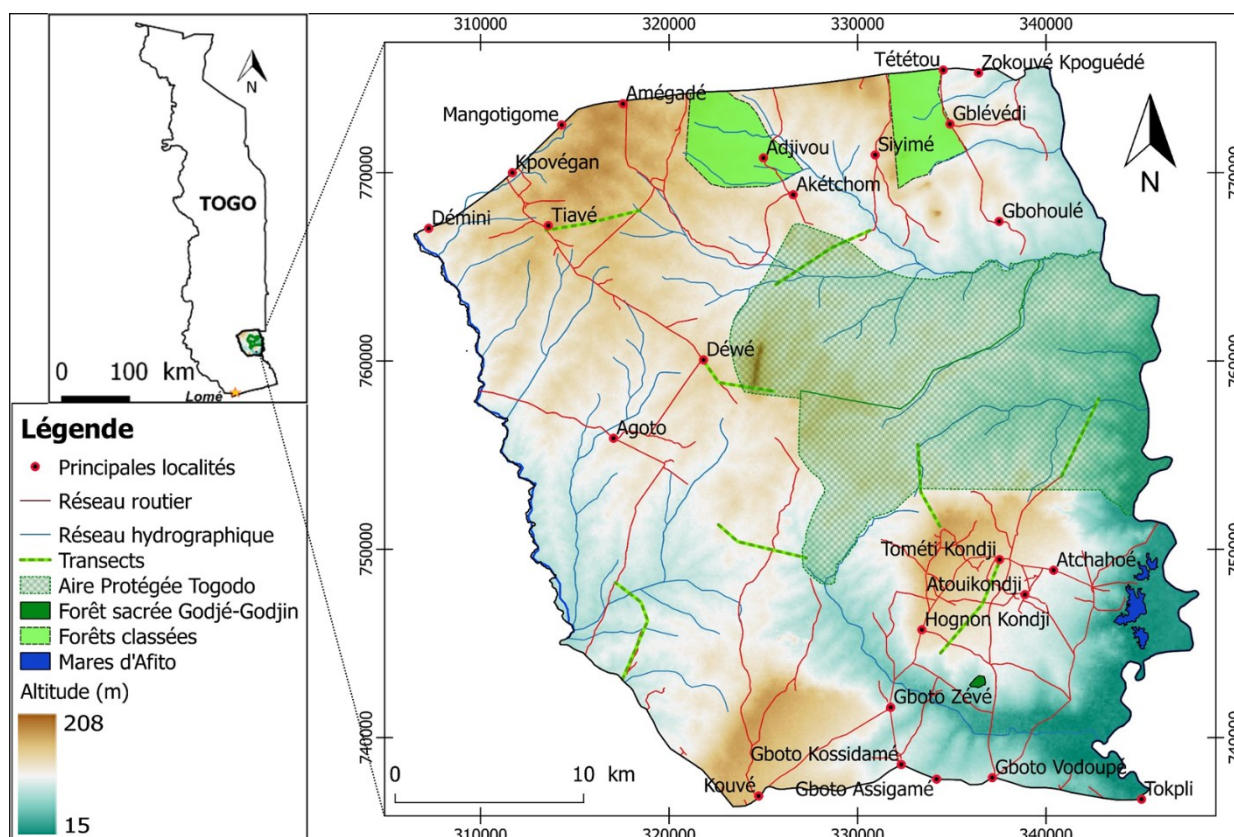


Figure 4.1 : Le site d'étude autour de l'Aire Protégée Togodo, situé au nord-est de Lomé (Togo).

Pour l'estimation de la précision de notre classification, nous avons calculé la précision des utilisateurs, la précision des producteurs, la précision globale et l'intervalle de confiance en hectare pour chaque classe d'occupation (Olofsson *et al.*, 2013). L'indice de Kappa, généralement utilisé pour l'estimation de la précision des classifications, n'est pas à proprement parler un test, et tout comme un coefficient de corrélation entre deux variables quantitatives, il ne fournit qu'un indicateur numérique de ce que l'on cherche à mesurer, et son interprétation reste subjective (Santos, 2018). Selon Pontius et Millones (2011), les deux estimations de précision des utilisateurs et de producteurs sont beaucoup plus utiles pour résumer une matrice de confusion que les différents indices Kappa. De plus, étant donné que les estimations de précision sont généralement faites à partir d'un échantillon, ces estimations sont sujettes à des incertitudes qui peuvent être représentées en calculant l'erreur-type ou en rapportant un intervalle de confiance (Olofsson *et al.*, 2013). Dans le cadre de ce travail, nous avons d'abord construit une matrice de confusion à partir des objets (groupe de pixels) sélectionnés par nos 150 points de vérité terrain (Annexe 4.1). Les classes d'occupation de la classification ($i = 1, 2, \dots, q$) sont représentées par des lignes et les classes d'occupation de références ($j = 1, 2, \dots, q$)

représentées par des colonnes où q est le nombre de classes (7). Cette matrice a servi à construire une seconde matrice de confusion plus objective (Annexe 4.2) prenant en compte la proportion de surface de chaque classe (Pontius & Millones, 2011; Olofsson *et al.*, 2013). La valeur de chaque cellule i,j de la matrice est obtenue par :

$$\hat{P}_{ij} = W_i \frac{n_{ij}}{n_{i.}}$$

où W_i est la proportion de surface de la classe i , avec

$$W_i = \frac{A_{m,i}}{A_{tot}}$$

$A_{m,i}$ étant l'aire de la classe i sur la carte, A_{tot} étant l'aire totale de la carte, n_{ij} et $n_{i.}$ étant respectivement le nombre de pixels de la cellule i,j et le nombre total de pixels de la classe i .

La précision des utilisateurs U et la précision des producteurs P sont calculées respectivement par :

$$\hat{U}_i = \frac{\hat{P}_{ii}}{\hat{P}_{i.}}$$

et

$$\hat{P}_j = \frac{\hat{P}_{jj}}{\hat{P}_{.j}}$$

avec $P_{i.}$ la proportion de surface de la classe de classification i et $P_{.j}$ la proportion de surface de la classe de référence j .

La précision globale O de la classification est aussi obtenue à partir de la seconde matrice par :

$$\hat{O} = \sum_{j=1}^q \hat{P}_{jj}.$$

Ensuite, la surface totale estimée de chaque classe de référence a été calculée par :

$$\hat{A}_j = A_{tot} \times \hat{P}_j$$

L'erreur-type d'estimation de la proportion de surface de chaque classe a été déterminée par :

$$S(\hat{P}_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^q W_i^2 \frac{n_{ij} \left(1 - \frac{n_{ij}}{n_{i.}}\right)}{n_{i.} - 1}}$$

De même, l'erreur-type de l'estimation de l'aire de chaque classe est obtenue par :

$$S(\hat{A}_j) = A_{tot} \times S(\hat{P}_j)$$

Enfin, une approximation de 95% de l'intervalle de confiance a été déterminée

$$\hat{A}_j \pm 1,96 \times S(\hat{A}_j)$$

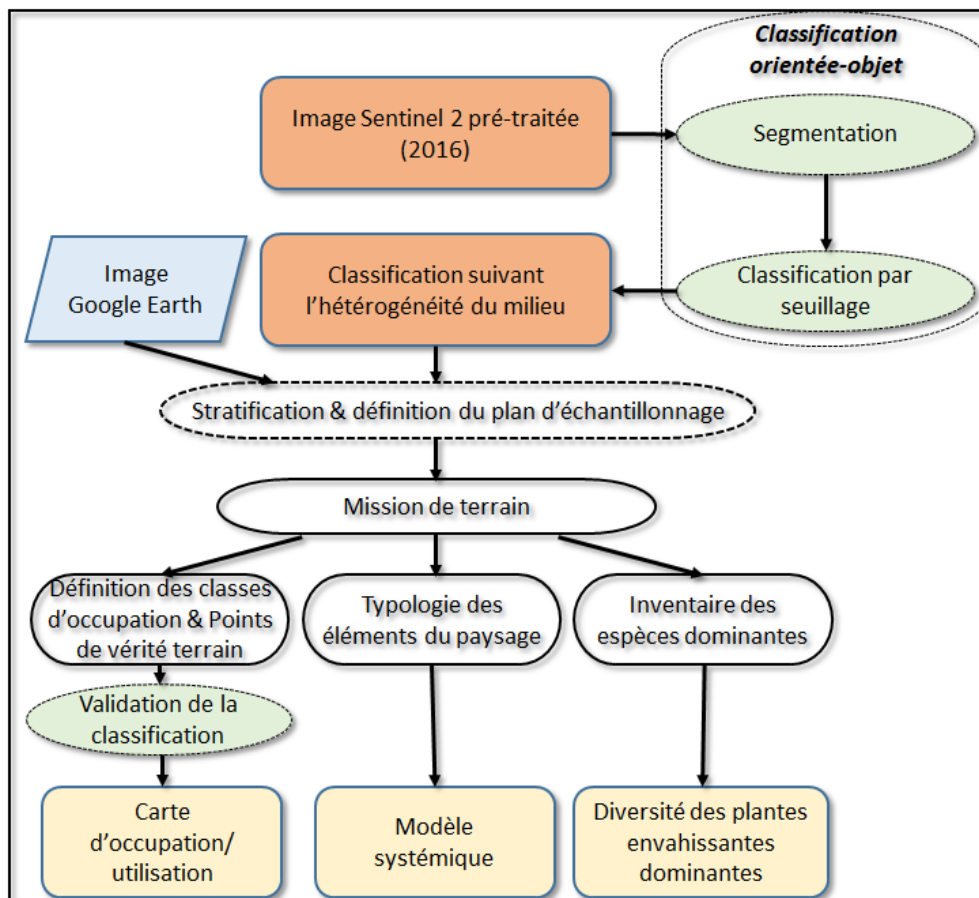


Figure 4.2 : Organigramme de la méthodologie adoptée

2.2 Modèle systémique de dynamiques paysagères

Afin de mettre en évidence les différentes formes d'emprises ou de conversions anthropiques des terres, l'approche systémique des dynamiques paysagères a été adoptée (Oswald *et al.*, 2007). Elle consiste, à partir des observations *in situ*, à établir une typologie des différents écosystèmes – éléments du paysage (Burel & Baudry, 1999) – de la zone et ensuite à déterminer les interdépendances entre ces éléments. Pour mieux appréhender la

complexité des mosaïques de notre site, une stratification a été appliquée (Chatelain, Gautier & Spichiger, 1996). Ainsi, des grands ensembles paysagers ont été identifiés à partir d'une pré-stratification basée sur l'interprétation d'images issues de Google Earth et d'une cartographie d'occupation du sol de l'année 2016 (figure 4.2). Au niveau de ces grands ensembles paysagers, nous avons recensé les différents écosystèmes ou éléments du paysage le long des transects. Plusieurs informations ont été renseignées au niveau du centre de chaque élément paysager : les coordonnées géographiques, la physionomie générale et une série de quatre photos orientées (Nord, Est, Sud et Ouest) afin de garder en mémoire la nature de la zone où la mesure a été effectuée. Au fur et à mesure des constatations, une typologie a été mise en place (Oszwald *et al.*, 2010). De plus, quelques entretiens informels avec des paysans rencontrés lors de nos relevés ont permis d'améliorer notre compréhension sur les pratiques culturelles, les types de changements d'occupation/utilisation du sol et les facteurs qui sous-tendent les changements.

2.3 Diversité des plantes envahissantes dominantes

Dans le but de déterminer la diversité et la fréquence d'occurrence des plantes envahissantes dominantes, des relevés floristiques ont été réalisés le long des 8 transects dans des placettes de 50 m x 50 m installées de façon aléatoire au milieu des différents écosystèmes rencontrés. Au niveau de chaque placette, les espèces "dominantes" (les espèces ayant un coefficient 4 ou 5 suivant l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet) ont été notées en présence/absence. Cette échelle (Braun-Blanquet, Roussine & Nègre, 1952) comprend 6 niveaux :

- + (individus rares ou très rares et recouvrement très faible) ;
- 1 (individus assez abondants, mais recouvrement faible) ;
- 2 (individus très abondants, recouvrement au moins 1/20) ;
- 3 (nombre d'individus quelconque, recouvrement 1/4 à 1/2) ;
- 4 (nombre d'individus quelconque, recouvrement 1/2 à 3/4) ;
- 5 (nombre d'individus quelconque, recouvrement plus de 3/4).

La définition d'espèce "dominante" retenue dans notre étude est celle de Dessaint *et al.* (2001). Les espèces végétales dont l'identification était confuse sur le terrain ont été photographiées ou échantillonnées afin d'assurer leur identification au Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale de l'Université de Lomé (Togo). La nomenclature de *The Plant List* (2013) a servi à nommer les taxons. Le statut envahissant des espèces exotiques a été défini sur la base des listes provenant d'étude : sur les espèces des plantes envahissantes du monde (Weber,

2003), sur les plantes exotiques envahissantes des savanes tropicales et subtropicales (Foxcroft *et al.*, 2010), de *Global Invasive Species Database* (UICN, 2017) et de *Invasive Species Compendium* (CABI, 2017). Pour les espèces natives, le statut a été défini sur la base de leur agressivité - avantage compétitif des espèces sur les autres leur permettant de dominer et de former des peuplements presque monospécifiques (Valéry *et al.*, 2008) - observée sur le terrain.

La richesse spécifique totale et par occupation du sol en plantes envahissantes dominantes a été déterminée par le nombre total d'espèces envahissantes dominantes observées dans l'ensemble des relevés. La fréquence relative d'occurrence de chaque espèce envahissante dominante a été calculée par $Fr = ni/N$, où ni : nombre de relevés dans lequel l'espèce i est présente (fréquence absolue) et N le nombre total de relevés. Trois classes ont été définies :

- espèces préférentielles ou très fréquemment présentes ($Fr > 20\%$) ;
- espèces rarement présentes ($5 < Fr \leq 20\%$) ;
- espèces très rarement présentes ($Fr \leq 5\%$) dans les éléments paysagers de la dition.

Nous avons comparé la diversité en plantes envahissantes dominantes des différentes occupations du sol à l'aide de courbes de raréfaction et d'extrapolation (Colwell *et al.*, 2012) en fonction du nombre de relevés grâce au logiciel EstimateS 9.1.0. Ensuite, un test de Khi carré a été réalisé pour évaluer l'indépendance entre les classes d'occupation du sol et la richesse en plantes envahissantes dominantes. Enfin, nous avons évalué la liaison entre les espèces de plantes envahissantes dominantes et les classes d'occupation du sol à l'aide d'un diagramme en mosaïque avec des résidus standardisés selon un modèle linéaire (Friendly, 1994).

III- RÉSULTATS

3.1 Cartographie d'utilisation des terres pour 2016

Les résultats de l'évaluation de la précision de classification sont présentés dans les tableaux 1, 2 et 3. La précision globale de notre cartographie est de 88% (Tableau 4.1). Concernant l'organisation spatiale des différentes utilisations des terres, on retrouve un contraste net entre les forêts et les savanes situées principalement à l'intérieur de l'aire protégée et les terres cultivées (champs, jachères et plantations) à l'extérieur (Figure 4.3).

Tableau 4.1. Tableau récapitulatif de l'évaluation objective de la précision de la classification des occupations du sol dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016

Classes d'occupation	Aire estimée (hectare)	± 95% Intervalle de confiance (hectare)	Précision des utilisateurs (%)	Précision des producteurs (%)	Précision globale (%)
Forêts	7 608,59	1 053,31	88,8	81,6	88,08
Savanes	19 283,23	1 849,80	83,5	85,3	
Champs	26 252,27	1 653,63	91,0	89,7	
Jachères	37 250,36	2 218,50	88,7	87,7	
Plantations	27 580,33	1 883,61	87,4	91,2	
Bâtis	989,38	361,85	92,3	73,7	
Mares	358,88	20,95	100,0	95,8	

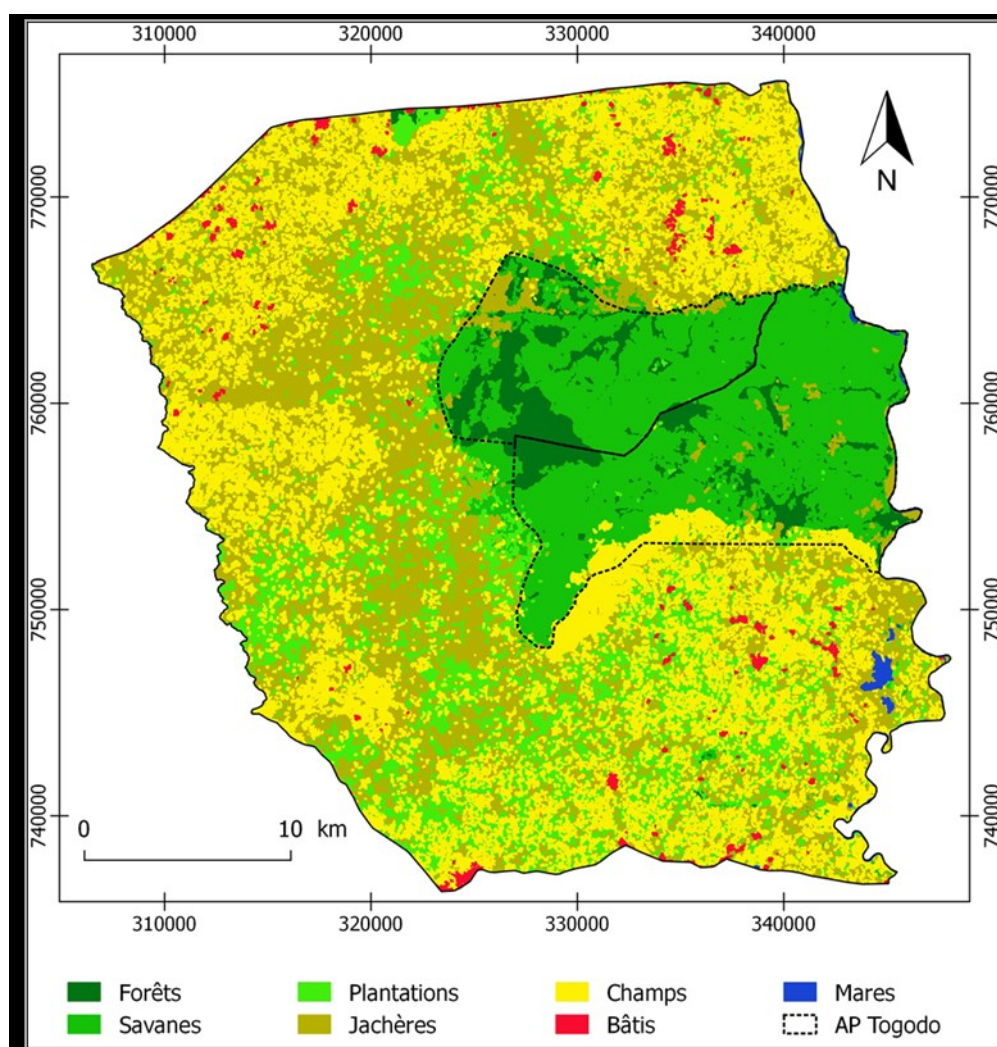


Figure 4.3 : Occupation des terres dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016

Plus des $\frac{3}{4}$ (78%) de la superficie de la dition sont occupés par les bâtis, les champs, les plantations et jachères. Les espaces semi-naturels que sont les forêts et les savanes ne représentent respectivement qu'environ 6% et 16% soit $7\,609 \pm 1\,053$ ha et $19\,283 \pm 1\,850$ ha selon les estimations et respectivement 6 994 ha et 19 696 ha sur la carte (Annexes 4.1 et 4.2).

3.2 Modèle systémique des dynamiques d'occupation/utilisation

Le modèle systémique des dynamiques d'occupation/utilisation du sol fournit des informations sur les types d'occupation/utilisation et les interdépendances entre ces éléments.

En fonction du degré de perturbation par l'homme, deux grands types d'écosystèmes ou d'éléments paysagers se distinguent dans la dition :

- les éléments paysagers fortement perturbés : les cultures (monoculture ou cultures associées), les jachères, les plantations de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) ou de teck (*Tectona grandis* L.f.) et les recrues forestières ;
- les éléments paysagers peu perturbés : principalement situés à l'intérieur de l'aire protégée. On y distingue les savanes (arbustives, arborées et boisées) et les forêts (claires, sèches semi-décidues et galeries) (Figure 4.4).

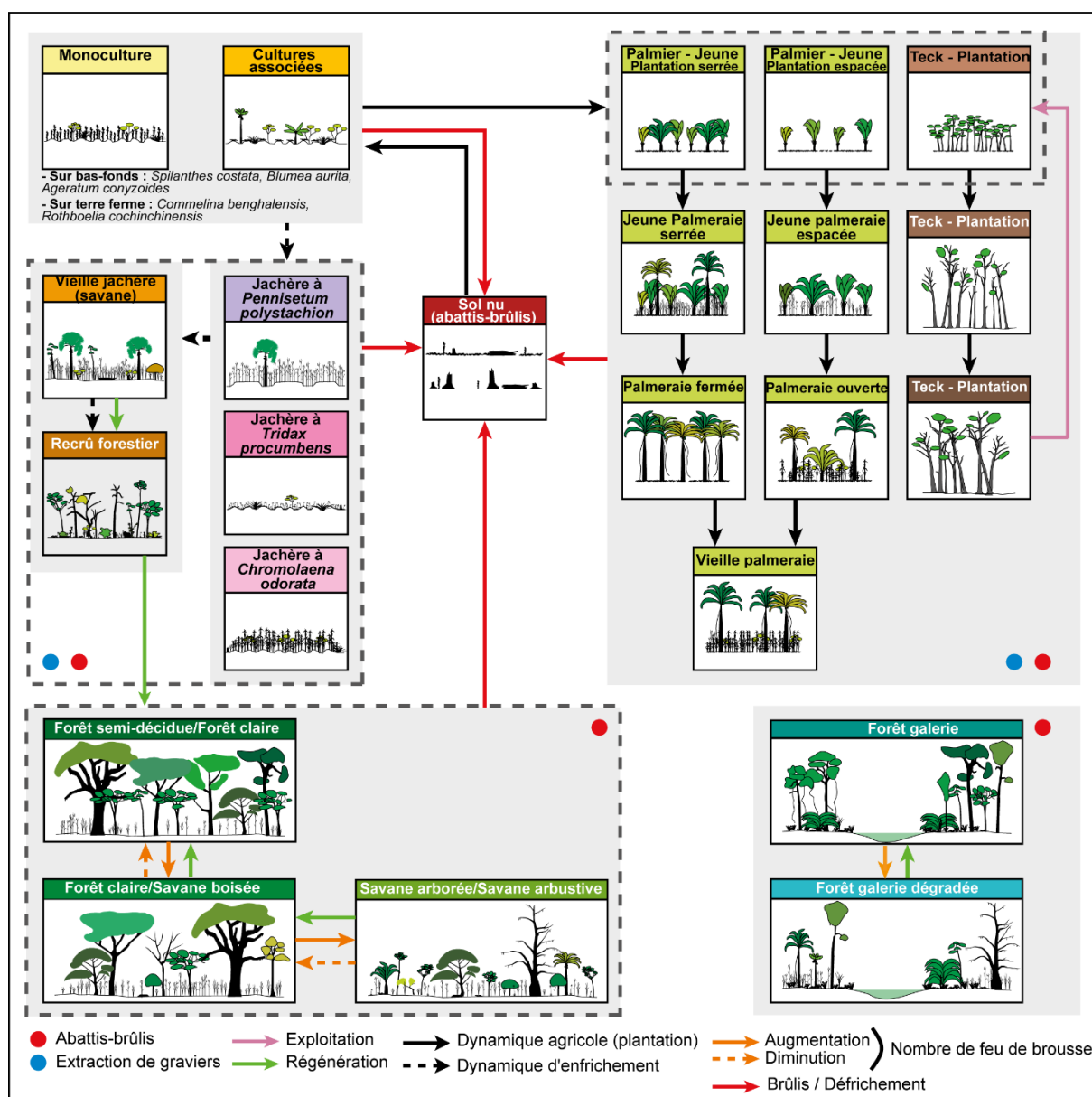


Figure 4.4 : Modèle systémique des dynamiques d'occupation/utilisation du sol au Sud-Est du Togo en 2016 (inspiré de Chatelain, 1996). *(Les flèches représentent des processus à plus long terme et les ronds représentent des activités ponctuelles).*

3.2.1 Les éléments paysagers fortement perturbés

Les cultures

L'agriculture sur brûlis est le système le plus utilisé dans la zone. Après le défrichement par abattis-brûlis des forêts et/ou savanes ou rarement des vieilles jachères et plantations (flèche rouge), les champs sont installés soit en monoculture ou en cultures associées. Les monocultures sont surtout le maïs (*Zea mays* L.), l'igname (*Dioscorea alata* L.), le coton

(*Gossypium hirsutum* L.) et le riz (*Oryza sativa* L.). Les associations de cultures se font souvent entre le maïs, le manioc (*Manihot esculenta* Crantz), le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), l'arachide (*Arachis hypogaea* L.), la tomate (*Solanum lycopersicum* L.), le piment (*Capsicum annuum* L.), le palmier à huile (*E. guineensis*) et le teck (*T. grandis*). Les labours à plats, en butte ou en sillon sont les types les plus pratiqués. Les cultures sur bas-fonds sont dominées par les adventices tels que *Spilanthus costata* Benth., *Ageratum conyzoides* (L.) L. et *Blumea viscosa* (Mill.) V.M.Badillo tandis que celles sur terre ferme sont beaucoup plus dominées par *Commelina benghalensis* L., *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton, *Pennisetum polystachion* (L.) Schult. et *Euphorbia heterophylla* L..

Les jachères

Après quelques saisons de cultures, lorsque les sols deviennent pauvres, les champs sont laissés en jachère (flèche noire discontinue) pour favoriser leur restauration. Pendant ce temps, d'autres espaces semi-naturels sont défrichés et mis en valeur. Plusieurs types de jachères présentant une espèce dominante ont été relevés. Les plus fréquentes sont les jachères à *Panicum maximum* Jacq., à *P. polystachion*, à *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch., à *C. odorata* et à *Tridax procumbens* (L.) L.. Les jachères à *P. maximum*, à *I. cylindrica* et les jachères à *C. odorata* sont très pauvres floristiquement. Les anciennes jachères non remises en culture dans quelques rares cas, par le biais de dynamiques d'enrichissement ou de régénération, évoluent vers des fourrés à *Mallotus oppositifolius* (Geiseler) Müll.Arg. puis vers des recrues forestières (flèche verte).

Les plantations

Les plantations de palmier à huile et de teck sont souvent associées aux cultures selon le système taungya (flèche noire continue). Taungya est un système agroforestier qui implique la plantation d'arbres associée aux cultures agricoles, en particulier les aliments de base de la population locale, et sert ainsi à satisfaire la demande des agriculteurs en terres arables (Kalame *et al.*, 2011). Après quelques saisons de culture, lorsque les plants de teck et de palmier forment une canopée fermée, et que les rendements agricoles deviennent faibles, les champs sont abandonnés pour évoluer vers des plantations (teckeraie ou palmeraie). Les teckeraies et les palmeraies, une fois à maturité, sont exploitées partiellement ou totalement (flèche violette) pour laisser place à un sol nu pouvant servir de nouveau de culture. Les plantations, surtout les teckeraies, sont très pauvres floristiquement.

3.2.2 Les éléments paysagers peu perturbés

À l'intérieur de l'aire protégée, le feu de végétation et les vieilles installations illicites de champs sont les principaux facteurs qui influencent la dynamique des formations végétales. La strate herbacée des savanes arbustives, arborées et boisées rencontrées est souvent dominée par *P. maximum*. Les savanes sont parcourues de façon saisonnière par des feux de végétation (point rouge) accidentels ou planifiés par les forestiers en charge de la gestion de l'aire protégée. En fonction de l'intensité et de la fréquence des feux, on a une évolution progressive des savanes vers les forêts ou inversement (flèches orangées continue et discontinue). Les forêts claires, les forêts sèches semi-décidues et les galeries forestières sont les types de forêts retrouvés.

3.3. Diversité des plantes envahissantes dominantes

Au total, 133 relevés floristiques ont été réalisés dont : 27 en champs, 41 en jachères, 17 en palmeraies, 13 en teckeraies, 18 en savanes et 17 en forêts. Les 133 relevés floristiques ont permis de recenser 178 espèces dominantes dont 30 envahissantes ou potentiellement envahissantes (16,85%). Les plantes envahissantes dominantes se répartissent dans dix familles botaniques dont trois sont les plus représentées et regroupent à elles seules 71% des espèces envahissantes répertoriées : i) Poaceae (11 espèces) ; ii) Compositae (6 espèces) et les Leguminosae (5 espèces).

3.3.1. Espèces envahissantes préférentielles

Sur les 30 espèces envahissantes dominantes répertoriées, deux sont « préférentielles » ($Fr > 20\%$). Il s'agit de *Panicum maximum* et *Chromolaena odorata* avec respectivement 49 et 38 occurrences. Parmi les 28 autres espèces envahissantes ($Fr \leq 20\%$), 9 sont très rarement présentes et n'ont qu'une seule occurrence ($Fr \leq 0,75\%$). C'est le cas d'*Acanthospermum hispidum* DC., *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf, *Paspalum scrobiculatum* L., *Pennisetum purpureum* Schumach., *Ricinus communis* L., *Senna occidentalis* (L.) Link, *Sida acuta* Burm.f., *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn. et *Typha domingensis* Pers. (Figure 4.5).

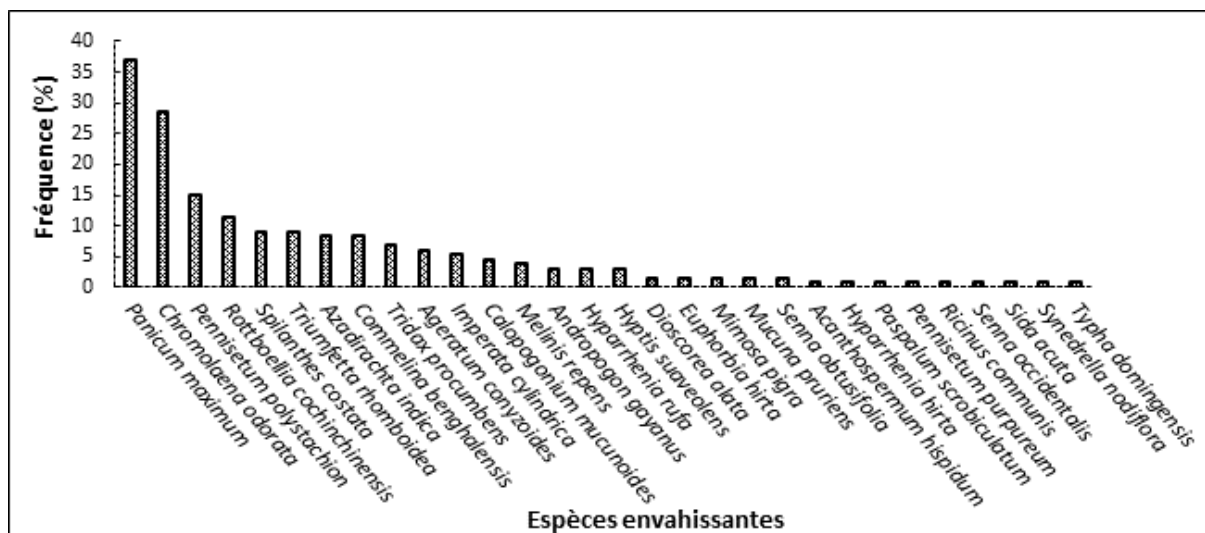


Figure 4.5 : Rang fréquence d'occurrence des plantes envahissantes dominantes dans et autour de l'Aire Protégée Togodo en 2016

3.3.2. Diversité et répartition des plantes envahissantes suivant les différents éléments paysagers

Du point de vue de la diversité, les jachères (25 espèces) et les champs (15 espèces) renferment plus d'espèces envahissantes dominantes que les plantations de Teck et les forêts qui ne sont dominées que par 4 et 5 espèces (Figure 4.6 et 4.7). Avec une extrapolation à 50 relevés, les jachères ($28,62 \pm 8,55$) sont significativement plus riches et les forêts ($4,87 \pm 2,93$) moins riches en plantes envahissantes dominantes que les autres types d'occupation du sol (Tableau 4.2).

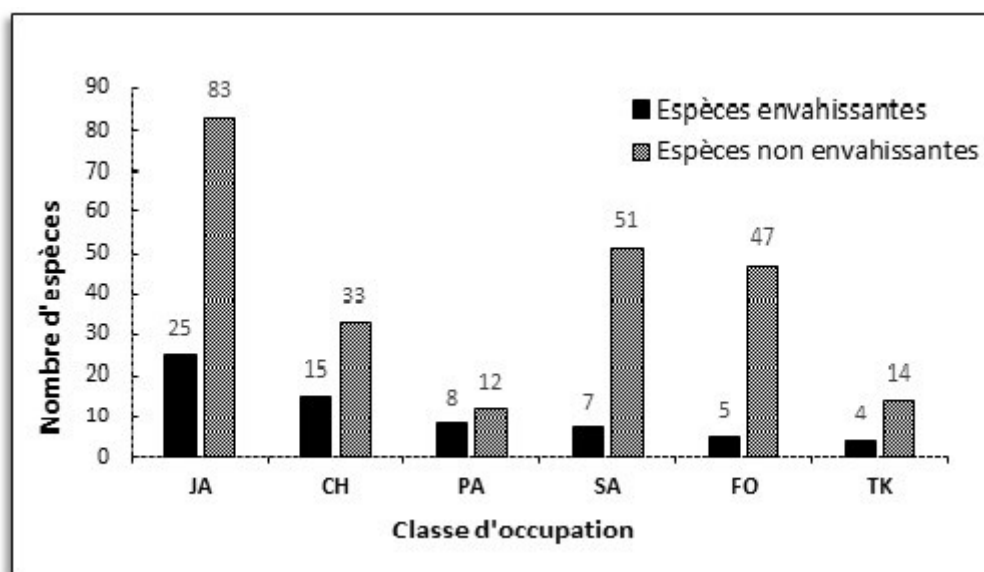


Figure 4.6 : Richesse en plantes envahissantes dominantes des différents types d'utilisation des terres dans et autour de Togodo en 2016 (Togo) (JA : Jachères, CH : Champs, PA : Palmeraies, SA : Savanes, FO : Forêts, TK : Teckeraies).

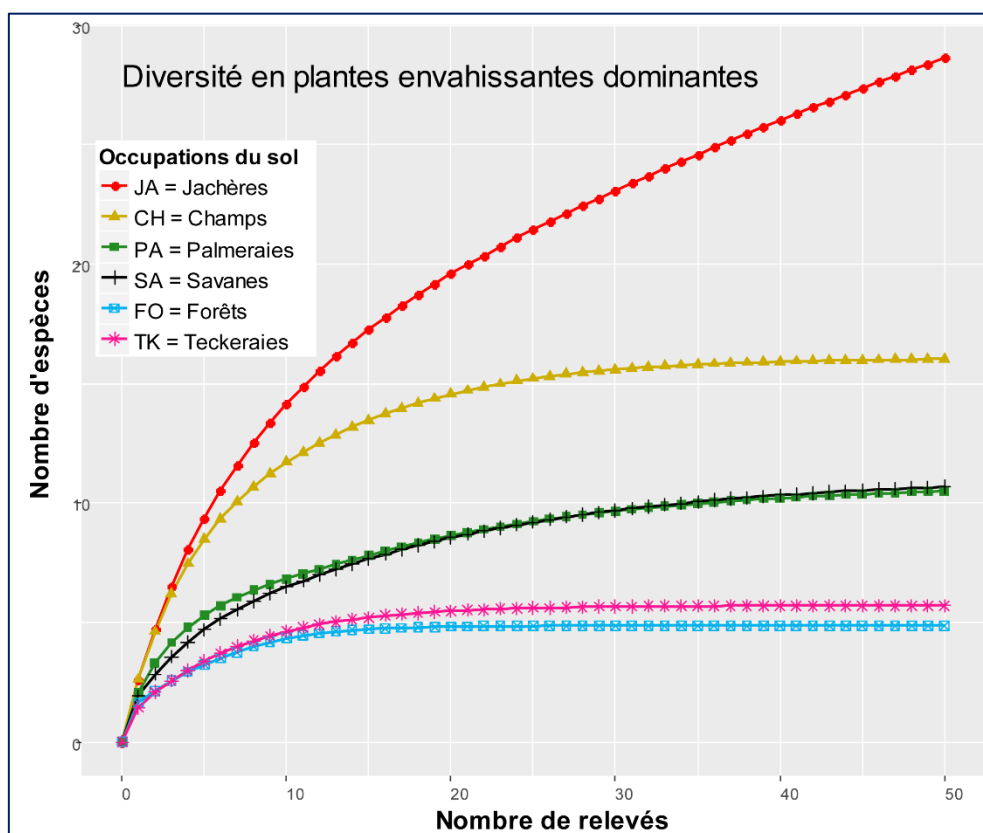


Figure 4.7. Interpolation (raréfaction) et extrapolation en fonction du nombre de relevés de plantes envahissantes dominantes dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016.

Tableau 4.2 : Comparaison du nombre d'espèces envahissantes dominantes par occupation du sol extrapolé à 50 relevés dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016.

Types d'utilisation des terres	Nombre d'espèces estimé	95% Intervalle de confiance limite inférieure	95% Intervalle de confiance limite supérieure	Test X^2	Résidu du X^2
Champs	16,03	12,95	19,11	$X^2 = 30.123$, df = 5, $p = 1.395e-05$	0.92
Forêts	4,87	1,94	7,81		-2.20
Jachères	28,62	20,07	37,16		4.45
Palmeraies	10,5	4,67	16,33		-0.63
Savanes	10,68	1,07	20,3		-0.58
Teckeraies	5,71	-0,37	11,8		-1.97

df: nombre de degré de liberté.

Parmi les espèces envahissantes majeures, *P. maximum* et *C. odorata* sont dominantes dans tous les types d'éléments paysagers alors que d'autres espèces sont plus dominantes dans un type d'élément paysager particulier. C'est le cas de *A. conyzoides*, *C. benghalensis* et *S. costata*, surreprésentés dans les champs et de *Triumfetta rhomboidea* Jacq., surreprésenté dans les palmeraies (Figure 4.8).

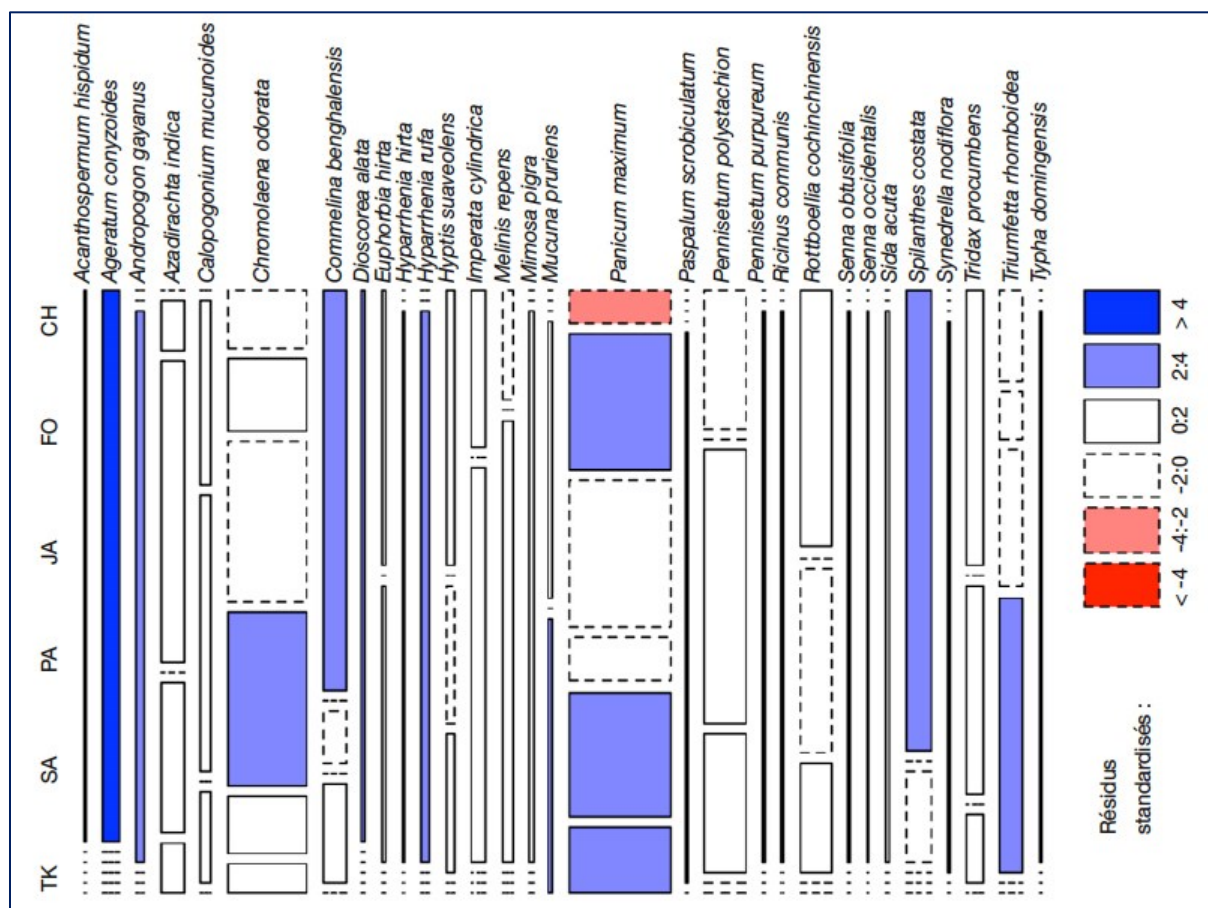


Figure 4.8 : Liaisons entre les espèces de plantes envahissantes dominantes et les utilisations du sol dans et autour de l'Aire Protégée Togodo au Togo en 2016. (CH : Champs, FO : Forêts, JA : Jachères, PA : Palmeraies, SA : Savanes, TK : Teckeraies). L'aire de chaque rectangle est proportionnelle à la fréquence relative de la cellule. Plus la bande est large, plus l'espèce concernée est fréquente et plus la bande est longue, plus l'espèce est fréquente dans l'occupation en question. Par exemple *P. maximum* (Pan.max) a une fréquence relative élevée mais sous-représenté dans les champs (CH). Par contre, *A. conyzoides* (Age.Con), peu fréquente dans l'ensemble, est surreprésenté dans les champs. Pour les résidus, sous l'hypothèse de l'indépendance, les valeurs correspondent aux probabilités $p < 0,05$ et $p < 0,0001$ que l'écart par rapport à l'indépendance dépasse 2 ou 4.

IV- DISCUSSION

La présente étude visait à établir un état des lieux sur les dynamiques paysagères en cours dans l'Aire Protégée Togodo et ses environs immédiats, à recenser la diversité et l'abondance

des plantes envahissantes dominantes suivant les différents éléments paysagers, et à établir une cartographie d'utilisation des terres pour l'année 2016. Pour l'analyse des dynamiques paysagères, l'approche systémique a été privilégiée. Cette approche basée sur des observations de terrain et permettant d'élaborer un modèle des dynamiques des éléments paysagers est bien indiquée pour notre site très complexe et en perpétuelle mutation. Elle permet de mieux comprendre les changements en cours et l'évolution probable des habitats fait si la situation n'évolue pas. Facile à mettre en œuvre, elle facilite aussi l'analyse des effets des utilisations du sol sur les écosystèmes et leurs services. En effet, l'approche systémique a servi dans plusieurs études pour l'analyse des dynamiques paysagères mono ou multi-dates (Oszwald *et al.*, 2007, 2010, 2011).

4.1. Occupations du sol

La précision globale (88%) de notre cartographie est suffisamment élevée pour des analyses d'occupation du sol. Concernant l'organisation spatiale des différents éléments paysagers du milieu, notre cartographie montre que les forêts et les savanes se situent à l'intérieur de l'aire protégée hormis quelques relictés localisées dans la Forêt classée d'Asrama et la forêt sacrée de Godjé-Godjin. Toute la zone autour de l'APT est constituée de champs, de jachères et de plantations. On retrouve également à l'intérieur de l'aire protégée quelques champs et jachère témoignant des activités agricoles et donc des pressions qui menacent les ressources naturelles de cette aire. Ces pressions risquent d'augmenter avec la croissance démographique, ce qui constitue un réel défi pour le maintien du statut de conservation de l'APT. Les parcelles agricoles sont contiguës à l'aire protégée sans zone tampon. Vu la richesse de ces parcelles en espèces envahissantes, elles constitueraient une source d'introduction continue de ces espèces pour l'aire protégée.

4.2. Dynamiques paysagères gouvernées par les pratiques agricoles

Notre modèle systémique montre que les pratiques agricoles telles que les défrichements des savanes et forêts pour une mise en cultures ou plantation (teck et palmier) et les enfrichements ou mise en jachère sont les principaux facteurs favorisant des dynamiques paysagères. Des résultats similaires ont été obtenus par Kpedenou *et al.* (2016) dans la préfecture de Yoto où il a été observé une conversion progressive des espaces forestiers en espaces agricoles conduisant à la dégradation des ressources naturelles. Le même constat a été

fait au centre-Togo dans le bassin de Mo autour du Parc National Fazao-Malfakassa (Diwediga *et al.*, 2017). De plus, la dynamique des jachères vers les forêts à travers les recrûs forestiers observée dans cette étude a été aussi signalée par Akpagana *et al.* (1993a). En effet, quand l'emprise de l'Homme se relâche, la succession conduit à des fourrés, puis à la forêt (Paradis, 1988; Dan, Sinsin & Mensah, 2010). Toutefois, dans les travaux sur les changements d'utilisation des terres susmentionnés réalisés au Togo, les différentes formes de conversions anthropiques des composantes du paysage n'ont pas été documentées comme c'est le cas dans notre étude. La compréhension de ces interdépendances entre les différents éléments paysagers est très informative pour les analyses diachroniques et la simulation des dynamiques futures du milieu, notamment des plantes envahissantes.

4.3. Les jachères plus dominées par les plantes envahissantes

Sur les 178 espèces dominantes recensées au cours de notre étude, 30 sont envahissantes ou potentiellement envahissantes soit (16,85%). Ce taux est largement supérieur aux 4,59 % et 4,6 % obtenus respectivement par Radji *et al.* (2010a) dans les reliques forestières de la zone écologique V du Togo et par Adjossou (2009) dans les fragments de forêts humides au Togo. Cette différence serait liée tout d'abord au fait que ces auteurs n'ont pris en considération que les plantes exotiques et ensuite au caractère dominant que nous avons considéré dans le cadre de cette étude. En effet, les plantes envahissantes se caractérisent, entre autres, par un avantage compétitif et une croissance rapide (Valéry *et al.*, 2008), ce qui les rend plus dominantes. Les familles les plus représentées sont les *Poaceae*, les *Compositae* et les *Leguminosae*. Pyšek *et al.* (2017) ont obtenu des résultats similaires au niveau mondial où les *Compositae* (1343 espèces), les *Poaceae* (1267) et les *Leguminosae* (1189) contribuent le plus à la flore exotique naturalisée. Parmi les espèces envahissantes dominantes recensées, *P. maximum* et *C. odorata* sont les plus fréquentes et se retrouvent dans tous les types d'éléments paysagers de notre site. Par contre, *S. costata* est essentiellement rencontrée dans les champs. *S. costata* n'étant pas encore signalée au Togo, cette préférence aux champs pourrait s'expliquer par le fait que l'espèce serait introduite récemment et/ou que les pratiques agricoles seraient plus favorables à leurs installation et prolifération. *C. odorata*, *P. maximum* et *S. costata*, souvent en groupements denses et pauvres floristiquement, représentent une vraie menace pour l'aire protégée en matière de biodiversité et une corvée pour les agriculteurs lors du désherbage. En effet, *P. maximum*, bien que ce soit une herbe favorable utilisée comme fourrage dans de nombreuses régions, peut aussi former des peuplements denses et étouffer les espèces indigènes (Global Invasive Species Database, 2018). Aussi, *C. odorata* est-elle l'une des 100 espèces exotiques

envahissantes les plus nuisibles dans le monde (Lowe *et al.*, 2000). Son envahissement du territoire togolais a été signalée depuis par Akpagana *et al.* (1993b). Concernant la richesse spécifique en plantes envahissantes, les jachères sont les plus envahies. À l’opposé, les plantations de teck et les forêts sont les moins envahies. Cela pourrait se justifier par le degré de perturbation moyen ou intermédiaire des jachères par rapport aux autres types d’éléments du paysage. En effet, les champs et les plantations sont continuellement perturbés (les labours, l’utilisation des engrais et des pesticides) alors que les savanes et forêts sont relativement peu perturbées. D’après *The Intermediate Disturbance Hypothesis* (Eggeling, 1947; Connell, 1978) testé et soutenu par plusieurs auteurs (Bongers *et al.*, 2009; Sasaki *et al.*, 2009), la diversité spécifique est plus élevée dans les habitats moyennement perturbés que dans les habitats fortement ou faiblement perturbés. Toutefois, pour mieux soutenir cette hypothèse des effets des perturbations sur les plantes envahissantes sur notre site, il serait utile dans des études futures de prendre en considération, d’une part, l’ensemble de la diversité floristique, d’autre part, les utilisations passées des terres qui constituent un facteur d’explication des invasions par les plantes (Vilà & Ibáñez, 2011). L’idéal serait de réaliser les observations de terrain sur une année complète afin d’inclure toutes les saisons.

V- CONCLUSION PARTIELLE

La compréhension de l’effet des activités anthropiques sur l’abondance et la distribution des plantes envahissantes est une nécessité dans le contexte actuel des changements globaux. Dans notre étude réalisée dans et autour de l’Aire Protégée Togodo, les différents types d’utilisation et de conversion anthropiques des éléments paysagers ont été documentés de même que la diversité en plantes envahissantes dominantes. Nos résultats montrent que les pratiques agricoles, en l’occurrence l’agriculture itinérante sur brûlis, la mise en jachère et les plantations de teck et palmier à huile sont les principales causes des dynamiques paysagères. Le paysage est très diversifié en plantes envahissantes (16,85%). Les jachères sont les plus dominées par les plantes envahissantes. Les espèces comme *P. maximum*, *C. odorata* et *S. costata* représentent un réel défi aussi bien pour l’aire protégée que pour les agriculteurs. Cette étude constitue une base idéale pouvant servir à l’élaboration de stratégie de gestion des plantes envahissantes, mais aussi pour des recherches sur l’effet des utilisations passées des terres sur les plantes envahissantes dans et autour de l’APT. Il ressort de cette étude, que l’analyse systémique paysagère et la télédétection constituent des outils opérationnels pour une meilleure compréhension de la problématique des plantes envahissantes dans les écosystèmes anthropisés

des savanes et forêts sèches de l'Afrique de l'Ouest. Ces écosystèmes, très peu étudiés pour leur invasion végétale, sont pourtant très riches en plantes envahissantes et méritent donc plus d'attention, surtout au niveau des aires protégées.

Après cet état des lieux sur les plantes envahissantes dominantes, il serait utile de chercher à comprendre les effets des utilisations passées des terres et de leurs trajectoires de changement sur les plantes envahissantes ou potentiellement envahissantes.

**CINQUIÈME CHAPITRE : ÉVALUATION DES
CHANGEMENTS D'UTILISATIONS HISTORIQUES DES TERRES
DE L'APT ET SES ENVIRONS**

« Rien n'est permanent, sauf le changement. »

Héraclite d'Ephèse

I- INTRODUCTION

Au cours des 100 dernières années, les humains ont modifié les paysages plus rapidement et plus profondément qu'au cours de toute autre période comparable de l'histoire humaine (Ojima, Galvin & Turner, 1994; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Les changements dans l'occupation et l'utilisation des terres (LULC) ont contribué à des gains nets substantiels pour le bien-être humain et le développement économique. Toutefois, ces gains ont été obtenus à un coût élevé sous la forme d'une perte de biodiversité et d'une dégradation des écosystèmes (Vitousek, 1994; Sala *et al.*, 2000). Depuis plus d'une décennie et surtout depuis le sommet de Rio (2001), la prise de conscience des enjeux environnementaux liés au changement climatique résultant de l'activité humaine, du rôle des couverts végétaux et des sols, ont considérablement accéléré le questionnement sur l'impact des modes d'occupation des sols et de gestion des terres. En effet, les changements d'occupation des sols et d'utilisation des terres sont l'un des principaux moteurs du changement global (Foley *et al.*, 2005; Lambin & Geist, 2008; Alkama & Cescatti, 2016). Ils influencent considérablement les services rendus par les écosystèmes soit directement via leurs effets sur les composantes physiques ou chimiques, soit indirectement via leurs effets sur la biodiversité (changement de la composition, du nombre d'espèces et/ou altération des activités des espèces et de leur interaction) (Diaz *et al.*, 2007). Les changements d'utilisation des terres imposés par les activités humaines sont aussi l'un des principaux facteurs qui facilitent l'établissement, l'abondance et la prolifération des plantes envahissantes (Pyšek *et al.*, 2010; Vilà & Ibáñez, 2011). L'évaluation des changements d'utilisation des terres et de leurs trajectoires à différentes échelles spatiales devient alors nécessaire pour favoriser les politiques de développement durable, le suivi de la sécurité alimentaire, le changement climatique et les questions de recherche liée à l'écologie comme l'écologie des invasions (Wang *et al.*, 2016).

Au Togo, comme dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest, les habitats semi-naturels ont subi des changements importants du fait des activités humaines telles que l'expansion agricole, l'abattage illégal d'arbres et les incursions dans les aires protégées (Kokou, Nuto & Atsri, 2009; Folega *et al.*, 2014; Badjana *et al.*, 2015; Diwediga *et al.*, 2017). De même, l'aire protégée du Togodo (APT) et ses périphéries (Togo) font face à des menaces quasi quotidiennes, dues notamment au défrichement à des fins agricoles, à l'exploitation forestière, au braconnage et à la carbonisation. Par conséquent, l'APT et ses périphéries ont subi des changements notables d'occupation et d'utilisation des terres au cours des dernières décennies. Ces changements ont entraîné la prolifération de nombreuses plantes envahissantes qui constituent une menace pour

la biodiversité de l'APT et une corvée pour les agriculteurs locaux (Akpagana *et al.*, 1993b; Radji *et al.*, 2010a; Akodéwou *et al.*, 2019). Pour aider les populations et les gestionnaires des ressources de l'aire protégée, une meilleure compréhension des changements d'utilisation des terres et de leurs effets est une nécessité. En effet, les informations sur la cinématique des changements d'utilisation des terres permettent de comprendre les impacts environnementaux et sociaux qui résultent de la nouvelle configuration du paysage (Mitsuda & Ito, 2011) et les dynamiques historiques qui entraînent ces changements (Hernández *et al.*, 2016). Ainsi, compte tenu de l'héritage historique des utilisations passées des terres sur le succès des invasions (Lonsdale, 1999; Vilà & Ibáñez, 2011) et vu la problématique des plantes envahissantes dans le sud Togo (Akodéwou *et al.*, 2019), il est urgent de chercher à comprendre les changements d'utilisation des terres dans cette région et les processus impliqués.

L'intégration de la télédétection en combinaison avec les systèmes d'information géographique (SIG) a fait avancer considérablement l'évaluation des changements d'utilisation des terres et de la dégradation du paysage à diverses échelles (Turner, Meyer & Skole, 1994; Lambin, Geist & Lepers, 2003; Jokar Arsanjani, Tayyebi & Vaz, 2016; Li *et al.*, 2018). La disponibilité d'une gamme croissante d'images de télédétection telles que les archives Landsat, a rendu possible l'évaluation de la dynamique et des trajectoires de changement des paysages (Ouedraogo *et al.*, 2011; Badjana *et al.*, 2015; Deng & Li, 2016). De plus, plusieurs méthodes ont été mises au point par des géographes pour analyser divers enjeux liés au paysage (Uuemaa *et al.*, 2009). En ce qui concerne la quantification des changements d'utilisation des terres, deux méthodes particulières, l'analyse d'intensité (*Intensity Analysis*) (Aldwaik & Pontius, 2012) et les degrés de dynamiques d'utilisation des terres (*land use dynamic degrees*) (Liu *et al.*, 2014), sont devenus populaires (Huang *et al.*, 2018). Un autre cadre, pour mieux comprendre les changements d'utilisation des terres et les effets des changements, est l'analyse des trajectoires des changements d'utilisation des terres (Ouedraogo *et al.*, 2011; Badjana *et al.*, 2015). Ces deux approches, les analyses d'intensités et les analyses de trajectoire de changements des terres, très complémentaires, sont pourtant peu souvent associées. En effet, l'analyse de l'intensité permet de mieux comprendre l'ampleur et l'intensité des changements à trois niveaux hiérarchiques de plus en plus détaillés de manière à en faciliter l'interprétation (Huang *et al.*, 2018) ; tandis que l'analyse de trajectoire, qui signifie la succession dans le temps des différents types d'utilisation des terres, permet de spatialiser les changements.

Ainsi, en associant les analyses d'intensité et les analyses de trajectoires, la présente étude vise à évaluer les changements historiques d'utilisation des terres sur une période de 42 ans (1974 -2016) dans l'APT et ses périphéries. Plus précisément, cette étude propose de :

1. Cartographier les principaux types d'utilisation des terres pour les années 1974, 1986, 2003 et 2016 ;
2. Déterminer les types et les processus des dynamiques de changements d'utilisation des terres ainsi que leur intensité ;
3. Analyser les trajectoires de changements d'utilisation des terres.

Ces informations constituent une base utile pour mieux comprendre les changements et planifier une gestion durable des ressources naturelles. Également, elles pourront servir à évaluer les effets des changements d'utilisation des terres sur les phénomènes écologiques comme l'évolution de la végétation et le comportement des plantes envahissantes.

II- MÉTHODOLOGIE

2.1. Les données utilisées : imagerie satellitaire

En fonction de la disponibilité de données existantes sans nuages, nous avons choisi des images Landsat multitemporelles et une image Sentinel 2 (Tableau 5.1) pour les cartes d'occupation du sol de 1974, 1986, 2003 et 2016 sur l'aire protégée de Togodo et ses périphéries. Les images Landsat proviennent du site de l'U.S. Geological Survey (<https://earthexplorer.usgs.gov>) et l'image Sentinel 2 du site de Copernicus de l'ESA (<https://scihub.copernicus.eu/>). Pour les années sélectionnées, nous avons privilégié les acquisitions de la fin de la saison des pluies et du début de la saison sèche pour obtenir le maximum de contraste entre les différents éléments du paysage (Oszwald et al, 2010 ; Traore et al, 2014). Toutes les images sont projetées dans le système de projection UTM-WGS 1984 ZONE 31N. Nous avons rééchantillonné l'image Landsat 1 à une résolution de 30m par la méthode du plus proche voisin (Caloz, Blaser & Willemin, 1993; N'Da *et al.*, 2008).

Pour une meilleure analyse multi-temporelle, nous avons effectué des corrections radiométriques et atmosphériques (TOA à la réflectance de surface) pour toutes les images Landsat en utilisant le programme ATCOR (correction atmosphérique) disponible dans le logiciel ERDAS Imagine (Saädi & Gintzburger, 2013) et Sen2Cor 2.3 (Müller-Wilm, Devignot & Pessiot, 2016) pour l'image Sentinel 2. Ensuite, plusieurs points invariants (carrefours, bâtiments de référence, berges de cours d'eau...) répartis dans la région d'étude ont été utilisés

pour la correction géométrique de l'image Sentinel 2. Enfin, nous avons recalibré toutes les images Landsat par rapport à l'image Sentinel 2 et l'indice de végétation (NDVI) a été calculé comme une bande indépendante. Cet indice, largement utilisé, permet de réduire les effets des similitudes entre des types d'occupation plus proches tels que les forêts sèches et les savanes boisées, dans les paysages dominés par les savanes comme le notre (Diwediga *et al.*, 2017).

Au Togo, plusieurs études récentes ont été entreprises à l'aide d'images multitemporelles Landsat pour évaluer les changements d'utilisation des terres à l'échelle nationale et locale (Folega *et al.*, 2014; Badjana *et al.*, 2015; Kpedenou *et al.*, 2016; Diwediga *et al.*, 2017; Koumoi, Boukpassi & Kpedenou, 2017). Cependant, la plupart de ces études ont utilisé une image Landsat 8 (résolution d'environ 30 m) pour la période la plus récente. Compte tenu de la complexité du paysage de notre dition et de la disponibilité récente des données Sentinel 2, nous avons choisi une image Sentinel 2, qui a une meilleure résolution spatiale (10 m). Des études ont montré le fort potentiel des images Sentinel 2 pour améliorer la surveillance des forêts tropicales et des savanes, notamment grâce à l'enregistrement de plusisuers bandes radiométriques dans le PIR et le MIR (Gessner *et al.*, 2015; Vaglio Laurin *et al.*, 2016; Atsri *et al.*, 2018).

Tableau 5.1 : Sources de données

PRODUIT	CAPTEUR	PATH	ROW	Date d'acquisition	Résolution spatiale (m)
LANDSAT_1	MSS	206	055	15/01/1974	60 m
LANDSAT_5	TM	192	055	13/01/1986	30 m
LANDSAT_7	ETM	192	055	04/01/2003	30 m
SENTINEL 2	MSI	tuiles/31/N/CH/2016/4/29/0		29/04/2016	10 m

2.2 Classification de l'utilisation des terres et de l'occupation des sols

La classification a été effectuée à l'aide du logiciel ENVI 4.7 pour cinq classes d'occupation des sols pour les images Landsat (Tableau 5.2). La classification de l'image Sentinel 2 a été réalisée à l'aide du logiciel eCognition.

Tableau 5.2. Définition des classes d'occupation des sols utilisées pour la classification.

Classes d'occupation et d'utilisation des terres		Définition
1	Forêt	Végétation boisée à canopée fermée et forêts galerie (> 75 arbres par ha, hauteur minimale de 5 m à maturité)
2	Savane	Végétation à canopée ouverte avec moins d'arbres (< 75 arbres par ha) avec un mélange d'arbustes et de prairies éparses.
3	Culture	Terres agricoles avec cultures (céréales, légumes et fruits), plantations et jachères
4	Bâti	Zones occupées par les établissements humains (villes, villages, routes et autres bâtiments)
5	Eau	Rivières, étangs et mares

Les classes Forêt et Savane ont été définies suivant le système de classification de la végétation de l'Afrique de l'Ouest (Hahn-Hadjali et al., 2011) utilisé au togo par (Badjana et al., 2015).

2.2.1 Classification des images Landsat

L'approche supervisée SVM (*Support Vector Machines*) (Huang, Davis & Townshend, 2002) a été utilisée pour la classification des images à l'aide du logiciel ENVI 4.7. Plusieurs auteurs (Huang *et al.*, 2002; Pal & Mather, 2005; Mountrakis, Im & Ogole, 2011; Vaglio Laurin *et al.*, 2016) ont évalué la performance des algorithmes de classification et ont conclu que le SVM est l'une des options de classification supervisée flexible à haute précision. Les données d'entraînement et de validation ont été obtenues par digitalisation des polygones par interprétation de cartes de végétation préexistantes (FAO, 1978; Afidégnon, Carayon & Fromard, 2002) contenant des informations sur l'utilisation passée des terres. Ces données ont été complétées en utilisant nos connaissances expertes de terrain. Afin de minimiser les erreurs de classification dues à l'enregistrement et au géoréférencement des images satellites, nous avons effectué certaines analyses post-classification. Un filtre majoritaire de 5×5 pixels par pixels a été appliqué à toutes les cartes de sortie Landsat pour supprimer les pixels isolés ou les bruits ("effets poivre et sel") (Dong *et al.*, 2006; Diwediga *et al.*, 2017).

2.2.2 Classification de l'image Sentinel 2

En raison de la haute résolution de l'image Sentinel 2 et de la complexité de notre site, une approche orientée objet (OBIA : *Object-Based Image Analysis*) (Blaschke & Hay, 2001) a été utilisée pour la classification. La procédure de la classification de l'image Sentinel 2 a été détaillée dans le troisième chapitre.

2.3 Évaluation de la précision

Pour l'estimation de la précision de notre classification (Annexe 5.1), nous avons adopté l'approche de Olofsson *et al.* (2013) déjà présenté au chapitre 4.

2.4 Évaluation des changements d'utilisation des terres et des occupations des sols

Dans cette étude, les changements d'utilisation des terres ont été évalués au moyen de degrés de dynamiques d'utilisation des terres, d'une analyse de l'intensité et d'une analyse des trajectoires. À cette fin, les images de sortie des classifications ont été importées dans le logiciel ArcGIS et des comparaisons post-classification ont été adoptées pour les analyses de détection des changements des cartes d'occupation (Braimoh & Vlek, 2005; Badjana *et al.*, 2015; Diwediga *et al.*, 2017). Nous avons calculé les statistiques de classe et les analyses de transitions à partir des cartes de classification pour chaque classe d'occupation et catégorie de transition pour les intervalles de temps 1974-1986, 1986-2003 et 2003-2016. Nous avons ensuite utilisé les tables de contingence obtenus comme données d'entrée pour les analyse de degrés de dynamiques d'utilisation des terres et l'analyse de l'intensité pour évaluer les changements d'utilisation et d'occupation.

2.4.1 Degrés des dynamiques de changement d'utilisation des terres (*Land use dynamic degrees*)

Parmi les cadres populaires permettant d'analyser les changements temporels entre les types ou catégories d'utilisation des terres entre deux dates, on a le degré global de dynamique de changement de l'utilisation des terres (CLUDD : *comprehensive land use dynamic degree*) et le degré de dynamique de changement unique d'utilisation des terres (*single land use dynamic degree*) (Liu *et al.*, 2014; Pontius & Santacruz, 2014; Pontius *et al.*, 2017; Huang *et al.*, 2018). Alors que le degré de dynamique de changement unique d'utilisation des terres évalue la variation nette annuelle pour chaque catégorie, le CLUDD combine les mesures pour toutes les catégories (Huang *et al.*, 2018). De plus, le pourcentage de changement annuel facilite la comparaison entre des cas d'études qui ont diverses étendues spatiales et temporelles (Pontius *et al.*, 2017). Pour l'analyse des degrés de dynamiques d'utilisation des terres, nous avons calculé le degré d'utilisation unique des terres, le pourcentage de changement annuel et ses trois composantes appelées quantité (Q : *quantity*), échange (E : *exchange*) et décalage (S : *shift*), comme le recommandent Pontius et Santacruz (2014). Le pourcentage de variation annuelle (D) est la taille de la variation annuelle entre la date initiale et la date finale, exprimée en

pourcentage de l'étendue spatiale. La composante quantité (Q) est la variation annuelle de la taille des catégories et la composante d'échange (E) exprime la taille de la transition de la catégorie i à la catégorie j à un endroit qui est couplée avec une transition de la catégorie j à la catégorie i à un autre endroit. La composante de décalage (S) est le pourcentage de variation annuelle moins la composante de quantité et moins la composante d'échange ($S = D - (Q + E)$). Parmi les différentes versions des équations dans la littérature, nous avons calculé le pourcentage de variation annuelle et ses trois composantes à l'aide des équations proposées par Pontius *et al.* (2017) et le degré de dynamique d'utilisation unique des terres suivant Huang *et al.* (2018).

2.4.2 Analyse d'intensité (intensity analysis)

L'analyse de l'intensité est un cadre quantitatif qui organise les mesures des changements selon trois niveaux hiérarchiques, où chaque niveau croissant explore des modèles de plus en plus détaillés par rapport au niveau précédent (Aldwaik & Pontius, 2012; Pontius *et al.*, 2013; Evans, 2017; Huang *et al.*, 2018). Le premier niveau, ou niveau d'intervalle, examine comment le pourcentage de changement annuel S_t (équation 1) pendant chaque intervalle de temps $[Y_t, Y_{t+1}]$ varie par rapport à un pourcentage de changement annuel uniforme U (équation 2) pendant la période globale $[Y_l, Y_T]$. Le changement annuel S_t est lent ($S_t < U$) ou rapide ($S_t > U$), signifie que les changements durant l'intervalle de temps $[Y_t, Y_{t+1}]$ sont plus lents ou plus rapides que si les changements durant tous les intervalles de temps étaient distribués uniformément durant la période globale $[Y_l, Y_T]$.

$$S_t = \frac{(\text{taille de changement au cours de } [Y_t, Y_{t+1}])100\%}{(\text{étendue spatiale de la zone})(\text{durée de } [Y_t, Y_{t+1}])} \quad (1)$$

$$U = \frac{(\text{taille de changement durant tous les intervals})100\%}{(\text{étendue spatiale de la zone})(\text{durée de tous les intervals})} \quad (2)$$

Le deuxième niveau, ou niveau de catégorie, détermine comment le taux et l'intensité de perte L_{ti} (équation 3) de la catégorie i et le taux et l'intensité du gain G_{tj} (équation 4) à la catégorie j se comparent à une intensité uniforme S_t pendant chaque intervalle de temps $[Y_t, Y_{t+1}]$. L_{ti} est dormant ($L_{ti} < S_t$) ou actif ($L_{ti} > S_t$), signifie que la catégorie i subit de manière moins intensive ou plus intensive que si les changements au cours de l'intervalle de temps $[Y_t, Y_{t+1}]$ étaient distribués uniformément sur l'étendue spatiale. De même, G_{tj} est dormant ou actif si respectivement $G_{tj} < S_t$ et $G_{tj} > S_t$.

$$L_{ti} = \frac{(\text{taille de } i \text{ durant } [Y_t, Y_{t+1}])100\%}{(\text{taille de } i \text{ au temps } Y_t)(\text{durée de } [Y_t, Y_{t+1}])} \quad (3)$$

$$G_{tj} = \frac{(\text{taille de gain de } j \text{ durant } [Y_t, Y_{t+1}])100\%}{(\text{taille de } j \text{ au temps } Y_{t+1})(\text{durée de } [Y_t, Y_{t+1}])} \quad (4)$$

Enfin, le troisième niveau, ou niveau de transition, analyse la manière dont l'intensité de transition R_{tij} (équation 5) de la catégorie i à la catégorie j se compare à une intensité de transition uniforme W_{tj} (équation 6) compte tenu du gain de la catégorie j pendant l'intervalle de temps $[Y_t, Y_{t+1}]$ (Huang *et al.*, 2018). Le gain de j évite i si $R_{tij} < W_{tj}$, signifiant le gain de j , provient de i moins intensément pendant l'intervalle de temps $[Y_t, Y_{t+1}]$ que si le gain de j devait être provenir uniformément de l'espace qui n'est pas j au temps Y_t . Inversement, le gain de j cible i si $R_{tij} > W_{tj}$, signifiant le gain de j provient de i de manière plus intensive au cours de l'intervalle de temps $[Y_t, Y_{t+1}]$ que si le gain de j provenait uniformément de l'espace qui n'est pas j au temps Y_t .

$$R_{tij} = \frac{(\text{taille de transition de } i \text{ à } j \text{ durant } [Y_t, Y_{t+1}])100\%}{(\text{taille de } i \text{ au temps } Y_t)(\text{durée de } [Y_t, Y_{t+1}])} \quad (5)$$

$$W_{tj} = \frac{(\text{taille de gain de } j \text{ durant } [Y_t, Y_{t+1}])100\%}{(\text{taille de l'espace autre que } j \text{ au temps } Y_t)(\text{durée de } [Y_t, Y_{t+1}])} \quad (6)$$

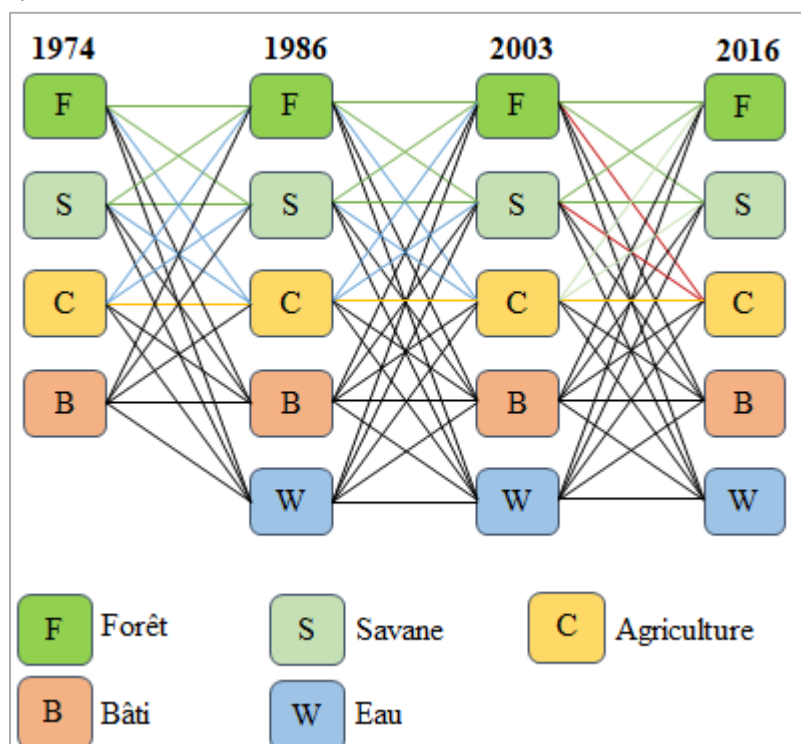
2.4.3 Analyse des trajectoires

Une analyse des déterminants spatiaux de différentes trajectoires est essentielle pour la planification de l'utilisation des terres et l'élaboration de politiques relatives aux terres (Braimoh & Vlek, 2005). La trajectoire de changement d'occupation des sols et d'utilisation des terres

désigne les successions de types d'occupation des sols et d'utilisation des terres pour une unité d'échantillonnage donnée sur plus de deux observations temporelles (Mertens & Lambin, 2000; Braimoh & Vlek, 2005; Ouedraogo *et al.*, 2011; Badjana *et al.*, 2015; Hernández *et al.*, 2016). Pour une unité d'échantillonnage donnée, le nombre de trajectoires (N) est donné par $N = n^x$, où n est le nombre de classes d'occupation du sol et x le nombre d'observations. Dans notre étude, nous avons utilisé quatre dates (1974, 1986, 2003 et 2016) et cinq classes pour chaque date, à l'exception de 1974 pour laquelle la classe Eau n'a pas été détectée (Figure 4.1). Notre analyse devrait aboutir théoriquement à un nombre de trajectoires $N = 4 \times 5^3 = 500$. Cependant, toutes les trajectoires possibles n'ont pas été détectées. De plus, nous avons limité notre analyse aux impacts de l'agriculture extensive sur les habitats semi-naturels (forêts et les savanes). En effet, l'expansion agricole a été identifiée comme l'un des principaux moteurs de changement d'utilisation des terres et du changement de la couverture végétale (Adjonou *et al.*, 2010; Fontodji *et al.*, 2011). Pour simplifier l'analyse, nous avons codé les types ou classes d'occupation de 1 à 5 (1 - Forêt, 2 - Savane, 3 - Culture, 4 - Bâti et 5 – Eau). Nous avons ensuite analysé les trajectoires de changement à l'aide de la calculatrice raster ArcGIS 10.3. En effet, une trajectoire de changement d'une série temporelle peut être exprimée par des codes de trajectoire sous diverses formes (par exemple, en chiffres ou en lettres) pour chaque pixel de l'image (Wang *et al.*, 2012; Zomlot *et al.*, 2017).

Le but de notre analyse étant de comprendre les impacts de l'agriculture sur la végétation semi-naturelle, nous avons combiné des trajectoires en considérant la forêt et la savane comme une seule classe d'occupation des sols « Végétation » (Badjana *et al.*, 2015). De même, toutes les trajectoires impliquant Bâti et / ou Eau ont été regroupées sous une seule trajectoire "Autres". Enfin, nous avons utilisé le calcul des attributs dans ArcGIS 10.3 pour déterminer la carte globale des trajectoires spatio-temporelles à l'échelle de la dition.

a)



b)

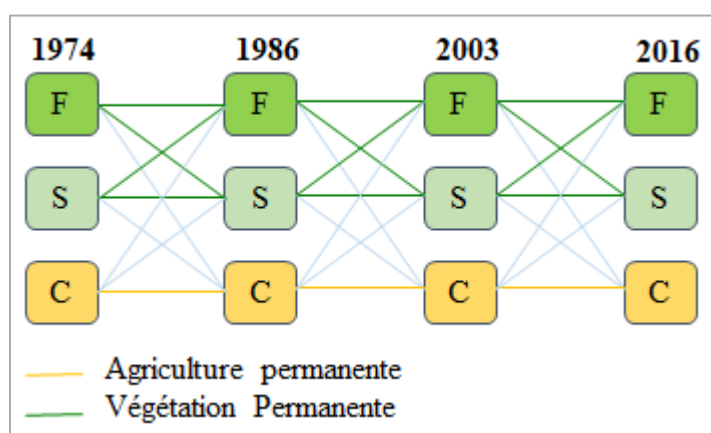


Figure 5.1: Trajectoires d'occupation et d'utilisation des terres. a) Trajectoires possibles, b) Exemple de principales trajectoires.

III- RÉSULTATS

3.1. Cartes d'utilisation des sols et d'occupation des sols et tableau de contingence

Au cours des 42 dernières années, l'APT et les zones environnantes ont subi des changements notables d'occupation des sols et d'utilisation des terres (Figure 5.2 et Figure 5.3). En ce qui concerne la répartition géographique, la végétation semi-naturelle (savane et forêt) était plus représentée le paysage dès les premières périodes et a diminué de 67% en 1974 à 64%, 42% et 22% respectivement en 1986, 2003 et 2016 (Annexe 5.2). La savane et les cultures étaient les catégories les plus dominantes. La savane est passée de 60% en 1974 à 17% en 2016, tandis que les terres cultivées sont passées de 33% en 1974 à 77% en 2016. Les classes d'occupation des sols les moins représentées sont l'eau et les zones bâties. Pour chaque date, leur surface est inférieure à 1%.

En termes de distribution spatiale, le paysage du site a été restructuré le long des fronts nord-ouest, nord-est et sud-est (Figure 5.4). Les fronts agricoles, qui ont pris naissance au nord-est, au nord-ouest et au sud-est dans les environs, se sont déplacés vers la zone protégée. En 2016, les vestiges de végétation semi-naturelle sont principalement situés à l'intérieur de la zone protégée.

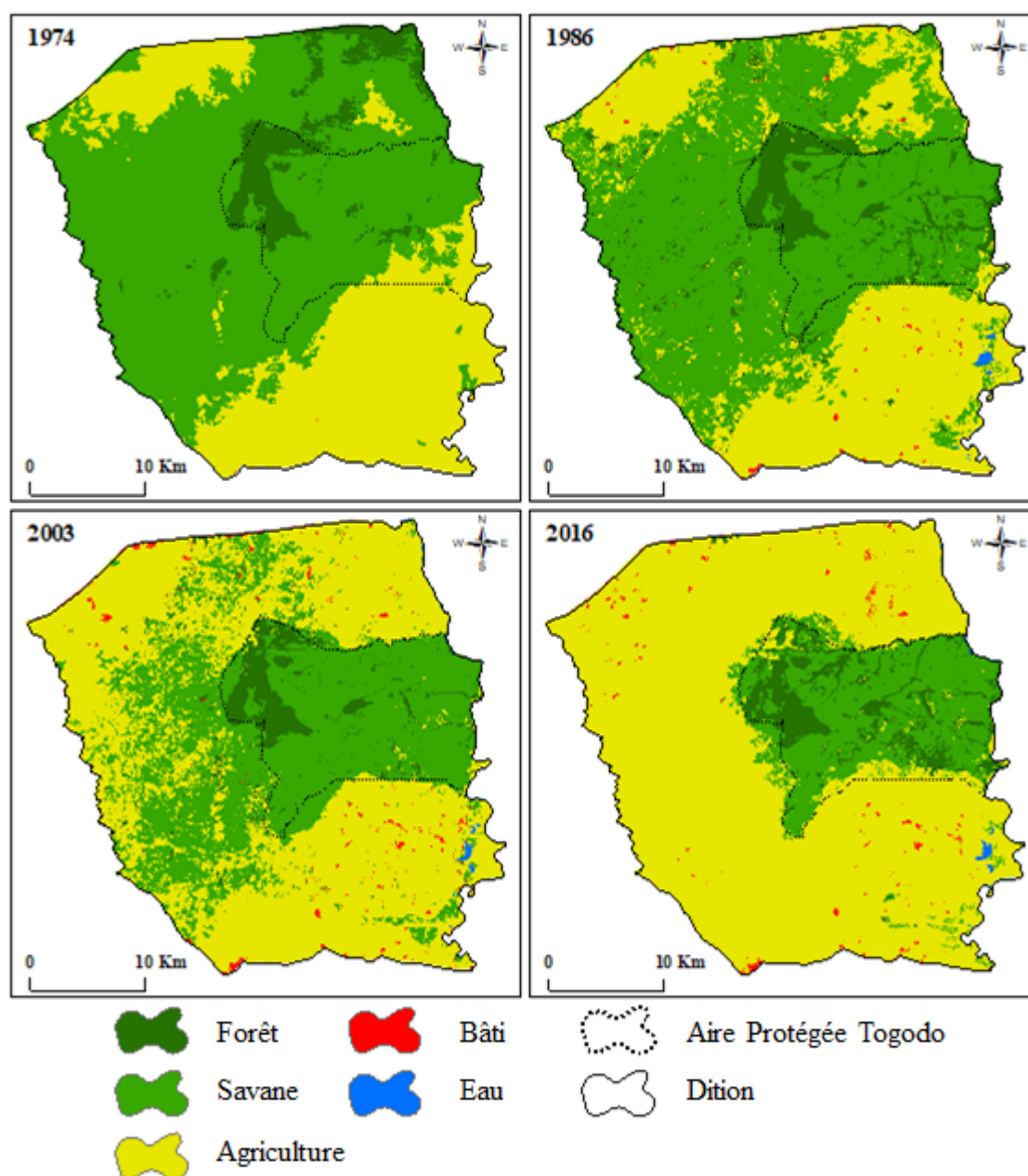


Figure 5.2 Cartes d'occupation des sols et d'utilisation des terres dans et autour de l'Aire Protégée Togodo en 1974, 1986, 2003 et 2016. *La légende s'applique aux quatre cartes.*

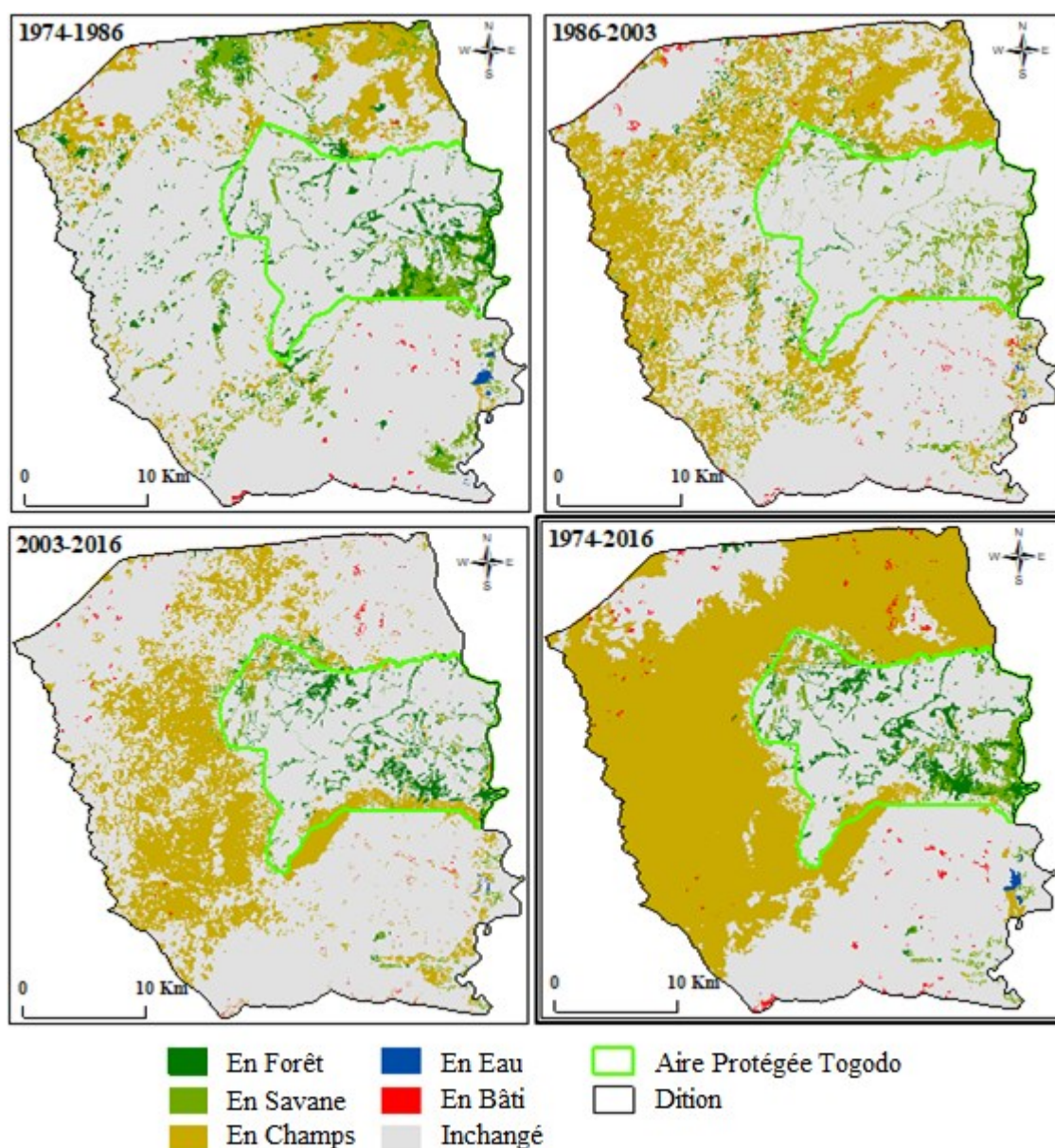


Figure 5.3 Changement historique d'occupation des sols et d'utilisation des terres dans et autour de l'Aire Protégée Togodo pendant les périodes 1974-1986, 1986-2003, 2003-2016 et l'étendue temporelle 1974-2016 (bord épais). La légende s'applique aux quatre cartes de changement d'occupation des sols et d'utilisation des terres.

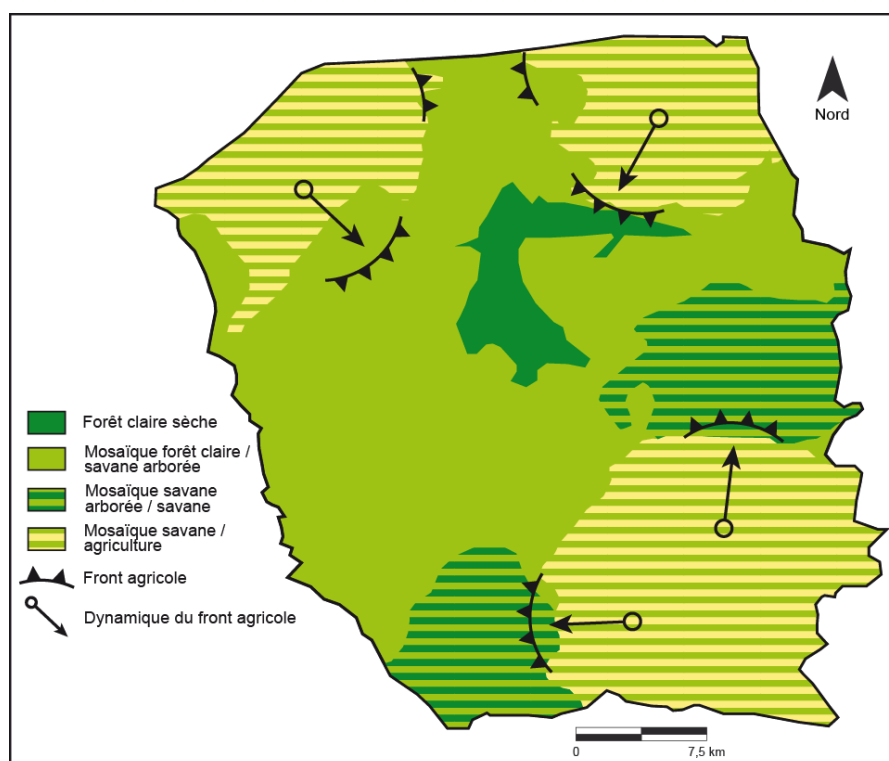


Figure 5.4 Dynamique des fronts agricoles autour de Togodo.

3.2. Degrés de dynamiques d'utilisation des terres (*Land use dynamic degrees*)

Puisque les grandes intensités proviennent souvent de catégories de petite surface (Huang *et al.*, 2018) et que notre but est de comprendre les impacts de l'agriculture sur la végétation semi-naturelle, les résultats des degrés de dynamiques de changement unique d'utilisation des terres et de l'analyse de l'intensité pour l'eau et les bâtis ne seront pas présentés et analysés.

Tableau 5.3: Le degré de dynamiques de changement unique d'utilisation des terres

Catégorie	1974-1986	1986-2003	2003-2016
Forêt	1.59	-2.21	0.93
Savane	-0.56	-1.99	-4.26
Culture	0.54	3.67	2.65

Les degrés de dynamiques de changement unique d'utilisation des terres pour les trois intervalles de temps (Tableau 5.3) donnent la variation nette, qui est égale au gain moins la perte. Les terres cultivées ont connu plus de gains que de pertes pendant tous les intervalles de temps. À l'inverse, la savane a connu plus de pertes que de gains au cours des mêmes intervalles

de temps. La forêt a gagné au cours du premier intervalle de temps (1974-1986) et du troisième intervalle de temps (2003-2016). Cependant, dans le deuxième intervalle de temps (1986-2003), la forêt a connu une perte nette.

Les composantes du pourcentage de changement annuel (Figure 5.5) montrent que, la composante échange est la plus importante durant le premier intervalle de temps, ce qui signifie que de grandes superficies ont connu une transition couplée. Pour les autres intervalles de temps, la composante quantité est la plus importante. La composante décalage est le changement le moins important pendant tous les intervalles de temps. Le changement global est plus important pendant le deuxième intervalle de temps (28,77 %) que pendant le premier (18,33 %) et le troisième (25,76 %).

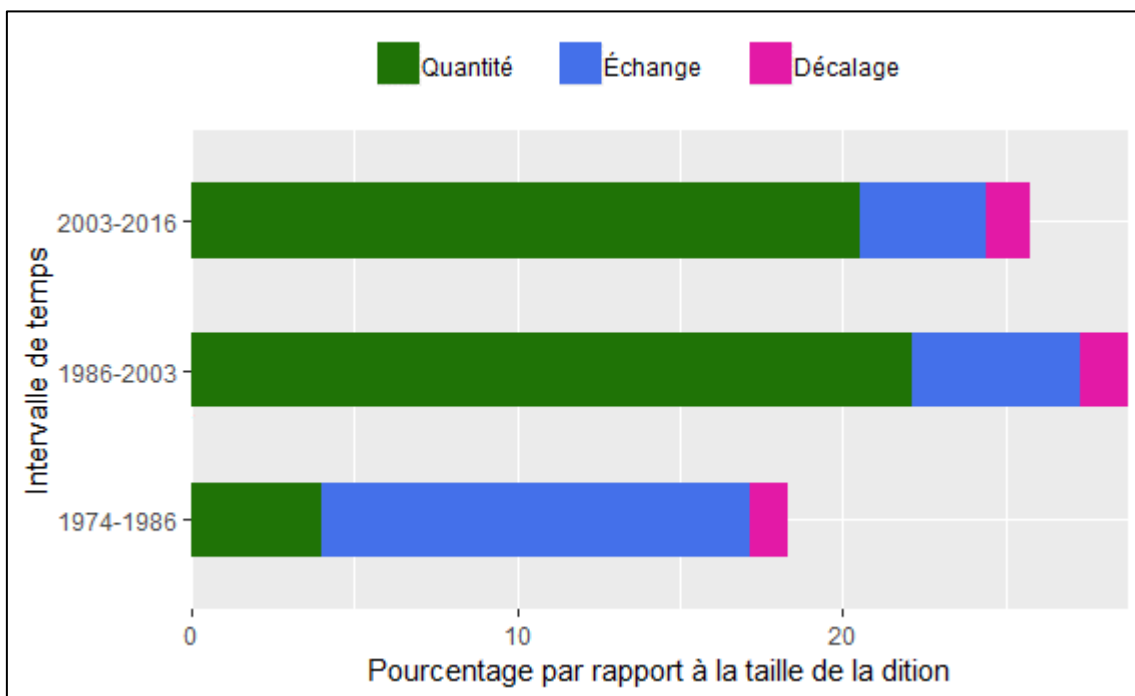


Figure 5.5 Composantes de changement annuel. *Quantité (Q) : changements annuels dans la taille des catégories ; Échange (E) : taille de la transition de la catégorie i à la catégorie j à un endroit couplée à une transition de la catégorie j à la catégorie i à un autre endroit ; Décalage (S) : Pourcentage de variation annuelle (D) moins la composante quantité et moins la composante échange ($S = D - (Q + E)$).*

3.3 Analyse d'intensité

3.3.1 Analyse d'intensité au niveau de l'intervalle de temps

Les résultats de l'analyse d'intensité au niveau de l'intervalle de temps (Figure 5.6) montrent que le pourcentage de changement annuel (barres qui s'étendent de l'axe médian vers la gauche) est plus élevé pendant le troisième intervalle de temps que pendant le deuxième et pendant le deuxième intervalle de temps que pendant le premier. Le changement des terres est plus rapide qu'uniforme (si les changements au cours de tous les intervalles de temps ont été distribués uniformément) pendant le troisième intervalle de temps (1,98 %), tandis que le changement est plus lent qu'uniforme pendant les premier (1,53 %) et deuxième (1,69 %) intervalles.

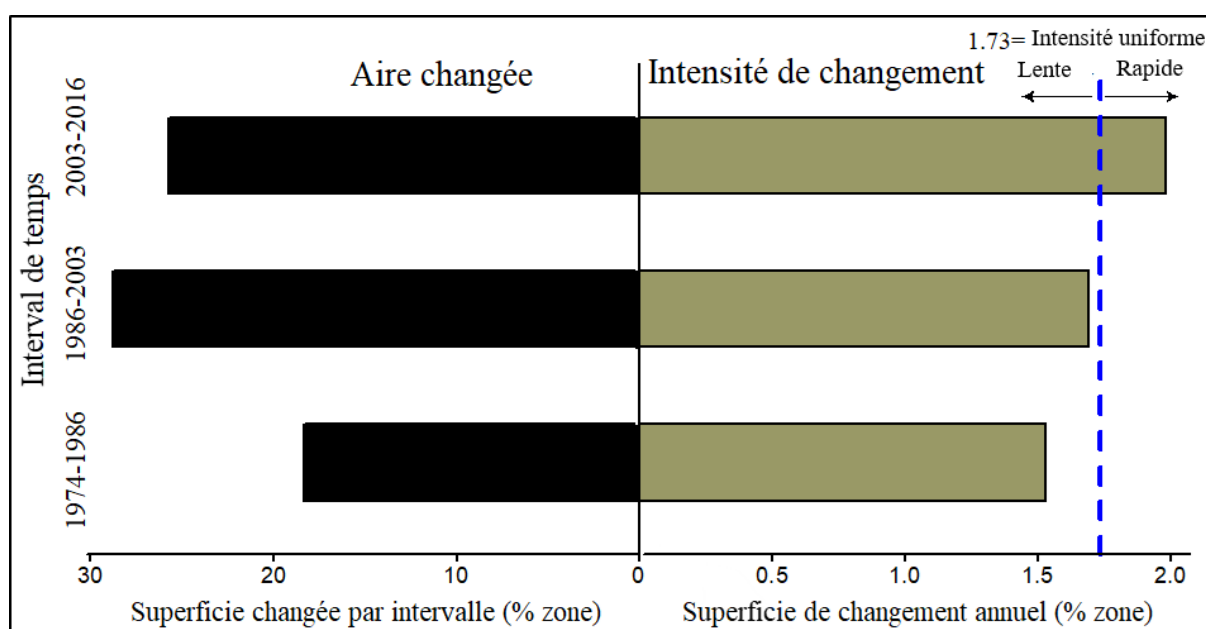


Figure 5.6 : Analyse d'intensité de changement au niveau de l'intervalle de temps. La ligne en pointillés indique le pourcentage de variation annuelle uniforme pendant la période globale.

3.3.2 Analyse de l'intensité au niveau de la catégorie

La figure 5.7 présente les résultats de l'analyse de l'intensité au niveau de la catégorie. Pour chaque intervalle de temps, la ligne en pointillés indique l'intensité uniforme (intensité obtenue si les changements étaient distribués uniformément dans chaque catégorie sur l'étendue spatiale). Les cultures et les savanes ont respectivement les gains les plus importants et les pertes les plus importantes, et leurs tailles ont augmenté entre le premier et le troisième intervalle de temps. Les cultures ont des gains actifs et les savanes ont des pertes actives pendant tous les intervalles de temps sauf le premier intervalle de temps pendant lequel les savanes ont

connu une perte dormante due à la grande taille leur grande taille (60% de la superficie). La forêt a connu des pertes et des gains actifs, sauf pendant le deuxième intervalle de temps au cours duquel le gain est inactif.

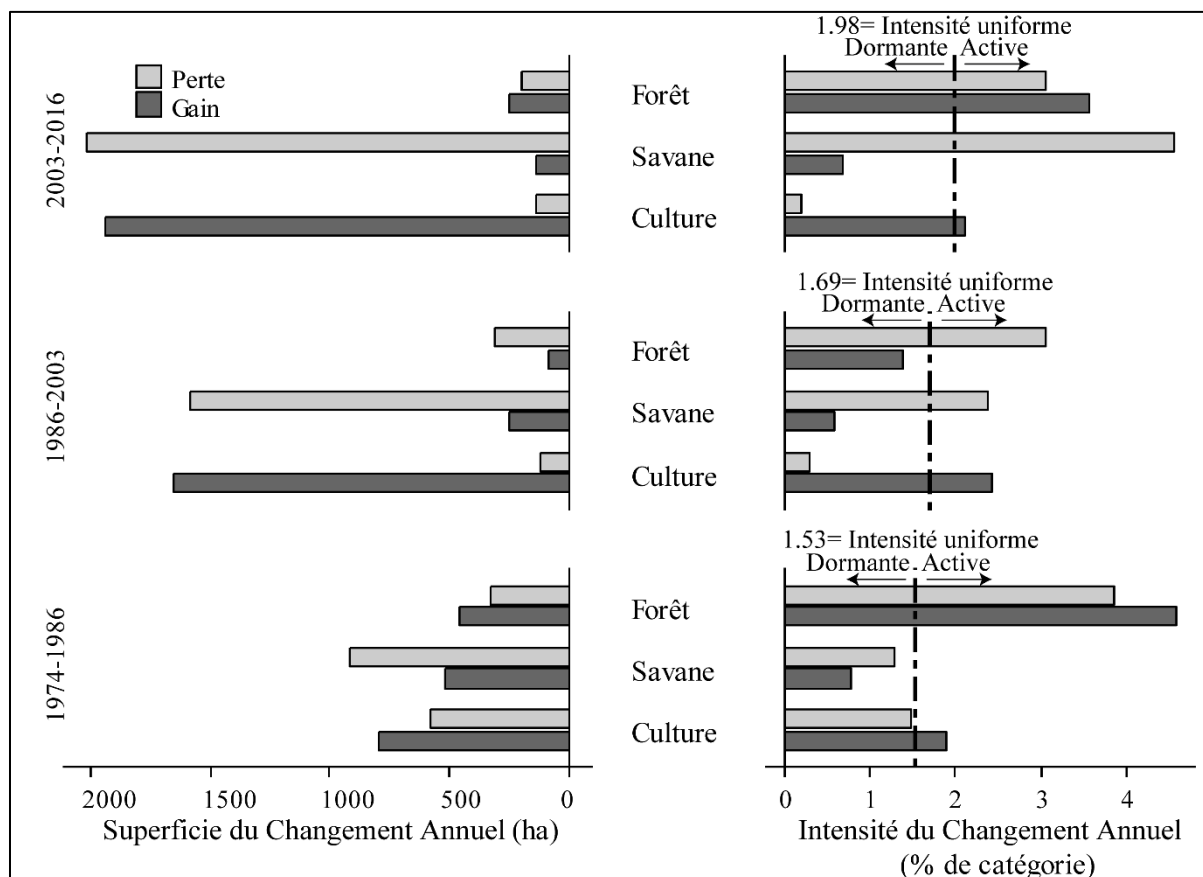


Figure 5.7 Analyse de l'intensité au niveau de la catégorie. La ligne pointillée pour chaque intervalle de temps indique l'intensité uniforme, c'est-à-dire l'intensité si les changements au cours de l'intervalle de temps ont été répartis uniformément sur l'étendue spatiale.

3.3.3 Analyse de l'intensité au niveau des transitions

Selon la taille des transitions, la transition la plus importante est celle de la savane vers la culture, suivie de la transition de la forêt en culture (Tableau 5.4). En ce qui concerne les intensités de transition, le gain des forêts vise particulièrement les savanes et esquivé les cultures pendant tous les intervalles de temps. Inversement, le gain des savanes provient principalement des forêts. Le gain des cultures cible les forêts et évite les savanes pendant le premier intervalle de temps, bien que la taille reçue des savanes soit supérieure à celle reçue des forêts. Pendant les deuxième et troisième intervalles de temps, le gain des cultures cible les savanes et esquivé les forêts.

Tableau 5.4 : Analyse de l'intensité au niveau des transitions

De la Categorie	Intervalle de temps	Forêt	Savane	Culture	Som	Perte
Forêt	1974-1986	3,8	1,2	2,0	7,0	3,3
	1986-2003	4,0	2,3	2,0	8,4	4,4
	2003-2016	3,1	0,7	1,3	5,2	2,1
Savane	1974-1986	3,3	50,7	5,9	60,0	9,2
	1986-2003	0,9	33,4	21,4	56,0	22,5
	2003-2016	2,4	15,0	19,5	37,0	22,0
Culture	1974-1986	1,3	4,0	27,2	33,0	5,8
	1986-2003	0,3	1,2	33,5	35,1	1,7
	2003-2016	0,3	0,7	55,6	57,0	1,4
Som	1974-1986	8,4	56,0	35,1	100,0	18,3
	1986-2003	5,2	37,0	57,0	100,0	28,8
	2003-2016	5,9	16,5	76,7	100,0	25,8
Gain	1974-1986	4,6	5,2	8,0	18,3	
	1986-2003	1,2	3,6	23,6	28,8	
	2003-2016	2,7	1,5	21,1	25,8	
Wtj	1974-1986	0,4	1,1	1,0		
	1986-2003	0,1	0,5	2,1		
	2003-2016	0,2	0,2	3,8		

Matrice de transition et d'intensités de changement d'occupation des sols et d'utilisation des terres (% d'étendue spatiale) des catégories de lignes aux catégories de colonnes. Pour chaque transition, la première colonne indique les proportions des transitions inter-catégories (persistance et transitions). La deuxième colonne (en caractères gras) indique les intensités de transition. La troisième colonne donne la signification (Ta : Target et Av : Avoid) de l'intensité de transition par rapport à l'intensité uniforme Wtj. La colonne Som à droite montre les tailles des catégories à la date initiale de chaque intervalle de temps. La ligne Som en bas montre les tailles des catégories à la dernière date de chaque intervalle de temps. La perte est la somme à la date initiale moins la persistance. Le gain est la somme à la date finale moins la persistance. La ligne Wtj en bas présente l'intensité uniforme (intensité de gain de la catégorie de colonne j si le gain devait provenir uniformément de l'espace qui n'est pas j).

3.4 Analyse des trajectoires

Le tableau 5.5 résume la définition et la proportion de la superficie des trajectoires de changement des terres illustrées par la figure 5.8. Le tableau 5.5 montre qu'environ 25% de la dition était cultivé en permanence (Agriculture permanente), tandis que 20% était couvert en permanence de végétation sans activités agricoles (Végétation permanente) sur la période de 42 ans (1974 à 2016). Entre 2003 et 2016, 21% de la superficie a été convertie en terres cultivées (Agriculture récente) à partir des forêts et savanes. De même, environ 23% (Agriculture jeune) et 7% (Vielle Agriculture) ont été converties en terres agricoles entre 1986-2003 et 1974-1986. Pour chaque intervalle de temps, la superficie des terres cultivées abandonnées est inférieure à 2% et a diminué de 1,52% (Vielle reforestation) à 0,01% (Reforestation récente). Les savanes

et forêts mises en culture puis abandonnées et les cultures miss en jachère puis remises en culture (Cycles de cultures-jachères) représentent moins de 1% de la superficie de la dition.

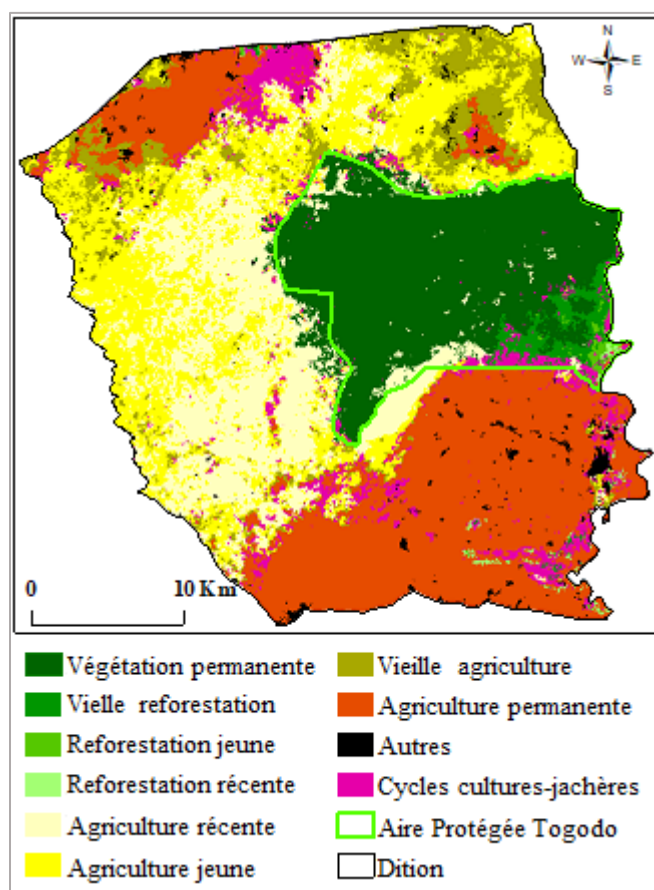


Figure 5.8 Carte des trajectoires de changement d'affectation des terres pour la période 1974-1986-2003-2016 dans et autour de l'Aire Protégée du Togodo.

Tableau 5.5. Définition et proportion des trajectoires de changement des terres.

Classes de Trajectoire	Définition	Trajectoires	Proportion of land (%)
Agriculture permanente	Au moins 42 ans d'agriculture permanente	CCCC (CCCC)	25,28
Végétation permanente	Au moins 42 ans de forêts et savanes permanentes	FFFF, FFFS, FFSF, FFSS, FSFF, FSFS, FSSF, FSSS, SFFF, SFFS, SFSF, SFSS, SSFF, SSFS, SSSF, SSSS (VVVV)	19,55
Agriculture récente	Mise en culture de savanes ou forêts entre 2003 et 2016	FFFC, FFSC, FSFC, FSSC, SFFC, SFSC, SSFC, SSSC, (VVVC)	20,87
Reforestation récente	Agriculture abandonnée en Jachère entre 2003 et 2016	CCCF, CCCS (CCCV)	0,01
Cycles cultures-jachères	Cycles cultures-jachères	FFCF, FFCS, FSCF, FSCS, SSCF, SSCS, SFCF, SFCS, FCCF, FCCS, SCCF, SCCS, CF CF, CFCS, CSCF, CSCS, FCFC, FCSC, SCFC, SCSC, CFFC, CFSC, CSFC, CSSC, CCFC, CCSC, FCFF, FCFS, FCSF, FCSS, SCFF, SCFS, SCSF, SCSS, CFCC, CCCC (VVCV, VCCV, CVCV, VCVC, CVVC, CCVC, VCVV, CVCC)	0,98
Agriculture jeune	Mise en culture de savanes et forêts depuis la période entre 1986 et 2003	FFCC, FS CC, SFCC, SSCC, (VVCC)	22,54
Reforestation jeune	Agriculture abandonnée en jachères depuis la période entre 1986 et 2003	CCFF, CCFS, CCSF, CCSS (CCVV)	0,3
Vieille agriculture	Mise en culture de savanes et forêts depuis la période entre 1974 et 1986	FCCC, SCCC (VCCC)	7,23
Vieille reforestation	Agriculture abandonnée en jachères depuis la période entre 1974 et 1986	CFFF, CFFS, CFSF, CFSS, CSFF, CSFS, CSSF, CSSS (CVVV)	1,52
Autres	Toute conversion impliquant les bâtis et l'eau	OOOO (OOOO)	1,72

Les codes en gras entre parenthèses correspondent aux trajectoires en combinant savane et forêt dans une seule classe de végétation. (C : Culture, F : forêt, S : savane, V : végétation, O : Autre).

IV- DISCUSSION

En Afrique de l'Ouest, les forêts et les savanes subissent d'importants changements en raison de l'expansion agricole. L'évaluation et le suivi réguliers des changements d'utilisation des terres sont donc importants dans cette région afin de procurer des éléments de base aux politiques de gestion qui permettent d'atténuer et d'orienter la dynamique du changement LULC vers les résultats souhaités (Piquer-Rodríguez *et al.*, 2018). Cette étude visait, d'une part, l'analyse de la cinématique des trajectoires de changements d'utilisation des terres, qui sont fondamentales pour la compréhension de l'évolution de la végétation et du comportement des plantes envahissantes sous l'influence des activités humaines. D'autre part, elle voulait, à partir de la complémentarité entre les analyses d'intensité et les analyses des trajectoires, fournir des informations les plus exhaustives possibles aux gestionnaires des ressources naturelles dans et autour de l'APT. Alors que l'analyse d'intensité permet une bonne compréhension de la dynamique des changements, c'est-à-dire des intensités de changements entre les catégories d'utilisation des terres (Huang *et al.*, 2012, 2018), l'analyse des trajectoires fournit plutôt des informations complémentaires sur la cinématique, à savoir la distribution spatiale des changements dans le temps (Ouedraogo *et al.*, 2011; Badjana *et al.*, 2015).

4.1. Cartographie LULC et précision

Les précisions globales (Annexe 4.1) de notre classification sont supérieures à 80 %, sauf pour la carte de 1974. Ces précisions globales étaient suffisamment élevées et satisfaisantes pour l'analyse du changement d'utilisation des terres et d'occupation des sols (Diwediga *et al.*, 2017). La précision faible de la classification des images Landsat 1 du MSS est probablement liée à la résolution de l'image et à un nombre limité de bandes spectrales par rapport aux autres images. La faible précision de la classification de l'image Sentinel 2 (88 %) par rapport à celle de Landsat 7 (91 %) serait due au nombre élevé de types d'utilisation des sols défini. En effet, l'approche orientée-objet adoptée pour l'image Sentinel 2 fournit une précision globale de classification statistiquement plus élevée dans les régions de savane tropicale (Whiteside, Boggs & Maier, 2011; Badjana *et al.*, 2015).

La végétation semi-naturelle a dominé la dition pendant le premier intervalle de temps de notre analyse (1974 et 1986) tandis que les terres cultivées ont dominé pendant le dernier intervalle de temps (2003 et 2016). Au cours de tous les intervalles de temps et de la période globale, la savane a considérablement diminué tandis que les terres cultivées ont connu une augmentation nette. L'expansion des terres agricoles au détriment de la savane et de la forêt

indique que l'agriculture extensive est la principale cause de changement et de dégradation du paysage dans la région. En effet, les pratiques agricoles telles que le défrichement de la savane ou de la forêt pour la mise en culture ou la plantation (teck et palmier à huile) suivi de la mise en jachère sont les principaux facteurs qui affectent la dynamique du paysage dans la zone étudiée (Akodéwou *et al.*, 2019). Des résultats similaires ont été obtenus dans différentes zones du Togo telles que la préfecture de Yoto (Kpedenou *et al.*, 2016), autour du Parc National de Fazao-Malfakassa (Diwediga *et al.*, 2017; Atsri *et al.*, 2018) et le bassin du fleuve Kara (Badjana *et al.*, 2015) où une conversion de la végétation naturelle en zones agricoles a été observée.

4.2 Influence du climat, des politiques de gestion et des plantes envahissantes

La forêt a connu un gain net au cours du premier et du troisième intervalles de temps, ce qui paraît étonnant. Ce gain s'est produit principalement à l'intérieur de l'aire protégée et a visé les savanes (Tableau 5.4). Pour le premier intervalle de temps, cela est probablement dû à la faible résolution de l'image Landsat 1 de 1974 associée à la sécheresse des années 1970 en Afrique de l'Ouest. Avec la sécheresse, les forêts seraient moins photoréfléchissantes et avec une résolution de 60 m, les lisières et les forêts galeries sont difficiles à détecter. Cette confusion entre savane et forêt, notamment sur les espaces de transition, justifierait la valeur élevée de la composante échange (E) pendant la période 1974-1986 (Figure 5.5). La sécheresse serait aussi responsable de l'assèchement de l'eau (étangs et mares) qui n'est pas été détectée sur l'image de 1974. En effet, diverses études ont indiqué que la variabilité climatique peut affecter le couvert végétal en Afrique de l'Ouest (Braimoh & Vlek, 2004; Scheiter & Higgins, 2009). Pour limiter la confusion due à la faible résolution de l'image, l'idéal serait d'utiliser des images à plus haute résolution. Malheureusement, à part les photographies aériennes qui ne sont pas ou peu disponibles sur la région, les images Landsat demeurent les seules sources d'analyses historiques remontant aux années 1970.

Le gain de la forêt au cours du troisième intervalle de temps serait lié aux activités humaines à l'intérieur de l'aire protégée. Le non-respect des lois de protection et les besoins croissants en terres fertiles ont conduit à une série d'installation des cultures et d'abandon (lorsque les auteurs sont démasqués par les gestionnaires) en jachère dans la zone protégée. Ces pratiques ont obligé le Ministère en charge de l'environnement, dans le cadre du programme de réhabilitation des aires protégées, à initier une nouvelle délimitation consensuelle de l'aire protégée avec la participation des populations locales (UICN/PACO, 2008). Au cours de cette

délimitation, tous les champs installés à l'intérieur de l'aire protégée ont été abandonnés mais compensés par de nouvelles portions rétrocédées par l'État à la population en repoussant les limites de l'aire protégée essentiellement dans la partie sud. Ces jachères ont évolué vers la savane puis certaines vers la forêt claire (Figure 5.4). D'autres études menées au Togo (Akpagana *et al.*, 1993b; Guelly *et al.*, 1993; Roussel, 1994) et au Cameroun (Jacques-Félix, 1968) ont également fait état de l'évolution des jachères en savanes puis en forêts. D'autre part, à certains endroits surtout au niveau des forêts, ces jachères ont été fortement envahies par une couverture dense et photoréfléchissante de *Chromolaena odorata* (Photo 5.1). Ces jachères à *C. odorata* très photo réfléchissantes seraient confondues à la forêt lors de nos classifications. L'espèce arbustive envahissante *C. odorata* prospère en effet dans les vides du couvert forestier et dans les grandes zones ouvertes, ce qui constitue une niche optimale pour son établissement et la dispersion des graines (Joshi *et al.*, 2006; Malahlela, Cho & Mutanga, 2015). Pour réduire le biais induit par *C. Odorata*, l'utilisation d'images à très haute résolution serait une solution et l'utilisation récente des drones en télédétection est une perspective.



Photo 5.1 Couverture dense et hautement photoréfléchissante de *Chromolaena odorata* dans les forêts dégradées en bordure de l'aire protégée du Togodo.

4.3 Intensification des pressions anthropiques

On note une intensité croissante de changement annuel du premier au troisième intervalle de temps (Figure 5.6) et durant la période globale de notre étude. Durant la période de l'étude, de moins en moins de terres cultivées sont abandonnées en jachère (Figure 5.8, Table 5.5) et les cycles de jachère deviennent de plus en plus courts. En outre, les vieilles terres cultivées

(vieille agriculture) situées dans les parties nord-ouest, nord-est et sud-est du site ont été progressivement élargies vers les limites de l'aire protégée. L'aire protégée reste le seul vestige de la végétation semi-naturelle (Figure 5.8). Cette augmentation de l'intensité et de la trajectoire des terres cultivées est la conséquence de l'augmentation des pressions anthropiques. Ces pressions anthropiques croissantes sont dues à la croissance démographique et à l'augmentation de la demande en nourriture et en énergie qui en résulte, et qui nécessite davantage de terres pour la production (Dimobe *et al.*, 2012). En effet, la densité de la population des deux régions maritime et des plateaux hébergeant la dition est passée de 105 et 38 en 1981 à 280 et 81 hab./km² en 2010 (DGSCN, 2010). Au cours de la même période, leur taux de croissance a presque triplé (3,16 % et 2,58 %). Actuellement, le statut de conservation de la biodiversité de l'aire protégée est sérieusement menacé. La croissance démographique est loin de s'arrêter alors qu'il n'y a plus de végétation semi-naturelle à défricher à l'extérieur de l'aire protégée. Il est donc urgent de revoir les systèmes de production agricole et les politiques de gestion des aires protégées. Promouvoir l'agroécologie, l'agroforesterie et l'utilisation des engrais organiques pourrait être une solution pour restaurer et maintenir la fertilité des champs et limiter la défriche de nouveaux habitats semi-naturels.

4.4 Avantage de l'association des analyses d'intensité et des analyses des trajectoires

Les analyses d'intensité des dynamiques de changement ont fourni les informations sur les quantités et les intensités de changements sur chaque intervalle de temps. Ces informations sont essentielles pour comprendre comment évoluent les pressions anthropiques sur les ressources naturelles et pouvoir réorienter, s'il y a lieu, les politiques de gestion. Pour mettre en place des stratégies gestion plus efficaces, une bonne connaissance des zones prioritaires est une nécessité. C'est effectivement ce que permet l'analyse des trajectoires en spatialisant les successions de changements. Ces informations spatiales sont aussi utiles pour la compréhension des phénomènes écologiques se déroulant à l'échelle du paysage. En effet, pour une meilleure compréhension des phénomènes à l'échelle du paysage tel que l'envahissement par les plantes, il est plus logique d'adopter une approche holistique (Domenech *et al.*, 2005; Vilà & Ibáñez, 2011; González-Moreno *et al.*, 2016). Cela suppose une bonne connaissance non seulement des éléments et des processus en cours au niveau du paysage mais aussi son historique, que les analyses de trajectoires permettent d'avoir.

V- CONCLUSION PARTIELLE

Cette étude a permis d'évaluer les changements d'utilisation des terres dans et autour de l'APT en utilisant l'analyse de l'intensité et des trajectoires. Les résultats montrent qu'au cours de la période globale de notre étude (1974-2016), la région a connu des changements notables. La couverture végétale (forêt et savane) a diminué de 67 % à 22 %, tandis que la superficie des cultures a augmenté de 33% à 77%. Les savanes et les cultures ont respectivement diminué et augmenté progressivement durant la période globale de l'étude, tandis la forêt a connu une dynamique en dents de scie. La dynamique irrégulière de la forêt est liée à l'effet combiné des activités humaines, du climat et des plantes envahissantes, en particulier *C. odorata*. Cependant, nos résultats montrent que les activités humaines par le biais de pratiques agricoles telles que le défrichement de la savane et de la forêt pour la culture puis la mise en jachère sont les principaux facteurs de la dynamique du paysage. Nos résultats montrent également que l'association des deux méthodes – analyses des intensités et analyses des trajectoires – donne une vision plus globale des changements. L'association des analyses d'intensité et de trajectoire permet de mieux comprendre la dynamique spatio-temporelle et la cinématique des changements des terres. Cette étude constitue une base pour l'analyse des phénomènes écologiques influencés par les activités humaines notamment les changements d'utilisation des terres. Cependant, d'autres études sont nécessaires pour améliorer la précision de la cartographie en particulier la précision entre les jachères de *C. odorata* et les forêts.

Compte tenu de l'importance écologique de l'APT, et vu l'effet reconnu des changements d'utilisation des terres sur l'évolution de la végétation, il serait utile de chercher à comprendre comment les différentes trajectoires ont impacté les communautés végétales et surtout les plantes envahissantes dans la région. Ces informations permettront de proposer des mesures de gestion intégrée plus appropriées des plantes envahissantes. Cette gestion contribuerait à une meilleure conservation de la biodiversité dans l'APT et améliorerait les rendements agricoles et donc la sécurité alimentaire dans la région.

**SIXIÈME CHAPITRE : DIVERSITÉ ET STRUCTURE DES
COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES EN RELATION AVEC LES
FACTEURS BIOPHYSIQUES ET HUMAINS DANS ET AUTOUR
DE L'APT**

« Les forêts précèdent les hommes, les déserts les suivent. »

Chateaubriand

I- INTRODUCTION

Les activités humaines modifient directement et indirectement les communautés végétales à travers le monde, mais les efforts pour associer les changements de végétation à l'ensemble des causes sous-jacentes possibles font défaut (Inderjit *et al.*, 2017). Les humains bouleversent les écosystèmes à travers leurs activités industrielles, agricoles, récréatives et à travers les échanges internationaux, qui conduisent à un changement d'utilisation des terres, une modification des cycles biogéochimiques et le déplacement d'espèces en dehors de leur zone d'origine (Vitousek, 1997). Dans le contexte actuel de changements globaux, la compréhension de l'évolution de la végétation sous l'effet des interventions humaines est devenue un enjeu majeur de l'écologie en lien d'une part avec le maintien d'une biodiversité fonctionnelle assurant un niveau satisfaisant de services écosystémiques et d'autre part avec la sécurité alimentaire (Fried, 2019).

Au Togo, à l'instar de la région ouest africaine, on assiste à une cinématique de changement rapide des paysages due surtout à l'agriculture extensive sur brûlis qui est la principale activité agricole des populations (Burgess *et al.*, 2004; CILSS, 2016). Les habitats semi-naturels - savanes et des forêts sèches des aires protégées surtout - sont plus en plus défrichées pour l'installation de cultures vivrières ou de plantations de teck et de palmier (Triplet, 2009; Adjonou *et al.*, 2010) afin de satisfaire les besoins alimentaires et énergétiques d'une population de plus en plus nombreuse. Ces utilisations et changements d'utilisation des terres ont engendré des changements de végétation dans la structure et la diversité floristique des communautés végétales.

Il est urgent, dans ce contexte de changements d'utilisations des terres rapides et de pressions anthropiques accrues sur les habitats semi-naturels et sur les aires protégées de chercher à comprendre comment évolue la végétation en réponse à ces différentes perturbations anthropiques. La compréhension de l'évolution de la végétation doit permettre d'identifier les risques associés à certaines activités humaines (pratiques agricoles, introduction et utilisation de végétaux exotiques), d'orienter les politiques publiques vers des pratiques plus durables, et d'établir des scénarii pour l'avenir.

Pour analyser la qualité des paysages à travers les communautés végétales, les premières phase de la méthode la plus sûre consiste à analyser leur structure verticale et horizontale d'abord et ensuite à mesurer leur diversité locale et leur diversité spatiale (Godron, 2012a).

La présente étude se propose donc d'analyser la diversité et la structure verticale et horizontale des communautés végétales de la zone des savanes guinéennes du Sud-Togo au regard des utilisations actuelles et passées des terres.

II- MÉTHODOLOGIE

2.1. Collecte des données

Le plan d'échantillonnage adopté dans cette étude est stratifié. En effet, les échantillonnages stratifiés classiques sont *a priori* bien adaptés aux structures discontinues des mosaïques, et ils permettent de donner un minimum de rigueur statistique à la recherche des relations entre la végétation et les habitats (Daget & Godron, 1982; Alexandre *et al.*, 1998).

Étant donné que le but de cette recherche est de montrer l'effets des utilisations des terres sur la végétation en général et sur les plantes envahissantes en particulier, le plan d'échantillonnage a été surtout guidé par les utilisations des terres. Ainsi, les sites d'inventaire ont été choisis en fonction des utilisations actuelles et des trajectoires de changement d'utilisation des terres identifiées entre 1974, 1986, 2003 et 2016 dans le quatrième chapitre.

En plus des utilisations des terres, les types de sols et la géologie ont aussi été pris en compte dans le choix de l'emplacement des quadrats. Il faut toutefois rappeler qu'il est utopique d'avoir un échantillon équilibré pour tous les descripteurs écologiques.

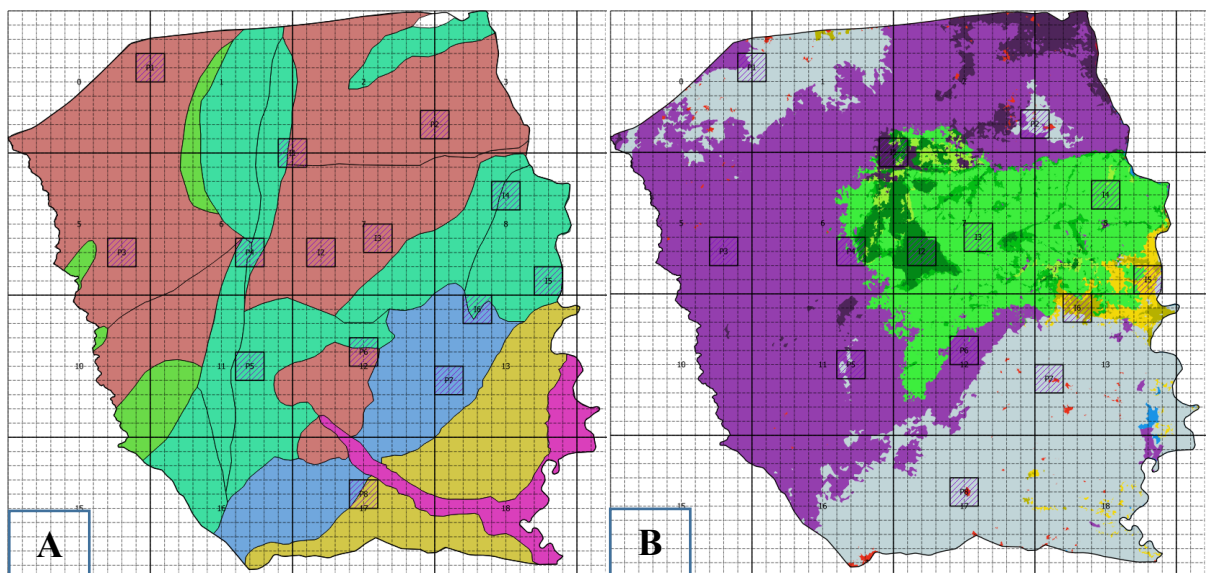


Figure 6.1 : Distribution des quadrats (2km x 2km) selon les descripteurs écologiques

A : Distribution des quadrats suivant la géologie, B : Distribution des quadrats suivant les changements entre 1974 et 2016.

Sur 14 quadrats de 2 km x 2 km identifiés (**figure 6.1**), 12 ont pu être échantillonnés. La méthode classique de relevé de surface (Hall & Swaine, 1981; Hawthorne, 1996; Cheek & Cable, 1997; Adou Yao & N'Guessan, 2005) a été utilisée pour la collecte des données. À l'intérieur de chaque quadrat, des placettes d'inventaire de 50 m x 50 m (0,25 ha) ont été installées à chaque 200 mètres le long de transects de 2 km orientés Nord-Sud et Est-Ouest (figure 6.2) de manière à prendre en compte l'essentiel de la diversité floristique et écologique (Wala, 2004, 2010; Amégnaglo *et al.*, 2018a). Les placettes, dont les coordonnées du centre ont été préalablement enregistrées, ont été localisées à l'aide du GPS GARMIN 64S. Des relevés phytosociologique et écologique ont été réalisés dans chaque placette. Toutes les espèces végétales présentes ont été recensées par strate (herbacée, arbustive et arborée) avec leur indice d'abondance-dominance suivant l'échelle de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet *et al.*, 1952).

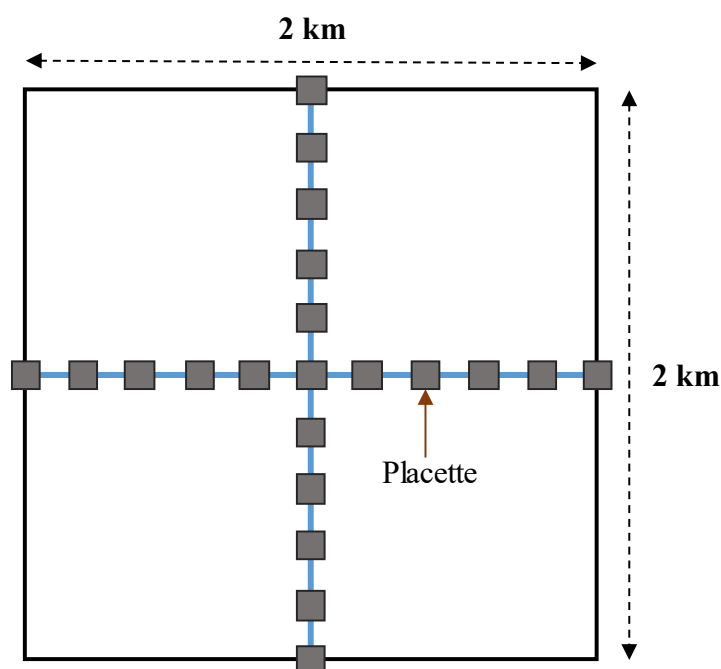


Figure 6.2 Plan d'échantillonnage.

Au niveau de chaque relevé, d'autres informations ont été notées telles que le type de formation végétale, le degré de fermeture de la formation, la hauteur moyenne du peuplement, les modes de gestion et les principales activités anthropiques (Annexe 6.1).

En effet, des travaux antérieurs (troisième chapitre) ont montré que les types d'occupations majeurs dans la région d'étude sont l'habitation, le champ (culture), la jachère, la palmeraie, la teckeraie, la savane et la forêt.

2.2. Analyse des données : l'analyse fréquentielle

L'analyse fréquentielle (Daget & Godron, 1982; Barima *et al.*, 2016), est fondée sur la recherche des observations qui apportent le plus d'information (Daget & Godron, 1982; Godron, 2012a, 2018), en mettant en œuvre des méthodes statistiques non-inférentielles (Gauthier *et al.*, 1977; Godron, 2012a).

Les résultats de l'analyse fréquentielle sont exprimés en "binon" (unité de l'information) à partir des probabilités en appliquant la formule de Brillouin (1962) : $I = \log_2 (1/p)$ où P est la probabilité. Ceci exprime qu'une observation apporte d'autant plus d'information qu'elle est peu probable *a priori*, inattendue, extraordinaire.

En effet, dans le cas présent de l'écologie végétale, l'écologue veut savoir dans quelle mesure la liaison entre deux espèces est importante pour comprendre la structure du tapis végétal. C'est une question précise et la réponse à cette question apportera donc une information quantifiable qui sera d'autant plus grande que cette liaison est remarquable, parce que la probabilité de la table de contingence est faible.

Tous les calculs de notre analyse fréquentielle ont été faits à l'aide des fonctions programmées dans l'espace de travail "amahttr" du progiciel DYALOG 16.0. téléchargé sur le site <https://www.dyalog.com/>.

2.2.1 Les diversités floristiques totale et locales

La formule de Shannon, qui est très généralement utilisée pour mesurer la biodiversité, souffre d'un biais (Godron & Kadik, 2003). Wolff et Amandier (2009) et Godron (2012a) ont montré comment la formule de Brillouin donne au moins trois indices de biodiversité non biaisés. L'indice de Brillouin (Godron & Kadik, 2003; Wolff & Amandier, 2009) est :

$$B = (1/N) \times \log_2(N! / \prod_{i=1}^S n_i!)$$

S = richesse spécifique = nombre d'espèces identifiées sur le relevé

N = effectif total du relevé (somme des fréquences absolues de toutes les espèces)

$$N = \sum_{i=1}^S n_i$$

n_i = abondance (nombre d'occurrence ou fréquence absolue) de l'espèce i

$n_i!$ = factorielle de $n_i = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times n_i$

p = probabilité de présence de l'espèce i estimée par la fréquence relative $p = n_i/N$.

Cet indice augmente avec le nombre d'espèces. Mais, à nombres d'espèces égaux, il prend des valeurs maximales lorsque toutes les probabilités sont égales, c'est-à-dire lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Frontier & Pichod Viale, 1998). Il synthétise donc la richesse spécifique et l'équitabilité (Wolff & Amandier, 2009).

La formule de Brillouin a été utilisée pour calculer la diversité floristique totale de notre dition et les diversités locales par type d'utilisation des terres.

2.2.2 Les relations entre descripteurs

Un autre aspect de l'analyse de la structure de la végétation est l'analyse des relations entre les descripteurs écologiques des relevés effectués. L'analyse fréquentielle a aussi servi à construire les tables de contingence entre descripteurs grâce à un calcul de probabilité. Cette méthode permet une lecture précise de la table de contingence en comparant le nombre de relevés trouvés dans chacune des cases du cœur de la table à sa valeur attendue. Le résultat est une table qui indique, dans chacune des cases, l'information apportée par l'écart entre la valeur observée et la valeur attendue que donne un modèle uniforme.

2.2.3 La courbe aire-espèces

En phytosociologie, l'une des méthodes les plus utilisée pour évaluer l'hétérogénéité, donc la structure d'une dition, est la courbe aire-espèces. La courbe aire-espèces (Godron, 1970), montre l'augmentation du nombre d'espèces en fonction de l'augmentation de la surface observée. Sa construction est fondée sur un modèle "uniforme", qui est plus adapté à l'analyse de la structure que la distribution de Poisson ou la distribution gaussienne (Godron, 2012a). Pour ce faire, on construit deux courbes qui traduisent l'augmentation du nombre d'espèces quand on regarde les relevés les uns après les autres, dans leur ordre et dans l'ordre inverse et on compare ces courbes à la courbe "normale".

2.2.4 La Courbe de concentration ou courbe de Pareto

La courbe de Pareto, aussi appelée courbe de Gini par certains, est un diagramme rang-fréquence. Elle se construit de la façon suivante (Godron & Kadik, 2003; Gosselin & Laroussine, 2004; Wolff & Amandier, 2009) :

- les espèces sont ordonnées par ordre d'abondance croissante ou décroissante sur l'axe des abscisses et sont ramenées à 100 % ;

- l'axe des ordonnées représente les abondances relatives cumulées des espèces (donc également ramenées à 100 %).

Les coordonnées du point de rencontre entre la courbe et la deuxième diagonale (droite d'équation $y = 100 - x$) constituent l'indice de Pareto aussi communément appelé indice de Gini. Cet indice est souvent proche de 20-80 (ce qui signifie que 20% des espèces occupent 80% de l'abondance totale), dans les relevés phytosociologiques tout comme dans les statistiques économiques lorsque les entreprises sont dans un contexte de concurrence équilibrée (Godron & Kadik, 2003). La première diagonale (droite d'équation $y = x$) correspond à une communauté parfaitement équilibrée : le point de rencontre entre cette droite et la deuxième diagonale donne un indice de Pareto de 50-50, ce qui signifie que 50% des espèces couvrent 50% de la surface ou encore que toutes les espèces ont la même abondance. En revanche, plus la courbe s'éloigne de la première diagonale, moins la communauté est équitable, plus la concurrence est forte entre les espèces et plus la végétation est dominée par un petit nombre d'espèces.

2.2.5 Les groupements végétaux : l'algorithme de l'archipel

Pour interpréter l'ensemble des liaisons entre toutes les espèces, il est commode de construire un algorithme qui en donne une image facile à lire en cherchant les groupes d'espèces qui vivent ensemble (Godron, 2012a). Dans le cadre de ce travail, nous avons opté pour l'algorithme de l'archipel (Barima *et al.*, 2016). L'algorithme de l'archipel produit une image qui ressemble un peu à celle des classifications hiérarchiques (CAH) issues des analyses multivariées, mais il en diffère profondément, en particulier parce qu'il a pour fondement une probabilité **plus exacte** - non inférentielle - (Godron, 2012a). L'algorithme de l'archipel, fondé sur l'idée centrale de la phytosociologie, constitue des groupements végétaux à partir des liaisons entre les espèces qui vivent ensemble (Godron, 2012a). Pour construire les groupements, dans un premier temps, l'algorithme cherche les deux espèces dont la liaison (mesurée par la quantité d'information) est la plus forte. Ensuite, il cherche l'espèce qui possède la liaison la plus forte avec l'une des précédentes, afin de la placer en dessous. Ainsi de suite, les espèces sont placées par ordre de liaison maximale décroissante. Pour les espèces qui n'ont pas été incluses dans le premier groupement végétal, l'algorithme cherche ensuite la liaison la plus forte qui donne le début du groupement végétal suivant, et ainsi de suite, jusqu'à l'épuisement des liaisons calculées. Ceci a l'avantage de ne pas définir *a priori* le nombre de groupements comme cela se fait classiquement dans les classifications hiérarchiques.

Pour étayer l'interprétation des groupements végétaux, les "**profils écologiques**" (Daget *et al.*, 1972) des espèces seront examinés. Cette méthode (Daget & Godron, 1982) repose sur l'examen de la distribution de la fréquence d'une espèce dans les classes de chacun des descripteurs. La réaction des espèces aux états où se trouve le descripteur montre les préférences de chaque espèce et permet de réaliser une fiche de signalement pour chaque espèce (Mesli-Bestaoui, Bouazza & Godron, 2007). Ces profils sont réalisés d'abord en valeurs absolues puis en valeurs relatives et en valeurs corrigées (de façon à se donner la possibilité de comparer des espèces de fréquences très différentes). Ces profils ont pour fondement la probabilité de trouver chaque espèce dans tel ou tel état d'un descripteur donné. Cet ensemble de probabilités se traduit par une « information mutuelle » qui est la transposition en écologie de la notion de fidélité (Emberger, 1930, 1955). Cette fidélité est évaluée au seuil de 1 pour mille, 1% ou 5%.

III- RÉSULTATS

3.1 Richesse spécifique, type biologique et chorologie

3.1.1 Richesse spécifique

La richesse spécifique recensée dans les formations végétales du paysage de Togodo comprend 483 espèces de plantes vasculaires (Annexe 6.2) réparties en 298 genres et 71 familles. Les cinq familles les plus représentées en espèces sont les Fabaceae (82), Poaceae (58), Malvaceae (39), Compositae (24) et Rubiaceae (22).

3.1.2 Types biologiques des espèces

Le spectre biologique des formations végétales du paysage de Togodo (figure 6.3) est dominé par les phanérophytes (65% des espèces soit 314) et les thérophytes (18%). Parmi les 314 phanérophytes, 158 sont des microphanérophytes (mp), 111 nanophanérophytes (np); 41 mésophanérophytes (mP) et 4 mégaphanérophytes (MP).

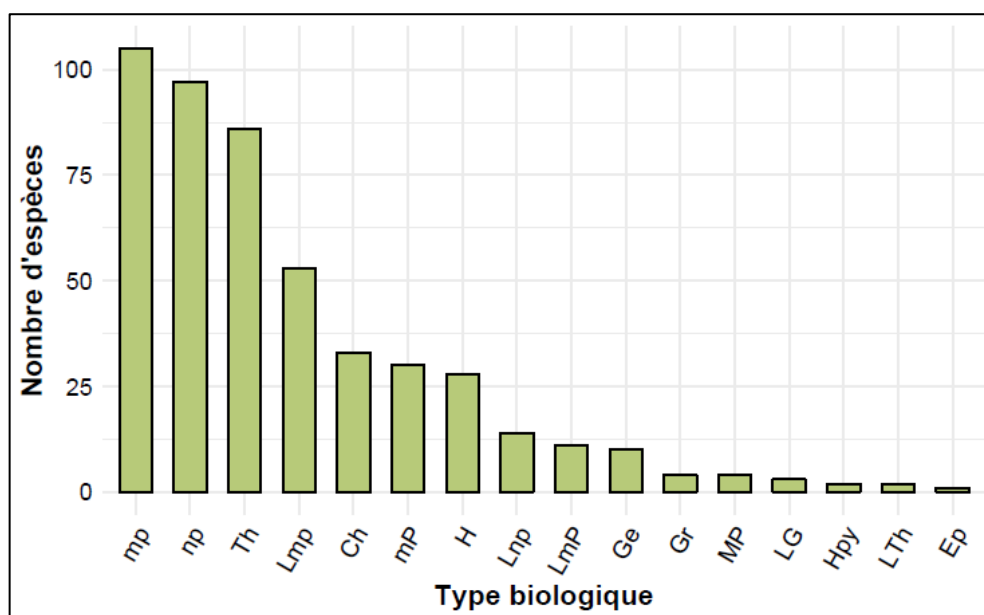


Figure 6.3 Spectre biologique des formations végétales du paysage de Togodo dans le Sud-Est du Togo. **mp** : microphanérophytes, **np** : nanophanérophites, **Th** : thérophytes, **Lmp** : microphanérophytes lianescentes, **Ch** : chaméphytes, **mP** : mésophanérophites, **H** : hémicryptophytes, **Lnp** : nanophanérophites lianescentes, **LmP** : mésophanérophites lianescentes, **Ge** : géophytes, **Gr** : géophytes rhizomateuses, **MP** : mégaphanérophites, **LG** : géophytes lianescentes, **Hpy** : hémicryptophytes pyrophytiques, **Lth** : thérophytes lianescentes, **Ep** : épiphytes.

3.1.3 Distribution phytogéographique des espèces

La figure 6.4 montre que les espèces de liaison ou afrotropicales (AT) sont plus représentées avec 34% (164 espèces) des 483 recensées. Les espèces de liaison sont suivies par les espèces pantropicales (84 espèces), les espèces endémiques de la région guinéo-congolaise (60) et les espèces paléotropicales (49). Enfin les espèces endémiques de la région soudano-zambézienne (37 espèces) et les espèces introduites ou cultivées (32) sont assez représentées.

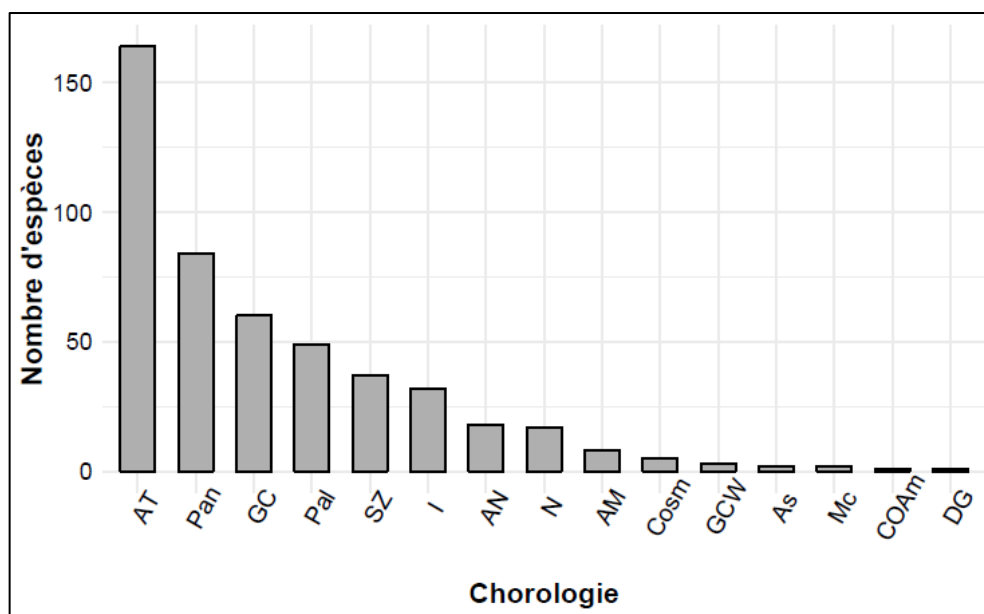


Figure 6.4 Spectre phytogéographique des formations végétales du paysage de Togodo dans le Sud-Est du Togo. *AT* : afrotropicale, *Pan* : pantropicale, *GC* : guinéo-congolaise, *Pal* : paléotropicale, *SZ* : soudano-zambézienne, *I* : introduite ou cultivée, *AN* : Afro-néotropicale, *N* : néotropicale, *AM* : afro-malgache, *Cosm* : cosmopolite, *GCW* : guinéenne occidentale, *As* : asiatique ou afro-asiatique, *Mc* : Taxon commun à l'Afrique et aux îles mascareignes, *COAm* : colonisatrice d'origine américaine, *DG* : endémique du Dahomey.

3.2. Les diversités totale et locales

La diversité totale de tous les relevés est de 10.6. Les diversités locales des différents types d'occupation du sol en champ (CH), en forêt (FO), en habitation (HA), en jachère (JC), en palmeraie (PA), en savane (SA) et en teckeraie (TK) sont respectivement de 9,4 ; 6,5 ; 6,7 ; 8,9 ; 7,2 ; 8,3 et 7,0. La forêt a la diversité locale la plus faible tandis que les champs et les jachères ont les diversités locales les plus fortes.

3.3. Structure verticale et horizontale

3.3.1 Relations entre les utilisations des terres et l'organisation en strate

Le tableau 6.1 montre que les arbres sont beaucoup plus rares dans les champs et sont fréquents dans les forêts. Les arbres sont aussi fréquents dans les savanes, ce qui est moins attendu mais pas étonnant (Photo 6.1) en zone guinéenne. Les arbres sont fréquents dans les teckeraies, et peu fréquents dans les habitations et les jachères. Les arbustes sont plus fréquents qu'attendu dans les champs et les palmeraies et fréquentes dans les autres états d'utilisation des terres proportionnellement au nombre de relevés. Les herbacées sont surtout fréquentes dans les champs.

Tableau 6.1 Liaison entre les utilisations des terres et les strates.

	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK
ABO	-19	6	3	3	0	6	5
ABU	6	0	0	0	3	0	0
HER	6	0	0	0	0	0	0

ABO : arborée, ABU : arbustive, HER : herbacée, CH : champ, FO : forêt, HA : habitation, JC : jachère, PA : palmeraie, SA : savane, TK : teckeraie.



Photo 6.1 Savane arborée à l'intérieur de l'Aire Protégée Togodo. © A. Akodéwou

3.3.2 Relations entre utilisation des terres et la fermeture des formations végétales

Le tableau 6.2 montre que les champs et les habitations ont presque toujours une fermeture très faible. Les forêts et les palmeraies sont fortement fermées. Les jachères ont très rarement une fermeture très faible. Les savanes et les teckeraies ont une fermeture faible. La faible fermeture des teckeraies (Photo 6.2) peut s'expliquer par l'effets allélopathique du Teck qui limite le développement des autres espèces végétales.

Tableau 6.2 Liaison entre les utilisations des terres et la fermeture des formations végétales.

	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK
1	14	0	23	-16	-4	-12	0
2	5	-12	-26	4	0	11	6
3	-28	22	5	5	9	0	-8

1 : fermeture très faible, 2 : fermeture faible, 3 : fermeture forte, CH : champ, FO : forêt, HA : habitation, JC : jachère, PA : palmeraie, SA : savane, TK : teckeraie.



Photo 6.2 Teckeraies types de la zone autour de Togodo. © A. Akodéwou

3.3.3 La courbe aire-espèces

Les deux courbes observées (en bleu et en vert), qui traduisent l'augmentation du nombre d'espèces quand on regarde les relevés les uns après les autres, dans leur ordre et dans l'ordre inverse, sont assez proches de la courbe "normale" (en rouge), quoique légèrement en dessous (Figure 6.5). Le taux moyen d'accroissement du nombre d'espèces est de 2,44. Les 3 plus fortes liaisons entre nos relevés sont 56 51 50 binons. Ces trois valeurs sont indicatrices du degré d'hétérogénéité des formations végétales de notre dition et permettent une comparaison à d'autres formations végétales et études d'ailleurs. Plus les valeurs sont faibles, plus la structure de la dition est homogène et plus les valeurs sont élevées, plus la structure de la dition est hétéroclite.

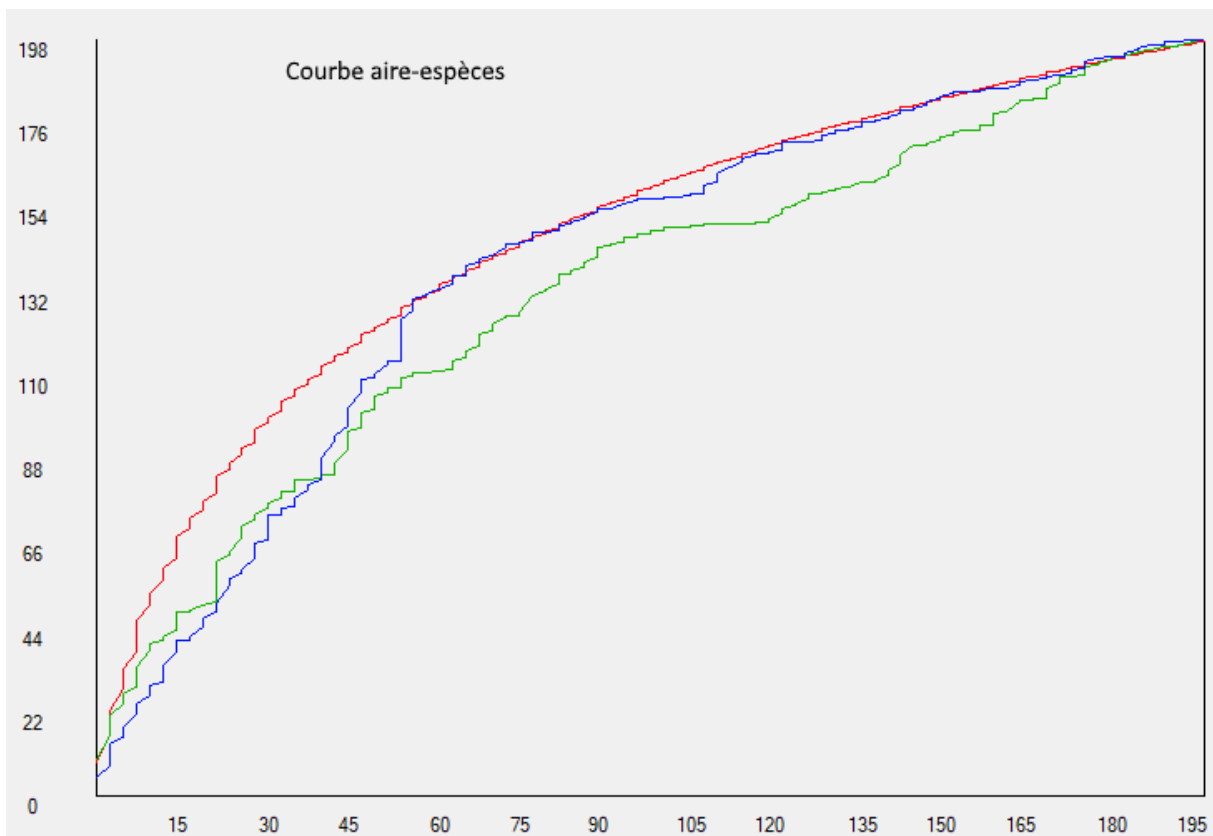


Figure 6.5 Courbe aire-espèces.

3.3.4 Courbe de concentration

La figure 6.6 montre la courbe de concentration obtenue à partir de nos relevés. L'indice de Pareto pour nos relevés est à 23-77. C'est-à-dire que dans le paysage de la dition, 23% des espèces dominent les 77% restantes.

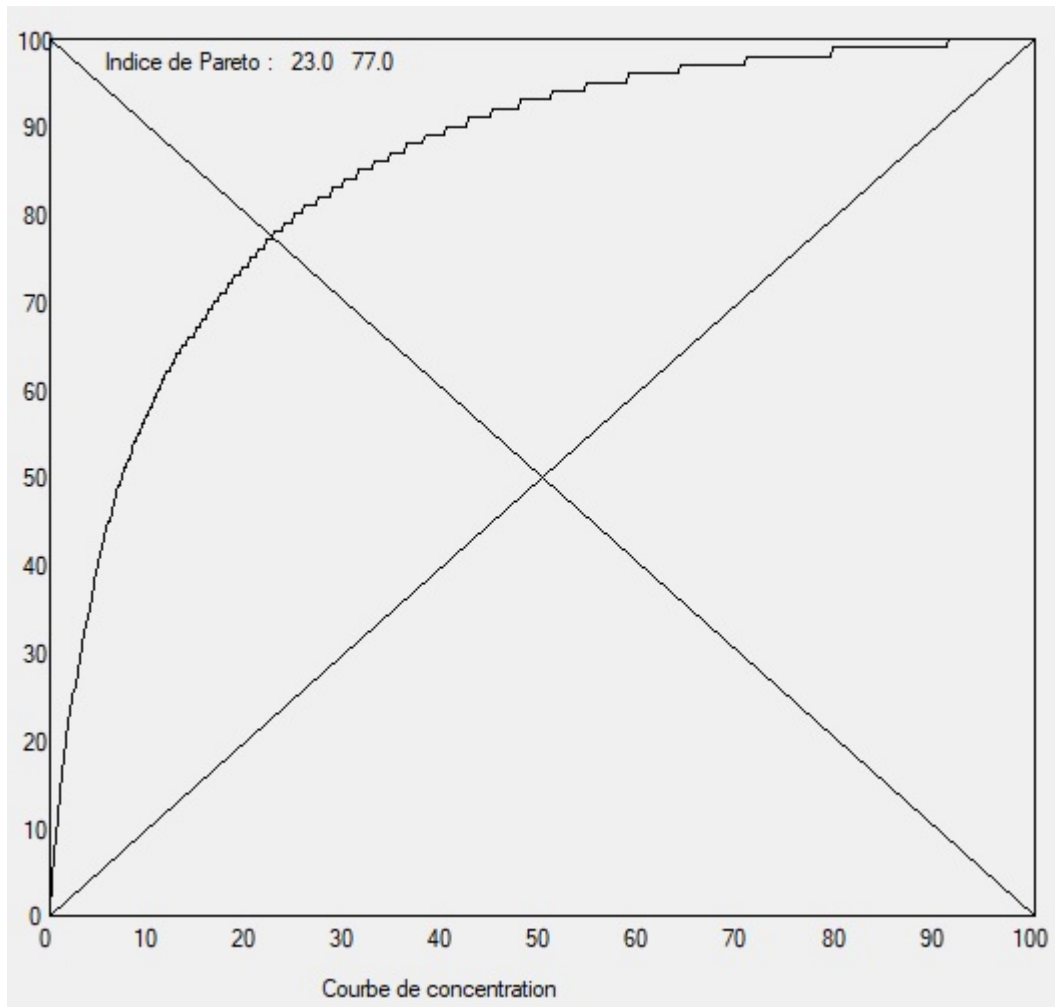


Figure 6.6 Courbe de concentration.

3.4 Les groupements végétaux

L'analyse statistique des liaisons interspécifiques de nos 198 relevés (491 relevé-strates ou observations) fait apparaître 62 groupements végétaux (Annexe 6.3) dont nous allons donner quelques interprétations. Ces groupements représentent des groupes d'espèces végétales fortement liées positivement et ordonnées par ordre de liaison maximale décroissante. Le graphe de l'archipel se lit "à l'italienne" en le faisant pivoter de $\pi/2$. La valeur de la liaison entre deux espèces est écrite à droite de la ligne verticale (entre astérisques) qui sépare les tirets qui suivent les noms des espèces. Les liaisons fortes représentent les sommets de "montagnes" qui dominent les "îles" constituées par chacun des groupements. La valeur à gauche de chaque espèce représente la fréquence de l'espèce c'est-à-dire le nombre de fois que l'espèce a été rencontrée au cours de nos inventaires. Par exemple, pour le groupement végétal 4 (Figure 6.7), les chiffres 30 et 17 à gauche représentent les fréquences de *Hyperthelia dissoluta* et *Loudetia phragmitoides* et le chiffre 52 (binons) à droite indique la valeur de la liaison entre ces deux espèces.

Les profils écologiques des espèces nous ont servi pour l'analyse des groupements végétaux obtenus. Vu le volume des profils écologiques, seul le profil écologique des espèces en fonction des utilisations des terres a été présenté (Annexe 6.4). Les 62 groupements végétaux issus de nos observations peuvent être regroupés en trois classes suivant les occupations actuelles du sol et les utilisations passées : A- les groupements des habitats très peu perturbés, B- les groupements des habitats moyennement perturbés et C- les groupements des habitats fortement perturbés.

A- Les groupements des habitats très peu perturbés

Les habitats très peu perturbés de la dition se retrouve à l'intérieur de l'aire protégée et surtout vers le centre. Il s'agit des forêts et savanes qui n'ont jamais été défrichées depuis les années 70 (Photo 6.3 à 6.5).



Photo 6.3 Forêts denses sèches dans l'Aire Protégée Togodo. © A. Akodéwou

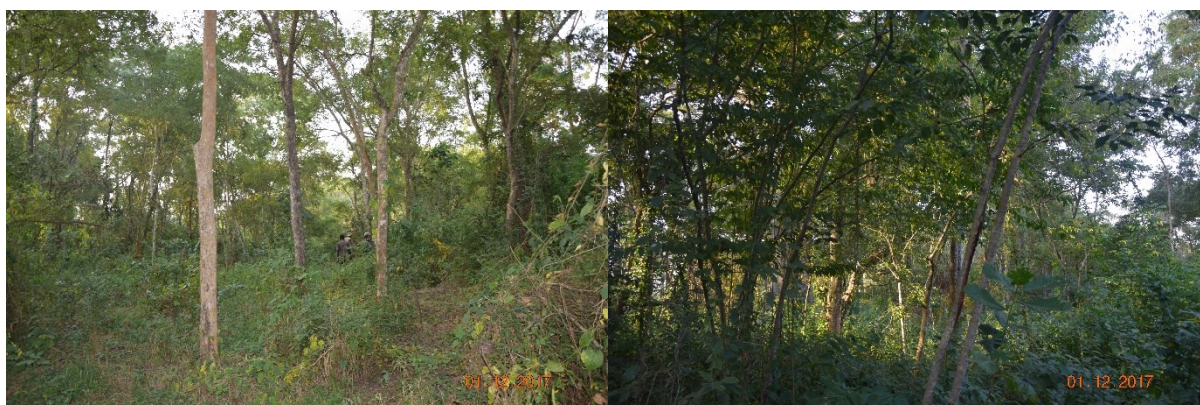


Photo 6.4 Forêts claires dans l'Aire Protégée Togodo. © A. Akodéwou



Photo 6.6 Savanes arbustives à arborées dans l'Aire Protégée Togodo. © A. Akodéwou

A.1. Les herbacées caractéristiques des habitats très peu perturbés

Les espèces caractéristiques de la strate herbacée des savanes bien conservées ou très peu perturbées sont *Hyperthelia dissoluta*, *Loudetia phragmitoides*, *Crinum jagus* et *Monechma ciliatum* (Groupement végétal 4).

Groupement végétal 4			
30	<i>Hyperthelia dissoluta</i>	-----*	52
17	<i>Loudetia phragmitoides</i>	-----*	
			32
11	<i>Crinum jagus</i>	-----*	
			29
9	<i>Aneilema lanceolatum</i>	-----*	
			24
9	<i>Monechma ciliatum</i>	-----*	
			21
5	<i>Schizachyrium platyphyllum</i>	-----*	
			21
16	<i>Tephrosia elegans</i>	-----*	
			19
4	<i>Schizachyrium brevifolium</i>	-----*	
			16
4	<i>Cyphostemma adenocaulis</i>	-----*	
			16
4	<i>Hyparrhenia rufa</i>	-----*	

Figure 6.7. Début du groupement végétal 4 montrant les premières espèces les plus caractéristiques

Quelques espèces herbacées très peu fréquentes comme *Hydrolea macrosepala* et *Zehneria thwaitesii* (Groupement végétal 45) sont aussi rencontrées dans les savanes bien conservées.

Groupement végétal 45		
1	<i>Hydrolea macrosepala</i>	-----*
1	<i>Zehneria thwaitesii</i>	-----*
		9

Dans les forêts très peu perturbées, les espèces rares de la strate herbacée sont: *Gymnema sylvestre*, *Rhynchosia buettneri* et *Asystasia buettneri* (Groupement végétal 43).

Groupement végétal 43		
1	<i>Gymnema sylvestre</i>	-----*
1	<i>Rhynchosia buettneri</i>	-----*
2	<i>Asystasia buettneri</i>	-----*
		8

A.2. Les arbustes et arbres caractéristiques des habitats très peu perturbés

1) Groupements de savane

Les strates arbustive et arborée des savanes faiblement perturbées sont surtout dominées par : *Combretum molle*, *Crossopteryx febrifuga*, *Terminalia laxiflora* et *Entada africana* (Groupement végétal 8)

Groupement végétal 8		
23 <i>Combretum molle</i>	-----*	
		31
14 <i>Crossopteryx febrifuga</i>	-----*	
		25
16 <i>Terminalia laxiflora</i>	-----*	
		21
13 <i>Entada africana</i>	-----*	
		16
3 <i>Lippia multiflora</i>	-----*	
		14
4 <i>Grewia flavescens</i>	-----*	
		11
2 <i>Terminalia mollis</i>	-----*	
		9
3 <i>Dichrostachys cinerea</i>	-----*	
		9
2 <i>Combretum collinum</i>	-----*	
		9
2 <i>Combretum nigricans</i>	-----*	

2) Groupements de forêt

Au niveau des forêts très peu perturbées, la strate arbustive est dominée par les espèces du Groupement végétal 19 dont les espèces les plus caractéristiques sont *Drypetes floribunda* et *Motandra guineensis*.

Groupement végétal 19		
8 <i>Drypetes floribunda</i>	-----*	
		16
4 <i>Motandra guineensis</i>	-----*	
		14
2 <i>Cissus polyantha</i>	-----*	
		14
2 <i>Oxyanthus racemosus</i>	-----*	
		14
5 <i>Carica papaya</i>	-----*	
		11
3 <i>Hildegardia barteri</i>	-----*	
		8
1 <i>Rothmannia longiflora</i>	-----*	
		8
1 <i>Rothmannia urcelliformis</i>	-----*	

D'autres espèces moins fréquentes sont aussi rencontrées comme *Culcasia angolense*, *Mussaenda erythrophylla*, *Pavetta corymbosa* (Groupement végétal 37), *Dioscorea praehensilis*, *Grewia pubescens*, *Mondia whitei* (Groupement végétal 39), *Dioscorea preussii*, *Sericanthe chevalieri* et *Myrianthus arboreus* (Groupement végétal 40).

Groupement végétal 37		
1	<i>Culcasia angolense</i>	-----*
		9
1	<i>Mussaenda erythrophylla</i>	-----*
		9
1	<i>Pavetta corymbosa</i>	-----*
		8
2	<i>Albizia ferruginea</i>	-----*
Groupement végétal 39		
1	<i>Dioscorea praehensilis</i>	-----*
		9
1	<i>Grewia pubescens</i>	-----*
		8
2	<i>Mondia whitei</i>	-----*
		7
2	<i>Acacia macrostachya</i>	-----*
Groupement végétal 40		
1	<i>Dioscorea preussii</i>	-----*
		9
1	<i>Sericanthe chevalieri</i>	-----*
		8
2	<i>Myrianthus arboreus</i>	-----*

La strate arborée des forêts peu perturbées est caractérisée par *Celtis toka* et *Triplochiton scleroxylon* (Groupement végétal 25).

Groupement végétal 25		
2	<i>Celtis toka</i>	-----*
		13
6	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	-----*

B- Les groupements des habitats moyennement perturbés

Dans le cadre de cette étude, il s'agit des savanes et forêts claires secondaires c'est-à-dire reconstituées à partir de jachères longtemps abandonnées.

B.1. La strate herbacée des habitats moyennement perturbés

La strate herbacée des savanes secondaires est essentiellement occupée par *Panicum maximum* (Photo 6.6) qui est liée au groupement végétal 1 (Annexe 6.3). Cette liaison au groupement 1 est dû à sa fréquence dans les habitats fortement perturbés. Il faut noter d'ailleurs sa faible liaison (18) avec le groupement végétal 1 malgré sa forte fréquence (52) (Annexe 6.3).



Photo 6.6 Strate herbacée d'une savane arborée dominée *Panicum maximum* à l'intérieur de l'APT.

Outre *P. maximum*, les groupements végétaux caractéristiques de la strate herbacée des habitats moyennement perturbés sont : le groupement à *Asparagus africanus*, *Cissus petiolata* et *Wissadula amplissima* (Groupement végétal 27), le groupement à *Cissus quadrangularis*, *Hibiscus sterculiifolius*, *Merremia hederacea* et *Momordica cissoides* (Groupement végétal 35), et le groupement à *Achyranthes aspera* et *Ipomoea mauritiana* (Groupement végétal 61).

Groupe végétal 27

2	<i>Asparagus africanus</i>	-----*	
			12
9	<i>Cissus petiolata</i>	-----*	
			12
9	<i>Wissadula amplissima</i>	-----*	
			8
1	<i>Asparagus warneckei</i>	-----*	
			8
1	<i>Cyphostemma sokodense</i>	-----*	

Groupe végétal 35

1	<i>Cissus quadrangularis</i>	-----*	
			9
1	<i>Hibiscus sterculiifolius</i>	-----*	
			9
1	<i>Merremia hederacea</i>	-----*	
			9
1	<i>Momordica cissoides</i>	-----*	

Groupe végétal 61

1	<i>Achyranthes aspera</i>	-----*	
			7
3	<i>Ipomoea mauritiana</i>	-----*	
			5
4	<i>Tacazzea apiculata</i>	-----*	

B.2. Les arbustes et arbres des formations de savanes et forêts moyennement perturbées

Dans les habitats moyennement perturbés, les strates arbustive et arborées sont surtout occupées par *Hexalobus monopetalus*, *Vitellaria paradoxa*, *Pseudocedrela kotschyi*, *Bridelia ferruginea* (Groupe végétal 3) et *Acacia polyacantha*, *Anogeissus leiocarpa*, *Grewia mollis* (Groupe végétal 6).

La culture de coton serait plus développée dans les nouveaux champs installés après défrichement des savanes ou forêts, ce qui justifie la liaison de *Gossypium hirsutum* au G6. Ainsi, ces nouveaux champs et leurs jachères renferment les mêmes espèces d'arbustes et d'arbres que les savanes et forêts dont ils sont issus.

Groupement végétal 3		
25 <i>Hexalobus monopetalus</i>	-----*	
		55
22 <i>Vitellaria paradoxa</i>	-----*	
		42
28 <i>Pseudocedrela kotschyi</i>	-----*	
		41
33 <i>Bauhinia thonningii</i>	-----*	
		39
45 <i>Bridelia ferruginea</i>	-----*	
		35
12 <i>Gardenia ternifolia</i>	-----*	
		30
13 <i>Gymnosporia senegalensis</i>	-----*	
		29
34 <i>Pterocarpus erinaceus</i>	-----*	
		28
16 <i>Sarcocephalus latifolius</i>	-----*	
		25
70 <i>Chromolaena odorata</i>	-----*	

Il faut noter ici la présence de *Chromolaena odorata* avec une liaison relativement faible bien qu'elle soit l'espèce la plus fréquente du groupement végétal. Cela s'explique par le fait que *C. odorata* se retrouve dans tous les habitats perturbés et pas seulement dans les jachères des habitats moyennement perturbés comme le montre la photo 6.7.



Photo 6.7. Forêts dégradées très envahies par *Chromolaena odorata* à l'intérieur de l'APT.

Groupement végétal 6		
19 <i>Acacia polyacantha</i>	-----*	34
44 <i>Anogeissus leiocarpa</i>	-----*	27
56 <i>Lonchocarpus sericeus</i>	-----*	20
13 <i>Grewia mollis</i>	-----*	14
19 <i>Gossypium hirsutum</i>	-----*	7
4 <i>Ficus sycomorus</i>	-----*	5
1 <i>Carissa spinarum</i>	-----*	

D'autres espèces caractéristiques des strates arbustives des savanes et forêts secondaires sont *Opilia amentacea*, *Vangueriella vanguerioides* (Groupement végétal 17) et *Harrisonia abyssinica*, *Pouteria alnifolia* (Groupement végétal 18).

Groupement végétal 17		
5 <i>Opilia amentacea</i>	-----*	17
6 <i>Vangueriella vanguerioides</i>	-----*	9
7 <i>Hoslundia opposita</i>	-----*	
Groupement végétal 18		
6 <i>Harrisonia abyssinica</i>	-----*	16
16 <i>Pouteria alnifolia</i>	-----*	

C- Les groupements des habitats fortement perturbés

Il s'agit des groupements végétaux caractéristiques des habitats avec des activités anthropiques quasi permanentes (habitations, champs, jachères, palmeraies et teckeraies).

C.1. Groupements des herbacées des habitats fortement perturbés

1) Groupement végétal 1 (G1)

Les espèces du groupement végétal 1 se retrouvent dans les champs, les jachères, les teckeraies, les palmeraies et les habitations. Les espèces caractéristiques de ce groupement (figure 6.8) sont relativement plus fréquentes qu'attendu dans les champs. Cela montre que les champs sont les habitats très perturbés, voire les plus perturbés.

Groupe végétal 1		
77	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	120
77	<i>Tridax procumbens</i>	107
63	<i>Ageratum conyzoides</i>	103
52	<i>Spilanthes costata</i>	81
47	<i>Euphorbia hirta</i>	79
48	<i>Digitaria horizontalis</i>	71
42	<i>Commelina benghalensis</i>	65
25	<i>Euphorbia heterophylla</i>	57
34	<i>Cyathium cinereum</i>	55
35	<i>Eleutheranthera ruderalis</i>	55
32	<i>Blumea viscosa</i>	53
27	<i>Launaea taraxacifolia</i>	45
36	<i>Pennisetum pedicelatum</i>	

Figure 6.8 Début du groupement végétal 1 montrant les premières espèces les plus caractéristiques. *Les valeurs des liaisons étant très élevées, nous avons limité la longueur des lignes horizontales en tirets de façon à ce que la figure du groupement puisse tenir sur la page.*

Les espèces les plus fréquentes de ce groupement : *Rottboellia cochinchinensis*, *Tridax procumbens*, *Ageratum conyzoides*, *Spilanthes costata*, *Panicum maximum*, *Digitaria horizontalis*, *Euphorbia hirta*, *Commelina benghalensis* et *Imperata cylindrica* sont relativement plus fréquentes dans les cultures que dans les autres types d'occupation du sol à l'exception de *Panicum maximum* et *Imperata cylindrica*, qui sont respectivement plus fréquentes qu'attendu dans les savanes et les teckeraies.

2) Groupements végétaux 5, 12, 14 et 16 : groupements des habitats fortement perturbés ne se rapportant à aucun type d'occupation

Comme le montre le profil écologique (Annexe 5.4), les espèces du groupement végétal 5 se retrouvent un peu partout dans les habitats fortement perturbés avec toutefois quelques préférences. *Triumfetta rhomboidea* est plus fréquente qu'attendu dans les jachères et palmeraies. De même, *Mucuna poggei*, *Urena lobata* et *Sporobolus pyramidalis* sont respectivement plus fréquentes qu'attendu dans les jachères, les habitations et les teckeraies.

Groupe végétal 5

19 <i>Synedrella nodiflora</i>	-----*	
		34
34 <i>Triumfetta rhomboidea</i>	-----*	
		29
9 <i>Mucuna poggei</i>	-----*	
		27
13 <i>Calopogonium mucunoides</i>	-----*	
		17
7 <i>Urena lobata</i>	-----*	
		12
15 <i>Sporobolus pyramidalis</i>	-----*	
		12
2 <i>Corchorus tridens</i>	-----*	
		12
3 <i>Corchorus trilocularis</i>	-----*	
		12

De même, les groupements végétaux 12 et 16 renferment des espèces peu fréquentes et assez également localisées dans les divers types d'occupation du sol.

Groupe végétal 12

4 <i>Hibiscus surattensis</i>	-----*	
		19
5 <i>Hyptis suaveolens</i>	-----*	
		14
2 <i>Sida cordifolia</i>	-----*	
		14
5 <i>Teramnus labialis</i>	-----*	
		10
6 <i>Musa × paradisiaca</i>	-----*	

Groupe végétal 16

2 <i>Cyperus haspan</i>	-----*	
		17
2 <i>Ludwigia hyssopifolia</i>	-----*	
		8
1 <i>Acroceras amplexans</i>	-----*	
		8
1 <i>Dolichos trilobus</i>	-----*	

Le groupe végétal 14, par contre, ne se rapporte à aucun type d'occupation du sol mais regroupe des espèces qui se trouvent dans des lieux pour la plupart submergés en saison pluvieuse. Il s'agit donc d'un groupe végétal caractéristique des zones inondables en saison des pluies.

Groupement végétal 14		
10	<i>Aeschynomene sensitiva</i>	-----*
		17
8	<i>Dissotis longisetosa</i>	-----*
		14
6	<i>Paspalum orbiculatum</i>	-----*
		13
2	<i>Oryza sativa</i>	-----*
		10
3	<i>Tephrosia bracteolata</i>	-----*
		8
1	<i>Kyllinga erecta</i>	-----*
		7
1	<i>Elionurus ciliaris</i>	-----*
		6
1	<i>Commelina africana</i>	-----*

3) Groupements végétaux 7, 9, 10 et 20 : groupements des herbacées des habitations

Certains groupements, en revanche, des habitats perturbés sont caractéristiques d'un type d'occupation donné. C'est le cas des groupements végétaux 7, 9, 10 et 20 dont les espèces caractéristiques *Pupalia lappacea*, *Sida acuta*, *Amaranthus spinosus*, *Malvastrum coromandelianum*, *Euphorbia thymifolia* et *Heliotropium indicum*, *Momordica charantia*, *Pergularia daemia*, *Cardiospermum halicacabum* sont plus fréquentes qu'attendu dans les habitations.

(Groupement végétal 20)

Groupement végétal 7		
13	<i>Pupalia lappacea</i>	-----*
		33
15	<i>Sida acuta</i>	-----*
		11
6	<i>Sida urens</i>	-----*
		10
2	<i>Cleome rutidosperma</i>	-----*
		9
3	<i>Musa sapientum</i>	-----*
		8
1	<i>Gloriosa superba</i>	-----*

Groupement végétal 9		
4	<i>Amaranthus spinosus</i>	-----*
		27
6	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	-----*
		12
4	<i>Senna occidentalis</i>	-----*
		7
1	<i>Ipomoea quamoclit</i>	-----*

Groupement végétal 10		
4 Euphorbia thymifolia	-----*	26
7 Heliotropium indicum	-----*	17
4 Trianthema portulacastrum	-----*	14
2 Solanum americanum	-----*	12
2 Cleome gynandra	-----*	12
2 Cymbopogon citratus	-----*	8
1 Chamaecrista absus	-----*	7
2 Ocimum gratissimum	-----*	

Groupement végétal 20		
6 Momordica charantia	-----*	16
6 Pergularia daemia	-----*	11
3 Cardiospermum halicacabum	-----*	8
8 Anchomanes difformis	-----*	7
1 Cardiospermum grandiflorum	-----*	6
2 Hibiscus acetosella	-----*	

C.2. Groupements des arbustes et des arbres des habitats fortement perturbés

1) Groupement végétal 2 et 29

Le groupement végétal 2 caractérise de façon globale les strates arbustive et arborée des habitats fortement perturbés. Les espèces caractéristiques de ce groupement végétal sont *Elaeis guineensis*, *Manihot esculenta*, *Mallotus oppositifolius*, *Chassalia kolly*, *Cajanus cajan*, *Rourea coccinea*, *Triclisia subcordata*, *Azadirachta indica*, *Millettia thonningii* et *Flueggea virosa*. Dans ces habitats fortement perturbés, les espèces les plus fréquemment rencontrées sont : *Elaeis guineensis*, *Azadirachta indica*, *Flueggea virosa*, *Tectona grandis*, *Mallotus oppositifolius*, *Rourea coccinea*, *Chassalia kolly* et *Antiaris toxicaria* var. *africana*.

Groupe végétal 2		
98 <i>Elaeis guineensis</i>	-----*	
		66
49 <i>Manihot esculenta</i>	-----*	
		64
71 <i>Mallotus oppositifolius</i>	-----*	
		60
55 <i>Chassalia kolly</i>	-----*	
		59
30 <i>Cajanus cajan</i>	-----*	
		58
70 <i>Rourea coccinea</i>	-----*	
		41
29 <i>Triclisia subcordata</i>	-----*	
		41
93 <i>Azadirachta indica</i>	-----*	
		39
43 <i>Millettia thonningii</i>	-----*	
		37
85 <i>Flueggea virosa</i>	-----*	
		37
48 <i>Holarrhena floribunda</i>	-----*	
		37

Outre les espèces du groupe végétal 2, les arbustes des habitats fortement perturbés sont *Clausena anisata*, *Zanthoxylum zanthoxyloides*, *Grewia lasiodiscus* et *Uvaria chamae*. Ces espèces (Groupe végétal 29) ne sont spécifiques d'aucun type d'occupation particulier.

Groupe végétal 29		
3 <i>Clausena anisata</i>	-----*	
		11
6 <i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	-----*	
		10
4 <i>Grewia lasiodiscus</i>	-----*	
		10
7 <i>Uvaria chamae</i>	-----*	
		7
1 <i>Dalbergia lactea</i>	-----*	
		6
1 <i>Albizia lebbeck</i>	-----*	

2) Groupements végétaux des arbustes des habitations

Les habitations sont aussi caractérisées par des arbustes et arbres. Les groupements végétaux 11 et 21 se caractérisent par des espèces *Citrus limon*, *Jatropha curcas*, *Gymnanthemum coloratum*, *Citrus sinensis*, *Ficus thonningii* et *Jatropha gossypifolia* plus fréquentes qu'attendu dans les habitations.

Groupement végétal 11		
4 Citrus limon	-----*	
		23
10 Jatropha curcas	-----*	
		19
14 Gymnanthemum coloratum	-----*	
		19
5 Psidium guajava	-----*	
		17
3 Vernonia amygdalina	-----*	
		16
10 Senna hirsuta	-----*	
		14
5 Caesalpinia pulcherrima	-----*	
		12
8 Dracaena arborea	-----*	
		11
2 Caesalpinia bonduc	-----*	
		11
2 Senna tora	-----*	
		11

Groupement végétal 21		
10 Citrus sinensis	-----*	
		15
4 Ficus thonningii	-----*	
		15
4 Jatropha gossypifolia	-----*	
		13
3 Erythrina senegalensis	-----*	
		12
4 Capsicum frutescens	-----*	
		11
6 Newbouldia laevis	-----*	
		7
1 Moringa oleifera	-----*	
		6
1 Citrus maxima	-----*	
		6
1 Ipomoea carnea	-----*	
		5
2 Kigelia africana	-----*	

IV- DISCUSSION

4.1 Bilan floristique

Sur le plan floristique, la diversité des formations végétales du paysage de Togodo (483 espèces en 298 genres et 71 familles) est comparable à celle des pâturages et des parcours naturels de la plaine du Mono et du Haho (497 espèces en 284 genres et 77 familles) obtenue par Amégnaglo (2018). Elle est, par contre, inférieure aux 649 espèces regroupées en 90 familles recensées dans les îlots forestiers de la plaine côtière par Kokou et Caballe, (2000). Cela pourrait s'expliquer par la différence entre les éléments échantillonnés et la variabilité latitudinale. En effet, dans leur étude, Kokou et Caballe n'ont pris en compte que les îlots forestiers mais tirés au hasard sur l'ensemble de la plaine côtière du Togo. Tandis que, la présente étude a pris en compte aussi bien les forêts que les savanes et les parcelles agricoles (champs, jachères et plantations) mais sur une zone plus réduite. La prédominance des Fabaceae et Poaceae observée dans cette étude l'a été aussi par Amégnaglo *et al.* (2018b) dans les formations végétales de la zone guinéenne du Togo.

Les proportions des types biologiques montrent une prédominance des phanérophytes en général et particulièrement des microphanérophytes. Les grands arbres : les mégaphanérophytes (> 30 m de haut) et les mésophanérophytes (8 à 30 m) sont faiblement représentés. Ce constat est le même dans plusieurs formation végétales du sud du Togo telles que les forêts sacrées littorales (Kokou & Caballe, 2000; Kokou & Dzifa, 2007), les fourrés de à *Sorindeia warneckei* de la dépression de Lama (Akodéwou *et al.*, 2014) et les formations pâturées de la zone guinéenne (Amégnaglo *et al.*, 2018a). Cette prédominance des microphanérophytes a également été observée dans les îlots forestiers du Bénin (Adomou, 2005) et serait lié à la pression anthropique sur les ressources forestières (Gbaguidi, 1998).

La dominance des espèces de transition ou de liaison afrotropicales (AT), observée dans cette étude, a été signalée également par Amégnaglo (2018) et Amégnaglo *et al.* (2018a). Par contre, notre étude a observé une faible représentativité des espèces de types guinéo-congolais (12,4%) par rapport aux travaux de Kokou et Caballe (2000). Ces auteurs ont signalé que plus de la moitié des espèces des îlots forestiers du sud du Togo sont guinéo-congolaises. Cette différence serait probablement liée au fait que ces auteurs n'ont étudié que des forêts. Notre étude a pris en compte tous éléments du paysage, même les habitats les plus modifiés par les activités humaines (habitations, champs, jachères, plantations). Ces habitats modifiés sont plus favorables aux espèces allochtones au détriment des espèces endémiques. Toutefois, la position

des espèces endémiques guinéo-congolaises juste après les espèces à large répartition géographique est une confirmation que les formations végétales du paysage de Togodo sont une formation aux affinités guinéo-congolaises comme bien d'autres formations du Sud-Togo et du Sud-Bénin (Kokou & Caballe, 2000; Kokou & Dzifa, 2007; Adomou *et al.*, 2009; Dan *et al.*, 2010).

4.2 Togodo : un paysage relativement riche en diversité floristique malgré les perturbations anthropiques

La diversité floristique totale de la dition (10,6) est assez élevée. Il n'existe pas trop d'écart entre les diversités locales même si les champs et les jachères ont les diversités les plus élevées tandis que les forêts ont les moins élevées. La notion de "grain" de la végétation - la taille moyenne des individus qui composent la végétation - (Godron, 1982) pourrait expliquer pourquoi la forêt a la diversité totale la plus faible et les cultures ont la plus forte (Alexandre & Génin, 2010). En effet, au cours de l'évolution de la végétation, la taille moyenne des individus augmente fortement. Cette augmentation entraîne une augmentation de la surface (souvent nommée "aire minimale" par les botanistes) sur laquelle la diversité des espèces est couramment observée. Par exemple, le grain de la végétation d'une prairie est voisin de 20 cm, celui d'une savane dépasse le mètre et celui des forêts est de l'ordre de 2 m à 20 mètres (Godron, 2012a). En utilisant la même taille de placette pour nos observations, la diversité observée serait alors influencée surtout dans les forêts où la taille moyenne des individus est très élevée.

On peut aussi en déduire de ces résultats que malgré les perturbations humaines, la diversité floristique de la dition n'a pas été trop impactée ou même qu'elle s'est vue augmentée par l'arrivée d'autres espèces favorisées par les actions humaines qui, il faut le souligner, ont profondément modifier la structure en strates et le degré de fermeture des premières formations végétales existantes. En effet, la biodiversité régionale (dans notre cas la diversité totale), qui est une diversité des habitats à l'échelle des paysages, est généralement bien plus élevée que la biodiversité à l'échelle d'une communauté (diversité locale) (Amandier *et al.*, 2012). Cela montre ainsi que les pratiques sylvicoles et certains changement d'utilisation des terres ne provoquent généralement pas de désastre sur le plan de la biodiversité végétale dite ordinaire. Parfois même, bien au contraire, la biodiversité est améliorée par la création de nouvelles conditions favorables à l'installation de nouvelles espèces par ces pratiques (Amandier *et al.*, 2012).

Par comparaison de nos relevés avec d'autres ensembles de relevés de France et d'Afrique tropicale, il est possible de dire que le seul ensemble où les deux courbes (aire-espèces) sont très proches est une forêt très bien conservée de Côte d'Ivoire (Godron, 2012a). Cela signifie que les différences entre relevés sont faibles (les 3 plus fortes liaisons entre relevés sont 51 46 47 binons) et que les groupes de relevés sont donc peu distincts. Pour nos relevés où les deux courbes sont un peu en-dessous de la courbe normale, il y a des groupes de relevés encore assez semblables (les 3 plus fortes liaisons entre nos relevés sont 56 51 50 binons). Cela se justifie parce que notre échantillon comprend des relevés qui ont eu des histoires qui constituent un ensemble assez continu, depuis les moins artificialisés (forêts) jusqu'aux plus artificialisés (bâtis). Lorsque la structure générale de l'ensemble des relevés est plus hétéroclite, les 3 plus fortes liaisons entre les relevés sont plus élevées, par exemple 78 77 76 binons (Godron, 2012a).

La valeur de l'indice de Pareto pour nos relevés est à 23-77. Cette valeur est proche de la moyenne des ensembles de relevés moyennement perturbés. La vieille forêt tropicale est à 20-80, soit exactement les deux valeurs emblématiques de Pareto, ce qui signifie que la concurrence a eu le temps de se réguler entre les espèces présentes, comme l'explique Godron, (2012a) dans *l'Écologie et évolution du monde vivant*. En effet, "la régulation qui s'effectue autour des proportions 20 et 80 prouve que la biocénose oscille au cours de sa vie autour d'une situation durable qui résulte de l'existence d'un attracteur de métastabilité tel qu'il est prévu par le modèle des montagnes russes" (Godron, 2012a). Ainsi, les écosystèmes naturels et donc plus stables ont des valeurs autour de 20-80. Avec nos valeurs de 23-77, on peut alors dire que les habitats de la dition ne sont pas trop déstabilisés.

4.3 Les groupements végétaux : des associations fortement orientées par les actions humaines

Contrairement à la diversité végétale totale, relativement peu perturbée par les actions humaines, force est de constater que les groupements végétaux varient fortement suivant les utilisations actuelles et passées des terres dans la dition.

L'algorithme de l'archipel a fait apparaître des groupements végétaux qui correspondent bien à nos observations sur le terrain et qui donnent une vue d'ensemble de ces communautés végétales très marquées par l'empreinte de l'Homme. Les groupements végétaux varient suivant les éléments du paysage mais aussi suivant leur historique. Pour étayer les différentes analyses faites sur les différents groupements végétaux, nous nous sommes basés sur les

« profils écologiques » de ces espèces (Mesli-Bestaoui *et al.*, 2007) (Annexe 5.1 à titre d'exemple). Il serait trop long de présenter tous les profils en détails.

Il faut rappeler que notre objectif est d'analyser la diversité et la structure des communautés végétales de la dition au regard des actions humaines, c'est-à-dire les utilisations actuelles et passées des terres. Il paraît donc logique de commencer par regarder les communautés des espèces qui témoignent de ce qu'était la végétation autrefois, autrement dit la végétation au cœur de l'APT qui n'a jamais été mis en culture depuis au moins 1974.

Le groupement végétal 25 arboré (avec *Celtis toka*, *Triplochiton scleroxylon*) et le groupement 19 arbustive à *Drypetes floribunda*, *Motandra guineensis*, *Carica papaya* et *Hildegardia barteri* sont caractéristiques des forêts peu perturbées. Les profils écologiques montrent que ces espèces sont fortement liées au type d'occupation forêt et la trajectoire de végétation qui n'a jamais été mise en culture. Ces espèces ont été également signalées par Adjonou *et al.* (2016) dans les îlots de forêts semi-décidues à faciès sec de l'APT. Ces groupements peuvent être aussi rapprochés aux groupements sur le socle et la terre de barre décrits par Kokou et Caballe (2000). La plupart de ces espèces ont un Indice de Valeur d'Importance (Curtis & McIntosh, 1950) élevé dans la dition (Adjonou *et al.*, 2016). Ces communautés constituent les vestiges de la végétation "originelle" et méritent donc beaucoup d'attention de la part des gestionnaires de l'aire protégée.

Les savanes très peu perturbées sont caractérisées par les arbres et arbustes du groupement végétal 8 comme *Combretum molle* et *Crossopteryx febrifuga*. Leur strate herbacée est surtout fréquemment dominée par *Hyperthelia dissoluta*. Par contre les savanes et forêts secondaires (retrouvées à l'emplacement de vieilles jachères) ont leur strate arborée et arbustive dominées par *Hexalobus monopetalus*, *Vitellaria paradoxa*, *Acacia polyacantha*, *Anogeissus leiocarpa* et aussi par *Chromolaena odorata*. La strate herbacée de ces habitats moyennement perturbés est surtout dominée par *Panicum maximum*. La dominance de *P. maximum* et de *C. odorata* dans la dition, surtout à l'intérieur de l'APT, serait alors un indicateur d'une ancienne activité anthropique. Il faut aussi noter que ces deux espèces sont très envahissantes dans la dition (Akodéwou *et al.*, 2019). Ces groupements végétaux de savanes secondaires, très sollicitées par les éleveurs surtout les transhumants, sont similaires au groupement à *Anogeissus leiocarpa* et *Panicum maximum* discriminé par Amégnaglo *et al.* (2018a) dans les formations végétales pâturées du bassin du Mono. En effet, grâce à sa forte teneur en protéine, *Panicum maximum* est l'une des meilleures espèces fourragères recherchées par les éleveurs dans la dition (Amégnaglo *et al.*, 2018b). La différence entre les communautés végétales des savanes

"primaires" (très peu perturbées) et les savanes secondaires souligne qu'au-delà des utilisations actuelles, les utilisations passées des terres gouvernent aussi l'évolution de la végétation dans la dition.

Dans les habitats fortement perturbés, les communautés végétales sont pour la plupart similaires mais il existe certains groupements particuliers caractéristiques d'un type d'occupation des terres ou de descripteurs écologiques comme le degré de submersion. Si plusieurs espèces des groupements se retrouvent dans tous les éléments des habitats fortement perturbés, d'autres sont par contre très liées et donc caractéristiques d'un type donné d'utilisation des terres. Plusieurs groupements d'herbacées ou d'arbuste et d'arbres sont caractéristiques des habitations. Cette particularité des habitations peut s'expliquer par le fait que certaines espèces végétales, du fait de leur utilité pour les populations, sont abandonnées ou plantées dans les maisons et jardins de cases. De même, les espèces non utilisées sont éliminées. C'est le cas par exemple de l'oranger (*Citrus sinensis*), du citronnier (*Citrus limon*) et du goyavier (*Psidium guajava*) souvent plantés pour leurs fruits et qui se retrouvent dans les groupements végétaux liés aux habitations.

V- CONCLUSION PARTIELLE

Cette étude avait pour objectif, par une méthode fréquentielle, d'analyser la diversité et la structure des communautés végétales au regard des utilisations des terres dans la dition. Il ressort de nos résultats que la diversité floristique de la dition reste relativement élevée malgré les perturbations induites par les activités humaines. Par contre, les communautés végétales et leur structure en strates sont beaucoup influencées par les activités humaines notamment les utilisations actuelles et passées des terres. Ces résultats sont en accord avec l'hypothèse qui sous-tend cette étude à savoir « *dans le paysage de l'APT et ses périphéries, les trajectoires de changement d'utilisation définies par les utilisations passées et actuelles des terres ont une influence caractérisable sur la structure de la végétation* ».

Nos résultats montrent également une diminution de la proportion des espèces endémiques au profit des espèces à large distribution. Ce changement peut d'une part, entraîner une augmentation de la biodiversité s'il s'agit de nouvelles arrivées, mais peut d'autre part, constituer un problème écologique et social majeur si les espèces en question sont potentiellement envahissantes. Vu l'enjeu de la problématique des plantes envahissantes dans la dition, il serait aussi important de chercher à comprendre le comportement des plantes envahissantes au regard des utilisations des terres. De plus, les espèces endémiques sont surtout

liées aux formations végétales très peu perturbées situées à l'intérieur de l'APT. Toutefois, ce rôle de conservation de biodiversité est fortement menacé par les pressions anthropiques, du fait de la croissance démographique.

L'analyse fréquentielle, utilisée dans cette étude, est très objective puisque les groupements végétaux qu'elle fait apparaître sont définis par des tests statistiques rigoureux. Notre analyse des groupements végétaux de l'archipel respecte le principe fondamental de la phytosociologie qui postule que les ensembles d'espèces caractéristiques sont les meilleures indicatrices des conditions de vie. Nos résultats montrent également que l'analyse fréquentielle est bien indiquée pour comprendre l'effet des paramètres écologiques aussi complexes que les utilisations des terres sur les communautés végétales.

**SEPTIÈME CHAPITRE : DIVERSITÉ ET ABONDANCE DES
PLANTES ENVAHISSANTES SUIVANT LES UTILISATIONS DES
TERRES ET LES TRAJECTOIRES PAYSAGÈRES**

« La science du passé est le meilleur usage pour l'avenir. »

Citation de Christine de Suède ; Les maximes et pensées (1682)

I- INTRODUCTION

Depuis quelques années, les plantes exotiques envahissantes, et la menace qu'elles font peser sur la biodiversité des habitats naturels qu'elles colonisent, l'économie et la santé des populations, suscitent des inquiétudes grandissantes au niveau mondial. L'éradication des plantes envahissantes déjà établies sur une vaste zone est rarement possible (Tassin *et al.*, 2007). Ainsi, les stratégies visant à prévenir de nouvelles introductions et la propagation des plantes envahissantes déjà présentes dans les habitats sont considérées comme plus efficaces (Leung *et al.*, 2002). Pour mieux comprendre le processus d'envahissement, plusieurs auteurs (Shea & Chesson, 2002; Pyšek *et al.*, 2004) ont essayé d'analyser les contributions relatives de plusieurs mécanismes au succès des espèces envahissantes dans les habitats. Toutefois, cette approche réductionniste ne permet pas de bien comprendre l'ensemble du phénomène (Catford *et al.*, 2009). Il est alors plus logique d'étudier holistiquement les changements dans le temps de l'utilisation des terres et du développement des espèces envahissantes (Aragón & Morales, 2003; Hill *et al.*, 2005; Von Holle & Motzkin, 2007; Standish *et al.*, 2008; Abelleira Martínez, 2010; Kuhman *et al.*, 2010; Vilà & Ibáñez, 2011; Clotet *et al.*, 2016; González-Moreno *et al.*, 2016). Seulement, presque toutes ces études ont étudié les phénomènes sur deux dates. Or, comme l'ont mentionné Vilà and Ibáñez en 2011b, les successions de changements d'utilisation des terres influencent le comportement des plantes envahissantes. En effet, plusieurs fonctionnalités des trajectoires telles que la direction, l'intensité et le nombre d'étapes peuvent modifier l'introduction, l'établissement et la propagation de plantes envahissantes sur un site (Vilà & Ibáñez, 2011). Il est alors logique, dans les paysages aux dynamique et cinématique rapides comme en Afrique de l'Ouest, de chercher à comprendre le comportement des plantes envahissantes suivant les différentes trajectoires de changements d'utilisation des terres.

À ce jour et à notre connaissance, peu d'études se sont intéressées aux effets des utilisations des terres sur les plantes envahissantes en Afrique de l'Ouest (Aboh *et al.*, 2008; Pyšek *et al.*, 2008) et il n'existe pratiquement pas de travaux sur les effets des trajectoires de changements d'utilisation du sol sur les plantes envahissantes (Foxcroft *et al.*, 2010). Pourtant, dans les savanes soudano-guinéennes de l'Afrique de l'Ouest, on assiste à une cinématique de changement rapide des paysages liée principalement à l'agriculture extensive avec des cycles de jachères de plus en plus courts. Ces utilisations des terres ont engendré des changements de végétation avec des degrés différents d'invasion par les plantes (Holou *et al.*, 2013; UICN/PACO, 2013).

Le paysage autour de Togodo, a connu aussi ces dernières quatre décennies des dynamiques et cinématiques de changements notables. On y trouve également une prolifération de nombreuses plantes envahissantes inégalement réparties dans les différents habitats (Akpagana *et al.*, 1993a, 1993b; Akodéwou *et al.*, 2019). Ces plantes envahissantes constituent un sérieux problème pour les gestionnaires de l'aire protégée et pour les populations locales, notamment dans les champs. Vu les effets reconnus des utilisations des terres sur le phénomène de l'envahissement (Vitousek, 1997; Pyšek *et al.*, 2010; Vilà & Ibáñez, 2011), il est urgent de chercher à comprendre comment se comportent les plantes envahissantes vis-à-vis des utilisations des terres et la cinématique des changements d'utilisations des terres.

Cette étude se propose, par une analyse fréquentielle, de contribuer à comprendre la liaison entre le comportement des plantes envahissantes les plus fréquentes en lien avec les paramètres environnementaux surtout les utilisations et les trajectoires de changements d'utilisation des terres dans le paysage de Togodo entre 1974, 1986, 2003 et 2016.

II- MÉTHODOLOGIE

2.1 Collecte de données

Les données analysées dans ce chapitre sont les même que celles collectées dans le chapitre précédent (cinquième). La seule différence est que dans ce chapitre, les analyses portent uniquement sur les plantes envahissantes ou potentiellement envahissantes. Comme défini plus haut, dans le cadre de cette thèse, il faut comprendre par plante envahissante **une plante exotique ou indigène non cultivée qui forme des populations dominantes suite aux perturbations induites par les utilisations des terres par l'Homme**. Le statut envahissant des espèces a été défini sur la base de leur agressivité - avantage compétitif des espèces sur les autres leur permettant de dominer et de former des peuplements presque monospécifiques (Valéry *et al.*, 2008) - observée sur le terrain. Comme l'ont proposé Weber and Gut (2004), **une plante potentiellement envahissante est une plante peu dominante dans la dition mais connue pour être envahissante dans un territoire limitrophe à climat proche** (pays limitrophes dans notre cas). Ainsi, le statut "potentiellement envahissant" a été défini pour les espèces sur la base des listes provenant d'étude : sur les espèces des plantes envahissantes du monde (Weber, 2003), sur les plantes exotiques envahissantes des savanes tropicales et subtropicales (Foxcroft *et al.*, 2010), de *Global Invasive Species Database* (UICN, 2017) et de *Invasive Species Compendium* (CABI, 2017).

2.2 Harmonisation des données floristiques

Pour normaliser les noms originaux des espèces, la taxonomie de " *The Plant List* " (version 1.1 ; <http://www.theplantlist.org>) a été utilisée (c'est-à-dire que les synonymes ont été remplacés par des noms scientifiques acceptés) à l'aide du package R *Taxonstand* (Cayuela *et al.*, 2017). Les familles et les ordres selon la nomenclature APG III ont été déterminés à l'aide de la fonction *getTaxonomy* du package R *BIOMASS* (Réjou-Méchain *et al.*, 2017). De même, le type biologique et la chorologie de chaque espèce ont été déterminés en suivant Aké Assi (2001).

2.3 Analyse des données floristiques

Le nombre d'espèces par famille, type biologique et par origine phytogéographique a été déterminé et des diagrammes ont été construits à l'aide du package R *ggplot2*.

Le reste du traitement de nos données a été réalisé par une analyse fréquentielle.

2.3.1 L'analyse fréquentielle

L'analyse fréquentielle (Daget & Godron, 1982; Barima *et al.*, 2016), est fondée sur la recherche des observations qui apportent le plus d'information (Daget & Godron, 1982; Godron, 2012a, 2018). Elle met en œuvre des méthodes statistiques non-inférentielles (Gauthier *et al.*, 1977; Godron, 2012a) plus adaptées pour les données écologiques. Tous les traitements statistiques ont été faits à l'aide du progiciel DYALOG 16.0 disponible sur <https://www.dyalog.com/>.

Les profils écologiques des espèces

L'écologie est l'étude des relations entre les êtres vivants et les paramètres de leur environnement. Pour les paysages hétérogènes, une distribution statistique bien équilibrée des relevés pour l'estimation des descripteurs ne peut jamais être trouvée pour tous les descripteurs. Il est cependant possible de calculer la probabilité exacte de chaque tableau de contingence entre une espèce et chaque descripteur (paramètre environnemental) pour connaître précisément l'autoécologie de chaque espèce (Gauthier *et al.*, 1977) sans avoir assimilé la fréquence observée à une probabilité comme le fait l'approche "fréquentiste".

Il existe deux grands types de méthodes de description des relations entre les espèces et leur milieu : (1) les méthodes multi-dimensionnelles (analyse factorielle, classification, etc.) et (2) les méthodes analytiques (Gauthier *et al.*, 1977). Les méthodes multi-dimensionnelles permettent d'étudier les relations de l'ensemble des espèces avec l'ensemble des variables, alors que les méthodes analytiques ont pour objet l'analyse des relations entre une espèce et une

variable. Les méthodes multi-dimensionnelles, très souvent utilisée pour expliquer les relations entre les plantes ou les animaux et leur environnement, ne comportent pas de tests précis de la force de ces relations (Godron, 2012a).

Parmi les méthodes analytiques, la méthode des profils écologiques basée sur des fréquences relatives est l'une des plus simples (Gounot, 1958, 1961). Le profil écologique le plus souvent utilisé dans ce type de calcul est celui des fréquences corrigées (Godron, 1968; Guillermin, 1969). La fréquence corrigée est le rapport de la fréquence relative d'une espèce dans un état de la variable et de sa fréquence relative dans l'ensemble des relevés. Ainsi, une fréquence corrigée de 2,5 indique que l'espèce est 2,5 fois plus fréquente dans l'état considéré que dans l'ensemble des relevés (Gauthier *et al.*, 1977).

Les profils écologiques sont des tableaux qui présentent sous une forme très lisible la répartition statistique des présences d'une espèce dans chacun des états d'un descripteur (Godron, 2012a). Dans le cadre de notre étude, les profils écologiques ont été utilisés pour décrire les liaisons entre les espèces de plantes envahissantes et les descripteurs tels que : le type d'occupation, le type de trajectoire de changement d'occupation du sol, la pédologie, la géologie, le mode de gestion et l'action anthropique.

Lorsque nous cherchons le lien entre la présence d'une espèce et, par exemple, le type de végétation (forêt, savane, champ, etc.) présent dans les relevés, il y a, avant d'observer ce qui existe dans un relevé, une double indétermination : l'indétermination relative à la présence de l'espèce (combien y a-t-il de chances pour que l'espèce soit présente ?) et l'indétermination relative au type de végétation (combien y a-t-il de chances pour que l'on trouve une forêt, ou une savane, ou etc. ?). Ces deux indéterminations ont été calculées dans les profils écologiques.

Le résultat est bien une information "mutuelle" : quand nous avons appris par exemple que *Milicia excelsa* est présent x fois dans la forêt, ces deux indéterminations mutuelles ont été réduites de y bits (unité de l'information) qui représente l'information mutuelle entre ces deux phénomènes.

Les liaisons entre les descripteurs

L'analyse fréquentielle a aussi servi à construire les tables de contingence grâce à un calcul de probabilité. Cette méthode permet une lecture précise de la table de contingence en comparant le nombre de relevés trouvé dans chacune des cases du cœur de la table à sa valeur attendue. Le résultat est une table qui indique, dans chacune des cases, l'information apportée par l'écart entre la valeur observée et la valeur attendue que donne un modèle uniforme.

La diversité spatiale et les espèces différentielles

Comme présenté dans le cinquième chapitre, la formule de Brillouin fournit également une mesure de la biodiversité "spatiale" pour les différences entre les fréquences des espèces observées dans deux éléments d'un paysage (Gourov, Godron & Loshchev, 1999; Godron, 2012a). Si n_1 et n_2 sont les fréquences des espèces dans deux éléments du paysage, la diversité spatiale "Info" est + si l'espèce est plus fréquente dans le premier élément, et - si elle est moins fréquente. Info est calculé à partir de la formule de Brillouin (Gourov *et al.*, 1999) par :

$$\text{Info} = \log_2 d - (\log_2 b + \log_2 c)$$

où

$$b = (s_1 = \text{somme des notes dans le premier lieu})! / n_1! \cdot (s_1 - n_1)!$$

$$c = (s_2 = \text{somme des notes dans le second lieu})! / n_2! \cdot (s_2 - n_2)!$$

$$d = (t = \text{somme des notes des items dans les deux lieux})! / (t - s_1)! \cdot (t - s_2)!$$

avec $n_1!$ = factorielle de $n_1 = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times n_1$.

Les probabilités des différences entre les notes de chacune des espèces envahissantes pour deux lieux (types d'occupation) ont été calculées.

III- RÉSULTATS

3.1 Les espèces envahissantes les plus fréquentes et les familles les plus représentées

Les relevés botaniques réalisés dans et autour de l'APT ont permis de recenser au total 71 espèces envahissantes et potentiellement envahissantes. Les plus fréquentes (fréquence absolue supérieure à 50) sont *Flueggea virosa*, *Azadirachta indica*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Tridax procumbens*, *Mallotus oppositifolius*, *Chromolaena odorata*, *Ageratum conyzoides*, *Panicum maximum* et *Spilanthes costata*.

Les familles les plus représentées sont les Poaceae, les Fabaceae ou les Leguminosae et les Compositae avec respectivement 20 (28,17%), 17 (23,94%) et 8 (11,27%) espèces envahissantes ou potentiellement envahissantes (figure 7.1).

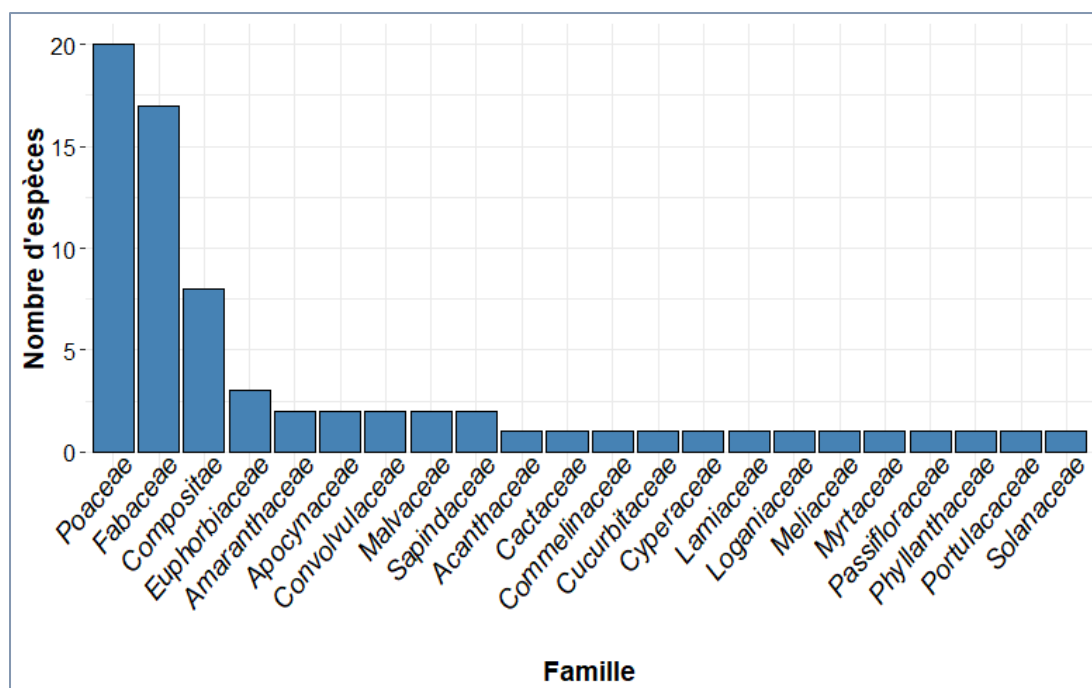


Figure 7.1 Spectre taxonomique des plantes envahissantes ou potentiellement envahissantes (PE/PPE).

3.2 Type biologique et chorologie des plantes envahissantes

Le spectre biologique des plantes envahissantes recensées (Figure 7.2) montre une prédominance nette des thérophytes (20 espèces) par rapport aux autres types biologiques. Les thérophytes sont suivies par les microphanérophytes pour moitié de formes lianescentes.

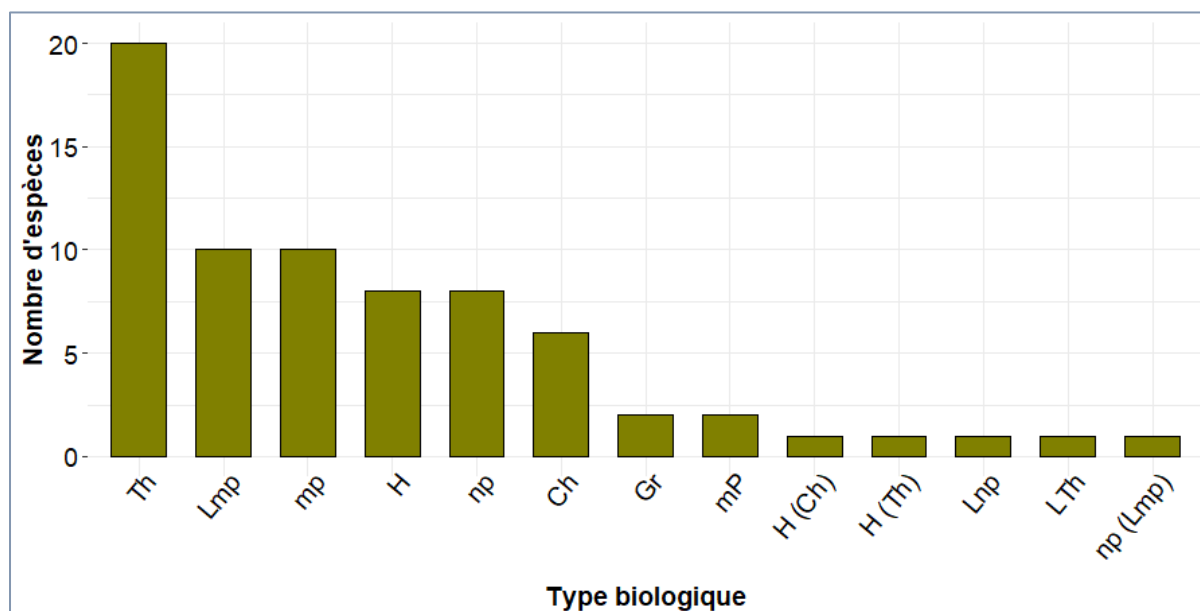


Figure 7.2. Histogramme représentant la répartition des PE/PPE selon leur type biologique. *Th* : thérophytes, *Lmp* : microphanérophytes lianescentes, *mp* : microphanérophytes, *H* : hémicryptophytes, *np* : nanophanérophytes, *Ch* : chaméphytes, *Gr* : géophytes rhizomateuses, *mP* : mésophanérophytes, *Lnp* : nanophanérophytes lianescentes, *Lth* : thérophytes lianescentes.

Suivant les affinités phytogéographiques, les plantes envahissantes recensées sont surtout d'origine pantropicale (20 espèces), afro-tropicale (17 espèces) et afro-néotropicale (10 espèces) (figure 7.3).

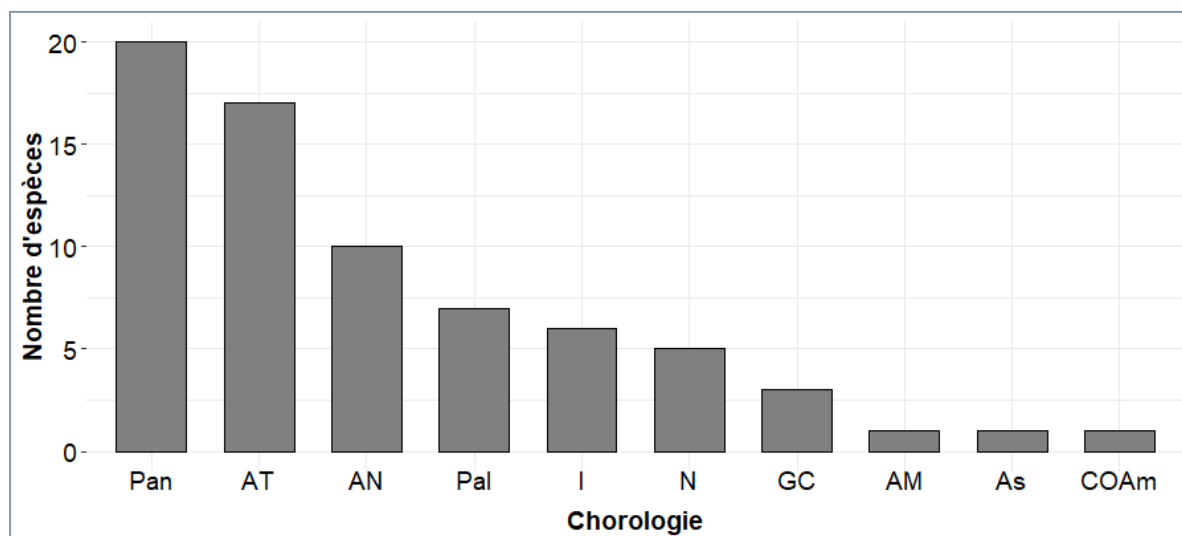


Figure 7.3. Histogramme représentant la répartition des PE/PPE selon leur origine. *Pan* : pantropicale, *AT* : afrotropicale, *AN* : Afro-néotropicale, *Pal* : paléotropicale, *I* : introduite ou cultivée, *N* : néotropicale, *GC* : guinéo-congolaise, *AM* : afro-malgache, *As* : asiatique ou afro-asiatique, *COAm* : colonisatrice d'origine américaine.

3.3 Profils écologiques des neuf plantes envahissantes les plus fréquentes

Vu le volume des résultats, il a semblé plus pertinent de présenter les profils écologiques pour les 9 espèces les plus fréquentes. Ces espèces sont présentes dans plus de 50 relevés sur les 198 (soit dans plus de 25 % des relevés). Ce choix se justifie par le fait que les plantes envahissantes ou potentiellement envahissantes les plus fréquentes sont, d'une part, les prioritaires à prendre en compte dans les politiques de gestion, et d'autre part, les mieux indiquées pour une meilleure analyse des liaisons avec les différents états des descripteurs.

3.3.1 Profils écologiques en fonction du type d'occupation du sol

La ligne qui commence par "profil d'ensemble" donne le nombre total de relevés réalisés dans chacun des types d'occupation. La première colonne du tableau indique la fréquence observée de chaque espèce. La deuxième indique l'information mutuelle (I.M.) qui est le degré de liaison entre le descripteur et l'espèce. Par exemple, pour le tableau 7.1, le nombre de relevés effectués dans les champs est de 70. La fréquence de *Ageratum conyzoides* (*Age.Con*) est 63, c'est-à-dire qu'elle a été recensée dans 63 relevés. L'information mutuelle entre *Ageratum conyzoides* et le descripteur « types d'occupation du sol » est 0,37 (binon).

Pour chaque espèce, les chiffres dans les colonnes indiquent la fréquence corrigée dans chacun des types d'occupation du sol, c'est-à-dire le quotient multiplié par 100 de la fréquence observée dans chaque type d'occupation, qui = 100 si l'espèce est indifférente. Les chiffres inférieurs à 100 montrent que l'espèce est moins fréquente qu'attendu dans le type d'occupation correspondant et les chiffres supérieurs à 100 indiquent, au contraire, qu'elle est plus fréquente qu'attendu. Les signes observés dans la ligne suivante --- -- - . + ++ +++ indiquent la signification de la probabilité de l'écart entre la fréquence attendue et la fréquence observée, rapportée aux seuils classiques de 5 %, 1 % et 1 %.

Tableau 7.1 : Profil écologique des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction des types d'occupation du sol

	Codes	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
Profil d'ensemble		70	10	12	46	15	32	13	
Fréquence espèce	I. M.								Espèces
63	0,37	220	0	105	55	42	0	0	<i>Age.Con</i>
		+++	-		--		---	--	
81	0,11	87	122	183	101	130	61	132	<i>Aza.Ind</i>
				+			-		
70	0,20	36	141	71	172	151	133	44	<i>Chr.Odo</i>
		---			+++				
85	0,12	87	47	39	142	78	109	125	<i>Flu.Vir</i>
				-	++				
71	0,12	112	139	23	103	149	44	150	<i>Mal.Opp</i>
				-			--		
52	0,13	87	114	32	66	152	202	29	<i>Pan.Max</i>
					-		+++		
77	0,23	173	26	21	95	69	24	79	<i>Rot.Coc</i>
		+++	-	-			---		
52	0,35	239	0	0	66	0	0	0	<i>Spi.Cos</i>
		+++	-	-	-	--	---	-	
77	0,39	206	26	43	56	103	16	0	<i>Tri.Pro</i>
		+++	-		--		---	--	
i. m. moyenne = 0,22									

CH : Champ, *FO* : Forêt, *HA* : Habitation, *JC* : Jachère, *PA* : Palmeraie, *SA* : Savane et *TK* : Teckeraie.

Le tableau 7.1 montre que *Ageratum conyzoides* a été recensée 63 fois. Le degré de liaison (I.M.) entre cette espèce et les types d'occupation du sol est égal à 0,37, ce qui est élevé parce que cette espèce est très fréquente dans les champs, assez fréquente dans les habitations et palmeraies et rare dans les autres types d'occupation. Les fréquences corrigées de cette espèce sont 220 0 105 55 42 0 0 dans chacun des types d'occupation respectifs. Ce qui signifie par

exemple que *A. conyzoides* est 2,2 fois plus fréquente qu'attendu dans les champs. Les signes +++ et --- présents aux types d'occupation CH et SA indiquent que *A. conyzoides* est, de façon significative (au seuil de 1 %), respectivement plus fréquente et plus rare dans les champs et les savanes. Les signes - et -- présents aux types d'occupations FO, JC, TK indiquent que *A. conyzoides* est assez rare dans ces types d'occupation du sol.

Azadiracta indica a été trouvé 81 fois mais, son degré de liaison est assez faible (0,11). Cela s'explique par le fait qu'elle est assez présente dans tous les types d'occupation du sol sauf les habitations et les savanes. *A. indica* est assez fréquente dans les habitations et assez rare dans les savanes.

Chromolaena odorata est très significativement rare dans les champs (où sa fréquence corrigée = 30 est très nettement inférieure à 100) et, par contre, très significativement fréquente dans les jachères (1,72 fois plus fréquente qu'attendu dans ce type d'occupation du sol).

Flueggea virosa et *Mallotus oppositifolius* sont assez présentes dans presque tous les types d'occupation du sol sauf dans les jachères où *F. virosa* est assez fréquente et dans les savanes où *M. oppositifolius* est assez rare.

Panicum maximum est très significativement fréquente (2,02 fois plus fréquente qu'attendu) dans les savanes et assez présente dans les autres types d'occupation du sol.

Rottboellia cochinchinensis, *Spilanthes costata* et *Tridax procumbens* sont très significativement fréquentes dans les champs (respectivement 1,73 2,39 et 2,06 fois plus fréquente qu'attendu) et très rares dans les savanes. *S. costata* est assez rare dans les autres types d'occupation.

Les informations mutuelles (I.M.)

Tridax procumbens (I.M. = 0,39), *Ageratum conyzoides* (I.M. = 0,37) et *Spilanthes costata* (I.M. = 0,35) donnent les plus fortes informations mutuelles, ce qui se comprends, puisque ces espèces sont très présentes dans les champs et absentes, très rares et assez rares dans les autres types d'occupation.

Azadirachta indica est l'espèce qui a la plus faible information mutuelle (I.M. = 0,11) parmi les 9 espèces puisqu'elle est également observée dans presque tous les types d'occupation sauf dans les habitations et les savanes où elle est respectivement assez fréquente et assez rare. Du coup, la différence entre les fréquences n'est pas très significative.

3.3.2 Profils en fonction de la trajectoire de changement d'occupation du sol

Le tableau 7.2 présente le profil écologique des 9 espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction des trajectoires de changement d'occupation du sol.

Tableau 7.2 : Profil écologique des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction des classes de trajectoires

	Codes	CCCC	CVCC	CVCV	CVVC	CVVV	OOOO	VCCC	VCCV	VVCC	VVVC	VVVV	
Profil d'ensemble		62	4	2	1	9	10	10	1	27	47	25	
Fréquence espèce	I. M.												Espèces
63	0,21	112	0	0	0	0	189	126	0	186	100	0	<i>Age.Con</i>
						-	+			++		---	
81	0,22	142	183	244	244	163	196	49	0	54	68	39	<i>Aza.Ind</i>
		+++					+			-	-	--	
70	0,13	78	141	141	0	94	28	28	283	115	126	136	<i>Chr.Odo</i>
		-									+		
85	0,17	105	0	233	0	155	93	23	233	104	134	37	<i>Flu.Vir</i>
								-		++		--	
71	0,25	180	209	139	0	124	56	139	0	52	36	56	<i>Mal.Opp</i>
		+++								-	---	-	
52	0,21	92	381	381	0	296	0	76	0	85	122	15	<i>Pan.Max</i>
			++			++	-					--	
77	0,21	141	64	0	0	0	77	231	0	95	93	31	<i>Rot.Coc</i>
		++				-		+++				--	
52	0,20	80	0	0	381	0	76	228	0	183	138	0	<i>Spi.Cos</i>
								+		++	+	---	
77	0,18	137	64	0	257	0	103	180	0	114	88	31	<i>Tri.Pro</i>
		++				-		+				--	

i. m. moyenne = 0,20

C = Agriculture (champs, jachères, plantations), *V* = Végétation (savane, forêt), *CCCC* : Agriculture permanente, *CVCC*, *CVCV*, *CVVC*, *VCCV* : Cycles cultures-jachères, *CVVV* : Vieille reforestation, *OOOO* : Autres (habitations), *VCCC* : Vieille agriculture, *VVCC* : Agriculture jeune, *VVVC* : Agriculture récente, *VVVV* : Végétation permanente.

Ce tableau montre que *A. conyzoides* est très rare dans les végétations permanentes (depuis 1974) et assez fréquente dans les jeunes parcelles agricoles (créées entre 1986 et 2003) et dans les habitations.

A. indica est très significativement fréquente dans les parcelles agricoles permanentes (depuis 1974) et assez fréquente (au seuil de 5%) dans les habitations. Elle est rare dans les

végétations permanentes et assez rare dans les jeunes parcelles agricoles et les parcelles agricoles récentes (créées entre 2003 et 2016). Il est important de noter que *A. indica* est indifférente dans les cycles culture-jachères (CVCV, CVVC) malgré la forte fréquence corrigée de 244. Cela est dû au faible nombre de relevés (2 et 1) effectués dans ces états. Ces faibles nombres ne permettent pas de tirer des conclusions statistiquement valables. Par conséquent, l'analyse ne les prend pas en compte.

C. odorata est assez également présente dans toutes les trajectoires sauf dans les parcelles agricoles récentes où elle est assez fréquente et dans les parcelles agricoles permanentes où elle est assez rare.

F. virosa est assez fréquente dans les parcelles agricoles récentes, assez rare dans les végétations permanentes et les vieilles parcelles agricoles (créées entre 1974 et 1986) et assez également présente dans les autres trajectoires.

M. oppositifolius est très significativement fréquente dans les parcelles agricoles permanentes, très rare dans les parcelles agricoles récentes et assez rare dans les végétations permanentes et les jeunes parcelles agricoles.

P. maximum, assez rare dans les habitations et les végétations permanentes, est assez fréquente dans les vieilles reforestations (végétations issues des parcelles agricoles abandonnées entre 1974 et 1986) et les parcelles agricoles abandonnées entre 1974 et 1986 puis remise en culture entre 1986 et 2003.

R. cochinchinensis est assez fréquente dans les parcelles agricoles permanentes, très fréquente dans les vieilles parcelles agricoles (2,31 fois plus fréquente qu'attendu) et assez rare dans les végétations permanentes et les vieilles reforestations.

S. costata est très rare dans les végétations permanentes et assez fréquente dans les parcelles agricoles jeunes, récentes et vieilles.

T. procumbens est assez fréquente dans les parcelles agricoles permanentes et vieilles et assez rare dans les végétations permanentes.

3.3.3 Profils en fonction de la pédologie

Le profil écologique en fonction de la pédologie des espèces envahissantes les plus fréquentes (Tableau 7.3) montre que *A. conyzoides* est fréquente sur les sols de type 33, assez rare sur les sols de type 29 et 50. *A. conyzoides* est assez également présente sur les autres types de sol.

A. indica et *M. oppositifolius* sont très fréquentes sur les sols de type 50 et assez rares sur les sols de type 24. *A. indica* est aussi assez rare sur les sols de type 33

C. odorata est fréquente sur les sols de type 6, rare sur les sols de type 19 et assez également présente sur les autres types de sol.

F. virosa est assez rare sur les sols de type 29 et 33 et fréquente sur les sols de type 24. Sur les autres types de sol, *F. virosa* est assez également présente.

P. maximum est très fréquente sur les sols de types 6, assez fréquente sur les sols de type 33 et 46 et assez rare sur les sols de type 50.

R. cochinchinensis est très fréquente sur les sols de type 33 et assez rare sur les sols de type 29.

S. costata est très rare sur les sols de type 50, fréquente sur les types 33 et assez fréquente sur 46.

Tableau 7.3 : Profils écologiques des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction de la pédologie

	Codes	1	12	17	19	21	24	26	29	33	46	50	6	9	
Profil d'ensemble		1	1	1	54	4	30	5	24	21	6	28	22	1	
Fréquence espèce	I. M.	Espèces													
63	0,16	0	0	314	116	79	94	126	39	180	210	56	86	0	<i>Age.Con</i>
									-	++		-			
81	0,19	244	0	244	118	122	49	98	102	35	81	175	89	0	<i>Aza.Ind</i>
							--			--		+++			
70	0,19	283	283	0	63	212	123	57	130	54	0	91	180	283	<i>Chr.Odo</i>
					--								++		
85	0,18	0	233	233	99	0	148	47	58	44	155	108	127	233	<i>Flu.Vir</i>
							++		-	-					
71	0,18	279	0	279	103	70	46	112	70	120	46	189	76	0	<i>Mal.Opp</i>
							--					+++			
52	0,20	0	0	0	92	95	102	0	48	163	254	14	225	0	<i>Pan.Max</i>
										+	+	--	+++		
77	0,20	0	0	257	90	64	103	154	43	220	86	83	94	0	<i>Rot.Coc</i>
									--	+++					
52	0,21	0	0	381	85	95	127	228	79	218	254	0	69	0	<i>Spi.Cos</i>
										++	+	---			
77	0,18	0	0	257	95	64	77	154	54	196	214	83	94	0	<i>Tri.Pro</i>
									-	+++	+				
i. m. moyenne = 0,19															

(Signification des codes : Voir Annexe 2.1).

3.3.4 Profils en fonction de la géologie

Le profil écologique en fonction du substrat géologique (Tableau 7.4) montre que *A. conyzoides*, *R. cochinchinensis*, *S. costata* et *T. procumbens* sont très fréquentes sur le substrat de type 4 (gneissique et anatectiques). Ces espèces sont aussi assez rares sur le substrat 5 (granites) sauf *S. costata* qui est très rare sur le substrat 3.

A. indica, par contre, est très rare sur le substrat de type 4 et très fréquente sur le substrat de type 3.

C. odorata est très fréquente sur le substrat 5 et assez rare sur le substrat 4.

Tableau 7.4 : Profils écologiques des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction de la géologie.

	Codes	1	3	4	5	
Profil d'ensemble		13	34	106	45	
Fréquence espèce	I. M.					Espèces
63	0,11	73	55	142	42	Age.Con
			-	+++	--	
81	0,15	169	180	62	109	Aza.Ind
		+	+++	---		
70	0,09	87	75	80	170	Chr.Odo
				-	+++	
85	0,05	143	110	90	104	Flu.Vir
				-		
71	0,08	150	164	82	81	Mal.Opp
			++	-		
52	0,04	117	101	93	110	Pan.Max
77	0,10	119	61	131	51	Rot.Coc
			-	+++	--	
52	0,14	0	11	154	68	Spi.Cos
		-	---	+++		
77	0,09	59	91	129	51	Tri.Pro
				+++	--	
i. m. moyenne = 0,09						

1 : crétacé supérieur sédimentaire, 3 : Paléogène-Néogène sédimentaire continental, 4 : complexes gneissiques et anatectiques, 5 : Plutonisme (vieux granites).

3.3.5 Profils en fonction du mode de gestion

D'après les profils écologiques en fonction du mode de gestion (Tableau 7.5), *A. conyzoides*, *R. cochinchinensis*, *S. costata* et *T. procumbens* sont très rares dans la zone sous protection et très significativement présentes (au seuil de 1 pour mille) dans la zone non protégée.

A. indica et *F. virosa* sont indifférentes au mode de gestion et sont autant présentes dans la zone protégée que dans la zone non protégée.

C. odorata et *P. maximum* sont assez fréquentes (au seuil de 1%) dans la zone protégée et assez rares dans la zone hors protection.

Tableau 7.5 : Profils écologiques des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction du mode de gestion.

	Codes	PR	UN	
Profil d'ensemble		46	152	
Fréquence espèce	I. M.			Espèces
63	0,15	0	130	<i>Age.Con</i>
		---	+++	
81	0,02	80	106	<i>Aza.Ind</i>
70	0,04	148	86	<i>Chr.Odo</i>
		++	--	
85	0,01	101	100	<i>Flu.Vir</i>
71	0,03	61	112	<i>Mal.Opp</i>
		-	+	
52	0,04	157	83	<i>Pan.Max</i>
		++	--	
77	0,11	22	123	<i>Rot.Coc</i>
		---	+++	
52	0,12	0	130	<i>Spi.Cos</i>
		---	+++	
77	0,13	17	125	<i>Tri.Pro</i>
		---	+++	
i. m. moyenne = 0,07				

PR : zone protégée, UN : zone non protégée.

3.3.6 Profils en fonction des activités anthropiques

Suivant les actions anthropiques (Tableau 7.6), *A. conyzoides*, *R. cochinchinensis*, *S. costata* et *T. procumbens* sont très fréquentes (au seuil de 1 %) dans les zones labourées et très rares ou assez rares dans les zones dominées par les feux, les coupes de bois et les pâturages associés aux feux.

C. odorata et *P. maximum*, par contre, sont très rares dans les zones de labours et assez fréquentes dans les zones de feux et de pâturages associés aux feux.

Tableau 7.6 : Profils écologiques des espèces envahissantes les plus fréquentes en fonction de l'action anthropique

	Codes	cha	cou	feu	fpâ	lab	pal	pré	pât	
Profil d'ensemble		1	31	53	15	72	10	4	8	
Fréquence espèce	I. M.									Espèces
63	0,35	0	20	35	0	214	123	0	38	<i>Age.Con</i>
			---	---	--	+++				
80	0,11	0	141	101	65	84	170	121	61	<i>Aza.Ind</i>
			+			-	+			
68	0,19	0	147	129	190	36	86	143	143	<i>Chr.Odo</i>
			+	+	++	---				
85	0,11	0	118	103	152	89	46	0	143	<i>Flu.Vir</i>
					+					
68	0,15	0	202	75	38	103	57	71	36	<i>Mal.Opp</i>
			+++	-	-					
51	0,1	0	74	144	178	85	76	0	0	<i>Pan.Max</i>
				+	+					
77	0,22	0	114	62	34	164	25	0	0	<i>Rot.Coc</i>
				--	-	+++	-		-	
52	0,33	0	12	21	25	233	75	0	0	<i>Spi.Cos</i>
			---	---	-	+++				
77	0,32	0	73	33	34	192	50	63	31	<i>Tri.Pro</i>
				---	-	+++				
i. m. moyenne = 0,21										

cha : Chasse, *cou* : Coupe de bois, *feu* : passage de feux, *fpâ* : Feux et pâturage, *lab* : labours, *pal* : exploitation de palmier, *pré* : prélèvements d'organes, *pât* : pâturage.

3.4 Les informations mutuelles moyennes (i. m. moyenne)

Pour l'ensemble des 9 espèces envahissantes les plus fréquentes, l'information mutuelle moyenne du descripteur « type d'occupation du sol » (i.m. moyenne = 0,22) est plus forte que celles des descripteurs « action anthropique » (0,21), « trajectoire de changement d'occupation du sol » (0,20), « pédologie » (0,19), « géologie » (0,09) et « mode de gestion » (0,07). **Les effets des activités humaines (types d'occupation du sol, actions anthropiques et les trajectoires de changement d'occupation du sol) sont plus discriminants que l'environnement physique (pédologie et géologie).**

3.5 Les contingences entre descripteurs

Dans le souci de voir dans quelle mesure nos descripteurs sont redondants ou complémentaires, nous avons analysé les tables de contingence entre les deux descripteurs les plus discriminants (type d'occupation du sol et action anthropique) et entre le type d'occupation du sol et le mode de gestion.

3.5.1 Les liaisons entre le type d'occupation du sol et l'action anthropique

Dans le tableau 7.7, les nombres supérieurs à 7 correspondent à des liaisons hautement significatives et les chiffres positifs indiquent que la combinaison de la ligne et de la colonne est plus fréquente qu'on peut s'y attendre. Les liaisons positives supérieures ou égales à 7 (soulignées en caractère gras) indiquent donc que les combinaisons sont très significativement plus fréquentes. Les liaisons négatives sont la contrepartie des liaisons positives pour équilibrer les deux pôles sur chaque ligne et sur chaque colonne.

Le tableau 7.7 montre que les labours sont toujours liés aux champs, les feux sont très fréquents dans les savanes et les forêts, les coupes de bois sont beaucoup plus pratiquées dans les palmeraies et les teckeraies, les jachères et les savanes sont plus fréquemment pâturées et les activités d'exploitation de palmiers sont beaucoup plus liées aux habitations.

Cette adhérence entre les types d'occupation et les actions anthropiques, qui n'est d'ailleurs pas étonnant, justifie les similitudes entre les profils écologiques en fonction du type d'occupation et en fonction de l'action anthropique. Par exemple, les espèces envahissantes très fréquentes dans les champs comme *A. conyzoides*, *R. cochinchinensis*, *S. costata* et *T. procumbens* sont également très fréquentes dans les zones labourées.

Tableau 7.7 : Les liaisons entre le type d'occupation du sol et l'action anthropique

	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK
cha	0	0	0	0	0	3	0
cou	-14	0	6	4	8	-9	7
feu	-32	7	-6	3	2	24	3
fpâ	-10	0	0	5	0	11	0
lab	129	0	-5	-20	-11	-24	-6
pal	-7	0	19	0	3	0	0
pré	0	3	0	2	2	0	0
pât	-5	0	0	9	0	0	2

cha : Chasse, *cou* : Coupe de bois, *feu* : passage de feux, *fpâ* : Feux et pâturage, *lab* : labours, *pal* : exploitation de palmier, *pré* : prélèvements d'organes, *pât* : pâturage, **CH** : Champ, **FO** : Forêt, **HA** : Habitation, **JC** : Jachère, **PA** : Palmeraie, **SA** : Savane et **TK** : Teckeraie.

3.5.2 Les liaisons entre le type d'occupation du sol et le mode de gestion

Le tableau 7.8 montre que les champs, les habitations, les jachères, les palmeraies et les teckeraies sont nettement plus fréquents qu'attendu dans la zone hors protection alors que les forêts et les savanes sont presque toujours dans la zone protégée.

En conséquence, les espèces liées aux champs, habitations, jachères, palmeraies et teckeraies sont quasi aussi fréquentes dans la zone hors protection sauf pour *C. odorata*. *C. odorata* est très significativement présente dans les jachères mais est assez fréquente dans la zone protégée et assez rare dans la zone non protégée. Les jachères étant nettement plus fréquentes qu'attendu dans la zone non protégée, **il est alors évident que les peu de jachères de la zone protégée sont très envahies par *C. odorata* et constituent un "noyau" qui mérite beaucoup plus d'attention.**

Il serait utile de noter que deux plantes envahissantes (*C. odorata* et *P. maximum*) sont liées positivement à la gestion PR, ce qui montre que la protection n'empêche pas les invasions.

Tableau 7.8 : Les liaisons entre le type d'occupation du sol et le mode de gestion

	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK
PR	-34	17	-5	-5	-6	77	-5
UN	34	-17	5	5	6	-77	5

PR : zone protégée, *UN* : zone non protégée, *CH* : Champ, *FO* : Forêt, *HA* : Habitation, *JC* : Jachère, *PA* : Palmeraie, *SA* : Savane et *TK* : Teckeraie.

3.6. Espèces envahissantes différentielles

Les différents types d'occupation n'ont pas les mêmes fréquences pour chaque espèce envahissante. En effet, certaines espèces sont relativement plus ou moins fréquentes, marquant ainsi une différence entre les types d'occupation pris deux à deux. Le tableau 7.9 présente les espèces différentielles au seuil de 10 binons (différence de fréquences très hautement significatives au seuil de 1‰) entre les différents types d'occupation (le signe - signifie que l'espèce est moins fréquente dans le deuxième type que dans le premier type, le signe + signifie le contraire).

a) Les envahissantes des habitations

D'après nos résultats (Tableau 7.9), *Acanthospermum hispidum* est relativement plus fréquente dans les habitations que dans les jachères et les savanes. *Azadirachta indica*, *Cardiospermum halicacabum* et *Ipomoea ochracea* sont relativement plus fréquentes dans les habitations que dans les champs. Les différences les plus significatives sont apportées par *Senna occidentalis*, *Sida acuta* et *Sida hyssopifolia* plus fréquentes dans les habitations que dans les

champs, les jachères et les savanes. De plus, *Sida hyssopifolia* est plus fréquente dans les habitations que dans les forêts.

b) Les envahissantes des champs

Dans les champs, *Digitaria horizontalis*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Spilanthus costata* et *Tridax procumbens* sont significativement plus fréquentes que dans les autres types d'occupation. *Ageratum conyzoides* et *Eleutheranthera ruderalis* sont plus fréquentes dans les champs que dans les forêts, les jachères, les palmeraies à huile, les savanes et les teckeraies. *Commelina benghalensis* et *Euphorbia heterophylla* sont aussi plus présentes dans les champs que dans les jachères et les savanes. *Commelina benghalensis* est plus présente dans les champs que dans les forêts et *Imperata cylindrica* est plus fréquente dans les champs que les habitations et les savanes.

c) Les envahissantes des jachères

Concernant les jachères et les autres types d'occupation, la différence la plus significative est apportée par *C. odorata*, plus présente dans les jachères que dans les champs. *C. odorata* est aussi plus fréquente dans les jachères que dans les habitations et les teckeraies. Outre *C. odorata*, les Poaceae telles que *Hyperthelia dissoluta*, *Loudetia hordeiformis*, *Loudetia phragmitoides*, *Pennisetum pedicelatum* et *Pennisetum polystachion* sont aussi significativement plus fréquentes dans les jachères. Il faut noter également la fréquence plus élevée de *Ageratum conyzoides* et *Imperata cylindrica* dans les jachères que dans les savanes et de *Mucuna poggei* plus fréquente dans les jachères que dans les champs.

d) Les envahissantes des palmeraies à huile

Les espèces envahissantes les plus fréquentes dans les palmeraies sont *C. odorata*, *Hyptis suaveolens*, *I. cylindrica*, *Indigofera macrophylla*, *Mallotus oppositifolius*, *Panicum maximum*, *P. pedicelatum*, *T. procumbens*. Comparativement aux palmeraies, *C. odorata*, *H. suaveolens*, *I. cylindrica*, *I. macrophylla* et *M. oppositifolius* sont moins fréquentes dans les champs. De plus, *I. cylindrica* et *M. oppositifolius* sont plus fréquentes dans les palmeraies que dans les habitations, jachères et savanes.

e) Les envahissantes des teckeraies

Les espèces significativement plus fréquentes dans les teckeraies sont surtout *Calopogonium mucunoides*, *I. cylindrica* et *M. oppositifolius*. *I. cylindrica* et *M. oppositifolius* sont moins fréquentes dans les champs, les habitations, les jachères et les savanes

comparativement aux teckeraies. Par contre *C. mucunoides* est seulement plus fréquentes dans les teckeraies que dans les champs et les savanes.

f) Les envahissantes des savanes

Les différences les plus significatives entre les savanes et les autres types d'occupations sont apportées par *P. maximum*, *Schyzachyrium platyphyllum* et *H dissoluta*. *P. maximum* et *S. platyphyllum* sont significativement plus présentes dans les savanes que dans tous les autres types d'occupation. De même, *H dissoluta* est moins fréquente dans les autres types d'occupation sauf dans les jachères. *C. odorata*, *Hyparrhenia rufa*, *I. macrophylla*, *L. phragmitoides*, sont plus présentes dans les savanes que dans les champs.

g) Les envahissantes des forêts

Entre la forêt et les autres types d'occupation, la différence la plus significative est apportée par *Motandra guineensis* qui est plus fréquente dans la forêt que dans les autres types d'occupation. *Centrosema pubescens* et *C. odorata* sont aussi plus fréquentes dans la forêt que dans les champs.

Tableau 7.9 : Espèces envahissantes différentielles entre les types d'occupation. (C : Champ, F : Forêt, H : Habitation, J : Jachère, P : Palmeraie, S : Savane, T : Teck).

Espèces	C-F	C-H	C-J	C-P	C-S	C-T	F-H	F-J	F-P	F-S	F-T	H-J	H-P	H-S	H-T	J-P	J-S	J-T	P-S	P-T	S-T
<i>Acanthospermum hispidum</i>												13		13							
<i>Ageratum conyzoides</i>	21		30	13	49	23								11			11				
<i>Azadirachta indica</i>		13																			
<i>Calopogonium mucunoides</i>						10															11
<i>Cardiospermum halicacabum</i>		12																			
<i>Centrosema pubescens</i>	10																				
<i>Chromolaena odorata</i>	30		83	32	51						10	10						17			12
<i>Commelina benghalensis</i>	11		26		27																
<i>Digitaria horizontalis</i>	16	17	29	19	38	17															
<i>Eleutheranthera ruderalis</i>	13		20	16	24	15															
<i>Euphorbia heterophylla</i>			11		16																
<i>Flueggea virosa</i>			11		10																
<i>Hyparrhenia rufa</i>					15																
<i>Hyperthelia dissoluta</i>			79		93	14		17		23		18		25		20			27		12
<i>Hyptis suaveolens</i>				11																	
<i>Imperata cylindrica</i>		10		12	22	17			19		22		20		24	11	20	15	36		42
<i>Indigofera macrophylla</i>				12	20																
<i>Ipomoea ochracea</i>		10																			
<i>Launaea taraxacifolia</i>			15																		
<i>Loudetia hordeiformis</i>			21					11				12					10	12			
<i>Loudetia phragmitoides</i>			45		34			10				10				11		11	10		
<i>Mallotus oppositifolius</i>				15		11							15		13	13		10	18		15
<i>Motandra guineensis</i>	55						19	43	21	34	20										
<i>Mucuna poggei</i>			11														10				
<i>Panicum maximum</i>				11	97					16				37			68		16		38
<i>Pennisetum pedicelatum</i>								10	13								11		14	12	
<i>Pennisetum polystachion</i>			12		11			11				10	12			11	25				19
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	11	19	13	14	28	11															
<i>Schizachyrium brevifolium</i>					13																
<i>Schizachyrium platyphyllum</i>					40					10				10			29		11		11
<i>Senna occidentalis</i>		18										14		11							
<i>Sida acuta</i>		24										11		18							
<i>Sida hyssopifolia</i>		29					10					20		20							
<i>Spilanthes costata</i>	27	29	35	32	64	30											16				
<i>Tridax procumbens</i>	22	25	46	12	59	34													10	10	

IV- DISCUSSION

4.1 Richesse floristique, affinité chorologique et spectre biologique

Cette étude a permis de recenser 71 espèces envahissantes ou potentiellement envahissantes sur un total de 483 espèces soit 14,70%. Ce taux est largement supérieur à ceux obtenus au Togo par Radji *et al.* (2010a) et par Adjossou (2009) respectivement dans les relictés forestières de la zone écologique V et dans les fragments de forêts humides.

Sur les 71 espèces envahissantes ou potentiellement envahissantes recensées, 9 sont très fréquentes et sont rencontrées dans plus de 25% des relevés. Il s'agit de *Flueggea virosa*, *Azadirachta indica*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Tridax procumbens*, *Mallotus oppositifolius*, *Chromolaena odorata*, *Ageratum conyzoides*, *Panicum maximum* et *Spilanthes costata*. *F. Virosa* et *M. oppositifolius* très fréquentes dans nos relevés, forment rarement une population dominante dans la dition. Par contre *A indica*, *R. cochinchinensis*, *C. odorata*, *P. maximum*, et *S. costata* forment souvent des populations très dominantes et ont été également signalées par Akodéwou *et al.* (2019) parmi les plantes envahissantes dominantes les plus fréquentes dans la dition. *A indica* est l'espèce exotique envahissante la plus fréquente dans les écosystèmes forestiers du sud Togo (Radji *et al.*, 2010a) et fait aussi partie des taxons les plus répandus dans la flore exotique naturalisée du Ghana (Ansong *et al.*, 2018).

Les trois familles les plus représentées en plantes envahissantes sont les Poaceae, les Fabaceae ou Leguminosae et les Compositae. Ansong *et al.* (2018) ont obtenu des résultats similaires au Ghana sur la flore exotique naturalisée. Nos résultats concordent également avec ceux de Pyšek *et al.* (2017) au niveau mondial.

Les plantes envahissantes recensées sont dominées par des espèces d'origine pantropicale (commune à tous les pays tropicaux du monde), afro-tropicale (Afrique intertropicale) et afro-néotropicale (commune à l'Afrique et à l'Amérique tropicale). Ces résultats de dominance des espèces à large répartition géographique supposent que les espèces envahissantes dans la dition sont des espèces bien adaptées au milieu tropical avant leur arrivée et ayant une capacité d'adaptation plus élevée.

Les plantes envahissantes de la dition sont dominées nettement par les thérophytes. Cette dominance des espèces annuelles semble refléter le niveau de perturbation des habitats dans la dition. Comme l'a souligné Goudard (2007), les niches écologiques vacantes laissées par les perturbations sont favorables à l'expression des cortèges annuels tels que les thérophytes.

4.2 Les plantes envahissantes et les utilisations actuelles des terres

D'après nos résultats, les utilisations des terres ont fortement influencé la répartition des plantes envahissantes dont les fréquences varient en fonction des types d'utilisation des terres dans la dition. Les résultats indiquent que *Ageratum conyzoides*, *Eleutheranthera ruderalis*, *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Spilanthes costata* et *Tridax procumbens* sont plus fréquentes dans les champs qu'ailleurs. Des résultats similaires ont été obtenus par Akodéwou *et al.* (2019) dans la dition. En Côte d'Ivoire, *Euphorbia heterophylla* et *Ageratum conyzoides* font partie du groupe des adventices potentielles régionales qui, ponctuellement, sont très abondantes et causent d'énormes problèmes en agriculture (Touré *et al.*, 2008). En effet, *Euphorbia heterophylla* est reconnue pour sa très grande capacité de germination (plus de 900 plantules/m² lèvent en début de saison) (Ipou *et al.*, 2004; Touré *et al.*, 2016). Le fort potentiel envahissant de *Ageratum conyzoides* est également signalé au Bénin (Djotan *et al.*, 2018).

De même, *Chromolaena odorata*, *Hyperthelia dissoluta*, *Loudetia hordeiformis*, *Loudetia phragmitoides*, *Pennisetum pedicelatum* et *Pennisetum polystachion* sont plus fréquentes dans les jachères que dans la plupart des autres types d'utilisation des terres. Les jachères à *Chromolaena odorata* ont été signalé un peu partout en Afrique de l'Ouest (Akpagana *et al.*, 1993b; de Foresta, 1996; Aboh *et al.*, 2008) et auraient un effet améliorant sur la fertilité des sols (Edoukou, Koné & Tondoh, 2013).

Malgré le caractère allélopathique du Teck (Jayakumar, Eyini & Pannirselvam, 1987; Krishna *et al.*, 2010; Lacret *et al.*, 2011; Das *et al.*, 2012), l'espèce exotique envahissante *Imperata cylindrica*, une des 100 plus nuisibles espèces exotiques envahissantes au monde (Lowe *et al.*, 2000), est relativement plus fréquente dans les teckeraies. Ceci suppose que les substances secrétées par le Teck seraient moins efficaces dans l'inhibition de développement d'*Imperata cylindrica*.

Dans les savanes, les graminées tels que *Panicum maximum*, *Schyzachyrium platyphyllum* et *Hyperthelia dissoluta* sont plus présentes que dans les autres types d'occupation des sols. Dans les forêts, *Motandra guineensis* est plus fréquente que dans les autres types d'utilisations des terres. La dominance des lianes de *Motandra guineensis* a été également signalé dans les forêts par Touré *et al.* (2016) et dans les espaces cultivés (Touré *et al.*, 2008) en Côte d'Ivoire. De même, *Motandra guineensis* est l'une des espèces de lianes les plus abondantes en ce qui concerne les tiges de lianes dans tous les types forestiers étudiés au Ghana (Addo-Fordjour *et al.*, 2009). Ces résultats suggèrent que les forêts à *Motandra guineensis* de la dition méritent

plus de surveillance pour limiter le risque d'envahissement de l'espèce dans les milieux plus perturbés, notamment dans les champs.

4.3 Les plantes envahissantes les plus fréquentes et les trajectoires de changements d'utilisation des terres

Nos résultats montrent que *A. conyzoides*, *R. cochinchinensis*, *S. costata* et *T. procumbens* sont toutes fréquentes dans les champs et ne se comportent pas de la même manière par rapport aux trajectoires de changements d'utilisation des terres. *A. conyzoides* et *S. costata* sont assez fréquentes dans les jeunes parcelles agricoles (créées entre 1986 et 2003) tandis que *R. cochinchinensis* et *T. procumbens* sont assez fréquentes dans les parcelles agricoles permanentes (créées avant 1974) et respectivement très fréquentes et assez fréquentes dans les vieilles parcelles agricoles (créées entre 1974 et 1986).

C. odorata est assez également présente dans toutes les trajectoires sauf dans les parcelles agricoles récentes où elle est assez fréquente et dans les parcelles agricoles permanentes où elle est assez rare. Cela signifie, sachant que *C. odorata* est plus fréquente dans les jachères, que *C. odorata* est plus fréquente dans les jeunes jachères que dans les vieilles jachères et que l'exploitation des terres sur plusieurs années réduirait la population de l'espèce. Akpagana *et al.* (1993b) et Roussel (1994) ont fait les mêmes observations au Togo sur *C. odorata* dans les jeunes jachères. En Côte d'Ivoire, les jachères à *C. odorata* sont une étape de succession permettant de passer à une jeune forêt secondaire par l'intermédiaire d'une fourré (Adingra & Kassi, 2016).

4.4 Les liaisons entre descripteurs

D'après nos résultats, il y a une forte adhérence entre le descripteur « types d'occupation du sol » et le descripteur « action anthropique ». Ceci s'explique par le fait que les actions anthropiques menées sur une occupation donnée dépendent des utilisations qu'en font les populations. Cette liaison justifie le comportement similaire des espèces envahissantes vis-à-vis de ces deux descripteurs. Ainsi, pour une modélisation des plantes envahissantes dans la dition, vu la redondance entre ces deux descripteurs, un seul parmi les deux suffirait.

La contingence des types d'occupation et le mode de gestion donne une autre information intéressante. Dans la dition, *C. odorata* est plus fréquente dans les jachères et assez fréquente dans la zone protégée. La situation des jachères principalement dans la zone hors protection (table de contingence), suppose que les jeunes jachères localisées dans l'aire protégée sont très

envahies par *C. odorata* et constituent un « noyau » qui mérite un suivi régulier et la mise en place de stratégie de pilotage de la part des gestionnaires.

De même, *P. maximum* qui est plus fréquente dans les savanes et dans l'aire protégée, est assez rare dans les végétations permanentes et est assez fréquente dans les vieilles reforestations (végétations issues des parcelles agricoles abandonnées entre 1974 et 1986) et les parcelles agricoles abandonnées entre 1974 et 1986 puis remise en culture entre 1986 et 2003. Ces résultats suggèrent que la dominance des savanes par *P. maximum* est un indicateur des activités de mise en culture passée (durant la période de cette étude, 42 ans).

4.5 Importance relative des descripteurs

Les résultats obtenus dans cette étude, sur la base des informations mutuelles moyennes apportées par chaque descripteur, montrent que les effets des activités humaines (types d'occupation du sol, actions anthropiques et les trajectoires de changement d'occupation du sol) sont plus discriminants que l'environnement physique (pédologie et géologie). Ces résultats sont en accord avec la théorie de la hiérarchie (Allen & Starr, 1982). En effet, sur des surfaces encore modestes, de l'ordre de quelques décamètres à quelques kilomètres carrés, la distribution des plantes est assujettie aux mosaïques écologiques créées par les discontinuités des variables locales de l'environnement, souvent forcées par les aménagements humains (Forman & Godron, 1986; Alexandre *et al.*, 1998).

V- CONCLUSION PARTIELLE

Cette étude a fait ressortir la liaison entre le comportement des plantes envahissantes et les paramètres environnementaux, surtout les utilisations et les trajectoires de changements d'utilisation des terres dans le paysage de Togodo. Il en ressort que le paysage de Togodo est très diversifié en plantes envahissantes. Les plantes envahissantes de la dition sont dominées nettement par les thérophytes et les espèces à large répartition géographique, signe du niveau de perturbation des habitats dans la dition. Les trois familles les plus représentées sont les Poaceae, les Fabaceae et les Compositae.

Les résultats ont également montré que les utilisations actuelles et passées des terres ont fortement influencé la répartition des plantes envahissantes dont les abondances varient selon les types d'utilisation des terres dans la dition en accord avec nos hypothèses de départ. Les résultats révèlent qu'à l'échelle de la dition, les effets des activités humaines (types d'occupation du sol, actions anthropiques et les trajectoires de changement d'occupation du sol) sont plus discriminants que l'environnement physique (pédologie et géologie) pour les espèces de plantes envahissantes. Cette étude a, de plus, montré qu'il y a une forte adhérence entre le descripteur types d'occupation du sol et le descripteur action anthropique.

Enfin, l'approche fréquentielle, en mettant en œuvre des méthodes statistiques non-inférentielles plus adaptées aux données écologiques, a permis de comprendre les liaisons entre les espèces envahissantes et les paramètres de leur environnement.

CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

« Ce n'est pas la terre qui appartient à l'homme, c'est l'homme qui appartient à la terre. Toutes choses sont liées comme le sang qui unit une même famille. L'homme n'a pas tissé la toile de la vie. Il n'est qu'un fil du tissu. Tout ce qu'il fait à la toile, il le fait à lui-même. »

Seattle, chef de la tribu des Duwamish; In Écologie et évolution du monde vivant, Vol 3, Michel Godron (2012)

I- CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans le contexte actuel des changements globaux, la compréhension de l'effet des activités anthropiques sur la végétation en général et sur les plantes envahissantes en particulier est nécessaire. Cette nécessité l'est d'autant plus dans le contexte de modification rapide et profonde des habitats de savanes et de forêts sèches ouest africaines. Ce travail de thèse a été réalisé sur les écosystèmes de savanes et forêts sèches guinéennes dans et autour de l'Aire Protégée Togodo dans le sud-est du Togo.

Nos résultats ont montré que plusieurs plantes envahissantes sont utilisées par les populations locales. Les usages et les pratiques de gestion diffèrent selon les groupes ethnoculturels. Si les bonnes pratiques étaient vulgarisées, une meilleure gestion de certaines plantes envahissantes pourrait contribuer à améliorer les conditions de vie des populations locales à travers l'amélioration des rendements agricoles et par conséquent la sécurité alimentaire.

Il ressort de cette étude, que l'analyse systémique paysagère et la télédétection constituent des outils opérationnels pour une meilleure caractérisation des éléments des paysages et de leur évolution. Ces outils, couplés à un inventaire succinct des plantes dominantes, se sont révélés bien adaptés pour l'établissement rapide de l'état des lieux des plantes envahissantes dans les écosystèmes anthropisés des savanes et des forêts sèches de l'Afrique de l'Ouest.

Les résultats montrent qu'au cours de la période de l'étude (1974-2016), la couverture végétale semi-naturelle a drastiquement diminué au profit des cultures. Plusieurs trajectoires de changements d'utilisation des terres ont pu être caractérisées et cartographiées. Ce travail révèle également que l'association des analyses d'intensité et de trajectoire permet de mieux appréhender la dynamique spatio-temporelle et la cinématique des changements d'utilisation des terres. L'analyse des intensités renseigne sur les dynamiques tandis que les trajectoires renseignent sur la cinématique. Ces informations constituent une base pour mieux orienter les politiques en matière de gestion des ressources naturelles en lien avec le développement durable.

Les résultats ont aussi montré une diminution de la proportion des espèces endémiques au profit des espèces à large distribution. Les plantes envahissantes de la dition sont nettement dominées par les thérophytes et les espèces à large répartition géographique. Les espèces endémiques sont localisées, pour la plupart, dans les formations végétales très peu perturbées situées à l'intérieur de l'Aire Protégée Togodo. Ces formations comprennent également beaucoup d'espèces qui y sont peu fréquentes et qui sont absentes des habitats moyennement

ou fortement perturbés. En effet, les intensités de changements d'utilisation des terres, marqués par la conversion des habitats semi-naturels en agriculture, sont de plus en plus élevées. Or, il n'existe plus d'habitats semi-naturels en dehors de l'aire protégée pour satisfaire les besoins croissants en terres fertiles des populations. Ces résultats montrent la nécessité de mettre en place des pratiques de gestions plus durables qui permettent de satisfaire les besoins des populations tout en limitant les impacts sur la biodiversité.

Les résultats de ce travail de thèse ont aussi montré que les écosystèmes de savanes et de forêts sèches, très peu étudiés pour leur envahissement végétal, sont pourtant très marquées par des plantes envahissantes. Dans les habitats de l'Aire Protégée Togodo et sa périphérie, les plantes envahissantes les plus abondantes diffèrent selon les trajectoires d'utilisation des terres. Les forêts et savanes secondaires constituent de véritables lieux d'accueil de plantes envahissantes qui représentent un réel défi en matière de contrôle et de gestion. Ces résultats suggèrent également que les activités d'aménagement à l'intérieur de l'aire protégée telles que les pistes doivent faire l'objet d'un suivi et d'entretien régulier, de peur de servir de voies de prolifération et d'expansion pour les plantes envahissantes.

Ce travail a aussi permis de constater que certaines espèces de plantes envahissantes, très fréquentes dans les champs, disparaissent dans les jachères. La mise en jachère régulière suffirait alors pour contrôler ces espèces. D'autres espèces, par contre, sont favorisées par les jachères. Ces espèces nécessitent des contrôles en fonction de leurs services écosystémiques rendus notamment d'approvisionnement et de régulation de la fertilité des sols.

II- PERSPECTIVES

La problématique abordée dans cette thèse, celle des plantes envahissantes, en liant approche paysagère basée sur la télédétection, inventaires floristiques et écologiques de terrain et savoirs locaux est assez inédite, du moins pour la région de l'Afrique de l'Ouest. Elle présente une nouvelle perspective à la fois méthodologique et thématique. En cela, cette thèse constitue une contribution significative en réponse à l'un des défis majeurs actuels que le monde, et plus particulièrement la sous-région ouest africaine, doit relever, à savoir « comment nourrir une population de plus en plus nombreuse, tout en limitant la dégradation environnementale et la perte de la biodiversité ».

Cette étude a montré, contrairement à ce que la littérature laisse croire, que les écosystèmes ouest africains sont très envahis par les plantes et nécessitent des plans de gestion adaptés. Pour mettre en place des politiques de gestion efficace des plantes envahissantes au

Togo, il serait nécessaire de faire des investigations à l'échelle nationale. Ces investigations permettront de mettre à jour la liste des plantes envahissantes natives et naturalisées au Togo. Ces investigations permettront également de recenser les usages et les pratiques de gestion locale des plantes envahissantes par les populations dans les principaux groupes ethnoculturels du pays. Sur la base des résultats de cette thèse, il serait utile de proposer une cartographie de distribution des plantes envahissantes dans la dition.

Pour mieux comprendre les effets des utilisations des terres et de leurs changements sur le comportement des plantes envahissantes au niveau national, il serait utile d'étendre ce travail aux autres aires protégées prioritaires du pays notamment le Parc National Oti-Kéran et le Parc National Fazao-Malfakassa. Vu l'effet des utilisations passées des terres sur la prolifération des plantes envahissantes à l'intérieur de l'Aire Protégée Togo, il serait aussi utile d'investiguer l'effets des pistes ou des activités d'aménagements réalisées dans les aires protégées du pays.

Pour une meilleure compréhension des comportements des plantes envahissantes dans les champs, des travaux complémentaires sur l'effet des itinéraires techniques agricoles sur les adventices seraient les bienvenus. En effet, les résultats de cette thèse et de ces travaux complémentaires constituent un élément de base pour la gestion intégrée des adventices pour l'amélioration de la productivité des systèmes de culture. Vu les prévisions sur l'évolution du climat en Afrique de l'Ouest, il serait aussi important d'évaluer les effets du changement climatique sur les plantes envahissantes dans la région.

Il serait aussi utile de sensibiliser et de former les paysans à l'agriculture "de conservation" et à l'agroécologie. Ces sensibilisations et formations pourraient se faire par la restitution et la vulgarisation des bonnes pratiques agricoles déjà existantes dans les différents groupes ethnoculturels. Ces formations pourraient aussi concerner des assolements où l'enfouissement de végétations sans valeur économique comprenant des plantes envahissantes qui améliorent les activités biologiques et la fertilité des sols. Les populations pourraient aussi être formées sur la fabrications de bio pesticides à base de plantes envahissantes comme *Azadirachta indica*.

Une bonne analyse des effets des changements d'utilisation des terres passe par une meilleure caractérisation des trajectoires. L'approche par télédétection et SIG utilisée dans ce travail nécessite une bonne précision. Dans les paysages très complexes comme notre région d'étude où certains éléments sont de petite taille de l'ordre du décamètre, la mise en place de méthode de classification spécifique s'avère nécessaire. Des recherches de mise en place d'indice de végétation ou d'approche de classification spécifique pourraient être envisagées

pour améliorer la précision de la cartographie en particulier la précision entre les jachères de *C. odorata* et les forêts et aussi entre les plantations de palmier à huile ou de Teck et les forêts.

Enfin, l'approche statistique fréquentielle qui a servi à l'analyse des données de végétation, s'est montré efficace pour permettre la compréhension de l'écologie des communautés végétales et des espèces de plantes envahissantes. Cette approche, relativement peu utilisée par la communauté des écologues, donne des résultats bien détaillées où les résultats les plus importants peuvent être sélectionnés simplement par la richesse de l'information qu'ils apportent dans les documents de valorisation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

✱ A ✱

- Abelleira Martínez O.J., 2010. Invasion by native tree species prevents biotic homogenization in novel forests of Puerto Rico. *Plant Ecol.*, **211** (1): : e0002749-64, doi: 10.1007/s11258-010-9771-4
- Aboh A.B., Babatounde S., Oumorou M., Houinato M., Sinsin B., 2012. Valeur pastorale des parcours naturels en zone soudano-guinéenne et stratégie paysanne d'adaptation aux effets de leur invasion par *Chromolaena odorata* au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6** (4):, doi: 10.4314/ijbcs.v6i4.22
- Aboh B.A., Houinato M., Oumorou M., Sinsin B., 2008. Capacités envahissantes de deux espèces exotiques, *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae), en relation avec l'exploitation des terres de la région de Bétécoucou (Bénin). *Belg. J. Bot.*, **141** (2): 125-140
- Achigan-Dako E.G., Pasquini M.W., Assogba Komlan F., N'danikou S., Yédomonhan H., Dansi A., Ambrose-Oji B., 2010. Traditional vegetables in Benin. *Inst. Natl. Rech. Agric. Bénin Impr. CENAP Cotonou*
- Addo-Fordjour P., Obeng S., Addo M.G., Akyeampong S., 2009. Effects of human disturbances and plant invasion on liana community structure and relationship with trees in the Tinte Bepo forest reserve, Ghana. *For. Ecol. Manag.*, **258** (5): 728-734, doi: 10.1016/j.foreco.2009.05.010
- Adingra O.M.M.A., Kassi J.N., 2016. Diversité floristique, structure et dynamique des jachères post-culturelles de la forêt classée de Bamo (Côte d'Ivoire). *Agron. Afr.*, **28** (1): 24-32
- Adjonou K., Djiwa O., Kombate Y., Kokutse A.D., Kokou K., 2010. Etude de la dynamique spatiale et structure des forêts denses sèches reliques du Togo: implications pour une gestion durable des aires protégées. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4** (1)
- Adjonou K., Radji A., Kokutse A., Kokou K., 2016. Considération des caractéristiques structurales comme indicateurs écologiques d'aménagement forestier au Togo (Afrique de l'Ouest). *VertigO Rev. Électronique En Sci. L'environnement*, **16** (1)
- Adjossou K., 2009. Diversité, structure et dynamique de la végétation dans les fragments de forêts humides du Togo : les enjeux pour la conservation de la biodiversité. Thèse de doctorat, Université de Lomé, Togo, 241 p.
- Adomou A., 2005. Vegetation patterns and environmental gradients in Benin. PhD Thesis, Wageningen University
- Adomou A., Mama A., Missikpode R., Sinsin B., 2009. Cartographie et caractérisation floristique de la forêt marécageuse de Lokoli (Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3** (3): , doi: 10.4314/ijbcs.v3i3.45327
- Adou Yao C.Y., N'Guessan E.K., 2005. Diversité botanique dans le sud du parc national de Taï, Côte d'Ivoire. *Afr. Sci.*, **10** (2): 295-313
- Afidégnon D., Carayon J.-L., Fromard F., 2002. Carte de la végétation du Togo
- Agbessi K.G.E., Ouedraogo M., Camara M., Segniagbeto H., Hounghbedji M.B., Kabre A.T., 2017. Distribution spatiale du singe à ventre rouge, *Cercopithecus erythrogaster*

- erythrogaster* Gray et les menaces pesant sur sa conservation durable au Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11** (1): 157, doi: 10.4314/ijbcs.v11i1.13
- Ago E.E., Petit F., Ozer P., 2005. Analyse des inondations en aval du barrage de Nangbeto sur le fleuve Mono (Togo et Bénin). *Geo-Eco-Trop*, **291**-14
- Aké Assi L., 2001. Flore de la Côte-d'Ivoire: catalogue systématique, biogéographie et écologie. I. Conservatoire et Jardin botaniques. Boissiera, Genève, 396 p.
- Aklamavo M., Mensah G.A., 1997. Quelques aspects de l'utilisation du *Mucuna* en milieu rural en République du Bénin. *Bull. Rech. Agron.* (19): 34-46
- Akodéwou A., Akpavi S., Dourma M., Batawila K., Amégnaglo K.B., Atakpama W., Akpagama K., 2014. *Sorindeia warneckei* Engl. (Anacardiaceae), une espèce multi-usagère de la dépression de la Lama au Togo. *Afr. Sci. Rev. Int. Sci. Technol.*, **10** (2): : 450-461
- Akodéwou A., Oszwald J., Akpavi S., Gazull L., Akpagana K., Gond V., 2019. Problématique des plantes envahissantes au sud du Togo (Afrique de l'Ouest) : apport de l'analyse systémique paysagère et de la télédétection. *Biotechnol Agron Soc Env.*, **23** (2): 1-16
- Akpagana K., Guelly K.A., Gumedzoe Y.M., 1993a. Répartition géographique d'une plante adventice introduite au Togo : « *Chromolaena odorata* » (L.) King & Robinson (syn. : « *Eupatorium odoratum* » L.). *Cah. Agric.*, **2** (4): 280-282
- Akpagana K., Guelly K.A., Gumedzoe Y.M., 1993b. Une adventice en voie d'envahissement du Territoire togolais: *Eupatorium odoratum* L. [syn. *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & Robinson] (*Compositae*). *Acta Bot. Gallica*, **140** (5): 535-543, doi: 10.1080/12538078.1993.10515630
- Akpavi S., Assistant M., Kanda M., Assistante M., Odah K., Assistant M., Akpakpah K.E., Kossi-Titrikou K., 2013a. Valeur socio-culturelle des plantes alimentaires: un facteur de préservation. *Eur. Sci. J.*, **9** (32): 383-395, doi: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2013.v9n32p%25p>
- Akpavi S., Banoïn M., Batawila K., Vodouhe R., Akpagana K., 2007. Stratégies paysannes de conservation de quelques ressources phytogénétiques dans le Moyen-Mono au Togo. *Agron. Afr.*, **19** (3): 337-349
- Akpavi S., Kanda M., Woegan A., Kombaté K., Akpagana K., 2013b. Impacts du changement des systèmes de cultures sur l'agrobiodiversité au Togo. *Rev Sc Env Univ Lomé Togo* (10):
- Akpo L.E., Masse D., Grouzis M., 2002. Durée de jachère et valeur pastorale de la végétation herbacée en zone soudanienne au Sénégal. *Rev. D'élevage Médecine Vét. Pays Trop.*, **55** (4): 275, doi: 10.19182/remvt.9815
- Albuquerque U.P., Lucena R.F.P., Monteiro J.M., Florentino A.T.N., Almeida C. de F.C.B.R., 2006. Evaluating Two Quantitative Ethnobotanical Techniques. *Ethnobot. Res. Appl.*, 451-60, doi: 10.17348/era.4.0.51-60
- Aldwaik S.Z., Pontius R.G., 2012. Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition. *Landsc. Urban Plan.*, **106** (1): 103-114, doi: 10.1016/j.landurbplan.2012.02.010
- Alexandre F., Génin A., 2010. Les niveaux d'organisation du couvert végétal, question géographique et écologique. *Géopoint*59-65
- Alexandre F., Genin A., Godron M., Lecompte M., 1998. Distribution des plantes et

- organisation de la végétation. *Espace Géographique*, **27** (3): 228-238, doi: 10.3406/spgeo.1998.1163
- Alkama R., Cescatti A., 2016. Biophysical climate impacts of recent changes in global forest cover. *Science*, **351** (6273): 600-604, doi: 10.1126/science.aac8083
- Allen T.F.H., Starr T.B., 1982. Hierarchy Perspectives for Ecological Complexity. The University of Chicago Press, USA,
- Amandier L., Wolff A., Godron M., Kadik L., 2012. Calculs compares de biodiversite dans quelques forets de Provence. *For. Méditerranéenne*, **33** (2): 151
- Amégnaglo K.B., 2018. Caractérisation des pâturages et parcours naturels de la plaine du Mono et Du Haho (Sud-Est du Togo). Thèse de Doctorat, Université de Lomé, Lomé, Togo, 237 p.
- Amégnaglo K.B., Dourma M., Akpavi S., Akodewou A., Wala K., Diwediga B., Atakpama W., Agbodan K.M.L., Batawila K., Akpagana K., 2018a. Caractérisation des formations végétales pâturées de la zone guinéenne du Togo : typologie, évaluation de la biomasse, diversité, valeur fourragère et régénération. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12** (5): 2065-2084, doi: 10.4314/ijbcs.v12i5.9
- Amégnaglo K.B., Dourma M., Akpavi S., Diwediga B., Wala K., Batawila K., Djaneye-Boundjou G., Akpagama K., 2018b. Biomasse des pâturages de la plaine du Mono au Togo: diversité, valeurs nutritionnelle et fourragère. *J Rech Sci Univ Lomé Togo*, **20** (3): 47-64
- Amori G., Segniagbeto G.H., Decher J., Assou D., Gippoliti S., Luiselli L., 2016. Non-marine mammals of Togo (West Africa): an annotated checklist. *Zoosystema*, **38** (2): 201-244, doi: 10.5252/z2016n2a3
- Anning A.K., Yeboah-Gyan K., 2007. Diversity and distribution of invasive weeds in Ashanti Region, Ghana. *Afr. J. Ecol.*, **45** (3): 355-360, doi: 10.1111/j.1365-2028.2007.00719.x
- Ansong M., Pergl J., Essl F., Hejda M., van Kleunen M., Randall R., Pyšek P., 2018. Naturalized and invasive alien flora of Ghana. *Biol. Invasions* 1-15, doi: 10.1007/s10530-018-1860-7
- Aragón R., Morales J.M., 2003. Species composition and invasion in NW Argentinian secondary forests: Effects of land use history, environment and landscape. *J. Veg. Sci.*, **14** (2): 195, doi: 10.1658/1100-9233(2003)014[0195:SCAIIN]2.0.CO;2
- Atsri H.K., Konko Y., Cuni-Sanchez A., Abotsi K.E., Kokou K., 2018. Changes in the West African forest-savanna mosaic, insights from central Togo. *PLoS ONE*, **13** (10): e0203999, doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203999
- Atutonu A., 2005. Contribution à la gestion durable du parc national de Togodo (Sud-Togo). Mémoire pour Diplôme Ingénieur, Université de Kinshasa, Kinshasa

✱ **B** ✱

- Baatz M., Schäpe A., 2000. Multiresolution segmentation : an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: Angewandte Geographische Informations-Verarbeitung XII (Eds. Strobl J., Blaschke T., Griesebner G.). KARLSRUHE, Wichmann-Verlag, 12-23

- Badjana H.M., Helmschrot J., Selsam P., Wala K., Flügel W.-A., Afouda A., Akpagana K., 2015. Land cover changes assessment using object-based image analysis in the Binah River watershed (Togo and Benin). *Earth Space Sci.*, **2** (10): 403-416, doi: 10.1002/2014EA000083
- Bakker J.P., Olff H., Willems J.H., Zobel M., 1996. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? *J. Veg. Sci.*, **7** (2): 147-156, doi: 10.2307/3236314
- Banque Mondiale, 2019. Population, total | Data <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL> (consulté le 12 mars 2019)
- Barbault R., Atramentowicz M., 2010. Les invasions biologiques, une question de natures et de sociétés. Éditions Quae,
- Barima Y.S.S., Assale A.A.Y., Andrieu J., 2016. Caractérisation post conflits armés des perturbations dans la forêt classée du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire. *Afr. Sci.*, **12** (6): 66-82
- Basharin G.P., 1959. On a statistical estimate for the entropy of a sequence of independent random variables. *Theory Probab. Its Appl.*, **4** (3): 333-336
- Bellard C., Jeschke J.M., 2016. A spatial mismatch between invader impacts and research publications. *Conserv. Biol.*, **30** (1): 230-232
- Bellefontaine R., Gaston A., Petrucci Y., 1997. Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches <http://www.fao.org/docrep/w4442f/w4442f00.htm> (consulté le 04 janvier 2016)
- Benz U.C., Hofmann P., Willhauck G., Lingenfelder I., Heynen M., 2004. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, **58** (3-4): 239-258, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2003.10.002
- Berque A., 1990. Médiance, de milieux en paysages. *Montp. Reclus*
- Blackburn T.M., Pyšek P., Bacher S., Carlton J.T., Duncan R.P., Jarošík V., Wilson J.R.U., Richardson D.M., 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends Ecol. Evol.*, **26** (7): 333-339, doi: 10.1016/j.tree.2011.03.023
- Blanc L., Florès O., Molino J.-F., Gourlet-Fleury S., Sabatier D., 2003. Diversité spécifique et regroupement d'espèces arborescentes en forêt guyanaise. *Rev. For. Fr. (sp)*: 131, doi: 10.4267/2042/5767
- Blaschke T., Hay G.J., 2001. Object-oriented image analysis and scale-space: theory and methods for modeling and evaluating multiscale landscape structure. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens.*, **34** (4): 22-29
- Bongers F., Poorter L., Hawthorne W.D., Sheil D., 2009. The intermediate disturbance hypothesis applies to tropical forests, but disturbance contributes little to tree diversity. *Ecol. Lett.*, **12** (8): 798-805, doi: 10.1111/j.1461-0248.2009.01329.x
- Booth B.D., Murphy S.D., Swanton C.J., 2010. Invasive plant ecology in natural and agricultural systems. Ed. 2. CABI, UK, 214 p.
- Bouchardeau A., Roche M., 1965. Monographie du Mono
- Boudouresque C.F., Verlaque M., 2002. Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Mar. Pollut. Bull.*, **44** (1): 32-38, doi: 10.1016/S0025-326X(01)00150-3

- Braimoh A.K., Vlek P.L.G., 2004. Land-Cover Change Analyses in the Volta Basin of Ghana. *Earth Interact.*, **8** (21): 1-17, doi: 10.1175/1087-3562(2004)8<1:LCAITV>2.0.CO;2
- Braimoh A.K., Vlek P.L.G., 2005. Land-Cover Change Trajectories in Northern Ghana. *Environ. Manage.*, **36** (3): 356-373, doi: 10.1007/s00267-004-0283-7
- Braun-Blanquet J., Roussine N., Nègre R., 1952. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Direction de la carte des groupements végétaux. CNRS, Montpellier, 292 p.
- Briggs J.C., 2017. Rise of invasive species denialism? A Response to Russell and Blackburn. *Trends Ecol. Evol.*, **32** (4): 231-232
- Brillouin L., 1962. Science and information theory
- Buckland S.T., Magurran A.E., Green R.E., Fewster R.M., 2005. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*
- Burel F., Baudry J., 1999. Ecologie du paysage. Concepts, méthode et applications. TEC & TOC. Paris, 359 p.
- Burgess N., Hales J., Underwood E., Dinerstein E., Olson D., Itoua I., Schipper J., Ricketts T., Newman K., 2004. Terrestrial ecoregions of Africa and Madagascar: a conservation assessment. Island Press, Washington, Covelo, London, 500 p.
- Burls K., McClaugherty C., 2008. Landscape position influences the distribution of garlic mustard, an invasive species. *Northeast. Nat.*, **15** (4): : e00010541–556

✱ C ✱

- CABI, 2017. Invasive Species Compendium. CAB International, Wallingford, UK,
- Caillon A., Lavoué M., 2016. *Liste hiérarchisée des plantes exotiques envahissantes d'Aquitaine. Version 1.0*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, France
- Caloz R., Blaser T.J., Willemin G., 1993. Création d 'une ortho-image à l'aide d'un modèle numérique d'altitude-Influences des modes de ré-échantillonnage radiométrique. In: Télédétection et cartographie. LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC, 17-30
- Catford J.A., Jansson R., Nilsson C., 2009. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. *Divers. Distrib.*, **15** (1): : e0046122-40, doi: 10.1111/j.1472-4642.2008.00521.x
- Cayuela L., Stein A., Oksanen J., 2017. Taxonstand: taxonomic standardization of plant species names. R package version 2.1. *R Found. Stat. Comput.* 1-11
- Charre J., 1997. Dessine-moi un climat Que penser du diagramme ombrothermique? *Mappemonde*, **2** (97): 29-31
- Chatelain C., 1996. Possibilités d'application de l'imagerie satellitaire à haute résolution pour l'étude des transformations de la végétation en Côte d'Ivoire forestière. Thèse de doctorat, Université de Genève, Genève, 206 p.
- Chatelain C., Gautier L., Spichiger R., 1996. A recent history of forest fragmentation in southwestern Ivory Coast. *Biodivers. Conserv.*, **5** (1): 37–53
- Chauvel B., 2019. Quand les plantes envahissantes se promènent aussi dans les champs. *Encycl.*

Environ.[en ligne]

- Chave J., Muller-Landau H.C., Levin S.A., 2002. Comparing Classical Community Models: Theoretical Consequences for Patterns of Diversity. *Am. Nat.*, **159** (1): 1-23
- Cheek M., Cable S., 1997. Plant inventory for conservation management: the Kew-Earthwatch programme in Western Cameroon, 1993–96. In: Proceedings of the Limbe Conference Limbe Botanic Garden, Cameroon. 17-24
- Chevalier A., 1951. Mauvaises herbes envahissantes, fléaux redoutables pour l’Agriculture en Afrique tropicale. *Rev. Int. Bot. Appliquée Agric. Trop.*, **31** (345): : e00000390-399, doi: 10.3406/jatba.1951.6759
- Chouquer G., 2003. Françoise Burel et Jacques Baudry, Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. *Études Rural.* (167-168): 329-333
- CILSS, 2016. Landscapes of West Africa: A window on a changing world. CILSS, Ouagadougou, Burkina Faso, 219 p.
- Clavel J., Julliard R., Devictor V., 2011. Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization? *Front. Ecol. Environ.*, **9** (4): : e00375222-228, doi: 10.1890/080216
- Clotet M., Basnou C., Bagaria G., Pino J., 2016. Contrasting historical and current land-use correlation with diverse components of current alien plant invasions in Mediterranean habitats. *Biol. Invasions*, **18** (10): : e000002897-2909, doi: 10.1007/s10530-016-1181-7
- Colautti R.I., MacIsaac H.J., 2004. A neutral terminology to define ‘invasive’ species. *Divers. Distrib.*, **10** (2): : e00802135–141
- Collins S.L., Glenn S.M., 1997. Intermediate disturbance and its relationship to within-and between-patch dynamics. *N. Z. J. Ecol.*, **21** (1): 103-110
- Colwell R.K., Chao A., Gotelli N.J., Lin S.-Y., Mao C.X., Chazdon R.L., Longino J.T., 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *J. Plant Ecol.*, **5** (1): 3-21, doi: 10.1093/jpe/rtr044
- Connell J.H., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, **199** (4335): 1302-1310
- Cook S., 1998. A diversity of approaches to the study of species richness. *Trends Ecol. Evol.*, **13** (9): 340-341
- Courcelaud A., 2000. Ressources forestières de la réserve de faune de Togodo (Sud Togo) : Dynamique et diagnostic d’une gestion participative. Mémoire d’Ingénieur des Eaux et Forêts, Engref, Montpellier, France, 148 p.
- Cronk Q.C., Fuller J.L., 1995. Plant invaders: the threat to natural ecosystems. Chapman & Hall, London,
- Csecserits A., Rédei T., 2001. Secondary succession on sandy old-fields in Hungary. *Appl. Veg. Sci.*, **4** (1): 63-74
- Curtis J.T., McIntosh R.P., 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, **31** (3): 434-455

✱ **D** ✱

- Daget P., Godron M., 1982. Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les Communautés. Masson. Paris, 163 p.
- Daget P., Godron M., Guillermin J.L., Drdos I., Ruzickova H., Urvichiarova E., 1972. Profils Écologiques et Information Mutuelle Entre Espèces et Facteurs Écologiques. In: Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie / Basic Problems and Methods in Phytosociology (Eds. Tüxen R., van der Maarel E.). SPRINGER NETHERLANDS, Dordrecht, 121-149
- Dan C.B.S., Sinsin B.A., Mensah G.A., 2010. Végétation climacique de la forêt marécageuse de Lokoli au Sud-Bénin : forêt primaire inondée à *Alstonia congensis* Engl. et *Xylopia rubescens* Oliv. *Bull. Rech. Agron. Bénin*, **68**:29-39
- Darmency H., Gasquez J., 1990. Résistances aux herbicides chez les mauvaises herbes. *Agronomie*, **10** (6): 457-472
- Das C.R., Mondal N.K., Aditya P., Datta J.K., Banerjee A., Das K., 2012. Allelopathic Potentialities of Leachates of Leaf Litter of Some Selected Tree Species on Gram Seeds under Laboratory Conditions, **37**
- Davis M.A., 2009. Invasion biology. Oxford University Press, New York,
- Davis M.A., Chew M.K., Hobbs R.J., Lugo A.E., Ewel J.J., Vermeij G.J., Brown J.H., Rosenzweig M.L., Gardener M.R., Carroll S.P., others, 2011. Don't judge species on their origins. *Nature*, **474** (7350): 153–154
- Davis M.A., Pergl J., Truscott A.-M., Kollmann J., Bakker J.P., Domenech R., Prach K., Prieur-Richard A.-H., Veeneklaas R.M., Pyšek P., del Moral R., Hobbs R.J., Collins S.L., A. Pickett S.T., Reich P.B., 2005. Vegetation change: a reunifying concept in plant ecology. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.*, **7** (1): 69-76, doi: 10.1016/j.ppees.2004.11.001
- Davis M.A., Thompson K., 2001. Invasion terminology: should ecologists define their terms differently than others? No, not if we want to be of any help! *Bull.-Ecol. Soc. Am.*, **82** (3): 206-206
- de Foresta H., 1996. *Chromolaena odorata*: Calamité ou Chance pour l'Afrique Tropicale.(*Chromolaena odorata*: Disaster or Hope for Tropical Africa)45-53
- Debashri M., Tamal M., 2012. A Review on efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss based biopesticides: An Indian perspective, **17**
- DeGasperis B.G., Motzkin G., 2007. Windows of opportunity: historical and ecological controls on *Berberis thunbergii* invasions. *Ecology*, **88** (12): : e000763115–3125
- DeLong D.C., 1996. Defining Biodiversity. *Wildl. Soc. Bull.*, **24** (4): 738-749
- Deng X., Li Z., 2016. A review on historical trajectories and spatially explicit scenarios of land-use and land-cover changes in China. *J. Land Use Sci.*, **11** (6): : e00001709-724, doi: 10.1080/1747423X.2016.1241312
- Dessaint F., Chadoeuf R., Barralis G., 2001. Diversité des communautés de mauvaises herbes des cultures annuelles de Côte-d'Or (France). *Biotechnol. Agron. Société Environ.*, **5** (2): 91-98
- DGSCN, 2010. *Recensement Général de la Population et de l'Habitat au Togo. Résultats définitifs*. DGSCN, Lomé, Togo
- Di Castri F., Younes T., 1996. Biodiversity, science and development: towards a new

- partnership. CAB International, Wallingford, 646 p.
- Diaz S., Lavorel S., de Bello F., Quetier F., Grigulis K., Robson T.M., 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **104** (52): 20684-20689, doi: 10.1073/pnas.0704716104
- Díaz S., Settele J., Brondízio E., Ngo H., Guèze M., Agard J., Arneth A., Balvanera P., Brauman K., Butchart S., Chan K., Garibaldi L., Ichii K., Liu J., Subrmanian S., Midgley G., Miloslavich P., Molnár Z., Obura D., Pfaff A., Polasky S., Purvis A., Razzaque J., Reyers B., Chowdhury R., Shin Y., Visseren-Hamakers I., Wilis K., Zayas C., 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (Project Report). IPBES
- Didham R.K., Tylianakis J.M., Hutchison M.A., Ewers R.M., Gemmell N.J., 2005. Are invasive species the drivers of ecological change? *Trends Ecol. Evol.*, **20** (9): 470-474, doi: 10.1016/j.tree.2005.07.006
- Dimobe K., Wala K., Batawila K., Dourma M., Woegan Y.A., Akpagana K., 2012. Analyse spatiale des différentes formes de pressions anthropiques dans la réserve de faune de l'Oti-Mandouri (Togo). *VertigO - Rev. Électronique En Sci. Environ.* (Hors-série 14): , doi: 10.4000/vertigo.12423
- Diwediga B., Agodzo S., Wala K., Le Q.B., 2017. Assessment of multifunctional landscapes dynamics in the mountainous basin of the Mo River (Togo, West Africa). *J. Geogr. Sci.*, **27** (5): : e00000579-605, doi: 10.1007/s11442-017-1394-4
- Djotan A.K.G., Aoudji A.K.N., Gbaguidi G.C.R., Akouehou G.S., Ganglo J.C., 2018. Vulnérabilité des aires protégées du Bénin à l'invasion de *Ageratum conyzoides* L.(Asteraceae) en rapport avec les changements climatiques. *Eur. Sci. J. ESJ*, **14** (33): 313
- Domenech R., Vila M., Pino J., Gestí J., 2005. Historical land-use legacy and *Cortaderia selloana* invasion in the Mediterranean region. *Glob. Change Biol.*, **11** (7): : e000531054-1064, doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.00965.x
- Dong R., Dong J., Wu G., Deng H., 2006. Optimization of post-classification processing of high-resolution satellite image: A case study. *Sci. China Ser. E Technol. Sci.*, **49** (S1): 98-107, doi: 10.1007/s11431-006-8111-3
- Dossa C.S., Mensah G.A., Dossa A.D., Adoun C., 1998. Influence de divers traitements physico-chimiques de graines de *Mucuna pruriens* sur leur composition chimique en nutriments. *Tropicultura*, **16** (17): 141-146
- Downey P.O., Richardson D.M., 2016. Alien plant invasions and native plant extinctions: a six-threshold framework. *AoB Plants*, **8**plw047, doi: 10.1093/aobpla/plw047
- Dukes J.S., Mooney H.A., 1999. Does global change increase the success of biological invaders? *Trends Ecol. Evol.*, **14** (4): 135-139

✱ E ✱

Edoukou E.F., Koné A.W., Tondoh J.E., 2013. Les jachères à base de *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et de légumineuses ont-elles les mêmes potentialités agronomiques? *Étude*

- Gest. Sols*, **20** (2): 9-106
- Eggeling W.J., 1947. Observations on the ecology of the Budongo rain forest, Uganda. *J. Ecol.*, **34**20-87
- Eldin M., 1971. Le climat. In: Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. MÉMOIRE ORSTOM, Paris, 73-108
- Elton C.S., 1958. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. The University of Chicago Press, Londres, Royaume-Uni,
- Emberger L., 1930. Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. *Bull Sci Nat Bot Suisse* (46): 614-631
- Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats, vol. 7. *Recl. Trav. L'Institut Bot. L'Universite Montp.* 3-43
- Ern H., 1979. Die Vegetation Togos. Gliederung, Gefährdung, Erhaltung. *Willdenowia* 295-312
- Evans S.W., 2017. An assessment of land cover change as a source of information for conservation planning in the Vhembe Biosphere Reserve. *Appl. Geogr.*, **82**35-47, doi: 10.1016/j.apgeog.2017.02.014

✱ *F* ✱

- Falk-Petersen J., Bøhn T., Sandlund O.T., 2006. On the Numerous Concepts in Invasion Biology. *Biol. Invasions*, **8** (6): 1409-1424, doi: 10.1007/s10530-005-0710-6
- FAO, 1978. Carte écologique du couvert végétal du Togo
- FAOSTAT, 2017. Productions agricoles en Tonnes et en Hectares de 2001 à 2011 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (consulté le 28 avril 2017)
- Folega F., Zhang C., Zhao X., Wala K., Batawila K., Huang H., Dourma M., Akpagana K., 2014. Satellite monitoring of land-use and land-cover changes in northern Togo protected areas. *J. For. Res.*, **25** (2): : e00005385-392, doi: 10.1007/s11676-014-0466-x
- Foley J.A., DeFries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N., Snyder P.K., 2005. Global Consequences of Land Use. *Science*, **309** (5734): 570-574
- Fontodji J.K., Atsri H., Adjonou K., Radji R., Kokutse A.D., Nuto Y., Kokou K., 2011. Impact of Charcoal Production on Biodiversity in Togo (West Africa). In: The Importance of Biological Interactions in the Study of Biodiversity. DR. JORDI LÃ³PEZ-PUJOL, Online, 215-230
- Forman R., Godron M., 1986. Landscape Ecology. Wiley, New York, 620 p.
- Foster B.L., Tilman D., 2000. Dynamic and static views of succession: Testing the descriptive power of the chronosequence approach. *Plant Ecol.*, **146**1-10
- Fousseni F., Marra D., Wala K., Batawila K., Zhang C., Zhao X., Akpagana K., 2012. Assessment and impact of anthropogenic disturbances in protected areas of northern Togo. *For. Stud. China*, **14** (3): : e00005216-223, doi: 10.1007/s11632-012-0308-x
- Foxcroft L.C., Richardson D.M., Rejmánek M., Pyšek P., 2010. Alien plant invasions in tropical

- and sub-tropical savannas: patterns, processes and prospects. *Biol. Invasions*, **12** (12): : e000533913-3933, doi: 10.1007/s10530-010-9823-7
- Franklin J., Serra-Diaz J.M., Syphard A.D., Regan H.M., 2016. Global change and terrestrial plant community dynamics. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **113** (14): 3725-3734, doi: 10.1073/pnas.1519911113
- Fried G., 2019. Apports des approches fonctionnelles pour l'évaluation des risques associés aux changements de végétation induits par les activités humaines. Habilitation à diriger des recherches, Université de Montpellier
- Friendly M., 1994. Mosaic displays for multi-way contingency tables. *J. Am. Stat. Assoc.*, **89** (425): 190-200
- Frontier S., Pichod Viale D., 1998. Ecosystems: structure, functioning, evolution. 2e édition. Dunod, Paris, 447 p.

✱ G ✱

- Gaertner M., Biggs R., Te Beest M., Hui C., Molofsky J., Richardson D.M., 2014. Invasive plants as drivers of regime shifts: identifying high-priority invaders that alter feedback relationships. *Divers. Distrib.*, **20** (7): 733-744, doi: 10.1111/ddi.12182
- Gard B., 2012. Processus écologiques et évolutifs influençant la colonisation de l'ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.) en France. Dijon
- Gauthier B., Godron M., Hiernaux P., Lepart J., 1977. Un type complémentaire de profil écologique : le profil écologique « indicé ». *Can. J. Bot.*, **55** (23): 2859-2865, doi: 10.1139/b77-324
- Gautier D., 1996. Analyse des rapports entre l'organisation spatiale et la gestion des ressources renouvelables appliquée aux paysages de châtaigneraie en Cévennes. Thèse de doctorat de Géographie, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, France, 359 p.
- Gautier D., Bazile D., Picard N., 2006. Interactions between Sudano-Sahelian savannas and parklands in space and time: the effects on biomass and biodiversity with regards to stakeholder strategies. In: *Linking People with Nature: Lessons from Savannas and Dry Forests*. ASHGATE, London, 227-240
- Gbaguidi F., 1998. Forêts sacrées et conservation de la biodiversité dans le département de l'Ouémé au Sud-est du Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, Bénin
- Gbètoho A., Kingbo A., Kiki P., Gnanguènon-Guèssè D., Aoudji A., Koura K., Togni Y., Ganglo J.C., 2018. Impact de *Chromolaena odorata* sur la régénération d'arbres natifs dans les forêts secondaires de la Lama, au Bénin. *BOIS FORETS Trop.*, **3385**, doi: 10.19182/bft2018.338.a31675
- Geldenhuis C.J., 2007. Weeds or Useful Medicinal Plants in the Rural Home Garden? *Food Nutr. Bull.*, **28** (2): 392-397, doi: 10.1177/15648265070282S219
- Gessner U., Knauer K., Kuenzer C., Dech S., 2015. Land surface phenology in a West African Savanna: impact of land use, land cover and fire. In: *Remote Sensing Time Series*. SPRINGER, 203-223
- Gianessi L.P., 2009. Solving Africa's weed problem: increasing crop production & improving

- the lives of women. *Asp. Appl. Biol.* (96): : e000249-23
- GIEC, 2013. Glossaire [Planton, S. (coord.)]. In: Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley (dir. publ.)]. CAMBRIDGE UNIVERSITY, Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis d'Amérique.
- Gillard M., 2016. Réponses de plantes aquatiques invasives au réchauffement climatique. Rennes 1
- Global Invasive Species Database, 2018. Species profile: *Urochloa maxima*. Glob. INVASIVE SPECIES DATABASE, <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=398> (consulté le 27 février 2018)
- Godron M., 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale:(recouvrement, information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques, échantillonnage). *Oecol Plant*, **3**185-212
- Godron M., 1970. Un modèle pour la courbe aire-espèce. *Nat. Can.*, **97**491-492
- Godron M., 1982. L'étude du " grain " de la végétation. Application à quelques exemples méditerranéens. *Ecol. Mediterr.*, **8** (1/2): 191-195
- Godron M., 2012a. Écologie et évolution du monde vivant. L'échelle crée le phénomène, vol. 2. Paris, L'Harmattan, 385 p.
- Godron M., 2012b. Écologie et évolution du monde vivant. La vie est une transmission d'information, vol. 1. Paris, L'Harmattan, 610 p.
- Godron M., 2018. Three Direct Measures of Diversity for Forests. *Curr. Trends For. Res.*, **2018** (02): 1-3, doi: 10.29011/ 2638-0013. 100016
- Godron M., 2019. Exact probabilistic methods for landscape ecology. *Sous Presse*
- Godron M., Forman R.T.T., 1983. Landscape modification and changing ecological characteristics. In: Disturbance and ecosystems. SPRINGER, Berlin, Heidelberg, 12-28
- Godron M., Kadik L., 2003. La mesure de la biodiversité spatiale. *Symbioses*, **2003** (numéro spécial): 67-75
- González-Moreno P., Pino J., Cózar A., García-de-Lomas J., Vilà M., 2016. The effects of landscape history and time-lags on plant invasion in Mediterranean coastal habitats. *Biol. Invasions*: e00000, doi: 10.1007/s10530-016-1314-z
- Gosselin M., Laroussine O., 2004. Biodiversité et gestion forestière: connaître pour préserver: Synthèse bibliographique. Cemagref, 2000 p.
- Goudard A., 2007. Fonctionnement des écosystèmes et invasions biologiques: importance de la biodiversité et des interactions interspécifiques. Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, France, 216 p.
- Gounot M., 1958. Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles en Tunisie. *Ann Serv Bot Agron Tunis.*, **3**11-152
- Gounot M., 1961. Les méthodes d'inventaire de la végétation. Masson. Centre national de la recherche scientifique, Paris,
- Gourov A., Godron M., Loshchev S., 1999. Overlap in distribution of forest and meadow insect

- species in mesoecotones. II. Assemblages of soil-inhabiting wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Ecologie*, **30** (3): 177-186
- Grime J.P., 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature*, **242** (5396): 344-347
- Guelly K.-A., Roussel B., Guyot M., 1993. Installation d'un couvert forestier dans les jachères de savane au sud-ouest Togo. *BOIS FORETS Trop.*, **235** (235): 37-48
- Guillerm J.-L., 1969. Relations entre la végétation spontanée et le milieu dans les terres cultivées du Bas-Languedoc. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Montpellier
- Gurevitch J., Fox G.A., Wardle G.M., Inderjit, Taub D., 2011. Emergent insights from the synthesis of conceptual frameworks for biological invasions: Conceptual frameworks for biological invasions. *Ecol. Lett.*, **14** (4): 407-418, doi: 10.1111/j.1461-0248.2011.01594.x

✱ *H* ✱

- Hahn-Hadjali K., Wittig R., Schmidt M., Zizka G., Thiombiano A., Sinsin B., 2011. Etat actuel de la biodiversité, La végétation de l'Afrique de l'Ouest. In: Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest/Tome II: Burkina Faso. A. THIOMBIANO AND D. KAMPMANN, pp. Frankfurt/Main, Germany., 76–119
- Hall J.B., Swaine M.D., 1981. Distribution and ecology of vascular plants in a tropical rain forest. *Dr W Junk Hague*
- Hawthorne W.D., 1996. Holes and the sums of parts in Ghanaian forest: regeneration, scale and sustainable use. *Proc. R. Soc. Edinb. Sect. B Biol. Sci.*, **104** 75-176
- Heap I., 2019. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Int. Surv. Herbic. Resist. Weeds, <http://www.weedscience.org> (consulté le 15 avril 2018)
- Hellmann J.J., Byers J.E., Bierwagen B.G., Dukes J.S., 2008. Five Potential Consequences of Climate Change for Invasive Species. *Conserv. Biol.*, **22** (3): 534-543, doi: 10.1111/j.1523-1739.2008.00951.x
- Hernández A., Miranda M.D., Arellano E.C., Dobbs C., 2016. Landscape trajectories and their effect on fragmentation for a Mediterranean semi-arid ecosystem in Central Chile. *J. Arid Environ.*, **127** 74-81, doi: 10.1016/j.jaridenv.2015.10.004
- Hill S.J., Tung P.J., Leishman M.R., 2005. Relationships between anthropogenic disturbance, soil properties and plant invasion in endangered Cumberland Plain Woodland, Australia. *Austral Ecol.*, **30** (7): : e00052775-788, doi: 10.1111/j.1442-9993.2005.01518.x
- Holou R.A., Achigan-Dako E.G., Sinsin B., 2013. Ecology and management of invasive plants in Africa. In: *Invasive Plant Ecology*, 00000. CRC PRESS, 161-174
- Huang B., Huang J., Gilmore Pontius R., Tu Z., 2018. Comparison of Intensity Analysis and the land use dynamic degrees to measure land changes outside versus inside the coastal zone of Longhai, China. *Ecol. Indic.*, **89** 336-347, doi: 10.1016/j.ecolind.2017.12.057
- Huang C., Davis L.S., Townshend J.R.G., 2002. An assessment of support vector machines for land cover classification. *Int. J. Remote Sens.*, **23** (4): 725-749, doi: 10.1080/01431160110040323
- Huang J., Pontius R.G., Li Q., Zhang Y., 2012. Use of intensity analysis to link patterns with

- processes of land change from 1986 to 2007 in a coastal watershed of southeast China. *Appl. Geogr.*, **34**371-384, doi: 10.1016/j.apgeog.2012.01.001
- Huston M., 1979. A general hypothesis of species diversity. *Am. Nat.*, **113** (1): 81-101
- Hutchinson G.E., 1961. The paradox of the plankton. *Am. Nat.*, **95** (882): 137-145

* I *

- IGN, 1991. Carte du Togo au 1/500 000
- Ilunga L., Muhire I., Mbaragijimana C., 2004. Saisons pluviométriques et origine des pluies au Rwanda. *Geo-Eco-Trop*, **28** (1-2): 61-68
- Inderjit, 2005. Plant Invasions: Habitat Invasibility and Dominance of Invasive Plant Species. *Plant Soil*, **277** (1-2): 1-5, doi: 10.1007/s11104-004-6638-2
- Inderjit, Catford J.A., Kalisz S., Simberloff D., Wardle D.A., 2017. A framework for understanding human-driven vegetation change. *Oikos*, **126** (12): 1687-1698
- Ionescu C.M., 2016. Biodiversité et stratégie des organisations: construire des outils pour gérer des relations multiples et inter-temporelles. Doctorat Economies et finances, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France, 392 p.
- Ipou I.J., Marmotte P., Kadio G.A., Aké S., Touré Y., 2004. Influence de quelques facteurs environnementaux sur la germination d'Euphorbia heterophylla L.(Euphorbiaceae). *Tropicultura*, **22** (4): 176-179
- IRD, 1979. Carte pédologique du Togo
- IRD, 1989. Ethnies du Togo : localisation des aires traditionnelles
- Jacques-Félix H., 1968. Evolution de la végétation au Cameroun sous l'influence de l'Homme. *J. Agric. Trop. Bot. Appliquée*, **15** (9): 350-356, doi: 10.3406/jatba.1968.2998

* J *

- Jayakumar M., Eyini M., Pannirselvam S., 1987. Allelopathic effect of teak leaf extract on the seedling of groundnut and corn. *Geobios*
- Jeschke J., Gómez Aparicio L., Haider S., Heger T., Lortie C., Pyšek P., Strayer D., 2012. Support for major hypotheses in invasion biology is uneven and declining. *NeoBiota*, **14**: e001081-20, doi: 10.3897/neobiota.14.3435
- Jokar Arsanjani J., Tayyebi A., Vaz E., 2016. GlobeLand30 as an alternative fine-scale global land cover map: Challenges, possibilities, and implications for developing countries. *Habitat Int.*, **55**25-31, doi: 10.1016/j.habitatint.2016.02.003
- Jones A., Breuning-Madsen H., Brossard M., Dampha A., Deckers J., Dewitte O., Gallali T., Hallett S., Jones R., Kilasara M., 2015. Atlas des sols d'Afrique. 176 p.
- Joshi C., De Leeuw J., van Andel J., Skidmore A.K., Lekhak H.D., van Duren I.C., Norbu N., 2006. Indirect remote sensing of a cryptic forest understorey invasive species. *For. Ecol. Manag.*, **225** (1-3): 245-256, doi: 10.1016/j.foreco.2006.01.013



- Kalame F.B., Aidoo R., Nkem J., Ajayie O.C., Kanninen M., Luukkanen O., Idinoba M., 2011. Modified taungya system in Ghana: a win-win practice for forestry and adaptation to climate change? *Environ. Sci. Policy*, **14** (5): 519-530, doi: 10.1016/j.envsci.2011.03.011
- Kearns C.A., Inouye D.W., Waser N.M., 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **29** (1): 83-112
- Kissou R., Gnankambary Z., Nacro H.B., Sedogo M.P., 2018. Classification locale et utilisation des sols en zone sahélienne au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12** (1): 610, doi: 10.4314/ijbcs.v12i1.46
- Kissou R., Traoré E., Gnankambary Z., Nacro H.B., Sédogo M.P., 2014. Connaissance endogène de la classification et de la fertilité des sols en zone Sud-Soudanienne du Burkina Faso. *Vertigo* (Volume 14 Numéro 1): , doi: 10.4000/vertigo.14616
- Kitzinger J., 1995. Qualitative research. Introducing focus groups. *BMJ*, **311** (7000): 299-302
- Kneitel J., Perrault D., 2006. Disturbance-induced changes in community composition increase species invasion success. *Community Ecol.*, **7** (2): 245-252, doi: 10.1556/ComEc.7.2006.2.11
- Knopf F.L., 1992. Session introduction: focusing conservation of a diverse wildlife resource. In: 57th North American Wildlife and Natural Resources Conference. 241-242
- Koffi C., 2016. Contribution des ressources arborées à la sécurité alimentaire des populations rurales dans le sud-ouest du Burkina Faso dans un contexte de variabilité climatique. AgroParisTech
- Kokou K., 1998. Les mosaïques forestières au sud du Togo : biodiversité, dynamique et activités humaines. Thèse de doctorat, Université de Montpellier 2, Montpellier, FRANCE, 149 p.
- Kokou K., Adjossou K., Hamberger K., 2005. Les forêts sacrées de l'aire Ouatchi au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières. *Vertigo- Rev. Électronique En Sci. Environ.*, **6** (3): : e00041
- Kokou K., Atato A., Bellefontaine R., Kokutse A.D., Caballe G., 2006. Diversité des forêts denses sèches du Togo (Afrique de l'Ouest), **61225-246**
- Kokou K., Caballe G., 2000. Les îlots forestières de la plaine côtière togolaise. *BOIS For. Trop.* (263): : e0000039-51
- Kokou K., Caballe G., Akpagana K., Batawila K., 1999. Les îlots forestiers au sud du Togo: Dynamique et relations avec les végétations périphériques. *Rev. Décologie Terre Vie*, **54301-314**
- Kokou K., Dzifa A., 2007. Conservation de la biodiversité dans les forêts sacrées littorales du Togo. *Bois For. Trop.* (292): 59-70
- Kokou K., Nuto Y., Atsri H., 2009. Impact of charcoal production on woody plant species in West Africa: A case study in Togo. *Sci. Res. Essay*, **4** (9): 881-893, doi: <http://www.academicjournals.org/journal/SRE/article-full-text-pdf/C31F6B716278>
- Kolar C.S., Lodge D.M., 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends Ecol.*

Evol., **16** (4): : e02250199–204

- Köppen W., 1900. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geogr. Z.*, **6** (11. H): 593-611
- Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F., 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.*, **15** (3): 259-263, doi: 10.1127/0941-2948/2006/0130
- Kouakou K.A., Barima Y.S.S., Kpangui B., Godron M., 2018. Analyse des profils écologiques des produits forestiers non-ligneux dans la région du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, **36** (2): 435-446
- Koumoi Z., BoukpeSSI T., Kpedenou K.D., 2017. Principaux facteurs explicatifs de la dynamique de l'occupation du sol dans le centre-Togo : apport des SIG et des statistiques spatiales. *Révue Ivoirienne Géographie Savanes* (3): 252-273
- Kpedenou K.D., BoukpeSSI T., Tchamie T.T.K., 2016. Quantification des changements de l'occupation du sol dans la préfecture de Yoto (sud-est Togo) à l'aide de l'imagerie satellitaire Landsat. *Rev. Sci. Environ.* (13): 137-156
- Krishna A., Manjunath G.O., Rathod R., Kannur S., 2010. Allelopathic effect of four agroforestry tree species leaf leachates on seed germination of certain vegetable crops. *Karnataka J. Agric. Sci.*, **16** (3):
- Kuhman T.R., Pearson S.M., Turner M.G., 2010. Effects of land-use history and the contemporary landscape on non-native plant invasion at local and regional scales in the forest-dominated southern Appalachians. *Landsc. Ecol.*, **25** (9): : e000431433-1445, doi: 10.1007/s10980-010-9500-3

✱ *L* ✱

- Lacret R., Varela R.M., Molinillo J.M.G., Nogueiras C., Macías F.A., 2011. Anthracteone and Naphthotectone, Two Quinones from Bioactive Extracts of *Tectona grandis*. *J. Chem. Ecol.*, **37** (12): 1341-1348, doi: 10.1007/s10886-011-0048-8
- Lambin E.F., Geist H.J., 2008. Land-use and land-cover change: local processes and global impacts. Springer Science & Business Media,
- Lambin E.F., Geist H.J., Lepers E., 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, **28** (1): : e00000205-241, doi: 10.1146/annurev.energy.28.050302.105459
- Lamoureux M., 1969. Carte pédologique du Togo au 1/1.000. 000
- Latombe G., Pyšek P., Jeschke J.M., Blackburn T.M., Bacher S., Capinha C., Costello M.J., Fernández M., Gregory R.D., Hobern D., 2017. A vision for global monitoring of biological invasions. *Biol. Conserv.*, **213** 295–308
- Le Bourgeois T., 2008. Les plantes envahissantes, une contrainte majeure des cultures tropicales : connaître les adventices pour une gestion durable des milieux cultivés ou naturels. In: Canne à sucre. CIRAD, Montpellier, 2
- Legagneux P., Casajus N., Cazelles K., Chevallier C., ChevrinaiS M., Guéry L., Jacquet C., Jaffré M., Naud M.-J., Noisette F., Ropars P., Vissault S., Archambault P., Bêty J.,

- Berteaux D., Gravel D., 2018. Our House Is Burning: Discrepancy in Climate Change vs. Biodiversity Coverage in the Media as Compared to Scientific Literature. *Front. Ecol. Evol.*, **5** (175): 1-6, doi: 10.3389/fevo.2017.00175
- Leibold M.A., Holyoak M., Mouquet N., Amarasekare P., Chase J.M., Hoopes M.F., Holt R.D., Shurin J.B., Law R., Tilman D., Loreau M., Gonzalez A., 2004. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecol. Lett.*, **7** (7): 601-613, doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00608.x
- Leung B., Lodge D.M., Finnoff D., Shogren J.F., Lewis M.A., Lamberti G., 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.*, **269** (1508): : e005822407–2413
- Lévêque A., 1979. Carte pédologique du Togo à 1/200.000: socle granito-gneissique limité à l'Ouest et au Nord par les Monts Togo. ORSTOM.
- Lévêque C., 2017. La biodiversité: avec ou sans l'homme?: Réflexions d'un écologue sur la protection de la nature en France. Quae, 127 p.
- Li W., MacBean N., Ciais P., Defourny P., Lamarche C., Bontemps S., Houghton R.A., Peng S., 2018. Gross and net land cover changes in the main plant functional types derived from the annual ESA CCI land cover maps (1992–2015). *Earth Syst. Sci. Data*, **10** (1): 219-234, doi: 10.5194/essd-10-219-2018
- Lima D.B., Melo J.W.S., Guedes N.M.P., Gontijo L.M., Guedes R.N.C., Gondim Jr M.G.C., 2015. Bioinsecticide-predator interactions: azadirachtin behavioral and reproductive impairment of the coconut mite predator *Neoseiulus baraki*. *PloS One*, **10** (2): e0118343
- Liu J., Kuang W., Zhang Z., Xu X., Qin Y., Ning J., Zhou W., Zhang S., Li R., Yan C., Wu S., Shi X., Jiang N., Yu D., Pan X., Chi W., 2014. Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s. *J. Geogr. Sci.*, **24** (2): 195-210, doi: 10.1007/s11442-014-1082-6
- Lonsdale W.M., 1999. Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology*, **80** (5): : e019071522–1536
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M., 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. *Invasive Species Spec. Group ISSG Spec. Group Species Surviv. Comm. SSC World Conserv. Union IUCN*, **1212**
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M., 2007. 100 Espèces Exotiques Envahissantes parmi les plus néfastes au monde: une sélection de la global invasive species database. Première. Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), Gland, Switzerland, 12 p.

* *M* *

- MacDougall A.S., Turkington R., 2005. ARE INVASIVE SPECIES THE DRIVERS OR PASSENGERS OF CHANGE IN DEGRADED ECOSYSTEMS? *Ecology*, **86** (1): 42-55, doi: 10.1890/04-0669
- MacIsaac H.J., Tedla R.A., Ricciardi A., 2011. Patterns and Rate of Growth of Studies in Invasion Ecology. In: Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton.

51-60

- Mack R.N., Simberloff D., Mark Lonsdale W., Evans H., Clout M., Bazzaz F.A., 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.*, **10** (3): : e05565689-710
- Mackey R.L., Currie D.J., 2000. A re-examination of the expected effects of disturbance on diversity. *Oikos*, **88** (3): 483-493, doi: 10.1034/j.1600-0706.2000.880303.x
- Malahlela O.E., Cho M.A., Mutanga O., 2015. Mapping the occurrence of *Chromolaena odorata* (L.) in subtropical forest gaps using environmental and remote sensing data. *Biol. Invasions*, **17** (7): 2027-2042, doi: 10.1007/s10530-015-0858-7
- Mamy L., Barriuso E., Gabrielle B., 2011. impacts sur l'environnement des herbicides utilisés dans les cultures génétiquement modifiées. *Courr. Environ. INRA*, **60** (60): 15-24
- Mascaro J., Hughes R.F., Schnitzer S.A., 2012. Novel forests maintain ecosystem processes after the decline of native tree species. *Ecol. Monogr.*, **82** (2): 221-228, doi: 10.1890/11-1014.1
- Mattingly W.B., Orrock J.L., 2013. Historic land use influences contemporary establishment of invasive plant species. *Oecologia*, **172** (4): : e000221147-1157, doi: 10.1007/s00442-012-2568-5
- Maundu P., Achigan-Dako E., Morimoto Y., 2009. Biodiversity of African vegetables. In: African indigenous vegetables in urban agriculture. C. M. SHACKLETON, M. W. PASQUINI, AND A. W. DRESCHER, London, 65-104
- Maxwell S.L., Fuller R.A., Brooks T.M., Watson J.E., 2016. Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature*, **536** (7615): 143, doi: 10.1038/536143a
- M'Biandoun M., Bassala J.-P.O., 2007. Savoir paysan et fertilité des terres au Nord-Cameroun. *Cah. Agric.*, **16** (3): 185-197
- McGeoch M.A., Butchart S.H.M., Spear D., Marais E., Kleynhans E.J., Symes A., Chanson J., Hoffmann M., 2010. Global indicators of biological invasion: species numbers, biodiversity impact and policy responses: Invasive alien species indicator: 2010 Biodiversity Target. *Divers. Distrib.*, **16** (1): 95-108, doi: 10.1111/j.1472-4642.2009.00633.x
- Meiners S.J., Pickett S.T., Cadenasso M.L., 2002. Exotic plant invasions over 40 years of old field successions: community patterns and associations. *Ecography*, **25** (2): 215-223
- Meiners S.J., Rye T.A., Klass J.R., 2008. On a level field: the utility of studying native and non-native species in successional systems. *Appl. Veg. Sci.*, **12**: 45-53, doi: 10.1111/j.1654-109X.2009.01003.x
- MERF, 2014. *Cinquième rapport national sur la diversité biologique du Togo*. Direction de la Faune et de la Chasse, Lomé, Togo
- Mertens B., Lambin E.F., 2000. Land-Cover-Change Trajectories in Southern Cameroon. *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, **90** (3): 467-494, doi: 10.1111/0004-5608.00205
- Mesli-Bestaoui K., Bouazza M., Godron M., 2007. Etude des groupements végétaux des monts de Tlemcen et de leurs faciès de dégradation par deux approches: les profils écologiques les liaisons interspécifiques (Oranie-Algérie). *Sci. Technol. C Biotechnol.* (25): 71-78
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and human well-being: scenarios: findings of the Scenarios Working Group, Millennium Ecosystem Assessment. eds.

- Island,
- Mitsuda Y., Ito S., 2011. A review of spatial-explicit factors determining spatial distribution of land use/land-use change. *Landsc. Ecol. Eng.*, **7** (1): 117-125, doi: 10.1007/s11355-010-0113-4
- Molino J.-F., Sabatier D., 2001. Tree Diversity in Tropical Rain Forests: A Validation of the Intermediate Disturbance Hypothesis. *Science*, **294** (5547): 1702-1704, doi: 10.1126/science.1060284
- Mooney H.A., Godron M., 1983. Disturbance and ecosystems: components of response. Springer, New York: Springer-Verlag, 292 p.
- Moravec J., 1985. Philippe Daget et Michel Godron Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. *Folia Geobot. Phytotaxon.*, **20** (2): 200-200
- Mostert E., Gaertner M., Holmes P.M., Rebelo A.G., Richardson D.M., 2017. Impacts of invasive alien trees on threatened lowland vegetation types in the Cape Floristic Region, South Africa. *South Afr. J. Bot.*, **108**209-222, doi: 10.1016/j.sajb.2016.10.014
- Mountrakis G., Im J., Ogole C., 2011. Support vector machines in remote sensing: A review. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, **66** (3): 247-259
- Müller-Wilm U., Devignot O., Pessiot L., 2016. Sen2Cor Software Release Note. Ref. S2-PDGS-MPC-L2A-SRN-V2.3. ESA, France,
- Myers J.H., Simberloff D., Kuris A.M., Carey J.R., 2000. Eradication revisited: dealing with exotic species. *Trends Ecol. Evol.*, **15** (8): : e00688316-320

✱ *N* ✱

- Nathan S.S., Chung P.G., Murugan K., 2005. Effect of biopesticides applied separately or together on nutritional indices of the rice leaffolder *Cnaphalocrocis medinalis*. *Phytoparasitica*, **33** (2): 187-195, doi: 10.1007/BF03029978
- Nations Unies, 1992. CONVENTION SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf> (consulté le 12 mars 2019)
- N'Da H.D., N'Guessan E.K., Wajda M.E., Affian K., 2008. Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). *Rev. Télédétection*, **8** (1): 17-34
- Noss R.F., Cooperrider A., 1994. Saving nature's legacy: protecting and restoring biodiversity. Island Press, Washington, D.C., 416 p.

✱ *O* ✱

- Odum E.P., 1985. Trends expected in stressed ecosystems. *Bioscience*, **35** (7): 419-422
- Ojima D.S., Galvin K.A., Turner, B.L., 1994. The Global Impact of Land-Use Change. *BioScience*, **44** (5): 300-304, doi: 10.2307/1312379
- Olofsson P., Foody G.M., Stehman S.V., Woodcock C.E., 2013. Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty

- using stratified estimation. *Remote Sens. Environ.*, **129**: e00249122-131, doi: 10.1016/j.rse.2012.10.031
- Oszwald J., Antoine L., De Sartre X.A., Marcello T., Gond V., 2010. Analyse des directions de changement des états de surface végétaux pour renseigner la dynamique du front pionnier de Maçaranduba (Brésil) entre 1997 et 2006. *Télédétection*, **9** (2): 97–111
- Oszwald J., Atta J.-M.K., Kergomard C., Robin M., 2007. Représenter l'espace pour structurer le temps: approche des dynamiques de changements forestiers dans le sud-est de la Côte d'Ivoire par télédétection. *Télédétection*, **7** (1-2-3-4): 271–282
- Oszwald J., Gond V., Dolédec S., Lavelle P., others, 2011. Identification d'indicateurs de changement d'occupation du sol pour le suivi des mosaïques paysagères. *Bois For. Trop.*, **307** (1): 7–21
- Ouedraogo I., Savadogo P., Tigabu M., Cole R., Oden P.C., Ouadba J.-M., 2011. Trajectory analysis of forest cover change in the tropical dry forest of Burkina Faso, West Africa. *Landsc. Res.*, **36** (3): 303-320
- Oumorou M., Aboh B.A., Babatounde S., Houinato M., Sinsin B., 2010. Valeur pastorale, productivité et connaissances endogènes de l'effet de l'invasion, par *Hyptis suaveolens* L. Poit., des pâturages naturels en zone soudano-guinéenne (Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4** (4): : e00005

✱ P ✱

- Paini D.R., Sheppard A.W., Cook D.C., De Barro P.J., Worner S.P., Thomas M.B., 2016. Global threat to agriculture from invasive species. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **113** (27): : e000247575–7579
- Pal M., Mather P.M., 2005. Support vector machines for classification in remote sensing. *Int. J. Remote Sens.*, **26** (5): 1007-1011, doi: 10.1080/01431160512331314083
- Panthou G., 2013. Analyse des extrêmes pluviométriques en Afrique de l'Ouest et de leur évolution au cours des 60 dernières années. Université de Grenoble, 282 pages p.
- Paradis G., 1988. Etude comparative des végétations littorales du Bénin et de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat es Sciences, Université de Bordeaux III, France, 295 p.
- Parker J.D., Richie L.J., Lind E.M., Maloney K.O., 2010. Land use history alters the relationship between native and exotic plants: the rich don't always get richer. *Biol. Invasions*, **12** (6): : e000341557-1571, doi: 10.1007/s10530-009-9568-3
- Pascal M., Vigne J.-D., Tresset A., 2009. L'homme, maître d'œuvre des invasions biologiques. *Doss. Pour Sci.* (65): 8-13
- Phelouzat R., Levacher P., 1981. Stratégie adaptative de la Ronce (*Rubus fruticosus* L.) Dans des conditions différentes du milieu naturel. *Bull. Société Bot. Fr. Lett. Bot.*, **128** (3): 201-212, doi: 10.1080/01811797.1981.10824504
- Pickett S.T.A., Collins S.L., Armesto J.J., 1987. A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession. *Vegetatio*, **69** (1-3): 109-114
- Pimentel D., 2002. Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal, and Microbe Species. CRC Press, Boca Raton, Florida, 384 p.

- Pimentel D., Lach L., Zuniga R., Morrison D., 2000. Environmental and Economic Costs of Nonindigenous Species in the United States. *BioScience*, **50** (1): 53, doi: 10.1641/0006-3568(2000)050[0053:EAECON]2.3.CO;2
- Piquer-Rodríguez M., Butsic V., Gärtner P., Macchi L., Baumann M., Gavier Pizarro G., Volante J.N., Gasparri I.N., Kuemmerle T., 2018. Drivers of agricultural land-use change in the Argentine Pampas and Chaco regions. *Appl. Geogr.*, **91**111-122, doi: 10.1016/j.apgeog.2018.01.004
- Pontius R., Gao Y., Giner N., Kohyama T., Osaki M., Hirose K., 2013. Design and Interpretation of Intensity Analysis Illustrated by Land Change in Central Kalimantan, Indonesia. *Land*, **2** (3): 351-369, doi: 10.3390/land2030351
- Pontius R.G., Huang J., Jiang W., Khallaghi S., Lin Y., Liu J., Quan B., Ye S., 2017. Rules to write mathematics to clarify metrics such as the land use dynamic degrees. *Landsc. Ecol.*, **32** (12): 2249-2260, doi: 10.1007/s10980-017-0584-x
- Pontius R.G., Millones M., 2011. Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment. *Int. J. Remote Sens.*, **32** (15): 4407-4429, doi: 10.1080/01431161.2011.552923
- Pontius R.G., Santacruz A., 2014. Quantity, exchange, and shift components of difference in a square contingency table. *Int. J. Remote Sens.*, **35** (21): 7543-7554, doi: 10.1080/2150704X.2014.969814
- Pratt C.F., Constantine K.L., Murphy S.T., 2017. Economic impacts of invasive alien species on African smallholder livelihoods. *Glob. Food Secur.*, **14**31-37, doi: 10.1016/j.gfs.2017.01.011
- PROTA, 2010. Updated List of Species and Commodity Grouping. Plants Resources of Tropical Africa (PROTA). PROTA Foundation/CTA, Wageningen, Netherlands, 391 p.
- Pyšek P., Davis M.A., Daehler C.C., Thompson K., 2004. Plant Invasions and Vegetation Succession: Closing the Gap. *Bull. Ecol. Soc. Am.*, **85** (3): 105-109, doi: 10.1890/0012-9623(2004)85[105:PIAVSC]2.0.CO;2
- Pyšek P., Hulme P.E., Nentwig W., 2009. Glossary of the Main Technical Terms Used in the Handbook. *Diversity*, **3**375-379, doi: 10.1007/978-1-4020-8280-1_14
- Pyšek P., Jarošík V., Hulme P.E., Kühn I., Wild J., Arianoutsou M., Bacher S., Chiron F., Didžiulis V., Essl F., 2010. Disentangling the role of environmental and human pressures on biological invasions across Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **107** (27): : e0028012157-12162
- Pyšek P., Pergl J., Essl F., Lenzner B., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Kartesz J., Nishino M., Antonova L.A., Barcelona J.F., Cablesaz F.J., Cárdenas D., Cárdenas-Toro J., Castaño N., Chacón E., Chatelain C., Dullinger S., Ebel A.L., Figueiredo E., Fuentes N., Genovesi P., Groom Q.J., Henderson L., Inderjit, Kupriyanov A., Masciadri S., Maurel N., Meerman J., Morozova O., Moser D., Nickrent D., Nowak P.M., Pagad S., Patzelt A., Pelser P.B., Seebens H., Shu W., Thomas J., Velayos M., Weber E., Wieringa J.J., Baptiste M.P., Kleunen M. van, 2017. Naturalized alien flora of the world: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion. *Preslia*, **89** (3): 203-274, doi: 10.23855/preslia.2017.203
- Pyšek P., Richardson D.M., 2007. Traits Associated with Invasiveness in Alien Plants: Where Do we Stand? In: Biological Invasions, Ecological Studies (Ed. Nentwig W.). SPRINGER BERLIN HEIDELBERG, Berlin, Heidelberg, (Coll. Ecological Studies), 97-125

Pyšek P., Richardson D.M., Pergl J., Jarošík V., Sixtová Z., Weber E., 2008. Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. *Trends Ecol. Evol.*, **23** (5): 237-244, doi: 10.1016/j.tree.2008.02.002

✱ R ✱

Radji R., Klu K., Kokou K., 2010a. Forest invasion by alien plant species: The case of neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss.) in Southern Togo. *Int. J. Biodivers. Conserv.*, **2** (10): 300-307

Radji R., Kokou K., Akpagana K., 2010b. Etude diagnostique de la flore ornementale togolaise. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4** (2): : e00003491-508, doi: 10.4314/ijbcs.v4i2.58159

Rai R.K., Scarborough H., Subedi N., Lamichhane B., 2012. Invasive plants – Do they devastate or diversify rural livelihoods? Rural farmers' perception of three invasive plants in Nepal. *J. Nat. Conserv.*, **20** (3): 170-176, doi: 10.1016/j.jnc.2012.01.003

REFEDD, 2016. Une histoire de la biodiversité : naissance et concept

Rejmanek M., Richardson D.M., 1996. What Attributes Make Some Plant Species More Invasive? *Ecology*, **77** (6): 1655-1661, doi: 10.2307/2265768

Réjou-Méchain M., Tanguy A., Pioniot C., Chave J., Hérault B., 2017. biomass: an r package for estimating above-ground biomass and its uncertainty in tropical forests. *Methods Ecol. Evol.*, **8** (9): 1163-1167, doi: 10.1111/2041-210X.12753

Ricciardi A., Cohen J., 2007. The invasiveness of an introduced species does not predict its impact. *Biol. Invasions*, **9** (3): 309-315, doi: 10.1007/s10530-006-9034-4

Richardson D.M., Pyšek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J., 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Divers. Distrib.*, **6** (2): : e0284993–107

Robin M., 1998. La Télédétection. Nathan. Paris, 318 p. (Coll. Fac)

Rossi G., 1996. L'impact des barrages de la vallée du Mono (Togo-Benin). La gestion de l'incertitude. *Géomorphologie Relief Process. Environ.*, **2** (2): 55-68, doi: 10.3406/morfo.1996.878

Roussel B., 1994. Usages, perception et gestion des jachères : comparaison entre une région sèche et une région humide de l'Afrique de l'Ouest. *J. Agric. Tradit. Bot. Appliquée*, **36** (1): : e0000229-43, doi: 10.3406/jatba.1994.3531

✱ S ✱

Saädi S., Gintzburger G., 2013. A spatial desertification indicator for Mediterranean arid rangelands: a case study in Algeria. *Rangel. J.*, **35** (1): 47, doi: 10.1071/RJ12021

Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, **287** (5459): 1770-1774

Sanderson E.W., Jaiteh M., Levy M.A., Redford K.H., Wannebo A.V., Woolmer G., 2002. The

- human footprint and the last of the wild. *BioScience*, **52** (10): : e01439891–904
- Santos F., 2018. Le kappa de Cohen: un outil de mesure de l'accord inter-juges sur des caractères qualitatifs. *Artic. En Ligne À L'adresse Suivante <Httpwwwpaceau-Bordeaux1frIMGpdfKappaCohenpdf1-5>*
- Sasaki T., Okubo S., Okayasu T., Jamsran U., Ohkuro T., Takeuchi K., 2009. Management applicability of the intermediate disturbance hypothesis across Mongolian rangeland ecosystems. *Ecol. Appl.*, **19** (2): 423–432
- Scheiter S., Higgins S.I., 2009. Impacts of climate change on the vegetation of Africa: an adaptive dynamic vegetation modelling approach. *Glob. Change Biol.*, **15** (9): 2224–2246, doi: 10.1111/j.1365-2486.2008.01838.x
- Schwarz C.F., Thor E.C., Elsner G.H., 1976. Wildland planning glossary. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-13, Pacific Southwest For. and Range Exp. Stn, Berkeley, Calif., 252 p.
- Segniagbeto G.H., Assou D., Koda K.D., Agbessi E.K.G., Atsri K.H., Dendi D., Luiselli L., Decher J., Mittermeier R.A., 2017. Survey of the status and distribution of primates in Togo (West Africa). *Biodiversity*, **18** (4): 137–150, doi: 10.1080/14888386.2017.1404930
- Ségniagbéto G.H., Atsri K.H., Delagnon A., Elikplim A.K., Gbetey A.K., Amori G., Dendi D., Decher J., Luiselli L., 2018. Local distribution and density estimates of primates in the Transboundary Reserve of the Mono River, Togo (West Africa). *Rev. D'Ecologie Terre Vie*, **73** (3): 363–374
- Séna A., 2018. Le gouvernement interdit l'importation de l'herbicide Total à cause des effets néfastes du Glyphosate. Togo First, <https://www.togofirst.com/fr/agro/1704-666-le-gouvernement-interdit-l-importation-de-l-herbicide-total-a-cause-des-effets-nefastes-du-glyphosate> (consulté le 20 avril 2018)
- Shackleton C.M., McGarry D., Fourie S., Gambiza J., Shackleton S.E., Fabricius C., 2007. Assessing the Effects of Invasive Alien Species on Rural Livelihoods: Case Examples and a Framework from South Africa. *Hum. Ecol.*, **35** (1): 113–127, doi: 10.1007/s10745-006-9095-0
- Shackleton R.T., Shackleton C.M., Kull C.A., 2019. The role of invasive alien species in shaping local livelihoods and human well-being: A review. *J. Environ. Manage.*, **229** 145–157, doi: 10.1016/j.jenvman.2018.05.007
- Shea K., Chesson P., 2002. Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends Ecol. Evol.*, **17** (4): 170–176, doi: 10.1016/S0169-5347(02)02495-3
- Sheil D., Burslem D.F.R.P., 2003. Disturbing hypotheses in tropical forests. *Trends Ecol. Evol.*, **18** (1): 18–26, doi: 10.1016/S0169-5347(02)00005-8
- Sheil D., Burslem D.F.R.P., 2013. Defining and defending Connell's intermediate disturbance hypothesis: a response to Fox. *Trends Ecol. Evol.*, **28** (10): 571–572, doi: 10.1016/j.tree.2013.07.006
- Sparfel L., Gourmelon F., Le Berre I., 2008. Approche orientée-objet de l'occupation des sols en zone côtière. *Rev. Télédétection*, **8** (4): 237–256
- Standish R.J., Cramer V.A., Hobbs R.J., 2008. Land-use legacy and the persistence of invasive *Avena barbata* on abandoned farmland. *J. Appl. Ecol.*, **45** (6): 1576–1583, doi: 10.1111/j.1365-2664.2008.01558.x

* T *

- Tardío J., Pardo-de-Santayana M., 2008. Cultural Importance Indices: A Comparative Analysis Based on the Useful Wild Plants of Southern Cantabria (Northern Spain)1. *Econ. Bot.*, **62** (1): 24-39, doi: 10.1007/s12231-007-9004-5
- Tassin J., 2015. Les plantes invasives: un ajustement du vivant à notre monde. *Lett. Veille CIHEAM-CIHEAM Watch Lett.* (33): : e0000099–103
- Tassin J., 2016. Les espèces invasives. *Rev. Jurid. L'environnement*, **41** (3): : e00000497–507
- Tassin J., Kull C.A., 2015. Facing the broader dimensions of biological invasions. *Land Use Policy*, **42**: e00023165-169, doi: 10.1016/j.landusepol.2014.07.014
- Tassin J., Sarrailh J.-M., Rivière J.-N., 2007. Essences forestières et invasions: des systèmes de prédiction toujours plus fiables. *Bois For. Trop.* (292): : e0000071-79
- Tassin J., Thompson K., Carroll S.P., Thomas C.D., 2017. Determining whether the impacts of introduced species are negative cannot be based solely on science: a response to Russell and Blackburn. *Trends Ecol. Evol.*, **32** (4): : e00001230-231
- The Plant List, 2013. Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> <http://www.theplantlist.org/> (consulté le 10 février 2017)
- Theoharides K.A., Dukes J.S., 2007. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. *New Phytol.*, **176** (2): 256-273, doi: 10.1111/j.1469-8137.2007.02207.x
- Thiombiano N., Ouedraogo L.R., Belem M., Guinko S., 2009. Dynamique de l'évolution et impact d'une plante envahissante au Burkina Faso: Hyptis suaveolens (L.) Poit. *Ann Univ Lomé Togo Sér. Sci.*, **1897**–115
- Thompson K., 1994. Predicting the fate of temperate species in response to human disturbance and global change. In: Biodiversity, temperate ecosystems, and global change. SPRINGER, 61-76
- Tilman D., Pacala S., 1993. The maintenance of species richness in plant communities. In: Species diversity in ecological communities. UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS, Chicago, 13-25
- Tossou M.G., Akouegninou A., N'dah D., 2008. Rôle de l'homme dans la mise en place du Dahomey-Gap: apports palynologique et archéologique. *Unpubl. Rep. Lab. Palynol. UAC Bénin*: e00002
- Touré A., Adou L.M.D., Kouamé K.F., Ipou Ipou J., 2016. Dynamique d'infestation de la forêt classée de Sanaïmbo par les adventices à partir des agro-écosystèmes environnants. *Tropicultura*, **34** (4): 361-374
- Touré A., Ipou J.I., Adou-Yao C.Y., Bouraud M.K., N'Guessen E.K., 2008. Diversité floristique et degré d'infestation par les mauvaises herbes des agroécosystèmes environnant la forêt classée de sanaimbo, dans le Centre-Est de la Côte d'Ivoire. *Agron. Afr.*, **20** (1): 13-22, doi: 10.4314/aga.v20i1.1732
- Traore K., Sorho F., Dramane D.D., Sylla M., 2013. Adventices hôtes alternatifs de virus en culture de solanaceae en Côte D'Ivoire. *Agron. Afr.*, **25** (3): 231-237
- Triplet P., 2009. Manuel de gestion des aires protégées d'Afrique francophone. Awely, Paris,

1215 p.

- Turbelin A.J., Malamud B.D., Francis R.A., 2017. Mapping the global state of invasive alien species: patterns of invasion and policy responses. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, **26** (1): 78-92, doi: 10.1111/geb.12517
- Turcati L., 2011. Mesurer la biodiversité pour comprendre l'effet des perturbations sur les commutés végétales: apport des caractéristiques écologiques et évolutives des espèces. Thèse de Doctorat, Paris 6, Paris, France, 264 p.
- Turner B.L., Meyer W.B., Skole D.L., 1994. Global land-use/land-cover change: towards an integrated study. *Ambio Stockh.*, **23** (1): 91-95

✱ *U* ✱

- UICN, 2017. Global Invasive Species Database. GISD, <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> (consulté le 10 février 2017)
- UICN/PACO, 2008. Evaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées : aires protégées du Togo. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, 44 p.
- UICN/PACO, 2013. Plantes invasives affectant les aires protégées d'Afrique de l'Ouest : gestion pour la réduction des risques pour la biodiversité. UICN/PACO, Ouagadougou, Burkina Faso, 92 p.
- UN, 2015. World Population Prospects: The 2015 Revision. : United Nations, Department of Economic and Social Affairs
- United Nations, 2017. World Population Prospects: The 2017 Revision <https://esa.un.org/unpd/wpp/> (consulté le 12 mars 2017)
- Upreti Y., Poudel R.C., Shrestha K.K., Rajbhandary S., Tiwari N.N., Shrestha U.B., Asselin H., 2012. Diversity of use and local knowledge of wild edible plant resources in Nepal. *J. Ethnobiol. Ethnomedicine*, **8** (1): 16, doi: 10.1186/1746-4269-8-16
- Uuemaa E., Antrop M., Roosaare J., Marja R., Mander Ü., 2009. Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Rev. Landsc. Res.*, **3** (1): 1-28

✱ *V* ✱

- Vaglio Laurin G., Puletti N., Hawthorne W., Liesenberg V., Corona P., Papale D., Chen Q., Valentini R., 2016. Discrimination of tropical forest types, dominant species, and mapping of functional guilds by hyperspectral and simulated multispectral Sentinel-2 data. *Remote Sens. Environ.*, **176** 163-176, doi: 10.1016/j.rse.2016.01.017
- Valéry L., 2006. Approche systémique de l'impact d'une espèce invasive: le cas d'une espèce indigène dans un milieu en voie d'eutrophisation. Thèse de doctorat en Écologie, Paris, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, France, 276 p.
- Valéry L., Fritz H., Lefeuvre J.-C., 2013. Another call for the end of invasion biology. *Oikos*, **122** (8): 1143-1146

- Valéry L., Fritz H., Lefeuvre J.-C., Simberloff D., 2008. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biol. Invasions*, **10** (8): : e002441345-1351, doi: 10.1007/s10530-007-9209-7
- Valéry L., Fritz H., Lefeuvre J.-C., Simberloff D., 2009. Invasive species can also be native.... *Trends Ecol. Evol.*, **24** (11): 585-585, doi: 10.1016/j.tree.2009.07.003
- van der Velde G., Rajagopal S., Kuyper-Kollenaar M., Bij de Vaate A., Thielts D.W., MacIsaac H.J., 2006. Biological Invasions: Concepts to Understand and Predict a Global Threat. In: Wetlands: Functioning, Biodiversity Conservation, and Restoration (Eds. Bobbink R., Beltman B., Verhoeven J.T.A., Whigham D.F.), 00000. SPRINGER BERLIN HEIDELBERG, Berlin, Heidelberg, 61-90
- Varela F.J., Thompson E., Rosch E., 1993. L'inscription corporelle de l'esprit: sciences cognitives et expérience humaine. Le Seuil, Paris,
- Vicente J.R., Vaz A.S., Queiroz A.I., Buchadas A.R., Guisan A., Kueffer C., Marchante E., Marchante H., Cabral J.A., Nesper M., Broennimann O., Godoy O., Alves P., Castro-Díez P., Henriques R., Honrado J.P., 2019. Alien Plant Species: Environmental Risks in Agricultural and Agro-Forest Landscapes Under Climate Change. In: Climate Change-Resilient Agriculture and Agroforestry: Ecosystem Services and Sustainability, Climate Change Management (Eds. Castro P., Azul A.M., Leal Filho W., Azeiteiro U.M.). SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING, Cham, (Coll. Climate Change Management), 215-234
- Vieilledent G., Grinand C., Rakotomalala F.A., Ranaivosoa R., Rakotoarijaona J.-R., Allnutt T.F., Achard F., 2018. Combining global tree cover loss data with historical national forest cover maps to look at six decades of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Biol. Conserv.*, **222** 189-197, doi: 10.1016/j.biocon.2018.04.008
- Vignal M., Andrieu J., 2016. Modélisation de l'impact du changement climatique sur trois aires de distribution végétales dans le Mercantour. *Bull. L'association Géographes Fr. Géographies*, **93** (93-3): 257-269, doi: 10.4000/bagf.1156
- Vilà M., Espinar J.L., Hejda M., Hulme P.E., Jarošík V., Maron J.L., Pergl J., Schaffner U., Sun Y., Pyšek P., 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecol. Lett.*, **14** (7): 702-708, doi: 10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x
- Vilà M., Ibáñez I., 2011. Plant invasions in the landscape. *Landsc. Ecol.*, **26** (4): : e00028461-472, doi: 10.1007/s10980-011-9585-3
- Vitousek P.M., 1994. Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, **75** (7): 1861-1876
- Vitousek P.M., 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science*, **277** (5325): 494-499, doi: 10.1126/science.277.5325.494
- Vitousek P.M., D'antonio C.M., Loope L.L., Rejmanek M., Westbrooks R., 1997. Introduced species: a significant component of human-caused global change. *N. Z. J. Ecol.* 1-16
- Von Holle B., Motzkin G., 2007. Historical land use and environmental determinants of nonnative plant distribution in coastal southern New England. *Biol. Conserv.*, **136** (1): : e0007933-43, doi: 10.1016/j.biocon.2006.10.044

- Wagh V.V., Jain A.K., 2018. Status of ethnobotanical invasive plants in western Madhya Pradesh, India. *South Afr. J. Bot.*, **114**171-180, doi: 10.1016/j.sajb.2017.11.008
- Wala K., 2004. Végétation de la chaîne de l'Atakora au Bénin: diversité floristique, phytosociologique et impact humain. Thèse de Doctorat, Université de Lomé, Togo, 138 p.
- Wala K., 2010. La végétation de la chaîne de l'Atakora au Bénin: diversité floristique, phytosociologie et impact humain. *Acta Bot. Gallica*, **157** (4): 793-796
- Wang D., Gong J., Chen L., Zhang L., Song Y., Yue Y., 2012. Spatio-temporal pattern analysis of land use/cover change trajectories in Xihe watershed. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation*, **14** (1): 12-21, doi: 10.1016/j.jag.2011.08.007
- Wang W., Zhang C., Allen J., Li W., Boyer M., Segerson K., Silander J., 2016. Analysis and Prediction of Land Use Changes Related to Invasive Species and Major Driving Forces in the State of Connecticut. *Land*, **5** (3): 25, doi: 10.3390/land5030025
- Weber E., 2003. Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds. CABI, UK, 548 p.
- Weber E., Gut D., 2004. Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. *J. Nat. Conserv.*, **12** (3): 171-179, doi: 10.1016/j.jnc.2004.04.002
- Whiteside T.G., Boggs G.S., Maier S.W., 2011. Comparing object-based and pixel-based classifications for mapping savannas. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation*, **13** (6): 884-893, doi: 10.1016/j.jag.2011.06.008
- Whitney C., 2019. ethnobotanyR: Calculate Quantitative Ethnobotany Indices. Version 0.1.31-10
- Williamson M., 1996. Biological Invasions. CHAPMAN & HALL, London, 244 p.
- Williamson M., Fitter A., 1996. The varying success of invaders. *Ecology*, **77** (6): : e012281661-1666
- Wilson J.B., 1994. The 'intermediate disturbance hypothesis' of species coexistence is based on patch dynamics. *N. Z. J. Ecol.*, **18** (2): 176-181
- Wolff A., Amandier L., 2009. Biodiversité et sylviculture: les leçons des placettes d'études Sylvipaca. *For. Méditerranéenne*, **30** (3): 199-208
- Worou S., 2002. *Sols dominants du Togo-correlation avec la Base de reference mondiale* (Rapport sur les Ressources en Sols du Monde). FAO

* Z *

- Zomlot Z., Verbeiren B., Huysmans M., Batelaan O., 2017. Trajectory analysis of land use and land cover maps to improve spatial-temporal patterns, and impact assessment on groundwater recharge. *J. Hydrol.*, **554**558-569, doi: 10.1016/j.jhydrol.2017.09.032

ANNEXES

Annexe 2.1 Description des types de sols

Code	Types	Origine	Facès	Roches mères
1	Sols minéraux bruts	Non climatique	d'érosion ou squelettiques	sur granite ou gneiss
6	Sols peu évolués	Non climatique	d'érosion	matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss mésocrates
7	Sols peu évolués	Non climatique	d'érosion	matériaux à altération smectites gneiss
9	Vertisols et paravertisols	Lithomorphes	sans dégradation superficielle	sur amphibolites
12	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	peu concrétionnés et peu profond	sur matériaux d'altération de gneiss ou micaschiste
17	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	concrétionnés, peu profond	sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss à biotite et amphibole
19	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	concrétionnés à lessivage-appauvrissement moyennement profond	sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss à deux micas
21	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	fortement appauvris et fortement concrétionnés	sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss leucocrates à mésocrates
22	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	à lessivage et/ou appauvrissement moyennement profond	sur matériaux d'altération de gneiss à amphibole et/ou à biotite
23	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	à lessivage et/ou appauvrissement profond	sur matériaux d'altération de gneiss à amphibole et/ou à biotite
24	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	lessives et appauvris à fort concrétionnement peu profond	sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss à deux micas
26	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	sols concrétionnés et moyennement appauvris profonds	sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss leucocrates à mésocrates

29	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	sols concrétionnés et fortement appauvris profonds	sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss divers
32	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	induration profonde	smectites et gneiss
33	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	induration profonde	sur matériaux d'altération de roches mères indéterminées
35	Sols à sesquioxydes de fer	Ferrugineux tropicaux	d'érosion plus ou moins ancienne	sur matériaux d'altération de roches mères indéterminées
46	Sols hydromorphes	minéraux ou peu humifères	à grey	complexes colluvio-alluviaux argileux ou argilo-sableux
50	Sols ferralitiques	Faiblement ou moyennement saturés	concrétionnés	sur sédiments argilo-sableux

Annexe 3.1 Liste des espèces envahissantes citées par les populations

Espèces	Codes	Types Biologiques
<i>Ageratum conyzoides</i> (L.) L.	Age.Con	Th
<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R.Br. ex DC.	Alt.Ses	Ch
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Ama.Spi	Th
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Aza.Ind	mp
<i>Bidens pilosa</i> L.	Bid.Pil	Th
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Boe.Dif	Ch
<i>Brachiaria villosa</i> (Lam.) A.Camus	Bra.Vil	Th
<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	Cal.Muc	Lmp
<i>Carica papaya</i> L.	Car.Pap	mp
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	Chr.Odo	np (Lmp)
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Com.Ben	Ch
<i>Commelina erecta</i> L.	Com.Ere	np
<i>Combretum paniculatum</i> Vent.	Com.Pan	Lmp
<i>Cyanotis lanata</i> Benth.	Cya.Lan	Ch
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyp.Rot	Gr
<i>Diodella scandens</i> (Sw.) Bacigalupo & E.L.Cabral	Dio.Sca	Lnp
<i>Dissotis longisetosa</i> Gilg & Ledermann ex Engl.	Dis.Lon	np
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Ele.Ind	H (Th)
<i>Eleutheranthera ruderalis</i> (Sw.) Sch.Bip.	Ele.Rud	Th
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Eup.Het	Th
<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaudich.	Fim.Lit	Th
<i>Heliotropium indicum</i> L.	Hel.Ind	Th
<i>Hydrolea macrosepala</i> A.W.Benn.	Hyd.Mac	np
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Hyp.Sua	Th
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeusch.	Imp.Cyl	Gr
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Ind.Hir	np
<i>Laggera pterodonta</i> (DC.) Sch.Bip. ex Oliv.	Lag.Pte	Th
<i>Launaea taraxacifolia</i> (Willd.) Amin ex C.Jeffrey	Lau.Tar	np
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leu.Leu	mp
<i>Mimosa pigra</i> L.	Mim.Pig	np
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Muc.Pru	LTh
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Pan.Max	H
<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.	Pas.Scr	H
<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schult.	Pen.Pol	Th
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	Por.Gra	Ch
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Por.Ole	Th
<i>Psidium guajava</i> L.	Psi.Gua	mp
<i>Pupalia lappacea</i> (L.) Juss.	Pup.Lap	np
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Rot.Coc	Th
<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Sen.Sia	mp
<i>Sida acuta</i> Burm.f.	Sid.Acu	np

<i>Sida rhombifolia</i> L.	<i>Sid.Rho</i>	np
<i>Spilanthes costata</i> Benth.	<i>Spi.Cos</i>	Ch
<i>Sporobolus pyramidalis</i> P.Beauv.	<i>Spo.Pyr</i>	H
<i>Stachytarpheta indica</i> (L.) Vahl	<i>Sta.Ind</i>	np
<i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss.	<i>Tal.Fru</i>	Ep
<i>Tridax procumbens</i> (L.) L.	<i>Tri.Pro</i>	Th
<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	<i>Tri.Rho</i>	np

Annexe 4.1. Matrice de confusion basée sur les pixels des classes

Classification	Forêts	Savanes	Champs	Jachères	Plantations	Bâtis	Mares	Pixels classés	Aire Totale (pixels)	Aire Totale (hectares)	Proportion d'aire (Wi)
Forêts	783	36	0	18	45	0	0	882	699 436	6994,36	0,06
Savanes	45	864	18	72	36	0	0	1035	1969613	19696,13	0,17
Champs	0	27	1629	99	18	18	0	1791	2587917	25879,17	0,22
Jachères	0	81	90	1836	63	0	0	2070	3684293	36842,93	0,31
Plantations	27	36	36	81	1251	0	0	1431	2877670	28776,70	0,24
Bâtis	0	0	54	0	0	864	18	936	79006	790,06	0,01
Mares	0	0	0	0	0	0	603	603	34369	343,69	0,00
Total	855	1044	1827	2106	1413	882	621	8748	11932304	119323,04	1,00

Annexe 4.2. Matrice de confusion basée sur l'aire des classes d'occupation

Classification	Forêts	Savanes	Champs	Jachères	Plantations	Bâtis	Mares	Proportion d'aire	Aire Totale (pixels)	Aire Totale (hectares)
Forêts	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	699436	6994,36
Savanes	0,01	0,14	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,17	1969613	19696,13
Champs	0,00	0,00	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,22	2587917	25879,17
Jachères	0,00	0,01	0,01	0,27	0,01	0,00	0,00	0,31	3684293	36842,93
Plantations	0,00	0,01	0,01	0,01	0,21	0,00	0,00	0,24	2877670	28776,70
Bâtis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	79006	790,06
Mares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34369	343,69
Proportion d'aire estimée	0,06	0,16	0,22	0,31	0,23	0,01	0,00	1,00	11932304	119323,04
Aire estimée de la classe (hectare)	7608,59	19283,23	26252,27	37250,36	27580,33	989,38	358,88			

Annexe 5.1 Tableau récapitulatif de l'évaluation de la précision

(1a: 1974; 1b: 1986; 1c: 2003 et 1d: 2016 ; CI : Intervalle de confiance (hectare))

1a)

1974	Évaluation de la précision basée sur le nombre de pixels			Évaluation objective de la précision				
Class	Précision des utilisateurs (%)	Précision des producteurs (%)	Précision globale (%)	Aire estimée (hectare)	± 95% CI	Précision des utilisateurs (%)	Précision des producteurs (%)	Précision globale (%)
Forêt	82,98	82,98	77,85	10 732,15	1 930,04	82,98	64,86	76,79
Savane	76,35	84,01		63 264,99	4 209,65	76,35	86,36	
Champ	76,27	65,85		45 095,79	4 125,06	76,27	66,59	
Bâti	90,00	94,74		230,05	435,98	90,00	3,31	

1b)

1986	Évaluation de la précision basée sur le nombre de pixels			Évaluation objective de la précision				
Class	Précision des utilisateurs (%)	Précision des producteurs (%)	Précision globale (%)	Aire estimée (hectare)	± 95% CI	Précision des utilisateurs (%)	Précision des producteurs (%)	Précision globale (%)
Forêt	85,4	87,5	84,55	11 993,92	3 206,37	85,37	71,09	82,46
Savane	81,5	89,3		59 441,17	6 240,03	81,52	91,59	
Champ	83,1	74,0		45 268,91	6 206,11	83,08	76,92	
Bâti	90,0	94,7		966,82	1 264,85	90,00	33,30	
Mare	100,0	88,2		1 652,23	1 903,04	100,00	17,04	

1c)

2003	Évaluation de la précision basée sur le nombre de pixels			Évaluation objective de la précision				
Classes	Précision des utilisateurs (%)	Précision des producteurs (%)	Précision globale (%)	Aire estimée (hectare)	± 95% CI	Précision des utilisateurs (%)	Précision des producteurs (%)	Précision globale (%)
Forêt	94,4	89,5	90,88	7 978,36	2 079,01	94,44	73,87	90,5
Savane	88,1	87,1		43 660,68	4 237,93	88,10	89,09	
Champ	91,8	90,4		66 374,16	4 133,94	91,79	94,11	
Bâti	91,4	98,1		984,22	996,09	91,38	48,40	
Mare	88,2	93,8		325,62	59,33	88,24	97,24	

1d)

2016	Évaluation de la précision basée sur le nombre de pixels			Évaluation objective de la précision				
Class	Précision des utilisateurs (%)	Précision des producteurs (%)	Précision globale (%)	Aire estimée (hectare)	± 95% CI	Précision des utilisateurs (%)	Précision des producteurs (%)	Précision globale (%)
Forêt	88,78	91,58		7 608,59	1 053,31	88,78	81,61	
Savane	83,48	82,76		19 283,23	1 849,80	83,48	85,27	
Champ	90,95	89,16		26 252,27	1 653,63	90,95	89,66	
Jachère	88,70	87,18	89,51	37 250,36	2 218,50	88,70	87,73	88,08
Plantation	87,42	88,54		27 580,33	1 883,61	87,42	91,21	
Bâti	92,31	97,96		989,38	361,85	92,31	73,71	
Mare	100,00	97,10		358,88	20,95	100,00	95,77	

Annexe 5.2 Répartition des catégories d'utilisation des terres dans et autour de l'aire protégée de Togodo en 1974, 1986, 2003 et 2016

	1974		1986		2003		2016	
LCC	Aires (ha)	%	Aires (ha)	%	Aires (ha)	%	Aires (ha)	%
Forêt	8 388.75	7.03	9988.31	8.37	6240.35	5.23	6994.36	5.86
Savane	71 554.06	59.97	66 779.63	55.97	44151.83	37.00	19696.13	16.51
Champ	39 371.74	33.00	41 915.87	35.13	68050.69	57.03	91498.8	76.68
Bâti	8.49	0.01	357.73	0.30	521.32	0.44	790.06	0.66
Mare	0.00	0.00	281.50	0.24	358.85	0.30	343.69	0.29

Annexe 6.1 Fiche de relevé écologique

N°		FICHE DE RELEVÉ DE RECONNAISSANCE ÉCOLOGIQUE			
Date : N° PLACEAU :					
OBSERVATEUR :		Point GPS	Longitude :	Latitude.....	Altitude.....
RÉGION.....		Préfecture.....	Canton.....	Localité.....	Zone écologique.....
TYPE DE RELEVÉ	Transects	Longueur.....	Largeur.....	Placeau	Taille..... Surface.....
TYPE DE VÉGÉTATION	1- Forêt sèche semi-décidue		8 Savane arbustive		
	2- Forêt sèche		9 Savane herbeuse		
	3- Fourré		10 Savane inondable		
	4- Forêt claire		11 Prairie		
	5- Forêt galerie		12 Jachère		
	6- Savane boisée		13 Champs		
	7- Savane arborée		14- Autres		
TAUX DE RECOUVREMENT	Strate > 20 m =		1 = < 10%		
	Strate 7 – 20 =.....		2 = 10 à 25%		
	Strate < 7 m =.....		3 = 25 à 50%		
	Strate herbacée =		4 = 50 à 75%		
			5 > 75%		
HAUTEUR MOYENNE DU PEUPLEMENT		Arborée.....m	Arbustive.....m	Herbacée.....m	
ESPÈCES DOMINANTES	Strate arborée		1.....		
			2.....		
	Strate arbustive		1.....		
			2.....		
	Strate herbacée		1.....		
			2.....		
FERMETURE DE LA FORMATION		1 – Très faible (Course)	2 – Faible (Marche)	3 – Forte (Machette)	
TAUX D'OCCUPATION	(Culture + jachère)	1 = < 10%	2 = 10% à 30%	3 = > 30%	
Cultures dominantes :					
MODE DE GESTION	1-Forêt sacrée				
	2-Forêt communautaire				
	3-Passage de feu				
	4-Coupe de bois d'œuvre				
	5-Coupe de bois énergie				
	6-Cueillette de fruits				
	7-Prélèvement de plantes médicinales				
SITUATION TOPOGRAPHIQUE	0 = Terrain plat		5 = Sommet		10 = Plaine inondable
	1 = Fond de vallée		6 = Haut de versant		11 = Berge
	2 = Dépression		7 = Bas de versant		12 = Mi-versant
	3 = Bas glacis		8 = Replat		
	4 = Haut de glacis		9 = Butte cuirassée ou rocheuse		
NATURE DE LA ROCHE AFLEURANTE.....					
NATURE DU SOL	Couleur.....	Cuirasse ☐ Oui ☐ Non	Dimension Racine : 1= très fine et fine		
	Texture.....	Induration ☐ Oui ☐ Non	2= moyenne, 3= grosses et très grosses		
	Gravillon ☐ Oui ☐ Non	pH :..... ; Humidité :.....	Abondance racine : 1 = pas de racine, 2 = très		
peu nombreuses, 3 = peu nombreuses, 4 = nombreuses, 5 = très nombreuses					
SUBMERSION	☐ Jamais	☐ En saison pluvieuse	☐ Une partie de la saison sèche	☐ Toute l'année	

Annexe 6.2 Liste des espèces recensées

Ordre	Espèces	Codes	Famille	TB	CHIE	origine	statut
1	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	<i>Abe.Esc</i>	Malvaceae	np	Pal	Native	NE
2	<i>Abutilon mauritianum</i> (Jacq.) Medik.	<i>Abu.Mau</i>	Malvaceae	np	Mc	Native	NE
3	<i>Acacia amentifera</i> F.Muell.	<i>Aca.Ame</i>	Fabaceae	mp	AT	Native	NE
4	<i>Acacia ataxacantha</i> DC.	<i>Aca.Ata</i>	Fabaceae	mp	AT	Native	NE
5	<i>Acacia auriculiformis</i> Benth.	<i>Aca.Aur</i>	Fabaceae	mP	Pan	Exotique	PE
6	<i>Acacia macrostachya</i> DC.	<i>Aca.Mac</i>	Fabaceae	mp	SZ	Native	NE
7	<i>Acacia polyacantha</i> Willd.	<i>Aca.Pol</i>	Fabaceae	mp	AT	Native	NE
8	<i>Acacia sieberiana</i> DC.	<i>Aca.Sie</i>	Fabaceae	mp	AT	Native	NE
9	<i>Acalypha ciliata</i> Forssk.	<i>Aca.Cil</i>	Euphorbiaceae	Th	Pal	Native	NE
10	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	<i>Aca.His</i>	Compositae	Th	AN	Exotique	PE
11	<i>Achyranthes aspera</i> L.	<i>Ach.Asp</i>	Amaranthaceae	Th	Cosm	Native	NE
12	<i>Acroceras amplexans</i> Stapf	<i>Acr.Amp</i>	Poaceae	np	AT	Native	EN
13	<i>Acroceras gabunense</i> (Hack.) Clayton	<i>Acr.Gab</i>	Poaceae	Ch	GC	Native	NE
14	<i>Adansonia digitata</i> L.	<i>Ada.Dig</i>	Malvaceae	mP	AT	Native	NE
15	<i>Adenia lobata</i> (Jacq.) Engl.	<i>Ade.Lob</i>	Passifloraceae	Lmp	GC	Native	NE
16	<i>Adenodolichos paniculatus</i> (Hua) Hutch.	<i>Ade.Pan</i>	Fabaceae	Ch	AT	Native	NE
17	<i>Aeschynomene sensitiva</i> Sw.	<i>Aes.Sen</i>	Fabaceae	np (Hél)	AN	Native	NE
18	<i>Aframomum cereum</i> (Hook.f.) K.Schum.	<i>Afr.Cer</i>	Zingiberaceae	Gr	GC	Native	NE
19	<i>Ageratum conyzoides</i> (L.) L.	<i>Age.Con</i>	Compositae	Th	Pan	Exotique	EN
20	<i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W.Wight	<i>Alb.Adi</i>	Fabaceae	mP	GC	Native	NE
21	<i>Albizia coriaria</i> Oliv.	<i>Alb.Cor</i>	Fabaceae	mP	AT	Native	NE
22	<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. & Perr.) Benth.	<i>Alb.Fer</i>	Fabaceae	mP	GC	Native	NE
23	<i>Albizia lebbekii</i> (L.) Benth.	<i>Alb.Leb</i>	Fabaceae	mp	Pan	Exotique	PE
24	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F.Macbr.	<i>Alb.Zyg</i>	Fabaceae	mP	AT	Native	NE
25	<i>Allophylus africanus</i> P.Beauv.	<i>All.Afr</i>	Sapindaceae	mp	AT	Native	NE
26	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	<i>All.Cob</i>	Sapindaceae	mp	AT	Native	NE
27	<i>Allophylus spicatus</i> (Poir.) Radlk.	<i>All.Spi</i>	Sapindaceae	mp	SZ	Native	NE
28	<i>Alternanthera pungens</i> Kunth	<i>Alt.Pun</i>	Amaranthaceae	Ch	Pan	Native	NE

Annexes

29	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R.Br. ex DC.	<i>Alt.Ses</i>	Amaranthaceae	Ch	Pan	Exotique	PE
30	<i>Alysicarpus glumaceus</i> (Vahl) DC.	<i>Aly.Glu</i>	Fabaceae	np	AT	Native	NE
31	<i>Alysicarpus rugosus</i> (Willd.) DC.	<i>Aly.Rug</i>	Fabaceae	Th	AT	Native	NE
32	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	<i>Ama.Spi</i>	Amaranthaceae	Th	AT	Exotique	PE
33	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	<i>Ana.Com</i>	Bromeliaceae	H	I	Exotique	CR
34	<i>Anchomanes difformis</i> (Blume) Engl.	<i>Anc.Dif</i>	Araceae	Ge	AT	Native	NE
35	<i>Andropogon africanus</i> Franch.	<i>And.Afr</i>	Poaceae	H	AT	Native	NE
36	<i>Andropogon tectorum</i> Schumach. & Thonn.	<i>And.Tec</i>	Poaceae	H	AT	Native	NE
37	<i>Aneilema lanceolatum</i> Benth.	<i>Ane.Lan</i>	Commelinaceae	Th	SZ	Native	NE
38	<i>Aneilema paludosum</i> A.Chev.	<i>Ane.Pal</i>	Commelinaceae	Ch	SZ	Native	NE
39	<i>Annona muricata</i> L.	<i>Ann.Mur</i>	Annonaceae	np	I	Exotique	CR
40	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	<i>Ann.Sen</i>	Annonaceae	np	SZ	Native	NE
41	<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. & Perr.	<i>Ano.Lei</i>	Combretaceae	mp	AT	Native	NE
42	<i>Antiaris toxicaria</i> var. <i>africana</i> Scott-Elliot ex A.Chev.	<i>Ant.Afr</i>	Moraceae	mP	AT	Native	NE
43	<i>Arachis hypogaea</i> L.	<i>Ara.Hyp</i>	Fabaceae	Th	I	Exotique	CR
44	<i>Aristida adscensionis</i> L.	<i>Ari.Ads</i>	Poaceae	Th	Pan	Native	NE
45	<i>Asparagus africanus</i> Lam.	<i>Aspa.Afr</i>	Asparagaceae	Lnp	SZ	Native	NE
46	<i>Asparagus warneckei</i> (Engl.) Hutch.	<i>Asp.War</i>	Asparagaceae	Lmp	GCW	Native	NE
47	<i>Aspilia africana</i> (Pers.) C.D.Adams	<i>Aspi.Afr</i>	Compositae	np	AT	Native	NE
48	<i>Aspilia bussei</i> O.Hoffm. & Muschl.	<i>Asp.Bus</i>	Compositae	Th	SZ	Native	NE
49	<i>Aspilia paludosa</i> Berhaut	<i>Asp.Pal</i>	Compositae	Th	SZ	Native	NE
50	<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	<i>Ast.Lob</i>	Euphorbiaceae	Th	AT	Native	NE
51	<i>Asystasia buettneri</i> Lindau	<i>Asy.Bue</i>	Acanthaceae	np	AT	Native	NE
52	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T.Anderson	<i>Asy.Gan</i>	Acanthaceae	np	Pan	Native	NE
53	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	<i>Aza.Ind</i>	Meliaceae	mp	I	Exotique	PE
54	<i>Baccharoides adoensis</i> (Sch.Bip. ex Walp.) H.Rob.	<i>Bac.Ado</i>	Compositae	mp	AT	Native	NE
55	<i>Baccharoides adoensis</i> var. <i>kotschyana</i> (Sch.Bip. ex Walp.) "Isawumi, El- Ghazaly & B.Nord."	<i>Bac.Kot</i>	Compositae	mp	AT	Native	NE
56	<i>Bacopa floribunda</i> (R.Br.) Wettst.	<i>Bac.Flo</i>	Plantaginaceae	Th	Pal	Native	NE

Annexes

57	<i>Barleria lupulina</i> Lindl.	<i>Bar.Lup</i>	Acanthaceae	Ch	AT	Exotique	PE
58	<i>Barleria opaca</i> (Vahl) Nees	<i>Bar.Opa</i>	Acanthaceae	np	SZ	Native	NE
59	<i>Bauhinia monandra</i> Kurz	<i>Bau.Mon</i>	Fabaceae	mp	AT	Exotique	PE
60	<i>Bauhinia thonningii</i> Schum.	<i>Bau.Tho</i>	Fabaceae	mp	AT	Native	NE
61	<i>Bidens pilosa</i> L.	<i>Bid.Pil</i>	Compositae	Th	AT	Exotique	PE
62	<i>Biophytum zenkeri</i> Guillaumin	<i>Bio.Zen</i>	Oxalidaceae	np	AT	Native	NE
63	<i>Blighia sapida</i> K.D.Koenig	<i>Bli.Sap</i>	Sapindaceae	mP	AT	Exotique	CR
64	<i>Blumea adamsii</i> J.-P.Lebrun & Stork	<i>Blu.Ada</i>	Compositae	Th	Pan	Native	NE
65	<i>Blumea viscosa</i> (Mill.) V.M.Badillo	<i>Blu.Vis</i>	Compositae	Th	Pal	Native	NE
66	<i>Boerhavia diffusa</i> L.	<i>Boe.Dif</i>	Nyctaginaceae	Ch	Pan	Native	NE
67	<i>Boerhavia erecta</i> L.	<i>Boe.Ere</i>	Nyctaginaceae	Th	Pan	Native	NE
68	<i>Boerhavia repens</i> L.	<i>Boe.Rep</i>	Nyctaginaceae	Ch	Pan	Native	NE
69	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet	<i>Bom.Cos</i>	Malvaceae	mp	SZ	Native	NE
70	<i>Borassus aethiopum</i> Mart.	<i>Bor.Aet</i>	Arecaceae	MP	AT	Native	NE
71	<i>Brachiaria deflexa</i> (Schumach.) C.E.Hubb. ex Robyns	<i>Bra.Def</i>	Poaceae	Th	Pan	Native	NE
72	<i>Brachiaria lata</i> (Schumach.) C.E.Hubb.	<i>Bra.Lat</i>	Poaceae	Th	AT	Native	NE
73	<i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf	<i>Bra.Mut</i>	Poaceae	H	Pan	Native	NE
74	<i>Brachiaria villosa</i> (Lam.) A.Camus	<i>Bra.Vil</i>	Poaceae	Th	Pal	Native	NE
75	<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	<i>Bri.Fer</i>	Phyllanthaceae	mp	AT	Native	NE
76	<i>Caesalpinia benthamiana</i> (Baill.) Herend. & Zarucchi	<i>Cae.Ben</i>	Fabaceae	Lmp	GC	Native	NE
77	<i>Caesalpinia bonduc</i> (L.) Roxb.	<i>Cae.Bon</i>	Fabaceae	Lmp	Pan	Native	NE
78	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	<i>Cae.Pul</i>	Fabaceae	mp	I	Exotique	CR
79	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	<i>Caj.Caj</i>	Fabaceae	np	I	Exotique	CR
80	<i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent.	<i>Cal.Bic</i>	Araceae	Ge	AN	Exotique	CR
81	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	<i>Cal.Muc</i>	Fabaceae	Lmp	AN	Exotique	EN
82	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) Dryand.	<i>Cal.Pro</i>	Apocynaceae	mp	As	Exotique	PE
83	<i>Capparis viminea</i> Oliv.	<i>Cap.Vim</i>	Capparaceae	mp	AT	Native	NE
84	<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Cap.Ann</i>	Solanaceae	np	I	Exotique	CR
85	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	<i>Cap.Chi</i>	Solanaceae	np	N	Exotique	CR
86	<i>Capsicum frutescens</i> L.	<i>Cap.Fru</i>	Solanaceae	np	Pan	Native	NE

87	<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Sw.	<i>Car.Gra</i>	Sapindaceae	Lmp	AN	Exotique	PE
88	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	<i>Car.Hal</i>	Sapindaceae	Lnp	Pan	Exotique	PE
89	<i>Carica papaya</i> L.	<i>Car.Pap</i>	Caricaceae	mp	I	Exotique	CR
90	<i>Carissa spinarum</i> L.	<i>Car.Spi</i>	Apocynaceae	mp	Pal	Native	NE
91	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G.Don	<i>Cat.Ros</i>	Apocynaceae	np	Pan	Native	NE
92	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	<i>Cei.Pen</i>	Malvaceae	MP	AT	Exotique	NE
93	<i>Celosia trigyna</i> L.	<i>Cel.Tri</i>	Amaranthaceae	Th	AM	Native	NE
94	<i>Celtis mildbraedii</i> Engl.	<i>Cel.Mil</i>	Cannabaceae	MP	GC	Native	NE
95	<i>Celtis philippensis</i> Blanco	<i>Cel.Phi</i>	Cannabaceae	mp	GC	Native	NE
96	<i>Celtis prantlii</i> Priemer ex Engl.	<i>Cel.Pra</i>	Cannabaceae	mp	GC	Native	NE
97	<i>Celtis toka</i> (Forssk.) Hepper & J.R.I.Wood	<i>Cel.Tok</i>	Cannabaceae	mp	GC	Native	NE
98	<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	<i>Cen.Pub</i>	Fabaceae	Lmp	AN	Exotique	PE
99	<i>Chamaecrista absus</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	<i>Cha.Abs</i>	Fabaceae	np	Pal	Native	NE
100	<i>Chamaecrista mimosoides</i> (L.) Greene	<i>Cha.Mim</i>	Fabaceae	np	SZ	Native	NE
101	<i>Chassalia kolly</i> (Schumach.) Hepper	<i>Cha.Kol</i>	Rubiaceae	np	GC	Native	NE
102	<i>Chloris barbata</i> Sw.	<i>Chl.Bar</i>	Poaceae	Th	Pan	Native	NE
103	<i>Chloris gayana</i> Kunth	<i>Chl.Gay</i>	Poaceae	H	AT	Native	NE
104	<i>Chloris pilosa</i> Schumach. & Thonn.	<i>Chl.Pil</i>	Poaceae	Th	AT	Native	NE
105	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	<i>Chr.Odo</i>	Compositae	np (Lmp)	Pan	Exotique	EN
106	<i>Cissus aralioides</i> (Welw. ex Baker) Planch.	<i>Cis.Ara</i>	Vitaceae	Lmp	GC	Native	NE
107	<i>Cissus petiolata</i> Hook.f.	<i>Cis.Pet</i>	Vitaceae	LmP	AT	Native	NE
108	<i>Cissus polyantha</i> Gilg & M.Brandt	<i>Cis.Pol</i>	Vitaceae	Lmp	GC	Native	NE
109	<i>Cissus populnea</i> Guill. & Perr.	<i>Cis.Pop</i>	Vitaceae	Lmp	AT	Native	NE
110	<i>Cissus quadrangularis</i> L.	<i>Cis.Qua</i>	Vitaceae	Lmp	Pal	Native	NE
111	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	<i>Cit.Lan</i>	Cucurbitaceae	Lnp	I	Exotique	CR
112	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	<i>Cit.Lim</i>	Rutaceae	mp	I	Exotique	CR
113	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	<i>Cit.Max</i>	Rutaceae	mp	I	Exotique	CR
114	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	<i>Cit.Sin</i>	Rutaceae	mp	I	Exotique	CR
115	<i>Clausena anisata</i> (Willd.) Hook.f. ex Benth.	<i>Cla.Ani</i>	Rutaceae	np	AT	Native	NE

116	<i>Cleome gynandra</i> L.	<i>Cle.Gyn</i>	Cleomaceae	Th	Pan	Native	NE
117	<i>Cleome rutidosperma</i> DC.	<i>Cle.Rut</i>	Cleomaceae	Th	Pan	Native	NE
118	<i>Cleome viscosa</i> L.	<i>Cle.Vis</i>	Cleomaceae	Th	Pan	Native	NE
119	<i>Clitoria falcata</i> Lam.	<i>Cli.Fal</i>	Fabaceae	Lnp	AN	Native	NE
120	<i>Cnestis ferruginea</i> Vahl ex DC.	<i>Cne.Fer</i>	Connaraceae	Lmp	AT	Native	NE
121	<i>Cocos nucifera</i> L.	<i>Coc.Nuc</i>	Arecaceae	mP	I	Exotique	CR
122	<i>Cola millenii</i> K.Schum.	<i>Col.Mil</i>	Malvaceae	mp	GC	Native	NE
123	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	<i>Col.Esc</i>	Araceae	Ge	Pal	Exotique	CR
124	<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	<i>Com.Acu</i>	Combretaceae	Lmp	AT	Native	NE
125	<i>Combretum adenogonium</i> Steud. ex A.Rich.	<i>Com.Ade</i>	Combretaceae	mp	AT	Native	NE
126	<i>Combretum collinum</i> Fresen.	<i>Com.Col</i>	Combretaceae	mp	AT	Native	NE
127	<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	<i>Com.Glu</i>	Combretaceae	mp	SZ	Native	NE
128	<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G.Don	<i>Com.Mol</i>	Combretaceae	mp	AT	Native	NE
129	<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill. & Perr.	<i>Com.Nig</i>	Combretaceae	mp	AT	Native	NE
130	<i>Combretum paniculatum</i> Vent.	<i>Com.Pan</i>	Combretaceae	Lmp	AT	Native	NE
131	<i>Combretum racemosum</i> P.Beauv.	<i>Com.Rac</i>	Combretaceae	Lmp	GC	Native	NE
132	<i>Commelina africana</i> L.	<i>Com.Afr</i>	Commelinaceae	Ch	GCW	Native	NE
133	<i>Commelina benghalensis</i> L.	<i>Com.Ben</i>	Commelinaceae	Ch	Pal	Exotique	PE
134	<i>Commelina bracteosa</i> Hassk.	<i>Com.Bra</i>	Commelinaceae	Ch	AT	Native	NE
135	<i>Commelina erecta</i> L.	<i>Com.Ere</i>	Commelinaceae	np	AT	Native	NE
136	<i>Commelina forsskalii</i> Vahl	<i>Com.For</i>	Commelinaceae	Ch	Pal	Native	NE
137	<i>Commelina lanceolata</i> R.Br.	<i>Com.Lan</i>	Commelinaceae	Ch	Pal	Native	NE
138	<i>Commelina ramulosa</i> (C.B.Clarke) H.Perrier	<i>Com.Ra m</i>	Commelinaceae	Ch	Pal	Native	NE
139	<i>Corchorus aestuans</i> L.	<i>Cor.Aes</i>	Malvaceae	Th	Pan	Native	NE
140	<i>Corchorus olitorius</i> L.	<i>Cor.Oli</i>	Malvaceae	np (Th)	Pan	Native	NE
141	<i>Corchorus tridens</i> L.	<i>Cor.Tri</i>	Malvaceae	np (Th)	Pal	Native	NE
142	<i>Corchorus trilocularis</i> L.	<i>Cor.Tri</i>	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
143	<i>Crassocephalum rubens</i> (Juss. ex Jacq.) S.Moore	<i>Cra.Rub</i>	Compositae	Th	Pan	Native	NE
144	<i>Crescentia cujete</i> L.	<i>Cre.Cuj</i>	Bignoniaceae	mP	N	Exotique	CR
145	<i>Crinum jagus</i> (J.Thomps.) Dandy	<i>Cri.Jag</i>	Amaryllidaceae	Gr	AT	Native	NE

146	<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G.Don) Benth.	<i>Cro.Feb</i>	Rubiaceae	mp	SZ	Native	NE
147	<i>Crotalaria lathyroides</i> Guill. & Perr.	<i>Cro.Lat</i>	Fabaceae	np	AT	Native	NE
148	<i>Crotalaria retusa</i> L.	<i>Cro.Ret</i>	Fabaceae	Ch	Pan	Native	NE
149	<i>Culcasia angolense</i> Welw. ex Schott	<i>Cul.Ang</i>	Araceae	LmP	AT	Native	NE
150	<i>Cussonia arborea</i> Hochst. ex A.Rich.	<i>Cus.Arb</i>	Araliaceae	mP	SZ	Native	NE
151	<i>Cyanotis lanata</i> Benth.	<i>Cya.Lan</i>	Commelinaceae	Ch	AT	Native	NE
152	<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H.Rob.	<i>Cya.Cin</i>	Compositae	np	Pan	Native	NE
153	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	<i>Cym.Cit</i>	Poaceae	H	Pan	Native	NE
154	<i>Cyperus haspan</i> L.	<i>Cyp.Has</i>	Cyperaceae	Ge	Pan	Native	NE
155	<i>Cyperus maculatus</i> Boeckeler	<i>Cyp.Mac</i>	Cyperaceae	H	AM	Native	NE
156	<i>Cyperus rotundus</i> L.	<i>Cyp.Rot</i>	Cyperaceae	Gr	Pan	Exotique	PE
157	<i>Cyphostemma adenocaula</i> (Steud. ex A.Rich.) Desc. ex Wild & R.B.Drumm.	<i>Cyp.Ade</i>	Vitaceae	Lmp	AT	Native	NE
158	<i>Cyphostemma flavicans</i> (Baker) Desc.	<i>Cyp.Fla</i>	Vitaceae	Hpy	AT	Native	NE
159	<i>Cyphostemma sokodense</i> (Gilg & M.Brandt) Desc.	<i>Cyp.Sok</i>	Vitaceae	Lmp	AT	Native	NE
160	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	<i>Dac.Aeg</i>	Poaceae	H (Ch)	Pal	Exotique	PE
161	<i>Dalbergia lactea</i> Vatke	<i>Dal.Lac</i>	Fabaceae	LmP	AT	Native	NE
162	<i>Dalbergia rufa</i> G.Don	<i>Dal.Ruf</i>	Fabaceae	LmP	Pan	Native	NE
163	<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalziel	<i>Dan.Oli</i>	Fabaceae	mP	SZ	Native	NE
164	<i>Datura stramonium</i> L.	<i>Dat.Str</i>	Solanaceae	Th	Cosm	Native	NE
165	<i>Deinbollia pinnata</i> (Poir.) Schumach. & Thonn.	<i>Dei.Pin</i>	Sapindaceae	np	GC	Native	NE
166	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	<i>Des.Ads</i>	Fabaceae	Ch	GC	Exotique	PE
167	<i>Desmodium gangeticum</i> (L.) DC.	<i>Des.Gan</i>	Fabaceae	Ch	Pal	Native	NE
168	<i>Desmodium ramosissimum</i> G.Don	<i>Des.Ram</i>	Fabaceae	np	AM	Native	NE
169	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	<i>Des.Tor</i>	Fabaceae	np	Pan	Native	NE
170	<i>Desmodium velutinum</i> (Willd.) DC.	<i>Des.Vel</i>	Fabaceae	np	Pal	Native	NE
171	<i>Dialium guineense</i> Willd.	<i>Dia.Gui</i>	Fabaceae	mP	GC	Native	NE
172	<i>Dichapetalum</i> <i>madagascariense</i> Poir.	<i>Dic.Mad</i>	Dichapetalaceae	Lmp	AT	Native	NE
173	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	<i>Dic.Cin</i>	Fabaceae	mp	AT	Exotique	PE

174	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	<i>Dig.Hor</i>	Poaceae	Th	AN	Native	EN
175	<i>Digitaria leptorhachis</i> (Pilg.) Stapf	<i>Dig.Lep</i>	Poaceae	Th	AT	Native	NE
176	<i>Diheteropogon amplexens</i> (Nees) Clayton	<i>Dih.Amp</i>	Poaceae	H	AT	Native	NE
177	<i>Diheteropogon hagerupii</i> Hitchc.	<i>Dih.Hag</i>	Poaceae	Th	AT	Native	NE
178	<i>Dioscorea alata</i> L.	<i>Dio.Ala</i>	Dioscoreaceae	LG	I	Exotique	CR
179	<i>Dioscorea praehensilis</i> Benth.	<i>Dio.Pra</i>	Dioscoreaceae	LG	GC	Native	NE
180	<i>Dioscorea preussii</i> Pax	<i>Dio.Pre</i>	Dioscoreaceae	LG	GC	Native	NE
181	<i>Dioscorea sagittifolia</i> var. <i>lecardii</i> (De Wild.) Nkounkou	<i>Dio.Lec</i>	Dioscoreaceae	Ge	AT	Native	NE
182	<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A.DC.	<i>Dio.Mes</i>	Ebenaceae	mP	AT	Native	NE
183	<i>Diospyros monbuttensis</i> Gürke	<i>Dio.Mon</i>	Ebenaceae	mp	GC	Native	NE
184	<i>Dissotis longisetosa</i> Gilg & Ledermann ex Engl.	<i>Dis.Lon</i>	Melastomatace ae	np	AT	Native	NE
185	<i>Dissotis thollonii</i> Cogn. ex Büttner	<i>Dis.Tho</i>	Melastomatace ae	np	AT	Native	NE
186	<i>Dolichos trilobus</i> L.	<i>Dol.Tri</i>	Fabaceae	LmP	Pan	Native	NE
187	<i>Dracaena arborea</i> (Willd.) Link	<i>Dra.Arb</i>	Asparagaceae	np	GC	Native	NE
188	<i>Drypetes floribunda</i> (Müll.Arg.) Hutch.	<i>Dry.Flo</i>	Putranjivaceae	mP	AT	Native	NE
189	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	<i>Dys.Amb</i>	Amaranthaceae	np	N	Exotique	CR
190	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	<i>Ech.Col</i>	Poaceae	Th	Pan	Exotique	PE
191	<i>Echinochloa muricata</i> (P.Beauv.) Fernald	<i>Ech.Mur</i>	Poaceae	Th	Cosm	Native	NE
192	<i>Ehretia cymosa</i> Thonn.	<i>Ehr.Cym</i>	Boraginaceae	mp	GC	Native	NE
193	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	<i>Ela.Gui</i>	Arecaceae	mP	GC	Native	CR
194	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	<i>Ele.Ind</i>	Poaceae	H (Th)	Pan	Native	EN
195	<i>Eleutheranthera ruderalis</i> (Sw.) Sch.Bip.	<i>Ele.Rud</i>	Compositae	Th	Pan	Native	EN
196	<i>Elionurus ciliaris</i> Kunth	<i>Eli.Cil</i>	Poaceae	H	AN	Native	NE
197	<i>Emilia coccinea</i> (Sims) G.Don	<i>Emi.Coc</i>	Compositae	Th	GC	Native	NE
198	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex DC.	<i>Emi.Son</i>	Compositae	Th	GC	Native	NE
199	<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	<i>Ent.Afr</i>	Fabaceae	mP	AT	Native	NE
200	<i>Eragrostis amabilis</i> (L.) Wight & Arn.	<i>Era.Ama</i>	Poaceae	Th	Pan	Native	NE

201	<i>Eragrostis aspera</i> (Jacq.) Nees	<i>Era.Asp</i>	Poaceae	Th	Pal	Native	NE
202	<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br.	<i>Era.Cil</i>	Poaceae	Th	Pan	Native	NE
203	<i>Eragrostis tremula</i> Hochst. ex Steud.	<i>Era.Tre</i>	Poaceae	Th	Pal	Native	NE
204	<i>Eriosema molle</i> Milne-Redh.	<i>Eri.Mol</i>	Fabaceae	Ch	SZ	Native	NE
205	<i>Erythrina senegalensis</i> DC.	<i>Ery.Sen</i>	Fabaceae	mp	AT	Native	NE
206	<i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.	<i>Euc.Ter</i>	Myrtaceae	mP	I	Exotique	PE
207	<i>Euphorbia convolvuloides</i> Hochst. ex Benth.	<i>Eup.Con</i>	Euphorbiaceae	Ch	AT	Native	NE
208	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	<i>Eup.Het</i>	Euphorbiaceae	Th	COA m	Exotique	PE
209	<i>Euphorbia hirta</i> L.	<i>Eup.Hir</i>	Euphorbiaceae	Ch	Pan	Native	NE
210	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	<i>Eup.Hys</i>	Euphorbiaceae	Th	AT	Native	NE
211	<i>Euphorbia thymifolia</i> L.	<i>Eup.Thy</i>	Euphorbiaceae	Ch	Pal	Native	NE
212	<i>Ficus asperifolia</i> Miq.	<i>Fic.Asp</i>	Moraceae	np	AT	Native	NE
213	<i>Ficus cordata</i> Thunb.	<i>Fic.Cor</i>	Moraceae	mp	SZ	Native	NE
214	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	<i>Fic.Exa</i>	Moraceae	mp	AT	Native	NE
215	<i>Ficus glumosa</i> Delile	<i>Fic.Glu</i>	Moraceae	mp	AT	Native	NE
216	<i>Ficus ovata</i> Lam.	<i>Fic.Ova</i>	Moraceae	(mp) Ep	AT	Native	NE
217	<i>Ficus platyphylla</i> Delile	<i>Fic.Pla</i>	Moraceae	mp	AT	Native	NE
218	<i>Ficus sur</i> Forssk.	<i>Fic.Sur</i>	Moraceae	mp	AT	Native	NE
219	<i>Ficus sycomorus</i> L.	<i>Fic.Syc</i>	Moraceae	mp	SZ	Native	NE
220	<i>Ficus thonningii</i> Blume	<i>Fic.Tho</i>	Moraceae	mp	AT	Native	NE
221	<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaudich.	<i>Fim.Lit</i>	Cyperaceae	Th	Pal	Native	NE
222	<i>Flacourtia flavescens</i> Willd.	<i>Fla.Fla</i>	Salicaceae	mp	AT	Native	NE
223	<i>Flueggea virosa</i> (Roxb. ex Willd.) Royle	<i>Flu.Vir</i>	Phyllanthaceae	np	Pal	Exotique	PE
224	<i>Gardenia erubescens</i> Stapf & Hutch.	<i>Gar.Eru</i>	Rubiaceae	np	SZ	Native	NE
225	<i>Gardenia ternifolia</i> Schumach. & Thonn.	<i>Gar.Ter</i>	Rubiaceae	np	Pal	Native	NE
226	<i>Gloriosa superba</i> L.	<i>Glo.Sup</i>	Colchicaceae	Ge	AT	Native	NE
227	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	<i>Gly.Max</i>	Fabaceae	mp	I	Exotique	CR
228	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	<i>Gos.Hir</i>	Malvaceae	np	I	Exotique	CR
229	<i>Grewia damine</i> Gaertn.	<i>Gre.Dam</i>	Malvaceae	mp	AT	Native	NE
230	<i>Grewia flavescens</i> Juss.	<i>Gre.Fla</i>	Malvaceae	mp	GC	Native	NE
231	<i>Grewia lasiodiscus</i> K.Schum.	<i>Gre.Las</i>	Malvaceae	mp	AT	Native	NE

232	<i>Grewia malacocarpa</i> Mast.	<i>Gre.Mal</i>	Malvaceae	LmP	GC	Native	NE
233	<i>Grewia mollis</i> Juss.	<i>Gre.Mol</i>	Malvaceae	np	AT	Native	NE
234	<i>Grewia pubescens</i> P.Beauv.	<i>Gre.Pub</i>	Malvaceae	mp	GC	Native	NE
235	<i>Griffonia simplicifolia</i> (DC.) Baill.	<i>Gri.Sim</i>	Fabaceae	Lmp	GC	Native	NE
236	<i>Gymnanthemum coloratum</i> (Willd.) H.Rob. & B.Kahn	<i>Gym.Col</i>	Compositae	mp	AT	Native	NE
237	<i>Gymnema sylvestre</i> (Retz.) R.Br. ex Sm.	<i>Gym.Syl</i>	Apocynaceae	LmP	Pal	Native	NE
238	<i>Gymnosporia senegalensis</i> (Lam.) Loes.	<i>Gym.Sen</i>	Celastraceae	np	SZ	Native	NE
239	<i>Hackelochloa granularis</i> (L.) Kuntze	<i>Hac.Gra</i>	Poaceae	Th	Pal	Native	NE
240	<i>Harrisonia abyssinica</i> Oliv.	<i>Har.Aby</i>	Rutaceae	mp	AT	Native	NE
241	<i>Heliotropium indicum</i> L.	<i>Hel.Ind</i>	Boraginaceae	Th	Pan	Native	NE
242	<i>Hewittia scandens</i> (J. König ex Milne) Mabb.	<i>Hew.Sca</i>	Convolvulaceae	Th	Pal	Native	NE
243	<i>Hexalobus monopetalus</i> (A.Rich.) Engl. & Diels	<i>Hex.Mon</i>	Annonaceae	mp	SZ	Native	NE
244	<i>Hibiscus acetosella</i> Welw. ex Hiern	<i>Hib.Ace</i>	Malvaceae	np	AT	Native	NE
245	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	<i>Hib.Can</i>	Malvaceae	Th	Pan	Native	NE
246	<i>Hibiscus diversifolius</i> Jacq.	<i>Hib.Div</i>	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
247	<i>Hibiscus squamosus</i> Hochr.	<i>Hib.Squ</i>	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
248	<i>Hibiscus sterculiifolius</i> (Guill. & Perr.) Steud.	<i>Hib.Ste</i>	Malvaceae	np	AT	Native	NE
249	<i>Hibiscus surattensis</i> L.	<i>Hib.Sur</i>	Malvaceae	Lnp	Pal	Native	NE
250	<i>Hildegardia barteri</i> (Mast.) Kosterm.	<i>Hil.Bar</i>	Malvaceae	mP	AT	Native	NE
251	<i>Holarrhena floribunda</i> (G.Don) T.Durand & Schinz	<i>Hol.Flo</i>	Apocynaceae	mP	AT	Native	NE
252	<i>Hoslundia opposita</i> Vahl	<i>Hos.Opp</i>	Lamiaceae	np	AM	Native	NE
253	<i>Hydrolea macrosepala</i> A.W.Benn.	<i>Hyd.Mac</i>	Hydroleaceae	np	AT	Native	NE
254	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	<i>Hym.Aci</i>	Phyllanthaceae	mp	SZ	Native	NE
255	<i>Hyparrhenia glabriuscula</i> (Hochst. ex A.Rich.) Andersson ex Stapf	<i>Hyp.Gla</i>	Poaceae	H	AT	Native	NE
256	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	<i>Hyp.Ruf</i>	Poaceae	H	Pan	Exotique	EN
257	<i>Hyparrhenia smithiana</i> (Hook.f.) Stapf	<i>Hyp.Smi</i>	Poaceae	H	AT	Native	NE
258	<i>Hyperthelia dissoluta</i> (Nees ex Steud.) Clayton	<i>Hyp.Dis</i>	Poaceae	H	AN	Native	EN
259	<i>Hyptis spicigera</i> Lam.	<i>Hyp.Spi</i>	Lamiaceae	Th	Pal	Native	NE

260	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	<i>Hyp.Sua</i>	Lamiaceae	Th	Pal	Exotique	PE
261	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raesch.	<i>Imp.Cyl</i>	Poaceae	Gr	Pal	Exotique	EN
262	<i>Indigofera dendroides</i> Jacq.	<i>Ind.Den</i>	Fabaceae	np	AT	Native	NE
263	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	<i>Ind.Hir</i>	Fabaceae	np	Pal	Native	NE
264	<i>Indigofera macrophylla</i> Schum. & Thonn.	<i>Ind.Mac</i>	Fabaceae	Lmp	GC	Native	EN
265	<i>Indigofera tetrasperma</i> Pers.	<i>Ind.Tet</i>	Fabaceae	Th	AT	Exotique	PE
266	<i>Indigofera trita</i> L.f.	<i>Ind.Tri</i>	Fabaceae	np	AT	Native	NE
267	<i>Ipomoea argenteaurata</i> Hallier f.	<i>Ipo.Arg</i>	Convolvulaceae	LTh	AT	Native	NE
268	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	<i>Ipo.Bat</i>	Convolvulaceae	Lmp	N	Exotique	CR
269	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	<i>Ipo.Car</i>	Convolvulaceae	mp	N	Exotique	CR
270	<i>Ipomoea eriocarpa</i> R. Br.	<i>Ipo.Eri</i>	Convolvulaceae	Th	Pal	Native	NE
271	<i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr.	<i>Ipo.Ind</i>	Convolvulaceae	Lmp	N	Exotique	PE
272	<i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.	<i>Ipo.Mau</i>	Convolvulaceae	Lmp	AT	Native	NE
273	<i>Ipomoea ochracea</i> (Lindl.) G. Don	<i>Ipo.Och</i>	Convolvulaceae	Th	AM	Exotique	PE
274	<i>Ipomoea quamoclit</i> L.	<i>Ipo.Qua</i>	Convolvulaceae	Lmp	N	Exotique	CR
275	<i>Jatropha curcas</i> L.	<i>Jat.Cur</i>	Euphorbiaceae	np	N	Exotique	CR
276	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	<i>Jat.Gos</i>	Euphorbiaceae	np	N	Exotique	CR
277	<i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth.	<i>Kig.Afr</i>	Bignoniaceae	mp	AT	Native	NE
278	<i>Kyllinga bulbosa</i> P.Beauv.	<i>Kyl.Bul</i>	Cyperaceae	Ge	AT	Native	NE
279	<i>Kyllinga erecta</i> Schumach.	<i>Kyl.Ere</i>	Cyperaceae	Ge	Mc	Native	NE
280	<i>Kyllinga squamulata</i> Vahl	<i>Kyl.Squ</i>	Cyperaceae	Th	Pan	Native	NE
281	<i>Lannea acida</i> A.Rich.	<i>Lan.Aci</i>	Anacardiaceae	mP	AT	Native	NE
282	<i>Lannea barteri</i> (Oliv.) Engl.	<i>Lan.Bar</i>	Anacardiaceae	mp	AT	Native	NE
283	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	<i>Lap.Aes</i>	Urticaceae	Th	Pan	Native	NE
284	<i>Launaea taraxacifolia</i> (Willd.) Amin ex C.Jeffrey	<i>Lau.Tar</i>	Compositae	np	AT	Native	PE
285	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i> Planch. ex Benth.	<i>Lec.Cup</i>	Sapindaceae	mp	GC	Native	NE
286	<i>Leersia hexandra</i> Sw.	<i>Lee.Hex</i>	Poaceae	H	Pan	Native	EN
287	<i>Lepisanthes senegalensis</i> (Poir.) Leenh.	<i>Lep.Sen</i>	Sapindaceae	mp	GC	Native	NE
288	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	<i>Leu.Leu</i>	Fabaceae	mp	N	Exotique	PE
289	<i>Lipocarpa chinensis</i> (Osbeck) J.Kern	<i>Lip.Chi</i>	Cyperaceae	H	Pal	Native	NE
290	<i>Lippia multiflora</i> Moldenke	<i>Lip.Mul</i>	Verbenaceae	np	SZ	Native	NE

Annexes

291	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) DC.	<i>Lon.Ser</i>	Fabaceae	mp	GC	Native	NE
292	<i>Loudetia hordeiformis</i> (Stapf) C.E.Hubb.	<i>Lou.Hor</i>	Poaceae	Th	AT	Native	EN
293	<i>Loudetia phragmitoides</i> (Peter) C.E.Hubb.	<i>Lou.Phr</i>	Poaceae	H	AT	Native	EN
294	<i>Ludwigia decurrens</i> Walter	<i>Lud.Dec</i>	Onagraceae	np	AN	Native	NE
295	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G.Don) Exell	<i>Lud.Hys</i>	Onagraceae	Th	Pal	Native	NE
296	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven	<i>Lud.Oct</i>	Onagraceae	np	AM	Native	NE
297	<i>Luffa cylindrica</i> (L.) M.Roem.	<i>Luf.Cyl</i>	Cucurbitaceae	Lmp	I	Exotique	PE
298	<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.	<i>Mac.Lat</i>	Fabaceae	Lmp	N	Exotique	PE
299	<i>Macrosphyra longistyla</i> (DC.) Hiern	<i>Mac.Lon</i>	Rubiaceae	Lmp	GC	Native	NE
300	<i>Mallotus oppositifolius</i> (Geiseler) Müll.Arg.	<i>Mal.Opp</i>	Euphorbiaceae	mp	AT	Native	EN
301	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	<i>Mal.Cor</i>	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
302	<i>Mangifera indica</i> L.	<i>Man.Ind</i>	Anacardiaceae	mP	I	Exotique	CR
303	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	<i>Man.Esc</i>	Euphorbiaceae	mp	I	Exotique	CR
304	<i>Margaritaria discoidea</i> (Baill.) G.L.Webster	<i>Mar.Dis</i>	Phyllanthaceae	mP	AT	Native	NE
305	<i>Mariscus cylindrostachyus</i> Steud.	<i>Mar.Cyl</i>	Cyperaceae	H	Pan	Native	NE
306	<i>Martynia annua</i> L.	<i>Mar.Ann</i>	Martyniaceae	np	N	Exotique	CR
307	<i>Melanthera scandens</i> (Schumach. & Thonn.) Roberty	<i>Mel.Sca</i>	Compositae	Lnp	GC	Native	NE
308	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	<i>Mel.Rep</i>	Poaceae	Th	SZ	Native	NE
309	<i>Merremia hederacea</i> (Burm. f.) Hallier f.	<i>Mer.Hed</i>	Convolvulaceae	Lmp	Pal	Native	NE
310	<i>Merremia pterygocaulos</i> (Choisy) Hallier f.	<i>Mer.Pte</i>	Convolvulaceae	Lmp	AM	Native	NE
311	<i>Mezoneuron benthamianum</i> (Baill.) Herend. & Zarucchi	<i>Mez.Ben</i>	Fabaceae	Lmp	AT	Native	NE
312	<i>Microstachys chamaelea</i> (L.) Müll.Arg.	<i>Mic.Cha</i>	Euphorbiaceae	np	Pal	Native	NE
313	<i>Millettia thonningii</i> (Schum. & Thonn.) Baker	<i>Mil.Tho</i>	Fabaceae	mp	DG	Native	NE
314	<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam.	<i>Mol.Nud</i>	Molluginaceae	Th	Pan	Native	NE
315	<i>Momordica charantia</i> L.	<i>Mom.Ch a</i>	Cucurbitaceae	Lnp	Pal	Native	NE
316	<i>Momordica cissoides</i> Planch. ex Benth.	<i>Mom.Cis</i>	Cucurbitaceae	Lnp	GC	Native	NE

Annexes

317	<i>Mondia whitei</i> (Hook.f.) Skeels	<i>Mon.Whi</i>	Apocynaceae	Lmp	AT	Native	NE
318	<i>Monechma ciliatum</i> (Jacq.) Milne-Redh.	<i>Mon.Cil</i>	Acanthaceae	Ch	AT	Native	NE
319	<i>Morinda lucida</i> Benth.	<i>Mor.Luc</i>	Rubiaceae	mp	AT	Native	NE
320	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	<i>Mor.Ole</i>	Moringaceae	mp	Pan	Native	NE
321	<i>Motandra guineensis</i> (Thonn.) A.DC.	<i>Mot.Gui</i>	Apocynaceae	Lmp	AT	Native	EN
322	<i>Mucuna poggei</i> Taub.	<i>Muc.Pog</i>	Fabaceae	Lmp	AT	Native	PE
323	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	<i>Muc.Pru</i>	Fabaceae	LTh	AT	Native	PE
324	<i>Mukia maderaspatana</i> (L.) M.Roem.	<i>Muk.Mad</i>	Cucurbitaceae	Hpy	Pal	Native	NE
325	<i>Musa sapientum</i> L.	<i>Mus.Sap</i>	Musaceae	mp	I	Exotique	CR
326	<i>Musa paradisiaca</i> L.	<i>Mus.Par</i>	Musaceae	mp	I	Exotique	CR
327	<i>Mussaenda elegans</i> Schumach. & Thonn.	<i>Mus.Ele</i>	Rubiaceae	Lmp	GC	Native	NE
328	<i>Mussaenda erythrophylla</i> Schumach. & Thonn.	<i>Mus.Ery</i>	Rubiaceae	Lmp	GC	Native	NE
329	<i>Myrianthus arboreus</i> P.Beauv.	<i>Myr.Arb</i>	Urticaceae	mp	GC	Native	NE
330	<i>Newbouldia laevis</i> (P.Beauv.) Seem.	<i>New.Lae</i>	Bignoniaceae	mp	GC	Native	NE
331	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	<i>Nic.Tab</i>	Solanaceae	np	N	Exotique	CR
332	<i>Ochna membranacea</i> Oliv.	<i>Och.Me m</i>	Ochnaceae	mp	AT	Native	NE
333	<i>Ocimum americanum</i> L.	<i>Oci.Ame</i>	Lamiaceae	np	Pan	Native	NE
334	<i>Ocimum basilicum</i> L.	<i>Oci.Bas</i>	Lamiaceae	np	Pal	Native	NE
335	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	<i>Oci.Gra</i>	Lamiaceae	np	Pal	Native	NE
336	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	<i>Old.Cor</i>	Rubiaceae	Ch	Pan	Native	NE
337	<i>Ophiuros exaltatus</i> (L.) Kuntze	<i>Oph.Exa</i>	Poaceae	np	As	Native	NE
338	<i>Opilia amentacea</i> Roxb.	<i>Opi.Ame</i>	Opiliaceae	Lmp	SZ	Native	NE
339	<i>Oplismenus burmanni</i> (Retz.) P.Beauv.	<i>Opl.Bur</i>	Poaceae	Ch	GC	Native	NE
340	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P.Beauv.	<i>Opl.Hir</i>	Poaceae	Ch	Pal	Native	NE
341	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	<i>Opu.Fic</i>	Cactaceae	np	I	Exotique	PE
342	<i>Oryza sativa</i> L.	<i>Ory.Sat</i>	Poaceae	Th	Cosm	Native	NE
343	<i>Oxyanthus racemosus</i> (Schumach. & Thonn.) Keay	<i>Oxy.Rac</i>	Rubiaceae	np	GC	Native	NE
344	<i>Oxyanthus subpunctatus</i> (Hiern) Keay	<i>Oxy.Sub</i>	Rubiaceae	np	GC	Native	NE
345	<i>Pandiaka angustifolia</i> (Vahl) Hepper	<i>Pan.Ang</i>	Amaranthaceae	Th	AT	Native	NE

346	<i>Panicum laxum</i> Sw.	<i>Pan.Lax</i>	Poaceae	Th	AN	Exotique	PE
347	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	<i>Pan.Max</i>	Poaceae	H	GC	Incertaine	EN
348	<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) G.Don	<i>Par.Big</i>	Fabaceae	mp	AT	Native	NE
349	<i>Paspalum orbiculatum</i> Poir.	<i>Pas.Orb</i>	Poaceae	H	Pal	Native	NE
350	<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.	<i>Pas.Scr</i>	Poaceae	H	SZ	Native	NE
351	<i>Passiflora foetida</i> L.	<i>Pas.Foe</i>	Passifloraceae	Lmp	AN	Exotique	PE
352	<i>Paullinia pinnata</i> L.	<i>Pau.Pin</i>	Sapindaceae	Lmp	AN	Native	NE
353	<i>Pauridiantha hirtella</i> (Benth.) Bremek.	<i>Pau.Hir</i>	Rubiaceae	mp	GC	Native	NE
354	<i>Pavetta corymbosa</i> (DC.) F.N.Williams	<i>Pav.Cor</i>	Rubiaceae	mp	AT	Native	NE
355	<i>Pennisetum pedicelatum</i> Trin.	<i>Pen.Ped</i>	Poaceae	Th	Pal	Native	EN
356	<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schult.	<i>Pen.Pol</i>	Poaceae	Th	Pan	Exotique	EN
357	<i>Pennisetum violaceum</i> (Lam.) Rich.	<i>Pen.Vio</i>	Poaceae	Th	Pan	Native	NE
358	<i>Pentanema indicum</i> (L.) Ling	<i>Pen.Ind</i>	Compositae	Th	Pal	Native	NE
359	<i>Pergularia daemia</i> (Forssk.) Chiov.	<i>Per.Dae</i>	Apocynaceae	Lmp	GC	Native	NE
360	<i>Pericopsis laxiflora</i> (Baker) Meeuwen	<i>Per.Lax</i>	Fabaceae	mp	AT	Native	NE
361	<i>Phaseolus lunatus</i> L.	<i>Pha.Lun</i>	Fabaceae	Lmp	SZ	Exotique	CR
362	<i>Phaseolus</i> <i>sp</i>	<i>Pha.sp</i>	Fabaceae	Lmp	I	Exotique	CR
363	<i>Phaulopsis imbricata</i> (Forssk.) Sweet	<i>Pha.Imb</i>	Acanthaceae	np	AT	Native	NE
364	<i>Philenoptera cyanescens</i> (Schum. & Thonn.) Roberty	<i>Phi.Cya</i>	Fabaceae	Lmp	AT	Native	NE
365	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.	<i>Phy.Ama</i>	Phyllanthaceae	np	Pan	Native	NE
366	<i>Phyllanthus pentandrus</i> Schumach. & Thonn.	<i>Phy.Pen</i>	Phyllanthaceae	np	AT	Native	NE
367	<i>Physalis angulata</i> L.	<i>Phy.Ang</i>	Solanaceae	Th	Pan	Exotique	PE
368	<i>Physalis minima</i> L.	<i>Phy.Min</i>	Solanaceae	Th	Pan	Native	NE
369	<i>Piper guineense</i> Schumach. & Thonn.	<i>Pip.Gui</i>	Piperaceae	Lmp	GC	Native	NE
370	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	<i>Pit.Dul</i>	Fabaceae	mp	N	Exotique	PE
371	<i>Plectranthus monostachyus</i> (P.Beauv.) B.J.Pollard	<i>Ple.Mon</i>	Lamiaceae	Th	AT	Native	NE
372	<i>Pleiocarpa pycnantha</i> (K.Schum.) Stapf	<i>Ple.Pyc</i>	Apocynaceae	np	AT	Native	NE
373	<i>Polysphaeria arbuscula</i> K.Schum.	<i>Pol.Arb</i>	Rubiaceae	mp	SZ	Native	NE

374	<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	<i>Por.Gra</i>	Portulacaceae	Ch	I	Exotique	PE
375	<i>Portulaca oleracea</i> L.	<i>Por.Ole</i>	Portulacaceae	Th	Cosm	Native	NE
376	<i>Portulaca quadrifida</i> L.	<i>Por.Qua</i>	Portulacaceae	Ch	Pan	Native	NE
377	<i>Pouteria alnifolia</i> (Baker) Roberty	<i>Pou.Aln</i>	Sapotaceae	mp	GC	Native	NE
378	<i>Pouzolzia guineensis</i> Benth.	<i>Pou.Gui</i>	Urticaceae	np	GC	Native	NE
379	<i>Premna hispida</i> Benth.	<i>Pre.His</i>	Lamiaceae	Lnp	GC	Native	NE
380	<i>Premna quadrifolia</i> Schumach. & Thonn.	<i>Pre.Qua</i>	Lamiaceae	Lnp	GC	Native	NE
381	<i>Pseudocedrela kotschy</i> (Schweinf.) Harms	<i>Pse.Kot</i>	Meliaceae	mp	SZ	Native	NE
382	<i>Psidium guajava</i> L.	<i>Psi.Gua</i>	Myrtaceae	mp	I	Exotique	CR
383	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	<i>Pte.Eri</i>	Fabaceae	mP	SZ	Native	NE
384	<i>Pupalia lappacea</i> (L.) Juss.	<i>Pup.Lap</i>	Amaranthaceae	np	Pal	Native	NE
385	<i>Pycnus scaetiae</i> Cherm.	<i>Pyc.Sca</i>	Cyperaceae	H	AT	Native	NE
386	<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.	<i>Rau.Vom</i>	Apocynaceae	mp	AT	Native	NE
387	<i>Reissantia indica</i> (Willd.) N.Hallé	<i>Rei.Ind</i>	Celastraceae	LmP	GC	Native	NE
388	<i>Rhynchelytrum</i> <i>reynaudioides</i> C.E. Hubb. ex Mildbr.	<i>Rhy.Rey</i>	Poaceae	Th	AT	Native	NE
389	<i>Rhynchosia buettneri</i> Harms	<i>Rhy.Bue</i>	Fabaceae	Lmp	AT	Native	NE
390	<i>Rhynchosia sublobata</i> (Schum.) Meikle	<i>Rhy.Sub</i>	Fabaceae	Lmp	AT	Native	NE
391	<i>Ricinus communis</i> L.	<i>Ric.Com</i>	Euphorbiaceae	mp	I	Exotique	PE
392	<i>Ritchiea reflexa</i> (Thonn. & Schumach.) Gilg & Gilg-Ben.	<i>Rit.Ref</i>	Capparaceae	np	AT	Native	NE
393	<i>Rothmannia longiflora</i> Salisb.	<i>Rot.Lon</i>	Rubiaceae	mp	GC	Native	NE
394	<i>Rothmannia urcelliformis</i> (Hiern) Bullock ex Robyns	<i>Rot.Urc</i>	Rubiaceae	mp	GC	Native	NE
395	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	<i>Rot.Coc</i>	Poaceae	Th	Pan	Exotique	EN
396	<i>Rourea coccinea</i> (Schumach. & Thonn.) Benth.	<i>Rou.Coc</i>	Connaraceae	mp	GC	Native	NE
397	<i>Rourea minor</i> (Gaertn.) Alston	<i>Rou.Min</i>	Connaraceae	LmP	AT	Native	NE
398	<i>Saba comorensis</i> (Bojer ex A.DC.) Pichon	<i>Sab.Com</i>	Apocynaceae	Lmp	AM	Native	NE
399	<i>Sarcocephalus latifolius</i> (Sm.) E.A.Bruce	<i>Sar.Lat</i>	Rubiaceae	mp	SZ	Native	NE
400	<i>Schizachyrium brevifolium</i> (Sw.) Buse	<i>Sch.Bre</i>	Poaceae	Th	Pan	Native	EN

401	<i>Schizachyrium platyphyllum</i> (Franch.) Stapf	Sch.Pla	Poaceae	H	AT	Native	EN
402	<i>Schizachyrium ruderale</i> Clayton	Sch.Rud	Poaceae	Th	AT	Native	NE
403	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Sco.Dul	Plantaginaceae	Ch	AT	Native	NE
404	<i>Secamone afzeli</i> (Roem. & Schult.) K.Schum.	Sec.Afz	Apocynaceae	mp	AT	Native	NE
405	<i>Senna alexandrina</i> Mill.	Sen.Ale	Fabaceae	mp	Pan	Native	NE
406	<i>Senna hirsuta</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Sen.Hir	Fabaceae	np	AN	Native	NE
407	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Sen.Obt	Fabaceae	np	Pan	Native	NE
408	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Sen.Occ	Fabaceae	np	Pan	Exotique	PE
409	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Sen.Sia	Fabaceae	mp	I	Exotique	PE
410	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Sen.Spe	Fabaceae	np	N	Exotique	PE
411	<i>Senna tora</i> (L.) Roxb.	Sen.Tor	Fabaceae	np	Pan	Native	NE
412	<i>Sericanthe chevalieri</i> (K.Krause) Robbr.	Ser.Che	Rubiaceae	Ch	AT	Native	NE
413	<i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth	Set.Bar	Poaceae	H	Pan	Exotique	EN
414	<i>Sida acuta</i> Burm.f.	Sid.Acu	Malvaceae	np	Pan	Exotique	PE
415	<i>Sida cordifolia</i> L.	Sid.Cor	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
416	<i>Sida hyssopifolia</i> C.Presl	Sid.Hys	Malvaceae	np	AN	Native	EN
417	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Sid.Rho	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
418	<i>Sida spinosa</i> L.	Sid.Spi	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
419	<i>Sida urens</i> L.	Sid.Ure	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
420	<i>Solanum aethiopicum</i> L.	Sol.Aet	Solanaceae	np	I	Exotique	CR
421	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Sol.Ame	Solanaceae	np	N	Exotique	CR
422	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Sol.Lyc	Solanaceae	Th	AN	Native	NE
423	<i>Solanum macrocarpon</i> L.	Sol.Mac	Solanaceae	np	I	Exotique	CR
424	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Sol.Tor	Solanaceae	np	Pan	Native	NE
425	<i>Sorghum arundinaceum</i> (Desv.) Stapf	Sor.Aru	Poaceae	H	AT	Exotique	PE
426	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Sor.Bic	Poaceae	H	SZ	Native	NE
427	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	Spa.Cam	Bignoniaceae	mP	GC	Native	NE
428	<i>Spermacoe radiata</i> (DC.) Hiern	Spe.Rad	Rubiaceae	Th	AT	Native	NE
429	<i>Spermacoe ruelliae</i> DC.	Spe.Rue	Rubiaceae	Th	AT	Native	NE
430	<i>Spermacoe verticillata</i> L.	Spe.Ver	Rubiaceae	Th	AT	Native	NE

431	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	<i>Spi.Ant</i>	Loganiaceae	Th	AN	Exotique	PE
432	<i>Spilanthus costata</i> Benth.	<i>Spi.Cos</i>	Compositae	Ch	AT	Native	EN
433	<i>Spondias mombin</i> L.	<i>Spo.Mom</i>	Anacardiaceae	mp	SZ	Exotique	NE
434	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P.Beauv.	<i>Spo.Pyr</i>	Poaceae	H	AT	Native	NE
435	<i>Sterculia setigera</i> Delile	<i>Ste.Set</i>	Malvaceae	mp	SZ	Native	NE
436	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	<i>Ste.Tra</i>	Malvaceae	mP	AT	Native	NE
437	<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	<i>Ste.Kun</i>	Bignoniaceae	mP	AT	Native	NE
438	<i>Stipagrostis amabilis</i> (Schweick.) De Winter	<i>Sti.Ama</i>	Poaceae	Th	AT	Native	NE
439	<i>Strychnos densiflora</i> Baill.	<i>Str.Den</i>	Loganiaceae	LmP	AT	Native	NE
440	<i>Stylochiton hypogeum</i> Lepr.	<i>Sty.Hyp</i>	Araceae	Ge	AT	Native	NE
441	<i>Stylochiton lancifolius</i> Kotschy & Peyr.	<i>Sty.Lan</i>	Araceae	Ge	SZ	Native	NE
442	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	<i>Syn.Nod</i>	Compositae	Th	Pan	Native	NE
443	<i>Tacazzea apiculata</i> Oliv.	<i>Tac.Api</i>	Apocynaceae	Lmp	AT	Native	NE
444	<i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss.	<i>Tal.Fru</i>	Talinaceae	Ep	GC	Native	NE
445	<i>Talipariti aruense</i> (Hatus. ex Borss. Waalk.) Fryxell	<i>Tal.Aru</i>	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
446	<i>Tectona grandis</i> L.f.	<i>Tec.Gra</i>	Lamiaceae	mP	I	Exotique	CR
447	<i>Tephrosia bracteolata</i> Guill. & Perr.	<i>Tep.Bra</i>	Fabaceae	Th	SZ	Native	NE
448	<i>Tephrosia elegans</i> Schum.	<i>Tep.Ele</i>	Fabaceae	np	AT	Native	NE
449	<i>Tephrosia sp</i>	<i>Tep.sp</i>	Fabaceae	np	Pan	Native	NE
450	<i>Teramnus labialis</i> (L.f.) Spreng.	<i>Ter.Lab</i>	Fabaceae	Lmp	AT	Native	NE
451	<i>Terminalia glaucescens</i> Planch. ex Benth.	<i>Ter.Gla</i>	Combretaceae	mp	AT	Native	NE
452	<i>Terminalia laxiflora</i> Engl.	<i>Ter.Lax</i>	Combretaceae	mp	AT	Native	NE
453	<i>Terminalia macroptera</i> Guill. & Perr.	<i>Ter.Mac</i>	Combretaceae	mp	AT	Native	NE
454	<i>Terminalia mollis</i> M.A.Lawson	<i>Ter.Mol</i>	Combretaceae	mp	AT	Native	NE
455	<i>Thevetia neriifolia</i> Juss. ex Steud.	<i>The.Ner</i>	Apocynaceae	mp	N	Exotique	CR
456	<i>Tiliacora funifera</i> (Miers) Oliv.	<i>Til.Fun</i>	Menispermaceae	Lmp	AT	Native	NE
457	<i>Tragia benthamii</i> Baker	<i>Tra.Ben</i>	Euphorbiaceae	Lnp	GC	Native	NE
458	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	<i>Tre.Ori</i>	Cannabaceae	mp	Pan	Native	NE
459	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	<i>Tri.Por</i>	Aizoaceae	Th	Pan	Native	NE
460	<i>Tribulus terrestris</i> L.	<i>Tri.Ter</i>	Zygophyllaceae	Ch	Pan	Native	NE

461	<i>Triclisia subcordata</i> Oliv.	<i>Tri.Sub</i>	Menispermaceae	Lmp	AT	Native	NE
462	<i>Tridax procumbens</i> (L.) L.	<i>Tri.Pro</i>	Compositae	Th	Pan	Exotique	EN
463	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum.	<i>Tri.Scl</i>	Malvaceae	MP	GC	Native	NE
464	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	<i>Tri.Rho</i>	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
465	<i>Uraria picta</i> (Jacq.) DC.	<i>Ura.Pic</i>	Fabaceae	Th	Pal	Native	NE
466	<i>Urena lobata</i> L.	<i>Ure.Lob</i>	Malvaceae	np	Pan	Native	NE
467	<i>Uvaria chamae</i> P.Beauv.	<i>Uva.Cha</i>	Annonaceae	Lmp	AT	Native	NE
468	<i>Vangueriella vanguerioides</i> (Hiern) Verdc.	<i>Van.Van</i>	Rubiaceae	mp	GCW	Native	NE
469	<i>Vernonia amygdalina</i> Delile	<i>Ver.Amy</i>	Compositae	mp	AT	Native	NE
470	<i>Vigna filicaulis</i> Hepper	<i>Vig.Fil</i>	Fabaceae	Lmp	SZ	Native	NE
471	<i>Vigna gracilis</i> (Guill. & Perr.) Hook.f.	<i>Vig.Gra</i>	Fabaceae	Lmp	Pal	Native	NE
472	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	<i>Vig.Ung</i>	Fabaceae	Lmp	Pal	Native	NE
473	<i>Vigna venulosa</i> Baker	<i>Vig.Ven</i>	Fabaceae	Lnp	AT	Native	NE
474	<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	<i>Vit.Par</i>	Sapotaceae	mP	AT	Exotique	CR
475	<i>Vitex doniana</i> Sweet	<i>Vit.Don</i>	Lamiaceae	mP	AT	Native	NE
476	<i>Waltheria indica</i> L.	<i>Wal.Ind</i>	Malvaceae	Ch	Pan	Native	NE
477	<i>Wissadula amplissima</i> (L.) R.E.Fr.	<i>Wis.Amp</i>	Malvaceae	np	AT	Native	NE
478	<i>Ximenia americana</i> L.	<i>Xim.Ame</i>	Olacaceae	mp	Pan	Native	NE
479	<i>Zanha golungensis</i> Hiern	<i>Zan.Gol</i>	Sapindaceae	mp	AT	Native	NE
480	<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i> (Lam.) Zepern. & Timler	<i>Zan.Zan</i>	Rutaceae	mp	AT	Native	NE
481	<i>Zea mays</i> L.	<i>Zea.May</i>	Poaceae	Th	I	Exotique	CR
482	<i>Zehneria hallii</i> C.Jeffrey	<i>Zeh.Hal</i>	Cucurbitaceae	Lnp	AT	Native	NE
483	<i>Zehneria thwaitesii</i> (Schweinf.) C.Jeffrey	<i>Zeh.Thw</i>	Cucurbitaceae	Lnp	Pal	Native	NE

Annexe 6.3 : Groupements végétaux complets

Groupement végétal 1		
77 Rottboellia cochinchinensis	-----*	120
77 Tridax procumbens	-----*	107
63 Ageratum conyzoides	-----*	103
52 Spilanthes costata	-----*	81
47 Euphorbia hirta	-----*	79
48 Digitaria horizontalis	-----*	71
42 Commelina benghalensis	-----*	65
25 Euphorbia heterophylla	-----*	57
34 Cyathillium cinereum	-----*	55
35 Eleutheranthera ruderalis	-----*	55
32 Blumea viscosa	-----*	53
27 Launaea taraxacifolia	-----*	45
36 Pennisetum pedicelatum	-----*	42
21 Zea mays	-----*	35
13 Boerhavia erecta	-----*	33
28 Phyllanthus amarus	-----*	32
14 Spigelia anthelmia	-----*	31
32 Pennisetum polystachion	-----*	31
18 Solanum lycopersicum	-----*	31
12 Acanthospermum hispidum	-----*	31
19 Desmodium ramosissimum	-----*	30
10 Brachiaria deflexa	-----*	29
19 Physalis angulata	-----*	29
41 Imperata cylindrica	-----*	29
7 Pentanema indicum	-----*	28
17 Talinum fruticosum	-----*	28
11 Brachiaria lata	-----*	28
11 Dactyloctenium aegyptium	-----*	27
11 Oldenlandia corymbosa	-----*	27
22 Paspalum scrobiculatum	-----*	26
11 Eragrostis ciliaris	-----*	25
20 Corchorus olitorius	-----*	24
6 Crassocephalum rubens	-----*	23
10 Acalypha ciliata	-----*	

11	<i>Commelina forsskalii</i>	-----*	22
20	<i>Mariscus cylindrostachyus</i>	-----*	21
13	<i>Corchorus aestuans</i>	-----*	21
8	<i>Stylochiton hypogeum</i>	-----*	20
17	<i>Loudetia hordeiformis</i>	-----*	20
8	<i>Celosia trigyna</i>	-----*	20
26	<i>Commelina erecta</i>	-----*	19
7	<i>Desmodium tortuosum</i>	-----*	19
7	<i>Vigna unguiculata</i>	-----*	19
6	<i>Eleusine indica</i>	-----*	19
8	<i>Aspilia paludosa</i>	-----*	18
16	<i>Aspilia africana</i>	-----*	18
52	<i>Panicum maximum</i>	-----*	18
4	<i>Chloris gayana</i>	-----*	18
5	<i>Cyperus rotundus</i>	-----*	17
10	<i>Melinis repens</i>	-----*	17
9	<i>Emilia sonchifolia</i>	-----*	16
6	<i>Ludwigia decurrens</i>	-----*	16
5	<i>Plectranthus monostachyus</i>	-----*	15
3	<i>Commelina lanceolata</i>	-----*	15
6	<i>Bidens pilosa</i>	-----*	15
10	<i>Sida hyssopifolia</i>	-----*	15
4	<i>Arachis hypogaea</i>	-----*	14
4	<i>Brachiaria villosa</i>	-----*	14
3	<i>Chloris barbata</i>	-----*	14
3	<i>Phyllanthus pentandrus</i>	-----*	14
2	<i>Eragrostis aspera</i>	-----*	14
2	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	-----*	14
5	<i>Stylochiton lancifolius</i>	-----*	14
4	<i>Colocasia esculenta</i>	-----*	14
3	<i>Alternanthera pungens</i>	-----*	14
5	<i>Baccharoides adoensis</i> var. <i>kotschyan</i>	-----*	13
5	<i>Boerhavia diffusa</i>	-----*	13
2	<i>Lipocarpa chinensis</i>	-----*	13
3	<i>Alysicarpus glumaceus</i>	-----*	13

2	Cyanotis lanata	-----*		12
7	Crotalaria retusa	-----*		12
4	Sorghum arundinaceum	-----*		12
4	Luffa cylindrica	-----*		12
4	Uraria picta	-----*		12
3	Microstachys chamaelea	-----*		12
4	Digitaria leptorhachis	-----*		12
3	Blumea adamsii	-----*		12
4	Andropogon tectorum	-----*		11
5	Emilia coccinea	-----*		11
4	Laportea aestuans	-----*		11
4	Setaria barbata	-----*		11
5	Indigofera trita	-----*		11
3	Merremia pterygocaulos	-----*		11
3	Oplismenus burmanni	-----*		10
6	Phaulopsis imbricata	-----*		10
3	Chloris pilosa	-----*		10
9	Ipomoea eriocarpa	-----*		10
2	Ipomoea argenteaurata	-----*		9
2	Biophytum zenkeri	-----*		9
2	Eragrostis amabilis	-----*		9
2	Ophiuros exaltatus	-----*		9
4	Spermacoce ruelliae	-----*		9
5	Oplismenus hirtellus	-----*		8
3	Dioscorea sagittifolia var. lecardii	-----*		8
3	Hibiscus squamosus	-----*		8
1	Adenia lobata	-----*		8
1	Capsicum chinense	-----*		8
1	Commelina ramulosa	-----*		8
1	Desmodium adscendens	-----*		8
1	Macroptilium lathyroides	-----*		8
2	Portulaca oleracea	-----*		8
3	Astraea lobata	-----*		7
1	Andropogon africanus	-----*		7
1	Cissus aralioides	-----*		

1 Citrullus lanatus	-----*	7	
1 Eragrostis tremula	-----*	7	
1 Panicum laxum	-----*	7	
1 Pouzolzia guineensis	-----*	7	
1 Brachiaria mutica	-----*	7	
1 Mukia maderaspatana	-----*	6	
1 Vigna gracilis	-----*	6	
1 Ipomoea batatas	-----*	6	
1 Ananas comosus	-----*	4	
Groupement végétal 2			
98 Elaeis guineensis	-----*		66
49 Manihot esculenta	-----*		64
71 Mallotus oppositifolius	-----*		60
55 Chassalia kolly	-----*		59
30 Cajanus cajan	-----*		58
70 Rourea coccinea	-----*		41
29 Triclisia subcordata	-----*		41
93 Azadirachta indica	-----*		39
43 Millettia thonningii	-----*		37
85 Flueggea virosa	-----*		37
48 Holarrhena floribunda	-----*		37
22 Desmodium velutinum	-----*		31
28 Paullinia pinnata	-----*		31
23 Macrosphyra longistyla	-----*		30
13 Dichapetalum madagascariense	-----*		28
52 Antiaris toxicaria var. africana	-----*		26
9 Lecaniodiscus cupanioides	-----*		26
18 Tiliacora funifera	-----*		24
28 Morinda lucida	-----*		23
23 Ficus exasperata	-----*		22
26 Margaritaria discoidea	-----*		21
20 Diospyros mespiliformis	-----*		20
22 Combretum paniculatum	-----*		19
79 Tectona grandis	-----*		19
18 Griffonia simplicifolia	-----*		19

18	Mezoneuron benthamianum	-----*		18
15	Deinbollia pinnata	-----*		17
6	Albizia adianthifolia	-----*		17
9	Reissantia indica	-----*		17
30	Albizia zygia	-----*		16
14	Ficus asperifolia	-----*		15
15	Ceiba pentandra	-----*		14
6	Philenoptera cyanescens	-----*		13
4	Ritchiea reflexa	-----*		12
19	Indigofera macrophylla	-----*		12
11	Spondias mombin	-----*		11
12	Combretum racemosum	-----*		11
8	Vitex doniana	-----*		11
4	Waltheria indica	-----*		11
8	Ehretia cymosa	-----*		10
6	Trema orientalis	-----*		10
3	Desmodium gangeticum	-----*		10
3	Pleiocarpa pycnantha	-----*		9
6	Cnestis ferruginea	-----*		9
2	Ricinus communis	-----*		8
12	Mangifera indica	-----*		8
4	Premna quadrifolia	-----*		7
1	Ipomoea indica	-----*		6
1	Combretum aculeatum	-----*		

Groupe végétal 3

25	Hexalobus monopetalus	-----*		55
22	Vitellaria paradoxa	-----*		42
28	Pseudocedrela kotschy	-----*		41
33	Bauhinia thonningii	-----*		39
45	Bridelia ferruginea	-----*		35
12	Gardenia ternifolia	-----*		30
13	Gymnosporia senegalensis	-----*		29
34	Pterocarpus erinaceus	-----*		28
16	Sarcocephalus latifolius	-----*		25
70	Chromolaena odorata	-----*		25
17	Stereospermum kunthianum	-----*		

17	Annona senegalensis	-----*		22
11	Lannea acida	-----*		22
32	Ficus sur	-----*		21
15	Combretum adenogonium	-----*		20
4	Cussonia arborea	-----*		17
7	Allophylus cobbe	-----*		16
14	Terminalia glaucescens	-----*		16
9	Terminalia macroptera	-----*		15
5	Ximenia americana	-----*		15
14	Lannea barteri	-----*		15
9	Combretum glutinosum	-----*		14
4	Grewia damine	-----*		14
2	Adenodolichos paniculatus	-----*		14
6	Daniellia oliveri	-----*		11
2	Gardenia erubescens	-----*		10
2	Acacia amentifera	-----*		10
1	Hewittia scandens	-----*		8
1	Leucaena leucocephala	-----*		8
4	Hymenocardia acida	-----*		8
7	Sterculia setigera	-----*		7

Groupe végétal 4

30	Hyperthelia dissoluta	-----*		52
17	Loudetia phragmitoides	-----*		32
11	Crinum jagus	-----*		29
9	Aneilema lanceolatum	-----*		24
9	Monechma ciliatum	-----*		21
5	Schizachyrium platyphyllum	-----*		21
16	Tephrosia elegans	-----*		19
4	Schizachyrium brevifolium	-----*		16
4	Cyphostemma adenocaulis	-----*		16
4	Hyparrhenia rufa	-----*		15
3	Pandiaka angustifolia	-----*		15
4	Vigna filicaulis	-----*		13
15	Cissus populnea	-----*		13
3	Diheteropogon amplexans	-----*		12

3 Hyparrhenia glabriuscula	-----*	
		12
2 Rhynchosia sublobata	-----*	
		11
2 Hyparrhenia smithiana	-----*	
		11
2 Pycneus scaettae	-----*	
		10
2 Hibiscus diversifolius	-----*	
		10
7 Indigofera dendroides	-----*	
		10
2 Dissotis thollonii	-----*	
		8
2 Vigna venulosa	-----*	
		8
1 Aspilia bussei	-----*	
		8
1 Barleria opaca	-----*	
		8
1 Hibiscus cannabinus	-----*	
		8
1 Schizachyrium ruderae	-----*	
		7
1 Baccharoides adoensis	-----*	
		7
2 Chamaecrista mimosoides	-----*	
		7
4 Aframomum cereum	-----*	
		7
1 Diheteropogon hagerupii	-----*	
		7
1 Tragia benthamii	-----*	
		6
1 Eriosema molle	-----*	
Groupement végétal 5		
19 Synedrella nodiflora	-----*	
		34
34 Triumfetta rhomboidea	-----*	
		29
9 Mucuna poggei	-----*	
		27
13 Calopogonium mucunoides	-----*	
		17
7 Urena lobata	-----*	
		12
15 Sporobolus pyramidalis	-----*	
		12
2 Corchorus tridens	-----*	
		12
3 Corchorus trilocularis	-----*	
		12
3 Physalis minima	-----*	
		9
2 Dioscorea alata	-----*	
		9
2 Mucuna pruriens	-----*	
		8
1 Aristida adscensionis	-----*	
		8
1 Echinochloa colona	-----*	
		8
1 Talipariti aruense	-----*	
		8
3 Alternanthera sessilis	-----*	
		7
1 Cyperus maculatus	-----*	
		7
1 Passiflora foetida	-----*	

Groupe végétal 6

19	Acacia polyacantha	-----*	
			34
44	Anogeissus leiocarpa	-----*	
			27
56	Lonchocarpus sericeus	-----*	
			20
13	Grewia mollis	-----*	
			14
19	Gossypium hirsutum	-----*	
			7
4	Ficus sycomorus	-----*	
			5
1	Carissa spinarum	-----*	

Groupe végétal 7

13	Pupalia lappacea	-----*	
			33
15	Sida acuta	-----*	
			11
6	Sida urens	-----*	
			10
2	Cleome rutidosperma	-----*	
			9
3	Musa sapientum	-----*	
			8
1	Gloriosa superba	-----*	

Groupe végétal 8

23	Combretum molle	-----*	
			31
14	Crossopteryx febrifuga	-----*	
			25
16	Terminalia laxiflora	-----*	
			21
13	Entada africana	-----*	
			16
3	Lippia multiflora	-----*	
			14
4	Grewia flavescens	-----*	
			11
2	Terminalia mollis	-----*	
			9
3	Dichrostachys cinerea	-----*	
			9
2	Combretum collinum	-----*	
			9
2	Combretum nigricans	-----*	
			8
1	Pericopsis laxiflora	-----*	
			7
3	Ficus platyphylla	-----*	
			7
1	Acacia ataxacantha	-----*	

Groupe végétal 9

4	Amaranthus spinosus	-----*	
			27
6	Malvastrum coromandelianum	-----*	
			12
4	Senna occidentalis	-----*	
			7
1	Ipomoea quamoclit	-----*	

Groupe végétal 10

4	Euphorbia thymifolia	-----*	
			26

7	Heliotropium indicum	-----*	
			17
4	Trianthema portulacastrum	-----*	
			14
2	Solanum americanum	-----*	
			12
2	Cleome gynandra	-----*	
			12
2	Cymbopogon citratus	-----*	
			8
1	Chamaecrista absus	-----*	
			7
2	Ocimum gratissimum	-----*	
Groupe ment végétal 11			
4	Citrus limon	-----*	
			23
10	Jatropha curcas	-----*	
			19
14	Gymnanthemum coloratum	-----*	
			19
5	Psidium guajava	-----*	
			17
3	Vernonia amygdalina	-----*	
			16
10	Senna hirsuta	-----*	
			14
5	Caesalpinia pulcherrima	-----*	
			12
8	Dracaena arborea	-----*	
			11
2	Caesalpinia bonduc	-----*	
			11
2	Senna tora	-----*	
			11
4	Spathodea campanulata	-----*	
			8
1	Piper guineense	-----*	
			7
3	Abutilon mauritianum	-----*	
			7
1	Bauhinia monandra	-----*	
			7
1	Opuntia ficus-indica	-----*	
			7
1	Rauvolfia vomitoria	-----*	
			7
1	Dalbergia rufa	-----*	
Groupe ment végétal 12			
4	Hibiscus surattensis	-----*	
			19
5	Hyptis suaveolens	-----*	
			14
2	Sida cordifolia	-----*	
			14
5	Teramnus labialis	-----*	
			10
6	Musa × paradisiaca	-----*	
Groupe ment végétal 13			
8	Dialium guineense	-----*	
			18
3	Mussaenda elegans	-----*	
			12
2	Celtis philippensis	-----*	
			12
5	Secamone afzeli	-----*	
			11
3	Polysphaeria arbuscula	-----*	

1 Celtis mildbraedii	-----*	8
1 Strychnos densiflora	-----*	7
Groupe végétal 14		
10 Aeschynomene sensitiva	-----*	17
8 Dissotis longisetosa	-----*	14
6 Paspalum orbiculatum	-----*	13
2 Oryza sativa	-----*	10
3 Tephrosia bracteolata	-----*	8
1 Kyllinga erecta	-----*	7
1 Elionurus ciliaris	-----*	6
1 Commelina africana	-----*	
Groupe végétal 15		
7 Capsicum annuum	-----*	17
4 Mollugo nudicaulis	-----*	12
4 Indigofera hirsuta	-----*	
Groupe végétal 16		
2 Cyperus haspan	-----*	17
2 Ludwigia hyssopifolia	-----*	8
1 Acroceras amplexans	-----*	8
1 Dolichos trilobus	-----*	
Groupe végétal 17		
5 Opilia amentacea	-----*	17
6 Vangueriella vanguerioides	-----*	9
7 Hoslundia opposita	-----*	
Groupe végétal 18		
6 Harrisonia abyssinica	-----*	16
16 Pouteria alnifolia	-----*	
Groupe végétal 19		
8 Drypetes floribunda	-----*	16
4 Motandra guineensis	-----*	14
2 Cissus polyantha	-----*	14
2 Oxanthus racemosus	-----*	14
5 Carica papaya	-----*	11
3 Hildegardia barteri	-----*	8
1 Rothmannia longiflora	-----*	8
1 Rothmannia urcelliformis	-----*	
Groupe végétal 20		
6 Momordica charantia	-----*	16

6	Pergularia daemia	-----*	
			11
3	Cardiospermum halicacabum	-----*	
			8
8	Anchomanes difformis	-----*	
			7
1	Cardiospermum grandiflorum	-----*	
			6
2	Hibiscus acetosella	-----*	
Groupement végétal 21			
10	Citrus sinensis	-----*	
			15
4	Ficus thonningii	-----*	
			15
4	Jatropha gossypifolia	-----*	
			13
3	Erythrina senegalensis	-----*	
			12
4	Capsicum frutescens	-----*	
			11
6	Newbouldia laevis	-----*	
			7
1	Moringa oleifera	-----*	
			6
1	Citrus maxima	-----*	
			6
1	Ipomoea carnea	-----*	
			5
2	Kigelia africana	-----*	
Groupement végétal 22			
3	Aneilema paludosum	-----*	
			15
2	Leersia hexandra	-----*	
Groupement végétal 23			
3	Ludwigia octovalvis	-----*	
			15
2	Scoparia dulcis	-----*	
Groupement végétal 24			
4	Cleome viscosa	-----*	
			14
2	Dysphania ambrosioides	-----*	
			8
1	Catharanthus roseus	-----*	
			8
2	Portulaca quadrifida	-----*	
Groupement végétal 25			
2	Celtis toka	-----*	
			13
6	Triplochiton scleroxylon	-----*	
Groupement végétal 26			
2	Crescentia cujete	-----*	
			12
7	Senna obtusifolia	-----*	
Groupement végétal 27			
2	Asparagus africanus	-----*	
			12
9	Cissus petiolata	-----*	
			12
9	Wissadula amplissima	-----*	
			8
1	Asparagus warneckei	-----*	
			8

1 Cyphostemma sokodense	-----*	
Groupement végétal 28		
5 Asystasia gangetica	-----*	
		12
17 Centrosema pubescens	-----*	
		8
3 Hackelochloa granularis	-----*	
Groupement végétal 29		
3 Clausena anisata	-----*	
		11
6 Zanthoxylum zanthoxyloides	-----*	
		10
4 Grewia lasiodiscus	-----*	
		10
7 Uvaria chamae	-----*	
		7
1 Dalbergia lactea	-----*	
		6
1 Albizia lebbeck	-----*	
Groupement végétal 30		
1 Annona muricata	-----*	
		9
1 Barleria lupulina	-----*	
Groupement végétal 31		
1 Bacopa floribunda	-----*	
		9
1 Kyllinga squamulata	-----*	
Groupement végétal 32		
1 Boerhavia repens	-----*	
		9
1 Caladium bicolor	-----*	
		9
1 Ochna membranacea	-----*	
		9
1 Solanum macrocarpon	-----*	
		9
1 Stipagrostis amabilis	-----*	
Groupement végétal 33		
1 Borassus aethiopum	-----*	
		9
1 Ficus glumosa	-----*	
		9
1 Thevetia neriifolia	-----*	
		8
2 Senna siamea	-----*	
Groupement végétal 34		
1 Celtis prantlii	-----*	
		9
1 Pauridiantha hirtella	-----*	
		9
1 Saba comorensis	-----*	
Groupement végétal 35		
1 Cissus quadrangularis	-----*	
		9
1 Hibiscus sterculiifolius	-----*	
		9
1 Merremia hederacea	-----*	
		9
1 Momordica cissoides	-----*	
Groupement végétal 36		
1 Crotalaria lathyroides	-----*	

1 Sida rhombifolia	-----*	9
2 Acroceras gabunense	-----*	8
1 Fimbristylis littoralis	-----*	8
Groupement végétal 37		
1 Culcasia angolense	-----*	
1 Mussaenda erythrophylla	-----*	9
1 Pavetta corymbosa	-----*	9
2 Albizia ferruginea	-----*	8
Groupement végétal 38		
1 Cyphostemma flavicans	-----*	
1 Spermacoce radiata	-----*	9
Groupement végétal 39		
1 Dioscorea praehensilis	-----*	
1 Grewia pubescens	-----*	9
2 Mondia whitei	-----*	8
2 Acacia macrostachya	-----*	7
Groupement végétal 40		
1 Dioscorea preussii	-----*	
1 Sericanthe chevalieri	-----*	9
2 Myrianthus arboreus	-----*	8
Groupement végétal 41		
1 Echinochloa muricata	-----*	
1 Tribulus terrestris	-----*	9
Groupement végétal 42		
1 Euphorbia convolvuloides	-----*	
1 Spermacoce verticillata	-----*	9
5 Ipomoea ochracea	-----*	7
1 Melanthera scandens	-----*	7
Groupement végétal 43		
1 Gymnema sylvestre	-----*	
1 Rhynchosia buettneri	-----*	9
2 Asystasia buettneri	-----*	8
Groupement végétal 44		
1 Hibiscus suratensis	-----*	
1 Indigofera tetrasperma	-----*	9
Groupement végétal 45		
1 Hydrolea macrosepala	-----*	
1 Zehneria thwaitesii	-----*	9
Groupement végétal 46		
1 Hyptis spicigera	-----*	

1 Kyllinga bulbosa	-----*		9
Groupe ment végétal 47			
1 Martynia annua	-----*		
1 Senna alexandrina	-----*		9
Groupe ment végétal 48			
1 Nicotiana tabacum	-----*		
1 Sida spinosa	-----*		9
2 Ocimum basilicum	-----*		8
Groupe ment végétal 49			
1 Solanum torvum	-----*		
1 Zanha golungensis	-----*		9
Groupe ment végétal 50			
2 Allophylus spicatus	-----*		
1 Senna spectabilis	-----*		8
3 Acacia sieberiana	-----*		7
Groupe ment végétal 51			
2 Alysicarpus rugosus	-----*		
1 Clitoria falcata	-----*		8
Groupe ment végétal 52			
2 Bombax costatum	-----*		
1 Tephrosia sp	-----*		8
2 Grewia malacocarpa	-----*		8
Groupe ment végétal 53			
1 Datura stramonium	-----*		
2 Pithecellobium dulce	-----*		8
Groupe ment végétal 54			
1 Ficus ovata	-----*		
2 Allophylus africanus	-----*		8
Groupe ment végétal 55			
2 Glycine max	-----*		
1 Rhynchelytrum reynaudioides	-----*		8
Groupe ment végétal 56			
2 Ocimum americanum	-----*		
1 Oxyanthus subpunctatus	-----*		8
Groupe ment végétal 57			
2 Pennisetum violaceum	-----*		
1 Portulaca grandiflora	-----*		8
Groupe ment végétal 58			
2 Phaseolus lunatus	-----*		
1 Phaseolus sp	-----*		8

Groupe végétal 59

1	Premna hispida	-----*	
			8
2	Blighia sapida	-----*	

Groupe végétal 60

1	Solanum aethiopicum	-----*	
			8
2	Sorghum bicolor	-----*	

Groupe végétal 61

1	Achyranthes aspera	-----*	
			7
3	Ipomoea mauritiana	-----*	
			5
4	Tacazzea apiculata	-----*	

Groupe végétal 62

1	Caesalpinia benthamiana	-----*	
			6
6	Abelmoschus esculentus	-----*	
			0
1	Cocos nucifera	*	
			0
1	Commelina bracteosa	*	

Annexe 6.4 : Profil écologique des espèces en fonction du descripteur utilisation des terres

Codes :		CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	Utiles Total	
Profil d'ensemble :		152	30	32	117	35	88	37	491	491
Fr. esp.	I. M.									
6	0.02	323	000	000	000	000	000	000	Abelmoschus	esculentus
		+++	.	.	.	.	.	.		
3	0.01	215	000	000	000	000	186	000	Abutilon	mauritianum
		.	.	.	.	.	.	.		
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Acacia	amentifera
		.	.	.	.	.	.	.		
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Acacia	ataxacantha
		.	.	.	.	.	.	.		
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Acacia	auriculiformis
		.	.	.	.	.	.	.		
2	0.01	000	818	000	000	000	279	000	Acacia	macrostachya
		.	.	.	.	.	.	.		
19	0.04	051	172	000	088	000	294	000	Acacia	polyacantha
		.	.	.	.	.	+++	.		
3	0.01	000	000	000	280	000	186	000	Acacia	sieberiana
		.	.	.	.	.	.	.		
10	0.04	323	000	000	000	000	000	000	Acalypha	ciliata
		+++	.	.	.	.	.	.		
12	0.04	188	000	511	035	000	000	000	Acanthospermum	hispidum
		+	.	++	.	.	.	.		
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Achyranthes	aspera
		.	.	.	.	.	.	.		
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Acroceras	amplectens
		.	.	.	.	.	.	.		
2	0.01	162	000	767	000	000	000	000	Acroceras	gabunense
		.	.	.	.	.	.	.		
5	0.02	065	655	000	084	000	000	265	Adansonia	digitata
		.	+	.	.	.	.	.		
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Adenia	lobata
		.	.	.	.	.	.	.		
2	0.01	000	000	000	210	000	000	664	Adenodolichos	paniculatus
		.	.	.	.	.	.	.		
10	0.03	065	000	000	252	281	000	000	Aeschynomene	sensitiva
		.	.	.	+	.	.	.		
4	0.01	000	000	000	210	000	139	332	Aframomum	cereum
		.	.	.	.	.	.	.		
63	0.14	251	000	097	053	045	000	000	Ageratum	conyzoides
		+++	-	.	--	.	---	--		
6	0.02	054	000	000	140	468	000	221	Albizia	adanthifolia
		.	.	.	.	.	.	.		
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Albizia	coriaria
		.	.	.	.	.	.	.		
2	0.01	000	818	767	000	000	000	000	Albizia	ferruginea
		.	.	.	.	.	.	.		
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Albizia	lebbeck
		.	.	.	.	.	.	.		
30	0.03	118	055	256	112	047	037	088	Albizia	zygia
		.	.	+	.	.	.	.		
2	0.01	000	000	000	210	000	000	664	Allophylus	africanus
		.	.	.	.	.	.	.		
7	0.02	185	000	000	180	000	000	000	Allophylus	cobbe
		.	.	.	.	.	.	.		
2	0.01	000	000	000	210	000	279	000	Allophylus	spicatus
		.	.	.	.	.	.	.		
3	0.01	000	000	000	280	468	000	000	Alternanthera	pungens
		.	.	.	.	.	.	.		
3	0.01	215	000	511	000	000	000	000	Alternanthera	sessilis
		.	.	.	.	.	.	.		
3	0.01	215	000	000	000	000	000	442	Alysicarpus	glumaceus
		.	.	.	.	.	.	.		
2	0.01	000	000	000	420	000	000	000	Alysicarpus	rugosus

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
4	0.02	081	000	999	000	000	000	000	Amaranthus spinosus
		.	.	+++	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	999	000	000	Ananas comosus
		.	.	.	.	.	.	.	
8	0.02	040	409	000	052	175	139	166	Anchomanes difformis
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	000	999	Andropogon africanus
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.02	000	000	000	105	351	139	332	Andropogon tectorum
		.	.	.	.	.	.	.	
9	0.02	036	000	000	233	000	186	000	Aneilema lanceolatum
		.	.	.	+	.	.	.	
3	0.01	108	000	000	280	000	000	000	Aneilema paludosum
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Annona muricata
		.	.	.	.	.	.	.	
17	0.03	076	000	000	148	083	098	234	Annona senegalensis
		.	.	.	.	.	.	.	
44	0.06	051	260	000	134	000	190	030	Anogeissus leiocarpa
		--	++	-	.	-	++	.	
52	0.05	081	283	030	097	135	097	077	Antiaris toxicaria var. a
		.	++	.	.	.	.	.	
4	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Arachis hypogaea
		++	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Aristida adscensionis
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	000	000	000	420	000	000	000	Asparagus africanus
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Asparagus warneckei
		.	.	.	.	.	.	.	
16	0.03	141	000	000	052	263	105	083	Aspilia africana
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Aspilia bussei
		.	.	.	.	.	.	.	
8	0.02	202	000	192	105	000	000	000	Aspilia paludosa
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.01	108	000	000	140	468	000	000	Astraea lobata
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	000	818	000	000	000	279	000	Asystasia buettneri
		.	.	.	.	.	.	.	
5	0.03	000	999	000	000	000	112	000	Asystasia gangetica
		.	+++	.	.	.	.	.	
93	0.05	090	123	181	095	136	066	114	Azadirachta indica
		.	.	+	.	.	-	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Baccharoides adoensis
		.	.	.	.	.	.	.	
5	0.01	258	000	000	084	000	000	000	Baccharoides adoensis var
		+	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Bacopa floribunda
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Barleria lupulina
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Barleria opaca
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Bauhinia monandra
		.	.	.	.	.	.	.	
33	0.04	108	000	000	165	000	085	161	Bauhinia thonningii
		.	.	.	+	.	.	.	
6	0.02	162	000	511	070	000	000	000	Bidens pilosa
		.	.	+	.	.	.	.	
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Biophytum zenkeri
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Blighia sapida
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.01	215	000	000	140	000	000	000	Blumea adamsii
		.	.	.	.	.	.	.	

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
32	0.08	273	000	048	039	000	017	000	Blumea viscosa
		+++	.	.	-	.	-	.	
5	0.02	194	000	614	000	000	000	000	Boerhavia diffusa
		.	.	+	.	.	.	.	
13	0.04	298	000	118	000	000	000	000	Boerhavia erecta
		+++	.	.	-	.	.	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Boerhavia repens
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	000	000	000	210	000	279	000	Bombax costatum
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	000	999	Borassus aethiopum
		.	.	.	.	.	.	.	
10	0.04	323	000	000	000	000	000	000	Brachiaria deflexa
		+++	.	.	.	.	.	.	
11	0.04	294	000	139	000	000	000	000	Brachiaria lata
		+++	.	.	-	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Brachiaria mutica
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Brachiaria villosa
		++	.	.	.	.	.	.	
45	0.04	086	036	000	121	094	149	118	Bridelia ferruginea
		.	.	-	.	.	+	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Caesalpinia benthamiana
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	000	000	767	000	000	000	664	Caesalpinia bonduc
		.	.	.	.	.	.	.	
5	0.04	000	000	999	000	281	000	000	Caesalpinia pulcherrima
		.	.	+++	.	.	.	.	
30	0.09	291	000	000	028	047	000	000	Cajanus cajan
		+++	.	.	-	.	--	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Caladium bicolor
		.	.	.	.	.	.	.	
13	0.03	075	000	236	097	324	000	204	Calopogonium mucunoides
		.	.	.	.	+	.	.	
3	0.01	215	000	000	140	000	000	000	Calotropis procera
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	999	000	000	Capparis viminea
		.	.	.	.	.	.	.	
7	0.02	323	000	000	000	000	000	000	Capsicum annum
		+++	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Capsicum chinense
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.02	162	409	384	000	000	000	000	Capsicum frutescens
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Cardiospermum grandifloru
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.02	000	000	999	000	000	186	000	Cardiospermum halicacabum
		.	.	+	.	.	.	.	
5	0.03	000	982	000	084	000	112	000	Carica papaya
		.	++	.	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Carissa spinarum
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Catharanthus roseus
		.	.	.	.	.	.	.	
15	0.04	043	436	307	084	000	112	000	Ceiba pentandra
		.	++	.	.	.	.	.	
8	0.02	242	000	000	052	000	070	000	Celosia trigyna
		+	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Celtis mildbraedii
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	000	818	000	000	000	279	000	Celtis philippensis
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Celtis prantlii
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.02	000	999	000	000	000	000	000	Celtis toka
		.	++	.	.	.	.	.	

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
17	0.02	095	193	000	099	165	066	156	Centrosema pubescens
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Chamaecrista absus
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Chamaecrista mimosoides
55	0.05	129	179	028	061	230	051	097	Chassalia kolly
3	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Chloris barbata
4	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Chloris gayana
3	0.01	215	000	000	140	000	000	000	Chloris pilosa
70	0.07	042	117	066	168	160	120	038	Chromolaena odorata
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Cissus aralioides
9	0.02	036	182	170	140	312	062	000	Cissus petiolata
2	0.02	000	999	000	000	000	000	000	Cissus polyantha
15	0.04	043	109	000	056	000	372	000	Cissus populnea
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Cissus quadrangularis
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Citrullus lanatus
4	0.03	000	000	999	000	000	000	332	Citrus limon
1	0.01	000	000	000	000	000	000	999	Citrus maxima
10	0.03	097	000	460	126	000	000	133	Citrus sinensis
3	0.01	000	546	000	280	000	000	000	Clausena anisata
2	0.02	000	000	999	000	000	000	000	Cleome gynandra
2	0.01	000	000	767	210	000	000	000	Cleome rutidosperma
4	0.02	081	000	999	000	000	000	000	Cleome viscosa
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Clitoria falcata
6	0.01	108	000	000	140	000	186	000	Cnestis ferriginea
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Cocos nucifera
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Cola millenii
4	0.01	162	000	384	105	000	000	000	Colocasia esculenta
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Combretum aculeatum
15	0.03	043	000	000	196	000	149	177	Combretum adenogonium
2	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Combretum collinum
9	0.03	000	000	000	187	000	248	147	Combretum glutinosum
23	0.06	042	000	000	073	000	388	000	Combretum molle
2	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Combretum nigricans
22	0.03	147	000	139	076	064	127	000	Combretum paniculatum

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
12	0.03	054	000	000	105	351	186	000	Combretum racemosum
		.	.	.	.	+	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Commelina africana
		.	.	.	.	.	.	.	
42	0.10	261	000	110	030	033	000	032	Commelina benghalensis
		+++	.	.	--	.	---	.	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Commelina bracteosa
		.	.	.	.	.	.	.	
26	0.03	137	000	059	129	162	043	051	Commelina erecta
		.	.	.	.	.	.	.	
11	0.02	147	000	139	076	128	000	241	Commelina forsskalii
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.01	000	000	000	140	468	186	000	Commelina lanceolata
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Commelina ramulosa
		.	.	.	.	.	.	.	
13	0.04	248	000	236	032	000	000	000	Corchorus aestuans
		+++	.	.	.	.	.	.	
20	0.04	226	000	153	084	000	000	000	Corchorus olitorius
		+++	.	.	.	.	-	.	
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Corchorus tridens
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.01	108	000	511	000	468	000	000	Corchorus trilocularis
		.	.	.	.	.	.	.	
6	0.01	215	000	000	140	000	000	000	Crassocephalum rubens
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	162	000	767	000	000	000	000	Crescentia cujete
		.	.	.	.	.	.	.	
11	0.03	029	000	000	114	000	355	000	Crinum jagus
		.	.	.	.	.	+++	.	
14	0.05	046	000	000	030	000	438	000	Crossopteryx febrifuga
		.	.	.	.	.	+++	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Crotalaria lathyroides
		.	.	.	.	.	.	.	
7	0.02	185	000	219	120	000	000	000	Crotalaria retusa
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Culcasia angolense
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.02	000	000	000	420	000	000	000	Cussonia arborea
		.	.	.	++	.	.	.	
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Cyanotis lanata
		.	.	.	.	.	.	.	
34	0.06	238	000	045	049	083	016	039	Cyanthillium cinereum
		+++	.	.	-	.	--	.	
2	0.02	000	000	999	000	000	000	000	Cymbopogon citratus
		.	.	++	.	.	.	.	
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Cyperus haspan
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Cyperus maculatus
		.	.	.	.	.	.	.	
5	0.02	129	000	614	000	000	000	265	Cyperus rotundus
		.	.	+	.	.	.	.	
4	0.01	000	000	000	210	000	279	000	Cyphostemma adenocaula
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Cyphostemma flavicans
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Cyphostemma sokodense
		.	.	.	.	.	.	.	
11	0.03	264	000	139	038	000	000	000	Dactyloctenium aegyptium
		+++	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Dalbergia lactea
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	999	000	000	Dalbergia rufa
		.	.	.	.	.	.	.	
6	0.02	054	000	000	070	000	279	221	Daniellia oliveri
		.	.	.	.	.	.	.	

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Datura stramonium
15	0.04	172	000	102	000	374	000	177	Deinbollia pinnata
		+	.	.	-	+	-	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Desmodium adscendens
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.02	000	000	000	140	935	000	000	Desmodium gangeticum
		.	.	.	.	+	.	.	
19	0.03	153	000	000	110	222	029	070	Desmodium ramosissimum
		.	.	.	.	.	.	.	
7	0.02	231	000	000	060	000	080	000	Desmodium tortuosum
		+	.	.	.	.	.	.	
22	0.04	117	000	000	095	446	025	060	Desmodium velutinum
		.	.	.	.	+++	.	.	
8	0.04	081	999	000	000	000	070	000	Dialium guineense
		.	+++	.	.	.	.	.	
13	0.02	099	126	118	097	216	043	102	Dichapetalum madagascarie
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.01	108	000	000	280	000	000	000	Dichrostachys cinerea
		.	.	.	.	.	.	.	
48	0.13	276	000	000	061	000	000	000	Digitaria horizontalis
		+++	-	-	-	-	---	-	
4	0.01	242	000	000	000	351	000	000	Digitaria leptorhachis
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.01	000	000	000	280	000	186	000	Diheteropogon amplexans
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Diheteropogon hagerupii
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Dioscorea alata
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Dioscorea praeheensis
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Dioscorea preussii
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.01	215	000	000	000	000	186	000	Dioscorea sagittifolia va
		.	.	.	.	.	.	.	
20	0.04	048	491	000	126	070	084	066	Diospyros mespiliformis
		.	+++	.	.	.	.	.	
3	0.01	108	546	000	000	468	000	000	Diospyros monbuttensis
		.	.	.	.	.	.	.	
8	0.02	162	000	000	105	351	000	000	Dissotis longisetosa
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	000	000	000	210	000	279	000	Dissotis thollonii
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Dolichos trilobus
		.	.	.	.	.	.	.	
8	0.03	121	000	767	000	000	000	166	Dracaena arborea
		.	.	+++	.	.	.	.	
8	0.07	000	999	000	000	000	000	000	Drypetes floribunda
		.	+++	.	.	.	.	.	
2	0.02	000	000	999	000	000	000	000	Dysphania ambrosioides
		.	.	++	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Echinochloa colona
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Echinochloa muricata
		.	.	.	.	.	.	.	
8	0.03	162	000	192	000	351	000	166	Ehretia cymosa
		.	.	.	.	.	.	.	
98	0.10	155	033	047	103	200	011	081	Elaeis guineensis
		+++	-	.	.	++	---	.	
6	0.02	215	000	256	070	000	000	000	Eleusine indica
		.	.	.	.	.	.	.	
35	0.08	268	000	088	036	000	016	000	Eleutheranthera ruderalis
		+++	.	.	-	.	--	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Elionurus ciliaris
		.	.	.	.	.	.	.	

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
5	0.01	258	000	000	084	000	000	000	Emilia coccinea
		+	.	.	.	.	.	.	
9	0.02	108	000	170	140	312	000	000	Emilia sonchifolia
		.	.	.	.	.	.	.	
13	0.03	050	000	000	258	000	129	000	Entada africana
		.	.	.	++	.	.	.	
2	0.02	000	000	999	000	000	000	000	Eragrostis amabilis
		.	.	++	.	.	.	.	
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Eragrostis aspera
		.	.	.	.	.	.	.	
11	0.02	206	000	139	114	000	000	000	Eragrostis ciliaris
		+	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Eragrostis tremula
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Eriosema molle
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.02	108	000	999	000	000	000	000	Erythrina senegalensis
		.	.	+	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Eucalyptus tereticornis
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Euphorbia convolvuloides
		.	.	.	.	.	.	.	
25	0.06	271	000	000	067	000	000	000	Euphorbia heterophylla
		+++	.	.	.	.	--	.	
47	0.09	227	000	131	063	060	000	028	Euphorbia hirta
		+++	-	.	-	.	---	.	
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Euphorbia hyssopifolia
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.03	000	000	999	000	000	000	000	Euphorbia thymifolia
		.	.	+++	.	.	.	.	
14	0.03	185	000	110	030	301	000	095	Ficus asperifolia
		+	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	999	000	000	Ficus cordata
		.	.	.	.	.	.	.	
23	0.04	154	213	000	055	183	024	115	Ficus exasperata
		+	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	000	999	Ficus glumosa
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Ficus ovata
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.02	000	000	000	000	000	558	000	Ficus platyphylla
		.	.	.	.	.	++	.	
32	0.03	131	051	000	144	044	070	083	Ficus sur
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.02	162	000	767	000	000	000	000	Ficus sycomorus
		.	.	+	.	.	.	.	
4	0.02	081	000	999	000	000	000	000	Ficus thonningii
		.	.	+++	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Fimbristylis littoralis
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Flacourtia flavescens
		.	.	.	.	.	.	.	
85	0.04	099	039	036	138	083	098	109	Flueggea virosa
		.	.	-	+	.	.	.	
2	0.01	162	000	000	000	000	279	000	Gardenia erubescens
		.	.	.	.	.	.	.	
12	0.02	108	000	000	070	000	139	332	Gardenia ternifolia
		.	.	.	.	.	.	+	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Gloriosa superba
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Glycine max
		.	.	.	.	.	.	.	
19	0.05	272	000	081	044	000	000	000	Gossypium hirsutum
		+++	.	.	.	.	-	.	
4	0.01	000	000	000	210	000	139	332	Grewia damine
		.	.	.	.	.	.	.	

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
4	0.02	000	000	000	000	000	558	000	Grewia flavescens
		.	.	.	.	.	+++	.	
4	0.01	081	000	000	210	000	139	000	Grewia lasiodiscus
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	000	000	000	420	000	000	000	Grewia malacocarpa
		.	.	.	.	.	.	.	
13	0.03	075	126	000	258	000	043	000	Grewia mollis
		.	.	.	++	.	.	.	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Grewia pubescens
		.	.	.	.	.	.	.	
18	0.03	054	091	000	117	234	155	074	Griffonia simplicifolia
		.	.	.	.	.	.	.	
14	0.02	069	000	329	120	100	080	095	Gymnanthemum coloratum
		.	.	+	.	.	.	.	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Gymnema sylvestre
		.	.	.	.	.	.	.	
13	0.02	124	000	000	097	108	086	204	Gymnosporia senegalensis
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.01	215	000	000	140	000	000	000	Hackelochloa granularis
		.	.	.	.	.	.	.	
6	0.03	000	546	000	000	000	372	000	Harrisonia abyssinica
		.	+	.	.	.	+	.	
7	0.05	046	000	999	000	000	000	000	Heliotropium indicum
		.	.	+++	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Hewittia scandens
		.	.	.	.	.	.	.	
25	0.04	065	000	000	084	000	223	265	Hexalobus monopetalus
		.	.	.	.	.	++	+	
2	0.01	162	000	767	000	000	000	000	Hibiscus acetosella
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Hibiscus cannabinus
		.	.	.	.	.	.	.	
2	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Hibiscus diversifolius
		.	.	.	.	.	+	.	
3	0.01	108	000	000	280	000	000	000	Hibiscus squamosus
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Hibiscus sterculiifolius
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Hibiscus suratensis
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.02	000	000	384	210	351	000	000	Hibiscus surattensis
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.02	000	999	000	000	000	000	000	Hildegardia barteri
		.	+++	.	.	.	.	.	
48	0.04	148	102	000	061	117	093	111	Holarrhena floribunda
		++	.	-	-	.	.	.	
7	0.02	000	000	000	180	000	319	000	Hoslundia opposita
		.	.	.	.	.	+	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Hydrolea macrosepala
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.01	081	000	000	315	000	000	000	Hymenocardia acida
		.	.	.	+	.	.	.	
3	0.02	000	000	000	000	000	558	000	Hyparrhenia glabriuscula
		.	.	.	.	.	++	.	
4	0.02	000	000	000	105	000	418	000	Hyparrhenia rufa
		.	.	.	.	.	+	.	
2	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Hyparrhenia smithiana
		.	.	.	.	.	+	.	
30	0.08	000	000	000	224	000	223	088	Hyperthelia dissoluta
		---	.	.	+++	.	++	.	
1	0.01	000	000	000	000	999	000	000	Hyptis spicigera
		.	.	.	.	.	.	.	
5	0.02	000	000	307	168	561	000	000	Hyptis suaveolens
		.	.	.	.	+	.	.	
41	0.06	142	000	000	113	171	000	227	Imperata cylindrica
		+	.	.	.	.	---	+	

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
7	0.02	046	000	000	180	000	080	379	Indigofera dendroides
4	0.01	162	000	000	105	351	000	000	Indigofera hirsuta
19	0.03	051	000	162	088	222	147	140	Indigofera macrophylla
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Indigofera tetrasperma
5	0.01	065	000	000	168	000	112	265	Indigofera trita
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Ipomoea argenteaurata
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Ipomoea batatas
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Ipomoea carnea
9	0.02	108	000	000	280	000	000	000	Ipomoea eriocarpa
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Ipomoea indica
3	0.02	000	546	000	000	000	372	000	Ipomoea mauritiana
5	0.02	065	000	614	084	281	000	000	Ipomoea ochracea
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Ipomoea quamoclit
10	0.05	065	000	921	042	000	000	133	Jatropha curcas
4	0.03	000	000	999	000	000	000	000	Jatropha gossypifolia
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Kigelia africana
1	0.01	000	000	000	000	999	000	000	Kyllinga bulbosa
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Kyllinga erecta
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Kyllinga squamulata
11	0.04	000	000	000	153	000	355	000	Lanea acida
14	0.03	069	000	000	150	000	120	284	Lanea barteri
4	0.01	242	000	384	000	000	000	000	Laportea aestuans
27	0.06	251	000	000	047	000	062	000	Launaea taraxacifolia
9	0.03	108	182	000	047	468	000	147	Lecaniodiscus cupanioides
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Leersia hexandra
4	0.01	081	000	384	105	000	139	000	Lepisanthes senegalensis
1	0.01	000	000	000	000	000	000	999	Leucaena leucocephala
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Lipocarpa chinensis
3	0.01	000	000	000	280	000	186	000	Lippia multiflora
56	0.05	127	000	027	120	000	130	095	Lonchocarpus sericeus
17	0.03	076	000	000	222	083	098	000	Loudetia hordeiformis
17	0.05	000	000	000	272	000	197	000	Loudetia phragmitoides
6	0.01	215	000	000	140	000	000	000	Ludwigia decurrens

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Ludwigia hyssopifolia
3	0.01	108	000	000	280	000	000	000	Ludwigia octovalvis
4	0.01	162	000	384	105	000	000	000	Luffa cylindrica
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Macroptilium lathyroides
23	0.02	084	071	067	091	122	121	173	Macrosphyra longistyla
71	0.05	127	115	022	100	158	039	131	Mallotus oppositifolius
		+	.	-	.	.	--	.	
6	0.02	054	000	767	140	000	000	000	Malvastrum coromandelianu
		.	.	++	.	.	.	.	
12	0.02	135	000	000	140	234	000	111	Mangifera indica
49	0.13	264	000	000	026	143	000	027	Manihot esculenta
		+++	-	-	---	.	---	.	
26	0.03	087	189	000	065	108	107	255	Margaritaria discoidea
		.	.	.	.	.	.	+	
20	0.04	162	000	153	084	281	000	000	Mariscus cylindrostachyus
		+	.	.	.	+	-	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Martynia annua
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Melanthera scandens
10	0.03	097	000	000	168	421	000	000	Melinis repens
		.	.	.	.	+	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Merremia hederacea
3	0.02	108	000	000	000	935	000	000	Merremia pterygocaulos
		.	.	.	.	+	.	.	
18	0.02	090	000	170	117	000	155	074	Mezoneuron benthamianum
3	0.01	215	000	000	000	000	000	442	Microstachys chamaelea
43	0.04	075	228	036	107	130	130	031	Millettia thonningii
		.	+	.	.	.	.	.	
4	0.01	242	000	384	000	000	000	000	Mollugo nudicaulis
6	0.02	108	000	511	070	000	093	000	Momordica charantia
		.	.	+	.	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Momordica cissoides
2	0.02	000	999	000	000	000	000	000	Mondia whitei
		.	++	.	.	.	.	.	
9	0.02	036	000	000	280	000	124	000	Monechma ciliatum
		.	.	.	++	.	.	.	
28	0.04	173	058	110	015	000	100	190	Morinda lucida
		++	.	.	--	.	.	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Moringa oleifera
4	0.03	000	999	000	000	000	000	000	Motandra guineensis
		.	+++	.	.	.	.	.	
9	0.02	072	000	000	280	000	000	147	Mucuna poggei
		.	.	.	++	.	.	.	
2	0.01	000	000	000	210	701	000	000	Mucuna pruriens
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Mukia maderaspatana
3	0.01	000	000	000	420	000	000	000	Musa sapientum
		.	.	.	+	.	.	.	
6	0.02	269	000	256	000	000	000	000	Musa × paradisiaca
		+	.	.	.	.	.	.	
3	0.02	000	999	000	000	000	186	000	Mussaenda elegans
		.	+	.	.	.	.	.	

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Mussaenda erythrophylla
2	0.02	000	999	000	000	000	000	000	Myrianthus arboreus
6	0.03	162	000	767	000	000	000	000	Newbouldia laevis
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Nicotiana tabacum
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Ochna membranacea
2	0.01	000	000	767	000	000	279	000	Ocimum americanum
2	0.01	162	000	767	000	000	000	000	Ocimum basilicum
2	0.01	162	000	767	000	000	000	000	Ocimum gratissimum
11	0.03	294	000	000	038	000	000	000	Oldenlandia corymbosa
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Ophiuros exaltatus
5	0.02	000	327	000	084	281	112	265	Opilia amentacea
3	0.01	215	000	000	140	000	000	000	Oplismenus burmanni
5	0.01	129	000	000	252	000	000	000	Oplismenus hirtellus
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Opuntia ficus-indica
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Oryza sativa
2	0.02	000	999	000	000	000	000	000	Oxyanthus racemosus
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Oxyanthus subpunctatus
3	0.01	000	000	000	280	000	186	000	Pandiaka angustifolia
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Panicum laxum
52	0.05	099	094	030	065	162	182	026	Panicum maximum
8	0.02	081	000	000	157	175	139	000	Parkia biglobosa
6	0.02	215	000	000	070	234	000	000	Paspalum orbiculatum
22	0.04	132	000	000	153	064	000	241	Paspalum scrobiculatum
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Passiflora foetida
28	0.03	127	117	000	105	150	060	095	Paullinia pinnata
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Pauridiantha hirtella
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Pavetta corymbosa
36	0.04	126	000	043	128	234	046	037	Pennisetum pedicelatum
32	0.05	121	000	000	144	175	000	207	Pennisetum polystachion
2	0.01	162	000	000	000	000	279	000	Pennisetum violaceum
7	0.02	277	000	000	060	000	000	000	Pentanema indicum
6	0.02	108	000	767	070	000	000	000	Pergularia daemia
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Pericopsis laxiflora

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Phaseolus lunatus
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Phaseolus sp
6	0.02	108	000	000	070	701	000	000	Phaulopsis imbricata
6	0.02	162	000	000	000	468	000	221	Philenoptera cyanescens
28	0.06	231	000	164	045	000	020	047	Phyllanthus amarus
3	0.01	215	000	000	140	000	000	000	Phyllanthus pentandrus
19	0.04	204	000	323	066	000	000	000	Physalis angulata
3	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Physalis minima
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Piper guineense
2	0.01	000	000	767	000	701	000	000	Pithecellobium dulce
5	0.01	194	000	000	084	281	000	000	Plectranthus monostachyus
3	0.01	108	000	511	000	468	000	000	Pleiocarpa pycnantha
3	0.02	000	999	000	000	000	000	000	Polysphaeria arbuscula
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Portulaca grandiflora
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Portulaca oleracea
2	0.01	162	000	767	000	000	000	000	Portulaca quadrifida
16	0.03	101	307	000	105	088	105	000	Pouteria alnifolia
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Pouzolzia guineensis
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Premna hispida
4	0.01	242	409	000	000	000	000	000	Premna quadrifolia
28	0.05	046	000	000	165	000	219	095	Pseudocedrela kotschyi
5	0.03	000	000	614	000	281	000	531	Psidium guajava
34	0.07	038	000	000	086	041	312	117	Pterocarpus erinaceus
13	0.03	099	000	354	129	000	000	204	Pupalia lappacea
2	0.01	000	000	000	210	000	279	000	Pycreus scaettae
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Rauvolfia vomitoria
9	0.02	144	000	000	093	000	124	147	Reissantia indica
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Rhynchelytrum reynaudioid
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Rhynchosia buettneri
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Rhynchosia sublobata
2	0.01	000	000	767	210	000	000	000	Ricinus communis
4	0.02	000	409	000	000	351	139	332	Ritchiea reflexa
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Rothmannia longiflora

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Rothmannia urcelliformis
77	0.09	197 +++	021 -	020 -	093 .	073 .	022 ---	069 .	Rottboellia cochinchinens
70	0.06	097	023 -	022 -	096 .	240 ++	080 .	171 +	Rourea coccinea
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Rourea minor
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Saba comorensis
16	0.04	081	000	000	262 +++	088 .	000 -	083 .	Sarcocephalus latifolius
4	0.02	000	000	000	105	000	418 +	000	Schizachyrium brevifolium
5	0.03	000	000	000	000	000	558 +++	000	Schizachyrium platyphyllu
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Schizachyrium ruderales
2	0.01	162	000	000	210	000	000	000	Scoparia dulcis
5	0.02	000	327	000	084	561 +	112	000	Secamone afzeli
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Senna alexandrina
10	0.03	065	000	307	126	140	000	265	Senna hirsuta
7	0.02	092	000	438	060	000	000	379	Senna obtusifolia
4	0.03	000	000	999 +++	000	000	000	332	Senna occidentalis
2	0.01	162	000	000	000	000	000	664	Senna siamea
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Senna spectabilis
2	0.01	162	000	000	000	701	000	000	Senna tora
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Sericanthe chevalieri
4	0.01	162	000	000	105	351	000	000	Setaria barbata
15	0.05	043	000	614 +++	112	094	000	177	Sida acuta
2	0.01	000	000	767	210	000	000	000	Sida cordifolia
10	0.04	032	000	767 +++	084	140	000	133	Sida hyssopifolia
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Sida rhombifolia
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Sida spinosa
6	0.02	000	000	256	210	234	093	000	Sida urens
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Solanum aethiopicum
2	0.02	000	000	999 ++	000	000	000	000	Solanum americanum
18	0.06	269 +++	000	256	000 --	000	000	000	Solanum lycopersicum
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Solanum macrocarpon
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Solanum torvum
4	0.01	162	000	384	105	000	000	000	Sorghum arundinaceum
2	0.01	323	000	000	000	000	000	000	Sorghum bicolor

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
4	0.02	000	409	000	000	000	139	664	Spathodea campanulata
		.	.	.	.	.	.	+	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Spermacoce radiata
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.01	081	000	000	105	351	139	000	Spermacoce ruelliae
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Spermacoce verticillata
		.	.	.	.	.	.	.	
14	0.04	300	000	000	030	000	000	000	Spigelia anthelmia
		+++	.	.	.	.	.	.	
52	0.14	273	000	000	065	000	000	000	Spilanthus costata
		+++	-	-	-	-	---	-	
11	0.03	059	149	418	076	255	051	000	Spondias mombin
		.	.	+	.	.	.	.	
15	0.04	022	000	205	168	187	000	354	Sporobolus pyramidalis
		-	.	.	.	.	-	+	
7	0.01	138	000	000	120	000	159	000	Sterculia setigera
		.	.	.	.	.	.	.	
3	0.02	000	546	000	000	468	186	000	Sterculia tragacantha
		.	.	.	.	.	.	.	
17	0.03	076	000	000	173	083	066	234	Stereospermum kunthianum
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Stipagrostis amabilis
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Strychnos densiflora
		.	.	.	.	.	.	.	
8	0.03	323	000	000	000	000	000	000	Stylochiton hypogeum
		+++	.	.	.	.	.	.	
5	0.02	323	000	000	000	000	000	000	Stylochiton lancifolius
		++	.	.	.	.	.	.	
19	0.03	136	000	081	133	148	000	140	Synedrella nodiflora
		.	.	.	.	.	-	.	
4	0.01	000	409	000	210	000	139	000	Tacazzea apiculata
		.	.	.	.	.	.	.	
17	0.05	247	000	181	000	165	000	000	Talinum fruticosum
		+++	.	.	--	.	-	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Talipariti aruense
		.	.	.	.	.	.	.	
79	0.14	094	000	097	106	107	007	403	Tectona grandis
		.	--	.	.	.	---	+++	
3	0.01	000	000	000	280	468	000	000	Tephrosia bracteolata
		.	.	.	.	.	.	.	
16	0.04	020	000	000	236	175	139	000	Tephrosia elegans
		-	.	.	++	.	.	.	
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Tephrosia sp
		.	.	.	.	.	.	.	
5	0.01	129	000	307	168	000	000	000	Teramnus labialis
		.	.	.	.	.	.	.	
14	0.03	023	117	000	120	100	199	190	Terminalia glaucescens
		-	.	.	.	.	.	.	
16	0.04	040	000	000	131	000	314	000	Terminalia laxiflora
		.	.	.	.	.	+++	.	
9	0.03	000	000	000	326	000	062	147	Terminalia macroptera
		-	.	.	+++	.	.	.	
2	0.01	000	000	000	420	000	000	000	Terminalia mollis
		.	.	.	.	.	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	000	999	Thevetia neriifolia
		.	.	.	.	.	.	.	
18	0.03	054	091	085	093	312	093	147	Tiliacora funifera
		.	.	.	.	+	.	.	
1	0.01	000	000	000	000	000	558	000	Tragia benthamii
		.	.	.	.	.	.	.	
6	0.02	000	000	000	210	000	279	000	Trema orientalis
		.	.	.	.	.	.	.	
4	0.02	162	000	767	000	000	000	000	Trianthema portulacastrum
		.	.	+	.	.	.	.	

	Codes :	CH	FO	HA	JC	PA	SA	TK	
1	0.01	000	000	999	000	000	000	000	Tribulus terrestris
29	0.04	078	113	000	087	339	058	183	Triclisia subcordata
77	0.14	235	021	040	055	109	014	000	Tridax procumbens
6	0.04	000	999	000	000	000	093	000	Triplochiton scleroxylon
34	0.05	067	096	090	160	248	016	117	Triumfetta rhomboidea
4	0.01	081	000	000	105	351	000	332	Uraria picta
7	0.04	046	000	877	000	000	000	379	Urena lobata
7	0.02	046	234	000	120	200	080	190	Uvaria chamae
6	0.03	000	818	000	070	000	186	000	Vangueriella vanguerioide
3	0.01	108	000	511	140	000	000	000	Vernonia amygdalina
4	0.01	000	000	000	210	000	279	000	Vigna filicaulis
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Vigna gracilis
7	0.02	277	000	000	060	000	000	000	Vigna unguiculata
2	0.01	000	000	000	420	000	000	000	Vigna venulosa
22	0.03	088	000	000	153	000	127	181	Vitellaria paradoxa
8	0.02	121	205	000	105	175	000	166	Vitex doniana
4	0.02	000	000	000	315	351	000	000	Waltheria indica
9	0.02	036	000	170	233	000	124	000	Wissadula amplissima
5	0.02	000	327	000	168	000	000	531	Ximenia americana
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Zanha golungensis
6	0.01	054	273	000	140	000	186	000	Zanthoxylum zanthoxyloide
21	0.06	292	000	073	020	000	000	000	Zea mays
1	0.01	000	999	000	000	000	000	000	Zehneria hallii
1	0.00	000	000	000	420	000	000	000	Zehneria thwaitesii
1	0.00	323	000	000	000	000	000	000	Macrosphyra longistyla

i. m. moyenne = 0.020

Title : Landscape trajectories and biodiversity: effects of anthropization on invasive plants throughout Togodo Protected Area and its periphery in southeastern Togo

Keywords : Invasive plants, land-use, vegetation change, Frequency Analysis, West Africa

Abstract :

Land use changes imposed by human activities are often presented as one of the main factors facilitating the establishment, abundance, and proliferation of invasive plants. In West Africa, the proliferation of these invasive plants is altering the ecological integrity of ecosystems in and around protected areas and causing losses in agricultural yields. In this context, how can we explain the abundance and distribution of invasive plants in the Sudano-Guinean savannahs of West Africa?

To answer this question, this thesis work aims to contribute to a better understanding of landscape dynamics and kinematics and their effects on vegetation evolution and on the distribution and abundance of invasive plants in Guinean ecosystems in and around the Togodo Protected Area in southeast Togo. To do so, thanks to the systemic approach, GIS and remote sensing (Landsat and Sentinel 2), landscape features and their changes were identified and mapped for the time points 1974, 1986, 2003 and 2016. Then, floristic and ecological inventories were carried out on 50 m side plots, selected according to the uses and land-use change trajectories. Botanical surveys have recorded the abundance-dominance of all plant species. Frequency analysis allowed to study vegetation diversities and structure, ecological profiles and differential invasive species.

Finally, the management practices and uses of invasive plants by local populations were documented by ethnobotanical surveys coupled with direct field observations.

Between 1974 and 2016, semi-natural vegetation (forest and savannah) decreased from 67% to 22%, while crop area increased from 33% to 77%. The total floral diversity of the study area is quite high. Despite human disturbances, the floristic diversity of the study area was not overly impacted and was even increased by the arrival of other species favored by human actions. Of 483 species identified, 14.70% (71 species) are invasive or potentially invasive. In particular, of the 178 dominant species identified, 30 (16.85%) are invasive or potentially invasive. Our results show that the effects of human activities (land use types, anthropogenic actions, and land use change trajectories) are more discriminating than the physical environment (soil and geology) for invasive species. Invasive plants mostly dominate fallow lands. Invasive species *P. maximum*, *C. odorata*, and *S. costata* are very dominant and represent a real challenge in the study. *P. maximum* and *C. odorata* are more dominant in savannahs and secondary forests while *S. costata* is more dominant in fields. Our study shows that Guinean savannahs and dry forests, where invasive plants were studied very little, have however a high proportion of invasive plants.

Finally, our results show that local populations use several invasive plants as a source of food for poultry and cattle as well as for human consumption. They also provide services such as bioindication, soil fertilization, and insect control.

The scientific validation and development of these agro-ecological practices could make it possible to limit the massive use of pesticides and fertilizers, which is very costly for populations with limited resources and can be harmful to human health and soil quality.

Titre : Trajectoires paysagères et biodiversité : effets de l'anthropisation sur les plantes envahissantes à l'échelle de l'Aire Protégée Togodo et sa périphérie dans le sud-est du Togo

Mots-clés : Plantes envahissantes, utilisations des terres, changement de végétation, Analyse fréquentielle, Afrique de l'Ouest

Résumé :

Les changements d'utilisation des terres imposés par les activités humaines sont souvent présentés comme l'un des principaux facteurs qui facilitent l'établissement, l'abondance et la prolifération des plantes envahissantes. En Afrique de l'Ouest, la prolifération de ces plantes envahissantes modifie l'intégrité écologique des écosystèmes des aires protégées et de leurs périphéries et entraîne aussi par ailleurs des pertes de rendement agricoles. Dans ce contexte, comment peut-on expliquer l'abondance et la distribution des plantes envahissantes dans les savanes soudano-guinéennes de l'Afrique de l'Ouest ?

Pour répondre à cette question, ce travail de thèse ambitionne de contribuer à une meilleure compréhension des dynamiques et cinématiques paysagères et de leurs effets sur l'évolution de la végétation et sur la distribution et l'abondance des plantes envahissantes dans les écosystèmes guinéens dans et autour de l'Aire Protégée Togodo dans le sud-est du Togo. Pour ce faire, grâce à l'approche systémique, aux SIG et à la télédétection (Landsat et Sentinel 2), les éléments paysagers et leurs changements ont été identifiés et cartographiés pour les dates 1974, 1986, 2003 et 2016. Ensuite, des inventaires floristiques et écologiques ont été réalisés sur des placettes de 50 m de côté, choisies en fonction des utilisations et des trajectoires de changements d'utilisation des terres. Les relevés botaniques ont permis d'enregistrer l'abondance-dominance de toutes les espèces végétales. L'analyse fréquentielle a permis d'étudier les diversités et la structure de la végétation, les profils écologiques et les espèces envahissantes différentielles. Enfin, les pratiques de pilotage et les usages des plantes envahissantes par les populations locales ont été documentés par des enquêtes ethnobotaniques couplées avec des observations directes de terrain.

Entre 1974 et 2016, la végétation semi-naturelle (forêt et savane) a diminué de 67 % à 22 %, tandis que la superficie des cultures a augmenté de 33% à 77%. La diversité floristique totale de la région d'étude est assez élevée. Malgré les perturbations humaines, la diversité floristique de la région d'étude n'a pas été trop impactée et même, s'est vue augmentée par l'arrivée d'autres espèces favorisées par les actions humaines. Sur 483 espèces recensées au total, 14,70% (71 espèces) sont envahissantes ou potentiellement envahissantes. Plus particulièrement, sur les 178 espèces dominantes recensées, 30 (16,85%) sont envahissantes ou potentiellement envahissantes. Nos résultats montrent que les effets des activités humaines (types d'occupation du sol, actions anthropiques et trajectoires de changement d'occupation du sol) sont plus discriminants que l'environnement physique (pédologie et géologie) pour les espèces envahissantes. Les jachères sont les plus dominées par les plantes envahissantes. Les espèces envahissantes *P. maximum*, *C. odorata* et *S. costata* sont très dominantes et représentent un réel défi dans la région d'étude. *P. maximum* et *C. odorata* sont plus dominantes dans les savanes et forêts secondaires alors que *S. costata* l'est dans les champs. Il ressort de notre étude que les savanes et forêts sèches guinéennes, où les plantes envahissantes ont été très peu étudiées, sont pourtant très riches en plantes envahissantes. Enfin, nos résultats montrent que plusieurs plantes envahissantes sont utilisées par les populations locales comme source d'alimentation pour les volailles et les bovins ainsi que pour l'alimentation humaine. Elles fournissent aussi des services comme la bioindication, la fertilisation des sols et la lutte contre les insectes.

La validation scientifique et la valorisation de ces pratiques agroécologiques pourraient permettre de limiter l'utilisation massive des pesticides et des engrais, très coûteuse pour les populations aux moyens limités, qui peut aussi causer de véritables dégâts pour la santé humaine et la qualité des sols.