



INTERNATIONAL  
FOUNDATION FOR  
SCIENCE

**COLLABORATIVE RESEARCH REPORT**  
**Dynamics and resilience of plant communities to the invasive  
plant *Chromolaena odorata* (Asteraceae) in Côte d'Ivoire**



**Dr MARIE-SOLANGE TIÉBRÉ**

**Carolina Mac Gillavry Prize**

**Individual Grant Number J/5728-1**

**Team Grant 128 – InvAfrica**

**Laboratory de Botany, University Félix Houphouët-Boigny**

**22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire**

**Individual starting date 2015-07-01 - Expected end date 2017-07-01**

January 2018

# SECTION I

## FOREWORD

Several non-native plants introduced Côte d'Ivoire have become invasive. They thrive in various ecosystems and pose a serious threat to biodiversity. In Côte d'Ivoire, protected areas on which the national strategy for biodiversity conservation based not remain on the margins of these biological invasions. This is the case of Banco National Park (3000 ha) and ruderal areas of the city of Abidjan. Apart from being the conservation of biodiversity, the Banco National Park participates by its location in the town in the fight against pollution caused by greenhouse gas emissions. It is in this context that the UFR Biosciences contribute through this research project whose main objective was to determine the factors of strength and vulnerability of our ecosystems to the invasion of a plant species *Chromolaena odorata* (Asteraceae). Specifically, we studied the dynamics of the diversity of plant communities subject to these invasions and abiotic factors associated with successful invasion of the target species. This research was organized around several activities including in the first time a prospective study of the Banco area. It allows to map the geographical distribution of the invaded areas. The second activity was a floristic survey of invaded and not invaded areas to assess the degree of infestation, the dynamics and the resistance of communities studied. In the third activity we performed a study of the characteristics of invaded and non-invaded soils.

This study was conducted in good conditions thanks to the help of several persons whom we wish to thank. We say a big thank you to :

- The **International Foundation for Science (IFS)**, and through it, the Carolina Mac Gillavry Award for agreeing to fund our research project « Individual Grant Number J/5728-1 Dr Marie-Solange Tiébré ».
- The **Royal Belgian Institute of Natural Sciences (IRSnB)**, through the Capacities for Biodiversity and Sustainable Development (CEBioS) for funding the project « Education and awareness on invasive exotic species, Contrat 2015/SO3-AWAR-02/77 ».
- The **University of Liege - Gembloux Agro Bio Tech in Belgium**, through the Departement Biodiversity and Landscape and the Departement Water-Soil-Plant Exchanges for their help in soil and plant analysis.

- **Professor Karamoko Abou Boiquaih**, President of the University Felix Houphouet-Boigny, for our inscription in his institution.
- **Professor Kouamelan Essetchi Paul, Dean of the UFR Biosciences**, for having accepted our registration in his UFR.
- **Professor N'Guessan Kouakou Edouard**, Head of the Laboratory of Botany, for to have acceptation in his Laboratory and by him we conducted our research in very good conditions.
- **Collaborators of IFS collaborative project InvAfrica**, Dr. Palesa Mothapo, Dr. Agboola Oludare Oladipo, Mrs. Betty Nalikka, Mr. Biplang Godwill Yadok for the collaboration of the past four years.
- **Collaborators of the Mycology and Biodiversity Team** of the University Felix Houphouet-Boigny, Mr. Ouattara Mévanly, Mr. Yian Gouve Claver, Miss Gouli Gnanazan Zinsi Roseline, Miss Akaffou Sopie Elvire Vanessa, Miss Pitta Badjo Mireille Stephanie, Mr. Djan Arthur Philippe, Mr. Pagny Franck Placide Junior, Mr. Nanan Kouassi Kouman Noël for the time spent on the field and the good atmosphere that reigned during this project.

# CONTENTS

## Table des matières

|  |    |
|--|----|
| SECTION I .....  | 2  |
| FOREWORD .....   | 2  |
| CONTENTS .....   | 4  |
| LIST OF FIGURES .....  | 9  |
| INTRODUCTION .....   | 15 |
| OBJECTIVES.....  | 16 |
| TEAM AND PERIOD .....  | 16 |
| REFERENCES .....   | 17 |
| SECTION II .....   | 19 |
| Article 1 in Preparation .....   | 19 |
| TITLE: IMPACT OF <i>Chromolaena odorata</i> (L.) KING & ROBINSON (ASTERACEAE) ON THE FLORISTIC COMPOSITION AND THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL: CASE OF THE BANCO NATIONAL PARK (CÔTE-D'IVOIRE) <sup>1</sup> .....               | 20 |
| Abstract .....   | 20 |
| INTRODUCTION .....   | 21 |
| MATERIAL AND METHODS .....   | 22 |
| Study area:.....   | 22 |
| Botanical surveys:.....  | 22 |
| Soil samples:.....   | 23 |
| Statistical analyses:.....   | 24 |
| RESULTS.....   | 24 |
| Impact of <i>C. odorata</i> on floristic richness .....  | 24 |
| Impact of <i>C. odorata</i> on soil .....  | 26 |
| DISCUSSION .....   | 30 |
| Acknowledgements .....   | 35 |
| REFERENCES .....   | 35 |
| SECTION III .....  | 41 |
| Article 2 in preparation .....   | 41 |
| TITRE : UNE ETUDE PRELIMINAIRE SUR LA COLONISATION DES ZONES RUDERALES D'UN MASSIF FORESTIER RELIQUE URBAIN LITTORAL, LE PARC NATIONAL DU BANCO (ABIDJAN CÔTE D'IVOIRE) PAR LES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES INVASIVES <sup>1</sup> ..... | 42 |
| Résumé.....  | 43 |
| Introduction.....  | 43 |
| Matériel et méthodes.....  | 45 |

|  |     |
|--|-----|
| Site d'étude : .....   | 45  |
| Collecte des données : .....   | 45  |
| Analyse des données floristiques : .....   | 45  |
| Analyse statistique : .....  | 46  |
| Résultats .....  | 46  |
| Richesse et composition floristique .....  | 46  |
| Discussion .....   | 47  |
| Conclusion .....   | 48  |
| Acknowledgements .....   | 48  |
| Références bibliographiques .....  | 48  |
| SECTION IV .....   | 74  |
| 1 PhD in preparation .....   | 74  |
| DEUXIÈME PARTIE: MATÉRIEL ET MÉTHODES .....  | 76  |
| CHAPITRE III. Matériel d'étude .....   | 77  |
| CHAPITRE IV : Méthodes de collecte .....   | 78  |
| CHAPITRE V. Méthode d'analyse de données .....   | 83  |
| TROISIÈME PARTIE : RESULTATS .....   | 93  |
| VI. RESULTATS .....  | 94  |
| SECTION V .....  | 158 |
| 1 Master thesis publicly supported .....   | 158 |
| ETUDE DE LA PERCEPTION DES MAUVAISES HERBES ET DES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES PAR LA<br>POPULATION DES MILIEUX AGRICOLES EN COTE D'IVOIRE, L'EXEMPLE DE <i>CHROMOLAENA ODORATA</i><br>..... | 159 |
| Remerciements .....  | 160 |
| <b>Résumé</b> .....  | 162 |
| 1. Introduction .....  | 164 |
| 1.1. Problématique .....   | 164 |
| 1.1.1. Espèces végétales invasives .....   | 164 |
| 1.1.2. Importance de la perception dans la gestion des espèces invasives .....   | 165 |
| 1.1.3. Espèces invasives en Afrique de l'Ouest .....   | 166 |
| 1.1.4. Pratiques agricoles en Afrique de l'Ouest, mauvaises herbes et lien avec les espèces<br>invasives .....   | 167 |
| 1.2. Le pays d'étude : la Côte d'Ivoire .....  | 169 |
| 1.2.1. Contexte démographique et économique .....  | 169 |
| 1.2.2. Contexte écologique, climatique, et agricole .....  | 171 |
| 1.2.3. Etat des connaissances sur les espèces invasives .....  | 172 |
| 1.3. Focus sur une espèce : <i>Chromolaena odorata</i> .....   | 173 |

|  |     |
|--|-----|
| 1.3.1. Description de l'espèce .....   | 173 |
| 1.3.2. Espèce invasive.....  | 174 |
| 1.3.3. Impacts .....   | 174 |
| 1.3.4. Perception des populations.....   | 175 |
| 1.4. But de l'étude .....  | 176 |
| 2. Matériel et Méthodes .....  | 178 |
| 2.1. Zone d'étude .....  | 178 |
| 2.2. Questionnaire.....  | 180 |
| 2.3. Analyse des données .....   | 182 |
| 3. Résultats .....   | 187 |
| 3.1. Description de l'échantillonnage.....   | 187 |
| 3.1.1. Profil des répondants .....   | 187 |
| 3.1.2. Part des agriculteurs.....  | 188 |
| 3.2. Places des plantes exotiques invasives dans les mauvaises herbes rencontrées par les villageois .....                                     | 189 |
| 3.2.1. Listes des mauvaises herbes.....  | 189 |
| 3.2.2. Proportions des exotiques et de <i>Chromolaena odorata</i> cités dans les différentes zones   | 190 |
| 3.2.3. Similarités et différences entre les zones au niveau de la composition en espèces citées comme mauvaises herbes dans les villages ..... | 191 |
| 3.3. <i>Chromolaena odorata</i> , espèce invasive .....  | 193 |
| 3.3.1. Connaissance de <i>Chromolaena odorata</i> .....  | 193 |
| 3.3.2. Perception de <i>Chromolaena odorata</i> en tant que plante exotique.....   | 193 |
| 3.3.3. <i>Chromolaena odorata</i> : plante exerçant une dominance sur les autres.....  | 194 |
| 3.3.4. <i>Chromolaena odorata</i> : plante en expansion.....   | 195 |
| 3.4. Impacts de <i>Chromolaena odorata</i> .....   | 195 |
| 3.4.1. Cultures .....  | 195 |
| 3.4.2. Sol .....   | 197 |
| 3.4.3. Santé.....  | 198 |
| 3.4.4. Perception générale .....   | 200 |
| 3.5. Différence de perception entre les classes d'âges et entre les agriculteurs et non agriculteurs .....                                     | 201 |
| 4. Discussion .....  | 202 |
| 4.1. Mauvaises herbes identifiées par les villageois et place des invasives.....   | 202 |
| 4.1.1. Communauté d'adventices .....   | 202 |
| 4.1.2. Place des exotiques .....   | 208 |
| 4.1.3. Perception des exotiques .....  | 211 |
| 4.2. Etude de la perception de <i>Chromolaena odorata</i> .....  | 213 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.2.1. Chromolaena odorata : perception en tant qu'espèce exotique envahissante .....   | 213 |
| 4.2.2. Perception des impacts de Chromolaena odorata.....   | 216 |
| 4.2.3. Différence de perception de Chromolaena odorata au sein de la population interrogée  | 218 |
| 4.2.4. Implications pour la gestion .....   | 218 |
| 4.3. Analyse critique de l'approche de la perception appliquée aux espèces exotiques et au cas de <i>Chromolaena odorata</i> .....  | 221 |
| 4.3.1. Intérêts et avantages de la méthode .....  | 221 |
| 4.3.2. Limites et perspectives de l'étude.....  | 222 |
| 5. Conclusion .....   | 225 |
| Bibliographie.....  | 227 |
| Annexe.....   | 240 |
| SECTION VI.....   | 244 |
| 1 awareness campaign on IAS .....   | 244 |
| carried out .....   | 244 |
| PROJET D'EDUCATION ET DE SENSIBILISATION SUR LES ESPECES EXOTIQUES INVASIVES (EEE) EN COTE D'IVOIRE ET ENRICHISSEMENT DU SITE CHM DE LA COTE D'IVOIRE A PARTIR DES DONNEES COLLECTEES ..... | 245 |
| Avant-propos.....   | 247 |
| LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....   | 248 |
| RESUME .....  | 249 |
| I. INTRODUCTION .....   | 250 |
| II. OBJECTIFS .....   | 252 |
| II.1- Objectif global .....   | 252 |
| II.2- Objectifs spécifiques .....   | 252 |
| III. MATERIELS.....   | 252 |
| IV. METHODOLOGIE .....  | 252 |
| IV.1- Localisation géographique .....   | 252 |
| IV.2- Diffusion de spots audio-visuels .....  | 253 |
| IV.3- Formation des acteurs locaux.....   | 253 |
| IV.4- Visite du Parc National du Banco.....   | 253 |
| IV.5- Publication d'articles scientifiques et de vulgarisation .....  | 253 |
| IV.6- Edition et distribution de posters, dépliants, T-shirts et casquettes.....  | 254 |
| IV.7- Rédaction du rapport final des activités .....  | 254 |
| V. RESULTATS ET DISCUSSION .....  | 254 |
| V.1- Diffusion de spots audio-visuels .....   | 254 |
| V.3- Visite du Parc National du Banco.....  | 256 |
| V.5- Edition et distribution de posters, dépliants, T-shirts et casquettes.....   | 257 |

|  |     |
|--|-----|
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....                                | 258 |
| ANNEXES.....   | 260 |
| SECTION VII.....   | 264 |
| The analyses of plant community resilience are in progress ..... | 264 |
| Objective .....  | 264 |
| SECTION VIII.....  | 265 |
| The analyses of invertebrate communities are in Progress .....   | 265 |

## LIST OF FIGURES

|   |     |
|---|-----|
| Figure 1: Location of the study area with sampling sites.....   | 23  |
| Figure 2: Linear regression of the recovery of <i>C. odorata</i> and the other plant species. ....  | 25  |
| Figure 3: Multiple Factorial Analysis (MFA) of floristic variables and soil parameters that characterize each biotope. ....   | 30  |
| Figure 4 : Localisation de la zone d'étude et des sites d'échantillonnage. ....   | 71  |
| Figure 5: Origine des espèces invasives.....  | 72  |
| Figure 6 : Usage des plantes invasives.....   | 72  |
| Figure 7 : Relations entre (A) le nombre d'individus d'espèces natives et celui d'espèces exotiques invasives ; et (B) entre le nombre d'individus d'espèces patrimoniales et celui d'espèces exotiques invasives dans les zones rudérales du Parc National du Banco..... | 73  |
| Figure 8 : Carte de la localisation des quadrats au sein du PNB (conçue par GOULI Gnanazan Zinsi Roseline et réalisée par ABROU N'Gouan) .....  | 79  |
| Figure 9: Séance d'inventaire floristique dans un quadrat.....  | 80  |
| Figure 10: Séance de prélèvement de sol dans un quadrat (Photo : Djan, 2016).....   | 82  |
| Figure 11 : Photo d'un exemple du biotope <i>Chromolaena</i> vieux .....  | 95  |
| Figure 12 : Photo d'un exemple du biotope <i>Chromolaena</i> jeunes.....  | 95  |
| Figure 13 : Photo d'un exemple du biotope rudéral.....  | 95  |
| Figure 14: Photo d'un exemple du biotope forêt.....   | 95  |
| Figure 15: Spectre des familles de l'ensemble des sites inventoriés.....  | 99  |
| Figure 16: Spectre des familles des <i>Chromolaena</i> Vieux .....  | 100 |
| Figure 17: Spectre des familles des <i>Chromolaena</i> Jeunes .....   | 100 |
| Figure 18: Spectre des familles des forêts.....   | 100 |
| Figure 19: Spectre des familles des rudérales .....   | 100 |
| Figure 20: Nombre moyen d'espèces par biotope.....  | 101 |
| Figure 21: Distribution des types chorologiques par biotope .....   | 103 |
| Figure 22: Distribution des types chorologiques de l'ensemble des sites inventoriés.....  | 103 |
| Figure 23: Distribution des types biologiques par biotope .....   | 105 |
| Figure 24: Distribution des types biologiques de l'ensemble des sites inventoriés.....  | 105 |
| Figure 25: Distribution des types morphologiques par biotope .....  | 106 |
| Figure 26: Distribution des types morphologiques de l'ensemble des sites inventoriés.....   | 106 |
| Figure 27: Courbe de régression linéaire du recouvrement de <i>C. odorata</i> en fonction du recouvrement des autres espèces.....   | 114 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 28: Relations existant entre les espèces, le type de biotope et les sites de prélèvement .....  | 116 |
| Figure 29: Carte factorielle et cercle de corrélation des variables quantitatives utilisées dans l'ACP.....  | 125 |
| Figure 30: Carte factorielle et cercle de corrélation des variables quantitatives et qualitatives utilisées dans l'AFM. ....   | 128 |
| Figure 31: Dendrogramme de clusters de 36 stations basées sur les recouvrements montrant 4 communautés végétales / types d'habitats (pour plus de détails, voir le tableau 12). ....   | 130 |
| Figure 32: Dendrogramme de cluster bidirectionnel généré à partir de la version 7 de PC-ORD basée sur les recouvrements, montrant la distribution des 147 espèces végétales dans 36 stations et 4 communautés végétales (associations). ....                   | 130 |
| Figure 33 : <i>Carte de la Côte d'Ivoire</i> 2016. L'agriculture est un pilier pour son  | 170 |
| Figure 34 : Carte de végétation de la Côte d'Ivoire (Source de l'image : <a href="http://www.fao.org/docrep/003/X6885F/x6885f0b.htm">http://www.fao.org/docrep/003/X6885F/x6885f0b.htm</a> ).....  | 171 |
| Figure 35 : <i>Fleurs de Chromolaena odorata</i> (Source de l'image: <a href="http://plantworld2.blogspot.be/2015/10/">http://plantworld2.blogspot.be/2015/10/</a> ) .....   | 173 |
| Figure 36 : <i>Répartition des quatre zones d'étude</i> .....  | 178 |
| Figure 37 : <i>Entretien avec une villageoise de Bobia</i> (Photo : G. C. Yian) .....  | 180 |
| Figure 38 : <i>Description du profil des personnes interrogées (sexe, classe d'âge, niveau d'étude, ethnie) selon la zone d'étude</i> .....  | 187 |
| Figure 39 : <i>A gauche: Proportions des activités de la population interrogée selon la zone d'étude; A droite: Proportions des différentes cultures pratiquées par les agriculteurs interrogés selon la zone d'étude</i> .....                                | 188 |
| Figure 40 : <i>Représentation en boxplot de la taille des terrains cultivés par les agriculteurs (ha) selon la zone d'étude</i> .....  | 189 |
| Figure 41 : <i>Listes d'espèces classées selon la proportion de répondants les ayant citées comme mauvaise herbe et représentées selon leur origine</i> .....  | 189 |
| Figure 42 : <i>Proportions moyennes d'espèces exotiques invasives citées dans les mauvaises herbes selon la zone d'étude avec la représentation des barres d'erreur et le résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM</i> .....                            | 190 |
| Figure 43 : <i>Proportions moyennes de personnes ayant cité Chromolaena odorata comme mauvaise herbe selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM</i> ..... | 191 |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 44 : <i>Ordination des villages des quatre zones d'études (Issia, Gagnoa, Sikensi et Alépé) et des espèces selon une PCoA réalisée sur base des proportions <math>p_2</math> des espèces ayant été citées dans chaque village</i> .....  | 192 |
| Figure 45 : <i>A gauche : Proportions moyennes de la population connaissant Chromolaena odorata comme une plante exotique selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM; A droite : Proportions moyennes des réponses aux questions concernant le mode d'introduction de Chromolaena odorata selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull.</i> ..... | 193 |
| Figure 46 : <i>Proportions moyennes des agriculteurs interrogés déclarant que Chromolaena odorata exerce une dominance sur les autres herbes dans les champs selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM.</i> .....   | 194 |
| Figure 47 : <i>Proportions moyennes de la population interrogée déclarant que Chromolaena odorata est actuellement en expansion selon la zone d'étude avec la représentation avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM.</i> .....   | 195 |
| Figure 48 : <i>Proportions moyennes des personnes interrogées percevant des impacts de Chromolaena odorata sur les cultures selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM</i> .....   | 196 |
| Figure 49 : <i>Plantations envahies par Chromolaena odorata dans le village de Bobia. A gauche : Plantation de bananier et cacaoyer ; A droite : plantation de manioc (Photo : G. C. Yian)</i> .....  | 196 |
| Figure 50 : <i>Proportions moyennes des personnes interrogées percevant des impacts de Chromolaena odorata sur le sol selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM</i> .....   | 197 |
| Figure 51 : <i>Proportions moyennes des personnes interrogées percevant des impacts de Chromolaena odorata sur la santé selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM</i> .....   | 198 |
| Figure 52 : <i>Proportions moyennes des différentes utilisations de Chromolaena odorata en tant que plante médicinale par la population selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull; La catégorie « Avant » fait référence au cas où la personne utilisait la plante pour se soigner dans le passé, mais plus actuellement.</i> .....   | 199 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 53 : A gauche : Tige de <i>Chromolaena odorata</i> infestée par une chenille (Photo : L. Maroun) ; A droite : Coupe d'un nœud de tige de <i>Chromolaena odorata</i> infesté par une chenille (Photo : L. Maroun) .....  | 199 |
| Figure 54 : Proportion de la perception générale de la population selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM .....  | 200 |
| Figure 55 : Résultat de l'ACM réalisée en fonction des réponses aux questions dans les domaines d'impacts de <i>Chromolaena odorata</i> ; A gauche: Cercle des corrélations des axes 1 et 2; A droite : Perception générale de <i>Chromolaena odorata</i> par les répondants selon les axes 1 et 2 .....                   | 200 |
| Figure 56 : Proportion moyennes des répondants considérant <i>Chromolaena odorata</i> comme une plante exotique en fonction des classes d'âge avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et les résultats du test $\chi^2$ .....  | 202 |
| Figure 57 : <i>Pueraria phaseoloides</i> (Source : <a href="http://www.cabi.org/isc/datasheet/45906">http://www.cabi.org/isc/datasheet/45906</a> ).....  | 208 |
| Figure 58 : <i>Croton hirtus</i> photographié dans des champs du village de Bobia (Photo : G. C. Yian) .....   | 209 |
| Figure 59 : A gauche : <i>Mimosa pudica</i> (Source: <a href="http://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/">http://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/</a> ); A droite <i>Mimosa invisa</i> (Source : <a href="http://file.scirp.org/Html/13-2600683_30080.htm">http://file.scirp.org/Html/13-2600683_30080.htm</a> )..... | 209 |
| Figure 60 : <i>Tithonia diversifolia</i> en bordure d'un chemin à proximité du village de Bobia (Photo : G. C. Yian) .....   | 223 |
| Figure 61 : <i>Zonocerus variegatus</i> photographié aux (Ruf abords des cultures du village de Guehieguhé (Photo : L.Maroun).....   | 224 |
| Figure 62 : Photo de Famille de la journée de sensibilisation sur le CHM et les EEE .....  | 255 |
| Figure 63 : Dr Ouattara Djakalia présentant le site web du CHM de Côte d'Ivoire .....  | 255 |
| Figure 64 : Dr Tiébré Marie-Solange présentant les Espèces Exotiques envahissantes .....   | 256 |
| Figure 65 : Des explications sur le terrain sur les EEE.....   | 256 |
| Figure 66 : L'espèce <i>Cecropia peltata</i> , hautement envahissante au Parc National du Banco  | 257 |
| Figure 67 : Message sur le T-shirt EEE .....   | 258 |

## LIST OF TABLES

|   |     |
|---|-----|
| Table 1 : Mean and standard deviation of the species richness of the four biotopes studied. .   | 25  |
| Table 2 : Summary statistics of different soil variables per biotope .....  | 27  |
| Tableau 3 : Liste générale des espèces inventoriées des zones rudérales et bord de routes dans le Parc National du Banco. ....  | 53  |
| Table 4 : Liste des plantes à statut particulier inventoriées dans les zones rudérales du Parc National du Banco. ....  | 67  |
| Table 5 : Liste des espèces exotiques invasives inventoriées dans les zones rudérales du Parc National du Banco, origines et usages. ....                                     | 69  |
| Table 6 : Subdivision des classes en fonction des familles, du genre et des espèces .....   | 71  |
| Table 7 : Nombre d'espèces par genre les plus importants dans l'ensemble des sites inventoriés .....  | 97  |
| Table 8 : Nombre d'espèces par genre les plus importants dans chaque biotope .....  | 97  |
| Table 9 : Nombre d'espèces par famille les plus importantes commune au moins à trois (3) biotopes .....   | 101 |
| Table 10 : Liste des espèces endémiques, rares et menacées d'extinction et leur distribution par biotope.....   | 108 |
| Table 11 : Indices de diversité spécifique de Shannon des différents biotopes .....   | 112 |
| Table 12 : Indices de diversité spécifique d'équitabilité des différents biotopes.....  | 112 |
| Table 13 : Similarité floristique entre les différents biotopes .....   | 112 |
| Table 14 : Test d'Anova réalisé avec la richesse spécifique par biotope.....  | 114 |
| Table 15 : Test de comparaison de k proportion .....  | 114 |
| Table 16 : Statistiques sommaires des différentes variables du sol par biotope .....  | 120 |
| Table 17 : Distribution de quelques paramètres du sol les plus significatives par biotope....   | 123 |
| Table 18 : Les 36 stations (quadrats) subdivisés en 4 communautés selon pc-ord.....   | 131 |
| Table 19: Les espèces indicatrices de la Communauté <i>Cola heterophilla</i> et <i>Dichapetalum pallidum</i> avec leurs valeurs indicatives.....                              | 134 |
| Table 20: Les espèces indicatrices de la Communauté <i>Aframomum sceptrum</i> et <i>Cissus aralioides</i> .....   | 134 |
| Table 21: Les espèces indicatrices de la Communauté <i>Acacia pennata</i> , <i>Ageratum conizoides</i> et <i>Thaumatococcus daniellii</i> avec leurs valeurs indicatives..... | 134 |
| Table 22: Influence des variables environnementales sur les principales espèces indicatrices de chaque communauté.....  | 135 |

|  |     |
|--|-----|
| Table 23 : Exemple de résultats de l'analyse des espèces indicatrices (ISA) par PC-ORD, montrant quelques espèces indicatrices (en gras) de chacune des quatre communautés (1-4) à un seuil de valeur d'indicateur de 30% du test de Monte Carlo avec la valeur maximum des espèces indicatrices observée ( $P \leq 0,05$ )..... | 142 |
| Table 24 : Les variables du sol de tous les sites échantillonnés du Parc National du Banco - quantification dans chacune des quatre communautés différentes.....   | 149 |
| Table 25 : Informations sur les villages échantillonnés par zone d'étude (coordonnées, dates des enquêtes et nombre de personnes interrogées).....   | 179 |
| Table 26 : Résumé pour chaque question d'étude, des questions posées lors des enquêtes, des types de données traitées et des traitements effectués.....  | 183 |
| Table 27 : Résultats du test $\chi^2$ comparant les réponses aux questions des différentes classes d'âges, et des agriculteurs/non agriculteurs. En gras : p-value <0.05.....  | 201 |

## INTRODUCTION

Biological invasions are considered as one component of global change affects our planet (Vitousek et al., 1996; Tiébré et al., 2007a; Tweiten et al., 2014). Once a non-native species established, eradication is often impossible, and the development of control methods when they are available is often difficult and expensive (Kolar and Lodge, 2001; Gherardi et al., 2014). Predicting invasions represents a major challenge (Williamson, 1996; Sakai et al., 2001). Studies that could lead to prediction and prevention of ecosystems are ongoing. It began with an inventory of invasive species in their new area of introduction. Currently we can name several species like *Miconia calvescens*, *Ambrosia artemisiifolia* L. in France, *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) (Hemsl.) GRAY and *Chromolaena odorata* (Asteraceae) in West Africa (Tiébré et al., 2012). The following study was to determine the characteristics of species that predispose to these invasions (Gundale et al., 2014). These traits or life-history traits are not universal and vary from one species to another. However, the most common characteristics are identified: the high seed production, dispersal distances, etc. For example, we now know that *Miconia calvescens* as *Fallopia japonica* are invasive because of their aggressiveness (Tiébré et al., 2007b). Although a number of general properties are used to define the invasive organisms, however, there are always exceptions (Kolar and Lodge, 2001). No species has all kinds of good invader characteristics and the latter are not all necessary for a species to become invasive (Roy 1990). Conversely, any species with one or more of these characteristics do not necessarily become invasive. Identify a group of unique features associated with the invasive capacity of all non-native and invasive plant species seems impossible (Williamson, 1999). Only a thorough understanding of the life history traits that interact with the characteristics of the invaded communities can help accurately diagnose the parameters regulating the populations and thereby to develop optimal management strategies (Tiébré et al., 2008; Donaldson et al., 2014). Thus the latest research focuses on the characteristics of the invaded communities. In this study, the assumptions of resistance or susceptibility of communities differ in several points: the availability of ecological niches, the availability of food resources, disturbance, species composition of the area (Williamson, 1996, Mack et al., 2000; Prieur-Richard and Lavorel, 2000; Pyšek Richardson, 2006; Prach et al., 2014).

## **OBJECTIVES**

Invasive species are considered by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) as the second leading cause of species extinction after fragmentation and habitat destruction and overexploitation of biological resources. They would cost the global economy some 1.4 trillion dollars a year by the United Nations Environment Program (UNEP). This is why the Convention on Biological Diversity (CBD) attempts to address the threat of invasive alien species. It sets priorities and global guidelines, promotes the exchange of information and expertise and helps coordinate international action. This research project was to study the resilience or vulnerability of plant communities invaded and integrate this data into models to predict the spread of invasive species and management biodiversity. Recent studies have shown that the characteristics of invaded ecosystems may be equally important. Indeed, studies on the understanding of biological and ecological mechanisms that promote biological invasions should consider the biotic and abiotic components of the invaded for integrated management of invasive species and habitat protection ecosystems. The research objective is to address the problem of biological invasions in terms of invaded ecosystems. Scientific strategy implemented in this framework was based on three complementary approaches : quantitative studies of specific and functional diversity of the invaded communities and quantitative studies of resource availability and the spatial structure of communities in relation to environmental disturbances. The hypothesis that we want to check are (1) Biological invasions gradually reduce species richness flooded to the homogenization of the ecosystems ; (2) The establishment of an introduced non-native species into the environment requires the presence of food resources untapped by resident species.

## **TEAM AND PERIOD**

The fieldwork and analysis of the results took place over a two-year period from 01 January 2016 to 30 December 2017. The Mycology and Biodiversity team was composed as follows :

- **Dr. Tiébré Marie-Solange**, 2015 IFS Collaborative Project Winner, Team Grant 128 InvAfrica, 2015 Carolina MacGilavry Award, Mycology and Biodiversity Team Leader, Chief of fieldtrip.
- **Mr. Mévanly Ouattara**, PhD student in Plant Ecology, helps field inventories and statistical analysis
- **Miss Gouli Gnanazan Zinsi Roseline**, PhD student in Plant Ecology, helps with inventories on the ground

- **Miss Akaffou Sopie Elvire Vanessa**, PhD Candidate in Plant Ecology, helps with inventories in the field
- **Mr Djan Arthur Philippe**, PhD student in plant ecology, helps inventories in the field
- **Mr. Pagny Franck Placide Junior**, PhD student in plant ecology, helps with inventories on the ground
- **Mr. Assi Jean**, Botanist Technician at the National Floristic Center, helps with the taxonomic determination of plants
- **Mr. Téré Henri**, Botanist Technician at the Swiss Center for Scientific Research, assists in the taxonomic determination of plants.

## REFERENCES

Prach K., Řehounková K., Lencová K., Jírová A., Konvalinková P., Mudrák O., Študent V., Vaněček Z., Tichý L., Petřík P., Šmilauer P., Pyšek P. 2014. Vegetation succession in restoration of disturbed sites in Central Europe: the direction of succession and species richness across 19 seres. *Applied Vegetation Science* 17 (2): 193–200.

Gherardi F., Padilla D.K. 2014. Climate-induced changes in human behavior and range expansion of freshwater species. *Ethology Ecology & Evolution* 26 (1): 86-90.

Tweiten M.A., Hotchkiss S.C., Vitousek P.M., Kellner J.R., Chadwick O.A., Asner G.P. 2014. Resilience against exotic species invasion in a tropical montane forest. *Journal of Vegetation Science* 25 (3): 734–749.

Gundale M.J., Pauchard A., Langdon B., Peltzer D.A., Maxwell B.D., Nuñez M.A. 2014. Can model species be used to advance the field of invasion ecology ? *Biological Invasions* 16 (3): 591-607.

Tiébré M.-S., Adou Y.C.Y., Kassi N.J., N'Guessan K.E. 2013: Synthèse bibliographique sur le rôle de la biologie des populations dans l'étude des invasions végétales. *Journal of Animal and Plant Sciences* 18 (1): 2682-2710.

Tiébré M.-S., Kassi N.J., Kouadio Y.J.-C., N'Guessan K.E. 2012: Etude de la biologie reproductive de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Asteraceae) : Espèce non indigène invasive en Côte d'Ivoire. *Journal of Asian Scientific Research* 2 (4): 200-211.

Tiébré M.-S., Saad L., Mahy G., 2008. Landscape dynamics and habitat selection by the alien invasive *Fallopia* (Polygonaceae) in Belgium. *Biodiversity and Conservation* 17: 2357-2370.

Tiébré M.-S., Bizoux J.-P., Hardy O.J., Bailey J.P., Mahy G., 2007b. Hybridization and morphogenetic variation in the invasive alien *Fallopia* (Polygonaceae) complex in Belgium. *American Journal of Botany* 94(11): 1900-1910.

Tiébré M.-S., Vanderhoeven S., Saad L., Mahy G., 2007a. Hybridization and sexual reproduction in the invasive alien *Fallopia* (Polygonaceae) complex in Belgium. *Annals of Botany*, 99: 193–203.

Kolar, C.S., Lodge, D.M., 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution* 16, 199-204.

Mack R. N., Simberloff C. D., Lonsdale W. M., Evans H., Clout M. & Bazzaz F., 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Issues in Ecology* 5: 1-20.

Prieur-Richard A.-H., Lavorel S. 2000. Les communautés végétales les plus diverses sont-elles plus résistantes aux invasions *Revue d'Écologie (la Terre et la Vie)* 2000 (7) 37-51.

Roy J. 1990. In search of the characteristics of plant invaders. Pages 335-352 in F. di Castri, A. J. Hansen, and M. Debusche, editors. *Biological invasions in Europe and the Mediterranean basin*. Kluwen Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

Richardson, D. M., Pysek, P., 2006. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography* 30, 409- 431.

Sakai, A. K., F. W Allendorf, J. S. Holt, D. M. Lodge, J. Molofsky, K. A. With, S. Baughman, R. J. Cabin, J. E. Cohen, N. C. Ellstrand, D. E. McCauley, P. O'Neil, I. M. Parker, J. N. Thomson, and S. G. Weller. 2001. The population biology of invasive species. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32:305-332.

Vitousek, P. M., C. L. D'Antonio, L. L. Loope, and R. Westbrooks. 1996. Biological invasions as global change. *American Scientist* 84: 218-228.

Williamson, 1996. *Biological invasion*. Chapman and Hall, London.

Williamson, 1999. *Invasion*. *Ecography* 22: 5 – 12.

**SECTION II**

**Article 1 in  
Preparation**

**TITLE: IMPACT OF *Chromolaena odorata* (L.) KING & ROBINSON (ASTERACEAE) ON THE FLORISTIC COMPOSITION AND THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL: CASE OF THE BANCO NATIONAL PARK (CÔTE-D'IVOIRE) <sup>1</sup>**

**Marie-Solange Tiébré<sup>2,\*</sup>, Jean-Thomas Cornélis<sup>3</sup>, Gnanazan Zinsi Roseline Gouli<sup>2</sup>, Grégory Mahy<sup>4</sup>, Arnaud Monty<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> In preparation to submission at the journal *Plant and Soil*

<sup>2</sup> **Laboratory of Botany, University Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire**

<sup>3</sup> **Water-Soil-Plant Exchange Unit, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgium**

<sup>4</sup> **Biodiversity and Landscape Unit, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgium**

**Author for correspondence: marie.tiebre@univ-fhb.edu.ci**

**Abstract**

Biological invasions represent a major challenge for biodiversity conservation because they have many impacts on local communities and soil chemistry. In this study, for the first time in Côte d'Ivoire, we analyzed the impacts of an invasive exotic plant, *Chromolaena odorata* on the floristic composition and on the physicochemical composition of the soil. For this, we compared 4 biotopes: forests, ruderal, young *Chromolaena* and old *Chromolaena*. Floristic inventories and soil samples of 0-20 cm depth were made in quadrats of 2m X 2m from each biotope. A total of 36 quadrats were placed due to 9 repetitions per biotope. The results showed that: Floristically, the presence of *C. odorata* in ruderal areas modifies floristic diversity by reducing the richness and recovery of native and patrimonial species. At soil level, of the 17 chemical minerals present, the soils of the old *Chromolaena* biotope have 10 chemical elements (P, K, Mg, Ca, pH kcl, pH H<sub>2</sub>O, CEC, Mg ech, Ca ech, Na ech) that have high average values, unlike the other 3 biotopes. The results of the AFM go in the same direction, since most of the chemical minerals were found in the old *Chromolaena* biotope. Finally, the Anova test showed a significant difference only in terms of 5 chemical parameters of the soil: organic carbon, hydrogen, exchangeable K, exchangeable Na and humus. These minerals seem to be the most available in the soil. In view of these results, we conclude, as do many authors, that *C. odorata* enriches the soil it invades by making several mineral elements available in the soil.

**Keywords:** Biological invasions, Biodiversity, Impact, Invasive exotic plant, *Chromolaena odorata*, Floristic richness, Floristic composition, Physico-chemical properties, Soil, Banco National Park, Côte d'Ivoire.

## INTRODUCTION

Biological invasions are a major challenge for the conservation of biodiversity. They are now considered to be one of the main causes of biodiversity loss in the world (D'Antonio and Kark, 2002; D'Antonio and Meyerson, 2002). The growing interest in biological invasions is closely linked to the potential impact on local communities and ecosystems (Levine, 2008). These potential impacts include changes in the composition of flora, significant economic losses and adverse effects on human health (Cory *et al.*, 2000; Pimentel *et al.*, 2000; Kolar and Lodge, 2001; Selvi *et al.*, 2016). At the local community level, studies have shown that some invasive species can have devastating effects on an entire ecosystem. This is manifested in competition, predation, hybridization, parasitism, habitat disturbance or disease (new pathogens or ecosystems becoming more vulnerable to existing pathogens) (Hulme *et al.*, 2009; Masson *et al.*, 2013). To this must be added their direct and indirect effects on soil chemical properties and the function of ecosystems (Weidenhamer and Callaway, 2010). Invasive species modify the soil composition by root exudates that affect soil structure, and mobilize or chelate nutrients. The long-term impact of litter and root exudates can alter soil nutrient reserves and evidence suggests that invasive plant species can alter nutrient cycles differently from native species (Weidenhamer and Callaway, 2010).

Originally from Central America, *Chromolaena odorata* (Asteraceae) was introduced in Africa in Nigeria in the 1940, probably imported with seeds of *Gmelina arborea* from Ceylon or introduced as a cover crop (Mouloungou and Sigrist, 1993). This species was introduced in Côte d'Ivoire around the 1950s as a cover plant in rubber and oil palm plantations (Gautier, 1992). It was observed for the first time in Eloka, Southeast of Côte d'Ivoire by Miège in 1952 (Delabarre, 1977). Its dissemination was not confined to the forest area. It was observed in the Northeastern part of the country and in the south of the Sudanese savannah a few years later. Due to its rapid growth, this shrub has created dense stands along forest margins and has profoundly altered the landscape of Côte d'Ivoire (Neuba *et al.*, 2014). For example, most of the secondary forests in the country's regions have degenerated into *C. odorata* (Slaats, 1992). All this makes it considered one of the most deeply rooted invasive shrubs and one of the 100 most threatening species in the world (IUCN, 2001).

Few studies have been carried out in Côte d'Ivoire on the impact of invasive species on plant communities and ecosystems (See Tiébré *et al.*, 2014; 2015). In addition, to date, no studies

have been conducted on the impacts of invasive species considering simultaneously the impact on plant richness and impact on soil composition. Our study represents the first attempt to assess the impact of invasive alien plants on flower composition and soil composition in Côte d'Ivoire. In this study, we address this question: Does the presence of *C. odorata* alter floristic diversity and soil composition to the point of altering the floristic composition of the ecosystems it invades? The main objective of this work is to contribute to know the modifications induced by *C. odorata* on ecosystems. More specifically, it will show: (1) the impact of *C. odorata* on the floristic composition and (2) the impact of *C. odorata* on the physicochemical composition of the soil.

## **MATERIAL AND METHODS**

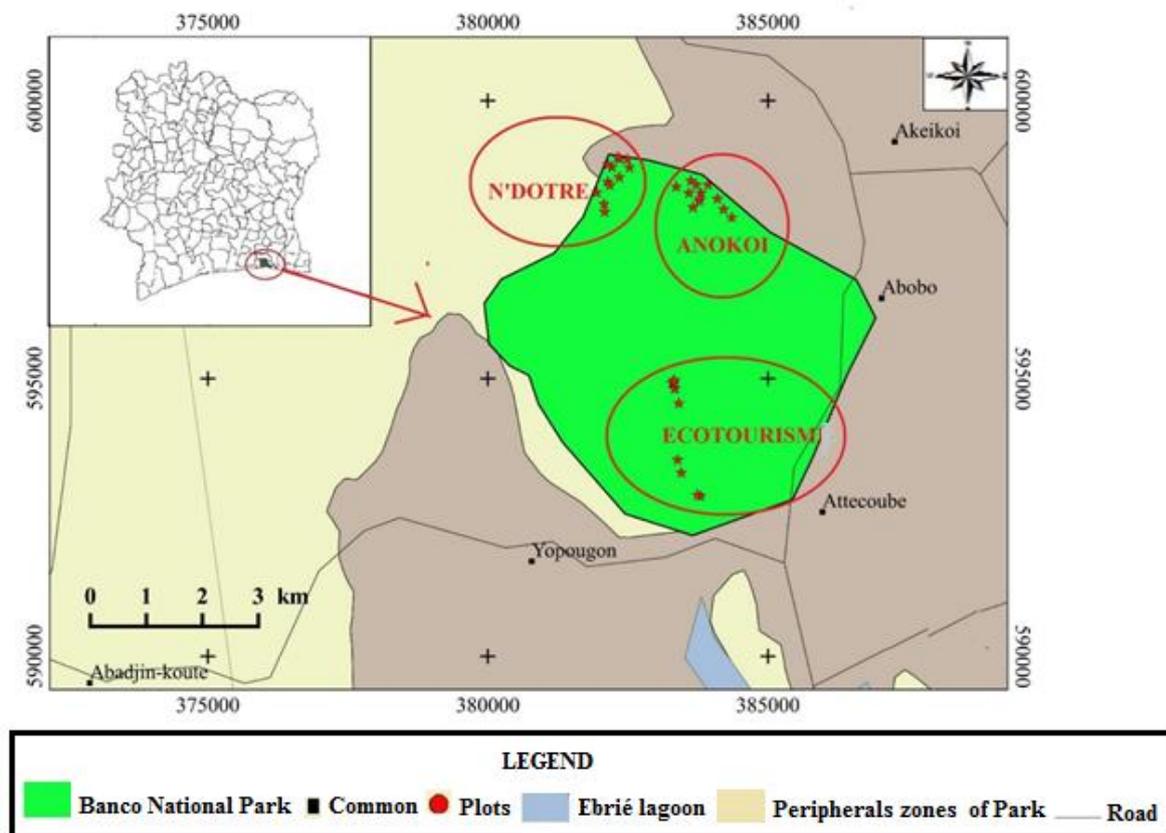
### **Study area:**

The study took place in the Banco National Park (5°21' - 5°25' N and 4°1' - 4°5' W). The area of the national park is 3474 ha (Figure 1). The climate is of a tropical type (Peel *et al.*, 2007) characterized by the four seasons, two dry seasons from august to september and from december to march and two rainy seasons from april to july and from october to november (Eldin, 1971). Annual average precipitation recorded by the meteorological station SODEXAM for the period of 2000 to 2009 is of 1733 mm. The average temperature is 27.4°C with an amplitude of 4.3°C. The soil of the park of a ferrasol type (FAO, 1998) characterized by a sandy, ferralitic, highly desaturated soil (Perraud, 1971). According to Lauginie *et al.* (1996), the park is an evergreen forest. The dominant trees are: *Turraeanthus africanus*, *Synsepalum afzelii*, *Berlinia confusa*, *Blighia welwitschii*, *Coula edulis*, *Dacryodes klaineana*, *Lophira alata*, *Petersianthus macrocarpus* and *Piptadeniastrum africanum*. Recent studies shown that this park is subject to several anthropogenic threats including biological invasion (Sako *et al.*, 2013, Sako and Beltrando, 2014, Tiébré *et al.*, 2014; 2015).

### **Botanical surveys:**

Floristic data were recorded in three sampling areas (Anonkoi, Ecotourism and N'dotr ) in which, four models were applied: closed forests, ruderal areas without *C. odorata* (roadsides, under the wires), ruderal areas with young invasion of *C. odorata* (population invaded by young plants of *C. odorata*) and ruderal areas with old invasion of *C. odorata* (populations invaded of old plants of *C. odorata* with lignified stem, well developed and massive bushes). Thirty-six permanent quadrats of 2m x 2m (4 m<sup>2</sup>) have been installed, three quadrats in each study model, twelve quadrats for each sampling area. The quadrats were chosen at random to respect the homogeneity of the environmental parameters. Within each quadrat, all species of plants

encountered have been identified. The abundance of all vascular plant species was estimated according to Braun-Blanquet's (1972) scale (5. 75-100% abundance, 4. 50-75%, 3: 25-50%, 2: 5-25%, 1: 1-5%, +: < 1%). Unknown species have been collected for the preparation of a herbarium and subsequently identified in the laboratory. To know the richness and the floristic composition of the different quadrats, the number of species, genera and families were determined. The Shannon diversity indices and Pielou equitability indices (Shannon and Weaver, 1949; Pielou, 1966) were calculated for each quadrat. The names of the inventoried species have been updated from Lebrun and Stork (1991-1997). The nomenclature adopted for families is that of APG III (2009).



**Figure 1: Location of the study area with sampling sites.**

**Soil samples:**

In each quadrat, five soil samples have been collected at 0-20 cm with an auger, and then merged to a composite sample. All samples were air dried for 48 hours, then sieved at 2 mm before physico-chemical analysis. For texture and pH analyses, samples were pretreated

following the ISO11464 method. pH was obtained with electrode measurements. Samples used for texture analysis were dispersed using a Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and Sodium exametaphosphate solution. Granulometric analyses for clays and silt were then performed according to the Robinson pipette method (AFNOR-NF X 31-107 norm) with a Texsol24B (LCA Instruments, France) sedimentation automaton. The sand fraction was obtained by wet sieving at 200 µm. Twenty-five variables were analyzed: phosphorus, potassium, magnesium, calcium, acidity, aluminum ion, hydrogen ion, organic carbon, cation exchange capacity, total nitrogen, carbon/nitrogen ratio, exchangeable potassium, exchangeable magnesium, exchangeable nitrogen, pH of water, clay, humus, index of battance, fine silt, coarse silt, total silt, fine sand, coarse sand and total sand.

### **Statistical analyses:**

The data were subjected to a multiple factorial analysis (MFA) to assess the floristic and soil parameters most suitable to characterize each model. The MFA is a factorial method of multidimensional descriptive statistics. It allows to balance the influence of the various groups because if a group presents many variables, it may influence the total analysis than another presenting few variables (Pagès, 2002). Moreover, to show significant differences between the numbers of species encountered per model and to compare the most significant soil parameters that discriminated models, a one-way ANOVA followed by pairwise comparisons with Tukey–HSD post hoc tests was performed. The test of comparison of K proportions was also used to compare the proportions of the species with special status per model. To measure linear relationships between the recovery of *C. odorata* and the other species, a Pearson correlation test was used. Means are given with their standard deviation. These analyses were performed using XLSTAT 2014.5.03 (Addinsoft, France) and R version 3.2. (R foundation).

## **RESULTS**

In this study, 147 species were inventoried. These species were inventoried in the 4 biotopes: ruderal area with young invasion of *Chromolaena* (72 species), ruderal area with old invasion of *Chromolaena* (50 species), the forest area (66 species) and the ruderal (67 species).

### **Impact of *C. odorata* on floristic richness**

The biotopes with invasion by *Chromolaena* showed different mean values of species richness with  $15.55 \pm 2.98$  for ruderal area with young invasion of *C. odorata* and  $11.22 \pm 3.12$

for ruderal area with old invasion of *C. odorata*. The other biotopes had intermediate mean values with species richness ranging respectively from  $13.44 \pm 2.27$  to  $13.55 \pm 3.56$ . A significant difference was found for mean species richness per biotope (Anova test  $F = 2.75$ ,  $P < 0.001$ ) with ruderal area with young invasion significantly differing from ruderal area with old invasion (Table 1).

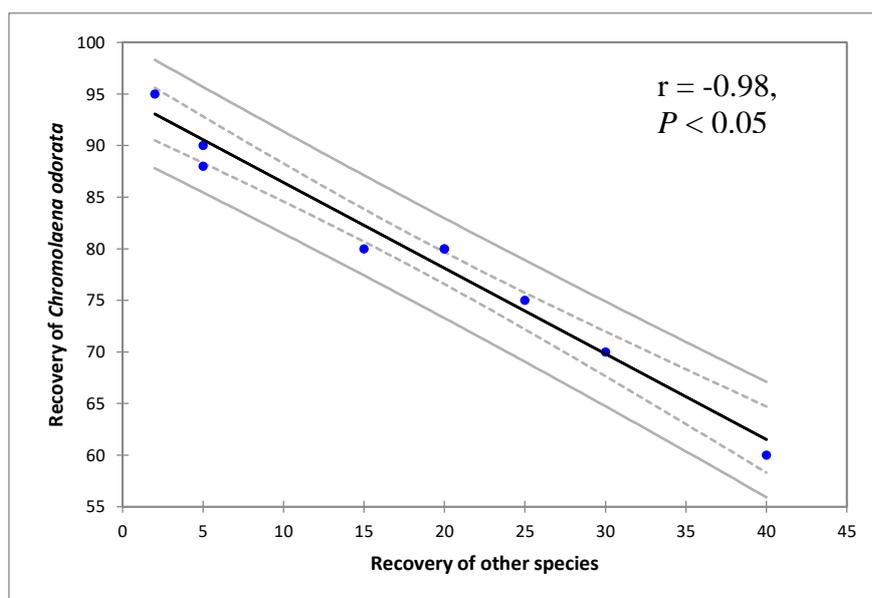
17 patrimonial species were identified in this study. The comparison test of k proportion performed showed a significant difference between the number of patrimonial species present in the ruderal area with old invasion of *C. odorata* (03) and that of the other biotopes (ruderal area with young invasion of *C. odorata*, ruderal area and forest area) with respectively : 11, 12 and 14 species ( $P < 0,05$ ).

**Table 1 :** Mean and standard deviation of the species richness of the four biotopes studied.

| Young Chromolaena | Old Chromolaena   | Ruderals           | Forests            |
|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| $15.55 \pm 2.98b$ | $11.22 \pm 3.12a$ | $13.44 \pm 2.27ab$ | $13.55 \pm 3.56ab$ |

The same superscript letter indicates no significant difference between species. Comparisons between taxa were performed using one-way ANOVA followed by the Tukey-HSD test.

A significant relationship was also found between the recovery of *C. odorata* and the other plant species in the invaded biotope ( $r = -0.98$ ,  $P < 0.05$ ) (Figure 2).



**Figure 2:** Linear regression of the recovery of *C. odorata* and the other plant species.

### **Impact of *C. odorata* on soil**

Table 2 summarizes statistics of the 25 soil variables obtained in the four biotope. As a result, 5 soil variables such as organic carbon, hydrogen, exchangeable potassium, exchangeable sodium, and humus showed statistical differences (Table 2).

In the multiple factor analysis (MFA) of the total variable data, the two first axis extract 43% of the variation (Figure 3). This analysis permitted to select soil and floristic parameters that best fit each biotope. As a result, the first axis was correlated the floristic diversity and soil mineral elements. It separated the forest area from the ruderal ones. The second axis is correlated with the organic elements of the soil. It separated the old invasion by *Chromolaena* from the over biotopes.

**Table 2 :** Summary statistics of different soil variables per biotope

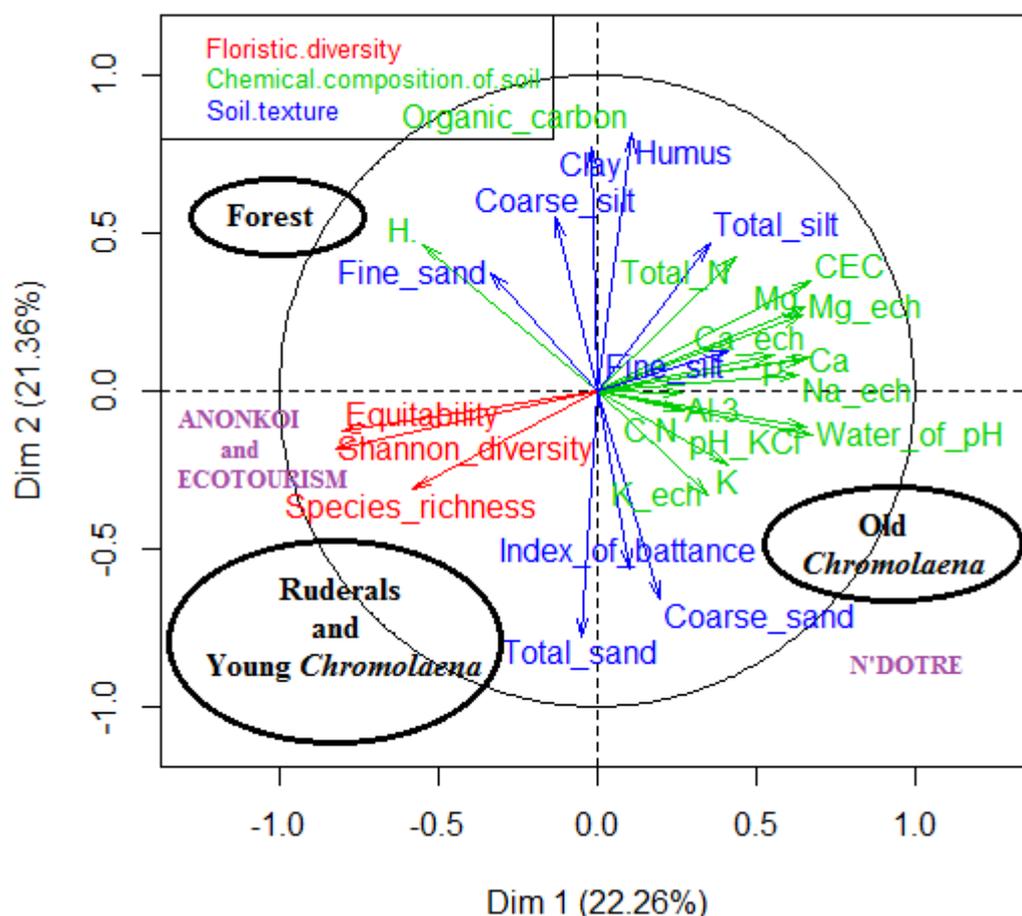
|                              | <b>Forests</b>   |      |      |      | <b>Ruderals</b> |       |      |      | <b>Young <i>Chromolaena</i></b> |      |      |       | <b>Old <i>Chromolaena</i></b> |        |      |       |
|------------------------------|------------------|------|------|------|-----------------|-------|------|------|---------------------------------|------|------|-------|-------------------------------|--------|------|-------|
| <b>Factor</b>                | Average          | Sd   | CV   | Ran  | Average         | Sd    | CV   | Ran  | Average                         | Sd   | CV   | Ran   | Average                       | Sd     | CV   | Ran   |
| <b>P (mg/100g)</b>           | 0.63a            | 0.74 | 1.17 | 2.4  | 0.42a           | 0.29  | 0.69 | 0.9  | 0.7a                            | 0.5  | 0.71 | 1.8   | 4.37a                         | 11.33  | 2.59 | 36.2  |
| <b>K (mg/100g)</b>           | 0.91a            | 0.69 | 0.76 | 2    | 1.32a           | 0.58  | 0.44 | 2.3  | 1.21a                           | 0.64 | 0.53 | 2     | 1.62a                         | 0.62   | 0.38 | 2.4   |
| <b>Mg (mg/100g)</b>          | 1.89a            | 0.76 | 0.4  | 2.2  | 1.61a           | 0.57  | 0.35 | 1.9  | 1.81a                           | 1.58 | 0.87 | 5.6   | 3.15a                         | 2.66   | 0.84 | 9.5   |
| <b>Ca (mg/100g)</b>          | 5.22a            | 3.7  | 0.71 | 11.8 | 17.48a          | 18.68 | 1.07 | 63   | 28.97a                          | 58   | 2    | 190.4 | 51.21a                        | 101.57 | 1.98 | 333.7 |
| <b>pH KCl</b>                | 3.59a            | 0.17 | 0.05 | 0.6  | 4.42a           | 0.6   | 0.14 | 2    | 4.3a                            | 0.9  | 0.21 | 3     | 4.44a                         | 0.77   | 0.17 | 2.5   |
| <b>Total N (mg/100g)</b>     | 0.1a             | 0    | 0    | 0    | 0.1a            | 0     | 0    | 0    | 0.08a                           | 0.04 | 0.5  | 0.1   | 0.1a                          | 0.05   | 0.5  | 0.2   |
| <b>Organic carbon (g/kg)</b> | 14.36 ±<br>1.25b | 1.03 | 0.07 | 2.35 | 8.91 ±<br>0.84a | 0.69  | 0.08 | 1.67 | 9.88 ±<br>2.02ab                | 1.65 | 0.17 | 4.02  | 12.21 ±<br>2.69ab             | 2.2    | 0.18 | 4.79  |
| <b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>   | 4.39a            | 0.15 | 0.03 | 0.35 | 5.26a           | 0.2   | 0.04 | 0.5  | 5.29a                           | 0.8  | 0.15 | 1.72  | 5.53a                         | 0.71   | 0.13 | 1.6   |
| <b>CEC (méq/100)</b>         | 2.33a            | 0.35 | 0.15 | 0.86 | 1.8a            | 0.34  | 0.19 | 0.8  | 2.46a                           | 0.97 | 0.39 | 2.34  | 3.72a                         | 2.96   | 0.79 | 6.82  |
| <b>C/N</b>                   | 13.54a           | 0.87 | 0.06 | 2.6  | 13.22a          | 0.94  | 0.07 | 2.6  | 13.93a                          | 0.6  | 0.04 | 1.9   | 13.43a                        | 1.3    | 0.1  | 4.5   |

|                         |                 |      |      |      |                 |       |      |      |                  |      |      |       |                  |       |      |       |
|-------------------------|-----------------|------|------|------|-----------------|-------|------|------|------------------|------|------|-------|------------------|-------|------|-------|
| <b>Al 3+ (méq/100)</b>  | 3.79a           | 0.23 | 0.06 | 0.7  | 3.67a           | 0.25  | 0.07 | 0.7  | 3.86a            | 0.16 | 0.04 | 0.5   | 3.74a            | 0.37  | 0.1  | 1.3   |
| <b>H+ (mg/100g)</b>     | 0.74 ±<br>0.08b | 0.14 | 0.19 | 0.5  | 0.35 ±<br>0.06a | 0.08  | 0.23 | 0.3  | 0.41 ±<br>0.07a  | 0.11 | 0.27 | 0.3   | 0.41 ±<br>0.12a  | 0.14  | 0.34 | 0.5   |
| <b>K ech (mg/100g)</b>  | 2.16 ±<br>0.93a | 1.44 | 0.67 | 3.8  | 0.88 ±<br>0.42a | 0.48  | 0.54 | 1.5  | 10.13 ±<br>1.48c | 2.48 | 0.24 | 7.3   | 5.58 ±<br>0.65b  | 2.07  | 0.37 | 5.6   |
| <b>Mg ech (mg/100g)</b> | 3.18a           | 1.08 | 0.34 | 3.4  | 2.71a           | 0.6   | 0.22 | 2.3  | 2.3a             | 1.59 | 0.69 | 5.5   | 5.33a            | 4.64  | 0.87 | 16.3  |
| <b>Ca ech (mg/100g)</b> | 4.78a           | 6.33 | 1.32 | 15.9 | 12.75a          | 11.04 | 0.86 | 38.1 | 25.52a           | 51.1 | 2    | 171.3 | 49.15a           | 84.96 | 1.73 | 281.6 |
| <b>Na ech (mg/100g)</b> | 1.28 ±<br>0.17b | 1.28 | 1    | 3.8  | 0.21 ±<br>0.03a | 0.24  | 1.14 | 0.7  | 2.04 ±<br>0.38c  | 0.55 | 0.27 | 1.8   | 2.97 ±<br>0.26d  | 0.62  | 0.21 | 2     |
| <b>(%) Humus</b>        | 2.87 ±<br>0.25b | 0.21 | 0.07 | 0.47 | 1.78 ±<br>0.17a | 0.14  | 0.08 | 0.34 | 1.97 ±<br>0.40ab | 0.33 | 0.17 | 0.8   | 2.44 ±<br>0.54ab | 0.44  | 0.18 | 0.96  |
| <b>(%) Clay</b>         | 10.77a          | 1.7  | 0.16 | 4.11 | 8.79a           | 1.44  | 0.16 | 3.06 | 8.95a            | 2.18 | 0.24 | 4.68  | 8.67a            | 0.39  | 0.04 | 0.87  |
| <b>(%) Fine silt</b>    | 2.03a           | 0.19 | 0.09 | 0.44 | 2.35a           | 0.46  | 0.19 | 1.11 | 1.99a            | 0.37 | 0.18 | 0.78  | 2.23a            | 0.31  | 0.14 | 0.76  |
| <b>(%) Coarse silt</b>  | 1.27a           | 0.19 | 0.15 | 0.43 | 1.11a           | 0.31  | 0.28 | 0.75 | 0.99a            | 0.17 | 0.17 | 0.38  | 1.11a            | 0.01  | 0.01 | 0.01  |
| <b>(%) Total silt</b>   | 3.29a           | 0.23 | 0.07 | 0.49 | 3.47a           | 0.36  | 0.1  | 0.77 | 2.98a            | 0.34 | 0.11 | 0.83  | 3.34a            | 0.31  | 0.1  | 0.77  |

|                          |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |      |       |        |      |      |      |
|--------------------------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|-------|--------|------|------|------|
| <b>(%) Fine sand</b>     | 17.76a | 2.68 | 0.15 | 6.51 | 18.13a | 1.13 | 0.06 | 2.54 | 15.96a | 2.72 | 0.17 | 5.97  | 14.75a | 1.58 | 0.11 | 3.84 |
| <b>(%) Coarse sand</b>   | 68.17a | 4    | 0.06 | 8.51 | 69.62a | 1.13 | 0.02 | 2.77 | 72.11a | 4.69 | 0.06 | 11.48 | 73.23a | 1.41 | 0.02 | 3.38 |
| <b>(%) Total sand</b>    | 85.93a | 1.88 | 0.02 | 2.63 | 87.74a | 1.66 | 0.02 | 3.84 | 88.07a | 2.48 | 0.03 | 5.51  | 87.98a | 0.53 | 0.01 | 1.3  |
| <b>Index of battance</b> | 0.1a   | 0.01 | 0.1  | 0.01 | 0.16a  | 0.03 | 0.19 | 0.08 | 0.13a  | 0.01 | 0.08 | 0.03  | 0.13a  | 0.02 | 0.15 | 0.06 |

Sd : Standard deviation ; CV : coefficient of variation; Ran: Range.

The same superscript letter within a lign indicates no significant difference between species. Comparisons between taxa were performed using one-way ANOVA followed by the Tukey-HSD test.



**Figure 3: Multiple Factorial Analysis (MFA) of floristic variables and soil parameters that characterize each biotope.**

The qualitative variables include the modalities (presence / absence of *Chromolaena*), the type of biotopes (ruderals and forests) and the sampling area (Anonkoi, Ecotourism, N'dotre). The quantitative variables include the 25 chemical and granulometric soil parameters, the species richness, the Shannon indices and the equitability in each quadrat. This analyzes was performed using R version 3.2. (R foundation).

## DISCUSSION

Researches on the impact of plant invasions are crucial to make decisions to reduce the costs of invasion and, in some case, to improve their benefits (Shackleton *et al.*, 2015). However, few studies have been conducted around the world on the impact of invasion by simultaneously considering flora and soil (Vanderhoeven *et al.*, 2005; Vanderhoeven *et al.*, 2006; Séleck *et al.*, 2013; Medina-Villar *et al.*, 2016). In this study, we use vegetation and soil

parameters to better understand the impact of *C. odorata* on the flora and soil of the Banco national park. To our knowledge, this study is the first to examine the impact of an invasive plant in Côte d'Ivoire.

**At the floristic level:** Globally considered as one of the world's weeds, *C. odorata* has many negative impacts on agricultural systems, the economy and biodiversity conservation (Lowe *et al.*, 2000, Borokini and Babalola, 2012; Perrings *et al.*, 2010). In Asia, the plant is ranked among the three most serious weeds of coconut in Sri Lanka, rubber and oil palm in Indonesia and Malaysia. In Australia, *C. odorata* has been identified as the greatest threat to northern Australia, due to its rapid spread and its potential to harm agriculture and the environment (Michael, 1989). In Central Africa, in Centrafrique, *C. odorata* is responsible for the poisoning of livestock in pastoral lands (Achoundong *et al.*, 2000). It colonizes the savannahs by rising higher than the gramineae that constitute them (Ngotta Biyon, 2010). In West Africa, in the Ashanti region of Ghana, the exotics *C. odorata* and *Centrosema pubescens* have been shown to have a negative impact on crops and to be dominant as cropland adventures. (Anning and Yeboah-Gyan, 2007). In the Côte d'Ivoire, the invasion and establishment of *C. odorata* has had a significant negative impact on agriculture and forestry (De Rouw, 1991). Thus, several methods of fighting ranging from chemical, mechanical and biological have been applied worldwide against *C. odorata* (Zachariades *et al.*, 2013). For example, for mechanical control, two or three weeding cycles are enough to deplete most tree seeds. The vacant space is filled with weak grasses, *C. odorata* and other ants. The more weeding, the more *C. odorata* is released from competition with trees, the more it can maintain the site's tenure. Thus, none of the methods has been practically found sustainable in terms of cost (Uyi *et al.*, 2014). Currently, there is no control or proven management strategies in place to verify the spread of the weed (Dahunsi *et al.*, 2017).

The environments invaded by old *C. odorata* was very little diversified compared to those of young *C. odorata*. These results are similar to Shackleton *et al.* (2016), who showed that *C. odorata* reduced native biodiversity. In our study, the ruderals were the most diverse followed by forests. These results are contrary to Kouassi *et al.* (2015) who compared forests with other biotopes in their studies and found that forests were the most diverse. This study also revealed that invasion by old *C. odorata* reduced the richness of patrimonial species. However, the other biotopes were much richer. Meyer *et al.* (2003, 2007) demonstrated that invasion by *Miconia calvescens* decreased the number of patrimonial species of *Psychotria* (Rubiaceae) and *Myrsine*

*longifolia* Nadeaud (Myrsinaceae) in Tahiti. In addition, there was a strong negative correlation between the recovery of *C. odorata* and that of other species. Kouassi *et al* (2008) found similar results. They showed that high recoveries of *C. odorata* prevented the enrichment of fallow flora. The AFM showed that older *Chromolaena* were found in N'dotre than in the other sampling sites (Anonkoi and Ecotourism). The N'dotre site is located on the northern outskirts of the Banco national park (Figure) where human actions are very pronounced. These anthropogenic actions are the cause of the establishment of *C. odorata* (invasive species) in this zone and therefore of the reduction of floristic diversity (Dairain and Vad, 2012). These results are corroborated by Kouassi *et al.* (2015) that show that the human presence is synonymous with a floristic reworking. The more human actions are accentuated and prolonged over time, the more the diversity of biotopes is negatively affected. But the opposite, as soon as this action stops, the favorable climatic conditions allow an increase in diversity (Kouassi *et al.*, 2015). Thus, our study confirms that the presence of *C. odorata* in ruderal areas modifies the floristic diversity by reducing native and patrimonial species richness and recovery.

**At soil level:** Studies documenting increase in the availability of mineral elements in invaded biotopes are much more frequent than those documenting decrease (Ehrenfeld 2003, Allison and Vitousek 2004). Our study confirms this trend. Soils in the Banco national park are ferralitic soils or ferrasols (Perraud 1971, FAO 2006). Ferrasols are characterized in general, naturally by a poverty in mineral elements (P, K, Ca, Mg, Zn, S). Their clay constituents are classified as low activity clays because of their low ability to store exchangeable nutrients. Due to high temperatures, the rate of mineralization of organic matter is high and the content of humic compounds is low. This explains the low nitrogen and phosphorus reserves. (Wambeke, 1974 ; FAO, 2004; Rasoamampionona *et al.*, 2008). The soil characteristics of the Banco national park are: heavily desaturated soil, depleted group. The soil of the plateau shows a light sandy-clayey horizon that overcomes a thick sandy-clay zone (Perraud, 1971). However, according to the Dupuis (1998) classification, which characterizes soils and describes their fertility with respect to tree development, sandy-textured soils are poor to poor fertility zones in the forest environment. On the plateau, the pH decreases by 4.1 between 0 and 4 cm deep at 5.1 between 80 and 90 cm; the percentages of C and N, being respectively 27.0 and 1.74 between 0 and 4 cm, decrease gradually to 2.8 and 0.36 respectively (Perraud, 1971). Banco forest based on the average values of the soil chemical parameters taken from our different study sites in the Banco national park, we have been able to compare the soils of the different biotopes.

Average phosphorus values indicate that ruderal, forest and young *Chromolaena* soils are very poor in phosphorus. Nevertheless, they are less poor in old *Chromolaena*. These soils can be considered deficient in this element. In general, low levels of available phosphorus are characteristic of ferralsols, due to their binding in the soil, due to the presence of iron and aluminum sesquioxides (Mvondo-ze, 1998). Water pH averages show that forest soils, ruderals and young *Chromolaena* are more acidic (4.39-5.29). However, in acidic soils, aluminum toxicity phenomena are common (Andrus, 1989). The phytotoxicity of aluminum is the main factor limiting crop growth. Indeed, when soils acidify strongly, the dissolution of certain aluminum compounds (mineralogical clays, hydroxides ...) releases into the solution of the soil, different ionic forms of aluminum. Of benefit to the growth of plants when their concentration remains very low, certain forms become toxic at high concentrations, when the soil water pH becomes equal to or lower than 5.5. They go as far as disturbing the uptake of other cations by plants (Dabin, 1985; Bertoni and Dumas, 2016). Nevertheless, this acidity alone cannot pose a problem for forest species which for the most part are tolerant of excess aluminum exchangeable in the complex and that can develop normally. The soils of the old *Chromolaena* are less acidic (pH water = 5.53), so they are more fertile. These results are contrary to those obtained by Koutika *et al.* (2005a) found in their study in southern central Cameroon that *C. odorata* is more suitable for acid soils than two legumes (*Pueraria phaseolides* and *Calliandra calothyrsus*) more suitable for non-acid soils. Similarly, the studies conducted by Kanmegne *et al.* (1999) still in southern central Cameroon have shown that *C. odorata* is better suited as a fallow plant on acid soils. Koné *et al.* (2012) found in their study that in the *C. odorata* bush the pH was neutral. Our results are different from those of Kone *et al.* (2012) perhaps because these authors worked in forest-savanna transition zone of Côte d'Ivoire and that we conducted our studies in the south in forest zone where soils are much more acidic. Also, the increase in pH under *C. odorata* could be related to  $\text{Ca}^{2+}$  ions (Dossa *et al.*, 2010). Indeed, the increase in pH observed in the old *Chromolaena* reflects a decrease in the acidity of the soil. The increase in pH is related to the  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  ions, which, despite being picked up by the plants, are in sufficient quantities to neutralize the ions responsible for the soil acidity. Indeed, the  $\text{Ca}^{2+}$  ion, since it is antagonistic to  $\text{Al}^{3+}$ , displaces it from the clay-humic complex. The higher the amounts of  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$ , the greater the neutralization of  $\text{H}^+$  and  $\text{Al}^{3+}$  ions and, consequently, the acidity was reduced (Abobi *et al.*, 2014).

Average organic carbon levels were high in forests and old *Chromolaena*, but low in ruderal and young *Chromolaena*. The threshold for the level of organic carbon fertility defined for

tropical soils by Lal (1997) is 11 mg kg<sup>-1</sup>. Organic carbon values were above this threshold in forests and old *Chromolaena* while it was below this threshold in ruderal and young *Chromolaena*. This results in a strong nutritive nature in forests and old *Chromolaena* and a poor nutritional nature in ruderal and young *Chromolaena*. The C/N ratio is low in all biotopes, showing that organic matter decomposes faster and that nitrogen is rapidly mineralized. The C/N ratio is an indicator of the humic potential of conventional organic residues (plant residues and animal wastes), ie the proportion of stable humus that forms in the soil after decomposition of organic matter. It is accepted that the higher the C/N ratio of a product, the more slowly it degrades in the soil and the more stable humus it provides (Waksman, 1924; Jensen, 1929; Allison, 1955; Fog, 1988). We are in the presence of a humus that is not stable. These results are contrary to those of (Kouadio *et al.*, 2014). The latter worked in Oume soils that are ferrasols. They found that in these soils, the carbon/nitrogen (C/N) ratio was relatively high and showed a low nitrogen-releasing humus (Kouadio *et al.*, 2014). The contents of exchangeable bases, exchangeable calcium, exchangeable magnesium, exchangeable potassium and exchangeable Na were lower in forests and ruderal. These low levels of exchangeable bases observed are similar to those commonly observed in moist and dense forest soils. In fact, dense forest soils have poor fertility (Dupuis 1998, Andrus 1989). Nutrient levels are very low. Their fertility largely depends on the stock of mineral elements contained in organic matter and plant biomass. They are also characterized by low cation exchange capacity and increased acidity (Andrus, 1989). The exchangeable calcium was medium, the exchangeable potassium was higher while the exchangeable magnesium and exchangeable Na were low in the young *Chromolaena*. However, these exchangeable bases were higher in the old *Chromolaena*. Thus, of the 17 chemical minerals present, the soils of the old *Chromolaena* biotope have 10 chemical elements (P, K, Mg, Ca, pH kcl, pH H<sub>2</sub>O, CEC, Mg ech, Ca ech, Na ech) that have higher averages than in other biotopes. The forests have 3 (organic carbon, H<sup>+</sup>, humus) and the young *Chromolaena* have one (K ech). Minerals such as total nitrogen, C/N and Al<sup>3+</sup> have almost the same averages in all biotopes. The Anova test showed significant difference only in terms of 5 soil chemical parameters: organic carbon, hydrogen, exchangeable K, exchangeable Na and humus. The organic carbon content tells us the level of soil fertility (Lal, 1997). This is an important criterion. We are here in the forest zone, where hydrogen is the most available because it gives us an idea of the acidity of these areas (Andrus, 1989). The bases: exchangeable K and exchangeable Na are humic colloids which have a high exchange capacity. They can easily be assimilated by plants (Onana Onana, 2006). We have found that the C/N ratio is low in all biotopes from which humus is rapidly degraded so it is the most available (Fog, 1988).

The results above and those of the AFM show that the soils of the old *Chromolaena* biotopes were much richer than those of the other biotopes (forests, young *Chromolaena*, ruderal). These results are similar to those of Kone *et al.* (2012a), Edoukou *et al.* (2013). They demonstrated that soils invaded by *C. odorata* resulted in a significant improvement in nutrient availability and soil biological activity. Other studies have also shown that *C. odorata* has the ability to maintain and improve soil fertility (Litzenberger *et al.*, 1961; De Foresta, 1991; Gautier, 1992; Slaats, 1995; Holou *et al.*, 2001). To conclude; we can say that *C. odorata* enriches the soil it invades by making available several mineral elements.

### **Acknowledgements**

The International Foundation for Science (IFS), and through it, the Carolina Mac Gillavry Award for having accepted to finance the research work "Individual Grant Number J / 5728-1 of Dr. Marie-Solange Tiebré".

### **REFERENCES**

- Abobi A. H. D., Angui T. K. P. & Kouadio Y. J. 2014. Influence de la fertilisation à base des coques de cacao sur les paramètres chimiques d'un ferralsol et sur la croissance du maïs (*Zea mays* L.) à Oumé, Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.* 82:7359-7371.
- Achoundong G., YoutaHappi J., Bonvallot J. & Guillet B. 2000. Formation et évolution des recrûs en savane. In *Dynamique des Ecosystèmes Forestiers Intertropicaux*. Ed Orstom-CNRS: Paris; 115-119.
- Allison D.S. & Vitousek M.P, 2004. Rapid nutrient cycling in leaf litter from invasive plants in Hawaii. *Oecologia*, 141: 612–619.
- Allison F. E. 1955. Does nitrogen applied to crop residues produce more humus? *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 19, 210-211.
- Anning A. K. & Yeboah-Gyan K. 2007. « Diversity and Distribution of Invasive Weeds in Ashanti Region, Ghana ». *African Journal of Ecology*, 45 (3): 355-360.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105–121.
- Bertoni G. & Dumat C. 2016. Qualité du sol. Cas des sols acides: problèmes et remèdes. In: «*Gestion des sols acides*» Réseau-Agriville, 48 p.
- Borokini T. I. & Babalola F. D. 2012. « Management of invasive plant species in Nigeria through economic exploitation: lessons from other countries ». *Management of Biological Invasions*, 3 (1): 45-55.

- Braun-Blanquet J. 1972. Plant sociology: the study of plant communities (Fac simile of the edition of 1932, translated by Fuller G D and Conrad H S), Hafner Publishing Company, New York. 439 pp.
- Cory D. G., Laflamme R., Knill E., Viola L., Havel T. F., Boulant N. & Negrevergne C. 2000. NMR based quantum information processing: Achievements and prospects. *arXiv preprint quant-ph/0004104*.
- Dabin B. 1985. Les sols tropicaux acides. Cah. ORSTOM, ser. Pedol., vol. XXI, no 1, 1984-1985 : 7-19.
- Dahunsi S. O., Oranusi S., Owolabi J. B. & Efeovbokhan V. E. 2017. Synergy of Siam weed (*Chromolaena odorata*) and poultry manure for energy generation: Effects of pretreatment methods, modeling and process optimization. *Bioresource Technology*, 225 : 409–417.
- Dairain A. & Vad J. 2012. Biodiversité et Société : le rôle des invasions biologiques et la crise actuelle de la Biodiversité? Environnement et société, CERES-ERTI, Ecole normale supérieure, 18 p.
- D'Antonio C. M. & Kark S. 2002. Impacts and extent of biotic invasions in terrestrial ecosystems. *Tree*, 17: 202-204.
- D'Antonio C. & Meyerson L. A. 2002. Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: a synthesis. *Restoration ecology*, 10 (4): 703–713.
- De Foresta H. 1991. *Chromolaena odorata* and disturbance of natural succession after shifting cultivation : an example from Mayombe, Congo, Central Africa. In : R. Munniappan and P. Ferrar (Eds.). Ecology and Management of *Chromolaena odorata*. *BIOTROP Spec. Publ.* 44 : 23 - 41.
- Delabarre M. 1977. Incidence agronomique du développement de *Eupatorium odoratum* (Composée) en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Université, Faculté des sciences de l'université d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 105 p.
- De Rouw A. 1991. The invasion of *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (ex *Eupatorium odoratum*), and competition with the native flora, in a rain forest zone, south-west Côte d'Ivoire. *Journal of Biogeography*, 18 : 13-23.
- Dossa E. L., Diedhiou S., Compton J.E., Assigbetse K. B. & Dick R. P. 2010. Spatial patterns of P fractions and chemical properties in soils of two native shrub communities in Senegal. *Plant Soil* 327:185–198.
- Dupuis B. 1998. Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine CIRAD-Forêt, série FORAFRI Document 4.
- 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 et Gestion des Sols*, 20, 2:9- 106

- Ehrenfeld J. G. 2003. Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystems*, 6 : 503-523.
- Eldin M. 1971. Le climat de la Côte d'Ivoire. In : *Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM*, 50, Paris (France), pp 73-108.
- F.A.O. 2006. World Reference Base for soil resources. World Soils Resources Report 84; Food and Agricultural Organization of United Nations, Rome Italie, 130 p.
- F.A.O. 2006. World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. World soil resources reports 103, 145 p.
- F.A.O. 2004. Utilisation des phosphates naturels pour une agriculture durable. Bulletin FAO Engrais et Nutrition Végétale N° 13, Rome.
- Fog K. 1988. The effect of added nitrogen on the rate of decomposition of organic matter. *Biol. Rev.*, 63, 433-462.
- Gautier L. 1992 a. Taxonomy and distribution of a tropical weed : *Chromolaena odorata* (L.) R. King and Robinson. *Candollea*, 47: 645 - 662.
- Hulme P. E., Pyšek P., Nentwig W. & Vilà M. 2009. Will threat of biological invasions unite the European Union? *Science*, 324: 40-41.
- IUCN 2001. 100 of the world's most invasive alien species database. Available from URL: <http://www.wisg.org/booklet.pdf> (25 November 2004).
- Jensen H. L. 1929. On the influence of the carbon : nitrogen ratios of organic material on the mineralization of nitrogen. *J. Agric. Sci.*, 19, 71-82.
- Kanmegne J., Duguma B., Henrot J. & Isirimah N. 1999. Soil fertility enhancement by planted tree-fallow species in the humid lowlands of Cameroon. *Agroforestry Systems* 46: 239-249.
- Kolar C.S. & Lodge D.M. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 199-204.
- Koné A.W., Edoukou E. F., Gonnetty J. T., N'Dri A. N. A., Assémien L. F. E., Angui P. K. T. & Tondoh J. E. 2012a. Can the shrub *Chromolaena odorata* (Asteraceae) be considered as improving soil biology and plant nutrient availability? *Agroforest. Syst.* 85 : 233-245.
- Kouadio K. K. H., Bakayoko S., Soro D., Ettien D. J. B. & Yoboue K. E. 2014. Étude de la durabilité économique et environnementale de la production de manioc sur ferralsols. *Journal of Applied Biosciences*, 78:6694 – 6704.
- Kouassi K. E., Sangne Y. C. & Kouassi K. H. 2015. Richesse et diversité floristique dans les biotopes environnants la Forêt Classée de la Téné dans le département d'Oumé en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 24 (1) : 3700-3713.
- Kouassi K. H., N'Guessan K., Gnahoua G. M. & Traore D. 2008. Dynamique de *Chromolaena odorata* (L.) r. m. king & h. rob. et évolution de la richesse floristique au cours de la

reconstitution de la flore postculturale en zone de forêt semi-décidue de côte d'ivoire. *Agronomie Africaine*, 20 (3) : 257-265.

Koutika L. S., Nolte C., Ndango R., Folefoc D. & Weise, S. 2005a. Leguminous fallows improve soil quality in south-central Cameroon as evidenced by the particulate organic matter status. *Geoderma*, 125: 343-354.

Lal R. 1997. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304:1623–1627.

Lauginie F., Poilecot P., Akindes F., Béligné V. & Bonfou K. 1996. Propositions pour l'avenir des parcs nationaux et réserves naturelles de Côte d'Ivoire. DDC/MINAGRA/WWF, Abidjan 86 p.

Lebrun J. P. & Stork A. L. 1991-1997. Enumération des plantes à Fleurs d'Afrique Tropicale. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève, Genève (Suisse). Vol. 1 (249 pp.), vol. 2 (257 pp.), vol. 3 (341 pp.) et vol. 4 (711 pp.).

Levine J. M. 2008. Biological invasions. *Curr. Biol.*, 18, 57– 60.

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*. Vol. 12. Invasive Species Specialist Group Auckland.

Masson S., De Lafontaine Y., Pelletier A.M., Verreault G., Brodeur P., Vachon N. & Massé H. 2013. Dispersion récente de la tanche au Québec. *Le Naturaliste canadien*, 137 (2) : 55-61

Medina-Villar S., Rodríguez-Echeverría S.; Lorenzo P., Alonso A., Perez-Corona E. & Castro-Díez P. 2016. Impacts of the alien trees *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle and *Robinia pseudoacacia* L. on soil nutrients and microbial communities. *Soil Biology & Biochemistry*, 96: 65-73.

Meyer J. Y., Duplouy A. & Taputuarai R. 2007. Dynamique des populations de l'arbre endémique *Myrsine longifolia* (Myrsinacées) dans les forêts de tahiti (polynésie française) envahies par *Miconia calvescens* (Mélastomatacées) après introduction d'un champignon pathogène de lutte biologique : premières investigations. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 62, p17-33.

Meyer J. Y., Florence J. & Tchung V. 2003. Les Psychotria (rubiaceés) endémiques de tahiti (Polynésie française) menacés par l'invasion de *Miconia calvescens* (mélastomatacées) : statut, répartition, écologie, phénologie et protection. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 58, 161-185.

Mouloungou J. & Sigrist J.C. 1993. *Chromolaena odorata*, rapport de stage, CNEARC, France, 30 p.

Ndoum N. M. F. 2010. Etude des facteurs du sol favorables à la croissance de *Pericopsis elata* (harms) var. *meeuwen* (assamela) dans trois unités forestières d'aménagement à l'est du

Cameroun. Université de Dschang, Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur des eaux, forêts et chasses, 90 p.

Neuba D. F. R., Malan D. F., Koné M. & Kouadio Y. L. 2014. Inventaire préliminaire des plantes envahissantes de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences* 22(2): 3439-3445.

Ngotta Biyon B. 2010. Origine et propagation de *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King and H. Robinson (Asteraceae) entre Meiganga et Mbaï-mboum dans le nord Cameroun. Mémoire de Maîtrise de l'Université de Douala, 50p.

Onana O. 2006. Pratiques de fertilisation et caractéristiques des sols en zone maraîchère périurbaine de Yaoundé cas des bas-fonds de Nkonlondom. Mémoire de fin d'études. FASA. 56p.

Pagès P. 2002. Analyse Factorielle Multiple appliquée aux variables qualitatives et aux données mixtes. *Revue de Statistiques Appliquées*, 50 (4) : 5 - 37.

Peel M. C., Finlayson B. L. & McMahon T. A. 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11 (5) :1633-1644.

Perraud A. 1971. Les sols. In : *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM*, 50, Paris (France), pp 157-263.

Pielou E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* 13: 131-144.

Pimentel D. L., Lach K., Zaniga. & Morrison D. 2000. Environmental and economic cost of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*, 50: 53-65.

Rasoamampionona, B., Rabeharisoa, L., Andrianjaka, A., Duponnois, R., Planchette, C., 2008. Arbuscular Mycorrhizae in Malagasy Cropping Systems. *Biological Agriculture and Horticulture* 25, 327-337.

Sako N. & Beltrand G. 2014. Dynamiques spatiales récentes du Parc National du Banco (PNB) et stratégies de gestion communautaire durable de ses ressources forestières (District d'Abidjan en Côte d'Ivoire). *Echo Géo*, 30, 9p.

Sako N., Beltrando G., Atta K. L., Dibi N. H. & Brou T. 2013. Dynamique forestière et pression urbaine dans le Parc National du Banco (Abidjan, Côte d'Ivoire). *VertigO* 13(2), 12p.

Selvi F., Carrari E. & Coppi A. 2016. Impact of pine invasion on the taxonomic and phylogenetic diversity of a relict Mediterranean forest ecosystem/ Forest. *Ecology and Management*, 367: 1-11.

Slaats, J. J. P. 1992. *Chromolaena odorata* fallow in food cropping systems. Tropical Resource Management Papers. The Tropenbos Foundation (177 pp.).

- Shackleton R. T., Witt A. B. R., Nunda W. & Richardson D. M. 2016. « *Chromolaena odorata* (Siam Weed) in Eastern Africa: Distribution and Socio-Ecological Impacts ». *Biological Invasions*, novembre, 1-14.
- Shannon C. E. & Weaver W. 1949. - The mathematic theory of communications. University Illinois Press, Urbana, 117 p.
- Tiébré M. S., Vroh B. T. A., Kouamé D., Dibi K. D. & Adou Yao C. Y. 2015. Effets d'un arbre exotique envahissant *Hopea Odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) sur la diversité floristique et le stockage de carbone du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 10 (1): 207- 278.
- Tiébré M. S., Djaha K., Vroh B. T. A., N'Da K. D. & Adou Yao C.Y. 2014. Stratégies et potentiel d'invasion des massifs forestiers par *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) : cas du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(2): 666-679.
- Uyi O. O., Ekhaton F., Ikuenobe C. E., Borokini T. I., Aigbokhan E. I., Egbon I. N., Adebayo A. R., Igbinosa I. B., Okeke C. O., Igbinosa E. O. & Omokhua G. A. 2014. *Chromolaena odorata* invasion in Nigeria: A case for coordinated biological control. *Manage. Biological Invasions*, 5 (4), 377–393.
- Vanderhoeven S., Dassonville N., Chapuis-Lardy L.; Hayez M. & Meerts P. 2006. Impact of the invasive alien plant *Solidago gigantea* on primary productivity, plant nutrient content and soil mineral nutrient concentrations. *Plant Soil*, 286: 259-268.
- Vanderhoeven S., Dassonville N. & Meerts P. 2005. Increased topsoil mineral nutrient concentrations under exotic invasive plants in Belgium. *Plant & Soil*, 275(1-2): 169-179.
- Waksman S. A. 1924. Influence of microorganisms upon the carbon-nitrogen ratio in soil. *J. Agric. Sci.*, 14, 555-562.
- Wambeke A.V. 1974. Management properties of Ferralsols. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Land and Water Development Division, Rome.
- Weidenhamer D. J. & Callaway M. R. 2010. Direct and Indirect effects of Invasive Plants on Soil Chemistry and Ecosystem Function. *Chem Ecol*. 36:59-69.
- Zachariades C., Janse van Rensburg S. & Witt A. 2013. Recent spread and new records of *Chromolaena odorata* in Africa. In: Zachariades, C., Strathie, L.W., Day, M.D., Muniappan, R. (Eds.), Proceedings of the Eighth International Workshop on Biological Control and Management of *Chromolaena odorata* and other Eupatorieae, Nairobi, Kenya, 1–2 November 2010. ARC-PPRI, Pretoria, pp. 20–27.

## **SECTION III**

# **Article 2 in preparation**

**TITRE : UNE ETUDE PRELIMINAIRE SUR LA COLONISATION DES ZONES RUDERALES D'UN MASSIF FORESTIER RELIQUE URBAIN LITTORAL, LE PARC NATIONAL DU BANCO (ABIDJAN CÔTE D'IVOIRE) PAR LES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES INVASIVES <sup>1</sup>**

**Titre abrégé : COLONISATION DES ZONES RUDERALES DU PARC NATIONAL DU BANCO PAR LES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES INVASIVES**

**M.-S. Tiébré <sup>1\*</sup>, S.E.V. Akaffou <sup>2</sup>, G. Mahy <sup>3</sup>, A. Monthy <sup>3</sup>**

<sup>1</sup> In preparation to submission at the journal *Tropicultura*

<sup>2</sup> **Laboratory of Botany, University Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire**

<sup>3</sup> **Biodiversity and Landscape Unit, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgium**

**Author for correspondence : marie.tiebre@univ-fhb.edu.ci**

**Title: PRELIMINARY STUDY ON THE COLONIZATION OF THE RUDERAL ZONES OF A COASTAL URBAN FOREST RELICT, THE BANCO NATIONAL PARK (ABIDJAN, CÔTE D'IVOIRE) BY ALIEN INVASIVE PLANT SPECIES**

**Abstract**

This study, carried out in the National Park of Banco, aims to contribute to a better knowledge of the floristic diversity of the ruderal zones of this park by highlighting the invasive species that colonize these habitats and to check if the current distribution of these species influences those of native and species of high value for conservation. A floristic inventory was carried out using the surface survey method and the itinerant method. We identify 357 species for all the ruderal areas visited. These species are distributed in 254 genera and 93 families. Of the species inventoried, 49 species are high conservation value species and 22 are invasive. The results of the correlation tests show a negative correlation between the abundance of the invasive species and those of the native and heritage species. It is urgent to follow the dynamics of invasion of alien species and see if this invasion threatens the floristic diversity of this urban national relict park.

**Keywords:** invasive species, floristic diversity, endangered species, Banco National Park, ruderal vegetation, urban vegetation.

## Résumé

Cette étude, réalisée dans le Parc National du Banco, a pour but de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité floristique des zones rudérales de ce parc en mettant en évidence les espèces invasives qui peuplent ces habitats et vérifier si la distribution actuelle de ces espèces influence celle des indigènes et des espèces à haute valeur pour la conservation. Un inventaire floristique a été réalisé selon la méthode des relevés de surface et la méthode itinérante. Cette étude a permis de recenser pour l'ensemble des zones rudérales visitées, 357 espèces. Ces espèces sont réparties en 254 genres et 93 familles. Parmi les espèces inventoriées, 49 espèces sont des espèces patrimoniales ou à haute valeur pour la conservation et 22 sont invasives. Les résultats des tests de corrélation montrent une corrélation négative entre l'abondance des espèces invasives et celles des espèces indigènes et patrimoniales. Il devient urgent de suivre la dynamique de colonisation des espèces exotiques invasives et voir si l'envahissement de ces espèces menace la diversité floristique de ce parc national urbain relique.

**Mots-clés** : espèces invasives, diversité floristique, espèces menacées, Parc national Banco, végétation rudérale, végétation urbaine.

## Introduction

Les zones urbaines regroupent différents espaces végétalisés qui vont des plantations isolées à des formations très développées telles que les boisements, les zones rudérales, les prairies et les parcs naturels (Lougbeignon et Codjia, 2011 ; Osseni *et al.*, 2014 ; Selmi, 2016). Les zones rudérales rassemblent les terrains influencés par l'homme (bords de chemins, bords de massifs forestiers, zones piétinées, terrains vagues, voies de chemin de fer, voies de fil électriques, etc.) (Uchida *et al.*, 2014). Nonobstant, les zones rudérales revêtent une importance capitale pour la conservation de la biodiversité et des écosystèmes car la révégétalisation spontanée de ces habitats anthropisés, s'accompagne de nombreuses espèces héliophiles et autres qui trouvent les conditions idéales pour leur développement (Uchida *et al.*, 2014 ; Osseni *et al.*, 2014 ; Selmi 2016 ; Thiaudière, 2016)

Parallèlement, différentes études ont montré que les plantes exotiques invasives, introduites de façon volontaire ou accidentelle par l'homme, utilisent également les zones rudérales comme points de départ pour l'envahissement des écosystèmes naturels (Tyser et Worley 1992 ; Tiébré *et al.*, 2008). Or, les invasions biologiques constituent une menace pour la biodiversité, les

habitats, les communautés et les écosystèmes (Tiébré *et al.*, 2007 ; Dumitraşcu *et al.*, 2012 ; Hulme 2016 ; Simberloff, 2016). Face à l'intensification des activités humaines, les massifs forestiers urbains sont de plus en plus exposés à la colonisation et à la pénétration des espèces invasives. Ces plantes colonisant généralement les zones rudérales menacent la biodiversité indigène (Tiébré *et al.*, 2008). En Côte d'Ivoire, le Parc National du Banco est un massif forestier relique du littoral. Il est situé en plein cœur de la ville d'Abidjan, la capitale économique de la Côte d'Ivoire. Ce massif forestier renferme de nombreuses espèces animales et végétales menacées d'extinction (Mèmèl *et al.*, 2011 ; Bitty *et al.*, 2013). Il se caractérise par une diversité de micro-habitats naturels et anthropisés (Sako et Beltrando, 2014). Cette biodiversité lui confère une importante valeur pour la conservation. A l'origine, ce massif a été classé comme une réserve forestière en 1926. Différents travaux sylvicoles (reboisement de zones défrichées et plantations d'enrichissement) y ont été menés jusqu'en 1953, date de son classement en Parc National. Les études récentes montrent que cette forêt urbaine est en proie à de nombreuses pressions anthropiques. L'extension de la ville menace ce massif avec la création des habitations et de l'agriculture périphérique (Sako *et al.*, 2013 ; Sako et Beltrando, 2014). Tous ces facteurs concourent à l'artificialisation des zones périphériques du Parc et à l'accroissement des zones rudérales. De plus, certaines espèces végétales invasives à l'instar de *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) y ont été introduites au cours des campagnes de reboisement et les études récentes ont montré que cet arbre menace la biodiversité indigène et bouleverse les processus écosystémiques comme le stockage du carbone (Tiébré *et al.*, 2014 ; 2015). Etant donné l'importance de cette forêt pour la conservation de la biodiversité du littoral de Côte d'Ivoire, il devient urgent d'investiguer sur l'introduction et la colonisation des espèces végétales invasives dans cet écosystème et sur les impacts potentiels que cela peut avoir sur les communautés végétales et les écosystèmes.

L'inventaire botanique entrepris dans le cadre de cette étude a pour objectif général de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité floristique des zones rudérales du Parc National du Banco. De façon spécifique, il s'est agi de caractériser la diversité végétale de ces zones anthropisées et de renseigner les espèces à statut particulier ou à haute valeur pour la conservation. Nous mettons aussi en lumière les espèces végétales exotiques invasives qui peuplent ces habitats. L'abondance des espèces invasives réduit-elle la diversité floristique et l'abondance des espèces indigènes et celle des espèces patrimoniales ou à haute valeur pour la conservation ?

## **Matériel et méthodes**

### **Site d'étude :**

L'étude s'est déroulée dans le parc national du Banco ( $5^{\circ} 21' - 5^{\circ} 25' N$  et  $4^{\circ} 1' - 4^{\circ} 5' O$ ). C'est une relique de forêt littorale primaire psammohygrophile de 3474 ha (figure 1). Le climat est de type tropical (Peel *et al.*, 2007) caractérisé par quatre saisons, deux saisons sèches d'août à septembre et de décembre à mars et deux saisons des pluies d'avril à juillet et d'octobre à novembre (Eldin, 1971). Les précipitations moyennes annuelles enregistrées par la station météorologique SODEXAM pour la période de 2000 à 2009 sont de 1733 mm. La température moyenne est de  $27,4^{\circ} C$  avec une amplitude de  $4,3^{\circ} C$ . Le sol du parc de type ferrasol (FAO, 1998) caractérisé par un sol sableux, ferrallitique, fortement dénaturé (Perraud, 1971).

### **Collecte des données :**

Dans cette étude nous avons tenu compte uniquement des espèces exotiques envahissantes à la flore ivoirienne. La définition adaptée est celle de la convention de la biodiversité. Selon CBD, 2002 une espèce exotique envahissante est « *une espèce existant en dehors de son aire de répartition naturelle dont l'introduction et la propagation menacent des écosystèmes, des habitats ou d'autres espèces et portent préjudices socioculturels, économiques et /ou environnementaux et/ou à la santé humaine* ». La liste des plantes exotiques envahissantes à été dressée à partir de la base de données et la documentation sur la flore ivoirienne (De Foresta, 1995, Gautier *et al.*, 1999, Chatelain *et al.*, 2001) et des travaux divers sur les plantes invasives (Neuba *et al.* 2014 ; de l'IUCN West and Central Africa Programme (UICN/PACO, 2013), d'Aké-Assi 2001 ; 2002).

### **Analyse des données floristiques :**

Des inventaires botaniques ont été effectués le long des routes qui ceignent le parc, le long des pistes ouvertes pour la circulation à l'intérieur du massif forestier et dans les clairières des lignes de haute tension électriques (Figure 1). Douze placettes de 20 m x 20 m (400m<sup>2</sup>) ont été installées de façon aléatoire. Les placettes ont été choisies au hasard de sorte à respecter l'homogénéité des paramètres environnementaux. A l'intérieur de chaque placette, toutes les espèces végétales herbacées et supérieures rencontrées ont été comptées et identifiées.

## **Analyse statistique :**

Pour caractériser la force de l'association existant entre l'abondance des espèces indigènes et celle des espèces invasives, et aussi entre l'abondance des espèces invasives et celle des espèces patrimoniales ou espèces à statut particulier, nous avons calculé le coefficient de corrélation de Pearson. Nous avons par la suite fait une représentation graphique de cette liaison à partir d'une droite de régression. Le logiciel XLSTAT version 2014.5.03 a été utilisé pour réaliser tous ces différents tests.

## **Résultats**

### **Richesse et composition floristique**

Cette étude a permis de recenser pour l'ensemble des zones rudérales visitées 357 espèces (Tableau1). Ces espèces sont réparties en 254 genres et 93 familles. La liste générale des espèces révèle la présence de 49 espèces à statut particulier ou à haute valeur pour la conservation, soit 13,50% de l'ensemble des espèces (Tableau 2). Parmi ces espèces, 5 sont citées comme rares, devenues rares et en voie d'extinction de la flore. Les espèces présentes sur la liste rouge de l'UICN sont au nombre 15. Dans cette catégorie, on dénombre 7 espèces vulnérables, 6 dans la classe de préoccupation mineure et 2 dans la classe de risque faible (Tableau 2). Les espèces endémiques sont au nombre de 31 soit 8,53% de l'ensemble des espèces. Concernant les espèces endémiques au Bloc forestier Ouest africain (GCW), 26 ont été identifiées (Tableau 2). Les espèces endémiques à la Côte d'Ivoire sont au nombre de 5.

L'inventaire botanique a permis de mettre en évidence 22 espèces exotiques invasives des zones rudérales du parc national du Banco (PNB). Elles appartiennent à 12 familles et 21 genres. La majorité des espèces exotiques invasives rencontrées sont des Dicotylédones avec 18 espèces soit 82%, les Monocotylédones ne représentant que 18% avec 4 espèces (tableau 3). Les herbes sont majoritaires avec 8 espèces soit 36 % suivies des arbustes (27%) (Tableau 4). Les familles les plus représentatives sont Euphorbiaceae, Fabaceae et Asteraceae avec respectivement 3 espèces par famille qui représentent 42% de toutes les espèces (Tableau 4). La plupart des genres sont représentés par une espèce, seul le genre *Solanum* contient 2 espèces. Parmi les 22 espèces invasives, 64% sont d'origine américaine (14 espèces). Peu d'espèces sont originaires d'Europe et de l'Asie (Tableau 4 ; figure 2). En ce qui concerne leurs usages des espèces exotiques invasives, 38% de ces espèces sont ornementales, 28 % ont des valeurs thérapeutiques, et les autres sont utilisées comme fourrage, bois de chauffe, bois d'œuvre, reboisement, papeterie, agroforesterie (Tableau 4 ; figure 3). Il existe une corrélation négative et très forte entre le nombre d'individus d'espèces natives et celui des espèces invasives ( $r = -$

0, 91 ;  $p < 0,05$ ) et entre le nombre d'individus d'espèces patrimoniales et celui des espèces invasives ( $r = - 0, 92$  ;  $p < 0,0001$ ) (Figure 4).

## Discussion

La superficie totale des relevés effectués représente 4800 m<sup>2</sup> (12 x 400 m<sup>2</sup>). Malgré la faiblesse de l'aire prospectée, la richesse floristique estimée à 357 espèces est très appréciable, car elle représente une part importante de la biodiversité. Si les milieux rudéraux semblent à première vue les plus délaissés, ils regorgent de nombreuses espèces patrimoniales. La présence de ces espèces dans la flore rudérale fait de ces habitats une zone prioritaire de conservation (Meyers *et al.*, 200 ; N'Guessan, 2013).

L'inventaire mené au cours de cette étude a permis de dresser une liste de 22 espèces invasives dans le parc national du Banco. Nos observations montrent que ces plantes invasives sont uniformément réparties sur l'ensemble du parc, ce qui pourrait constituer une menace réelle pour le parc. Nos résultats vont dans ce sens. En effet, ceux-ci ont montré que les espèces invasives ont un impact négatif sur les plantes natives et sur les espèces à statut particulier. Des résultats similaires ont été trouvés par Saad *et al.*, 2009 lors d'une étude dans les réserves naturelles et sites de grand intérêt biologique en Belgique sur 4 espèces invasives telles que : une hybride du genre *Fallopia*, *Solidago gigantea* Aiton, *Impatiens glandulifera* Royle et *Senecio inaequidens* D.C. En dehors de *Senecio inaequidens* D.C les trois autres espèces invasives ont réduit la richesse floristique indigène, mais par contre, n'ont eu aucun impact sur les espèces patrimoniales. Plusieurs auteurs ont montré l'impact des espèces invasives sur les écosystèmes. Nous pouvons citer entre autres (Foxcroft *et al.*, 2003 ; Haury & Damien, 2012) affirment que les espèces invasives sont devenues un problème grave pour l'écologie des aires protégées car elles constituent un danger réel pour les espèces locales. (Tiébré *et al.*, 2014 ; 2015) ont démontré que l'introduction de l'arbre exotique envahissant *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) dans le Parc National du Banco a modifié la composition végétale et les services écosystémiques comme la séquestration du carbone. Ces mêmes auteurs ont montré que la présence de *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob. (Asteraceae) modifie la diversité floristique des zones envahies (Tiébré *et al.*, en cours). Lors d'une étude menée à Tahiti, Ferraris *et al.*, 2006 ont montré que *Miconia calvescens* DC. (Melastomataceae), un arbre introduit comme plante ornementale dans un jardin botanique couvre actuellement près de 70-75% de l'île soit plus de 80 000 hectares. En Nouvelle-Calédonie, l'espèce *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv (Poaceae) a réussi à envahir la plaine des Lacs en province Sud où peu d'espèces herbacées introduites arrivent à se naturaliser. Une étude menée dans le Parc National

de Kruger en Afrique du Sud, Foxcroft *et al.*, 2003 ont démontré que *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Asteraceae) est très néfaste pour la biodiversité des milieux qu'elle colonise. Elle a transformé les formations complexes en des peuplements monospécifiques denses.

Les espèces invasives du Parc National du Banco proviennent de tous les continents. Ce résultat est semblable à celui de (Weber *et al.*, 2008). Un grand nombre de plantes invasives recensées dans le parc national du Banco sont ornementaux et sont des herbes. Nos résultats sont similaires à ceux de (Weber *et al.*, 2008).

## **Conclusion**

Cette étude a permis de recenser 357 espèces dans la flore rudérale du Parc National Banco. Ces espèces sont réparties en 254 genres et 93 familles. La liste générale des espèces recensées révèle la présence de 49 espèces patrimoniales et 22 espèces exotiques invasives. 82% des plantes invasives sont des dicotylédones et 64 % proviennent du continent américain et sont des herbes (36%). La majorité de nos plantes invasives est ornamental (38 %), 28 % ont des valeurs thérapeutiques et les autres sont utilisées comme fourrage, bois de chauffe, bois d'œuvre, reboisement, papeterie. Les résultats des analyses statistiques montrent que les espèces invasives ont un impact négatif important sur la diversité, l'abondance et la composition des communautés végétales indigènes et surtout elles menacent même les espèces patrimoniales. Etant donné que les espèces invasives sont uniformément réparties, Des études complémentaires doivent être menées pour suivre la dynamique de colonisation des plantes invasives dans ce parc et leurs effets sur les communautés et les écosystèmes.

## **Acknowledgements**

The International Foundation for Science (IFS), and through it, the Carolina Mac Gillavry Award for having accepted to finance the research work "Individual Grant Number J / 5728-1 of Dr. Marie-Solange Tiebré".

## **Références bibliographiques**

1. Adam K.A. & Krampah E., 2005, *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm. Fiche de PROTA 4U. Louppe D., Oteng-Amoako A.A. & Brink M. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>.

2. Aké-Assi L., 1998, Impact de l'exploitation forestière et du développement agricole sur la conservation de la biodiversité biologique en Côte d'Ivoire. *Le flamboyant*, **46**, 20-21.
3. Aké-Assi L. 2001, Flore de la Côte d'Ivoire Catalogue Systématique, Biogéographie et Ecologie (Tome 1). Conservatoire et Jardin Botaniques : Genève, Suisse ; 396p.
4. Aké-Assi L. 2002, Flore de la Côte d'Ivoire Catalogue Systématique, Biogéographie et Ecologie (Tome 2). Conservatoire et Jardin Botaniques : Genève, Suisse ; 401p.
5. Andrade-Cetto A. & Cadenas Vasquez R., 2010, Inhibition de la néoglucogène et la composition phytochimique de deux espèces de *Cecropia*, *Journal of ethnopharmacologie*, **30** (1), 93-97.
6. Béné K., Camara D., Fofié N.B.Y., Kanga Y., Yapi A.B., Yapo Y.C., Ambe S A. & Zirihi G.N., 2016, Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le Département de Transua, District du Zanzan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, **27** (2), 4230-4250.
7. Bitty E.A., Kadjo B., Gonedele Bi S., Okon O.M. & Kouassi K.P., 2013, Inventaire de la faune mammalogique d'une forêt urbaine, le Parc National du Banco, Côte d'Ivoire, *International Journal of Biological and Chemical Science* **7**(4), 1678- 1687.
8. Cronquist A., 1981, An integrated system of classification of flowering plants. *Columbia University Press*, 1262 p.
9. De Koning J., 1983, La forêt du Banco. Thèse de Doctorat, Université de Wageningen, Pays-Bas, 1500 p.
10. Dumitrascu M, Kucsicsa G, Grigorescu I, Dragota C-S, Nastase M. 2012. Invasive terrestrial plant species in the Romanian protected areas. Case study: *Fallopia japonica* in the Maramures Mountains Natural Park, *forum geographic* **9** (1): 45-53.
11. 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 et Gestion des Sols*, **20**, (2), 9- 106
12. Eldin M., 1971, Le climat de la Côte d'Ivoire. In : *Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM*, **50**, Paris (France), 73-108.
13. Ezeabara A.C & Okonkwo E.E., 2016, Comparaison of phytochemical and proximate component of leaf, stem and of *Croton hirtus* L'Herit and *Croton lobatus* Linn, *Journal of Medical and Health Research* **1**(2), 24-33.
14. Falk-Petersen J, Bøhn T, & Odd Terje Sandlund OT, 2006. On the Numerous Concepts in Invasion Biology, *Biological Invasion*, **8**(6): 1409-1424.
15. Ferraris J; Chevillotte H, Meyer J-Y, Mellado T, Florence J, Emmanuelli E, Habert E, Galzin R. 2006. Suivi des phénomènes bio-invasifs et de restauration de la biodiversité dans des aires protégées marines et terrestres : l'exemple de Moorea en Polynésie française. Paris: IRD, 32p.

16. Foxcroft L.C., Henderson L., Nichols G.R. & Martin B.W., 2003, A revised list of alien R. plants for the Kruger National Park. *Koedoe***46** (2), 21-44.
17. Haury J. & Damien J-P., 2012, Les invasions biologiques dans le Parc naturel régional de Brière: présentation d'une recherche-action, *Sciences Eaux & Territoires***6**, 26-33.
18. Hulme, P. E. (2016), Climate change and biological invasions: evidence, expectations, and response options. *Biol Rev.* doi:10.1111/brv.12282.
19. Kumar S., Singh P., Mishra G., Srivastav S., Jha & Khosa R.L., 2011, Phytopharmacological review of *Alternanthera brasiliana* (Amaranthaceae) *Asian Journal of Plant Science and Research*.**1** (1) :41-47.
20. Lévêque C., Mounolou J-C., Pavé A. & Lainé SC., 2010, « A propos des introductions d'espèces », *Études rurales*, **185**, 219-234.
21. Lougbegnon TO, Codjia JT. 2011. Avifaune urbaine de Cotonou et sa distribution en relation avec les facteurs de l'habitat : Implication pour l'aménagement écologique de la ville. *Afrique Science*, 7(1) : 116-136
22. Mèmèl JD, Karamoko M, Otchoumou A, Kouassi DK. 2011. Abondance, taille et mortalité des escargots terrestres du Parc National du Banco (Côte d'Ivoire) : effet de la composition granulométrique et chimique du sol. *Livestock Research for Rural Development* 23(9) 6p.
23. Meyers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G. A. B. & Kent J., 2000, Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**, 853-858. DOI: 10. 1038/35002501.
24. Muller S. 2004. Plantes invasives en France. Museum national d'Histoire Naturelle, Paris, 168p.
25. Neuba D.F.R., Malan D.F., Koné M. & Kouadio Y.L., 2014, Inventaire préliminaire des plantes envahissantes de la Côte d'Ivoire, *Journal of Animal & Plant Sciences***22**(2), 3439-3445.
26. N'Guessan KE., 2013, Etudes d'impact environnemental et social du projet de la construction de la clôture du Parc National Banco, Rapport d'étude floristique, CNF. 54 p.
27. Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP), 2007, Services d'information. N°11, Paris 01 Novembre 2007. 19p.
28. Osseni A.A., Tohozin C.A.B., Toko -Mouhamadou I. & Sinsin B., 2014, Contribution des SIG dans l'analyse floristique des espaces verts dans la ville de Porto-Novo au Bénin. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, **23**, 103-121.
29. Ouattara-Soro F.S., Aka J., Zaïbo P. & Dosso M., 2015, Effets pharmacologiques de *Ageratum conyzoides* sur la glycémie chez le lapin, *Journal of Animal & Plant Sciences*, **24** (1), 3691-3699.
30. Owolabi S.M. & Lajide L., 2015, Preliminary phytochemical screening and antimicrobial activity of crude extracts of *Bambusa vulgaris* Schrad. Ex J.C. Wendl. (Poaceae) from

- southwestern Nigeria *American Journal of Essential Oils and Natural Products*; **3** (1), 42-45.
31. Perraud A., 1971, Les sols. In : *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM*, 50, Paris (France), 157-263.
  32. Pyšek P & Richardson M D, 2006. The biogeography of naturalization in alien plants *Journal of Biogeography*, 33 : 2040–2050.
  33. Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta DF & Carol West CJ, 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions, *Diversity and Distributions*, 6(2) : 93-107.
  34. Roose E. & Cheroux M., 1966, Les sols du bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire, Cahiers Orstom, **4**(2), 51 p.
  35. Saad L, Jacquemart A-M, Gawoy V, Vampary V & Vervoort A., 2009, Les plantes envahissantes en Belgique ont-elles des impacts ? In : Parcs et réserves : revue trimestrielle d' & apos, Andenne et Gaume **64**(4), 10-17.
  36. Sako N, Beltrando G, Atta K L, N'da D H & Brou T., 2013. « Dynamique forestière et pression urbaine dans le Parc national du Banco (Abidjan, Côte d'Ivoire) » *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 13 Numéro 2 | septembre 2013, mis en ligne le 06 octobre 2013, consulté le 16 août 2016. URL : <http://vertigo.revues.org/14127> ; DOI : 10.4000/vertigo.14127
  37. Sako N. & Beltrand G., 2014, « Dynamiques spatiales récentes du Parc National du Banco (PNB) et stratégies de gestion communautaire durable de ses ressources forestières (District d'Abidjan en Côte d'Ivoire) », *Echo Géo* [En ligne], 30 | 2014, mis en ligne le 17 septembre 2014, consulté le 04 août 2016. URL: <http://echogeo.revues.org/13904>; DOI: 10.4000/echogeo.13904.
  38. Selmi W. 2016. Evaluation des services écosystémiques rendus par les arbres urbains, étude de l'effet des arbres sur l'environnement urbain, résultats de l'application du modèle i-Tree Eco à la ville de Strasbourg. (Rapport Technique) Laboratoire Image, Ville, Environnement à Strasbourg, 20p.
  39. Schnitzler A., Hale B. & Alsum E.M.; 2007, Examining native and exotic species diversity in European riparian forests. *Biological Conservation* **138**, 146-156.
  40. Thomas A. & Godet L., 2010 « La conservation d'une espèce patrimoniale en déclin au sein d'un agrosystème. Le cas de la Guifette noire *Chlidonias niger* L. dans le Marais poitevin », *Norois* **216**, 7-23.
  41. Tiébré M-S., Vanderhoeven S., Saad L. & Mahy G., 2007, Hybridization and sexual reproduction in the invasive Alien *Fallopia* (Polygonaceae) complex in Belgium. *Annals of Botany* **99**, 193-203.

42. Tiébré M-S, Saad L; Mathy G. 2008. Landscape dynamics and habitat selection by the alien invasive *Fallopia* (Polygonaceae) in Belgium. *Biodiversity and conservation* 17(10): 2357- 2370.
43. Tiébré M-S., Vroh Bi T. A., Kouamé D., N'Da K.D., & Adou Y. C-Y., 2014, Stratégies et potentiel d'invasion des massifs forestiers par *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) : cas du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Science* 8(2), 666-679.
44. Tiébré M-S., Vroh Bi T. A., Kouamé D., N'Da K.D., & Adou Y. C-Y., 2015, Effets d'un arbre exotique envahissant *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) sur la diversité floristique et le stockage de carbone du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 10(1), 207-216.
45. UICN/ PACO, 2013, Plantes invasives affectant les aires protégées de l'Afrique de l'Ouest : gestion pour la réduction des risques pour la biodiversité. UICN/PACO : Ouagadougou, Burkina- Fasso. 52p.
46. UICN 2015, IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Date de consultation : Octobre 2016.
47. Uchida T., Xue J.H., Hayasaka D., Arase T., Haller T.W. & Gettys L.A., 2014, The relation between road crack vegetation and plant biodiversity in urban landscape, *International Journal of Geomate* 6 (2), 885-891.
48. Ughachukwu PO, Ezenyeaku CCT Ochiogu BC Ezeagwuna DA Anahalu I C. 2014 Evaluation of antibacterial activities of *Euphorbia heterophylla*, *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 13 11 PP 69-75.
49. Van Der Maarel E., 1979, Transformation of Cover-Abundance Values In Phytosociology and Its Effects On Community Similarity. *Vegetation* 39 (2): 97-114.
50. Weber E., Sun G-S & Li B., 2008, Invasive alien plants in China: diversity and ecological insights, *Biological Invasions* 10, 1411-1429.

**Tableau 3 :** Liste générale des espèces inventoriées des zones rudérales et bord de routes dans le Parc National du Banco.

Légende : Types biologiques (MP = mégaphanérophytes ; mP = mésophanérophytes ; mp = microphanérophytes ; np = nanophanérophytes ; Ch = chaméphytes ; H = hémicryptophytes ; Th = thérophytes ; Gr = géophytes ; Ep = épiphytes). Types chorologiques (i = Espèces introduites ; SZ = Espèces endémiques de la Région phytogéographique Soudano-Zambézienne ; GC = Espèces endémiques de la Région phytogéographique Guinéo-Congolaise ; GC-SZ = Espèces endémiques des Régions phytogéographiques Soudano-Zambézienne et Guinéo-Congolaise ; GCW = Espèces endémiques des forêts de l’Afrique de l’Ouest ; GCi = Espèces endémiques du Territoire ivoirien.

| <b>Espèces</b>   | <b>Familles</b> | <b>Types biologique</b> | <b>Chorologie</b> |
|--|-----------------|-------------------------|-------------------|
| 1 <i>Acacia mangium</i> Willd.                             | Mimosaceae      | mp                      | GC-SZ             |
| 2 <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.) Hook f.     | Mimosaceae      | LmP                     | GC                |
| 3 <i>Acridocarpus longifolius</i> (D.Don) Hook.f.          | Malpighiaceae   | mp                      | GC                |
| 4 <i>Acroceras zizanioides</i> (Kunth) Dandy               | Poaceae         | np                      | GC-SZ             |
| 5 <i>Adenia cissampeloides</i> (Planch. ex Hook.) Harms    | Passifloraceae  | Lmp                     | GC                |
| 6 <i>Adenia gracilis</i> Harms subsp. <i>gracilis</i>      | Passifloraceae  | Lmp                     | GC                |
| 7 <i>Adenia lobata</i> (Jacq.) Engl.                       | Passifloraceae  | Lmp                     | GC                |
| 8 <i>Adenia mannii</i> (Mast.) Engl.                       | Passifloraceae  | Lnp                     | GC                |
| 9 <i>Adenia triloba</i> Engl.                              | Passifloraceae  | Lmp                     | GC                |
| 10 <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.            | Zingiberaceae   | np                      | GC                |
| 11 <i>Afrobrunnichia erecta</i> (Asch.) Hutch. & Dalziel   | Polygonaceae    | Lmp                     | GC                |
| 12 <i>Afrosersalisia afzelii</i> (Engl.) A.Chev.           | Sapotaceae      | mp                      | GC                |
| 13 <i>Afzelia bella</i> var. <i>gracilior</i> Keay         | Caesalpiaceae   | mP                      | GCW               |
| 14 <i>Agelaea obliqua</i> (P. Beauv.) Baill.               | Connaraceae     | Lmp                     | GC                |
| 15 <i>Agelaea pentagyna</i> (Lam.) Baill.                  | Connaraceae     | mp                      | GC                |
| 16 <i>Ageratum conyzoides</i> Linn.                        | Asteraceae      | Th                      | i                 |
| 17 <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège) Forman  | Mennispermaceae | np                      | GCi               |
| 18 <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright    | Mimosaceae      | mP                      | GC                |
| 19 <i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F. Macbr.                  | Mimosaceae      | mp                      | GC                |
| 20 <i>Alchornea cordifolia</i> (Schum. & Thonn.) Müll.Arg. | Euphorbiaceae   | Lmp (mp)                | GC-SZ             |

|    |   |                 |     |       |
|----|---|-----------------|-----|-------|
| 21 | <i>Allanblackia floribunda</i> auct.                              | Clusiaceae      | mP  | GC    |
| 22 | <i>Alternanthera brasiliensis</i> (L.) Kuntze                     | Amaranthaceae   | Ch  | i     |
| 23 | <i>Alternanthera sessilis</i> (Linn.) DC.                         | Amaranthaceae   | Ch  | GC-SZ |
| 24 | <i>Amaranthus spinosus</i> Linn.                                  | Amaranthaceae   | Th  | GC-SZ |
| 25 | <i>Ampelocissus gracilipes</i> Stapf                              | Vitaceae        | Lmp | GC-SZ |
| 26 | <i>Ampelocissus pentaphylla</i> (Guill. & Perr.) Gilg & M. Brandt | Vitaceae        | Lmp | GC-SZ |
| 27 | <i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms                              | Fabaceae        | MP  | GC    |
| 28 | <i>Ananas comosus</i> (Linn.) Merr.                               | Bromeliaceae    | H   | i     |
| 29 | <i>Anchomanes difformis</i> (Blume) Engl                          | Araceae         | G   | GC    |
| 30 | <i>Aneilema aequinoctiale</i> (P. Beauv.) Loudon                  | Commelinaceae   | np  | GC    |
| 31 | <i>Angylocalyx oligophyllus</i> (Bak.) Bak.                       | Fabaceae        | np  | GC    |
| 32 | <i>Annickia polycarpa</i> (DC.) Engl. Setten et Maas              | Annonaceae      | mP  | GC    |
| 33 | <i>Anopyxis klaineana</i> (Pierre) Engl.                          | Rhizophoraceae  | MP  | GC    |
| 34 | <i>Anthoantha fragrans</i> (Bak.f.) Exell & Millcoat              | Caesalpiniaceae | MP  | GC    |
| 35 | <i>Anthoantha macrophylla</i> P. Beauv.                           | Caesalpiniaceae | mp  | GC    |
| 36 | <i>Antiaris toxicaria</i> var. <i>africana</i> (Engl.) C.C. Berg  | Moraceae        | mP  | GC-SZ |
| 37 | <i>Antrocaryon micraster</i> A. Chev. & Guill.                    | Anacardiaceae   | MP  | GC    |
| 38 | <i>Aspilia africana</i> (Pers.) Adams var. <i>africana</i>        | Asteraceae      | np  | GC    |
| 39 | <i>Asplenium africanum</i> Desv.                                  | Aspleniaceae    | Ep  | GC    |
| 40 | <i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anders.                        | Acanthaceae     | np  | GC-SZ |
| 41 | <i>Aucoumea klaineana</i> Pierre                                  | Burseraceae     | mP  | GC    |
| 42 | <i>Baissea leonensis</i> Benth.                                   | Apocynaceae     | LmP | GC    |
| 43 | <i>Baissea multiflora</i> A. DC.                                  | Apocynaceae     | lmp | GC-SZ |
| 44 | <i>Baissea zygodoides</i> (K. Schum.) Stapf                       | Apocynaceae     | Lmp | GC    |
| 45 | <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J. C. Wendel.                  | Poaceae         | Gr  | i     |
| 46 | <i>Baphia bancoensis</i> Aubrév.                                  | Fabaceae        | mp  | GCi   |
| 47 | <i>Baphia polygalacea</i> (Hook.f.) Bak.                          | Fabaceae        | Lmp | GC    |

|    |   |                |     |       |
|----|---|----------------|-----|-------|
| 48 | <i>Baphia nitida</i> Lodd.                            | Fabaceae       | mp  | GC    |
| 49 | <i>Beilschmiedia mannii</i> (Meisn.) Benth. & Hook.f. | Lauraceae      | mp  | GC    |
| 50 | <i>Berlinia confusa</i> Hoyle                         | Caesalpinaceae | mP  | GC    |
| 51 | <i>Blighia sapida</i> K. D. Koenig                    | Sapindaceae    | mP  | GC-SZ |
| 52 | <i>Blighia unijugata</i> Baker                        | Sapindaceae    | mP  | GC    |
| 53 | <i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk.             | Sapindaceae    | mP  | GC    |
| 54 | <i>Bombax buenopozense</i> P. Beauv.                  | Bombacaceae    | MP  | GC    |
| 55 | <i>Breynia disticha</i> J. R. & G. Forst              | Euphorbiaceae  | np  | i     |
| 56 | <i>Bridelia micrantha</i> (Hochst.) Baill.            | Euphorbiaceae  | mp  | GC    |
| 57 | <i>Bussea occidentalis</i> Hutch.                     | Caesalpinaceae | mP  | GC    |
| 58 | <i>Buxus acutata</i> Friis                            | Buxaceae       | np  | GC    |
| 59 | <i>Byrsocarpus coccineus</i> Thonn. ex Schumach.      | Connaraceae    | Lmp | GC    |
| 60 | <i>Caloncoba gilgiana</i> (Sprague) Gilg              | Flacourtiaceae | mp  | GC    |
| 61 | <i>Calycobolus africanus</i> (G. Don) Heine           | Convolvulaceae | LmP | GC    |
| 62 | <i>Calycobolus heudelotii</i> (Bak. ex Oliv.) Heine   | Convolvulaceae | LmP | GC    |
| 63 | <i>Calycobolus parviflorus</i> (Mangenot) Heine       | Convolvulaceae | Lmp | GCW   |
| 64 | <i>Carapa procera</i> DC. De Wilde                    | Meliaceae      | mp  | GC-SZ |
| 65 | <i>Carica papaya</i> var. <i>papaya</i> Linn.         | Caricaceae     | mp  | i     |
| 66 | <i>Carpolobia lutea</i> G. Don                        | Polygalaceae   | np  | GC    |
| 67 | <i>Cassia hirsuta</i> Linn.                           | Caesalpinaceae | np  | GC-SZ |
| 68 | <i>Cassia siamea</i> Lam.                             | Caesalpinaceae | mp  | i     |
| 69 | <i>Cecropia peltata</i> Linn.                         | Cecropiaceae   | mp  | i     |
| 70 | <i>Cedrela toona</i> Roxb.ex Wild                     | Meliaceae      | mp  | i     |
| 71 | <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.                   | Bombacaceae    | MP  | GC-SZ |
| 72 | <i>Celosia trigyna</i> Linn.                          | Amaranthaceae  | Th  | GC-SZ |
| 73 | <i>Celtis gomphophylla</i> Baker                      | Ulmaceae       | mp  | GC    |
| 74 | <i>Centrosema pubescens</i> Benth.                    | Fabaceae       | Lmp | GC    |

|     |  |               |          |       |
|-----|--|---------------|----------|-------|
| 75  | <i>Cercestis afzelii</i> Schott  | Araceae       | lmp      | GC    |
| 76  | <i>Chassalia afzelii</i> (Hiern) K. Schum.                                   | Rubiaceae     | Lmp      | GCW   |
| 77  | <i>Chassalia kolly</i> (Schumach.) Hepper                                    | Rubiaceae     | np       | GC    |
| 78  | <i>Chlamydocarya macrocarpa</i> A. Chev. ex Hutch. & Dalz.                   | Icacinaceae   | Lmp      | GC    |
| 79  | <i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rob.                         | Asteraceae    | np (Lmp) | i     |
| 80  | <i>Chrysophyllum albidum</i> G. Don  | Sapotaceae    | mp       | GC-SZ |
| 81  | <i>Chytranthus talbotii</i> (Bak.f.) Keay                                    | Sapindaceae   | mp       | GC    |
| 82  | <i>Cissus aralioides</i> (Welw. ex Bak.) Planch.                             | Ampelidaceae  | Lmp      | GC    |
| 83  | <i>Cissus petiolata</i> Hook.f.  | Vitaceae      | lmP      | GC-SZ |
| 84  | <i>Cissus producta</i> Afzel   | Vitaceae      | Lmp      | GC    |
| 85  | <i>Clerodendrum buchholzii</i> Gürke   | Verbenaceae   | np       | GC    |
| 86  | <i>Clerodendrum capitatum</i> (Willd.) Schum. & Thonn. var. <i>capitalum</i> | Verbenaceae   | np       | GC-SZ |
| 87  | <i>Clerodendrum silvanum</i> Henriq. Var. <i>buchholzii</i> (Gürke) Verdc.   | Verbenaceae   | np       | GC    |
| 88  | <i>Clerodendrum splendens</i> G. Don   | Verbenaceae   | Lmp      | GC    |
| 89  | <i>Clerodendrum umbellatum</i> Poir.   | Verbenaceae   | Lmp      | GC    |
| 90  | <i>Clerodendrum volubile</i> P. Beauv.                                       | Verbenaceae   | np       | GC    |
| 91  | <i>Cnestis corniculata</i> Lam. ( <i>Cnestis grisea</i> Bak.)                | Connaraceae   | mp       | GC    |
| 92  | <i>Cnestis ferruginea</i> DC.  | Connaraceae   | Lmp      | GC    |
| 93  | <i>Cnestis racemosa</i> G. Don   | Connaraceae   | mp       | GCW   |
| 94  | <i>Cocos nucifera</i> Linn.  | Arecaceae     | MP       | i     |
| 95  | <i>Cola caricaefolia</i> (G. Don) K. Schum.                                  | Sterculiaceae | mP       | GC-SZ |
| 96  | <i>Cola cordifolia</i> (Cav.) R.Br.  | Sterculiaceae | mP       | GC-SZ |
| 97  | <i>Cola heterophylla</i> (P. Beauv.) Schott & Endl.                          | Sterculiaceae | mp       | GC    |
| 98  | <i>Cola millenii</i> K. Schum  | Sterculiaceae | mp       | GC    |
| 99  | <i>Cola nitida</i> (Vent.) Schott & Endl.                                    | Sterculiaceae | mP       | GC    |
| 100 | <i>Colocasia esculenta</i> (Linn.) Schott                                    | Araceae       | H        | i     |

|     |  |                  |     |       |
|-----|--|------------------|-----|-------|
| 101 | <i>Combretum comosum</i> G. Don  | Combretaceae     | lmp | GCW   |
| 102 | <i>Combretum dolichopetalum</i> Engl. & Diels                            | Combretaceae     | Lmp | GC    |
| 103 | <i>Combretum mucronatum</i> Schum. & Thonn                               | Combretaceae     | Lmp | GC    |
| 104 | <i>Combretum paniculatum</i> Vent.                                       | Combretaceae     | Lmp | GC-SZ |
| 105 | <i>Combretum platypterum</i> (Welw.) Hutch. & Dalz. A                    | Combretaceae     | Lmp | GC    |
| 106 | <i>Combretum racemosum</i> P. Beauv.                                     | Combretaceae     | LmP | GC    |
| 107 | <i>Connarus africanus</i> L.   | Connaraceae      | LmP | GC    |
| 108 | <i>Costus afer</i> Ker-Gawl.   | Zingiberaceae    | np  | GC    |
| 109 | <i>Coula edulis</i> Baill.   | Olacaceae        | mP  | GC    |
| 110 | <i>Craibia atlantica</i> Dunn  | Fabaceae         | mp  | GC-SZ |
| 111 | <i>Craterispermum caudatum</i> Hutch.                                    | Rubiaceae        | mp  | GC    |
| 112 | <i>Craterispermum cerinanthum</i> Hiern                                  | Rubiaceae        | mp  | GC    |
| 113 | <i>Crossostemma laurifolium</i> Planch. ex Benth.                        | Passifloraceae   | Lmp | GCW   |
| 114 | <i>Croton hirtus</i> L'Hérit.  | Euphorbiaceae    | np  | GC    |
| 115 | <i>Ctenitis securidiformis</i> (Hook.) Copel. var. <i>securidiformis</i> | Aspidiaceae      | H   | GC    |
| 116 | <i>Culcasia dinklagei</i> Engl.  | Araceae          | Ch  | GC    |
| 117 | <i>Culcasia saxatilis</i> A. Chev.                                       | Araceae          | np  | GC    |
| 118 | <i>Culcasia scandens</i> P. Beauv.                                       | Araceae          | lmp | GC    |
| 119 | <i>Cyathula prostrata</i> (Linn.) Bl.                                    | Amaranthaceae    | np  | GC-SZ |
| 120 | <i>Cyclosorus dentatus</i> (Forsk) Ching                                 | Thelypteridaceae | H   | GC    |
| 121 | <i>Cyperus diformis</i> L.   | Cyperaceae       | Th  | GC-SZ |
| 122 | <i>Cyperus esculentus</i> L.   | Cyperaceae       | Gr  | GC-SZ |
| 123 | <i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.  | Cyperaceae       | H   | GC-SZ |
| 124 | <i>Dacryodes klaineana</i> (Pierre) H.J. Lam.                            | Burseraceae      | mP  | GC    |
| 125 | <i>Dalbergia afzeliana</i> G. Don  | Fabaceae         | LmP | GC    |
| 126 | <i>Dalbergia oblongifolia</i> G. Don                                     | Fabaceae         | Lmp | GCW   |
| 127 | <i>Dalbergiella welwitschii</i> (Bak.) Bak.f.                            | Fabaceae         | Lmp | GC    |

|     |   |                        |        |       |
|-----|---|------------------------|--------|-------|
| 128 | <i>Deinbollia pinnata</i> (Poir.) Schum. & Thonn.                       | Sapindaceae            | np     | GC    |
| 129 | <i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC. var. <i>adscendens</i>            | Fabaceae               | Ch     | GC    |
| 130 | <i>Desmodium triflorum</i> (Linn.) DC.                                  | Fabaceae               | Ch     | GC    |
| 131 | <i>Desplatsia chrysochlamys</i> (Mildbr. & Burret) Mildbr. & Burret)    | Tiliaceae              | mp     | GC    |
| 132 | <i>Dialium aubrevillei</i> Pellegr.                                     | Caesalpiniaceae        | mP     | GCW   |
| 133 | <i>Dialium dinklagei</i> Harms  | Caesalpiniaceae        | mp     | GC    |
| 134 | <i>Dichapetalum angolense</i> Chodat                                    | Dichapetalaceae        | Lmp    | GC    |
| 135 | <i>Dichapetalum cymulosum</i> (Oliv.) Engl.                             | Dichapetalaceae        | mp     | GC    |
| 136 | <i>Dichapetalum heudelotii</i> (Planch ex Oliv.) var. <i>heudelotii</i> | Dichapetalaceae        | Lmp    | GC    |
| 137 | <i>Dichapetalum pallidum</i> (Oliv.) Engl.                              | Dichapetalaceae        | LmP    | GC    |
| 138 | <i>Dieffenbachia picta</i> Schott                                       | Araceae                | np     | i     |
| 139 | <i>Digitaria horizontalis</i> Willd.                                    | Poaceae<br>(Gramineae) | Th     | GC-SZ |
| 140 | <i>Diodia sarmentosa</i> Sw.  | Rubiaceae              | Lnp    | GC-SZ |
| 141 | <i>Dioscorea burkilliana</i> J. Miège                                   | Dioscoreaceae          | G      | GCW   |
| 142 | <i>Dioscorea cayenensis</i> Lam.  | Dioscoreaceae          | G      | i     |
| 143 | <i>Dioscorea minutiflora</i> Engl.                                      | Dioscoreaceae          | G      | GC    |
| 144 | <i>Dioscorea smilacifolia</i> De Wild.                                  | Dioscoreaceae          | G      | GC    |
| 145 | <i>Dioscoreophyllum cumminsii</i> (Stapf) Diels                         | Menispermaceae         | Lnp    | GC    |
| 146 | <i>Diospyros sanza-minika</i> A. Chev.                                  | Ebenaceae              | mP     | GC    |
| 147 | <i>Dracaena smithii</i> Bak. Ex Hook. F.                                | Agavaceae              | mp     | GC    |
| 148 | <i>Dracaena surculosa</i> Lindl. var. <i>surculosa</i>                  | Agavaceae              | np     | GC    |
| 149 | <i>Drypetes chevalieri</i> Beille                                       | Euphorbiaceae          | mp     | GC    |
| 150 | <i>Drypetes gilgiana</i> (Pax) Pax & K. Hoffm.                          | Euphorbiaceae          | mp     | GC    |
| 151 | <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.  | Arecaceae              | mP     | GC    |
| 152 | <i>Eleusine indica</i> (Linn.) Gaertn.                                  | Poaceae<br>(Gramineae) | H (Th) | GC-SZ |
| 153 | <i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.) C. DC.                         | Meliaceae              | MP     | GC    |

|     |  |                  |     |       |
|-----|--|------------------|-----|-------|
| 154 | <i>Eriocoelum pungens</i> Radlk. ex Engl. var. <i>pungens</i>              | Sapindaceae      | mp  | GCW   |
| 155 | <i>Erythrina mildbraedii</i> Harms   | Fabaceae         | mP  | GC    |
| 156 | <i>Euadenia trifoliolata</i> (Schum. & Thonn.) Oliv.                       | Capparidaceae    | mp  | GC    |
| 157 | <i>Eugenia malaccensis</i> Linn.   | Myrtaceae        | mp  | i     |
| 158 | <i>Euphorbia heterophylla</i> Linn.  | Euphorbiaceae    | mp  | GC    |
| 159 | <i>Ficus exasperata</i> Vahl   | Moraceae         | mp  | GC-SZ |
| 160 | <i>Flabellaria paniculata</i> Cav.   | Malpighiaceae    | Lmp | GC    |
| 161 | <i>Funtumia africana</i> (Benth.) Stapf                                    | Apocynaceae      | mP  | GC    |
| 162 | <i>Funtumia elastica</i> (P. Preuss) Stapf                                 | Apocynaceae      | mP  | GC    |
| 163 | <i>Geophila afzelii</i> Hiern  | Rubiaceae        | Ch  | GC    |
| 164 | <i>Geophila obvallata</i> (Schumach.) Didr                                 | Rubiaceae        | Ch  | GC    |
| 165 | <i>Glyphaea brevis</i> (Spreng.) Monachino                                 | Tiliaceae        | mp  | GC    |
| 166 | <i>Gmelina arborea</i> Roxb.   | Verbenaceae      | mp  | i     |
| 167 | <i>Gouania longipetala</i> Hemsl.  | Rhamnaceae       | Lmp | GC    |
| 168 | <i>Grewia barombiensis</i> K.Schum.  | Tiliaceae        | LmP | GC    |
| 169 | <i>Grewia mollis</i> Juss.   | Tiliaceae        | mp  | GC    |
| 170 | <i>Griffonia simplicifolia</i> (Vahl ex DC.) Baill.                        | Caesalpinaceae   | Lmp | GC    |
| 171 | <i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Peliegr.                                  | Meliaceae        | MP  | GC    |
| 172 | <i>Haemanthus multiflorus</i> Martyn                                       | Amaryllidaceae   | G   | GC-SZ |
| 173 | <i>Hannoa klaineana</i> Pierre & Engl.                                     | simaroubaceae    | mP  | GC    |
| 174 | <i>Heisteria parvifolia</i> Sm.  | Olacaceae        | np  | GC    |
| 175 | <i>Heterotis rotundifolia</i> (Sm.) Jac.-Fél.                              | Melastomataceae  | Ch  | GC    |
| 176 | <i>Holarrhena floribunda</i> (G. Don) Dur. & Schinz var. <i>floribunda</i> | Apocynaceae      | mP  | GC-SZ |
| 177 | <i>Homalium dewevrei</i> De Wild. & Th.Dur.                                | Flacourtiaceae   | mp  | GC    |
| 178 | <i>Homalium longistylum</i> Mast   | Flacourtiaceae   | MP  | GC    |
| 179 | <i>Hopea odorata</i> Roxb.   | Dipterocarpaceae | mP  | i     |
| 180 | <i>Hugonia afzelii</i> R. Br. ex Planch                                    | Linaceae         | Lmp | GC    |

|     |   |                |          |       |
|-----|---|----------------|----------|-------|
| 181 | <i>Icacina mannii</i> Oliv.   | Icacinaceae    | Lmp      | GC    |
| 182 | <i>Iodes liberica</i> Stapf   | Icacinaceae    | Lmp      | GC    |
| 183 | <i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet                                       | Convolvulaceae | Lmp      | GC-SZ |
| 184 | <i>Ipomoea involucrata</i> P. Beauv.                                    | Convolvulaceae | Th       | GC-SZ |
| 185 | <i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.   | Convolvulaceae | Lmp      | GC-SZ |
| 186 | <i>Ipomoea triloba</i> L.   | Convolvulaceae | Th       | GC    |
| 187 | <i>Isolona campanulata</i> Engl. & Diels                                | Annonaceae     | mp       | GC    |
| 188 | <i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.   | Meliaceae      | MP       | GC    |
| 189 | <i>Kyllinga erecta</i> Schumach. var <i>africana</i> (Kük) S. S. Hooper | Cyperaceae     | Gr       | GC-SZ |
| 190 | <i>Laccoperma laeve</i> (G. Mann & H. Wendl.) H. Wendl.                 | Arecaceae      | Lmp      | GC    |
| 191 | <i>Laccosperma opacum</i> (G. Mann & H. Wendl.) Drude                   | Arecaceae      | Lmp      | GC    |
| 192 | <i>Landolphia hirsuta</i> (Hua) Pichon                                  | Apocynaceae    | LmP      | GC-SZ |
| 193 | <i>Landolphia micrantha</i> (A. Chev.) Pichon                           | Apocynaceae    | Lmp      | GCW   |
| 194 | <i>Lannea nigritana</i> (Sc. Elliot) Keay var. <i>nigritana</i>         | Anacardiaceae  | mp       | GC-SZ |
| 195 | <i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Engl.                                 | Anacardiaceae  | MP       | GC    |
| 196 | <i>Lantana camara</i> Linn.   | Verbenaceae    | Lmp      | i     |
| 197 | <i>Laportea aestuans</i> (Linn.) Chew                                   | Urticaceae     | Th       | GC    |
| 198 | <i>Lastreopsis subsimilis</i> (Hook.) Tindale                           | Aspidiaceae    | Gr       | GC    |
| 199 | <i>Leptactina densiflora</i> Hook. f. var. <i>densiflora</i>            | Rubiaceae      | Lmp      | GC    |
| 200 | <i>Leptoderris miegei</i> Aké Assi & Mangenot                           | Fabaceae       | Lmp      | GCi   |
| 201 | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wilt                             | Mimosaceae     | mp       | i     |
| 202 | <i>Lophira alata</i> Banks ex Gaertn.f.                                 | Ochnaceae      | MP       | GC    |
| 203 | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                               | Lycopodiaceae  | np       | GC-SZ |
| 204 | <i>Macaranga barteri</i> Müll. Arg.                                     | Euphorbiaceae  | mp       | GC    |
| 205 | <i>Macaranga beillei</i> Prain  | Euphorbiaceae  | mp (Lmp) | GCi   |
| 206 | <i>Mangifera indica</i> L.  | Anacardiaceae  | mP       | i     |
| 207 | <i>Manihot esculenta</i> Crantz   | Euphorbiaceae  | mp       | i     |

|     |   |                 |          |       |
|-----|---|-----------------|----------|-------|
| 208 | <i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.                     | Euphorbiaceae   | mp       | i     |
| 209 | <i>Marantochloa filipes</i> (Benth.) Hutch.             | Marantaceae     | np       | GC    |
| 210 | <i>Massularia acuminata</i> (G. Don) Bullock ex Hoyle   | Rubiaceae       | mp       | GC    |
| 211 | <i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Griseb.               | Convolvulaceae  | Lmp      | GC    |
| 212 | <i>Microdesmis keayana</i> J. Léonard                   | Pandaceae       | mp       | GC    |
| 213 | <i>Milicia excelsa</i> (Welw.) Benth.                   | Moraceae        | MP       | GC    |
| 214 | <i>Milicia regia</i> A. Chev.                           | Moraceae        | MP       | GCW   |
| 215 | <i>Millettia chrysophylla</i> Dunn                      | Fabaceae        | Lmp      | GC    |
| 216 | <i>Millettia griffoniana</i> Baill.                     | Leguminosae-Pap | mp       | GC    |
| 217 | <i>Millettia lane-polei</i> Dunn                        | Fabaceae        | Lmp      | GCW   |
| 218 | <i>Millettia zechiana</i> Harms                         | Fabaceae        | mp       | GC    |
| 219 | <i>Mimosa invisa</i> Mart.                              | Mimosaceae      | Lnp      | i     |
| 220 | <i>Momordica cabrae</i> (Cogn.) Jeffrey                 | Cucurbitaceae   | Lmp      | GC    |
| 221 | <i>Monanthes whytei</i> (Stapf) Verdc.                  | Annonaceae      | Lmp      | GC    |
| 222 | <i>Monodora crispata</i> Engl. & Diels                  | Annonaceae      | mp       | GC    |
| 223 | <i>Monodora myristica</i> (Gaertn.) Dunal               | Annonaceae      | mP       | GC    |
| 224 | <i>Monodora tenuifolia</i> Benth.                       | Annonaceae      | mp       | GC    |
| 225 | <i>Motandra guineensis</i> A. DC.                       | Apocynaceae     | Lmp      | GC-SZ |
| 226 | <i>Mucuna pruriens</i> (Linn.) DC. var. <i>pruriens</i> | Fabaceae        | Th       | GC-SZ |
| 227 | <i>Musa paradisiaca</i> Linn.                           | Musaceae        | G        | i     |
| 228 | <i>Musa sapientum</i> L.                                | Musaceae        | G        | i     |
| 229 | <i>Mussaenda chippii</i> Wernham                        | Rubiaceae       | Lmp      | GCW   |
| 230 | <i>Mussaenda erythrophylla</i> Schumach & Thonn.        | Rubiaceae       | Lmp      | GC    |
| 231 | <i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.                    | Cecropiaceae    | mp       | GC    |
| 232 | <i>Myrianthus libericus</i> Rendle                      | Cecropiaceae    | mp       | GC    |
| 233 | <i>Napoleonaea vogelii</i> (Hook.f.) Planch.            | Napoleonaeaceae | mp       | GC    |
| 234 | <i>Nauclea latifolia</i> Sm.                            | Rubiaceae       | Lmp (mp) | GC-SZ |

|     |   |                        |        |       |
|-----|---|------------------------|--------|-------|
| 235 | <i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott                 | Davalliaceae           | H Ep   | GC    |
| 236 | <i>Neuropeltis acuminata</i> (P. Beauv.) Benth.           | Convolvulaceae         | LMP    | GC    |
| 237 | <i>Neuropeltis prevosteoides</i> Mangenot                 | Convolvulaceae         | LMP    | GCW   |
| 238 | <i>Newbouldia laevis</i> (P. Beauv.) Seemann ex Bureau    | Bignoniaceae           | mp     | GC    |
| 239 | <i>Ocimum gratissimum</i> Linn.                           | Lamiaceae              | np     | GC    |
| 240 | <i>Oncinotis nitida</i> Benth.                            | Apocynaceae            | Lmp    | GC    |
| 241 | <i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.             | Poaceae<br>(Gramineae) | Ch     | GC    |
| 242 | <i>Ouratea affinis</i> (Hook.f.) Engl.                    | Ochnaceae              | np     | GC    |
| 243 | <i>Ouratea flava</i> (Schum. & Thonn.) Hutch. & Dalz.     | Ochnaceae              | mp     | GC    |
| 244 | <i>Ouratea reticulata</i> (P.Beauv.) Engl.var. reticulata | Ochnaceae              | np     | GC    |
| 245 | <i>Oxyanthus pallidus</i> Hiern                           | Rubiaceae              | mp     | GC    |
| 246 | <i>Palisota hirsuta</i> (Thunb.) K. Schum.                | Commelinaceae          | np     | GC    |
| 247 | <i>Panicum laxum</i> Sw.                                  | Poaceae<br>(Gramineae) | Th     | GC-SZ |
| 248 | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                              | Poaceae<br>(Gramineae) | H      | GC    |
| 249 | <i>Panicum repens</i> Linn                                | Poaceae<br>(Gramineae) | Gr     | GC-SZ |
| 250 | <i>Parinari excelsa</i> Sabine                            | Chrysobalanaceae       | MP     | GC    |
| 251 | <i>Parkia bicolor</i> A. Chev.                            | Mimosaceae             | MP     | GC    |
| 252 | <i>Parquetina nigrescens</i> (Afzel.) Bullock             | Periplocaceae          | Lmp    | GC    |
| 253 | <i>Paspalum conjugatum</i> P. J. Bergius                  | Poaceae<br>(Gramineae) | Sto    | GC    |
| 254 | <i>Paspalum scobiculatum</i> L. var. scrobiculatum        | Poaceae<br>(Gramineae) | H      | GC-SZ |
| 255 | <i>Paspalum vaginatum</i> Sw.                             | Poaceae<br>(Gramineae) | rh Sto | GC    |
| 256 | <i>Passiflora edulis</i> Sims                             | Passifloraceae         | Lmp    | i     |

|     |   |                  |     |       |
|-----|---|------------------|-----|-------|
| 257 | <i>Pavetta corymbosa</i> (DC.) F. N. Williams var. <i>corymbosa</i> | Rubiaceae        | mp  | GC-SZ |
| 258 | <i>Pavetta ixorifolia</i> Bremek.                                   | Rubiaceae        | np  | GC    |
| 259 | <i>Pellegriniodendron diphyllum</i> (Harms) J. Léonard              | Caesalpiniaceae  | mp  | GC    |
| 260 | <i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth.                              | Mimosaceae       | mP  | GC    |
| 261 | <i>Persea americana</i> Mill.                                       | Lauraceae        | mp  | i     |
| 262 | <i>Petersianthus macrocarpus</i> (P. Beauv.) Liben                  | Barringtoniaceae | MP  | GC    |
| 263 | <i>Phaulopsis ciliata</i> (Willd) Hepper                            | Acanthaceae      | np  | GC-SZ |
| 264 | <i>Phyllanthus acidus</i> (Linn.) Skeel                             | Euphorbiaceae    | mp  | i     |
| 265 | <i>Phyllanthus amarus</i> Schum. & Thonn.                           | Euphorbiaceae    | np  | GC    |
| 266 | <i>Phyllanthus muellerianus</i> (O. Ktze.) Exell                    | Euphorbiaceae    | Lmp | GC-SZ |
| 267 | <i>Phymatodes scolopendria</i> (Burm.) Ching                        | Polypodiaceae    | Ep  | GC    |
| 268 | <i>Piper guineense</i> Schum. & Thonn.                              | Piperaceae       | Lmp | GC    |
| 269 | <i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook.f.) Brenan B                 | Mimosaceae       | MP  | GC    |
| 270 | <i>Platostoma africanum</i> P. Beauv.                               | Lamiaceae        | Th  | GC    |
| 271 | <i>Platysepalum hirsutum</i> (Dunn) Hepper                          | Fabaceae         | LmP | GCW   |
| 272 | <i>Pleiocarpa mutica</i> Benth.                                     | Apocynaceae      | mp  | GC    |
| 273 | <i>Pleioceras barteri</i> Baill. var. <i>barteri</i>                | Apocynaceae      | mp  | GC    |
| 274 | <i>Polyalthia oliveri</i> Engl.                                     | Annonaceae       | mp  | GC    |
| 275 | <i>Portulaca oleracea</i> L.  | Portulacaceae    | Th  | GC-SZ |
| 276 | <i>Psidium guajava</i> Linn.  | Myrtaceae        | mp  | i     |
| 277 | <i>Psychotria elongato-sepala</i> (De Wild.) E. M. A. Petit         | Rubiaceae        | Lmp | GC    |
| 278 | <i>Psychotria subobliqua</i> Hiern                                  | Rubiaceae        | np  | GCW   |
| 279 | <i>Psydrax subcordata</i> (DC.) Bridson                             | Rubiaceae        | mp  | GC    |
| 280 | <i>Pteridium aquilinum</i> (Linn.) Kuhn                             | Dennstaedtiaceae | Gr  | GC    |
| 281 | <i>Pteris burtoni</i> Bak.  | Adiantaceae      | H   | GC    |
| 282 | <i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hérit. ex DC.                    | Fabaceae         | mp  | GC-SZ |
| 283 | <i>Ptychopetalum anceps</i> Oliv.                                   | Olacaceae        | np  | GC    |

|     |  |                        |     |       |
|-----|--|------------------------|-----|-------|
| 284 | <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.                            | Fabaceae               | Lmp | i     |
| 285 | <i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb                              | Myristicaceae          | mP  | GC    |
| 286 | <i>Pyrenacantha vogeliana</i> Baill.                                   | Icacinaceae            | Lnp | GC    |
| 287 | <i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.                                      | Apocynaceae            | mp  | GC-SZ |
| 288 | <i>Rhaphiostylis beninensis</i> (Hook.f. ex Planch.) Planch. ex Benth. | Icacinaceae            | Lmp | GC    |
| 289 | <i>Rhaphiostylis cordifolia</i> Hutch. & Dalz.                         | Icacinaceae            | Lmp | GCW   |
| 290 | <i>Rhigiocarya peltata</i> J. Miêge                                    | Mennispermaceae        | Lmp | GCi   |
| 291 | <i>Rhigiocarya racemifera</i> Miers                                    | Mennispermaceae        | Lmp | GC    |
| 292 | <i>Rhynchosia buettneri</i> Harms                                      | Fabaceae               | Lmp | GC-SZ |
| 293 | <i>Rinorea oblongifolia</i> (C.H. Wright) Marquand ex Chipp            | Violaceae              | mp  | GCW   |
| 294 | <i>Ruthalia glandulosa</i> (Hook.f.) Jeffrey                           | Cucurbitaceae          | Lmp | GC    |
| 295 | <i>Rytigynia canthioides</i> (Benth.) Robyns                           | Rubiaceae              | mp  | GC    |
| 296 | <i>Sabicea cordata</i> Hutch. & Dalziel                                | Rubiaceae              | Lnp | GCW   |
| 297 | <i>Sabicea venosa</i> Benth.   | Rubiaceae              | Lmp | GC    |
| 298 | <i>Sacosperma parviflorum</i> (Benth.) G. Taylor                       | Rubiaceae              | Lmp | GC    |
| 299 | <i>Salacia debilis</i> (Don) Walp.                                     | Hippocrateaceae        | Lmp | GC    |
| 300 | <i>Salacia erecta</i> G. Don   | Hippocrateaceae        | Lmp | GC    |
| 301 | <i>Salacia nitida</i> (Benth.) N. E. Br.                               | Hippocrateaceae        | Lmp | GC    |
| 302 | <i>Salacia zenkeri</i> Loes.   | Hippocrateaceae        | Lmp | GC    |
| 303 | <i>Santaloides afzelii</i> (R. Br.ex Planch.) Schellenb.               | Connaraceae            | LMP | GC-SZ |
| 304 | <i>Schrankia leptocarpa</i> DC.  | Mimosaceae             | Lnp | GC    |
| 305 | <i>Scleria boivinii</i> Steud.   | Cyperaceae             | mp  | GC    |
| 306 | <i>Scoparia dulcis</i> L.  | Scrophulariaceae       | np  | GC-SZ |
| 307 | <i>Setaria chevalieri</i> Stapf  | Poaceae<br>(Gramineae) | H   | GC    |
| 308 | <i>Sherbournia calycina</i> (G. Don) Hua                               | Rubiaceae              | Lmp | GCW   |
| 309 | <i>Sida acuta</i> Burm.f.  | Malvaceae              | np  | GC    |
| 310 | <i>Simirestis tisserantii</i> N. Hallé                                 | Hippocrateaceae        | Lmp | GC    |

|     |   |                        |     |       |
|-----|---|------------------------|-----|-------|
| 311 | <i>Solanum erianthum</i> D. Don                         | Solanaceae             | Mp  | i     |
| 312 | <i>Solanum rugosum</i> Dun.                             | Solanaceae             | mp  | i     |
| 313 | <i>Sphenocentrum jollyanum</i> Pierre                   | Mennispermaceae        | np  | GC    |
| 314 | <i>Spondias mombin</i> Linn.                            | Anacardiaceae          | mp  | GC-SZ |
| 315 | <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze          | Poaceae<br>(Gramineae) | Sto | i     |
| 316 | <i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.                     | Sterculiaceae          | mP  | GC-SZ |
| 317 | <i>Strombosia pustulata</i> Oliv. var. <i>pustulata</i> | Olacaceae              | mP  | GC    |
| 318 | <i>Strophanthus gratus</i> (Hook.) Franch.              | Apocynaceae            | Lmp | GC    |
| 319 | <i>Strophanthus hispidus</i> DC.                        | Apocynaceae            | Lmp | GC-SZ |
| 320 | <i>Strophanthus sarmentosus</i> DC.                     | Apocynaceae            | LmP | GC-SZ |
| 321 | <i>Syngonium podophyllum</i> Schott                     | Araceae                | H   | i     |
| 322 | <i>Strychnos usambarensis</i> Gilg                      | Loganiaceae            | LmP | GC    |
| 323 | <i>Synedrella nodiflora</i> Gaertn                      | Asteraceae             | Th  | GC    |
| 324 | <i>Synsepalum afzelii</i> (Engl.) T. D. Penn.           | Sapotaceae             | mP  | GC    |
| 325 | <i>Tabernaemontana crassa</i> Benth.                    | Apocynaceae            | mp  | GC    |
| 326 | <i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.               | Portulacaceae          | np  | GC    |
| 327 | <i>Tarenna corymbosa</i> (Willd.) Pit.                  | Rubiaceae              | mp  | GC    |
| 328 | <i>Tarrietia utilis</i> (Sprague) Sprague               | Sterculiaceae          | mP  | GCW   |
| 329 | <i>Telosma africanum</i> (N.E. Br.) Colville            | Asclepiadaceae         | Lmp | GC    |
| 330 | <i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.                    | Combretaceae           | MP  | GC    |
| 331 | <i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels                 | Combretaceae           | MP  | GC    |
| 332 | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Benn.)                 | Marantaceae            | Gr  | GC    |
| 333 | <i>Theobroma cacao</i> Linn.                            | Sterculiaceae          | mp  | i     |
| 334 | <i>Thunbergia grandiflora</i> (Roxb. ex Rottl.) Roxb.   | Acanthaceae            | Lmp | i     |
| 335 | <i>Thunbergia chrysops</i> Hook.                        | Acanthaceae            | Lmp | GC    |
| 336 | <i>Tiliacora dinklagei</i> Engl.                        | Mennispermaceae        | Lmp | GCW   |
| 337 | <i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray                    | Asteraceae             | np  | i     |

|     |  |               |     |       |
|-----|--|---------------|-----|-------|
| 338 | <i>Trichilia megalantha</i> Harms                        | Meliaceae     | mP  | GC    |
| 339 | <i>Trichilia monadelpha</i> (Thonn.) J.J. De Wilde       | Meliaceae     | mp  | GC    |
| 340 | <i>Trichilia tessmannii</i> Harms                        | Meliaceae     | mP  | GC    |
| 341 | <i>Trichoscypha oba</i> Aubr. & Pellegr.                 | Anacardiaceae | mp  | GC    |
| 342 | <i>Turnera ulmifolia</i> L.                              | Turneraceae   | Th  | i     |
| 343 | <i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. ex C. DC.) Pellegr. | Meliaceae     | mP  | GC    |
| 344 | <i>Urena lobata</i> Linn.                                | Malvaceae     | np  | GC-SZ |
| 345 | <i>Urera oblongifolia</i> Benth.                         | Urticaceae    | Lmp | GCW   |
| 346 | <i>Urera obovata</i> Benth.                              | Urticaceae    | np  | GCW   |
| 347 | <i>Uvaria afzelii</i> Sc. Elliot                         | Annonaceae    | Lmp | GC    |
| 348 | <i>Uvaria chamae</i> P. Beauv.                           | Annonaceae    | Lmp | GC-SZ |
| 349 | <i>Uvariastrum insculptum</i> (Engl. & Diels) Sprague    | Annonaceae    | mp  | GC    |
| 350 | <i>Ventilago africana</i> Exell                          | Rhamnaceae    | LMP | GC    |
| 351 | <i>Vitex grandifolia</i> Gürke                           | Verbenaceae   | mp  | GC    |
| 352 | <i>Vitex micrantha</i> Gürke                             | Verbenaceae   | mp  | GCW   |
| 353 | <i>Xanthosoma mafaffa</i> Schott                         | Araceae       | H   | i     |
| 354 | <i>Xanthosoma wendlandii</i> (Schott) stand.             | Araceae       | H   | GC    |
| 355 | <i>Xylopi aethiopica</i> (Dunal) A. Rich.                | Annonaceae    | mP  | GC-SZ |
| 356 | <i>Xylopi a parviflora</i> (A. Rich.) Benth.             | Annonaceae    | mp  | GC-SZ |
| 357 | <i>Xylopi a quintasii</i> Engl. & Diels                  | Annonaceae    | mP  | GC    |
| 358 | <i>Xylopi a villosa</i> Chipp                            | Annonaceae    | mP  | GC    |
| 359 | <i>Zanthoxylum rubescens</i> Hook. f.                    | Rutaceae      | mp  | GC    |

**Table 4 :** Liste des plantes à statut particulier inventoriées dans les zones rudérales du Parc National du Banco.

Légende : UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature ; Choro :Chorologie, AA :statut selon Aké-Assi (1998) ; VU : vulnérable ; GCi : taxon endémique à la Côte d'Ivoire ; PRE : plantes rares, devenues rares et en voie d'extinction ; LR : risque faible ; LC : préoccupation mineure ; GCW : taxon endémique du bloc forestier à l'Ouest du Togo, comprenant le Ghana, la Côte d'Ivoire, le Liberia, la Sierra Leone, la Guinée, la Guinée Bissau, la Gambie et le Sénégal ; nt : presque éteint.

| Espèces  | Familles        | Chorologie | Statuts |
|--|-----------------|------------|---------|
|  |                 |            | AA UICN |
| 1 <i>Acroceras zizanioides</i> (Kunth) Dandy             | Poaceae         |            | LC      |
| 2 <i>Azelia bella</i> var. <i>gracilior</i> Keay         | Caesalpiniaceae | GCW        |         |
| 3 <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège) Forman | Menispermaceae  | GCi        |         |
| 4 <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright   | Mimosaceae      |            | LC      |
| 5 <i>Anopyxis klaineana</i> (Pierre) Engl.               | Rhizophoraceae  |            | VU      |
| 6 <i>Baphia bancoensis</i> Aubrév                        | Fabaceae        | GCi        |         |
| 7 <i>Baphia nitida</i> Lodd                              | Fabaceae        |            | LC      |
| 8 <i>Buxus acutata</i> Friis                             | Buxaceae        |            | PRE     |
| 9 <i>Calycobolus parviflorus</i> (Mangenot) Heine        | Convolvulaceae  | GCW        |         |
| 10 <i>Chassalia afzelii</i> (Hiern) K. Schum.            | Rubiaceae       | GCW        |         |
| 11 <i>Cnestis racemosa</i> G. Don                        | Connaraceae     | GCW        |         |
| 12 <i>Cola caricaefolia</i> (G. Don) K. Schum.           | Sterculiaceae   | GCW        |         |
| 13 <i>Cola heterophylla</i> (P. Beauv.) Schott & Endl.   | Sterculiaceae   |            | PRE     |
| 14 <i>Combretum comosum</i> G. Don                       | Combretaceae    | GCW        |         |
| 15 <i>Crossostemma laurifolium</i> Planch. Ex Benth.     | Passifloraceae  | GCW        |         |
| 16 <i>Culcasia dinklagei</i> Engl.                       | Araceae         |            | LC      |
| 17 <i>Culcasia scandens</i> P. Beauv.                    | Araceae         |            | LC      |
| 18 <i>Dalbergia oblongifolia</i> G. Don                  | Fabaceae        | GCW        |         |
| 19 <i>Dialium aubrevillei</i> Pellegr                    | Caesalpiniaceae | GCW        |         |
| 20 <i>Dioscorea burkilliana</i> J. Miège                 | Dioscoreaceae   | GCW        |         |

|    |   |                 |     |       |
|----|---|-----------------|-----|-------|
| 21 | <i>Eriocoelum pungens</i> Radlk. ex Engl. var. <i>pungens</i>   | Sapindaceae     | GCW |       |
| 22 | <i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Peliegr.                       | Meliaceae       |     | VU    |
| 23 | <i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.                                 | Meliaceae       |     | VU    |
| 24 | <i>Landolphia micrantha</i> (A.Chev.) Pichon                    | Apocynaceae     | GCW |       |
| 25 | <i>Lannea nigritana</i> (Sc. Elliot) Keay var. <i>nigritana</i> | Anacardiaceae   |     | PRE   |
| 26 | <i>Leptoderris miegei</i> Aké-Assi & Mangenot                   | Fabaceae        | GCi |       |
| 27 | <i>Lophira alata</i> Banks ex Gaertn.f.                         | Ochnaceae       |     | VU    |
| 28 | <i>Macaranga beillei</i> Prain                                  | Euphorbiaceae   | GCi | VU    |
| 29 | <i>Milicia excelsa</i> (Welw.) Benth                            | Moraceae        |     | PRE   |
| 30 | <i>Millettia lane-poolei</i> Dunn                               | Fabaceae        | GCW |       |
| 31 | <i>Mussaenda chippii</i> Wernham                                | Rubiaceae       | GCW |       |
| 32 | <i>Neuropeltis prevosteoides</i> Mangenot                       | Convolvulaceae  | GCW | LC    |
| 34 | <i>Pellegriniodendron diphyllum</i> (Harms) J. Léonard          | Caesalpiniaceae |     | LR/nt |
| 35 | <i>Platysepalum hirsutum</i> (Dunn) Hepper                      | Fabaceae        | GCW |       |
| 36 | <i>Psychotrias subobliqua</i> Hiern                             | Rubiaceae       | GCW |       |
| 37 | <i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hérit. ex DC.                | Fabaceae        |     | LR/LC |
| 38 | <i>Rhaphiostylis cordifolia</i> Hutch. & Dalz.                  | Icacinaceae     | GCW |       |
| 39 | <i>Rhigiocarya peltata</i> J. Miège                             | Mennispermaceae | GCi |       |
| 40 | <i>Rinorea oblongifolia</i> C.H. Wright Marquand ex Chipp       | Violaceae       | GCW |       |
| 41 | <i>Sabicea cordata</i> Hutch. & Dalziel                         | Rubiaceae       | GCW |       |
| 42 | <i>Sherbournia calycina</i> (G. Don) Hua                        | Rubiaceae       | GCW |       |
| 43 | <i>Tarrietia utilis</i> (Sprague) Sprague                       | Sterculiaceae   | GCW |       |
| 44 | <i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.                            | Combretum       |     | VU    |
| 45 | <i>Tiliacora dinklagei</i> Engl.                                | Mennispermaceae | GCW |       |
| 46 | <i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. ex C. DC.) Pellegr.        | Meliaceae       |     | VU    |
| 47 | <i>Urera oblongifolia</i> Benth.                                | Urticaceae      | GCW |       |
| 48 | <i>Urera obovata</i> Benth.                                     | Urticaceae      | GCW |       |
| 49 | <i>Vitex micrantha</i> Gürke                                    | Verbenaceae     | GCW |       |

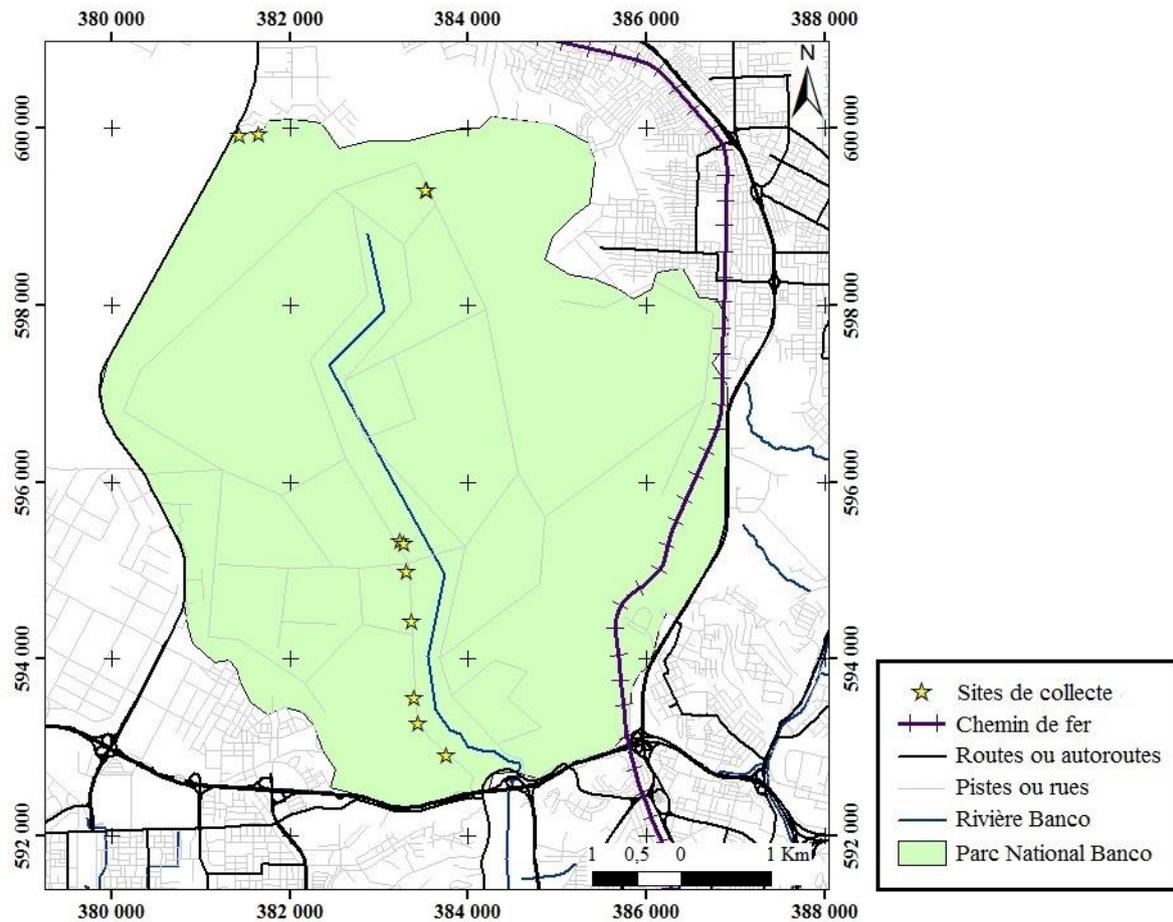
**Table 5 :** Liste des espèces exotiques invasives inventoriées dans les zones rudérales du Parc National du Banco, origines et usages.

| Espèces  | Familles         | Forme de vie | Origine            | Classe        | Usages  |
|--|------------------|--------------|--------------------|---------------|---|
| 1 <i>Ageratum conyzoides</i> L.                        | Asteraceae       | herbe        | Amerique centrale  | Dicotylédon   | Médicinal (Ouattara-Soro <i>et al.</i> , 2015)                  |
| 2 <i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze          | Amaranthaceae    | herbe        | Brésil             | Dicotylédon   | Ornemental ( Neuba <i>et al.</i> , 2014)                        |
| 3 <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J. C. Wendel.     | Poaceae          | herbe        | Indochine          | Monocotylédon | Ornemental, medicinal (Owolabi & Lajide 2015)                   |
| 4 <i>Breynia disticha</i> J. R. & G. Forst             | Euphorbiaceae    | arbuste      | Iles du pacifique  | Dicotylédon   |   |
| 5 <i>Cecropia peltata</i> Linn.                        | Cecropiaceae     | arbre        | Amerique tropicale | Dicotylédon   | Médicinal (Andrade-Cetto & Cadenas Vasquez 2010 )               |
| 6 <i>Cedrela toona</i> Rox.ex Wild                     | Meliaceae        | arbre        | Chine              | Dicotylédon   | Reboisement, medicinal (Fofita, 1990)                           |
| 7 <i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rox. | Asteraceae       | arbuste      | Amerique centrale  | Dicotylédon   | Médicinal, enrichie les jachères (Edoukou <i>et al.</i> , 2014) |
| 8 <i>Croton hirtus</i> L'Hérit.                        | Euphorbiaceae    | herbe        | Amérique tropicale | Dicotylédon   | Médicinal (Ezeabara <i>et al.</i> , 2016)                       |
| 9 <i>Dieffenbachia picta</i> Schott                    | Araceae          | herbe        | Amérique centrale  | Monocotylédon |   |
| 10 <i>Euphorbia heterophylla</i> Linn.                 | Euphorbiaceae    | herbe        | Amérique centrale  | Dicotylédon   | Ornemental (Ughachukwu <i>et al.</i> , 2014)                    |
| 11 <i>Gmelina arborea</i> Rox.                         | Verbenaceae      | arbre        | Pakistan           | Dicotylédon   | Construction, reboisement (Adam & Krampah, 2005)                |
| 12 <i>Hopea odorata</i> Rox.                           | Dipterocarpaceae | arbre        | Asie du Sud-Est    | Dicotylédon   | Reboisement (Tiébré <i>et al.</i> , 2014)                       |
| 13 <i>Lantana camara</i> Linn.                         | Verbenaceae      | arbuste      | Antilles           | Dicotylédon   | Ornemental (Neuba <i>et al.</i> , 2014)                         |

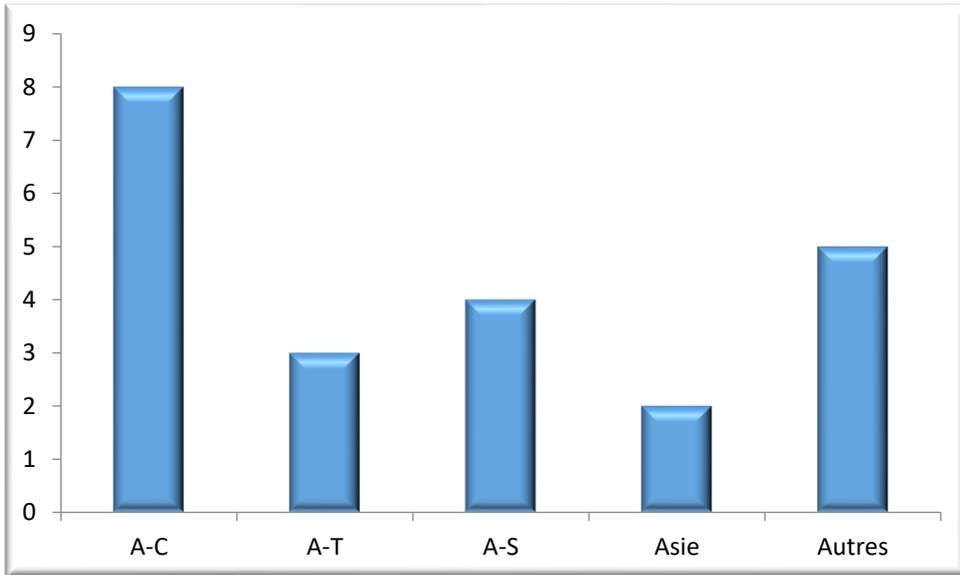
|   |   |                    |         |                       |                   |  |
|---|---|--------------------|---------|-----------------------|-------------------|--|
| 1 | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)<br>De Wilt    | Fabaceae           | arbre   | Amérique<br>tropicale | Dicotylédo<br>n   | Fourrage, construction (Neuba <i>et al.</i> , 2014)              |
| 4 | <i>Mimosa invisa</i> Martius ex<br>Colla.         | Fabaceae           | liane   | Amérique du<br>sud    | Dicotylédo<br>n   | Agroforesterie (Neuba <i>et al.</i> , 2014)                      |
| 1 | <i>Pueraria phaseoloides</i> (Rox.)<br>Benth.     | Fabaceae           | liane   | Extrême<br>orient     | Dicotylédo<br>n   | Fixation de l'azote, Agroforesterie (Neuba <i>et al.</i> , 2014) |
| 6 | <i>Solanum erianthum</i> D. Don                   | Solanaceae         | arbuste | Amérique<br>centrale  | Dicotylédo<br>n   | Médicinal (Kouadio <i>et al.</i> , 2016)                         |
| 1 | <i>Solanum rugosum</i> Dun.                       | Solanaceae         | arbuste | Amérique du<br>Sud    | Dicotylédo<br>n   |  |
| 7 | <i>Stenotaphrum secundatum</i><br>(Walter) Kuntze | Poaceae            | herbe   | Europe                | Monocotyl<br>édon | Ornemental (Neuba <i>et al.</i> , 2014)                          |
| 8 | <i>Syngonium podophyllum</i> Schott               | Araceae            | herbe   | Amérique<br>centrale  | Monocotyl<br>édon | Ornemental (Neuba <i>et al.</i> , 2014)                          |
| 1 | <i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray              | Asteraceae         | arbuste | Amérique<br>centrale  | Dicotylédo<br>n   | Ornemental (Neuba <i>et al.</i> , 2014)                          |
| 2 | <i>Turnera ulmifolia</i> L.                       | Passiflorace<br>ae | liane   | Amérique<br>centrale  | Dicotylédo<br>n   | Ornemental (Neuba <i>et al.</i> , 2014)                          |
| 2 |   |                    |         |                       |                   |  |

**Table 6 : Subdivision des classes en fonction des familles, du genre et des espèces**

| Classes        | familles | genres | espèces |
|----------------|----------|--------|---------|
| Dicotylédons   | 8        | 17     | 18      |
| Monocotylédons | 4        | 4      | 4       |

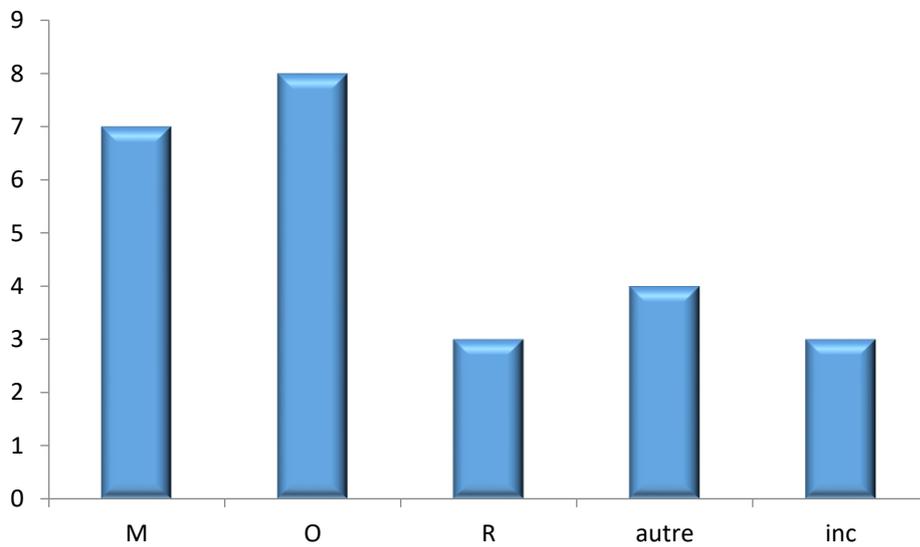


**Figure 4 : Localisation de la zone d'étude et des sites d'échantillonnage.**



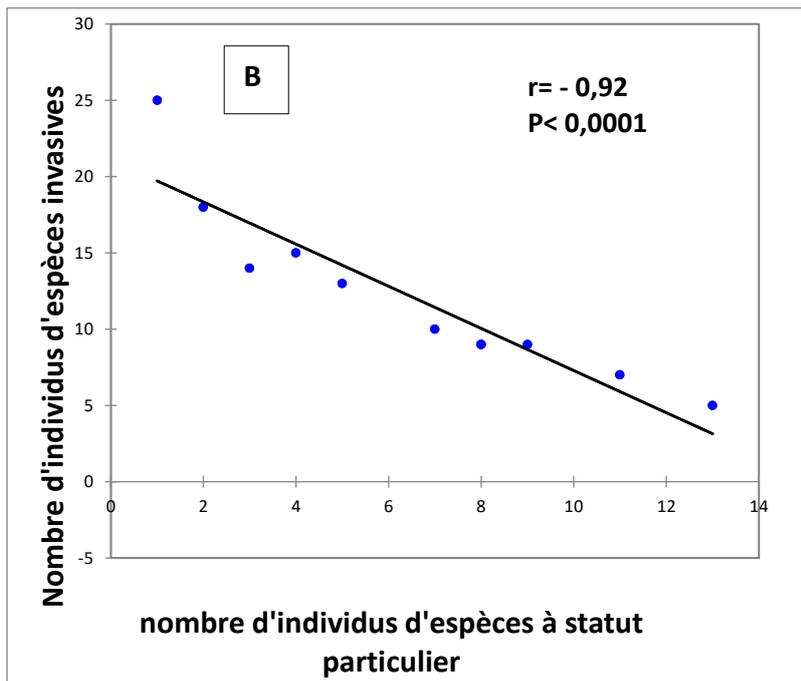
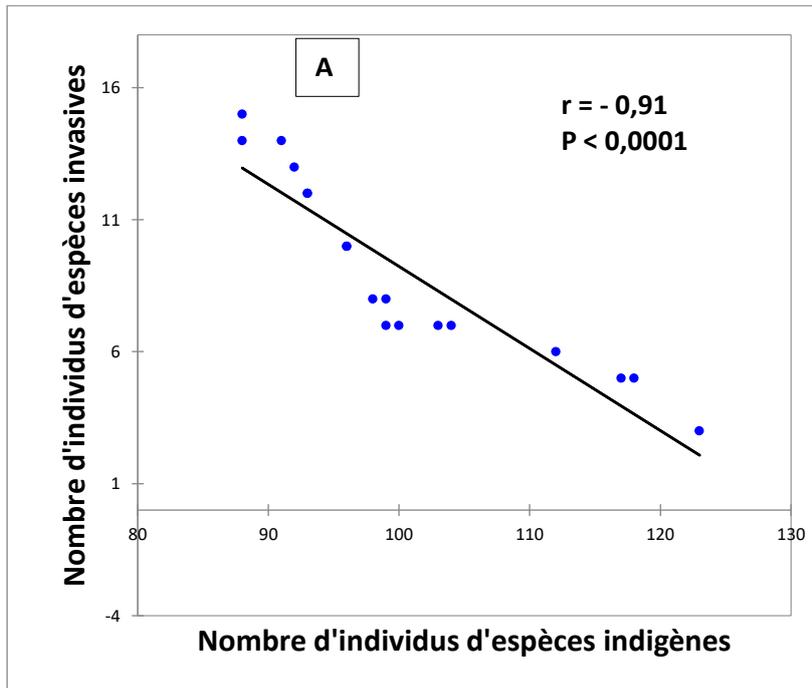
**Figure 5: Origine des espèces invasives**

**n=22 ; A-C : Amérique Centrale, A-T : Amérique tropicale, A-S : Amérique du sud, Autres : Antille, Europe.**



**Figure 6 : Usage des plantes invasives**

**(n=22) ; M : médicinaal, O : ornemental, R : réboisement, Autres : agroforesterie, fourrage, papeterie.**



**Figure 7 : Relations entre (A) le nombre d'individus d'espèces natives et celui d'espèces exotiques invasives ; et (B) entre le nombre d'individus d'espèces patrimoniales et celui d'espèces exotiques invasives dans les zones rudérales du Parc National du Banco.**

## **SECTION IV**

**1 PhD in preparation**



REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE  
*Union-Discipline-Travail*

Ministère de l'Enseignement supérieur  
et de la Recherche Scientifique



Laboratoire de Botanique

Année Universitaire  
2017-2018

# THÈSE

Présentée pour l'obtention du titre de Docteur de  
l'Université Félix HOUPHOUËT BOIGNY

Spécialité : **Systematique, Ecologie et Biodiversité Végétales**

Numéro d'ordre

M<sup>lle</sup> GOULI Gnanazan Zinsi Roseline

MECANISMES D'INVASION ET IMPACT SUR LA  
FLORE ET LA COMPOSITION DU SOL : CAS DE  
*Chromolaena odorata* (ASTERACEAE) DANS LE  
PARC NATIONAL DU BANCO (CÔTE D'IVOIRE).

Soutenu publiquement

**Directeur scientifique**

Mme TIEBRE Marie-Solange

Maître de Conférences



# **DEUXIÈME PARTIE: MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## CHAPITRE III. Matériel d'étude

La réalisation de notre étude a nécessité deux types de matériel. Il s'agit d'un matériel biologique et d'un matériel technique.

### III.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé est constitué d'échantillons d'espèces végétales récoltés et des spécimens de l'herbier du Centre National de Floristique (CNF) de l'Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY. Ces échantillons de plantes non déterminés sur les sites de récolte ont été comparés aux spécimens de l'herbier.

### III.2. Matériel technique

Le matériel technique utilisé dans le présent travail est le suivant :

- un GPS (Global Positioning System) pour l'enregistrement des coordonnées géographiques des parcelles ;
- un sécateur pour prélever les échantillons de plantes pour l'herbier ;
- Une tarière pour le prélèvement des échantillons de sol ;
- des sachets en plastique pour transporter les spécimens de plantes récoltés et les échantillons de sol prélevés ;
- des papiers journaux pour sécher les échantillons de plantes récoltés ;
- un décamètre pour délimiter les parcelles ;
- des fiches de collecte de données ;
- un appareil photographique pour les prises de vue ;
- un tamis à 2 mm pour tamiser les échantillons de sol ;
- un tamis humide à 200  $\mu\text{m}$  pour obtenir la fraction de sable ;
- des électrodes pour les mesures de pH ;
- du  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  et de l'examétoposphate de sodium pour disperser les échantillons utilisés dans l'analyse de la texture ;
- **Le matériel pour la minéralogie et la granulométrie est à compléter**
- d'un ordinateur et des logiciels XLSTAT version 2014, R version 3.2.4 et PC-ORD version 7 pour le traitement statistique des données recueillies, MVSP version 3.1 pour le traitement des données floristiques.

## **CHAPITRE IV : Méthodes de collecte**

### **IV.1. Prospection et choix des sites d'étude**

Nous avons sillonné tout le banco c'est-à-dire les routes qui ceinturent le parc, les pistes ouvertes pour la circulation à l'intérieur des massifs forestiers et les clairières des lignes de hautes tensions électriques à l'intérieur du parc. Les zones d'intrusions humaines (cultures, pistes de chasse et de prélèvements de produits forestiers) ont aussi été parcourues et les milieux envahis par *C. odorata* ont été identifiés et marqués de façon permanente à l'aide d'un GPS. Par la suite, trois zones de prélèvement ont été identifiées dans le parc (Anonkoi, Ecotourisme et N'dotré) (figure 1). Dans ces zones, quatre modèles d'études ont été confrontés : espèces de forêts denses, zones rudérales non envahies (espèces de bords de route ou de réseaux électriques sans *C. odorata*), milieux envahis de *C. odorata* au stade jeune (invasion récente, quelques pieds çà et là) et enfin biotopes envahis de *C. odorata* vieux (invasion ancienne, tige lignifiée, buisson bien développé, massif dense). Trois répétitions ont été réalisées pour chaque modèle. Les quadrats ont été choisis au hasard de sorte à respecter l'homogénéité des paramètres environnementaux. Au total 36 quadrats répartis comme suit ont été implantés : douze dans chaque zone de prélèvement en raison de trois quadrats dans chaque modèle d'étude. Ce sont douze quadrats qui ont été posés dans la zone d'Anonkoi, douze dans la zone de l'Ecotourisme et douze dans la zone de N'dotré.

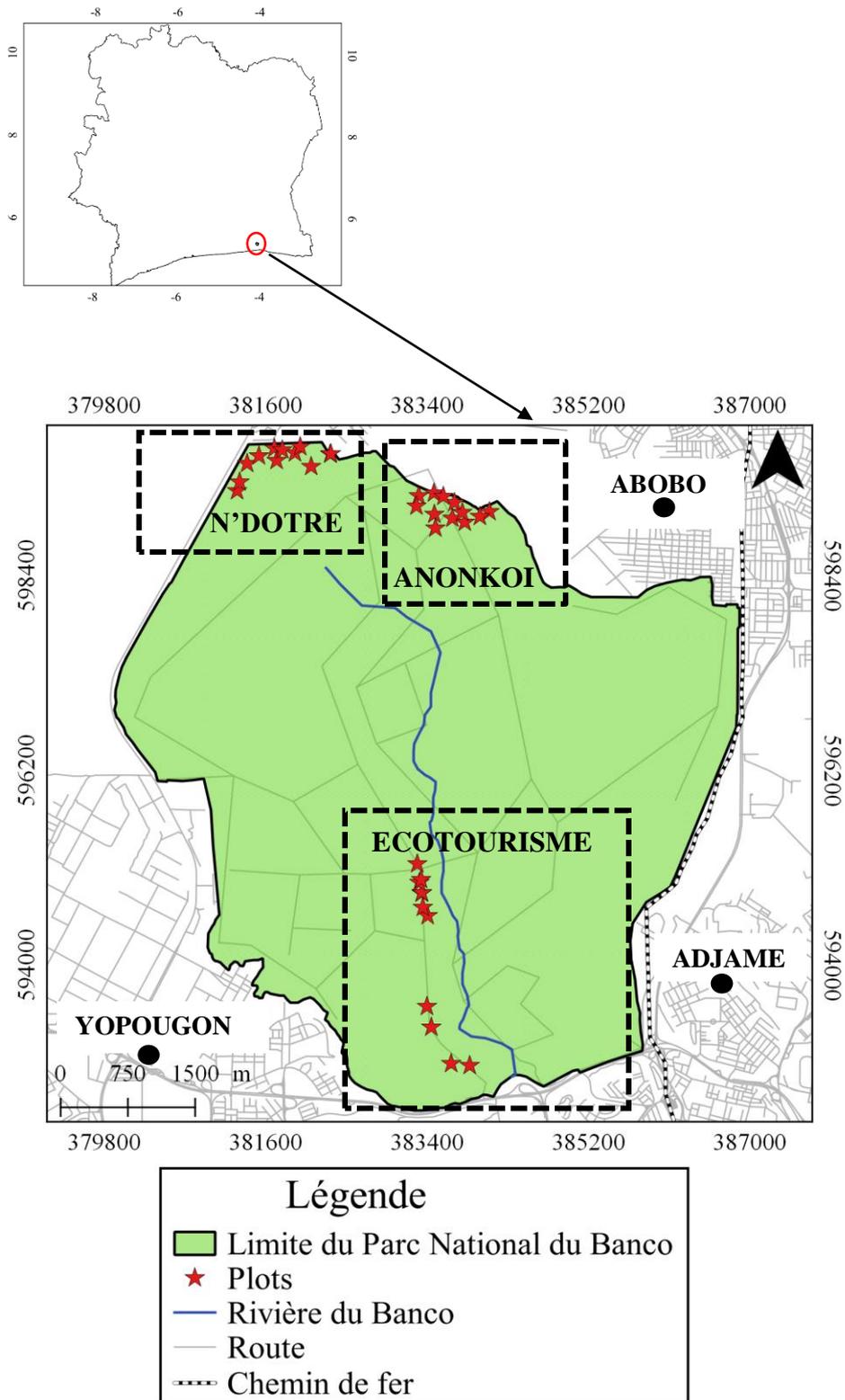
### **IV.2. Collecte des données floristiques**

Au cours de cette étude, nous n'avons utilisé que la méthode des relevés de surface. La période d'inventaire (figure 2) part d'Avril à Juin 2016.

#### **IV.2.1. Méthode de relevé de surface**

La méthode de relevés de surfaces permet d'obtenir des données quantitatives et exhaustives sur la composition floristique d'un biotope. Aussi appelé technique des quadrats, elle consiste à identifier les espèces végétales (lianes, arbustes et arbres) sur des parcelles de surface fixe (Senterre 2005 ; Vroh, 2013).

Pour cette étude, des quadrats permanents de 2 m x 2 m (4 m<sup>2</sup>) ont été installés. Ces derniers ont été choisis au hasard de sorte à respecter l'homogénéité des paramètres environnementaux. Les diamètres à hauteur de poitrine (dbh) supérieur à 2,5 cm des ligneux à 1,30 m du sol dans les placettes délimitées ont été mesurée. Nous avons choisis 2,5 cm pour les ligneux car selon



**Figure 8 :** Carte de la localisation des quadrats au sein du PNB (conçue par GOULI Gnanazan Zinsi Roseline et réalisée par ABROU N’Gouan)



**Figure 9:** Séance d’inventaire floristique dans un quadrat  
(Photo : Djan, 2016)

**Vroh *et al.* (2010)**, si l'on veut maximiser la diversité des espèces végétales dans un milieu, il est important de réduire le diamètre minimum à 2,5 cm. A l'intérieur de chaque quadrat, toutes les espèces vasculaires rencontrées ont été recensées. Le recouvrement moyen des espèces et leur densité ont également été relevés. Les espèces inconnues sont prélevées pour la confection d'un herbier et identifiées ultérieurement en Laboratoire.

### **IV.3. Collectes des données pédologiques**

Les différentes approches d'échantillonnage de sols et de détermination des éléments chimiques et granulométriques ont été d'écrites.

#### **IV.3.1. Méthode d'échantillonnage de sol**

Les échantillons de sol ont été prélevés dans les mêmes quadrats permanents de 2 m x 2 m (4 m<sup>2</sup>) dans lesquelles les relevés floristiques ont été faits (figure 3). Chaque échantillon de sol a été prélevé à l'aide d'une tarière à une profondeur comprise entre 0 et 20 cm. Les prélèvements dans chaque quadrat ont été réalisés en cinq points différents sur les diagonales du carré (quatre aux extrémités puis un au centre). Ils ont ensuite été mélangés dans un sachet pour former un échantillon composite. Tous les échantillons ont été séchés au laboratoire à l'air ambiant pendant au moins 48 heures puis conservés dans des sacs de polyéthylène et étiquetés de manière appropriée avant l'analyse pour une gamme de caractéristiques physiques (granulométrie) et chimiques (minéralogique). Ces analyses ont concernées pour la minéralogie : le phosphore, le potassium, le magnésium, le calcium, le pH d'acidité d'échange ou acidité de réserve, l'ion aluminium, l'ion hydrogène, le carbone organique, la capacité d'échange cationique, l'azote total, le rapport carbone/l'azote, le potassium échangeable, le magnésium échangeable, le calcium échangeable, le sodium échangeable, le pH eau, la capacité d'échange cationique (CEC) et l'humus. Les analyses granulométriques ont concernées : l'argile, l'indice de battance, le limon fin, le limon grossier, le limon total, le sable fin, le sable grossier et le sable total. Toutes ses analyses ont été réalisées au Laboratoire d'Ecologie et de Sol, d'Agro et de Biotechnologie de Gembloux, Université de Liège en Belgique.



**Figure 10:** Séance de prélèvement de sol dans un quadrat (Photo : Djan, 2016)

### **IV.3.2. Méthodes de détermination des éléments chimiques et granulométriques**

Pour les analyses de texture et de pH, les échantillons ont été prétraités en suivant la méthode ISO11464. Le pH a été obtenu avec des mesures d'électrodes. Les échantillons utilisés pour l'analyse de la texture ont été dispersés à l'aide d'une solution de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> et d'examétophosphate de sodium. Les analyses granulométriques des argiles et des limons ont ensuite été réalisées selon la méthode de la pipette Robinson (norme AFNOR-NF X 31-107) avec un automate de sédimentation Texsol24B (LCA Instruments, France). La fraction de sable a été obtenue par tamisage humide à 200 µm.

## **CHAPITRE V. Méthode d'analyse de données**

L'identification de quelques espèces botaniques inventoriées a été faite sur le terrain grâce à la clé d'identification de **Hawthorne (1996)**. Cette clé est basée sur la reconnaissance de la feuille, des fruits et dans certains cas de la section du tronc. Une bonne partie des espèces a été identifiée grâce aux concours de Monsieur TERE Gnonsio Henry, systématicien au Centre Suisse de Recherches Scientifiques (SCSRS). Les noms des espèces suivent **Lebrun et Stork (1991 ; 1997)** et la nomenclature adoptée pour les familles est celle de **APG III (2009)**. Les données recueillies après les relevés floristiques ont fait l'objet de plusieurs analyses en fonction des indicateurs de la biodiversité.

### **V.1. Diversité qualitative de la flore**

#### **V.1.1. Richesse spécifique**

La richesse spécifique d'un site donné est le nombre total d'espèces que compte ce site (**Aké-Assi, 1984**). Elle représente la plus simple caractéristique floristique d'un territoire. La mesure de la richesse floristique consiste à dénombrer toutes les espèces recensées dans un biotope sans tenir compte de leur abondance. Cette richesse est matérialisée par une liste de plantes appelée flore.

Une base de données floristique contenant, les données taxonomiques (espèce, nom de l'auteur, famille, genre, type biologique et affinité chorologique) suivant **Aké-Assi (1984)** et **Lebrun & Stork (1991-1997)** ont été établis pour toutes les espèces rencontrées dans chacun des biotopes.

#### **V.1.2. Composition floristique**

La composition floristique est l'ensemble de toutes les espèces végétales rencontrées dans un milieu, quel que soit leur abondance et leur niveau de participation à la structure. Elle fait également référence au nombre total d'espèces par relevé, à l'abondance, à la répartition,

aux familles, aux genres mais aussi aux types morphologiques, biologiques et chorologiques. La classification des différentes espèces selon leur chorologie et leur type morphologique s'est faite en se basant sur les travaux de **Aké-Assi (2001; 2002)**.

Les types morphologiques concernent les espèces arborescentes (arbres, arbustives et arbrisseaux), les espèces lianescentes et herbacées.

Les types biologiques de toutes les espèces végétales rencontrées lors des inventaires dans le site d'étude ont été évalués en nous référant à des auteurs tels que **Raunkiaer (1934)**, **Lebrun (1947)**, **Adjanooun (1964)** et **Guillaumet (1967)**. Ceux-ci sont basés sur la position qu'occupent les méristèmes en dormance par rapport au niveau du sol durant la saison difficile. Nous distinguons ainsi les thérophytes (Th), plantes annuelles qui passent la saison défavorable à la végétation sous forme de graines. Les hémicryptophytes (H), plantes ayant un appareil végétatif aérien se desséchant complètement pendant la saison défavorable et dont les bourgeons persistants se forment sur le collet. Les chaméphytes (Ch), plantes ayant un appareil végétatif portant à moins de 40 cm du sol des bourgeons persistants protégés éventuellement par les débris des plantes pendant la saison défavorable. Les géophytes (G), plantes dont les pousses ou bourgeons persistants sont situés dans le sol durant la mauvaise saison. Les épiphytes (Ep), plantes qui utilisent les autres plantes comme support et les phanérophytes (P), plantes dont les pousses ou bourgeons persistants sont situés sur les axes aériens persistants. En fonction de la hauteur de ces axes aériens, les phanérophytes sont subdivisées en nanophanérophytes (np), arbrisseau de 0,25 à 2 m de hauteur ; les microphanérophytes (mp), arbuste de 2 à 8 m de hauteur ; les mésophanérophytes (mP), arbre de 8 à 30 m de hauteur ; et les mégaphanérophytes (MP), arbre de plus de 30 m de hauteur.

La chorologie se définit comme étant l'étude de la répartition géographique des espèces vivantes. Elle tente de préciser les causes de présence d'une espèce en un lieu donné. En effet, sa présence renseigne sur les liens chorologiques des végétations étudiées avec les végétations avoisinantes et à contrario sur leur originalité au sein de ces ensembles. C'est en quelque sorte les théories de distribution des espèces qui compose l'écologie et la répartition des espèces, l'histoire de cette répartition et les modes de dispersion. Ainsi pour la chorologie, il s'agit pour cette étude de préciser comme l'on définit plusieurs auteurs dont **Aké-Assi L. (1984)**, les espèces qui se rencontrent naturellement dans la région phytogéographique Guinéo-Congolaise (GC) sont les espèces forestières. Quant aux espèces savanicoles, elles se rencontrent dans la région phytogéographique Soudano-Zambézienne (SZ). Les espèces de transition forêt-savanes qu'on rencontre à la fois dans ces deux régions phytogéographiques (GC-SZ) et les espèces exotiques ou introduites (I).

### V.1.3. Espèces à statut particulier

La valeur des différents espaces pour la conservation de la biodiversité est analysée à travers la détermination des espèces dites à statut particulier.

En se basant sur des critères de rareté de certains taxons au niveau national, régional ou international, les auteurs **Aké-Assi (1998 ; 2001 ; 2002)**, **Poorter *et al.* (2004)** et **UICN (2015)** ont proposé des listes d'espèces qui sont menacées de disparition à cause des activités anthropiques. Il s'agit des espèces rares et/ou menacées de disparition de la flore ivoirienne.

Pour l'endémisme, nous avons distingué les endémiques aux blocs forestiers Ouest-africains (GCW) parmi lesquelles celles qui sont propres au territoire ivoirien sont désignées par GCi (**Guillaumet, 1967 ; Aké-Assi, 1988**).

En effet, l'endémisme se dit d'une espèce qui n'existe que dans une zone géographique donnée, c'est-à-dire, une espèce dont l'aire de répartition est nettement délimitée et qui caractérise une région. L'endémisme est également la caractéristique d'espèces dont l'aire de distribution est très restreinte, quelques kilomètres carrés dans certains cas extrêmes. Ces espèces se rencontrent souvent dans des lieux géographiquement et écologiquement isolés : îles, hautes montagnes ou cordons littoraux.

Pour la caractérisation de ces espèces, nous avons utilisé la documentation de **Aké-Assi (2001; 2002)** et **Poorter *et al.* (2004)**. Les espèces menacées de la flore ivoirienne ont été listées par la confrontation des listes floristiques à celles de **Aké-Assi (1998; 2001; 2002)** et de la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (**UICN, 2015**).

## V.2. Diversité quantitative de la flore

### V.2.1. Indices de diversité

La richesse spécifique est un indice controversé. Bien que sa pertinence dans la représentation sociale des espèces et des communautés soit approuvée par les écologues, elle ne renseigne toutefois pas la structure et la dynamique de la biodiversité (**Turcati, 2011 ; Levrel, 2007 ; Medhi 2010**). A nombre d'espèce égale, la présence d'espèces très dominantes entraîne mathématiquement la rareté d'autres : on comprend donc assez intuitivement que le maximum de diversité sera atteint quand les espèces auront une répartition très régulière (**Marcon, 2014**). Par conséquent, des indices supplémentaires éclairant la structure du peuplement sont nécessaires.

Plusieurs indices permettent d'apprécier cette diversité dont la plus répandue est celle de **Shannon (1949)** qui prend en considération la régularité (l'équirépartition) de la distribution

des espèces et la richesse spécifique. Dans la présente étude, deux (2) indices de diversité ont été estimés. Il s'agit des indices de **Shannon (1949)** et de l'équitabilité de **Pielou (1966)**. Ces indices rendent compte de la dominance de certaines espèces dans les parcelles. Ils renseignent sur la répartition de l'abondance des différentes espèces d'une parcelle.

#### V.2.1.1. Indice de Shannon (H)

Cet indice de diversité mesure la composition en espèces d'un peuplement en tenant compte de la richesse spécifique et de l'abondance relative des espèces (**Felfili et al., 2004**). Il est utilisé pour exprimer la diversité d'un site. Il est principalement déterminé par les espèces dominantes (**Hakizimana, 2012**). Les espèces rares n'ont pas beaucoup d'effet sur la valeur obtenue (**Hakizimana, 2012**). Les valeurs de cet indice varient entre 0 et  $\ln S$  qui est la diversité maximale ( $S$  étant le nombre total d'espèces dans le milieu). Lorsque le peuplement est composé d'une seule espèce, il est égal à 0, tandis que pour une flore comportant un nombre élevé d'espèces, il tend vers  $\ln S$ . Une forte valeur de  $H'$  est le signe d'une bonne biodiversité, susceptible de se maintenir durablement (**Adou Yao, 2005**). Pour les communautés très diversifiées,  $H$  peut atteindre 4,5 (**Kenth et Coker, 1992**) et  $\ln S$  dépasse rarement 5 (**Felfili et al., 2004**). Aussi, cet indice renseigne sur la réponse de la biodiversité face aux pressions anthropiques (**Van der Maarel, 1979**).

Si nous désignons par  $N$  l'effectif des  $S$  espèces considérées,  $n_i$  l'effectif des individus d'une espèce  $i$  et  $P_i$  ( $n_i/N$ ) l'abondance relative de l'espèce  $i$ , alors l'indice de Shannon se résume à l'expression mathématique suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \times \ln P_i$$

Pour compléter l'information apportée par cet indice, il convient aussi de mesurer l'équitabilité et la similarité. Selon **Blondel (1979)** deux peuplements comprenant chacun cent (100) individus et 5 espèces ne fonctionneront pas de la même façon si le premier comporte quatre espèces représentées par un individu et une espèce par les quatre-vingt-seize (96) autres alors que chacune des cinq (5) espèces du second comporte vingt (20) individus.

#### V.2.1.2. Indice d'équitabilité ou d'équirépartition

L'indice d'équitabilité de **Pielou (1966)** est encore appelé indice de régularité ou d'équirepartition. Il traduit la manière dont les individus sont distribués à travers les espèces (**Adjakpa et al., 2013**). Il permet de dire si un espace est dominé par une quelconque espèce

(Huston, 1994; Dajoz, 2003; Frontier *et al.*, 2008). L'indice d'équitabilité se calcule selon la formule mathématique suivante:

$$E = \frac{H}{\ln S}$$

Dans cette formule,  $H$  est l'indice de Shannon,  $S$  est le nombre total d'espèces d'un biotope donné, et  $\ln S$  représente la diversité maximale du biotope.

L'équitabilité varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce et vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Blondel, 1979 ; Medhi, 2010). Selon Inoussa *et al.* (2013), si  $E \in [0 ; 0,6]$ , l'équitabilité de Piélou est faible, présence de dominance d'espèce ; par contre si  $E \in [0,7 ; 0,8[$ , l'équitabilité de Piélou est moyen et enfin si  $E \in [0,8 ; 1]$ , l'équitabilité de Piélou est élevé, absence de dominance.

Les valeurs de la diversité spécifique et de l'équitabilité ont permis d'estimer une fois de plus ou de confirmer la diversité spécifique (valeur de la biodiversité) des différents biotopes.

### V.2.2. Coefficient de similitude de Sørensen

Le coefficient de similitude représente la diversité  $\beta$  qui est le taux de remplacement des espèces et individus lors du passage d'un site à un autre. En d'autres termes, la diversité  $\beta$  est utilisée pour évaluer la diversité de paires d'échantillons ou le long d'un gradient (Condit *et al.*, 2002). Elle a pour but de caractériser objectivement et quantitativement le degré de ressemblance de deux relevés ou biotopes.

Si nous désignons par  $A$  et  $B$  les nombres respectifs d'espèces de deux listes appartenant à 2 biotopes I et II et par  $C$ , le nombre d'espèces communes aux deux listes, le coefficient de similitude  $K_s$  selon Sørensen (1948) est donné par la formule :

$$K_s = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

Ce coefficient varie entre 0 et 100 p.c. L'hypothèse de similitude ou ressemblance est admise, lorsque le coefficient est supérieur à 50 p. c. ( $K_s > 50$ ). Dans le cas contraire ( $K_s < 50$ ), il n'y a pas de similitude entre les listes floristiques des parcelles concernées (Troupin, 1966).

### V.2.3. Diversité structurale de la végétation

Dans la présente étude, l'analyse de la structure horizontale du peuplement des différents biotopes a été effectuée. Pour se faire, la densité et l'aire basale des espèces recensées ont été étudiées.

La densité est définie comme étant le nombre d'individus par unité de surface (nombre de tiges par hectare). Elle est calculée avec la formule suivante :

$$d = \frac{n}{s}$$

Dans cette formule, d désigne la densité, n est le nombre de tiges recensées et S est la surface totale d'inventaire en hectare.

L'aire basale ou surface terrière, est la surface de la section des troncs de tous les arbres d'un relevé à 1,30 m au-dessus du sol. Ce paramètre traduit mieux l'occupation horizontale du sol par les espèces végétales. Pour l'estimer, les valeurs de circonférence ont été préalablement transformées en diamètre grâce à la formule mathématique suivante :

$$D = \frac{C}{\pi}$$

Dans cette formule, D est le diamètre de la tige et C est sa circonférence.

Par la suite les valeurs obtenues ont servi au calcul de l'aire basale selon la formule mathématique suivante :

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Dans cette formule, S désigne l'aire basale et D, le diamètre.

### V.2.4. Importance Value index (IVI)

Pour déterminer les espèces les plus importantes ou les plus prépondérantes dans chaque communauté végétale, l'Indice de Valeur d'Importance des espèces (IVI), mis au point par **Cottam et Curtis (1956)**, a été calculé. L'expression mathématique de cet indice est :

$$IVI = Do R \text{ esp} + De R \text{ esp} + F R \text{ esp}$$

Dans ces formules, la Dominance Relative (Do R) est représentative de l'aire basale de chaque espèce, la Densité Relative (De R) représente le nombre d'individu de chaque espèce et la fréquence relative (F R) est représentative de la dispersion des individus sur le site. On appelle

« fréquence d'une espèce » ou « nombre d'occurrence d'une espèce » le nombre de placettes dans laquelle l'espèce est présente (**Adou Yao, 2005**). Ces différents termes de la somme sont déterminés à travers les formules suivantes :

**Do R esp = (Aire basale de l'espèce X 100) / Somme des aires basales de toutes les espèces**

**De R esp = (Nombre d'individu de l'espèce X 100) / Nombre total des individus**

**F R esp = (Nombre d'occurrences de l'espèce X 100) / Somme des occurrences de toutes les espèces**

La valeur IVI étant la somme de trois pourcentages, la somme des IVI d'un hectare vaut donc 300 p.c.

#### **V.2.5. Echelle d'abondance selon Van Der Maarel**

Sur le terrain, l'abondance de toutes les espèces de plantes vasculaires a été estimée selon l'échelle de **Van Der Maarel (1979)** qui est donné comme suit:

|   |              |                      |
|---|--------------|----------------------|
| 1 | équivalent à | 1 individu           |
| 2 | équivalent à | 2 individus          |
| 3 | équivalent à | $Dr \leq 5 \%$       |
| 4 | équivalent à | $5 < Dr \leq 10 \%$  |
| 5 | équivalent à | $10 < Dr \leq 15 \%$ |
| 6 | équivalent à | $15 < Dr \leq 25 \%$ |
| 7 | équivalent à | $25 < Dr \leq 50 \%$ |
| 8 | équivalent à | $50 < Dr \leq 75 \%$ |
| 9 | équivalent à | $Dr > 75 \%$         |

Les nombres de 1 à 9 représentent les différents coefficients attribués à chaque pourcentage de recouvrement.

Dr = Abondance relative ou taux de recouvrement estimé en pourcentage de la surface du relevé.

### **V.3. Analyses statistiques des données**

#### **V.3.1. Analyses univariées**

Dans cette étude, les paramètres de distribution des différents échantillons ont été comparés entre eux grâce à quatre (4) tests statistiques : le test d'ANOVA à un facteur, le test de Kruskal-Wallis, le test de corrélation de Pearson et le test de comparaison de k proportions. Le test d'ANOVA à un facteur a été utilisé pour comparer les nombres moyens d'espèces par biotope et les nombres moyens de chaque paramètre du sol par biotope. Le test de Kruskal-Wallis quant à lui a été utilisé pour comparer les nombres moyens des indices de régularité par biotope. Les indices de Shannon, les indices de régularité, le coefficient de similitude de Sørensen, la densité, l'aire basale et l'Importance Value index (IVI) ont également été calculés pour les différents biotopes. Les statistiques descriptives ont été appliquées sur chaque variable pédologique par biotope. Ce sont : la moyenne, les écart-types, le coefficient de variation et l'étendue.

Le test d'ANOVA à un facteur est un test paramétrique utilisé lorsque les conditions de normalité et d'homogénéité sont remplies pour nos variables. Le test de Kruskal-Wallis par contre est une alternative non paramétrique de l'ANOVA dès que la distribution sous-jacente des données n'est plus gaussienne ou normale. Le but de ces analyses est d'établir si les moyennes des valeurs mesurées dans différents groupes, sont significativement différentes. Chaque fois que la probabilité calculée était significative, le test de Tukey ou de Dunn a été effectué afin de comparer deux à deux les moyennes et apprécier les différences significatives qui existent entre celles-ci. Le niveau de significativité choisi pour ces analyses, est de 5 % ( $P = 0,05$ ).

Le test de corrélation de Pearson est utilisé pour analyser les relations linéaires. Elle permet de donner une mesure synthétique (valeur du  $r$ ) de l'intensité de la relation entre deux caractères et de son sens (signe du  $r$ ). Ce test nous a permis d'établir l'évolution du recouvrement de *Chromolaena odorata* en fonction du recouvrement des autres espèces.

Le test de comparaison de k proportions sert à déterminer si k proportions peuvent être considérées comme étant toutes égales ou si au moins deux proportions sont différentes. Ce test nous a permis de comparer les proportions des espèces à statut particulier dans les différents biotopes et d'apprécier les différences significatives qui existent entre celles-ci. Le niveau de significativité choisi pour cet analyse, est de 5 % ( $P = 0,05$ ). Le logiciel XLSTAT version 2014.5.03 a été utilisé pour la réalisation de tous ces tests.

### V.3.2. Analyses multivariées

Pour les analyses multivariées, nous avons utilisé l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM), l'Analyse Factorielle Multiple (AFM), l'Analyse en Composante Principale (ACP), l'analyse en grappes (AC), les analyses en grappes bidirectionnelles (TWCA) et l'analyse des espèces indicatrices (ISA).

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) est une analyse qui permet de classer des individus décrits par des variables qualitatives. Le but de l'ACM est d'analyser les relations qui existent entre les espèces, les sites de prélèvement (Anonkoi, Ecotourisme et N'dotré) et le type de biotope (Chromolaena jeunes, Chromolaena vieux, zones rudérales et forêts).

L'Analyse en Composante Principale (ACP) est une analyse qui permet de classer des individus décrits par des variables quantitatives. Elle nous a permis d'établir la repartition de chaque paramètre du sol en fonction des biotopes.

L'Analyse Factorielle Multiple (AFM) est une méthode factorielle de statistique descriptive multidimensionnelle. Elle permet d'équilibrer l'influence des différents groupes car si un groupe présente de nombreuses variables, il influencera dans une analyse globale, plus d'axes qu'un autre présentant peu de variables (Pagès, 2002). Cette analyse nous a permis, de sélectionner les paramètres du sol et les variables floristiques les plus appropriés qui caractérisent chaque biotope. Le groupe de variables qualitatives comporte les différentes modalités (présence de Chromolaena jeunes, présence de Chromolaena vieux, absence de Chromolaena dans les rudérales, absence de Chromolaena), le type de biotopes (milieu ouvert et les forêts) et les différents sites d'échantillonnages (Anonkoi, Ecotourisme, N'dotré). Les variables quantitatives sont : les paramètres chimiques et granulométriques du sol, la richesse spécifique, les indices de Shannon et d'équitabilités dans chaque quadrat.

Le Package FactoMineR du logiciel R Version 3.2. a été utilisé pour la réalisation de ces différents tests statistiques.

L'analyse en grappes (AC), les analyses en grappes bidirectionnelles (TWCA) et l'analyse des espèces indicatrices (ISA) ont été réalisées à l'aide du logiciel PC-ORD version 7 (McCune et Mefford, 1999). Les données recueillies à partir des 36 stations d'échantillonnage (36 quadrats) nous ont permis de combiner à la fois les variables floristiques (recouvrement des espèces) et les paramètres du sol (chimique et granulométrique). Ces paramètres du sol sont au nombre de vingt-cinq et ce sont : le phosphore, le potassium, le magnésium, le calcium, le pH d'acidité d'échange ou acidité de réserve, l'ion aluminium, l'ion hydrogène, le carbone organique, l'azote total, le rapport carbone/l'azote, le potassium échangeable, le magnésium échangeable, le calcium échangeable, le sodium échangeable, le pH eau, la capacité d'échange

cationique (CEC), l'argile, l'humus, l'indice de battance, le limon fin, le limon grossier, le limon total, le sable fin, le sable grossier et le sable total. L'analyse en grappes (AC) et les analyses en grappes bidirectionnelles (TWCA) ont identifié des types significatifs d'habitat et de communautés végétales à l'aide de mesures de recouvrement, basées sur des données d'abondance (Greig-Smith, 1983). L'analyse des espèces indicatrices (ISA) a ensuite été utilisée pour établir un lien entre les données sur la composition floristique, le recouvrement et les variables chimiques et granulométriques. Cette information combinée a permis de connaître la concentration de l'abondance d'espèces dans un groupe particulier et la fidélité d'occurrence d'une espèce dans ce groupe. Les valeurs indicatrices de chaque espèce dans chaque groupe ont été obtenues et testées pour la signification statistique à l'aide du test de Monte Carlo.

L'analyse des espèces indicatrice a évalué chaque espèce pour la force de sa réponse aux variables environnementales, à partir de la matrice environnementale (36 stations  $\times$  25 gradients du sol). Un seuil de valeur d'indicateur de 30% avec une signification de 95% (valeur de  $p \leq 0,05$ ) a été choisi en tant que coupe pour identifier les espèces indicatrices (Ter Braak et Prentice 1988; Dufrene et Legendre, 1997) et les espèces indicatrices identifiées pour nommer les communautés.

**TROISIEME PARTIE :**  
**RESULTATS**

## **VI. RESULTATS**

### **VI.1. Flore et structure de nos différents sites inventoriés**

A la fin de la prospection réalisée sur nos différents sites d'étude dans le Parc National du Banco, nous avons distingué quatre (4) modèles d'étude que nous avons situés dans trois (3) sites de prélèvement (Anonkoi, Ecotourisme et N'dotré). Ce sont : les *Chromolaena* jeunes, les *Chromolaena* vieux, les espèces rudérales et les forêts fermées. Les *Chromolaena* jeunes sont les populations envahies de *C. odorata* jeunes avec une invasion récente de quelques pieds çà et là (figure 4). Les *Chromolaena* vieux sont les populations envahies de *C. odorata* vieux avec une invasion ancienne représentée par des tiges lignifiées, des buissons bien développés et des massifs denses (figure 5). Quant aux espèces rudérales, ce sont les espèces de bord de route ou de réseau électrique sans *C. odorata* (figure 6). Enfin, les forêts fermées sont les forêts (figure 7). Sur ces sites, 36 relevés de surface ont été posés en raison de neuf (9) relevés dans chaque formation végétale. Ces neuf (9) relevés ont été posés comme suit : trois (3) dans le site de prélèvement Anonkoi, trois (3) dans le site de prélèvement Ecotourisme et trois (3) dans le site de prélèvement N'dotré.

### **VI.2. Diversité de nos sites inventoriés**

#### **VI.2.1. Diversité qualitative de nos sites inventoriés**

##### **VI.2.1.1. Richesse floristique des différents biotopes**

Nous avons inventorié en tout 147 espèces sur toutes nos parcelles d'étude. Ces espèces sont réparties en 118 genres et 57 familles. Ces espèces ont été inventorisées dans nos quatre (4) biotopes qui sont : les forêts, les rudérales, les *Chromolaena* jeunes et les *Chromolaena* vieux. Le nombre d'espèces recensées varie selon le type de biotope. Ainsi, le plus grand nombre d'espèce est enregistré dans les *Chromolaena* jeunes avec 72 espèces soit 28 p.c. de l'ensemble des espèces. Ces espèces sont réparties en 60 genres et 34 familles. Alors que le plus faible nombre est obtenu dans les *Chromolaena* vieux avec 50 espèces soit 20 p.c. de l'ensemble des espèces. Ces espèces sont réparties en 45 genres et 30 familles. Les rudérales et les forêts ont des nombres d'espèces intermédiaires avec respectivement 67 et 66 espèces soit 26% de l'ensemble des espèces. Les rudérales sont réparties en 61 genres et 32 familles tandis que les forêts sont réparties en 56 genres et 34 familles.



**Figure 11:** Photo d'un exemple du biotope *Chromolaena* jeunes



**Figure 12:** Photo d'un exemple du biotope *Chromolaena* vieux



**Figure 13 :** Photo d'un exemple du biotope rudéral



**Figure 14:** Photo d'un exemple du biotope forêt

Pour l'ensemble des sites inventoriés, les genres les plus dominants sont : *Adenia*, *Baphia*, *Cola*, *Culcasia* et *Dichapetalum* (tableau 1). Les genres *Dichapetalum* sont représentés par quatre (4) espèces tandis que : *Adenia*, *Baphia*, *Cola* et *Culcasia* sont représentés par trois (3) espèces.

Les genres les plus diversifiés varient selon les biotopes (tableau 2). Dans les *Chromolaena* jeunes ce sont : les genres *Acacia*, *Adenia*, *Albertisia*, *Albizia*, *Baphia*, *Cola*, *Combretum*, *Ipomea*, *Panicum* et *Rhigiocarya* qui comptent le maximum d'espèces. Les genres *Baphia* et *Panicum* sont représentés par 3 espèces, les genres *Acacia*, *Adenia*, *Albertisia*, *Albizia*, *Cola*, *Combretum*, *Ipomea* et *Rhigiocarya* sont représentés par 2 espèces chacune. Dans les *Chromolaena* vieux, ce sont : les genres *Anthonotha*, *Combretum*, *Ipomea*, *Panicum* et *Rhigiocarya* qui sont les plus représentatifs. Tout ces genres sont représentés par 2 espèces chacune. Quant aux rudérales, ce sont : les genres *Albertisia*, *Cissus*, *Panicum*, *Paspalum*, *Rhigiocarya* et *Sida* qui enregistrent le maximum d'espèces. Ces genres sont représentés par 2 espèces chacune. Enfin dans les forêts, les genres *Albertisia*, *Antiaris*, *Baphia*, *Cola*, *Culcasia*, *Dichapetalum*, *Geophila* et *Neuropeltis* sont les plus représentatifs. Les genres *Baphia* et *Culcasia* sont représentés par 3 espèces. Les genres *Albertisia*, *Antiaris*, *Cola*, *Dichapetalum*, *Geophila* et *Neuropeltis* sont représentés par 2 espèces.

Pour l'ensemble des sites inventoriés, les familles les plus dominantes avec au moins quatre (4) espèces sont : les Annonaceae, les Apocynaceae, les Araceae, les Convolvulaceae, les Euphorbiaceae, les Fabaceae, les Malvaceae, les Mennispermaceae, les Moraceae, les Poaceae et les Rubiaceae (figure 8). Les Fabaceae sont les plus représentatifs avec 21 espèces. Ils sont suivies des Malvaceae et des Poaceae avec neuf (9) espèces chacune, des Araceae (7 espèces), des Annonaceae (6 espèces), des Convolvulaceae (5 espèces), des Euphorbiaceae (5 espèces), des Mennispermaceae (5 espèces), des Moraceae (5 espèces), des Rubiaceae (5 espèces) et des Apocynaceae avec 4 espèces.

Dans les *Chromolaena* jeunes, les familles les plus fournies en espèces sont les Fabaceae avec 22 p.c. des espèces, les Poaceae avec 10 p.c. des espèces et les Mennispermaceae avec 6 p.c. des espèces (figure 9). Au niveau des *Chromolaena* vieux, ce sont les Fabaceae (14 p.c.), les Poaceae (8 p.c.), les Convolvulaceae, les Euphorbiaceae et les Mennispermaceae avec chacun 6 p.c. qui représentent les familles les plus représentatives en espèces (figure 10). Dans les rudérales, les familles les plus riches en espèces sont par ordre d'importance les Fabaceae (16 p.c), les Poaceae (13 p.c.), les Malvaceae (8 p.c.) et les Mennispermaceae (6 p.c) (figure 11). Quant aux forêts, ce sont les Fabaceae (17 p.c.), les Araceae (7 p.c.), les Annonaceae, les

**Table 7 : Nombre d'espèces par genre les plus importants dans l'ensemble des sites inventoriés**

| Genres              | Nombre d'espèces |
|---------------------|------------------|
| <i>Dichapetalum</i> | 4                |
| <i>Adenia</i>       | 3                |
| <i>Baphia</i>       | 3                |
| <i>Cola</i>         | 3                |

**Table 8 : Nombre d'espèces par genre les plus importants dans chaque biotope**

| Genres              | <i>Chromolaena</i> jeunes | <i>Chromolaena</i> vieux | Rudérales | Forêts |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|--------|
| <i>Acacia</i>       | 2                         | -                        | -         | -      |
| <i>Adenia</i>       | 2                         | -                        | -         | -      |
| <i>Albertisia</i>   | 2                         | -                        | 2         | 2      |
| <i>Albizia</i>      | 2                         | -                        | -         | -      |
| <i>Anthonotha</i>   | -                         | 2                        | -         | -      |
| <i>Antiaris</i>     | -                         | -                        | -         | 2      |
| <i>Baphia</i>       | 3                         | -                        | -         | 3      |
| <i>Cissus</i>       | -                         | -                        | 2         | -      |
| <i>Cola</i>         | 2                         | -                        | -         | 2      |
| <i>Combretum</i>    | 2                         | 2                        | -         | -      |
| <i>Culcasia</i>     | -                         | -                        | -         | 3      |
| <i>Dichapetalum</i> | -                         | -                        | -         | 2      |
| <i>Geophila</i>     | -                         | -                        | -         | 2      |
| <i>Ipomea</i>       | 2                         | 2                        | -         | -      |
| <i>Neuropeltis</i>  | -                         | -                        | -         | 2      |
| <i>Panicum</i>      | 3                         | 2                        | 2         | -      |
| <i>Paspalum</i>     | -                         | -                        | 2         | -      |
| <i>Rhigiocarya</i>  | 2                         | 2                        | 2         | -      |
| <i>Sida</i>         | -                         | -                        | 2         | -      |

Mennispermaceae et les Rubiaceae avec chacun 6 p.c. qui comptent le maximum d'espèces (figure 12).

Les familles communes aux 4 types de biotopes et ayant au moins 7 espèces par biotope sont les Fabaceae. Ceux ayant au moins 3 espèces par biotope sont les Mennispermaceae et Ceux ayant au moins 2 espèces par biotope sont les Malvaceae (tableau 3). Les familles des Euphorbiaceae et des Poaceae sont communes aux *Chromolaena* jeunes, *Chromolaena* vieux et aux rudérales. Quant à la famille des Rubiaceae, elle est commune aux *Chromolaena* jeunes, aux rudérales et aux forêts.

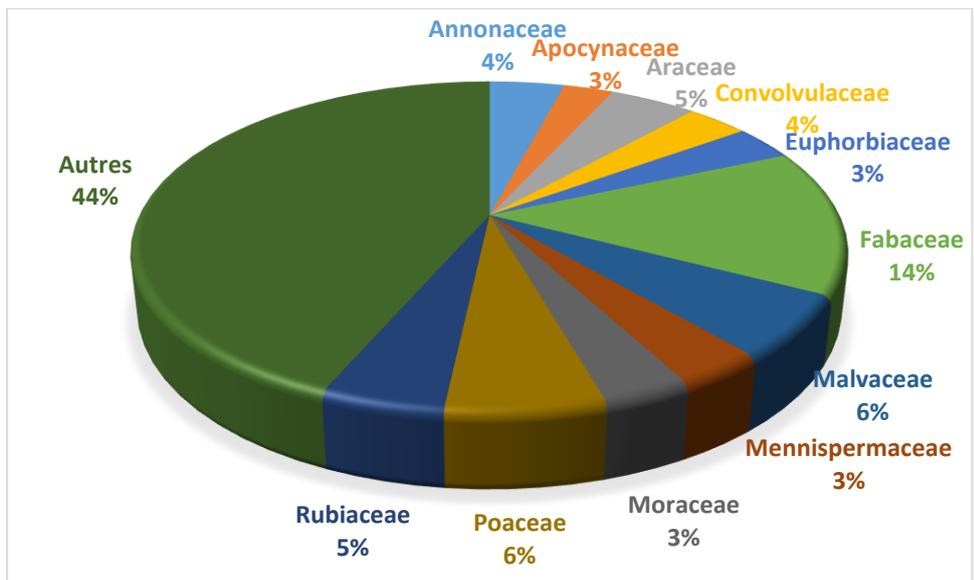
Lorsqu'on considère uniquement les espèces inventoriées dans les différents biotopes, en moyenne, il a été inventorié  $15,55 \pm 2,98$  espèces dans les *Chromolaena* jeunes (figure 13). Dans les *Chromolaena* vieux, une moyenne de  $11,22 \pm 3,12$  espèces a été inventoriée. Dans les rudérales, en moyenne  $13,44 \pm 2,27$  espèces sont recensées et dans les forêts, une moyenne de  $13,55 \pm 3,56$  a été inventoriée. Les différences entre ces moyennes de nombre d'espèces par biotope sont significatives ( $F= 2,75; P < 0,001$ ).

#### **VI.2.1.2. Particularités chorologiques des espèces des différents biotopes**

L'histogramme de l'affinité chorologique des espèces de l'ensemble des biotopes met en relief six types d'affinités chorologiques (figure 14). Il s'agit des espèces de la région Guinéo-Congolaise (GC), les espèces de la région Soudano-Zambézienne (SZ), les espèces de la zone de transition entre les régions Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne (GC-SZ), les espèces endémiques du bloc forestier à l'Ouest du Togo (GCW), les espèces endémiques à la flore ivoirienne (GCi) et les taxons exotiques introduits (i).

Les espèces forestières de la région Guinéo-Congolaise sont les plus abondantes soit 63,94 p.c. des espèces totales. Elles sont suivies par celles de la zone de transition forêt-savane qui représentent 23,80 p.c. de l'ensemble des espèces. Les espèces végétales exotiques à la flore ivoirienne représentent 5,44 p.c. de l'ensemble des biotopes inventoriés. Les espèces endémiques du bloc forestier à l'Ouest du Togo représentent 3,40 p.c des espèces. Les espèces endémiques à la flore ivoirienne représentent 2,71 p.c. des espèces. Enfin, les espèces soudano-zambéziennes ne représentent que 0,68 p.c. des espèces.

Au niveau des *Chromolaena* jeunes (figure 15), on note 58,33 p.c. d'espèces de la région Guinéo-Congolaise, 25 p.c d'espèces de transition forêt-savane, 6,94 p.c. d'espèces exotiques à la flore ivoirienne, 5,55 p.c. d'espèces endémiques à la flore ivoirienne, 2,77 p.c. d'espèces endémiques du bloc forestier à l'Ouest du Togo et 1,38 p.c. d'espèces soudano- zambéziennes.



**Figure 15:** Spectre des familles de l'ensemble des sites inventoriés

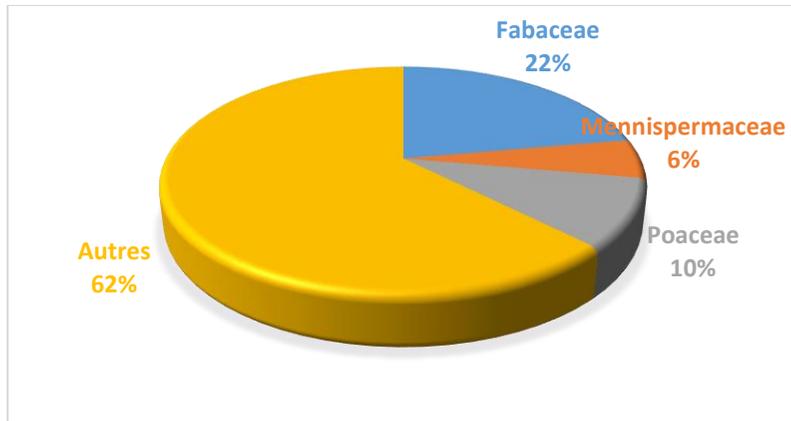


Figure 17: Spectre des familles des *Chromolaena* Jeunes

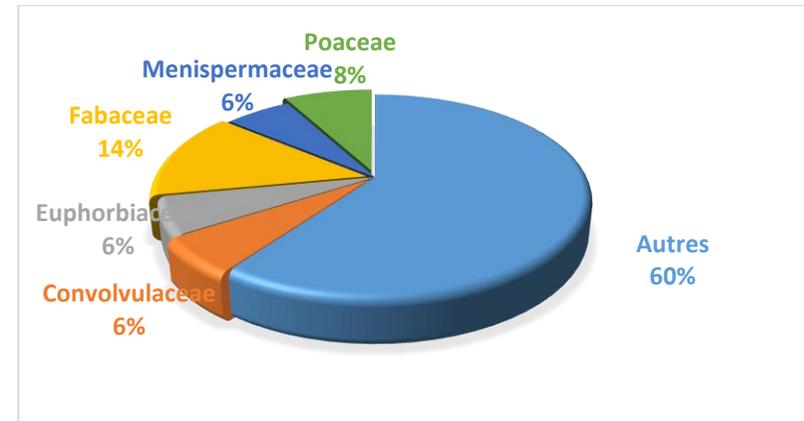


Figure 16: Spectre des familles des *Chromolaena* Vieux

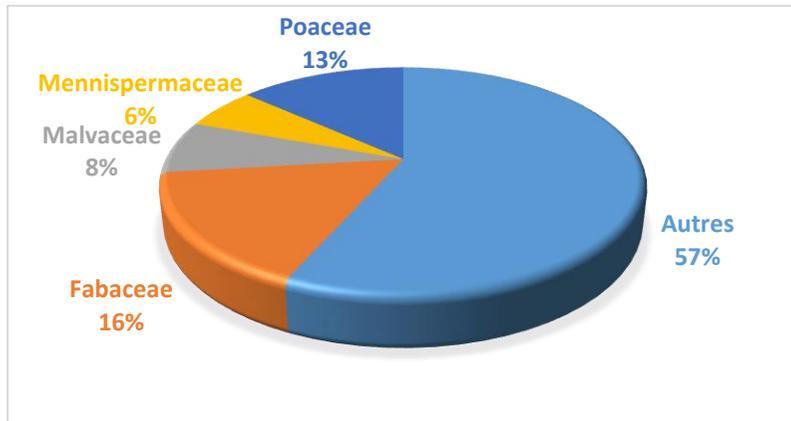


Figure 19: Spectre des familles des rudérales

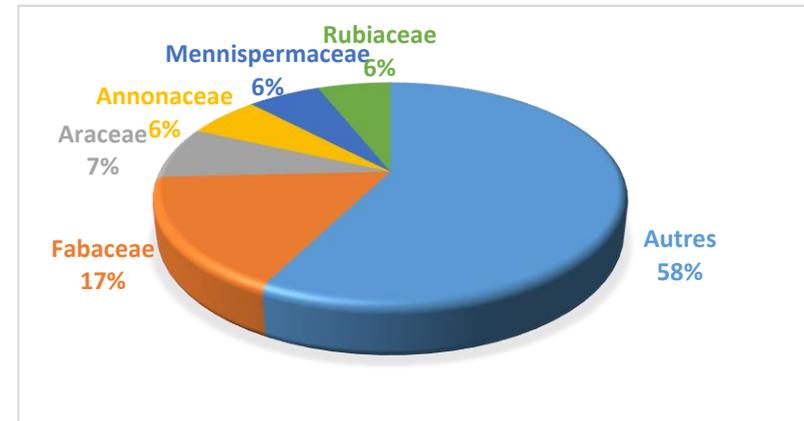
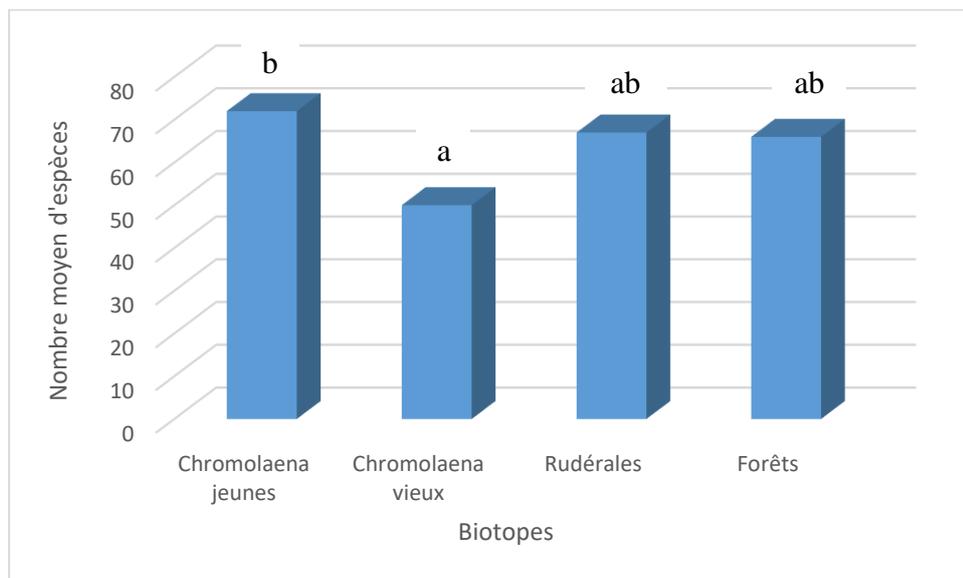


Figure 18: Spectre des familles des forêts

**Table 9 :** Nombre d'espèces par famille les plus importantes commune au moins à trois (3) biotopes

| Familles        | <i>Chromolaena</i> jeunes | <i>Chromolaena</i> vieux | Rudérales | Forêts |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|-----------|--------|
| Euphorbiaceae   | 3                         | 3                        | 3         | -      |
| Fabaceae        | 16                        | 7                        | 11        | 11     |
| Malvaceae       | 3                         | 2                        | 5         | 3      |
| Mennispermaceae | 4                         | 3                        | 4         | 4      |
| Poaceae         | 7                         | 4                        | 9         | -      |
| Rubiaceae       | 3                         | -                        | 3         | 4      |



**Figure 20:** Nombre moyen d'espèces par biotope

Parmi les espèces recensées dans les *Chromolaena* vieux, les espèces forestières de la région Guinéo-Congolaise sont toujours les plus abondantes (figure 15). On dénombre 54 p.c d'espèces de la région Guinéo-Congolaise, 26 p.c. d'espèces de transition forêt-savane, 14 p.c. de taxons introduits, 4 p.c. des espèces endémiques à la flore ivoirienne et 2 p.c. d'espèces soudano- zambéziennes.

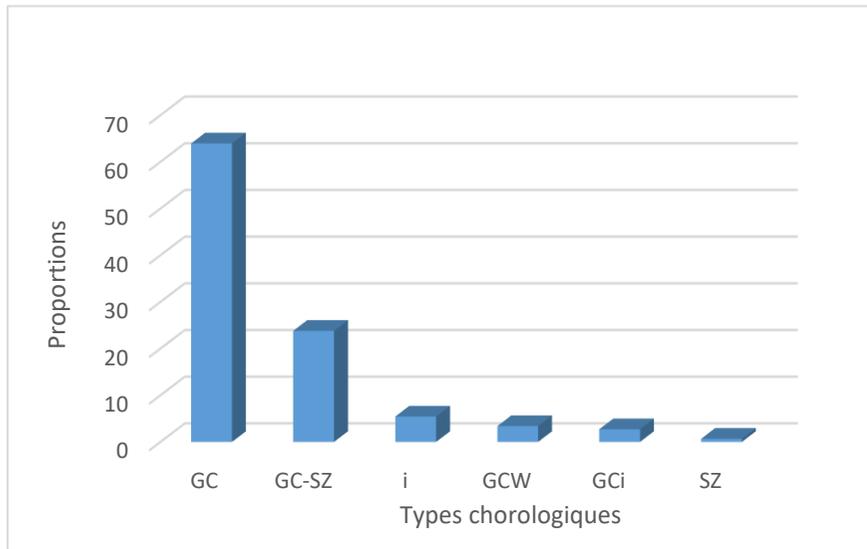
Au niveau des rudérales (figure 15), ce sont toujours les espèces forestières de la région Guinéo-Congolaise qui sont les plus abondantes. Elles sont représentées par 47,76 p.c. de l'ensemble des espèces. Elles sont suivies par celles de la zone de transition forêt-savane qui représentent 35,82 p.c. Les espèces endémiques à la flore ivoirienne représentent 5,97 p.c. Les taxons introduits représentent aussi 5,97 p.c. de l'ensemble des espèces et les espèces endémiques du bloc forestier à l'Ouest du Togo représentent 4,47 p.c.

Sur l'ensemble des forêts (figure 15), on observe que les espèces de la région Guinéo-Congolaise sont toujours en forte proportion. Elles sont représentées par 77,27 p.c. de l'ensemble des espèces. Elles sont suivies par celles de la zone de transition forêt-savane et des espèces endémiques du bloc forestier à l'Ouest du Togo qui représentent chacune 7,57 p.c. de l'ensemble des espèces. Les espèces endémiques à la flore ivoirienne (GCi) représentent 4,54 p.c. Enfin, les espèces végétales exotiques à la flore ivoirienne représentent 3,03 p.c. de l'ensemble des espèces.

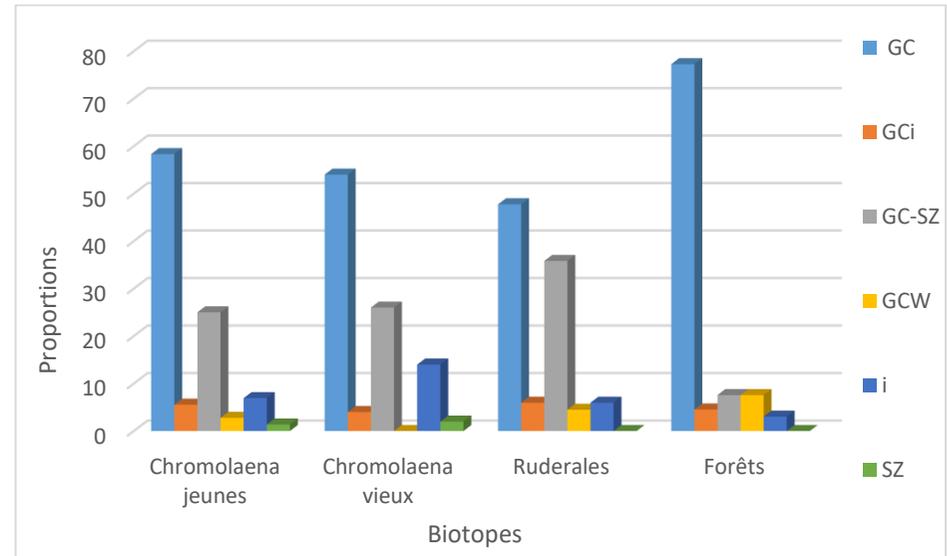
### **VI.2.1.3. Diversité des types biologiques des espèces des différents biotopes**

Les espèces des différents biotopes inventoriés se répartissent en 10 types biologiques (figure 16). Ainsi, les microphanérophytes sont les plus majoritaires avec 41,49 p.c. des espèces totales. Ils sont suivis par les nanophanérophytes et les mésophanérophytes avec respectivement 17,68 p.c. et 15,64 p.c. des espèces. Les chaméphytes et les hémicryptophytes représentent chacun 6,12 p.c. Les géophytes représentent 4,76 p.c. Ils sont suivis des mégaphanérophytes (MP) et des thérophytes avec chacun 3,40 p.c. Enfin, viennent les rhéophytes et les stolons qui ne représentent que 0,68 p.c. chacun des espèces totales.

L'analyse des types biologiques par biotope montre que les *Chromolaena* jeunes se répartissent en neuf (9) types biologiques. Les microphanérophytes (mp) sont les plus abondants, représentant 45,83 p.c. des espèces inventoriées (figure 17). Ils sont suivis des nanophanérophytes (np) représentant 22,22 p.c., des mésophanérophytes (8,33 p.c.), des géophytes (6,94 p.c.), des hémicryptophytes (6,94 p.c.), des chaméphytes (4,16 p.c.), des thérophytes (2,77 p.c.), des mégaphanérophytes (1,38 p.c.) et des stolons (1,38 p.c.).



**Figure 22:** Distribution des types chorologiques de l'ensemble des sites inventoriés



**Figure 21:** Distribution des types chorologiques par biotope

L'ensemble des espèces recensées dans les *Chromolaena* vieux se répartissent en neuf (9) types biologiques (figure 17). Ce sont par ordre d'abondance les microphanérophytes (36 p.c.), les nanophanérophytes (24 p.c.), les géophytes (10 p.c.), les mésophanérophytes (10 p.c.), les thérophytes (6 p.c.), les chaméphytes (4 p.c.), les hémicryptophytes (4 p.c.), les mégaphanérophytes (4 p.c.) et les stolons (2 p.c.).

Les types biologiques, les plus abondants dans les rudérales (figure 17) sont les microphanérophytes avec 35,82 p.c. Ils sont suivis des nanophanérophytes (np) représentant 25,37 p.c, des hémicryptophytes (8,95 p.c), des mésophanérophytes (7,46 p.c.), des thérophytes (7,46 p.c.), des géophytes (5,97 p.c.), des chaméphytes (4,47 p.c), des mégaphanérophytes (1,49 p.c.), des rhéophytes (1,49 p.c) et des stolons (1,49 p.c.).

L'ensemble des espèces recensées dans les forêts se répartissent en sept (7) types biologiques (figure 17). Les microphanérophytes sont majoritaires avec 43,93 p.c. Ils sont suivis des mésophanérophytes (27,27 p.c.), des nanophanérophytes (15,15 p.c.), des chaméphytes (4,54 p.c.), des géophytes (4,54 p.c.), des mégaphanérophytes (3,03 p.c.) et les hémicryptophytes (1,51 p.c.).

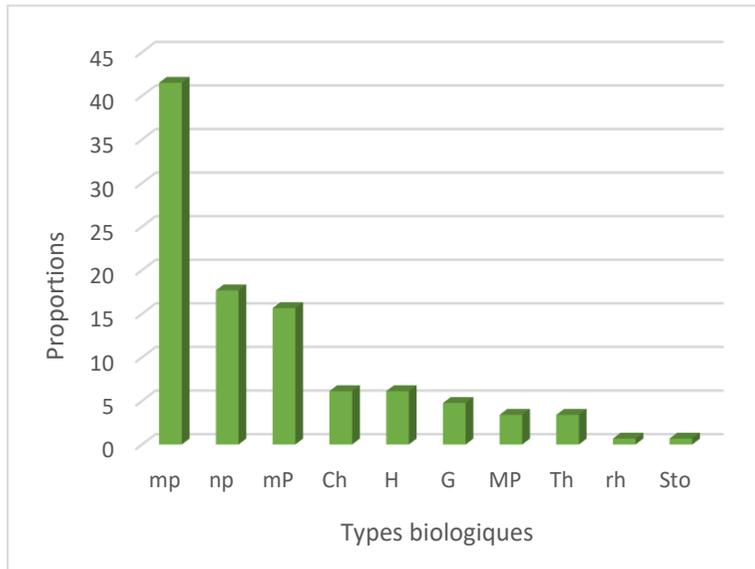
#### **VI.2.1.4. Diversité des types morphologiques**

Les espèces des différents biotopes inventoriés se répartissent en quatre (4) types morphologiques (figure 18). Les arbustes et arbrisseaux sont les plus abondants avec 34,01 p.c. de l'ensemble des espèces. Ils sont suivis des lianes qui représentent 29,93 p.c., des herbes avec 21,76 p.c. et des arbres avec 14,28 p.c.

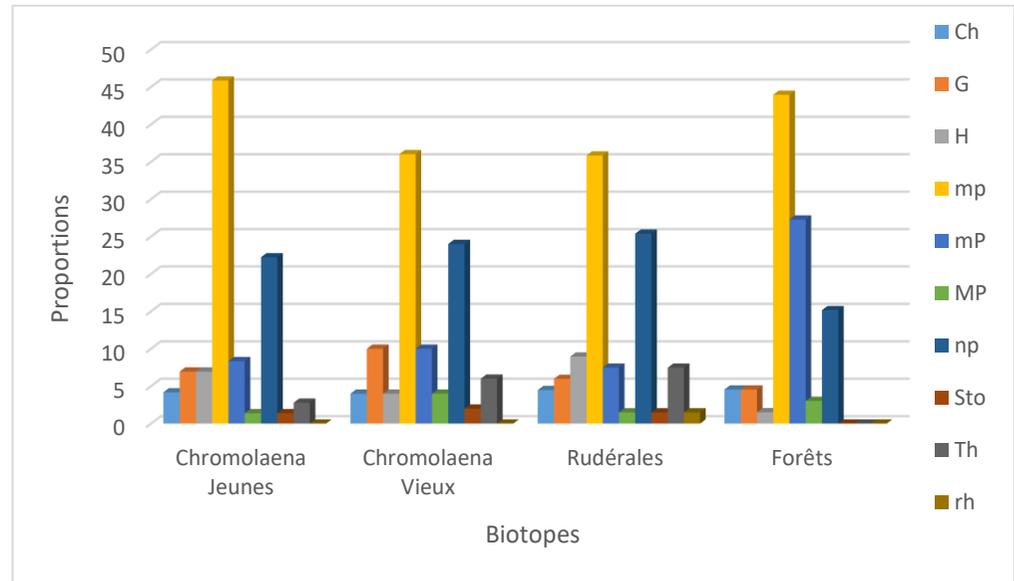
L'analyse des types morphologiques par biotope montre que les arbustes et arbrisseaux sont les plus abondants dans les *Chromolaena* jeunes avec 38,88 p.c. de l'ensemble des espèces. Ils sont suivis des lianes qui représentent 31,94 p.c., des herbes avec 22,22 p.c. et des arbres avec 6,94 p.c. (figure 19).

Au niveau des *Chromolaena* vieux, ce sont toujours les arbustes et arbrisseaux qui sont majoritaires avec 34 p.c. de l'ensemble des espèces. Ils sont suivis toujours des lianes qui représentent 30 p.c., des herbes avec 26 p.c. et des arbres avec 10 p.c. (figure 19).

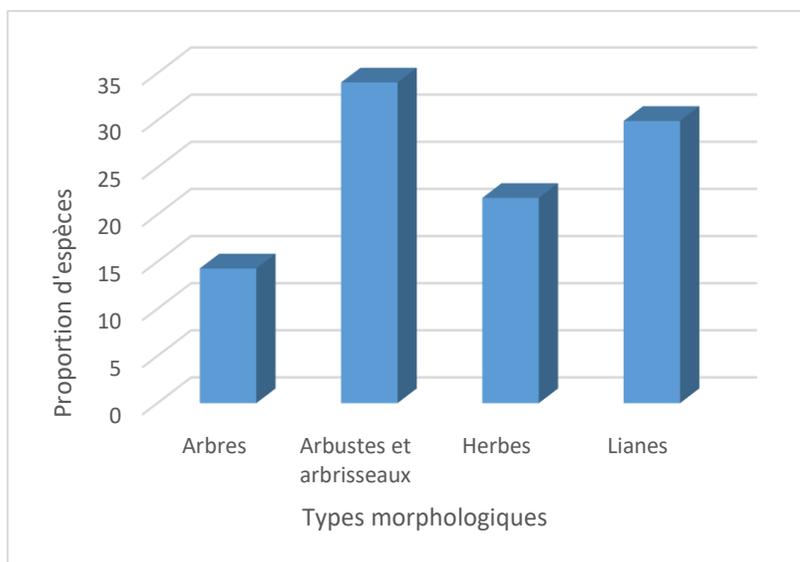
Dans les rudérales, les arbustes et arbrisseaux sont les plus abondants (35,82 p.c.), suivis des herbes (29,85 p.c.), des lianes (28,35 p.c.) et des arbres (5,97 p.c.).



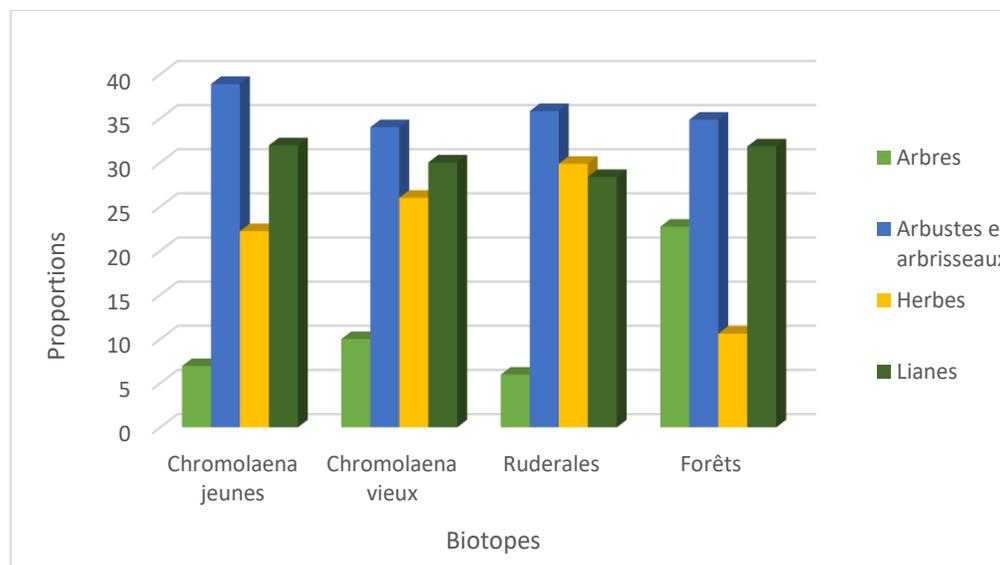
**Figure 24:** Distribution des types biologiques de l'ensemble des sites inventoriés



**Figure 23:** Distribution des types biologiques par biotope



**Figure 26:** Distribution des types morphologiques de l'ensemble des sites inventoriés



**Figure 25:** Distribution des types morphologiques par biotope

Enfin, dans les forêts, les arbustes et arbrisseaux sont majoritaires avec 34,84 p.c. de l'ensemble des espèces. Ils sont suivis des lianes qui représentent 31,81 p.c., des arbres avec 22,72 p.c. et des herbes avec 10,60 p.c. (figure 19).

#### **VI.2.1.5. Espèces à statut particulier**

La liste générale des espèces recensées révèle la présence de 17 espèces à statut particulier ou à valeur pour la conservation, soit 11,56 p.c. de l'ensemble des espèces (tableau 4).

##### **VI.2.1.5.1. Espèces endémiques**

Sur l'ensemble des 17 espèces à statut particulier, on enregistre neuf (9) espèces endémiques dont cinq (5) espèces du bloc forestier Ouest africain (GCW) soit 3,40 p.c. des espèces inventoriées et quatre (4) espèces endémiques à la Côte d'Ivoire soit 2,72 p.c. de l'ensemble des espèces. Elles totalisent 6,12 p.c. des espèces inventoriées.

Au niveau des différents biotopes, nous enregistrons un plus grand nombre d'espèces endémiques dans les forêts avec 8 (huit) espèces. Concernant les espèces endémiques au Bloc forestier Ouest africain (GCW), 5 espèces ont été identifiées : *Afzelia bella* Harms var. *gracilior* Keay, *Albertisia scandens* (Mangenot & Miège) Forman, *Chassalia afzelii* (Hiern) K. Schum., *Neuropeltis prevosteoides* Mangenot et *Platysepalum hirsutum* (Dunn) Hepper. Les espèces endémiques à la Côte d'Ivoire sont au nombre de 3 : *Albertisia cordifolia* (Mangenot & Miège) Forman, *Baphia bancoensis* Aubrév. et *Rhigiocarya peltata* Miège. Elles sont suivies des rudérales avec 7 (sept) espèces endémiques. Concernant les espèces endémiques au Bloc forestier Ouest africain (GCW), 3 espèces ont été identifiées : *Albertisia scandens* (Mangenot & Miège) Forman, *Chassalia afzelii* (Hiern) K. Schum. et *Platysepalum hirsutum* (Dunn) Hepper. Les espèces endémiques à la Côte d'Ivoire sont au nombre de 4 : *Albertisia cordifolia* (Mangenot & Miège) Forman, *Baphia bancoensis* Aubrév., *Leptoderris miegei* Aké Assi & Mangenot et *Rhigiocarya peltata* Miège. Ensuite, viennent les *Chromolaena* jeunes avec 6 (six) espèces endémiques. Les espèces endémiques au bloc forestier Ouest africain (GCW) sont au nombre de 2 (deux) : *Albertisia scandens* (Mangenot & Miège) Forman et *Chassalia afzelii* (Hiern) K. Schum. Les espèces endémiques à la Côte d'Ivoire enregistrent quatre (4) espèces : *Albertisia cordifolia* (Mangenot & Miège) Forman, *Baphia bancoensis* Aubrév., *Leptoderris miegei* Aké Assi & Mangenot et *Rhigiocarya peltata* Miège. Enfin, les *Chromolaena* vieux n'enregistrent que deux (2) espèces endémiques à la Côte d'Ivoire. Ce sont : *Albertisia*

**Table 10 :** Liste des espèces endémiques, rares et menacées d'extinction et leur distribution par biotope

| N°  | Espèces   | Familles        | Statuts                 |                  |             | Nombre d'espèces par biotope |                   |                             |                            |
|-----|---|-----------------|-------------------------|------------------|-------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------|
|     |   |                 | Affinités chorologiques | Aké-Assis (1998) | UICN (2015) | Forêts fermées               | Espèces rudérales | <i>Chromolaena</i> a jeunes | <i>Chromolaena</i> a vieux |
| 1.  | <i>Acroceras zizanioides</i> (Kunth) Dandy                | Poaceae         | -                       | -                | LC          | -                            | X                 | X                           | X                          |
| 2.  | <i>Azelia bella</i> Harms var. <i>gracilior</i> Keay      | Fabaceae        | GCW                     | -                | -           | X                            | -                 | -                           | -                          |
| 3.  | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège) Forman    | Mennispermaceae | GCI                     | -                | -           | X                            | X                 | X                           | X                          |
| 4.  | <i>Albertisia scandens</i> (Mangenot & Miège) Forman      | Mennispermaceae | GCW                     | -                | -           | X                            | X                 | X                           | -                          |
| 5.  | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W.F. Wright         | Fabaceae        | -                       | -                | LC          | X                            | X                 | X                           | -                          |
| 6.  | <i>Baphia bancoensis</i> Aubrév.                          | Fabaceae        | GCI                     | -                | -           | X                            | X                 | X                           | -                          |
| 7.  | <i>Baphia nitida</i> Lodd.                                | Fabaceae        | -                       | -                | LC          | X                            | X                 | X                           | -                          |
| 8.  | <i>Buxus acutata</i> Friis                                | Buxaceae        | -                       | PRE              | -           | X                            | -                 | -                           | -                          |
| 9.  | <i>Chassalia afzelii</i> (Hiern) K. Schum.                | Rubiaceae       | GCW                     | -                | -           | X                            | X                 | X                           | -                          |
| 10. | <i>Cola heterophylla</i> (P. Beauv.) Schott & Endl.       | Malvaceae       | -                       | PRE              | -           | X                            | X                 | X                           | -                          |
| 11. | <i>Culcasia dinklagei</i> Engl.                           | Araceae         | -                       | -                | LC          | X                            | -                 | -                           | -                          |
| 12. | <i>Leptoderris miegei</i> Aké Assi & Mangenot             | Fabaceae        | GCI                     | -                | -           | -                            | X                 | X                           | -                          |
| 13. | <i>Neuropeltis prevosteoides</i> Mangenot                 | Fabaceae        | GCW                     | -                | -           | X                            | -                 | -                           | -                          |
| 14. | <i>Paspalum scobiculatum</i> L. var. <i>scrobiculatum</i> | Poaceae         | -                       | -                | LC          | -                            | X                 | X                           | -                          |

|   |                 |     |     |   |    |    |    |   |
|---|-----------------|-----|-----|---|----|----|----|---|
| <b>15. <i>Platysepalum hirsutum</i> (Dunn) Hepper</b>               | Fabaceae        | GCW | -   | - | X  | X  | -  | - |
| <b>16. <i>Rhigiocarya peltata</i> Miège</b>                         | Mennispermaceae | GCI | PRE | - | X  | X  | X  | X |
| <b>17. <i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. ex C. DC.) Pellegr.</b> | Meliaceae       | -   | VU  | - | X  | -  | -  | - |
| <b>Nombre total des espèces par biotope</b>                         |                 |     |     |   | 14 | 12 | 11 | 3 |

VU: vulnérable; PRE: plantes rares, en danger et menacées d'extinction; LC: préoccupation mineure; Aké-Assi: statut selon Aké-Assi (1998); GCW: endémique au bloc forestier de l'Afrique de l'Ouest, comprenant le Ghana, la Côte d'Ivoire, le Libéria, la Sierra-Léone, la Guinée, la Guinée Bissau, la Gambie et le Sénégal.

*cordifolia* (Mangenot & Miège) Forman et *Rhigiocarya peltata* Miège.

NB : Nous relevons que, l'espèce *Rhigiocarya peltata* J. Miège a un double statut ; c'est une espèce endémique ivoirienne, rare, devenue rare et en voie d'extinction).

#### **VI.2.1.5.2. Espèces rares et/ou menacées d'extinction**

Sur l'ensemble des 17 espèces à statut particulier, l'on enregistre aussi, neuf (9) espèces rares et/ou menacées d'extinction qui figurent sur la liste rouge de l'UICN (2015) (tableau 4). Les forêts enregistrent toujours le plus grand nombre d'espèces avec sept (7) espèces. Parmi ces espèces, 3 (*Rhigiocarya peltata* Miège, *Cola heterophylla* (P. Beauv.) Schott & Endl., *Buxus acutata* Friis) sont citées comme rares, devenues rares et en voie d'extinction de la flore ivoirienne. Les espèces présentes sur la liste rouge de l'UICN sont au nombre de quatre (4) : *Albizia adianthifolia* (Schum.) W. F. Wright, *Baphia nitida* Lodd, *Culcasia dinklagei* Engl. et *Turraeanthus africanus* (Welw. ex C. DC.) Pellegr.). Dans cette catégorie, toutes les trois (3) premières espèces sont dans la classe des préoccupations mineures tandis que la dernière est une espèce vulnérable. Quant aux rudérales et les *Chromolaena* jeunes, ils ont le même nombre d'espèces rares et ou menacées d'extinction (six). L'on retrouve dans ces biotopes, deux (2) espèces : *Rhigiocarya peltata* Miège et *Cola heterophylla* (P. Beauv.) Schott & Endl.) qui sont citées comme rares, devenues rares et en voie d'extinction de la flore ivoirienne. Les espèces présentes sur la liste rouge de l'UICN sont au nombre de quatre (4). Ce sont : *Acroceras zizanioides* (Kunth) Dandy, *Albizia adianthifolia* (Schum.) W. F. Wright, *Baphia nitida* Lodd et *Paspalum scobiculatum* L. var. *scobiculatum*. Dans cette catégorie, toutes les espèces sont dans la classe des préoccupations mineures. Enfin, les *Chromolaena* vieux n'enregistrent que deux (2) espèces rares et ou menacées d'extinction. Ce sont : *Rhigiocarya peltata* Miège et *Acroceras zizanioides* (Kunth) Dandy. La première espèce est citée comme rare, devenue rare et en voie d'extinction de la flore ivoirienne et la seconde espèce est présente sur la liste rouge de l'UICN dans la classe des préoccupations mineures.

### **VI.2.2. Diversité quantitative**

#### **VI.2.2.1. Indices de diversité spécifique**

Dans l'ensemble des biotopes, la valeur moyenne de l'indice de diversité de Shannon est  $1,86 \pm 0,67$ . Lorsqu'on considère les différents biotopes, la plus faible valeur moyenne de l'indice de Shannon est de  $1,05 \pm 0,17$ . Cette valeur est obtenue dans le biotope *Chromolaena* vieux. Par contre, les plus fortes valeurs moyennes de l'indice de Shannon sont de  $2,04 \pm 0,17$ ,  $2,07 \pm 0,17$  et  $2,28 \pm 0,17$ . Elles ont été obtenues respectivement dans les biotopes *Chromolaena*

jeunes, forêts fermées et espèces rudérales (tableau 5). Les différences entre ces valeurs moyennes sont statistiquement significatives ( $F= 10,37; P < 0,05$ ).

Dans l'ensemble des biotopes, la valeur moyenne de l'indice d'équitabilité de Piélou est de  $0,71 \pm 0,23$ . Lorsqu'on considère les différents biotopes, l'indice d'équitabilité varie de  $0,43 \pm 0,11$  pour le biotope *Chromolaena* vieux à  $0,88 \pm 0,24$  pour le biotope espèces rudérales. L'indice d'équitabilité du biotope *Chromolaena* jeunes est de  $0,74 \pm 0,13$  et celui du biotope forêts fermées est de  $0,80 \pm 0,14$  (tableau 6). Les différences entre ces valeurs moyennes sont statistiquement significatives ( $\chi^2 = 19,26; P < 0,05$ ).

#### **VI.2.2.2. Ressemblance floristique entre les différents biotopes**

Le coefficient de Sørensen calculé pour l'ensemble des biotopes montre des cas de similarités dans la composition floristique des biotopes inventoriés (tableau 7). Les coefficients supérieurs à 50% révèlent qu'il existe des similitudes floristiques entre ces biotopes. Ainsi, les biotopes qui se ressemblent floristiquement sont : *Chromolaena* vieux et *Chromolaena* jeunes (57,40 %), *Chromolaena* vieux et espèces rudérales (54,70%) et enfin, *Chromolaena* jeunes et espèces rudérales (53,20%). Par contre, les valeurs de cet indice estimées à 27,10 p.c., 31 p.c. et 37,70 p.c. montrent qu'il n'existe pas de ressemblance floristique respectivement entre le biotope forêts fermées et les autres biotopes (espèces rudérales, *Chromolaena* vieux et *Chromolaena* jeunes).

### **VI.3. Influence de *C. odorata* sur la végétation**

#### **VI.3.1. Nombre moyen des espèces par biotope**

Le test d'Anova (tableau 8) a montré une différence significative ( $F= 2,75; P < 0,001$ ) entre les moyennes des différents biotopes. Ainsi, le biotope *Chromolaena* jeunes est différent du biotope *Chromolaena* vieux. Cependant, les biotopes rudérales et forêts ne présentent pas de différence significative.

#### **VI.3.2. Evolution du recouvrement *C. odorata* en fonction du recouvrement des autres espèces**

Afin d'essayer d'apporter une réponse au faible nombre d'espèce que nous avons répertorié dans le biotope *Chromolaena* vieux contrairement aux autres biotopes, nous avons effectué un test de corrélation entre l'évolution du recouvrement de *C. odorata* et celui du recouvrement des autres espèces (figure 20). Le résultat du test est significatif ( $r = - 0,9855 ; P < 0,0001$ ).

**Table 11** : Indices de diversité spécifique de Shannon des différents biotopes

|                   | <i>Chromolaena</i><br>vieux | <i>Chromolaena</i><br>Jeunes | Forêts<br>fermées        | Espèces<br>rudérales     | Statistique du<br>test d'Anova |
|-------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Indice de Shannon | 1,5 ± 0,17 <sup>a</sup>     | 2,04 ± 0,17 <sup>b</sup>     | 2,07 ± 0,17 <sup>b</sup> | 2,28 ± 0,17 <sup>b</sup> | F = 10,37                      |

Légende : Sur une même ligne les moyennes portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. \*\*\* : P < 0,001

**Table 12** : Indices de diversité spécifique d'équitabilité des différents biotopes

|                       | <i>Chromolaena</i><br>vieux | <i>Chromolaena</i><br>Jeunes | Forêts<br>fermées        | Espèces<br>rudérales     | Statistique du test<br>de Kruskal-Wallis |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| Indice d'équitabilité | 0,43 ± 0,11 <sup>a</sup>    | 0,74 ± 0,13 <sup>ab</sup>    | 0,80 ± 0,14 <sup>b</sup> | 0,88 ± 0,24 <sup>b</sup> | 19,26***                                 |

Légende : Sur une même ligne les moyennes portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. \*\*\* : P < 0,001

**Table 13** : Similarité floristique entre les différents biotopes

|                              | <i>Chromolaena</i><br>jeunes | <i>Chromolaena</i><br>vieux | Espèces<br>rudérales | Forêts fermées |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------|
| <i>Chromolaena</i><br>jeunes | 1                            |                             |                      |                |
| <i>Chromolaena</i><br>vieux  | 0,574                        | 1                           |                      |                |
| Espèces<br>rudérales         | 0,532                        | 0,547                       | 1                    |                |
| Forêts fermées               | 0,377                        | 0,31                        | 0,271                | 1              |

Ces deux paramètres nous montrent que nous avons une corrélation négative (signe du  $r$ ) mais très forte (valeur du  $r$  proche de -1 et celle de  $P < 0,05$ ).

### **VI.3.3. Impact de *C odorata* sur la diversité des espèces patrimoniales**

Le test de comparaison de  $k$  proportions (tableau 9) que nous avons effectué, afin d'établir une comparaison entre les espèces à statut particulier ou à haute valeur pour la conservation rencontré dans les différents biotopes, nous a montré des différences significatives ( $P < 0,05$ ). Ainsi, nous avons observé une différence significative entre les espèces à statut particulier ou à haute valeur pour la conservation du biotope *Chromolaena* vieux (3) et de ceux des trois autres biotopes (forêts fermées, espèces rudérales, *Chromolaena* jeunes) avec respectivement 14, 12 et 11 espèces.

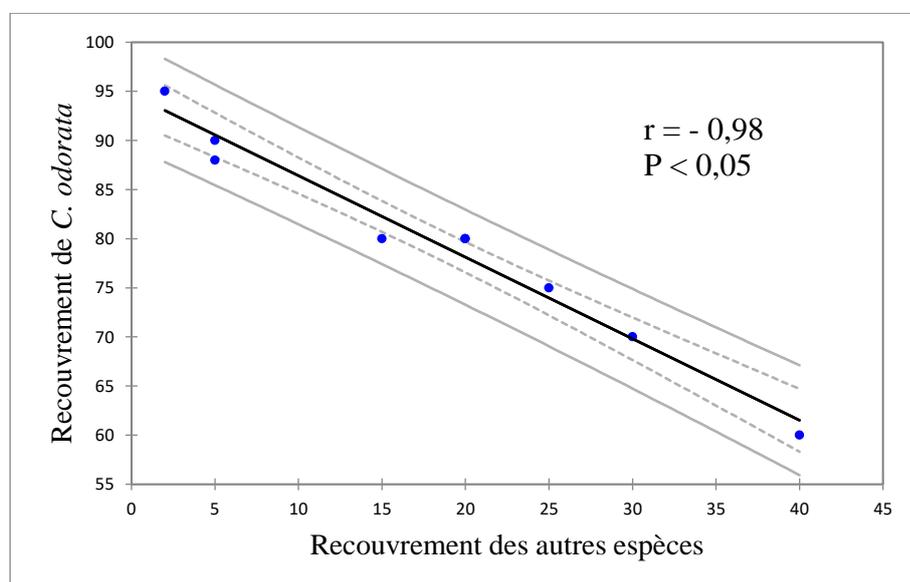
### **VI.3.4. Relations existant entre les espèces, le type de biotope et les sites de prélèvement**

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) nous montre que la variabilité des informations est expliquée à 45 p.c. par les trois (3) axes. L'axe 1 restitue 22,3 p.c. de l'information, l'axe 2, 13,1 p.c. et l'axe 3 restitue 9,6 p.c. Ces informations définissent les relations existantes entre les espèces, les sites de prélèvement (Anonkoi, Ecotourisme et N'dotré) et le type de biotope (*Chromolaena* jeunes, *Chromolaena* vieux, espèces rudérales et forêts fermées) (figure 21). Deux groupes se dégagent : le premier groupe est caractérisé par les biotopes *Chromolaena* jeunes, *Chromolaena* vieux et espèces rudérales tandis que le second groupe est caractérisé par le biotope forêts fermées. Ces trois biotopes sont caractérisés en général par les mêmes types d'espèces. Les espèces caractéristiques des trois biotopes *Chromolaena* jeunes, *Chromolaena* vieux et espèces rudérales sont : *Acacia pentagona* (Schum. & Tonn.) Hook.f., *Ageratum conyzoides* L., *Aneilema beniniense* (P. Beauv.) Kunth, *Asystasia gangetica* (Linn.) T. Anders., *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson, *Ficus exasperata* Vahl, *Ipomoea involucrata* P. Beauv., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Rhigiocarya racemifera* Miers, *Sida acuta* Brum. f. *subsp. Acuta*, *Uvariadendron angustifolium* (Engl. & Diels) R.E. Fries. Ces espèces se retrouvent dans les trois sites de prélèvement (Anonkoi, Ecotourisme, N'dotré). Quant au deuxième groupe, il regroupe les espèces suivantes : *Afzelia bella* Harms

**Table 14 :** Test d'Anova réalisé avec la richesse spécifique par biotope

| Biotopes   |                    |                    |                    |                    | Statistique du test d'Anova |         |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|---------|
|            | CJ                 | CV                 | ER                 | FF                 | F                           | P       |
| Moyenne ±  | 15,55              | 11,22              | 13,44 ±            | 13,55 ±            | 2,75                        | < 0,001 |
| Ecart type | ±2,98 <sup>b</sup> | ±3,12 <sup>a</sup> | 2,27 <sup>ab</sup> | 3,56 <sup>ab</sup> |                             |         |

Légende : CJ : *Chromolaena* jeunes ; CV : *Chromolaena* vieux ; ER : Espèces rudérales ; FF : Forêts fermées.



**Figure 27:** Courbe de régression linéaire du recouvrement de *C. odorata* en fonction du recouvrement des autres espèces.

**Table 15 :** Test de comparaison de k proportion

| Biotopes        |                   |                    |                    |                    | Statistique du test de k proportion |  |
|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|--|
|                 | CJ                | CV                 | ER                 | FF                 | P                                   |  |
| Proportions (%) | 64,7 <sup>b</sup> | 17,64 <sup>a</sup> | 70,58 <sup>b</sup> | 82,35 <sup>b</sup> | < 0,05                              |  |

Légende : CJ : *Chromolaena* jeunes, CV : *Chromolaena* vieux, ER : Espèces rudérales, FF : Forêts fermées, P : Probabilité.

var. *gracilior* Keay, *Agelaea pentagyna* (Lam.) Baill., *Angylocalyx oligophyllus* (Bak.) Bak.f., *Antiaris toxicaria* Lesch. var. *africana* Engl., *Antiaris toxicaria* var. *welwitschii* (Engl.) Corner, *Blighia welwitschii* (Hiern) Radlk., *Cola heterophylla* (P. Beauv.) Schott & Endl., *Culcasia dinklagei* Engl., *Culcasia saxatilis* A. Chev., *Dichapetalum pallidum* (Oliv.) Engl., *Funtumia elastica* (Preuss) Stapf, *Geophila obvallata* (Schumach.) F.Didr., *Griffonia simplicifolia* (Vahl ex DC.) Baillon., *Icacina mannii* Oliv., *Microdesmis keayana* Léonard, *Neuropeltis acuminata* (P. Beauv.) Benth., *Rhabdophyllum affine* (Hook.f.) Engl., *Strombosia pustulata* Oliv. var. *pustulata*, *Tabernaemontana crassa* Benth., *Xylopi villosa* Chipp. Toutes ces espèces se rencontrent en grande majorité dans les forêts fermées.

#### **VI.4. Influence de *C. odorata* sur le sol**

Le tableau 10 résume les statistiques sommaires des 25 variables du sol obtenus dans nos différents biotopes. À la suite de ses statistiques sommaires, les 5 variables du sol telles que : le carbone organique, l'hydrogène, le potassium échangeable, le sodium échangeable et l'humus qui ont montré une différence statistique lorsque nous avons effectué les analyses des variances (Anova) suivie des séparations de moyennes (test de Tukey) sont ceux qui ont été retenues.

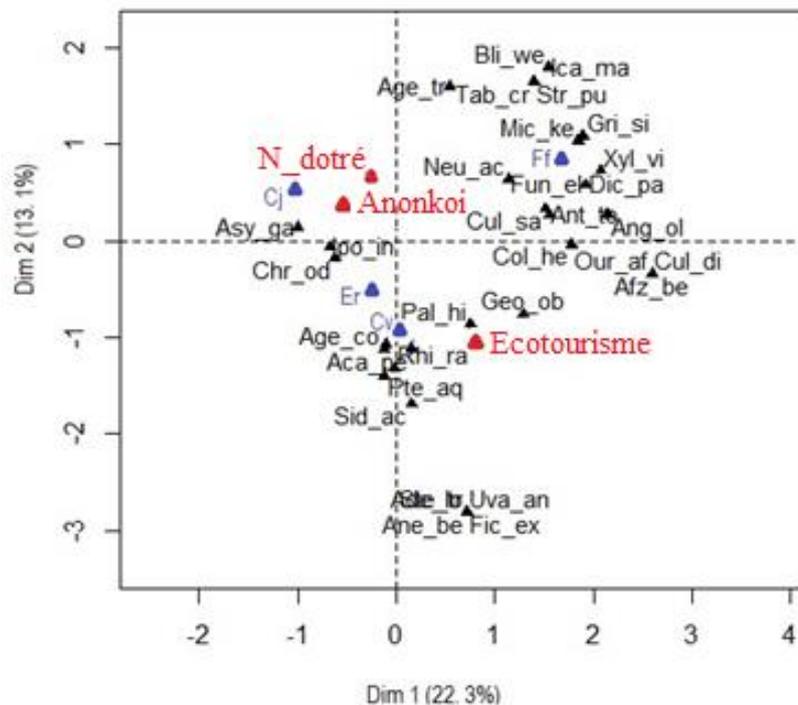
##### **VI.4.1. Caractérisation du sol des différents biotopes en se basant sur les statistiques descriptives**

Les valeurs moyennes de phosphore varient de 0,42 mg/100g dans les rudérales à 4,37 mg/100g dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont de 0,63 mg/100g dans les forêts et de 0,7 mg/100g dans les *Chromolaena* jeunes.

Les valeurs moyennes de K varient de 0,91 mg/100g dans les forêts à 1,62 mg/100g dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont respectivement de 1,32 et de 1,21 mg/100g dans les rudérales et dans les *Chromolaena* jeunes.

Les valeurs moyennes de Mg varient de 1,61 mg/100g dans les rudérales à 3,15 mg/100g dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont de 1,89 mg/100g dans les forêts et de 1,81 mg/100g dans les *Chromolaena* jeunes.

Les valeurs moyennes de Ca varient de 5,22 mg/100g dans les forêts à 51,21 mg/100g dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont respectivement dans les biotopes rudérales et *Chromolaena* jeunes de 17,48 et de 28,97 mg/100g.



**Figure 28:** Relations existant entre les espèces, le type de biotope et les sites de prélèvement

Légende : Cj : *Chromolaena* jeunes, Er : Espèces rudérales, Cv : *Chromolaena* vieux, Aca\_pe : *Acacia pennata*, Age\_co : *Ageratum conyzoides*, Ane\_be : *Aneilema beniniense*, Asy\_ga : *Asystasia gangetica*, Chr\_od : *Chromolaena odorata*, Fic\_ex : *Ficus exasperata*, Ipo\_in : *Ipomoea involucrata*, Pte\_aq : *Pteridium aquilinum*, Rhi\_ra : *Rhigiocarya racemifera*, Sid\_ac : *Sida acuta*, Uva\_an : *Uvariadendron angustifolium*. Ff : Forêts fermées, *Azelia bella* var. *gracilior* Keay, *Agelea trifolia*, *Angylocalyx oligophyllus*, *Antiaris toxicaria*, *Blighia welwitschii*, *Agelea trifolia*, *Angylocalyx oligophyllus*, *Antiaris toxicaria*, *Blighia welwitschii*, *Cola heterophylla*, *Culcasia dinklagei*, *Culcasia saxatilis*, *Dichapetalum pallidum*, *Funtumia elastica*, *Geophila obvallata*, *Griffonia simplicifolia*, *Icacina mannii*, *Microdesmis keayana*, *Neuropeltis acuminata*, *Ouratea affinis*, *Strombosia pustulata*, *Tabernaemontana crassa*, *Xylopi villosa*.

Les valeurs moyennes de pH-KCl varient de 3,59 dans les forêts à 4,44 dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont de 4,42 dans les rudérales et de 4,3 dans les *Chromolaena* jeunes.

Les valeurs moyennes de N total varient de 0,08 dans les *Chromolaena* jeunes à 0,1 dans les 3 autres biotopes.

Les valeurs moyennes de Carbone organique varient de 8,91 g/kg dans les rudérales à 14,36 g/kg dans les forêts. Elles sont de 9,88 dans les *Chromolaena* jeunes et de 12,21 dans les *Chromolaena* vieux.

Les valeurs moyennes de pH-H<sub>2</sub>O varient de 4,39 dans les forêts à 5,53 dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont respectivement de 5,26 et de 5,29 dans les rudérales et les *Chromolaena* jeunes.

Les valeurs moyennes de CEC varient de 1,8 dans les rudérales à 3,72 dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont de 2,33 dans les forêts et de 2,46 dans les *Chromolaena* jeunes.

Les valeurs moyennes de C/N varient de 13,22 dans les rudérales à 13,93 dans les *Chromolaena* jeunes. Elles sont de 13,54 dans les forêts à 12,43 dans les *Chromolaena* vieux.

Les valeurs moyennes de Al<sup>3+</sup> varient de 3,67 meq/100g dans les rudérales à 3,86 meq/100g dans les *Chromolaena* jeunes. Elles sont de 3,79 dans les forêts et de 3,74 dans les *Chromolaena* vieux.

Les valeurs moyennes de H<sup>+</sup> varient de 0,35 mg/100g dans les rudérales à 0,74 mg/100g dans les forêts. Elles sont de 0,41 mg/100g dans les *Chromolaena* jeunes et dans les *Chromolaena* vieux.

Les valeurs moyennes de Kech varient de 0,88 mg/100g dans les rudérales à 10,13 mg/100g dans les *Chromolaena* jeunes. Elles sont de 2,16 mg/100g dans les forêts et de 5,58 mg/100g dans les *Chromolaena* vieux.

Les valeurs moyennes de Mg varient de 2,3 mg/100g dans les *Chromolaena* jeunes à 5,33 mg/100g dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont de 3,18 mg/100g dans les forêts et de 2,71 mg/100g dans les rudérales.

Les valeurs moyennes de Ca varient de 4,78 mg/100g dans les forêts à 49,15 mg/100g dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont de 12,75 mg/100g dans les rudérales et de 25,52 mg/100g dans les *Chromolaena* jeunes.

Les valeurs moyennes de Na varient de 0,21 mg/100g dans les rudérales à 2,97 mg/100g dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont de 1,28 mg/100g dans les forêts et de 2,04 mg/100g dans les *Chromolaena* jeunes.

Les valeurs moyennes de l'humus varient de 1,78 % dans les rudérales à 2,87 % dans les forêts. Elles sont de 1,97 % dans les *Chromolaena* jeunes et de 2,44 % dans les *Chromolaena* vieux.

#### **VI.4.2. Caractérisation du sol des différents biotopes en se basant sur les analyses univariées**

Les résultats du test d'Anova que nous avons effectué (tableau 11), nous montrent une grande variabilité de différences significatives d'un type de biotope à un autre.

Ainsi, les moyennes des concentrations du carbone organique dans le biotope *Chromolaena* jeunes sont de  $9,87 \pm 2,02$  et de  $12,21 \pm 2,69$  dans les *Chromolaena* vieux. Elles sont de  $8,91 \pm 0,84$  dans les rudérales et de  $14,35 \pm 1,25$  dans les forêts. Les différences entre ces moyennes de concentration par biotope sont significatives ( $F= 5,24$  ;  $P < 0,001$ ).

La moyenne des concentrations en hydrogène dans les *Chromolaena* jeunes est de  $0,41 \pm 0,07$ . Celle des *Chromolaena* vieux est de  $0,41 \pm 0,12$ . Dans les rudérales, la moyenne est de  $0,35 \pm 0,06$  et dans les forêts de  $0,74 \pm 0,08$ . Les différences entre ces moyennes de concentration par biotope sont significatives ( $F= 11,62$ ;  $P < 0,001$ ).

Les moyennes des concentrations en potassium échangeable dans les biotopes présentent une différence significative ( $F= 55,73$ ;  $P < 0,001$ ). Elles sont de  $10,13 \pm 1,48$  dans les *Chromolaena* jeunes et de  $5,57 \pm 0,65$  dans les *Chromolaena* vieux. Dans les rudérales, elles sont de  $0,87 \pm 0,42$  et de  $2,15 \pm 0,93$  dans les forêts.

La moyenne des concentrations en sodium échangeable dans les *Chromolaena* jeunes est de  $2,04 \pm 0,38$ . Celle des *Chromolaena* vieux est de  $2,97 \pm 0,26$ . Dans les rudérales, la moyenne est de  $0,21 \pm 0,03$  et dans les forêts de  $1,28 \pm 0,17$ . Les différences entre ces moyennes de concentration par biotope sont significatives ( $F= 71,07$  ;  $P < 0,001$ ).

Les moyennes de l'humus dans les biotopes présentent une différence significative ( $F=5,26$  ;  $P < 0,001$ ). Elles sont de  $1,97 \pm 0,40$  dans les *Chromolaena* jeunes, de  $2,44 \pm 0,54$  dans les *Chromolaena* vieux, de  $1,78 \pm 0,17$  dans les rudérales et de  $2,87 \pm 0,25$  dans les forêts.

**Table 16** : Statistiques sommaires des différentes variables du sol par biotope

|                                  | <b>Forêts</b> |      |      |      | <b>Rudérales</b> |       |      |      | <i>Chromolaena</i> jeunes |      |      |       | <i>Chromolaena</i> vieux |        |      |       |
|----------------------------------|---------------|------|------|------|------------------|-------|------|------|---------------------------|------|------|-------|--------------------------|--------|------|-------|
| <b>Factor</b>                    | Moyenne       | Ec-t | CV   | Eten | Moyenne          | Ec-t  | CV   | Eten | Moyenne                   | Ec-t | CV   | Eten  | Moyenne                  | Ec-t   | CV   | Eten  |
| <b>P (mg/100g)</b>               | 0,63          | 0,74 | 1,17 | 2,4  | 0,42             | 0,29  | 0,69 | 0,9  | 0,7                       | 0,5  | 0,71 | 1,8   | 4,37                     | 11,33  | 2,59 | 36,2  |
| <b>K (mg/100g)</b>               | 0,91          | 0,69 | 0,76 | 2    | 1,32             | 0,58  | 0,44 | 2,3  | 1,21                      | 0,64 | 0,53 | 2     | 1,62                     | 0,62   | 0,38 | 2,4   |
| <b>Mg (mg/100g)</b>              | 1,89          | 0,76 | 0,4  | 2,2  | 1,61             | 0,57  | 0,35 | 1,9  | 1,81                      | 1,58 | 0,87 | 5,6   | 3,15                     | 2,66   | 0,84 | 9,5   |
| <b>Ca (mg/100g)</b>              | 5,22          | 3,7  | 0,71 | 11,8 | 17,48            | 18,68 | 1,07 | 63   | 28,97                     | 58   | 2    | 190,4 | 51,21                    | 101,57 | 1,98 | 333,7 |
| <b>pH KCl</b>                    | 3,59          | 0,17 | 0,05 | 0,6  | 4,42             | 0,6   | 0,14 | 2    | 4,3                       | 0,9  | 0,21 | 3     | 4,44                     | 0,77   | 0,17 | 2,5   |
| <b>N total (mg/100g)</b>         | 0,1           | 0    | 0    | 0    | 0,1              | 0     | 0    | 0    | 0,08                      | 0,04 | 0,5  | 0,1   | 0,1                      | 0,05   | 0,5  | 0,2   |
| <b>Carbone organique (g/kg)</b>  | 14,36         | 1,03 | 0,07 | 2,35 | 8,91             | 0,69  | 0,08 | 1,67 | 9,88                      | 1,65 | 0,17 | 4,02  | 12,21                    | 2,2    | 0,18 | 4,79  |
| <b>pH (H2O)</b>                  | 4,39          | 0,15 | 0,03 | 0,35 | 5,26             | 0,2   | 0,04 | 0,5  | 5,29                      | 0,8  | 0,15 | 1,72  | 5,53                     | 0,71   | 0,13 | 1,6   |
| <b>CEC (méq/100)</b>             | 2,33          | 0,35 | 0,15 | 0,86 | 1,8              | 0,34  | 0,19 | 0,8  | 2,46                      | 0,97 | 0,39 | 2,34  | 3,72                     | 2,96   | 0,79 | 6,82  |
| <b>C/N</b>                       | 13,54         | 0,87 | 0,06 | 2,6  | 13,22            | 0,94  | 0,07 | 2,6  | 13,93                     | 0,6  | 0,04 | 1,9   | 13,43                    | 1,3    | 0,1  | 4,5   |
| <b>Al<sup>3+</sup> (méq/100)</b> | 3,79          | 0,23 | 0,06 | 0,7  | 3,67             | 0,25  | 0,07 | 0,7  | 3,86                      | 0,16 | 0,04 | 0,5   | 3,74                     | 0,37   | 0,1  | 1,3   |

|                                |       |      |      |      |       |       |      |      |       |      |      |       |       |       |      |       |
|--------------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| <b>H<sup>+</sup> (mg/100g)</b> | 0,74  | 0,14 | 0,19 | 0,5  | 0,35  | 0,08  | 0,23 | 0,3  | 0,41  | 0,11 | 0,27 | 0,3   | 0,41  | 0,14  | 0,34 | 0,5   |
| <b>K ech (mg/100g)</b>         | 2,16  | 1,44 | 0,67 | 3,8  | 0,88  | 0,48  | 0,54 | 1,5  | 10,13 | 2,48 | 0,24 | 7,3   | 5,58  | 2,07  | 0,37 | 5,6   |
| <b>Mg ech (mg/100g)</b>        | 3,18  | 1,08 | 0,34 | 3,4  | 2,71  | 0,6   | 0,22 | 2,3  | 2,3   | 1,59 | 0,69 | 5,5   | 5,33  | 4,64  | 0,87 | 16,3  |
| <b>Ca ech (mg/100g)</b>        | 4,78  | 6,33 | 1,32 | 15,9 | 12,75 | 11,04 | 0,86 | 38,1 | 25,52 | 51,1 | 2    | 171,3 | 49,15 | 84,96 | 1,73 | 281,6 |
| <b>Na ech (mg/100g)</b>        | 1,28  | 1,28 | 1    | 3,8  | 0,21  | 0,24  | 1,14 | 0,7  | 2,04  | 0,55 | 0,27 | 1,8   | 2,97  | 0,62  | 0,21 | 2     |
| <b>Humus (%)</b>               | 2,87  | 0,21 | 0,07 | 0,47 | 1,78  | 0,14  | 0,08 | 0,34 | 1,97  | 0,33 | 0,17 | 0,8   | 2,44  | 0,44  | 0,18 | 0,96  |
| <b>Argile (%)</b>              | 10,77 | 1,7  | 0,16 | 4,11 | 8,79  | 1,44  | 0,16 | 3,06 | 8,95  | 2,18 | 0,24 | 4,68  | 8,67  | 0,39  | 0,04 | 0,87  |
| <b>Limon fin (%)</b>           | 2,03  | 0,19 | 0,09 | 0,44 | 2,35  | 0,46  | 0,19 | 1,11 | 1,99  | 0,37 | 0,18 | 0,78  | 2,23  | 0,31  | 0,14 | 0,76  |
| <b>Limon grossier (%)</b>      | 1,27  | 0,19 | 0,15 | 0,43 | 1,11  | 0,31  | 0,28 | 0,75 | 0,99  | 0,17 | 0,17 | 0,38  | 1,11  | 0,01  | 0,01 | 0,01  |
| <b>Limon total (%)</b>         | 3,29  | 0,23 | 0,07 | 0,49 | 3,47  | 0,36  | 0,1  | 0,77 | 2,98  | 0,34 | 0,11 | 0,83  | 3,34  | 0,31  | 0,1  | 0,77  |
| <b>Sable fin (%)</b>           | 17,76 | 2,68 | 0,15 | 6,51 | 18,13 | 1,13  | 0,06 | 2,54 | 15,96 | 2,72 | 0,17 | 5,97  | 14,75 | 1,58  | 0,11 | 3,84  |

|                           |       |      |      |      |       |      |      |      |       |      |      |       |       |      |      |      |
|---------------------------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| <b>Sable grossier (%)</b> | 68,17 | 4    | 0,06 | 8,51 | 69,62 | 1,13 | 0,02 | 2,77 | 72,11 | 4,69 | 0,06 | 11,48 | 73,23 | 1,41 | 0,02 | 3,38 |
| <b>Sable total (%)</b>    | 85,93 | 1,88 | 0,02 | 2,63 | 87,74 | 1,66 | 0,02 | 3,84 | 88,07 | 2,48 | 0,03 | 5,51  | 87,98 | 0,53 | 0,01 | 1,3  |
| <b>Indice de battance</b> | 0,1   | 0,01 | 0,1  | 0,01 | 0,16  | 0,03 | 0,19 | 0,08 | 0,13  | 0,01 | 0,08 | 0,03  | 0,13  | 0,02 | 0,15 | 0,06 |

Ec-t : Ecart-type; CV : Coefficient de variation; Eten : Etendue

**Table 17** : Distribution de quelques paramètres du sol les plus significatives par biotope

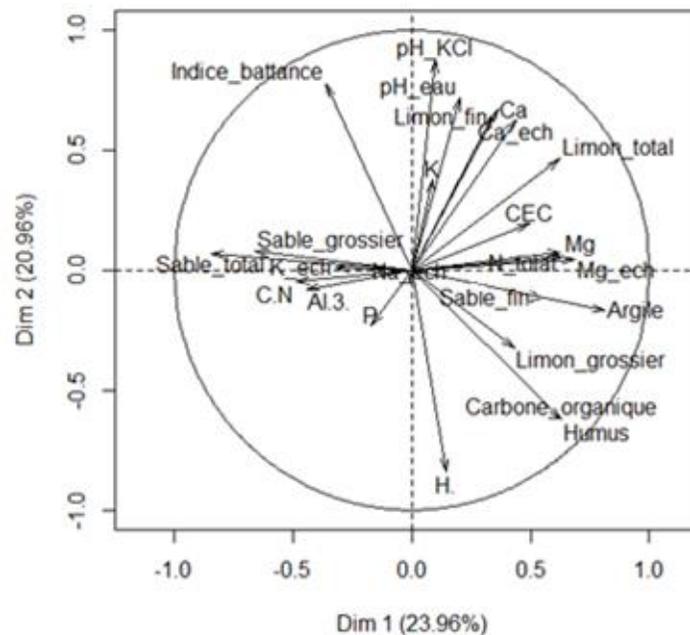
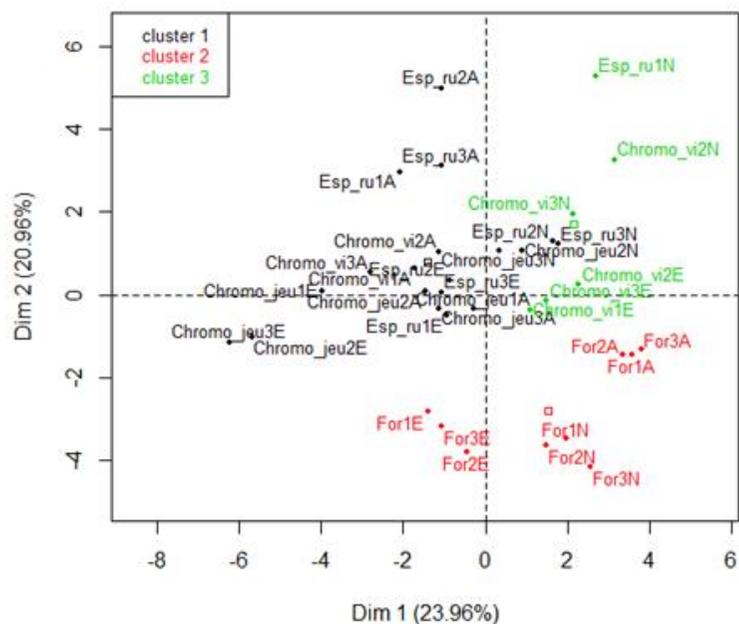
| Variables du sol  |              | Biotoques          |                    |                   |                   |          | Statistique du test |
|-------------------|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------|---------------------|
|                   |              | CJ                 | CV                 | ER                | For               | <i>F</i> | <i>P</i>            |
| Carbone organique | Moyenne      | 9.87 ±             | 12.21 ±            | 8.91 ±            | 14.35 ±           | 5.24     | < 0,001             |
|                   | ± Ecart-type | 2.02 <sup>ab</sup> | 2.69 <sup>ab</sup> | 0.84 <sup>a</sup> | 1.25 <sup>b</sup> |          |                     |
| H <sup>+</sup>    | Moyenne      | 0.41 ±             | 0.41 ±             | 0.35 ±            | 0.74 ±            | 11.62    | < 0,001             |
|                   | ± Ecart-type | 0.07 <sup>a</sup>  | 0.12 <sup>a</sup>  | 0.06 <sup>a</sup> | 0.08 <sup>b</sup> |          |                     |
| K échangeable     | Moyenne      | 10.13 ±            | 5.57 ±             | 0.87 ±            | 2.15 ±            | 55.73    | < 0,001             |
|                   | ± Ecart-type | 1.48 <sup>c</sup>  | 0.65 <sup>b</sup>  | 0.42 <sup>a</sup> | 0.93 <sup>a</sup> |          |                     |
| Na échangeable    | Moyenne      | 2.04 ±             | 2.97 ±             | 0.21 ±            | 1.28 ±            | 71.07    | < 0,001             |
|                   | ± Ecart-type | 0.38 <sup>c</sup>  | 0.26 <sup>d</sup>  | 0.03 <sup>a</sup> | 0.17 <sup>b</sup> |          |                     |
| Humus             | Moyenne      | 1.97 ±             | 2.44 ±             | 1.78 ±            | 2.87 ±            | 5.26     | < 0,001             |
|                   | ± Ecart-type | 0.40 <sup>ab</sup> | 0.54 <sup>ab</sup> | 0.17 <sup>a</sup> | 0.25 <sup>b</sup> |          |                     |

Les valeurs suivies par les mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes ( $p < 0,001$ ) tandis que celles suivies par les lettres différentes présentent des différences significatives (test de Tukey).

CJ: *Chromolaena* jeunes, CV: *Chromolaena* vieux, ER : Espèces rudérales, For : Forêts.

### **VI.4.3. Caractérisation du sol des différents biotopes en se basant sur les analyses multivariées**

Pour sélectionner les paramètres du sol qui caractérisent chaque biotope, une Analyse en Composante Principale (ACP) a été utilisée. Les résultats de l'Analyse en Composante Principale (ACP), nous montrent que les 2 premiers axes restituent 44% de la variance des relations entre les biotopes et les caractéristiques chimiques et granulométriques du sol (figure 22 ). L'axe 1 restitue 23.96 % de la variance de l'information et l'axe 2, 20.96 %. La carte factorielle présente 3 (trois) groupes. Le groupe 1 rassemble les biotopes *Chromolaena* jeunes et espèces rudérales. Ils sont caractérisés par des sols dont : l'indice de battance, le sable total, le sable grossier et le potassium échangeable ont des valeurs élevées. Par contre, les valeurs du sodium échangeable, du rapport carbone/azote, de l'ion aluminium, du potassium échangeable, et du phosphore sont faibles. Ensuite, le groupe 2 rassemble les biotopes forestiers. Ils ont des sols riches en hydrogène, en humus, en carbone organique, en limon grossier, en sable fin et en argile. Enfin, le groupe 3 rassemble les biotopes *Chromolaena* vieux (milieux envahis par *Chromolaena odorata*). Ces derniers sont caractérisés par des sols dont le pH de l'eau, le pH d'acidité d'échange ou de réserve, le limon fin, le calcium échangeable, le calcium, le limon total, le magnésium, le magnésium échangeable, le potassium et la capacité d'échange cationique ont des valeurs élevées tandis que l'azote total a une valeur faible.



**Figure 29:** Carte factorielle et cercle de corrélation des variables quantitatives utilisées dans l'ACP

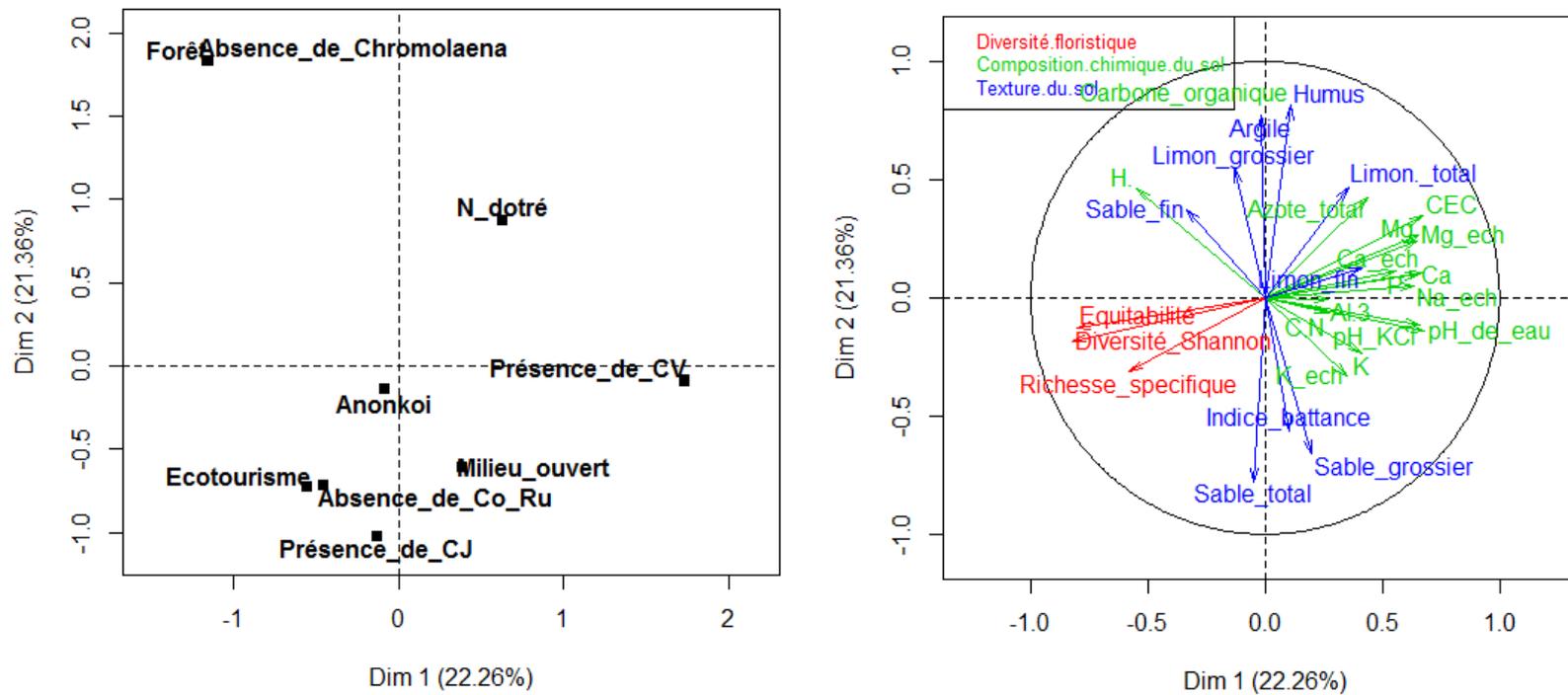
**Légende :** Esp\_ru1A : Espèces rudérales 1 Anonkoi, Esp\_ru2A : Espèces rudérales 2 Anonkoi Esp\_ru3A : Espèces rudérales 3 Anonkoi, Esp\_ru1E : Espèces rudérales 1 Ecotourisme, Esp\_ru2E : Espèces rudérales 2 Ecotourisme, Esp\_ru3E : Espèces rudérales 3 Ecotourisme, Esp\_ru1N : Espèces rudérales 1 N'dotré, Esp\_ru2N : Espèces rudérales 2 N'dotré, Esp\_ru3N : Espèces rudérales 3 N'dotré, Chromo\_jeu1A : Chromolaena jeunes 1 Anonkoi, Chromo\_jeu2A : Chromolaena jeunes 2 Anonkoi, Chromo\_jeu3A : Chromolaena jeunes 3 Anonkoi, Chromo\_jeu1E : Chromolaena jeunes 1 Ecotourisme, Chromo\_jeu2E : Chromolaena jeunes 2 Ecotourisme, Chromo\_jeu3E : Chromolaena jeunes 3 Ecotourisme, Chromo\_jeu1N : Chromolaena jeunes 1 N'dotré, Chromo\_jeu2N : Chromolaena jeunes 2 N'dotré, Chromo\_jeu3N : Chromolaena

jeunes 3 N'dotr , Chromo\_vi1A : Chromolaena vieux 1 Anonkoi, Chromo\_vi2A : Chromolaena vieux 2 Anonkoi, Chromo\_vi3A : Chromolaena vieux 3 Anonkoi, Chromo\_vi1E : Chromolaena vieux 1 Ecotourisme, Chromo\_vi2E : Chromolaena vieux 2 Ecotourisme, , Chromo\_vi3E : Chromolaena vieux 3 Ecotourisme, Chromo\_vi1N : Chromolaena vieux 1 N'dotr , Chromo\_vi2N : Chromolaena vieux 2 N'dotr , Chromo\_vi3N : Chromolaena vieux 3 N'dotr , For1A : Forêt 1 Anonkoi, For2A : Forêt 2 Anonkoi, For3A : Forêt 3 Anonkoi, For1E : Forêt 1 Ecotourisme, For2E : Forêt 2 Ecotourisme, For3E : Forêt 3 Ecotourisme, For1N : Forêt 1 N'dotr , For2N : Forêt 2 N'dotr , For3N : Forêt 3 N'dotr .

#### **VI.4.4. Répartition des variables floristiques et des variables du sol en fonction des biotopes et des sites de prélèvement**

Pour sélectionner les paramètres du sol et les variables floristiques les plus appropriés qui caractérisent chaque biotope, une Analyse Factorielle Multiple (AFM) a été réalisée. Les résultats de l'Analyse Factorielle Multiple (AFM), nous montrent que les 2 premiers axes restituent 43% de la variance des relations (figure 22). L'examen du premier plan factoriel met en évidence un axe 1 (22,26 % de l'inertie totale) qui oppose les sites hébergeants les forêts, les espèces rudérales et les *Chromolaena* jeunes aux sites hébergeants les *Chromolaena* vieux. Cet axe décrit du côté positif les *Chromolaena* vieux qui se rencontrent généralement dans les milieux ouverts de la localité de N'dotrè. Dans sa partie négative, nous avons les espèces rudérales et les *Chromolaena* jeunes qui se rencontrent aussi dans les milieux ouverts et plus dans les localités de l'Ecotourisme et d'Anonkoi. S'agissant des forêts, *Chromolaena* y est absent et ce biotope n'est lié à aucune localité. L'axe 2 qui restitue 21,36% de l'inertie totale oppose plutôt les sites hébergeants les forêts aux espèces rudérales, *Chromolaena* jeunes et *Chromolaena* vieux. Ainsi, les biotopes forêts, espèces rudérales et *Chromolaena* jeunes, sont caractérisés par une bonne diversité floristique (richesse spécifique, shannon et pielou). Ce qui les démarquent, c'est la composition de leur sol. Les biotopes espèces rudérales et *Chromolaena* jeunes ont un taux de sable total élevé tandis que les forêts sont caractérisées par un taux élevé de carbone organique, d'hydrogène, de sable fin, de limon grossier et d'argile.

Quant aux biotopes *Chromolaena* vieux (milieux envahis par *Chromolaena odorata*), ils sont caractérisés par une faible diversité floristique. Cependant, ils sont caractérisés par un fort taux de l'indice de battance, de sable grossier, d'humus, de limon total et un faible taux de limon fin. Nous retrouvons dans ce biotope pratiquement tous les minéraux chimiques. Ce sont : l'azote total, la capacité d'échange cationique (CEC), le magnésium, le magnésium échangeable, le calcium, le calcium échangeable, le phosphore, le pH de l'eau, le pH d'acidité d'échange ou de réserve, le potassium et le potassium échangeable qui ont un taux élevé alors que le rapport carbone/azote, l'aluminium et le sodium échangeable ont un faible taux.



**Figure 30:** Carte factorielle et cercle de corrélation des variables quantitatives et qualitatives utilisées dans l'AFM.

Légende : Présence\_de\_CV : présence de Chromolaena vieux, Présence de CJ : présence de Chromolaena jeunes, Absence\_de Co\_Ru : Absence de *C. odorata* dans le biotope espèces rudérales

## **VI.4.5. Travaux préliminaires pour identifier les espèces végétales indicatrices de *C. odorata***

### **VI.4.5.1. Communautés végétales établies à partir des variables floristiques et des paramètres chimiques et granulométriques du sol:**

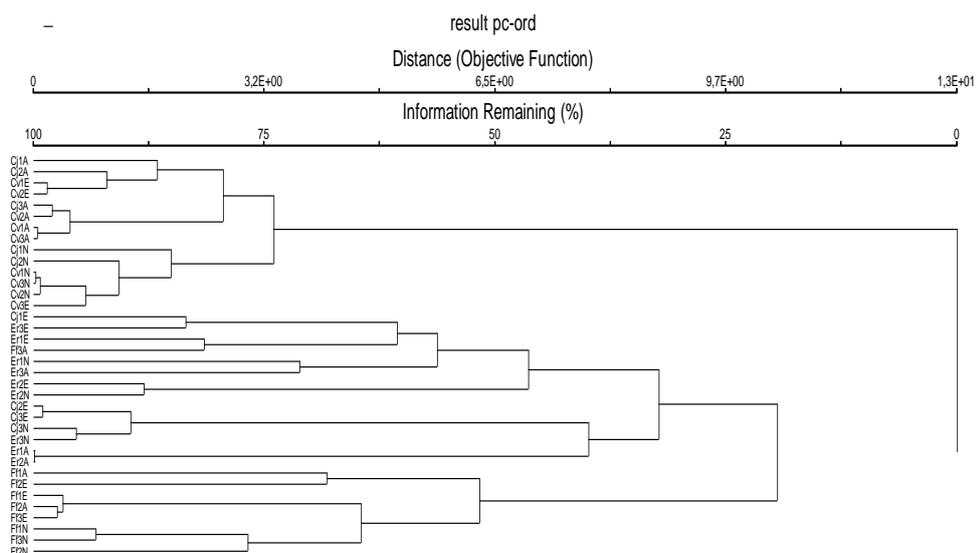
Les analyses en grappes (figure 23 ) et en grappes à deux voies (figure 24) divisaient largement les espèces végétales en types/communautés de 4 habitats qui pouvaient être clairement observées dans les deux branches principales du dendrogramme; (i) une grappe principale comprenant une communauté/types d'habitats constituée uniquement des biotopes forêts, (ii) une grappe comprenant 3 communautés/types d'habitats dont la première communauté est constituée par quelques biotopes rudérales et quelques biotopes de *Chromolaena* jeunes (communauté mixte), la seconde est dominée par les biotopes rudérales et la troisième constituée majoritairement de biotopes *Chromolaena* (tableau 12).

### **VI.4.5.2. Espèces indicatrices identifiées à partir de chaque communauté végétale**

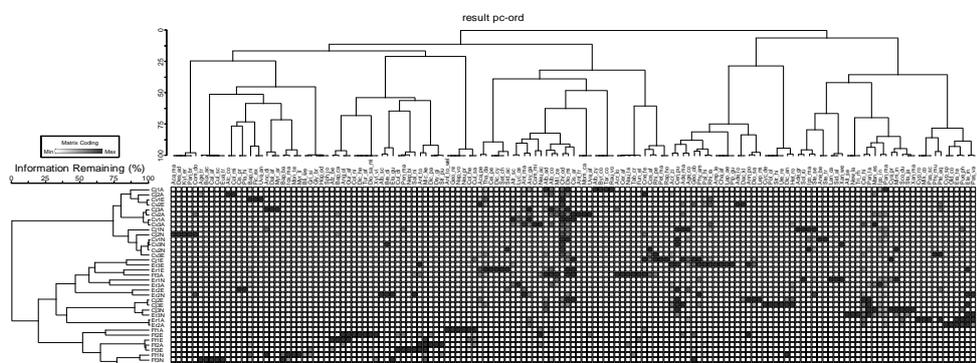
L'analyse des espèces indicatrices (ISA) a identifié des espèces indicatrices pour chaque type d'habitat sous l'influence des variables responsables de ces communautés. Les résultats de l'ISA montrent que ces vingt-cinq paramètres du sol que sont : l'ion aluminium, le potassium, l'ion hydrogène, le pH d'acidité d'échange ou acidité de réserve, le carbone organique, le magnésium, le pH eau, la capacité d'échange cationique, le rapport carbone/l'azote, le potassium échangeable, le magnésium échangeable, le sodium échangeable, l'argile, l'humus, l'indice de battance, le limon fin, le limon grossier, le limon total, le sable fin, le sable grossier et le sable total ont toutes une forte influence sur l'occurrence des espèces. Les résultats montrent également la force de la relation entre les paramètres chimiques et granulométriques du sol et les espèces à l'aide des procédures de Monte Carlo. Les quatre communautés végétales / types d'habitat établis dans nos différents sites d'étude sont décrites ci-dessous, ainsi que les variables environnementales respectives.

#### **VI.4.5.2.1. La communauté de *Cola heterophylla* et *Dichapetalum pallidum***

Cette communauté s'est produite à 8 stations (8 quadrats) constitué uniquement de forêts. La végétation a été caractérisée respectivement par *Cola heterophylla* (P. Beauv.) Schott & Endl. et *Dichapetalum pallidum* (Oliv.) Engl. qui sont les principales espèces diagnostiques (indicatrices) (tableau 13). D'autres espèces indicatrices de cette communauté sont *Icacina manii* Oliv. et *Xylopia villosa* Chipp.



**Figure 31:** Dendrogramme de clusters de 36 stations basées sur les recouvrements montrant 4 communautés végétales / types d'habitats (pour plus de détails, voir le tableau 12).



**Figure 32:** Dendrogramme de cluster bidirectionnel généré à partir de la version 7 de PC-ORD basée sur les recouvrements, montrant la distribution des 147 espèces végétales dans 36 stations et 4 communautés végétales (associations).

**Table 18** : Les 36 stations (quadrats) subdivisés en 4 communautés selon pc-ord

| <b>1<sup>ière</sup><br/>Communauté<br/>(Forêts fermées)</b> | <b>2<sup>ième</sup><br/>Communauté<br/>(Mixte)</b> | <b>3<sup>ième</sup> Communauté<br/>(Espèces rudérales)</b> | <b>4<sup>ième</sup><br/>Communauté (C.<br/>odorata)</b> |
|---|--|--|---|
| <b>1. Ff1 Anonkoi</b>                                       | 1. Cj2 Ecotourisme                                 | 1. Cj2 Ecotourisme   | 1. Cj1 Anonkoi  |
| <b>2. Ff1<br/>Ecotourisme</b>                               | 2. Cj3 Ecotourisme                                 | 2. Er1 Ecotourisme   | 2. Cj1 N'dotré  |
| <b>3. Ff1 N'dotré</b>                                       | 3. Cj3 N'dotré                                     | 3. Er1 N'dotré   | 3. Cj2 Anonkoi  |
| <b>4. Ff2 Anonkoi</b>                                       | 4. Er1 Anonkoi                                     | 4. Er2 Ecotourisme   | 4. Cj2 N'dotré  |
| <b>5. Ff2<br/>Ecotourisme</b>                               | 5. Er2 Anonkoi                                     | 5. Er2 N'dotré   | 5. Cj3 Anonkoi  |
| <b>6. Ff2 N'dotré</b>                                       | 6. Er3 N'dotré                                     | 6. Er3 Anonkoi   | 6. Cv1 Anonkoi  |
| <b>7. Ff3 Ecotourisme</b>                                   |  | 7. Er3 Ecotourisme   | 7. Cv1 Ecotourisme                                      |
| <b>8. Ff3 N'dotré</b>                                       |  | 8. Ff3 Anonkoi   | 8. Cv1 N'dotré  |
|   |  |  | 9. Cv2 Anonkoi  |
|   |  |  | 10. Cv2 Ecotourisme                                     |
|   |  |  | 11. Cv2 N'dotré   |
|   |  |  | 12. Cv3 Anonkoi   |
|   |  |  | 13. Cv3 Ecotourisme                                     |
|   |  |  | 14. Cv3 N'dotré   |

Légende : Ff : Forêts fermées, Cj : *Chromolaena* jeunes, Cv : *Chromolaena* vieux, Er : Espèces rudérales.

Les variables environnementales les plus significatives qui ont déterminé le gradient de cette communauté étaient de faibles valeurs du pH d'acidité d'échange ou acidité de réserve (3.3-3.9), du potassium (0-1.7 mg/100g), du pH eau (4.260-4.610), de l'indice de battance (0.096-0.108), du limon fin (1.857-2.298 %), du limon total (2.972-3.460 %), du sable grossier (65.319-73.834 %) et du sable total (83.532-88.113 %). Les fortes valeurs ont été enregistrées au niveau : du carbone organique (13.44-15.79 g/kg), de l'argile (8.915-13.021 %), de l'humus (2.688-3.158 %), du limon grossier (1.114-1.538 %) et du sable fin (14.279-20.794 %). Au total, quatre espèces indicatrices ont été trouvées dans cette communauté.

#### **VI.4.5.2.2. La seconde communauté**

Cette communauté s'est produite à 6 stations (6 quadrats) dominée par une végétation mixte (d'espèces rudérales et de quelques populations jeunes de *C. odorata*). Aucune espèce indicatrice n'a été trouvée dans cette communauté.

#### **VI.4.5.2.3. La communauté de *Aframomum sceptrum* et *Cissus aralioides***

Cette communauté s'est produite à 8 stations (8 quadrats) dominée par les espèces rudérales. La végétation a été caractérisée respectivement par *Aframomum sceptrum* (Oliv. & Hanb.) K. Schum. et *Cissus aralioides* (Welw. ex Bak.) Planch., qui sont les principales espèces diagnostiques (indicatrices) (tableau 14). D'autres espèces indicatrices de cette communauté sont *Cyathula prostrata* (L.) Blume, *Dioscorea minutiflora* Engl., *Phyllanthus amarus* Schum. & Thonn. Les variables environnementales les plus significatives qui ont déterminé le gradient de cette communauté étaient des valeurs modérées du pH d'acidité d'échange ou acidité de réserve (3.9 -5.9), du potassium (1-1.7 mg/100g), du pH eau (4.76-5.49) tandis que de faibles valeurs ont été observées au niveau : de l'ion aluminium (3.3-3.9 méq/100 g), de l'ion hydrogène (0.2-0.5 méq/100 g), du carbone organique (7.75-9.68 g/kg), de la capacité d'échange cationique (1.42-2.28 méq/ 100g), et du sodium échangeable (0-2.5 mg/100g).

Concernant les données granulométriques, nous avons eu de faibles valeurs de l'argile (5.862-7.784 %), de l'humus (1.55-1.937 %), du limon grossier (0.741-1.493 %) et de fortes valeurs de l'indice de battance (0.133-0.210), du limon fin (1.465-2.965 %), du sable grossier (68.259-77.755 %) et du sable total (85.443-91.574 %). Les valeurs modérées ont été observées chez le limon total (2.564-3.732 %) et le sable fin (13.819-19.719 %). Au total, cinq (5) espèces indicatrices ont été trouvées dans cette communauté.

#### **VI.4.5.2.4. La communauté de *Acacia pentagona*, *Ageratum conyzoides* et *Thaumatococcus daniellii***

Cette communauté s'est produite à 14 stations (14 quadrats), constituées majoritairement de populations de *C. odorata*. La végétation a été caractérisée respectivement par *Acacia pentagona* (Schumach. & Tonn.) Hook.f., *Ageratum conyzoides* L. et *Thaumatococcus daniellii* (Bennet) Benth. (tableau 15), qui sont les principales espèces diagnostiques (indicatrices) (tableau 1). D'autres espèces indicatrices de cette communauté sont : *Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze, *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth., *Anthonotha macrophylla* Pal. Beauv., *Dioscorea minutiflora* Engl., *Aframomum sceptrum* (Oliv. & Hanb.) K. Schum., *Asystasia gangetica* (L.) T. Anders., *Lycopodiella cernua* (L.) Pic. Ser., *Centrosema pubescens* Benth., *Ipomoea mauritiana* Jacq., *Albizia adianthifolia* (Schum.) W. F. Wright, *Albertisia cordifolia* (Mangenot & Miège) Forman. Les variables environnementales les plus significatives qui ont déterminé le gradient de cette communauté étaient de fortes valeurs du pH d'acidité d'échange ou acidité de réserve (3.8 -6.8), de l'ion aluminium (3.3-4.6 méq/100 g), du carbone organique (9.1-13.89 g/kg), de la capacité d'échange cationique (1.02-7.84 méq/ 100g), du phosphore (0.2-36.4 mg/100g), du pH eau (4.70-6.54), du magnésium (0.7-10.2 mg/100g), du rapport calcium/ azote (12-16.5), du potassium échangeable (3-12.3 mg/100g), du magnésium échangeable (1.6-17.9 mg/100g), de l'humus (1.821-2.778 %), de l'indice de battance (0.099-0.158), du limon fin (1.858-2.620 %), du limon grossier (0.746-1.123 %), du sable grossier (66.27-75.13 %) et du sable total (86.065-88.568). Les faibles valeurs ont été observées au niveau de l'ion hydrogène (0.1-0.6 méq/100 g), du sable fin (12.978-16.817 %), du limon total (2.973-3.743 %) et les valeurs modérées au niveau de l'argile (8.113-10.545%). Quatorze (14) espèces indicatrices ont été trouvées dans cette communauté.

**Table 19:** Les espèces indicatrices de la Communauté *Cola heterophylla* et *Dichapetalum pallidum* avec leurs valeurs indicatives.

| Meilleur indicateur de la communauté                | IV   | P*     | IVI    |
|---|------|--------|--------|
| <i>Cola heterophylla</i> (P. Beauv.) Schott & Endl. | 83.3 | 0.0310 | 223.43 |
| <i>Dichapetalum pallidum</i> (Oliv.) Engl           | 100  | 0.0284 | 35.82  |

IV = Valeur Indicatrice, P = Probabilité, IVI : Indice de valeur d'importance dans la communauté.

**Table 20:** Les espèces indicatrices de la Communauté *Aframomum sceptrum* et *Cissus aralioides*

| Meilleur indicateur de la communauté               | IV  | P*     | IVI |
|--|-----|--------|-----|
| <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.Schum. | 100 | 0.0296 | -   |
| <i>Cissus aralioides</i> (Welw. ex Baker) Planch.  | 100 | 0.0272 | -   |

IV = Valeur Indicatrice, P = Probabilité, IVI : Indice de valeur d'importance dans la communauté.

**Table 21:** Les espèces indicatrices de la Communauté *Acacia pennata*, *Ageratum conyzoides* et *Thaumatococcus daniellii* avec leurs valeurs indicatives.

| Meilleur indicateur de la communauté              | IV   | P*     | IVI   |
|---|------|--------|-------|
| <i>Acacia pentagona</i> (Schum. & Thonn.) Hook.f. | 100  | 0.0110 | 58.61 |
| <i>Ageratum conyzoides</i> L                      | 100  | 0.0246 | -     |
| <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth    | 88.9 | 0.0460 | -     |

IV = Valeur Indicatrice, P = Probabilité, IVI : Indice de valeur d'importance dans la communauté.

**Table 22:** Influence des variables environnementales sur les principales espèces indicatrices de chaque communauté.

| <i>Iière Communauté</i> |   |      |        |        |
|-------------------------|---|------|--------|--------|
|                         | Noms botaniques                                     | (IV) | P*     | IVI    |
| Carbone organique       |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0362 | 13.53  |
| CEC                     |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0374 | 13.53  |
| K                       |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Cola heterophylla</i> (P. Beauv.) Schott & Endl. | 83.3 | 0.0310 | 243.56 |
| 2                       | <i>Dichapetalum pallidum</i> (Oliv.) Engl.          | 100  | 0.0284 | 30.02  |
| 3                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0364 | 13.53  |
| pH de l'eau             |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0378 | 13.53  |
| pH KCl                  |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Xylopia villosa</i> Chipp                        | 100  | 0.0326 | 12.89  |
| Argile                  |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0338 | 13.53  |
| Humus                   |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0354 | 13.53  |
| Indice de battance      |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0350 | 13.53  |
| Limon fin               |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0356 | 13.53  |
| Limon grossier          |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0354 | 13.53  |
| Limon total             |   |      |        |        |
| 1                       | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                         | 100  | 0.0350 | 13.53  |

|                             |   |      |        |        |
|-----------------------------|---|------|--------|--------|
| Sable fin                   |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                             | 100  | 0.0420 | 13.53  |
| Sable grossier              |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                             | 100  | 0.0384 | 13.53  |
| Sable total                 |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Icacina mannii</i> Oliv.                             | 100  | 0.0322 | 13.53  |
| 2 <sup>ème</sup> Communauté |   |      |        |        |
| 0                           | 0   | 0    | 0      |        |
| 3 <sup>ème</sup> Communauté |   |      |        |        |
| Al <sup>3+</sup>            |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume                    | 100  | 0.0358 |        |
| H+                          |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Cissus aralioides</i> (Welw. ex Bak.) Planch.        | 100  | 0.0336 |        |
| 2                           | <i>Dioscorea minutiflora</i> Engl.                      | 83.3 | 0.0354 |        |
| K                           |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Phyllanthus amarus</i> Schum. & Thonn.               | 90.9 | 0.0164 | 300    |
| Na échangeable              |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.  | 100  | 0.0296 |        |
| pH KCl                      |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Cissus aralioides</i> (Welw. ex Bak.) Planch.        | 100  | 0.0272 |        |
| 4 <sup>ème</sup> Communauté |   |      |        |        |
| Al <sup>3+</sup>            |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f. | 100  | 0.0110 | 46.90  |
| 2                           | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.         | 71.4 | 0.0380 |        |
| Carbone organique           |   |      |        |        |
| 1                           | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f. | 100  | 0.0106 | 46.90  |
| 2                           | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.  | 70.0 | 0.0426 |        |
| 3                           | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W.F. Wright       | 83.3 | 0.0256 | 114.66 |

|                |   |      |        |        |
|----------------|---|------|--------|--------|
| 4              | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0458 |        |
| 5              | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0104 |        |
| 6              | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0200 |        |
| CEC            |   |      |        |        |
| 1              | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0106 | 46.90  |
| 2              | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0458 |        |
| 3              | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W.F. Wright         | 83.3 | 0.0264 | 114.66 |
| 4              | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0442 |        |
| 5              | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0114 |        |
| 6              | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0186 |        |
| C/N            |   |      |        |        |
| 1              | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Bent             | 88.9 | 0.0460 |        |
| H <sup>+</sup> |   |      |        |        |
| 1              | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                             | 100  | 0.0246 |        |
| 2              | <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze            | 87.1 | 0.0318 |        |
| K échangeable  |   |      |        |        |
| 1              | <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.               | 100  | 0.0290 |        |
| Mg             |   |      |        |        |
| 1              | <i>Dioscorea minutiflora</i> Engl.                        | 75.0 | 0.0418 |        |
| Mg échangeable |   |      |        |        |
| 1              | <i>Anthonotha macrophylla</i> Pal. Beauv.                 | 85.7 | 0.0286 | 138.44 |
| P              |   |      |        |        |
| 1              | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 86.4 | 0.0310 |        |
| 2              | <i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anders.                | 87.0 | 0.0256 |        |
| 3              | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0134 |        |
| pH de l'eau    |   |      |        |        |
| 1              | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0094 | 46.90  |

|        |   |      |        |        |
|--------|---|------|--------|--------|
| 2      | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0472 |        |
| 3      | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W.F. Wright         | 83.3 | 0.0238 | 114.66 |
| 4      | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0464 |        |
| 5      | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0100 |        |
| 6      | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0212 |        |
| pH KCl |   |      |        |        |
| 1      | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                             | 100  | 0.0148 |        |
| 2      | <i>Centrosema pubescens</i> Benth.                        | 87.5 | 0.0374 |        |
| 3      | <i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.                           | 100  | 0.0148 |        |
| 4      | <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.               | 92.5 | 0.0284 |        |
| 5      | <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze            | 93.1 | 0.0278 |        |
| Argile |   |      |        |        |
| 1      | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0122 | 46.90  |
| 2      | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0454 |        |
| 3      | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright      | 83.3 | 0.0238 | 114.66 |
| 4      | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0432 |        |
| 5      | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0104 |        |
| 6      | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0256 |        |
| Humus  |   |      |        |        |
| 1      | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0124 | 46.90  |
| 2      | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0496 |        |
| 3      | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright      | 83.3 | 0.0236 | 114.66 |
| 4      | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0446 |        |
| 5      | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0124 |        |
| 6      | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0206 |        |

| Indice de battance |   |      |        |        |
|--------------------|---|------|--------|--------|
| 1                  | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0118 | 46.90  |
| 2                  | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0476 |        |
| 3                  | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright      | 83.3 | 0.0262 | 114.66 |
| 4                  | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0378 |        |
| 5                  | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0104 |        |
| 6                  | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0202 |        |
| Limon fin          |   |      |        |        |
| 1                  | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0128 | 46.90  |
| 2                  | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0400 |        |
| 3                  | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright      | 83.3 | 0.0230 | 114.66 |
| 4                  | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0382 |        |
| 5                  | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0096 |        |
| 6                  | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0256 |        |
| Limon grossier     |   |      |        |        |
| 1                  | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0114 | 46.90  |
| 2                  | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0438 |        |
| 3                  | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright      | 83.3 | 0.0292 | 114.66 |
| 4                  | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0446 |        |
| 5                  | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0130 |        |
| 6                  | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0232 |        |
| Limon total        |   |      |        |        |
| 1                  | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0120 | 46.90  |

|                |   |      |        |        |
|----------------|---|------|--------|--------|
| 2              | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0486 |        |
| 3              | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright      | 83.3 | 0.0250 | 114.66 |
| 4              | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0404 |        |
| 5              | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0112 |        |
| 6              | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0222 |        |
| Sable fin      |   |      |        |        |
| 1              | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0118 | 46.90  |
| 2              | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0448 |        |
| 3              | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright      | 83.3 | 0.0304 | 114.66 |
| 4              | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0408 |        |
| 5              | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0104 |        |
| 6              | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0204 |        |
| Sable grossier |   |      |        |        |
| 1              | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0110 | 46.90  |
| 2              | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0466 |        |
| 3              | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright      | 83.3 | 0.0214 | 114.66 |
| 4              | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0400 |        |
| 5              | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0114 |        |
| 6              | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0224 |        |
| Sable total    |   |      |        |        |
| 1              | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Thonn.)<br>Hook.f.   | 100  | 0.0116 | 46.90  |
| 2              | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K.<br>Schum.    | 70.0 | 0.0472 |        |
| 3              | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright      | 83.3 | 0.0286 | 114.66 |

|   |   |      |        |
|---|---|------|--------|
| 4 | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège)<br>Forman | 63.6 | 0.0426 |
| 5 | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.                 | 100  | 0.0100 |
| 6 | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.           | 71.4 | 0.0246 |

Legende: IV : Valeur indicatrice; P\* : Probabilité ; IVI : Indice de valeur d'importance dans la communauté.

**Table 23 :** Exemple de résultats de l'analyse des espèces indicatrices (ISA) par PC-ORD, montrant quelques espèces indicatrices (en gras) de chacune des quatre communautés (1-4) à un seuil de valeur d'indicateur de 30% du test de Monte Carlo avec la valeur maximum des espèces indicatrices observée ( $P \leq 0,05$ ).

| NOMS BOTANIQUES |   | La communauté de<br><i>Cola</i> et de<br><i>Dichapetalum</i> |      |        | La<br>communauté<br>mixte |      |        | La communauté de<br><i>Aframomum</i> et de<br><i>Cissus</i> |      |        | La communauté de<br><i>Acacia</i> , <i>Ageratum</i> et<br><i>Thaumatococcus</i> |            |               |
|-----------------|---|--|------|--------|---------------------------|------|--------|---|------|--------|---|------------|---------------|
|                 |   | Groupe qui est définie<br>par la valeur de K                 |      |        | Valeur de C/N             |      |        | Groupe qui est définie par<br>la valeur de H+               |      |        | Groupe qui est définie par<br>la valeur de pH kcl                               |            |               |
|                 |   | Max<br>grp   | (IV) | P*     | Max<br>grp                | (IV) | P*     | Max grp   | (IV) | P*     | Max<br>grp  | (IV)       | P*            |
| 1               | <i>Acacia mangium</i> Willd.                              | 0  | 0    | 1      | 0                         | 0    | 1      | 0   | 0    | 1      | 3   | 33.3       | 0.4115        |
| 2               | <i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Tonn.)<br>Hook.f.    | 0  | 0    | 1      | 1                         | 37.5 | 0.6999 | 1   | 55.6 | 0.2450 | 1   | 19.5       | 0.9396        |
| 3               | <i>Acridocarpus longifolius</i> (D. Don)<br>Hook.f.       | 0  | 0    | 1      | 0                         | 0    | 1      | 1   | 33.3 | 1      | 0   | 0          | 1             |
| 4               | <i>Acroceras zizanoides</i> (Kunth) Dandy                 | 0  | 0    | 1      | 1                         | 60.0 | 0.3937 | 3   | 37.5 | 0.7099 | 3   | 51.9       | 0.1490        |
| 5               | <i>Adenia gracilis</i> Harms                              | 0  | 0    | 1      | 0                         | 0    | 1      | 0   | 0    | 1      | 2   | 50.0       | 0.1692        |
| 6               | <i>Adenia lobata</i> (Jacq.) Engl.                        | 0  | 0    | 1      | 0                         | 0    | 1      | 0   | 0    | 1      | 1   | 14.3       | 1             |
| 7               | <i>Adenia mannii</i> (Mast.) Engl.                        | 3  | 50.0 | 0.2525 | 2                         | 33.3 | 1      | 1   | 33.3 | 1      | 2   | 38.9       | 0.3867        |
| 8               | <i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.)<br>K. Schum.    | 0  | 0    | 1      | 0                         | 0    | 1      | 2   | 30.3 | 0.7730 | 1   | 33.3       | 0.6101        |
| 9               | <i>Afzellia bella</i> Harms var. <i>gracillor</i> Keay    | 1  | 66.7 | 0.2551 | 0                         | 0    | 1      | 0   | 0    | 1      | 0   | 0          | 1             |
| 10              | <i>Agelaea pentagyna</i> (Lam.) Baill.                    | 2  | 66.7 | 0.2328 | 0                         | 0    | 1      | 0   | 0    | 1      | 1   | 14.3       | 1             |
| 11              | <b><i>Ageratum conyzoides</i> L.</b>                      | 0  | 0    | 1      | 2                         | 33.3 | 1      | 3   | 40.0 | 0.5451 | <b>2</b>  | <b>100</b> | <b>0.0148</b> |
| 12              | <i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot &<br>Miège) Forman | 1  | 16.7 | 1      | 0                         | 0    | 1      | 1   | 41.7 | 0.4889 | 1   | 24.1       | 0.7353        |
| 13              | <i>Albertisia scandens</i> (Mangenot &<br>Miège) Forman   | 0  | 0    | 1      | 0                         | 0    | 1      | 3   | 33.3 | 1      | 0   | 0          | 1             |

|    |  |   |      |        |   |      |        |   |      |        |   |      |        |
|----|--|---|------|--------|---|------|--------|---|------|--------|---|------|--------|
| 14 | <i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W. F. Wright               | 2 | 33.3 | 1      | 1 | 69.2 | 0.3937 | 1 | 66.7 | 0.2418 | 1 | 18.0 | 1      |
| 15 | <i>Albizia zygia</i> (DC.) J. F. Macbr.                          | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |
| 16 | <i>Alchornea cordifolia</i> (Schum. & Thonn.) Müll. Arg.         | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |
| 17 | <i>Alternanthera sessilis</i> (L.) DC.                           | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 18 | <i>Ampelocissus leonensis</i> (Hook. f.) Planch.                 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 19 | <i>Anchomanes difformis</i> (Blume) Engl.                        | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 50.0 | 0.1692 |
| 20 | <i>Aneilema beniniense</i> (P. Beauv.) Kunth                     | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 50.0 | 0.1560 |
| 21 | <i>Angylocalyx oligophyllus</i> (Bak.) Bak.f.                    | 3 | 69.2 | 0.1296 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 22 | <i>Annickia polycarpa</i> (DC.) Engl. et Diels                   | 3 | 50   | 0.2525 | 1 | 50.0 | 0.3931 | 3 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 23 | <i>Anthonotha fragrans</i> (Baker f.) Exell & Hillcoat           | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |
| 24 | <i>Anthonotha macrophylla</i> Pal. Beauv.                        | 2 | 53.3 | 0.3249 | 0 | 0    | 1      | 3 | 66.7 | 0.2517 | 3 | 23.3 | 1      |
| 25 | <i>Antiaris toxicaria</i> Lesch. var. <i>africana</i> Engl.      | 3 | 69.2 | 0.1378 | 0 | 0    | 1      | 3 | 22.2 | 0.7698 | 0 | 0    | 1      |
| 26 | <i>Antiaris toxicaria</i> var. <i>welwitschii</i> (Engl.) Corner | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 27 | <i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anders.                       | 0 | 0    | 1      | 2 | 66.7 | 0.3937 | 3 | 33.3 | 1      | 1 | 27.1 | 0.6467 |
| 28 | <i>Baphia bancoensis</i> Aubrév.                                 | 2 | 66.7 | 0.2523 | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 29 | <i>Baphia capparidifolia</i> Bak.                                | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 23.3 | 1      |
| 30 | <i>Baphia nitida</i> Lodd.                                       | 2 | 51.4 | 0.4969 | 1 | 30.0 | 1      | 1 | 57.1 | 0.3227 | 1 | 71.4 | 0.1198 |
| 31 | <i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk.                        | 2 | 66.7 | 0.2547 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 32 | <i>Breynia disticha</i> J. R. & G. Forst                         | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 1 | 14.3 | 1      |
| 33 | <i>Buxus acutata</i> Friis                                       | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 34 | <i>Byrsocarpus coccineus</i> Thonn. ex Schumach.                 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |

|    |   |   |      |        |   |      |        |   |      |        |   |      |        |
|----|---|---|------|--------|---|------|--------|---|------|--------|---|------|--------|
| 35 | <i>Calycobolus africanus</i> (G. Don) Heine                 | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 36 | <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.                         | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 37 | <b><i>Centrosema pubescens</i> Benth.</b>                   | 0 | 0    | 1      | 1 | 75.0 | 0.3937 | 3 | 66.7 | 0.2470 | 2 | 87.5 | 0.0374 |
| 38 | <i>Cercestis afzelii</i> Schott                             | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 39 | <i>Chassalia afzelii</i> (Hiern) K. Schum.                  | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 40 | <i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. King & H. Robinson       | 0 | 0    | 1      | 1 | 77.8 | 0.2949 | 1 | 33.3 | 1      | 1 | 36.4 | 0.3239 |
| 41 | <b><i>Cissus aralioides</i> (Welw. ex Bak.) Planch.</b>     | 0 | 0    | 1      | 1 | 50.0 | 0.3931 | 1 | 100  | 0.0336 | 1 | 28.6 | 0.6867 |
| 42 | <i>Cissus producta</i> Afzel.                               | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 43 | <i>Cnestis ferruginea</i> Vahl ex DC.                       | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 66.7 | 0.2492 | 3 | 17.9 | 1      |
| 44 | <b><i>Cola heterophylla</i> (P. Beauv.) Schott et Endl.</b> | 1 | 83.3 | 0.0310 | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 45 | <i>Cola millenii</i> K. Schum.                              | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |
| 46 | <i>Cola nitida</i> (Vent.) Schott & Endl.                   | 3 | 50.0 | 0.2525 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 47 | <i>Combretum dolichopetalum</i> Engl. & Diels               | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 3 | 27.5 | 0.8020 |
| 48 | <i>Combretum micranthum</i> G. Don                          | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 0.4221 |
| 49 | <i>Costus afer</i> Ker-Gawl.                                | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 66.7 | 0.2492 | 3 | 33.3 | 0.4169 |
| 50 | <i>Croton hirtus</i> L'Hérit.                               | 0 | 0    | 1      | 1 | 50.0 | 1      | 1 | 16.7 | 1      | 3 | 66.7 | 0.0626 |
| 51 | <i>Culcasia dinklagei</i> Engl.                             | 3 | 21.4 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 52 | <i>Culcasia saxatilis</i> A. Chev.                          | 3 | 42.9 | 0.4331 | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 53 | <i>Culcasia scandens</i> P. Beauv.                          | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 54 | <i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume                        | 0 | 0    | 1      | 1 | 50.0 | 0.3965 | 2 | 21.4 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 55 | <i>Cyclosorus dentatus</i> (Forsk) Ching                    | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 56 | <i>Cyperus rotundus</i> L.                                  | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 57 | <i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.                           | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 58 | <i>Dacryodes klaineana</i> (Pierre) Lam                     | 0 | 0    | 1      | 1 | 50.0 | 0.3931 | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |

|    |   |          |            |               |   |      |        |          |             |               |   |      |        |
|----|---|----------|------------|---------------|---|------|--------|----------|-------------|---------------|---|------|--------|
| 59 | <i>Dalbergia afzeliana</i> G. Don   | 0        | 0          | 1             | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 60 | <i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC. var. <i>adscendens</i>                    | 0        | 0          | 1             | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 3 | 33.3 | 0.4115 |
| 61 | <i>Dichapetalum angolense</i> Chodat  | 2        | 33.3       | 1             | 1 | 21.4 | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 62 | <i>Dichapetalum cymulosum</i> (Oliv.) Engl.                                     | 0        | 0          | 1             | 0 | 0    | 1      | 1        | 33.3        | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 63 | <i>Dichapetalum heudelotii</i> (Planch. ex Oliv.) Baill. var. <i>heudolotii</i> | 3        | 50.0       | 0.2525        | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 64 | <b><i>Dichapetalum pallidum</i> (Oliv.) Engl.</b>                               | <b>3</b> | <b>100</b> | <b>0.0284</b> | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 65 | <i>Diodia sarmentosa</i> Sw.  | 0        | 0          | 1             | 1 | 40.9 | 0.6999 | 3        | 22.2        | 0.7912        | 0 | 0    | 1      |
| 66 | <b><i>Dioscorea minutiflora</i> Engl.</b>                                       | 2        | 33.3       | 1             | 1 | 37.5 | 0.6999 | <b>1</b> | <b>83.3</b> | <b>0.0354</b> | 2 | 44.7 | 0.4993 |
| 67 | <i>Diospyros sanza-minika</i> A. Chev.  | 3        | 42.9       | 0.4715        | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 68 | <i>Drypetes gilgiana</i> (Pax) Pax & Hoffm.                                     | 3        | 50.0       | 0.2418        | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 69 | <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.  | 2        | 66.7       | 0.2328        | 0 | 0    | 1      | 3        | 33.3        | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 70 | <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.   | 0        | 0          | 1             | 2 | 100  | 0.0952 | 1        | 16.7        | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 71 | <i>Eragrostis tenella</i> (L.) Roem. & Schult. var. <i>tenella</i>              | 0        | 0          | 1             | 2 | 66.7 | 0.3937 | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 72 | <i>Euadenia trifoliolata</i> (Schum. & Thonn.) Oliv.                            | 2        | 33.3       | 1             | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 73 | <i>Ficus exasperata</i> Vahl  | 0        | 0          | 1             | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 1 | 14.3 | 1      |
| 74 | <i>Funtumia elastica</i> (Preuss) Stapf   | 1        | 33.3       | 1             | 0 | 0    | 1      | 1        | 33.3        | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 75 | <i>Geophila obvallata</i> (Schumach.) F.Didr.                                   | 3        | 21.4       | 0.8982        | 0 | 0    | 1      | 1        | 20.0        | 1             | 1 | 14.3 | 1      |
| 76 | <i>Geophila repens</i> (L.) I. M. Johnston                                      | 1        | 33.3       | 1             | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 77 | <i>Glyphaea brevis</i> (Spreng.) Monachino                                      | 2        | 33.3       | 1             | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 78 | <i>Griffonia simplicifolia</i> (Vahl ex DC.) Baillon                            | 2        | 50.0       | 0.3525        | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 79 | <i>Heterotis rotundifolia</i> (Smith) Jac.-Fél.                                 | 0        | 0          | 1             | 1 | 25.0 | 1      | 2        | 30.0        | 0.6671        | 3 | 33.3 | 0.4221 |
| 80 | <i>Hopea odorata</i> Roxb.  | 2        | 33.3       | 1             | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |
| 81 | <b><i>Icacina mannii</i> Oliv.</b>  | <b>2</b> | <b>100</b> | <b>0.0364</b> | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             | 0 | 0    | 1      |

|            |  |   |      |        |   |      |        |   |      |        |   |      |        |
|------------|--|---|------|--------|---|------|--------|---|------|--------|---|------|--------|
| <b>82</b>  | <i>Ipomoea involucrata</i> P. Beauv.                 | 0 | 0    | 1      | 1 | 69.2 | 0.3937 | 2 | 84.0 | 0.1048 | 2 | 56.8 | 0.0910 |
| <b>83</b>  | <i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.                      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 100  | 31.3   |
| <b>84</b>  | <i>Kyllinga erecta</i> Schumach. var. erecta         | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 0.4115 |
| <b>85</b>  | <i>Lantana camara</i> L. var. camara                 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 50.0 | 0.2559 | 0 | 0    | 1      |
| <b>86</b>  | <i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew                   | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>87</b>  | <i>Leptoderris miegei</i> Aké Assi & Mangenot        | 0 | 0    | 1      | 1 | 50.0 | 0.3931 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>88</b>  | <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Ser.            | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 50.0 | 0.2398 | 1 | 16.1 | 1      |
| <b>89</b>  | <i>Manihot esculenta</i> Crantz                      | 0 | 0    | 1      | 1 | 50.0 | 0.3965 | 2 | 50.0 | 0.2398 | 3 | 23.3 | 0.6731 |
| <b>90</b>  | <i>Microdesmis keayana</i> Léonard                   | 2 | 28.9 | 0.9846 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>91</b>  | <i>Mikania cordata</i> (Brum. f.) B. L. Robinson     | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>92</b>  | <i>Millettia zechiana</i> Harms                      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 54.5 | 0.3209 | 1 | 14.3 | 1      |
| <b>93</b>  | <i>Mimosa invisa</i> Mart. Ex Colla                  | 0 | 0    | 1      | 1 | 50.0 | 0.3965 | 2 | 50.0 | 0.2559 | 0 | 0    | 1      |
| <b>94</b>  | <i>Momordica cabrae</i> (Cogn.) Jeffrey              | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |
| <b>95</b>  | <i>Monodora tenuifolia</i> Benth.                    | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>96</b>  | <i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.                 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>97</b>  | <i>Myrianthus libericus</i> Rendle                   | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>98</b>  | <i>Napoleonaea vogelii</i> Hook. & Planch.           | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>99</b>  | <i>Nauclea latifolia</i> Sm.                         | 3 | 50.0 | 0.2418 | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>100</b> | <i>Nephrolepis biserata</i> (Sw.) Schott             | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>101</b> | <i>Neuropeltis acuminata</i> (P. Beauv) Benth.       | 3 | 81.8 | 0.1060 | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 3 | 33.3 | 0.4221 |
| <b>102</b> | <i>Neuropeltis prevosteoides</i> Mangenot            | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>103</b> | <i>Newbouldia laevis</i> (P. Beauv.) seem. ex Bureau | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| <b>104</b> | <i>Oldenlandia corymbosa</i> L. var. corymbosa       | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |

|     |   |   |      |        |   |      |        |   |      |        |          |             |               |
|-----|---|---|------|--------|---|------|--------|---|------|--------|----------|-------------|---------------|
| 105 | <i>Palisota hirsuta</i> (Thun.) Schum ex Engl.      | 3 | 30.0 | 0.6697 | 0 | 0    | 1      | 3 | 27.8 | 0.7912 | 1        | 28.6        | 0.6477        |
| 106 | <i>Panicum brevifolium</i> Linn.                    | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3        | 33.3        | 0.4115        |
| 107 | <i>Panicum laxum</i> Sw.                            | 0 | 0    | 1      | 1 | 75.0 | 0.3937 | 2 | 50.0 | 0.2398 | 3        | 33.3        | 0.4221        |
| 108 | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                        | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 2 | 85.7 | 0.0690 | 2        | 45.3        | 0.2779        |
| 109 | <i>Paspalum scobiculatum</i> L. var. scrobiculatum  | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 110 | <i>Paspalum vaginatum</i> Sw.                       | 0 | 0    | 1      | 2 | 66.7 | 0.3937 | 3 | 33.3 | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 111 | <i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth.              | 3 | 21.4 | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 2        | 50.0        | 0.1692        |
| 112 | <i>Petersianthus macrocarpus</i> (P. Beauv.) Liben. | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 35.6 | 0.6185 | 0        | 0           | 1             |
| 113 | <i>Phyllanthus amarus</i> Schum. & Thonn.           | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 114 | <i>Phyllanthus muellerianus</i> (O. Ktze.) Exell    | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3        | 33.3        | 0.4169        |
| 115 | <i>Piper guineense</i> Schum. & Thonn.              | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 116 | <i>Platysepalum hirsutum</i> (Dunn) Hepper          | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 117 | <i>Polyalthia oliveri</i> Engl.                     | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 118 | <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn                | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 3        | 27.5        | 0.7976        |
| 119 | <b><i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.</b>  | 0 | 0    | 1      | 2 | 46.3 | 0.5961 | 0 | 0    | 1      | <b>2</b> | <b>92.5</b> | <b>0.0284</b> |
| 120 | <i>Raphia hookeri</i> G.Mann. & H. Wendl.           | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 121 | <i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.                   | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 33.3 | 1      | 1        | 14.3        | 1             |
| 122 | <i>Rhabdophyllum affine</i> (Hook.f.) Engl.         | 3 | 30.0 | 0.6793 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 123 | <i>Rhigiocarya peltata</i> Miège                    | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 66.7 | 0.2492 | 3        | 33.3        | 0.4169        |
| 124 | <i>Rhigiocarya racemifera</i> Miers                 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 25.0 | 0.7912 | 2        | 14.4        | 1             |
| 125 | <i>Salacia nitida</i> (Benth.) N. E. Br.            | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 25.0 | 0.7720 | 0        | 0           | 1             |
| 126 | <i>Scoparia dulcis</i> L.                           | 0 | 0    | 1      | 1 | 30.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 127 | <i>Setaria chevalieri</i> Stapf                     | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 0        | 0           | 1             |
| 128 | <i>Sida acuta</i> Brum. f. subsp. <i>acuta</i>      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 22.2 | 0.7934 | 0        | 0           | 1             |

|     |   |   |      |        |   |      |        |   |      |        |   |      |        |
|-----|---|---|------|--------|---|------|--------|---|------|--------|---|------|--------|
| 129 | <i>Sida alba</i> L.   | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 50.0 | 0.2559 | 0 | 0    | 1      |
| 130 | <i>Solanum rugosum</i> Dunal                                  | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 50.0 | 0.2559 | 2 | 50.0 | 0.1692 |
| 131 | <i>Sphenocentrum jollyanum</i> Pierre                         | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 132 | <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl                   | 0 | 0    | 1      | 1 | 50.0 | 0.3965 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 133 | <b><i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walt.) Kuntze</b>          | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 3 | 22.2 | 1      | 2 | 93.1 | 0.0278 |
| 134 | <i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.                           | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 50.0 | 0.1560 |
| 135 | <i>Strombosia pustulata</i> Oliv. var. pustulata              | 3 | 37.5 | 0.4507 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 136 | <i>Strophanthus hispidus</i> DC.                              | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 137 | <i>Tabernaemontana crassa</i> Benth.                          | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 138 | <i>Tarennia corymbosa</i> (Willd.) Pit.                       | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |
| 139 | <i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.               | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 1 | 55.6 | 0.3059 | 1 | 34.9 | 0.5419 |
| 140 | <i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.                            | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 141 | <i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. Ex C.DC.) Pellegr.       | 3 | 50.0 | 0.2525 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 142 | <i>Urera repens</i> (Wedd.) Rendle                            | 0 | 0    | 1      | 2 | 33.3 | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 143 | <i>Uvaria afzelii</i> Sc. Elliot                              | 3 | 50.0 | 0.2525 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |
| 144 | <i>Uvariadendron angustifolium</i> (Engl. & Diels) R.E. Fries | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 1 | 14.3 | 1      |
| 145 | <i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott                   | 0 | 0    | 1      | 1 | 50.0 | 0.3965 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |
| 146 | <i>Xanthosoma wendlandii</i> (Schott) Standl.                 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 2 | 50.0 | 0.2559 | 1 | 14.3 | 1      |
| 147 | <i>Xylopia villosa</i> Chipp                                  | 3 | 37.5 | 0.4651 | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      | 0 | 0    | 1      |

Légende : IV : Valeur Indicative ; P\* : Probabilité.

**Table 24 :** Les variables du sol de tous les sites échantillonnés du Parc National du Banco -quantification dans chacune des quatre communautés différentes.

| Stations  | Al <sup>3+</sup><br>(m<br>ég/<br>10<br>0g)  | C/<br>N   | H <sup>+</sup><br>(m<br>g/<br>10<br>0g) | K<br>éc<br>(m<br>h<br>g/<br>10<br>0g) | M<br>g<br>éc<br>(m<br>h<br>g/<br>10<br>0g) | M<br>g<br>(m<br>g/<br>10<br>0g) | P<br>(m<br>g/<br>10<br>0g) | p<br>H<br>kc<br>l | K<br>(m<br>g/<br>10<br>0g) | Na<br>éc<br>(m<br>h<br>g/<br>10<br>0g) | CE<br>C<br>(m<br>ég/<br>10<br>0g) | C<br>O<br>(g/<br>kg<br>l'e<br>au<br>) | p<br>H<br>de<br>l'e<br>au<br>) | Ca<br>(m<br>g/<br>10<br>0g) | N<br>tot<br>(m<br>g/<br>10<br>0g) | Ca<br>éc<br>(m<br>g/<br>10<br>0g) | %<br>H<br>u<br>m<br>us | %<br>A<br>rg<br>ile | %<br>Li<br>m<br>on<br>fi<br>n | %<br>In<br>di<br>ce<br>ba<br>tt<br>an<br>ce | %<br>Li<br>m<br>on<br>os<br>tal | %<br>Li<br>m<br>on<br>tal | %<br>Sa<br>bl<br>e<br>n | %<br>Sa<br>bl<br>e<br>r | %<br>Sa<br>bl<br>e<br>r |  |  |
|---|---|-----------|---|---------------------------------------|--|---------------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|--|
| <b>Communa<br/>uté de<br/>Cola-<br/>Dichapetal<br/>um</b> |   |           |   |                                       |  |                                 |                            |                   |                            |  |                                   |                                       |                                |                             |                                   |                                   |                        |                     |                               |   |                                 |                           |                         |                         |                         |  |  |
| 1   | Forêt<br>fermé<br>el<br>Anon<br>koi         | 3,4<br>,1 | 12                                      | 0,8<br>4                              | 4  | 3,3<br>2,2                      | 0,5<br>3,                  | 3,<br>9           | 1                          | 1,8                                    | 2,3<br>6                          | 13<br>,4<br>4                         | 4,<br>61                       | 13,<br>1                    | 0,1                               | 15,<br>9                          | 2,<br>68<br>8          | 13<br>,0<br>21      | 2,<br>29<br>8                 | 0,<br>10<br>8                               | 1,<br>14<br>9                   | 3,<br>44<br>7             | 18<br>,2<br>14          | 65<br>,3<br>19          | 83<br>,5<br>32          |  |  |
| 2   | Forêt<br>fermé<br>el<br>Ecoto<br>urism<br>e | 4,1<br>,7 | 14                                      | 0,7<br>4,1                            | 4,1  | 2,1<br>1,1                      | 0,5<br>3,<br>6             | 3,<br>6           | 1,3                        | 3,8                                    | 1,8<br>8                          | 13<br>,8<br>4                         | 4,<br>31                       | 2,8                         | 0,1                               | 5,8                               | 2,<br>76<br>8          | 8,<br>91<br>5       | 1,<br>85<br>7                 | 0,<br>09<br>9                               | 1,<br>11<br>4                   | 2,<br>97<br>2             | 14<br>,2<br>79          | 73<br>,8<br>34          | 88<br>,1<br>13          |  |  |
| 3   | Forêt<br>fermé<br>el<br>N'dotr<br>é         | 3,8<br>,5 | 13                                      | 0,7<br>2,5                            | 2,3  | 1,3<br>0,2                      | 0,2<br>3,<br>7             | 3,<br>7           | 0,1                        | 2,3                                    | 2,7<br>4                          | 15<br>,7<br>9                         | 4,<br>26                       | 2,4                         | 0,1                               | 5                                 | 3,<br>15<br>8          | 10<br>,3<br>81      | 1,<br>92<br>2                 | 0,<br>09<br>6                               | 1,<br>53<br>8                   | 3,<br>46<br>94            | 20<br>,7<br>65          | 65<br>,3<br>65          | 86<br>,1<br>58          |  |  |

|          |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|--|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>4</b> | Forêt<br>fermé<br>e 2<br>Anon<br>koi         | 3,6 | 12 | 0,7 | 3,8 | 3,8 | 2,4 | 0,3 | 3, | 1,7 | 2,4 | 2,3 | 13 | 4, | 9   | 0,1 | 12, | 2, | 13 | 2, | 0, | 1, | 3, | 18 | 65 | 83 |
|          |  |     | ,8 |     |     |     |     |     | 7  |     |     | 6   | ,4 | 61 |     |     | 8   | 68 | ,0 | 29 | 10 | 14 | 44 | ,2 | ,3 | ,5 |
|          |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 4   |    |    |     |     | 8   | 21 | 8  | 8  | 9  | 7  | 14 | 19 | 32 |    |
| <b>5</b> | Forêt<br>fermé<br>e 2<br>Ecoto<br>urism<br>e | 3,9 | 14 | 1   | 2,1 | 3,7 | 2,7 | 2,6 | 3, | 2   | 0   | 1,8 | 13 | 4, | 4,2 | 0,1 | 1,6 | 2, | 8, | 1, | 0, | 1, | 2, | 14 | 73 | 88 |
|          |  |     | ,1 |     |     |     |     |     | 4  |     |     | 8   | ,8 | 31 |     |     |     | 76 | 91 | 85 | 09 | 11 | 97 | ,2 | ,8 | ,1 |
|          |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 4   |    |    |     |     |     | 8  | 5  | 7  | 9  | 4  | 2  | 79 | 34 | 13 |
| <b>6</b> | Forêt<br>fermé<br>e 2<br>N'dotr<br>é         | 3,8 | 13 | 0,6 | 0,3 | 1,6 | 0,7 | 0,2 | 3, | 0   | 0,6 | 2,7 | 15 | 4, | 1,3 | 0,1 | 0   | 3, | 10 | 1, | 0, | 1, | 3, | 20 | 65 | 86 |
|          |  |     | ,7 |     |     |     |     |     | 5  |     |     | 4   | ,7 | 26 |     |     |     | 15 | ,3 | 92 | 09 | 53 | 46 | ,7 | ,3 | ,1 |
|          |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 9   |    |    |     |     |     | 8  | 81 | 2  | 6  | 8  |    | 94 | 65 | 58 |
| <b>7</b> | Forêt<br>fermé<br>e 3<br>Ecoto<br>urism<br>e | 4   | 14 | 0,8 | 0,9 | 2,4 | 1,2 | 1   | 3, | 1   | 0   | 1,8 | 13 | 4, | 1,9 | 0,1 | 6,3 | 2, | 8, | 1, | 0, | 1, | 2, | 14 | 73 | 88 |
|          |  |     | ,3 |     |     |     |     |     | 5  |     |     | 8   | ,8 | 31 |     |     |     | 76 | 91 | 85 | 09 | 11 | 97 | ,2 | ,8 | ,1 |
|          |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 4   |    |    |     |     |     | 8  | 5  | 7  | 9  | 4  | 2  | 79 | 34 | 13 |
| <b>8</b> | Forêt<br>fermé<br>e 3<br>N'dotr<br>é         | 4   | 14 | 0,9 | 0,6 | 4,4 | 2,5 | 0,2 | 3, | 0   | 0,6 | 2,7 | 15 | 4, | 4,8 | 0,1 | 3,5 | 3, | 10 | 1, | 0, | 1, | 3, | 20 | 65 | 86 |
|          |  |     | ,3 |     |     |     |     |     | 3  |     |     | 4   | ,7 | 26 |     |     |     | 15 | ,3 | 92 | 09 | 53 | 46 | ,7 | ,3 | ,1 |
|          |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 9   |    |    |     |     |     | 8  | 81 | 2  | 6  | 8  |    | 94 | 65 | 58 |

**La  
communa  
uté mixte**

|          |   |           |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|---|-----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>1</b> | <i>Chromolae na</i><br>jeunes 2<br>Ecoturisme | 3,7<br>,3 | 13 | 0,5 | 6,7 | 1   | 0,3 | 0,8 | 3,8 | 0,3 | 1,2 | 1,4 | 7,2  | 4,75 | 2,7  | 0   | 3,9  | 1,55 | 5,86 | 1,46 | 0,14 | 1,09 | 2,56 | 13,8 | 77,7 | 91,5 |
| <b>2</b> | <i>Chromolae na</i><br>jeunes 3<br>Ecoturisme | 3,9<br>,2 | 14 | 0,5 | 8   | 0,7 | 0,2 | 0,8 | 3,8 | 0,5 | 1,5 | 1,4 | 7,2  | 4,75 | 2,3  | 0   | 1    | 1,55 | 5,86 | 1,46 | 0,14 | 1,09 | 2,56 | 13,8 | 77,7 | 91,5 |
| <b>3</b> | <i>Chromolae na</i><br>jeunes 3<br>N'dotr é   | 3,7<br>,3 | 13 | 0,4 | 6,9 | 0,8 | 0,8 | 0,2 | 4,2 | 0,5 | 2,3 | 3,7 | 10,6 | 6,42 | 13,2 | 0,1 | 4,4  | 2,02 | 10,5 | 2,26 | 0,13 | 1,13 | 3,39 | 19,7 | 66,2 | 86,0 |
| <b>4</b> | Espèc<br>es rudé<br>rales 1<br>Anon<br>koi    | 3,9<br>,2 | 14 | 0,3 | 1,5 | 1,7 | 0,7 | 0,2 | 4,2 | 1,2 | 0,3 | 1,6 | 8,01 | 5,29 | 7,5  | 0,1 | 4,1  | 1,60 | 7,78 | 2,96 | 0,21 | 0,74 | 3,70 | 17,4 | 71,0 | 88,5 |
| <b>5</b> | Espèc<br>es rudé<br>rales                     | 4<br>,4   | 14 | 0,3 | 1,4 | 2,5 | 1,5 | 0,2 | 5   | 2,8 | 0,4 | 1,6 | 8,01 | 5,29 | 25,9 | 0,1 | 20,4 | 1,60 | 7,78 | 2,96 | 0,21 | 0,74 | 3,70 | 17,4 | 71,0 | 88,5 |





| Anon<br>koi  |                                |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|--------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| La communauté<br>de Acacia-<br>Ageratum-<br>Thaumatococcus |                                |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| s  |                                |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1  | Chromolae<br>na<br>jeunes<br>1 | 3,7 | 13 | 0,5 | 11, | 2,8 | 2,2 | 0,4 | 4  | 1,6 | 2,5 | 2,2 | 11 | 4, | 9,9 | 0,1 | 8,4 | 2, | 10 | 2, | 0, | 0, | 2, | 14 | 72 | 86 |
|  |                                | ,4  |    | 5   |     |     |     |     |    |     |     | ,7  | 7  |    |     |     |     | 35 | ,4 | 23 | 11 | 74 | 98 | ,2 | ,3 | ,5 |
|  |                                |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 7   |    |    |     |     |     | 4  | 38 | 7  | 5  | 6  | 2  | 56 | 23 | 79 |
| 2  | Chromolae<br>na<br>jeunes<br>1 | 4   | 14 | 0,2 | 12, | 6,2 | 5,8 | 2   | 6, | 2,3 | 3   | 3,7 | 10 | 6, | 19  | 0,1 | 17  | 2, | 10 | 2, | 0, | 1, | 3, | 19 | 66 | 86 |
|  |                                | ,4  |    | 3   |     |     |     |     | 8  |     |     | 6   | ,1 | 42 | 2,7 |     | 2,3 | 02 | ,5 | 26 | 13 | 13 | 39 | ,7 | ,2 | ,0 |
|  |                                |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 1   |    |    |     |     |     | 2  | 45 |    | 8  |    |    | 95 | 7  | 65 |
| 3  | Chromolae<br>na<br>jeunes<br>2 | 4,2 | 15 | 0,3 | 14  | 1,9 | 1,9 | 0,4 | 4, | 1,5 | 1,8 | 2,2 | 11 | 4, | 11, | 0,1 | 9,8 | 2, | 10 | 2, | 0, | 0, | 2, | 14 | 72 | 86 |
|  |                                | ,2  |    |     |     |     |     |     | 1  |     |     |     | ,7 | 7  | 6   |     |     | 35 | ,4 | 23 | 11 | 74 | 98 | ,2 | ,3 | ,5 |
|  |                                |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 7   |    |    |     |     |     | 4  | 38 | 7  | 5  | 6  | 2  | 56 | 23 | 79 |
| 4  | Chromolae<br>na<br>jeunes      | 3,8 | 13 | 0,5 | 9,2 | 2,7 | 1,5 | 0,4 | 4, | 0,9 | 2,1 | 3,7 | 10 | 6, | 9,4 | 0,1 | 10, | 2, | 10 | 2, | 0, | 1, | 3, | 19 | 66 | 86 |
|  |                                | ,5  |    |     |     |     |     |     | 2  |     |     | 6   | ,1 | 42 |     | 9   | 02  | ,5 | 26 | 13 | 13 | 39 | ,7 | ,2 | ,0 |    |
|  |                                |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 1   |    |    |     |     |     | 2  | 45 |    | 8  |    |    | 95 | 7  | 65 |



|           |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|--|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>9</b>  | <i>Chromolae</i><br><i>na</i><br>vieux<br>2<br>Anon<br>koi         | 3,8 | 13 | 0,4 | 3,9 | 2,9 | 1,6 | 0,2 | 4, | 1,2 | 3,3 | 1,0 | 9, | 4, | 9,4 | 0,1 | 13  | 1, | 8, | 2, | 0, | 1, | 3, | 16 | 71 | 88 |
|           |  |     | ,5 |     |     |     |     |     | 1  |     |     | 2   | 1  | 94 |     |     |     | 82 | 11 | 21 | 15 | 10 | 31 | ,8 | ,7 | ,5 |
|           |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     | 1  | 3  | 3  | 8  | 6  | 9  | 17 | 51 | 68 |
| <b>10</b> | <i>Chromolae</i><br><i>na</i><br>vieux<br>2<br>Ecoto<br>urism<br>e | 3,3 | 12 | 0,5 | 7,4 | 6,6 | 3,8 | 0,5 | 4, | 3,1 | 2,4 | 2,3 | 13 | 5, | 18, | 0,1 | 25, | 2, | 8, | 1, | 0, | 1, | 2, | 12 | 75 | 88 |
|           |  |     |    |     |     |     |     |     | 1  |     |     |     | ,8 | 12 | 9   |     | 5   | 77 | 91 | 85 | 09 | 11 | 97 | ,9 | ,1 | ,1 |
|           |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     | 9  |    |     |     |     | 8  | 9  | 8  | 9  | 5  | 3  | 78 | 3  | 08 |
| <b>11</b> | <i>Chromolae</i><br><i>na</i><br>vieux<br>2<br>N'dotr<br>é         | 3,6 | 12 | 0,3 | 5,2 | 4,2 | 2,8 | 0,4 | 4, | 1,7 | 2,7 | 7,8 | 13 | 6, | 29, | 0,1 | 30, | 2, | 8, | 2, | 0, | 1, | 3, | 14 | 72 | 87 |
|           |  |     | ,9 |     |     |     |     |     | 5  |     |     | 4   | ,6 | 54 | 1   | 4   | 73  | 98 | 62 | 13 | 12 | 74 | ,4 | ,8 | ,2 |    |
|           |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     | 5   |    |    |     |     |     |    | 3  |    | 2  | 3  | 3  | 63 | 1  | 74 |
| <b>12</b> | <i>Chromolae</i><br><i>na</i><br>vieux<br>3<br>Anon<br>koi         | 3,8 | 13 | 0,4 | 2,9 | 1,6 | 0,7 | 0,2 | 4, | 0,7 | 2,6 | 1,0 | 9, | 4, | 4,1 | 0   | 7,1 | 1, | 8, | 2, | 0, | 1, | 3, | 16 | 71 | 88 |
|           |  |     | ,6 |     |     |     |     |     | 2  |     |     | 2   | 1  | 94 |     |     |     | 82 | 11 | 21 | 15 | 10 | 31 | ,8 | ,7 | ,5 |
|           |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     | 1  | 3  | 3  | 8  | 6  | 9  | 17 | 51 | 68 |
| <b>13</b> | <i>Chromolae</i><br><i>na</i>                                      | 3,4 | 12 | 0,5 | 3   | 4,6 | 3,1 | 0,5 | 4, | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 13 | 5, | 20, | 0,1 | 21, | 2, | 8, | 1, | 0, | 1, | 2, | 12 | 75 | 88 |
|           |  |     | ,3 |     |     |     |     |     | 2  |     |     |     | ,8 | 12 | 5   |     | 3   | 77 | 91 | 85 | 09 | 11 | 97 | ,9 | ,1 | ,1 |
|           |  |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     | 9  |    |     |     |     | 8  | 9  | 8  | 9  | 5  | 3  | 78 | 3  | 08 |



## **SECTION V**

# **1 Master thesis publicly supported**

**ETUDE DE LA PERCEPTION DES MAUVAISES HERBES ET DES ESPECES  
VEGETALES EXOTIQUES PAR LA POPULATION DES MILIEUX AGRICOLES EN  
COTE D'IVOIRE, L'EXEMPLE DE *CHROMOLAENA ODORATA***

**LOUISE MAROUN**

**TRAVAIL DE FIN D'ETUDES PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU  
DIPLOME DE  
MASTER BIOINGENIEUR EN GESTION DES FORETS ET DES ESPACES  
NATURELS**

**ANNEE ACADEMIQUE 2016-2017**

**CO-PROMOTEURS: A. MONTY, M-S TIÉBRÉ**

## Remerciements

Merci à ma co-promotrice Mme Marie-Solange Tiébré pour m'avoir présenté ce passionnant sujet, pour avoir fait en sorte qu'aussi bien mon séjour que mon travail de terrain se déroulent de la meilleure manière possible, ainsi que pour l'ensemble de son suivi scientifique.

Merci à mon co-promoteur Mr Arnaud Monty de l'unité Biodiversité et Paysage à Gembloux AgroBio-Tech pour m'avoir apporté son appui scientifique, ses conseils ainsi que pour tout son suivi au cours de ce quadrimestre.

Merci aux doctorants du laboratoire de botanique de l'Université Félix-Houphouët Boigny, Mireille Pitta Badjo, Vanessa Akafou Sopie, Roseline Gnanazan Zinsi, Claver Yian et Franck Pagny de m'avoir intégrée dans leur équipe, ainsi que pour tous ces bons moments passés ensemble riches en partage, et aussi pour m'avoir fait découvrir la culture et la cuisine ivoirienne.

Merci plus particulièrement à Claver Yian et Franck Pagny pour leur aide, leur efficacité et leur patience lors de la partie terrain.

Merci encore à Claver Yian d'avoir fait tout son possible pour que mon séjour et mon travail se passe dans d'aussi bonnes conditions et pour son aide précieuse durant ce travail.

Merci au PACODEL de m'avoir octroyé une bourse ayant rendu possible mon séjour en Côte d'Ivoire.

Merci à Mme Touré, qui a fait en sorte que je puisse être tout à fait bien installée dans mon logement sur le campus de l'Université Félix-Houphouët Boigny.

Merci à Mr Jean Assi pour l'identification botanique des espèces rencontrées.

Merci à Mr Grégory Mahy pour sa relecture mais aussi pour ses conseils avisés et ses pistes de réflexions.

Merci à Mr Marc Dufrêne et Mr Yves Brostaux pour leur aide dans les analyses statistiques.

Merci à Mr Mathurin Koffi Yian et Mme Salé Bojué et à Malika Yian pour m'avoir accueillie si chaleureusement chez eux durant plusieurs jours à Gagnoa et Issia, pour l'aide qu'ils ont pu apporter dans cette étude, ainsi que pour ces souvenirs mémorables.

Merci à Mr et Mme Daniel et Jeannette Kotokpa pour leur accueil à Sikensi, pour ces discussions enrichissantes et ces bons repas servis le soir au maquis.

Merci à Germain Kouassi pour son accueil, pour son aide, et pour nous avoir accompagnés pendant une longue journée de terrain.

Merci à Prisca Angrah et à son oncle Laurent Edirne Any qui nous ont été d'une grande aide pour le village de Braffoueby.

Merci à l'ensemble des chefs des villages de Bobia, Titiékou, Mahinadopa, Séréguhé, Guéguhé, Braffoueby, Badasso, Memni et Grand-Alépé, pour leur accueil et pour avoir veillé à ce que les enquêtes se fassent dans de bonnes conditions. Merci tout particulièrement au chef Yapi de GrandAlépé pour le koutoukou.

Merci à Luc Ahidjé et Aimé Vagba du village de Bobia pour leur aide mais surtout pour leur accueil incroyable.

Merci à mes parents, qui m'ont toujours soutenue dans mes études et dans mes projets.

Merci à Tahir pour son accueil, pour m'avoir supporté moi et mes étourderies et pour m'avoir fait visiter la Côte d'Ivoire.

Merci à tous les forestiers de la promotion, pour tous ces bons moments passés ensemble.

Pour finir, merci à mes bichettes Paupau, Floffy, Blobby et le petit Fushi pour avoir rendu ces dernières années universitaires tout simplement inoubliables.

## Résumé

Les espèces végétales invasives constituent une des causes de l'actuelle crise de la biodiversité, mais ont aussi un impact agronomique important et entraînent parfois des pertes de rendement. En Afrique de l'Ouest, une part importante de la population est composée de paysans pratiquant une agriculture extensive. Ces derniers sont directement concernés par l'impact des espèces exotiques dans leur champ en tant qu'adventices, mais aussi dans leur vie quotidienne. En Afrique, l'espèce exotique invasive *Chromolaena odorata* est connue comme adventice notable dans les cultures. Toutefois, elle peut être aussi utilisée en agriculture sur brûlis en tant que plante de jachère, et présente également des propriétés médicinales.

Ainsi, ce mémoire utilise l'approche de la perception de la population dans le but de comprendre qu'elle est la place des espèces exotiques parmi les adventices, et plus particulièrement qu'elle est la perception de la population à propos de *Chromolaena odorata*.

L'étude se déroule dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Une enquête de perception a été réalisée dans quatre zones d'études à l'intérieur desquelles deux ou trois villages ont été échantillonnés. Dans chaque village, environ trente personnes ont été interrogées sur base d'un questionnaire. Selon les résultats de l'enquête, les espèces exotiques ont une place importante dans les adventices présentes dans les cultures, notamment *Chromolaena odorata*, *Croton hirtus*, *Mimosa* sp (*pudica* ou *invisa*) et *Pueraria phaseoloides*. Dans cette étude, la moitié de la population considère *Chromolaena odorata* comme une plante qui est bénéfique. Cette dernière est reconnue par la population comme envahissante dans les cultures. Malgré cela, une nette majorité des paysans ivoiriens lui ont identifiée des propriétés améliorantes pour le sol et l'utilise comme plante médicinale. Certains lui ont même identifiés des impacts positifs dans les cultures.

En s'intéressant au cas précis de *Chromolaena odorata*, il apparaît donc que la perception générale d'une espèce exotique par la population est influencée par les coûts et les bénéfices qu'ils en perçoivent. Il est alors important de bien comprendre le point de vue des populations afin d'adopter par la suite une gestion des invasives plus durable.

## Abstract

Invasive alien species (IAS) are one of the causes of the current biodiversity crisis. They also have an important impact on agronomy and sometimes may bring to loss of yields. In West Africa, an important part of the population is composed of farmers practicing extensive agriculture. These people are directly concerned by impacts of IAS on their field, but also on

their daily life. In Africa, the IAS *Chromolaena odorata* is known as a common weed. However, this species can also be used in slash and burn agriculture as fallow plant, and in medicine.

Therefore, this study use a people's perception approach in order to understand what is the place of IAS in weed and what is the people's perception about *Chromolaena odorata*.

The study takes place in the South of Ivory Coast. A perception survey was done in four study areas within wich two or three villages were sampled. In each village, thirty peoples were interviewed on the basis of a questionnaire.

According to the results, IAS are important among weeds in culture, specially *Chromolaena odorata*, *Croton hirtus*, *Mimosa* sp (*pudica* or *invisa*) and *Pueraria phaseoloides*. In this study, half of the population considers *Chromolaena odorata* as a beneficial plant. This plant is known by the population as invasive in culture. But, a large majority of peasants has identified beneficial properties on the soil and use it as a medicinal plant. Some of them have even identified positive impacts on culture.

Thus in the specific case of *Chromolaena odorata*, it appears that people's general perception of an IAS is influenced by costs and benefice they perceive. Then, this is important to understand the population's view in order to adopt a more sustainable IAS management.

## **1. Introduction**

### **1.1. Problématique**

#### **1.1.1. Espèces végétales invasives**

Les espèces végétales invasives représentent une sérieuse menace pour la biodiversité en perturbant les écosystèmes, et en homogénéisant le paysage (McKinney *et al.* 2001). Certaines peuvent être négatives pour la santé humaine, en causant des allergies ou en étant vecteur de pathogènes (Pysek et Richardson 2010). Leur tempérament colonisateur leur permet également de s'établir dans des parcelles agricoles, causant alors des problèmes agronomiques avec des pertes de rendement. Ces espèces ont donc un coût certain dans l'économie d'un pays, pouvant provoquer des pertes financières colossales. Par exemple, on estime une perte de 137 milliards de dollars chaque année aux Etats-Unis, et de 7 milliards de dollars en Afrique du Sud (Paini *et al.* 2016).

Les plantes invasives sont définies comme étant exotiques, introduites accidentellement ou volontairement par l'homme, naturalisées et envahissantes (Colautti et MacIsaac 2004). Une espèce est dite naturalisée une fois qu'elle est capable de se reproduire dans le milieu dans lequel elle a été introduite, et elle est considérée comme étant en stade d'invasion lorsqu'elle est capable de se disperser et perturbe les écosystèmes (Richardson *et al.* 2000).

Bien qu'étant identifiée comme étant un facteur majeur dans la crise de la biodiversité (Butchart *et al.* 2010), la notion d'espèce invasive souffre encore de quelques ambiguïtés, et cela au sein même de la communauté scientifique (Selge, *et al.* 2011). Tout d'abord, le terme en anglais « invasive » peut prêter à confusion dans la littérature scientifique, car il se traduit en français par « envahissant », et n'inclut donc pas systématiquement la notion d'exotique introduite par l'homme. Or une plante envahissante peut très bien être native, c'est notamment le cas du lierre (*Hedera helix*) en Belgique (Metcalf 2005). Dans le langage courant, les plantes invasives sont donc facilement confondues avec les mauvaises herbes, qui sont des plantes colonisant et envahissant les cultures [1].

Les termes employés pour qualifier les espèces invasives sont fréquemment « alien species », « non-native species », « invasive alien species », et dans ces cas, la notion d'exotique est bien incluse. Cependant, cette notion peut poser quelques questions, notamment quant à la date d'introduction (Selge *et al.* 2011). En effet, de nombreuses espèces peuvent être considérées comme natives ou non-natives en fonction de l'échelle de temps choisie (dizaines, centaines, ou milliers d'années). Le concept d'exotique a ainsi une certaine part arbitraire dans sa définition, ce qui est source de critique (Warren 2007). De plus, des espèces étendant leur aire de répartition sont quelques fois qualifiées elles aussi de « non-natives » dans la littérature (Chivian et Bernstein 2008).

Pour finir, la différence entre le stade de naturalisation et le stade d'invasion d'une espèce exotique est également source de confusion. Ces deux termes sont régulièrement employés comme synonyme l'un de l'autre dans des publications scientifiques (Richardson *et al.* 2000).

Dans ce travail, la définition retenue pour une espèce invasive est celle d'une espèce exotique qui est au minimum au stade de naturalisation. Le choix de ne pas faire de différence entre le stade de naturalisation et le stade d'invasion se justifie par le fait que dans le pays où se déroule l'étude (Côte d'Ivoire), les informations à ce sujet ne sont pas toujours actualisées ou complètes.

### **1.1.2. Importance de la perception dans la gestion des espèces invasives**

Bien que des débats existent chez les écologues quant à la définition des invasives, il existe un consensus concernant la nécessité d'adopter des mesures de gestion dans le but de préserver les milieux naturels. Cependant, au niveau de la population, les avis sont plus contrastés à ce sujet. En effet, la perception peut être très différente entre les personnes travaillant dans la conservation de la nature et le reste de la population (Lundberg 2010). Par exemple, pour certaines personnes, toutes les espèces ont le droit d'exister et l'homme ne doit pas intervenir dans les écosystèmes (Sharp *et al.* 2011). Le débat prend même une part d'émotivité, lorsque la lutte contre les espèces exotiques à de la xénophobie et à du racisme envers ce qui est non-natif (Simberloff 2003; Warren 2007), en faisant ainsi une analogie avec l'être humain.

Actuellement, les recherches sur les espèces invasives se concentrent principalement sur des aspects écologiques ou économiques, mais peu sur la dimension sociale (C. M. Shackleton et Shackleton 2016). Pourtant, connaître la perception de la population à propos des espèces invasives, ainsi que les bénéfices et les coûts engendrés par ces espèces, permet d'adapter une politique de gestion des invasives pour la rendre plus efficace et plus durable (García-Llorente et al. 2008). De plus, si ces mesures ne sont pas comprises par le public, elles peuvent susciter une opposition pouvant être un frein pour ces mesures de gestion, et même les conduire à l'échec (Selge *et al.* 2011).

Récemment en Europe, des études se font dans un but de sensibilisation de la population à cette thématique (Schreck Reis *et al.* 2013), et plus particulièrement des personnes ayant un rôle dans la dispersion de l'espèce, telles que les personnes travaillant dans l'environnement ou dans l'horticulture (Vanderhoeven *et al.* 2011).

Dans les pays moins développés, la part de la population vivant en milieux rural est plus importante (Perrings 2005). Les espèces invasives peuvent alors avoir un impact direct dans la vie quotidienne de la population (Inderjit 2005). Les enquêtes de perception permettent de faire un état des lieux de la situation des plantes invasives dans la région, et de pouvoir donner des priorités d'action pour une future gestion. De plus, ces acteurs sont en contact avec ces plantes, et peuvent disposer de connaissances utiles à la recherche, notamment concernant le degré d'invasion ou l'apparition de nouvelles espèces.

### **1.1.3. Espèces invasives en Afrique de l'Ouest**

L'Afrique de l'Ouest est actuellement confrontée aux défis que représentent les espèces végétales invasives. *Chromolaena odorata*, *Lantana camara* et *Eichhornia crassipes* sont trois espèces figurant parmi les 100 espèces les plus néfastes au monde, et suscitent une attention particulière dans ces régions. Ces espèces sont en effet responsables de pertes économiques et agricoles importantes (Lowe *et al.* 2000; Borokini et Babalola 2012). D'autres d'espèces végétales exotiques sont également problématiques à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest, notamment *Mimosa pigra*, *Pistia stratiotes*, *Nypa fructans*, *Azadirachta indica* et *Broussonetia papyrifera* [2].

De plus, les espèces invasives sont une menace pour la biodiversité des zones naturelles protégées d’Afrique de l’Ouest. Par exemple, les espèces *Catharantus roseus*, *Chromolaena odorata*, *Cecropia peltata* et *Jatropha gossypifolia* ont été identifiées comme nuisibles dans des Aires Protégées au Ghana et au Burkina Faso [3].

En s’intéressant à l’échelle d’un pays comme le Nigeria, il apparaît un total de 316 espèces végétales invasives dans un récent recensement (Borokini et Babalola 2012). Aussi, dans la région d’Ashanti au Ghana, il a été prouvé que les exotiques *Chromolaena odorata* et *Centrosema pubescens* ont un impact négatifs sur les cultures et qu’elles sont dominantes en tant qu’adventices dans les champs cultivés (Anning et Yeboah-Gyan 2007).

Par ailleurs, il est important de préciser que certaines espèces exotiques invasives sont utilisées par la population dans divers domaines. Ainsi les plantes exotiques peuvent par exemple être exploitées en tant que source de bioénergie, de fertilisant, de fourrage pour le bétail, de matériau pour l’artisanat et en tant que plante médicinale (Njoroge *et al.* 2004; Borokini et Babalola 2012).

Le contexte de l’Afrique de l’Ouest est difficile pour entreprendre des mesures de gestion efficaces contre ces espèces invasives. Les contrôles mécanique et chimique sont couteux et les moyens financiers ne sont pas toujours disponibles (Barbosa 1998; Borokini et Babalola 2012). De plus, le contrôle mécanique est peu adapté aux terrains fréquemment difficiles de ces régions (Pimentel 2011).

#### **1.1.4. Pratiques agricoles en Afrique de l’Ouest, mauvaises herbes et lien avec les espèces invasives**

En Afrique de l’ouest, la production agricole végétale se fait principalement de manière traditionnelle, c’est-à-dire extensive, sans mécanisation et avec faible apports d’intrants. Ces systèmes ont de faibles rendements et demandent beaucoup de travail manuel (Morgan 1997; Hugon 2014). Deux avantages principaux à ces pratiques peuvent être cités. Le premier est que contrairement à un système intensif

l'espace cultivé n'est pas détérioré (Vergez 2011). Le deuxième est que dans un contexte de politiques instables et de fluctuation non propices à l'investissement, ces pratiques ne demandent pas ou très peu d'investissements financiers de la part des paysans (Brunel 2004).

Le système d'agriculture itinérante sur brûlis domine en Afrique de l'ouest. Les terres agricoles se composent alors de zones de cultures vivrières annuelles ou bisannuelles, de cultures pérennes destinées à l'exportation (par exemple des plantations de cacao, de café...), et de jachères (Morgan 1997).

La jachère est une composante essentielle à ce système car elle permet de rétablir un sol fertile après la culture, et de contrôler la quantité de mauvaises herbes pour la prochaine culture (Ickowitz 2006). Plus une jachère est vieille, et plus elle sera facile à désherber par la suite. Les agriculteurs pratiquent ainsi la jachère dans le but d'augmenter leur rendement (Floret et Pontanier 2000).

Dans le contexte d'augmentation de la population en Afrique, et de pression sur les terres arables, la durée des jachères en Afrique de l'Ouest a diminué. Elle est actuellement d'environ 3 à 7ans, alors qu'elle était de 12 à 15 ans par le passé (supérieur à 30 ans) (Ickowitz 2006). Cette tendance à la diminution de la durée de jachère est problématique car la fertilité du sol n'est plus entièrement reconstituée et, cela mène en conséquence à un épuisement des sols (Edoukou *et al.* 2017). Cependant, cette diminution peut également s'expliquer par l'arrivée de *Chromolaena odorata* qui s'est progressivement installée dans le paysage agricole d'Afrique de l'Ouest. Cette espèce accélère la succession végétale, et raccourcit le temps de l'installation de la forêt, dont l'ombre élimine les mauvaises herbes de la précédente culture (de Rouw 1991; Ngobo *et al.* 2004), Ainsi d'un point de vue agronomique, elle permet de diminuer le temps de jachère à un optimum de trois ans (Slaats *et al.* 1996).

Les communautés végétales présentes dans les jachères sont formées par ce qu'on appelle communément les « mauvaises herbes », ou espèces adventices. Celles-ci sont présentes également dans les cultures, et sont un facteur limitant dans l'agriculture africaine (Kent *et al.* 2001). Les parcelles agricoles, pérennes et vivrières doivent donc être régulièrement désherbées, de manière plus ou moins

fréquente selon l'âge et/ou le type de culture, afin d'éviter un envahissement pouvant mener à un abandon de la parcelle (Johnson 1997). En Afrique de l'ouest, l'agriculture est très peu mécanisée, en conséquence ce travail de désherbage est fait manuellement, avec la machette et/ou par pulvérisation de pesticides.

Les espèces adventices ont néanmoins une importance clé dans le système agricole, car ce sont elles qui colonisent les jachères et qui permettent de restituer la fertilité, et elles ont aussi un rôle de couverture de sol. En effet, les conditions tropicales nécessitent une couverture permanente du sol, afin de le protéger de l'érosion et d'éviter le lessivage des éléments minéraux (Botton et Halle 1957). Dans ce sens, l'usage de plantes de couverture est parfois encouragé dans les plantations pérennes, d'autant plus qu'elles permettent d'éviter l'apparition d'espèces adventices. C'est d'ailleurs pour cette raison que des espèces exotiques ont été introduites dans certains pays et y sont devenues invasives, telles que *Pueraria phaseoloïdes* en Afrique. Cette plante est originaire de Malaisie, et son usage en Afrique centrale comme plante de couverture dans les plantations de cacao, hévéa et palmier à huile a été conseillé par Auguste Chevalier en 1951 (Chevalier 1951).

En agriculture sur brûlis, les plantations agricoles sont établies dans des terrains perturbés, ce qui favorise l'installation d'espèces au tempérament pionnier, et également des invasives (Van Wilgen *et al.* 2001). Des plantes exotiques sont effectivement citées dans des études sur les communautés de jachères et d'adventices, telles que *Ageratum conyzoides* et *Euphorbia heterophylla* (Kent *et al.* 2001; Johnson et Kent 2002). Un effet de la plante invasive sur son milieu est la perte de diversité et une tendance à faire disparaître les autres espèces de l'endroit où elle se trouve (Pyek et Richardson 2010). Or, un système avec une plus grande diversité apporte de meilleurs services écosystémiques, avec par exemple une plus grande diversité de pollinisateurs (Bartomeus *et al.* 2008).

## **1.2. Le pays d'étude : la Côte d'Ivoire**

### **1.2.1. Contexte démographique et économique**

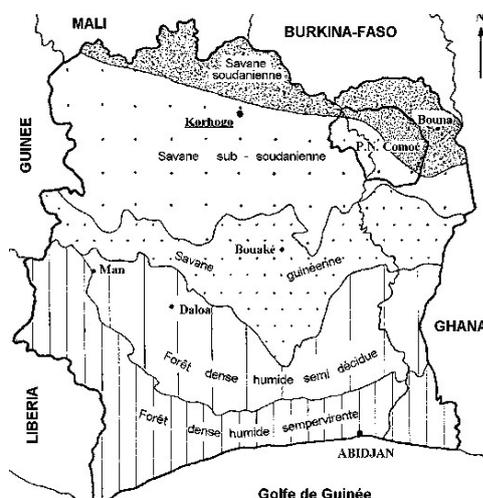


Figure 33 : Carte de la Côte d'Ivoire (Source de l'image: <https://cartes.visoterra.com/carteplan/cotedivoire.htm>)

La Côte d'Ivoire est un pays de l'Afrique de l'Ouest, situé entre les Tropiques du Cancer et l'Equateur. Ce pays compte environ 23 millions d'habitants sur une superficie de 322 462 km<sup>2</sup> [4]. Sa capitale économique est Abidjan, une ville toujours en expansion avec presque 5 millions d'habitants en 2014, c'est-à-dire environ 20% de la population totale du pays [5]. Yamoussoukro, la capitale administrative, compte elle seulement 310 000 habitants. La Côte d'Ivoire est la deuxième puissance économique de l'Afrique de l'Ouest et connaît un développement économique important avec notamment une croissance économique de 7,8% en 2016.

L'agriculture est un pilier pour son développement économique avec 22,3% de son PIB [6]. Le pays est le premier producteur mondial de cacao, et occupe également une place importante en Afrique dans l'exportation de caoutchouc, de noix de cajou, de banane... La Côte d'Ivoire possède en effet les atouts d'avoir un climat favorable aux plantations, et la présence du littoral avec le port d'Abidjan qui est le deuxième port d'Afrique subsaharienne. Néanmoins, les indices de développement humain restent faibles. Par exemple, l'Indice de Développement Humain (IDH) reprend l'espérance de vie, le taux d'alphabétisation et le niveau de vie, pour donner un score compris entre 0 et 10, 10 étant la valeur maximale de développement. Cet indice était de seulement 0,46 en 2014 [7]. Ainsi, sans une lutte anticorruption, la répartition de la croissance ne peut se faire équitablement, et la population des milieux ruraux ne peut ressentir les retombées économiques du développement de la Côte d'Ivoire.

## 1.2.2. Contexte écologique, climatique, et agricole



**Figure 34** : Carte de végétation de la Côte d'Ivoire (Source de l'image : <http://www.fao.org/docrep/003/X6885F/x6885f0b.htm>)

Le pays est situé en zone de transition entre la zone équatoriale humide et tropicale sèche. Il existe alors un gradient de végétation allant du Nord au Sud du pays (Figure 2), avec un climat plus sec et une végétation de type savane dans le Nord, et au Sud un climat plus humide et une végétation de type forêt tropicale dense humide (Avenard 1971)[4].

Ainsi, l'essentiel des plantations de le Sud de cacao, d'hévéa, de palmier à huile et de cocotiers se trouvent dans le Sud, où le climat y est particulièrement favorable (Le Guen 2004). En revanche dans le Nord, le climat est trop sec pour que ces plantations-ci puissent pousser.

Les pratiques agricoles du Nord sont principalement centrées sur les champs de coton. Les plantations d'anacarde et sur l'élevage de bétail (Charpentier *et al.* 1999). Aussi, dans les milieux ruraux en Côte d'Ivoire, la population pratique l'agriculture vivrière avec les cultures de riz, manioc, banane, mil, sorgho, piment et aubergine (Chaléard 1996).

Dans son ensemble, le système agricole ivoirien peut être défini comme extensif. Presque la totalité de la population rurale est concernée par l'agriculture. Le travail effectué dans les champs par les paysans se fait manuellement, avec un désherbage à la machette. Les seuls moyens modernes parfois utilisés sont les cyclomoteurs pour se rendre sur leur champ, et la pulvérisation de pesticide (Brunel 2004).

Il est également important de préciser que le pays assiste ces dernières années à une savanisation dans le Sud due à une déforestation au profit de l'agriculture (Brou 2010). En effet, la couverture forestière du pays est passée de 37% en 1960 à moins de 14% en 2010, et les reliques de zones de forêts tropicales denses humides, se trouvant dans les zones protégées subissent également une pression de la population [8].

### 1.2.3. Etat des connaissances sur les espèces invasives

Dans la littérature, relativement peu d'études sur les espèces invasives en Côte d'Ivoire ont été communiquées. En 2014, Neuba *et al.* ont fait un inventaire préliminaire des plantes invasives présentes en Côte d'Ivoire, reprenant 16 espèces en stade d'invasion et 14 espèces en stade de naturalisation. Dans cette liste, six espèces sont comptées dans les 32 plantes figurant dans la liste IUCN des 100 espèces invasives les plus néfastes du monde : *Cecropia peltata*, *Chromolaena odorata*, *Eichhornia crassipes*, *Lantana camara*, *Leucaena leucocephala*, et *Salvinia molesta* (Lowe *et al.* 2000).

Une analyse de la diversité végétale a été faite dans le parc national de la Marahoué, dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, situé entre Daloa et Yamoussoukro en 2008 par N'da *et al.* Dans celle-ci, l'espèce invasive *Chromolaena odorata* est l'espèce la plus abondante. La compétitivité de *Chromolaena odorata* a été étudiée dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, dans une zone englobant le parc national du Taï, plus grande zone forestière de la moitié Sud de la Côte d'Ivoire (de Rouw 1991). Grâce à son isolement géographique, cette partie du pays a connu un envahissement plus tardif de *Chromolaena odorata*. Cependant, depuis qu'elle est présente, la plante a un impact négatif sur la flore locale. Par exemple en zone ouverte, elle accélère l'installation de la forêt, perturbant alors la succession végétale en supprimant des étapes. Les autres plantes pionnières natives ne peuvent se développer et leur banque de graines s'épuise (N'da *et al.* 2008).

*Hopea odorata* est une espèce d'arbre exotique présent dans le parc national du Banco et dans la forêt classé de l'Angédédou, qui sont tous deux situés en périphérie d'Abidjan. Cette espèce a un haut potentiel colonisateur, ce qui rend plausible une invasion des zones à proximité (Tiébré *et al.* 2015; Tiébré *et al.* 2014).

Une autre étude porte sur la biologie reproductive de l'espèce invasive *Tithonia diversifolia* (Tiébré *et al.* 2012), qui forme des peuplements monospécifiques denses principalement le long des routes (Neuba *et al.* 2014). Cette étude cite également *Chromolaena odorata*, *Croton hirtus* et *Euphorbia heterophylla* comme des espèces invasives répandues et bien connues.

### 1.3. Focus sur une espèce : *Chromolaena odorata*

#### 1.3.1. Description de l'espèce



**Figure 35** : Fleurs de *Chromolaena odorata* (Source de l'image: <http://plantworld2.blogspot.be/2015/10/>)

*Chromolaena odorata* est une plante pérenne de la famille des Asteraceae. Son aire d'origine est en Amérique du Sud, où de nombreux morphotypes existent (Von Senger *et al.* 2002). Néanmoins, ils présentent tous des feuilles simples opposées décussées de forme ovoïdes, une forte odeur caractéristique, des inflorescences en capitule avec des fleurs de couleur claire (blanches ou lilas). *Chromolaena odorata* forme des buissons denses et touffus, de

1,5 à 2m de hauteur en moyenne et peut parfois atteindre 6m en adoptant un comportement lianescent sur les arbres à proximité. Son enracinement est superficiel (environ 20-30 cm de profondeur) et sa tige est circulaire et ligneuse à maturité (Akobundu et Agyakwa 1989).

C'est une espèce pionnière et héliophile qui produit une quantité très importante de graines dispersées principalement par le vent grâce à un pappus, mais aussi par exo-zoochorie (Gautier 1992). Ne se développant pas sous ombrage (de Rouw 1991), *Chromolaena odorata* colonise principalement les milieux ouverts et peut ainsi se retrouver dans des ouvertures en forêt tropicale, dans des milieux perturbés, le long des routes, en zone de savane et dans les parcelles agricoles (N'da *et al.* 2008). Cette plante est aussi très compétitive. En effet, elle est capable d'empêcher la germination et la croissance des autres espèces. Une fois qu'elle s'est établie à un endroit et a atteint sa forme de buisson touffu, son ombrage et sa densité de végétation rendent presque impossible la croissance de plantules d'autres espèces se trouvant en-dessous d'elle (Honu et Dang 2002). De plus, il a été prouvé que *Chromolaena odorata* relâchait des phytotoxines dans l'eau et le sol, gênant la germination des plantes à proximité (Usuah *et al.* 2013).

### 1.3.2. Espèce invasive

*Chromolaena odorata* a été introduite pour la première fois en Asie dans les années 1870 comme plante ornementale en jardin botanique. Elle s'est ensuite rapidement répandue dans le continent asiatique, mais aussi par la suite sur les autres continents en milieu tropical (Afrique et Australie) (Gautier 1992). Elle figure dans la liste IUCN des 100 espèces les plus invasives (Lowe *et al.* 2000).

Son introduction sur le continent africain a été accidentelle et a eu lieu en 1937 avec la venue au Nigéria de planteurs de café et de piment issus du Sri Lanka (Gautier 1992). Ensuite, *Chromolaena odorata* a été introduite en Côte d'Ivoire de manière volontaire en 1952, en tant que plante de couverture dans le but de contrôler *Imperata* spp dans les plantations. Elle a été considérée comme étant invasive dans le pays environ vingt ans plus tard (Ruf 1995).

Un seul morphotype aurait été introduit en Asie, et celui-ci se serait répandu en Afrique de l'Ouest et en Australie (Von Senger *et al.* 2002). En revanche, en Afrique du Sud le morphotype est différent et proviendrait de Jamaïque (Zachariades *et al.* 2004).

### 1.3.3. Impacts

Comme toute espèce végétale invasive, *Chromolaena odorata* exerce un impact négatif sur la flore locale. Elle cause notamment une perte de diversité, une perturbation dans la succession naturelle et une facilitation pour l'installation d'autres espèces invasives (de Rouw 1991; Agbede *et al.* 2014). Son influence sur la faune locale a également pu être démontrée, comme par exemple une diminution de la diversité d'insectes et une perturbation dans la nidification des crocodiles (McFadyen 2004; Leslie et Spotila 2001).

Cependant, concernant son impact sur l'agriculture, la situation est moins univoque. En effet, *Chromolaena odorata* est considérée comme une mauvaise herbe dans les pays dans lesquelles elle est invasive (Raimundo *et al.* 2007), et peut se retrouver dans différents types de cultures telles que les plantations de cacao, de palmier à huile, de café ou dans des champs de riz, de manioc etc. Cette espèce interfère avec les cultures, notamment par des phénomènes d'allélopathie (Goodall et Erasmus 1996; Usuah *et al.* 2013; Sahid et Sugau 1993) et en diminuant la surface disponible dans les parcelles cultivées (Shackleton *et al.* 2016). Mais d'autre part *Chromolaena odorata* a des propriétés bénéfiques sur les sols, grâce à sa production importante de biomasse (Tondoh *et al.* 2013). Elle augmente ainsi la quantité de carbone

organique, d'azote et de phosphore mais aussi la densité de macro-invertébrés, et le pH des sols acides. Sa présence est appréciée en agriculture sur brûlis, car en comparaison aux autres espèces, les jachères à *Chromolaena odorata* ont un sol de meilleure qualité, et le terrain est plus facile à nettoyer du fait de son enracinement superficiel (Goodall et Erasmus 1996). De plus, dans ces systèmes agricoles, son utilisation est parfois encouragée dans le but de contrôler d'autres espèces invasives plus difficiles à contrôler comme *Imperata* spp (de Rouw 1991).

Par ailleurs, *Chromolaena odorata* est utilisée comme plante médicinale en Afrique de l'Ouest et en Asie (Omokhua *et al.* 2016). En effet, elle présente de nombreuses propriétés intéressantes en tant qu'antibiotique, anti-inflammatoire, antioxydant, antifongique, antispasmodique, anti-convulsant, cytotoxique, antiprotozoaire, antipyrétique et analgésique. Son utilisation est ainsi répandue pour le traitement des plaies, de la malaria, de problèmes de peau, de problèmes gastriques, de la toux (Okoroiwu *et al.* 2016)

#### **1.3.4. Perception des populations**

La perception de *Chromolaena odorata* par les populations a fait l'objet d'études dans le monde. Au Népal, en milieu rural dans une zone tampon d'un parc national, les impacts de *Chromolaena odorata* sont faibles pour la majorité de la population, et plus de la moitié l'utilise dans divers domaines (bois de chauffage, engrais, plante médicinale, pesticide...) (Rai *et al.* 2012).

En Afrique de l'est, *Chromolaena odorata* est arrivée récemment selon la population (Shackleton *et al.* 2016). En effet, elle n'y était pas encore présente dans les années 90, et Gautier avait pointé cette région comme une aire de distribution potentielle (Gautier 1992). Shackleton *et al.* ont également étudié la perception de la population des coûts et des bénéfices causés par *Chromolaena odorata* dans des zones à fort et à faible degré d'invasion. Dans cette région, où les agriculteurs pratiquent une agriculture de subsistance avec le pâturage du bétail, et la production végétale, des différences significatives existent entre les zones fortement et faiblement envahies, notamment concernant la perception d'une diminution du rendement. De plus, *Chromolaena odorata* est placée comme la pire des invasives par la population, et peu de personnes ont trouvé une utilité à cette plante (environ 25%) (Shackleton *et al.* 2016).

Ainsi, pour une même espèce invasive, la perception des coûts et des bénéfices par la population peut varier selon la région dans laquelle on se trouve. Plusieurs paramètres peuvent également avoir une influence, telles que les habitudes locales, ou la date d'arrivée de plante. Par exemple, il existe une théorie disant qu'une plante invasive arrivée récemment est perçue plus négativement par la population qui ne lui a pas encore trouvé d'utilité (Holmes *et al.* 2009).

#### **1.4. But de l'étude**

La présente étude se déroule dans le tiers Sud de la Côte d'Ivoire, et s'intéresse plus particulièrement à la végétation d'adventices présente dans les milieux agricoles. Elle se concentre ainsi sur la zone forestière où se trouvent les plantations et où l'élevage de bétail n'est pas pratiqué. La présence d'un gradient de végétation et de climat allant du Nord vers le Sud, et une différence au niveau des sols peuvent être une source de variabilité quant aux plantes adventices se trouvant dans les champs (Mangara *et al.* 2010). Cela justifie le choix d'étudier la perception de la population à travers des enquêtes, réalisées dans quatre zones différentes réparties le long du gradient.

La première partie de l'étude vise à faire un état des lieux sur les invasives présentes dans les champs, et pose une première question de recherche :

- 1- Quelle est la place des plantes invasives dans les mauvaises herbes citées par les villageois ? Sont-elles les mêmes dans les différentes zones d'étude ?

En Côte d'Ivoire, et même à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest, la perception des agriculteurs autour de *Chromolaena odorata* n'est pas connue. Cette espèce est arrivée dans le pays il y a de nombreuses années, et semble s'y être répandue à grande échelle. Il peut être alors supposé qu'elle est relativement connue par la population, ce qui rend une enquête de perception intéressante. *Chromolaena odorata* est listée comme espèce exotique au stade d'invasion en Côte d'Ivoire selon (Neuba *et al.* 2014) et le CABI (Centre International pour l'Agriculture et les Biosciences). Cela amène à une deuxième question de recherche :

- 2- Quelles sont les connaissances de la population par rapport aux caractéristiques d'invasives de *Chromolaena odorata* (exotique, introduite

par cause humaine, dominante sur le reste de la flore et en expansion) ?  
Sont-elles les mêmes entre les zones d'études ?

*Chromolaena odorata* cause des problèmes importants sur la biodiversité et d'un point de vue agronomiques. Néanmoins, elle est susceptible d'apporter des services écosystémiques aux populations, par exemple en tant que plante médicinale ou par son action fertilisante sur le sol.

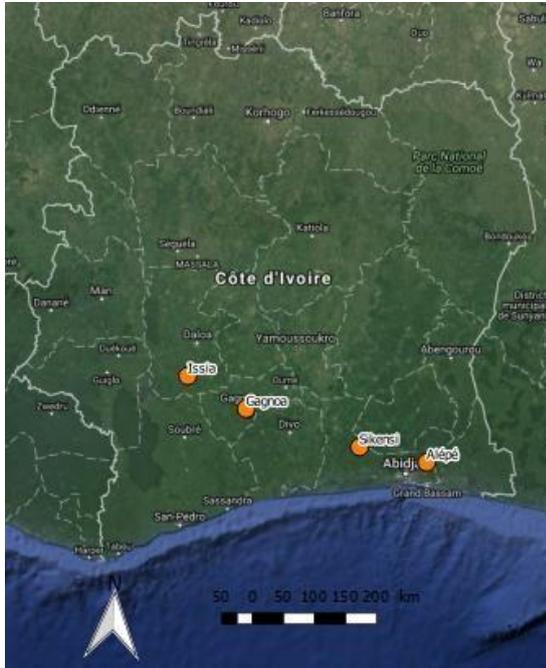
3- Les villageois perçoivent-ils des impacts positifs et/ou négatifs de *Chromolaena odorata* ? En fonction de cela, est-elle perçue comme une plante plutôt positive ou négative ? Cette perception varie-t-elle en fonction de la zone d'étude ?

Pour finir, le profil de la personne interrogée peut avoir une influence sur sa perception par rapport à *Chromolaena odorata*. En effet, il est légitime de se questionner si les connaissances et la perception est la même entre une personne assez âgée pour avoir connu l'installation de *Chromolaena odorata* dans le pays, et une personne jeune qui a toujours connu cette plante. Aussi, même si la majorité de la population des milieux ruraux ont une parcelle agricole, certaines personnes ont une autre profession et ne pratique pas nécessairement l'agriculture de subsistance. Le fait de ne pas être en contact fréquent avec la plante peut alors influencer sur la perception.

4- La perception et les connaissances par rapport à *Chromolaena odorata* sont-elles les mêmes pour les différentes classe d'âges ? Et pour les cultivateurs et non cultivateurs ?

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude



**Figure 36 :** Répartition des quatre zones d'étude

Les enquêtes ont été réalisées dans quatre zones d'études réparties selon le gradient Nord-Sud (Figure 4). Dans chacune des zones d'études, deux ou trois villages de taille similaire sont échantillonnés, et dans chaque village une trentaine de personnes ont été interrogées. Ainsi, un total de neuf villages et 276 personnes interrogés est obtenu (Tableau 1). L'échantillonnage est de type stratifié à deux degrés, la strate correspondant à la zone d'étude, le premier degré est le village et le second est la personne interrogée. La sélection non aléatoire des villages au sein du gradient s'explique pour une raison pratique. Les quatre zones d'études sont dans un climat de type Aw selon la classification de Köppen (Peel *et al.* 2007). Pour chaque mois, la température moyenne est supérieure à 25°C.

Il existe une saisonnalité avec une saison sèche en hiver (précipitations mensuelles inférieures à 100mm/mois). Les précipitations annuelles moyennes sont élevées (supérieure à 1000mm/an). Une légère variation climatique existe entre les zones. Les deux zones plus au Nord ont une saison sèche plus longues qu'au Sud, et les précipitations mensuelles sont moins élevées en saison des pluies [9].

A Alépé et Sikensi, les sols sont de types ferrallitiques très lessivés sur sables néogènes. A Issia et Gagnoa, les sols sont ferrallitiques moyennement lessivés sur substrat respectivement schisteux et granitique. Globalement, ces types de sols sont tous favorable à des cultures tropicales (cacao, hévéa, banane, palmier...). Néanmoins, les sols moyennement lessivés tels qu'à Issia et Gagnoa sont les plus riches, et les cultures y sont plus productives (Dabin *et al.* 1960).

Les populations autochtones sont composées du groupe ethnique des Bétés dans les zones de Gagnoa et Issia, du groupe des Abidjis à Sikensi et du groupe des Atiés à Alépé.

**Table 25** : Informations sur les villages échantillonnés par zone d'étude (coordonnées, dates des enquêtes et nombre de personnes interrogées)

| Ville/Zone d'étude | Village     | Latitude (WGS 84) | Longitude (WGS 84) | Date des enquêtes | Nombre de personnes interrogées | Total du nombre de personnes interrogées |
|--------------------|-------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|--|
| Gagnoa             | Bobia       | N 6°4.399'        | W 5°50.135'        | 27/03/17          | 32                              | 93                                       |
|                    | Tietiekou   | N 6°08'39"        | W 5°52'41"         | 28/03/17          | 29                              |  |
|                    | Mahinadopa  | N 6°9.725'        | W 5°49.877'        | 29/03/17          | 32                              |  |
| Issia              | Sereguhe    | N 6°29.285'       | W 6°33.771'        | 01/04/17          | 30                              | 60                                       |
|                    | Guehieguhe  | N 6°29.986'       | W 6°31.613'        | 02/04/17          | 30                              |  |
| Sikensi            | Braffoueby  | N 5°40.937'       | W 4°31.269'        | 28/04/17          | 31                              | 64                                       |
|                    | Badasso     | N 5°38.688'       | W 4°34.240'        | 29/04/17          | 33                              |  |
| Alépé              | Memni       | N 5°30.926'       | W 3°44.229'        | 01/05/17          | 29                              | 59                                       |
|                    | Grand Alépé | N 5°28.366'       | W 3°46.065'        | 02/05/17          | 30                              |  |
| Total              | 9 villages  |                   |                    |                   | 276                             | 276                                      |

## 2.2. Questionnaire



**Figure 37 :** Entretien avec une villageoise de Bobia  
(Photo : G. C. Yian)

L'enquête de perception se réalise à travers une interview basée sur un questionnaire (disponible en annexe). L'entretien est dirigé à chaque fois par un des trois interlocuteurs (deux doctorants ivoiriens du laboratoire de botanique de l'Université de Félix Houphouët Boigny et l'auteur) qui retranscrit directement les réponses sur le questionnaire préalablement imprimé (Figure 5). Dans certains cas, un intermédiaire intervient pour faire la traduction dans la langue locale. Cette méthode permet tout d'abord de susciter un taux de réponse élevé, mais elle présente néanmoins l'inconvénient d'une possible influence de la personnalité de l'enquêteur (Vilatte 2007).

Toutefois, elle est particulièrement adaptée au contexte de l'étude, où toute la population ne sait pas lire et écrire et donc où il n'est pas possible de distribuer directement les questionnaires aux personnes.

Le questionnaire se compose de cinq parties et s'adresse à tous les villageois et comporte des questions réservées aux personnes pratiquant l'agriculture. La première partie du questionnaire correspond à des informations démographiques (âge, genre, niveau d'étude, activité principale et secondaire). La partie suivante concerne une perception générale des mauvaises herbes et des plantes invasives. Le questionnaire est mené de manière à ce que la notion d'espèces invasives soit correctement perçue par la personne interrogée, en s'assurant que la différence avec les mauvaises herbes natives soit bien comprise. La troisième partie se focalise sur la perception de *Chromolaena odorata*, et plus particulièrement à la perception de son processus d'invasion. Pour finir, le questionnaire se termine par une quatrième partie sur la perception des impacts de l'espèce avec une question finale sur la perception générale de *Chromolaena odorata*.

L'interview se déroule ainsi selon une approche structurée, c'est-à-dire que toutes les questions posées sont définies à l'avance et dans un ordre précis (Arksey et Knight 1999). Les informations données par le répondant qui ne sont pas une réponse à une question sont tout de même retranscrites pour être potentiellement utilisées à des fins de discussion.

La première question du questionnaire est une question ouverte sur la liste de mauvaises herbes. Cette manière de procéder présente l'avantage de créer dès le début une dynamique, ce qui donne de la motivation pour la suite (Vilatte 2007). Ensuite les questions relatives à la perception de l'invasion (mode d'introduction, évolution de l'invasion, perception d'un phénomène de dominance) sont des questions plus simples nécessitant l'approbation ou l'évaluation selon une gamme, et sont ainsi reprises sous forme de questions fermées. La perception des impacts est quant à elle, posée sous la forme de questions ouvertes. En effet, dans cette partie différents domaines sont proposés (agriculture, santé, sol, vie quotidienne, autres) et la personne précise si *Chromolaena odorata* a un impact ou non dans ces domaines, en définissant la nature de l'impact. Ainsi, le répondant possède une certaine liberté de réponse et n'est pas influencé par les propositions d'une question à choix multiples. Dans ce cas-ci, les réponses seront triées à posteriori dans des catégories définies comme les plus pertinentes. Pour finir, la dernière partie sur la perception générale de *Chromolaena odorata* se pose sous forme de question fermée.

Avant de commencer l'enquête, il est nécessaire d'effectuer le protocole avec les autorités du village (dialogue avec le chef du village, présentation des personnes, présentation du travail à réaliser et de son but...). Une fois les coutumes faites, le chef donne l'autorisation de circuler librement dans son village pour réaliser l'étude. Dans la majorité des cas, il désigne un guide qui aide à s'orienter dans le village mais aussi à trouver les personnes à interroger. Ainsi, les personnes interrogées sont choisies de manière à obtenir à la fin un échantillon le plus représentatif possible du village quant aux proportions homme/femme, autochtone/allogène, aux classe d'âges et aux activités. L'échantillonnage est considéré comme aléatoire dans le cadre de cette étude.

Durant la présentation de l'étude aux autorités, de même que pour les villageois interrogés, il a été choisi de ne pas préciser que l'étude se focalise sur *Chromolaena odorata* afin d'éviter certains biais dans les réponses. De plus, dire que l'étude porte sur les mauvaises herbes permet de susciter un intérêt auprès de la population.

Les noms des plantes sont donnés en langue locale. Ainsi, pour chaque zone d'étude il est important de consacrer une phase de prise de connaissance de la flore locale selon les noms donnés par la population. Les plantes dont les noms sont donnés au cours des interviews, sont alors photographiées au cours d'une expédition dans les champs avec un guide du village. Elles

sont ensuite identifiées grâce à des ouvrages de référence (Johnson 1997). L'identification des plantes non reconnues par les doctorants accompagnateurs sont montrées à un spécialiste du Centre National de Floristique (CNF). Pour finir, les espèces sont déterminées comme natives ou exotique à l'aide de « L'Inventaire Préliminaire Des Plantes Envahissantes de La Côte d'Ivoire » (Neuba *et al.* 2014) et « L'Invasive Species Compendium » du site web du Centre for Agricultural Bioscience International [10].

### 2.3. Analyse des données

Les réponses aux questions sont essentiellement qualitatives (Punch 2013), le résumé des questions traitées et de leurs analyses se trouvent dans le Tableau 2. Les résultats de l'enquête sont présentés sous forme de proportions moyennes de réponse pour chaque question, autour desquelles des intervalles de confiance sont calculés. L'intervalle de confiance utilisé est celui d'Agresti-Coull, qui est adapté à des proportions binomiales. Celui-ci possède l'avantage d'être plus robuste dans les cas extrêmes que celui de Wald et plus simple d'utilisation que celui de Wilson (Gagnon 2006; Agresti et Coull 1998). Ces intervalles sont calculés et représentés graphiquement dans un but d'inférence statistique.

$$\tilde{p} \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\tilde{p}(1 - \tilde{p})}{(n + 4)}}$$

*Équation 1 Formule de l'intervalle d'Agresti-Coull*

$$\tilde{p} = \frac{\hat{p} + 2}{n + 4}$$

*Équation 2*

$\hat{p}$  étant la proportion estimée et à fortiori observée et n le nombre d'observation pour la proportion calculée. Le risque  $\alpha$  est fixé à 5%.

**Table 26** : Résumé pour chaque question d'étude, des questions posées lors des enquêtes, des types de données traitées et des traitements effectués

| Question d'étude   | Question posée                                   | Type de données  | Type de traitement   |
|--|--|--|--|
|  |  | <p>Nombre de fois où l'espèce est citée</p> $p^1 = \frac{\text{Nombre de fois où l'espèce est citée}}{\text{Nombre total de personnes interrogées}}$   | -Représentation en histogramme   |
|  |  | <p>Nombre de fois où l'espèce est citée dans le village</p> $p^2 = \frac{\text{Nombre de fois où l'espèce est citée dans le village}}{\text{Nombre de personnes interrogées dans le village}}$ | -Analyse multivariée (PCoA) et méthode de groupement de BrayCurtis   |
| <b>1) Place des exotiques dans les mauvaises herbes listées, et différences entre les zones d'études</b> | -Liste de mauvaises herbes                       | -Nombre d'exotiques présentes dans les mauvaises herbes listées par village  | -GLM modèle de Poisson avec test de Tuckey<br>-Calcul de proportions par zone et représentation en histogramme avec les barres d'erreur  |
|  |  | -Binomiale: <i>Chromolaena odorata</i> citée dans la liste de mauvaises herbes par un villageois (Oui/Non)   | -GLM binomial (modèle hiérarchisé mixte) avec test de Tuckey<br>-Calcul de proportions par zone avec intervalles de confiance d'Agresti-Coull et représentation en histogramme |
| ou native  | -Plante exotique                                 |  | -Calcul de proportions par zone avec intervalles de confiance d'Agresti-Coull et représentation en histogramme   |
| <b>2) Connaissances par rapport aux caractéristiques d'invasives de</b>                                  | -Plante dominante dans le champ<br>-En expansion | -Binomiale (Oui/Non)   |  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | -GLM binomial (modèle hiérarchisé mixte) avec test de Tuckey  |
| <b><i>Chromolaena odorata</i></b>   |  |   |
| -Mode d'introduction  | -Qualitative   | -Calcul de proportions par zone avec intervalles de confiance d'Agresti-Coull et représentation en histogramme  |
| -Perception d'impacts   | -Binomiale (Oui/Non) par d'impacts dans différents domaine | -Calcul de proportions par zone avec intervalles de confiance d'Agresti-Coull et représentation en histogramme<br><br>-GLM binomial (modèle hiérarchisé mixte) avec test de Tuckey  |
| <b>3) Perception d'impacts et perception générale de <i>Chromolaena odorata</i></b> |  |   |
| -Perception générale  | -Binomiale Positif/Négatif                                 | -Calcul de proportions par zone avec intervalles de confiance d'Agresti-Coull et représentation en histogramme<br><br>-GLM binomial (modèle hiérarchisé mixte) avec test de Tuckey<br><br>-Analyse des Correspondances Multiples (ACM) avec axes calculés selon la perception d'impacts |

|  |                                     |  |
|--|-------------------------------------|--|
| ou native                                      | -Plante exotique                    |  |
| -Binomiale (Oui/Non)                           | -Plante dominante sur la végétation |  |
| <b>4) Différence entre les</b>                 | _____                               |  |
| En expansion                                   | <b>classes</b>                      |  |
| <b>d'âges et</b>                               | <b>entre</b>                        | -Mode d'introduction                           |
| <b>agriculteurs/non agriculteurs</b>           |                                     | -Qualitative                                   |
| <b>concernant</b>                              | <b>la</b>                           | _____ -Test $\chi^2$                           |
| <b>perception et</b>                           | <b>les</b>                          | -Perception d'impacts dans différents domaines |
| <b>connaissances de</b>                        |                                     | -Binomiale (Oui/Non) par domaine d'impacts     |
| <b><i>Chromolaena odorata</i></b>              |                                     | _____  |
| -Perception Binomiale Positif/Négatif générale |                                     |  |

Afin de mettre en évidence des similarités et des différences entre les zones au niveau de la composition en espèces des listes de mauvaises herbes citées dans chaque village, une analyse en coordonnées principales (PCoA) est effectuée. Cette analyse est réalisée grâce à une matrice de distances entre les villages, elle-même calculée selon la méthode de Bray-Curtis, qui est une méthode adaptée aux données d'abondance (Legendre et Legendre 2012).

Une projection des espèces sur les axes est également faite, dans le but de déterminer les espèces exotiques plus généralistes, situées vers le point (0;0), et les espèces exotiques originales, qui sont propres à un village ou à une zone et qui sont donc situées vers les extrêmes. En parallèle, un dendrogramme est réalisé entre les villages pour vérifier s'il existe ou non un groupement des villages selon la zone d'étude. Ces analyses sont faites à l'aide du logiciel R, version 3.3.2, et avec les packages ade4 et vegan.

Concernant la part des exotiques dans la liste des mauvaises herbes citées (question 1, Tableau 2), un GLM de Poisson est adapté à la comparaison entre les zones d'étude nécessite (Cameron et Trivedi 2013). En effet, les données sont sous forme de comptage, car c'est la somme des

exotiques présentes au sein de la liste de mauvaises herbes citées pour chaque village qui est prise en compte. Les facteurs présents dans le modèle sont la zone d'étude et le nombre total de mauvaises herbes qui ont été citées dans un village.

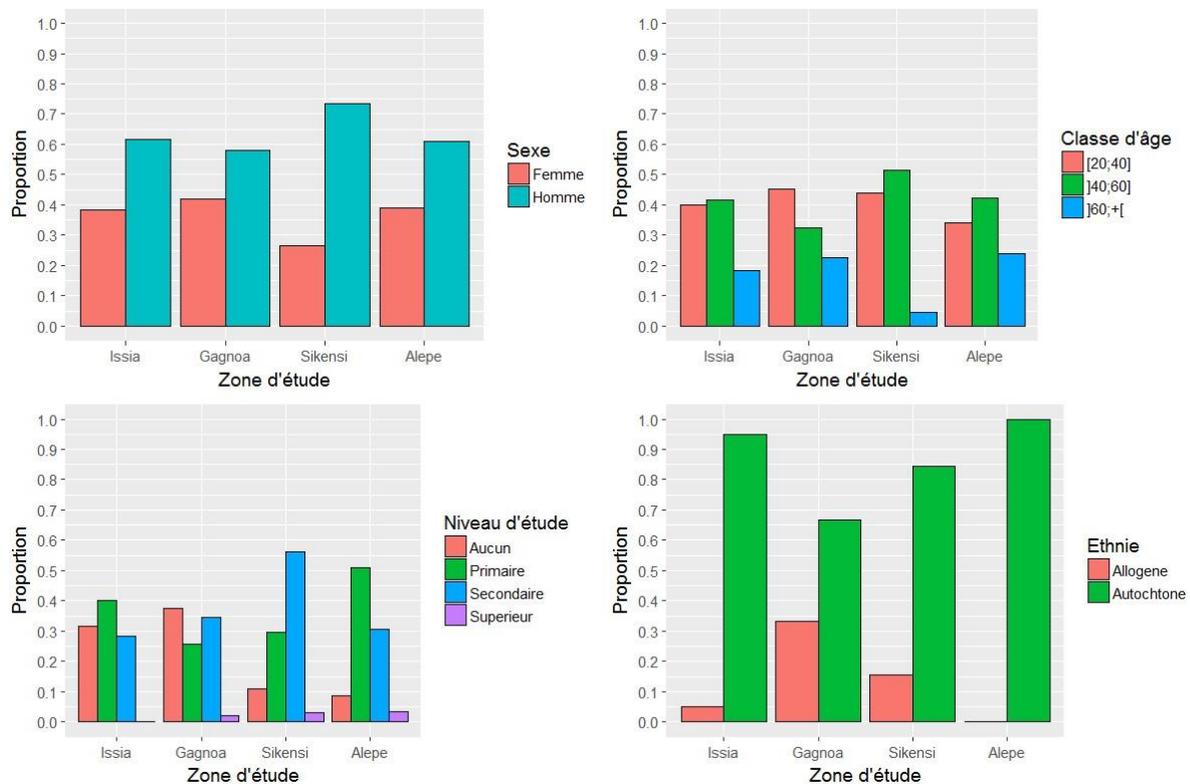
Les modèles binomiaux utilisés pour les GLM des questions 1, 2 et 3 (Tableau 2) sont de type hiérarchisé mixte, avec la zone d'étude pour facteur fixe, et le village comme facteur aléatoire hiérarchisé à la zone d'étude. Ces modèles permettent de contrôler la variabilité pouvant être causée par le facteur aléatoire « village ». En effet, au sein d'une même zone d'étude, les villages peuvent être variables d'un point de vue topographiques, des cultures agricoles, mais aussi au niveau des connaissances et des habitudes locales. Ces modèles sont calculés en utilisant le package lme4 sur le logiciel R. Il faut noter que les réponses « Sans avis » ne sont pas tenues en compte dans ces analyses.

Pour finir, une analyse des correspondances multiples (ACM) est effectuée avec le package ade4. L'intérêt d'une ACM est de pouvoir obtenir une visualisation du jeu de données dans son ensemble (Palm 2007). Dans le cas présent, elle pourra faire ou non un lien entre les réponses aux questions d'impacts de *Chromolaena odorata* dans différentes catégories avec la perception générale (soit positive soit négative).

### 3. Résultats

#### 3.1. Description de l'échantillonnage

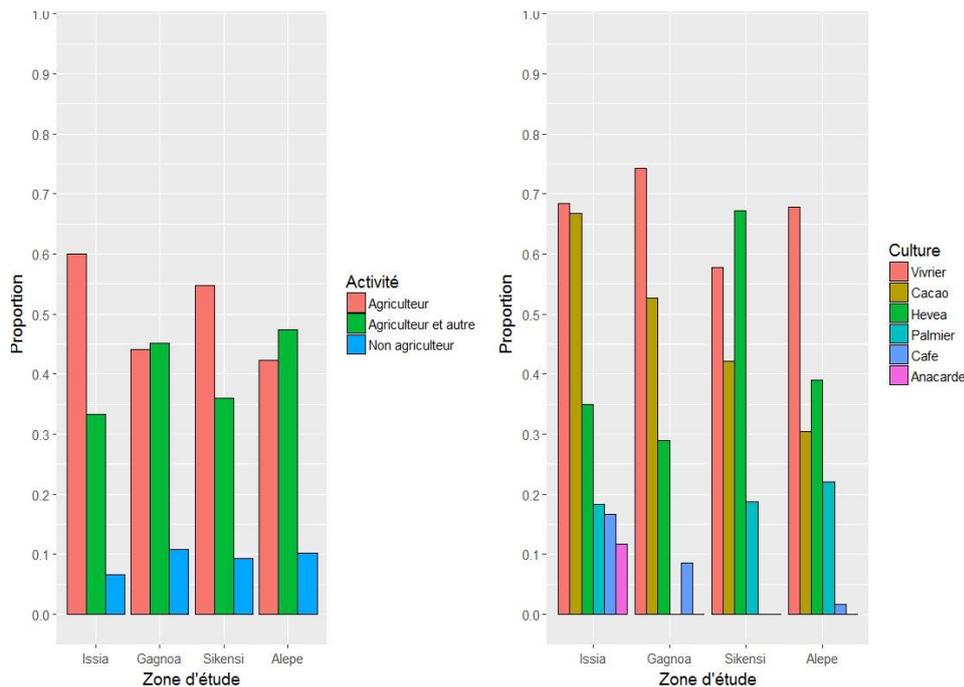
##### 3.1.1. Profil des répondants



**Figure 38 :** Description du profil des personnes interrogées (sexe, classe d'âge, niveau d'étude, ethnie) selon la zone d'étude

L'échantillonnage est assez similaire entre les zones d'étude (Figure 6). Concernant le niveau d'étude des répondants, la proportion de personnes n'ayant pas été à l'école est plus faible dans les deux zones les plus au Sud. Cela peut s'expliquer par une proximité de la ville d'Abidjan, où le nombre d'école est plus élevé grâce notamment à une influence coloniale par le passé qui a été plus forte.

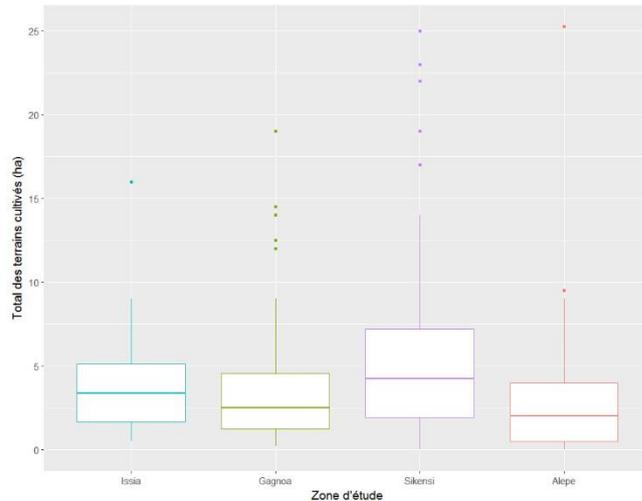
### 3.1.2. Part des agriculteurs



**Figure 39** : A gauche: Proportions des activités de la population interrogée selon la zone d'étude; A droite: Proportions des différentes cultures pratiquées par les agriculteurs interrogés selon la zone d'étude

L'agriculture est importante dans les zones d'études parcourues (Figure 7). En effet, il y a moins de 10 % des personnes interrogées qui ne cultivent pas, et près de 50% pratiquent l'agriculture comme seule activité professionnelle.

Une grande majorité de la population interrogée possède des cultures vivrières (riz, manioc, piment, aubergine, banane, gombo). Il a été choisi de réunir toute les cultures vivrières dans cette même catégorie, car les surfaces cultivées sont souvent très faible (<1ha), et plusieurs espèces sont cultivées et mélangées au sein d'une même parcelle. La proportion de personnes cultivant le cacao diminue au fur à mesure que l'on va vers le Sud, souvent au profit de plantations d'hévéa et de palmier à huile (Figure 7).

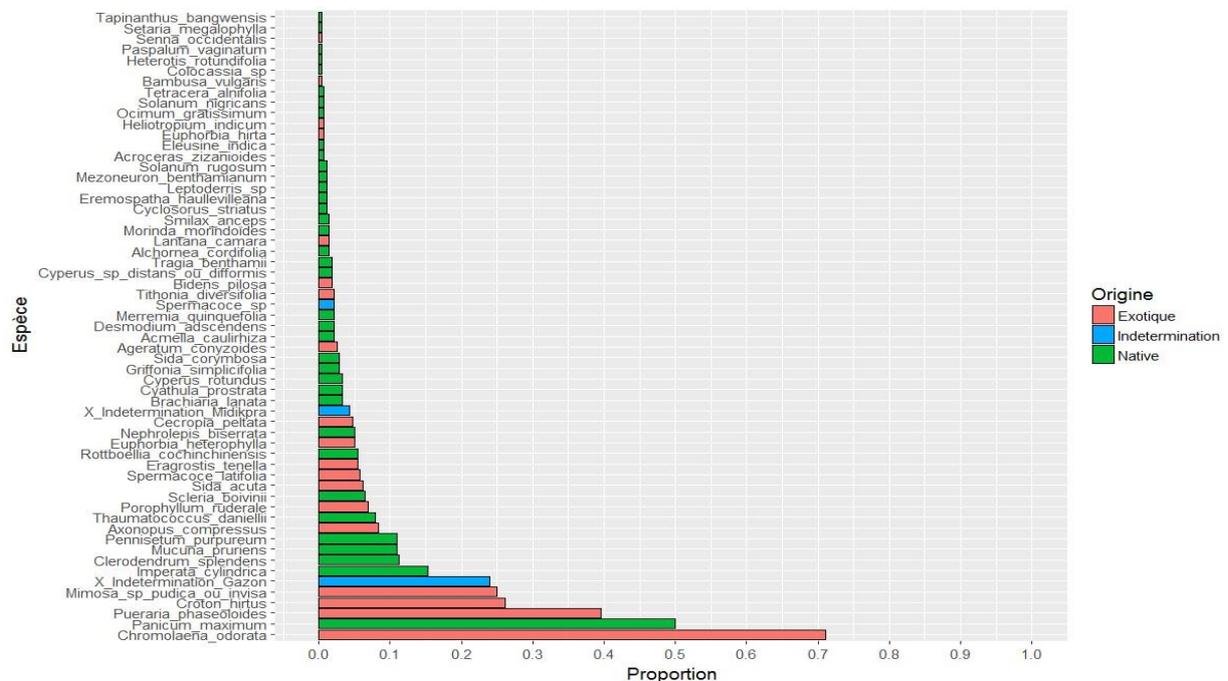


**Figure 40 :** Représentation en boxplot de la taille des terrains cultivés par les agriculteurs (ha) selon la zone d'étude

La médiane des terrains cultivés par personne se situe entre 2,5 et 4ha selon les zones d'études (Figure 8), avec des extrêmes pouvant aller jusque 25ha.

### 3.2. Places des plantes exotiques invasives dans les mauvaises herbes rencontrées par les villageois

#### 3.2.1. Listes des mauvaises herbes

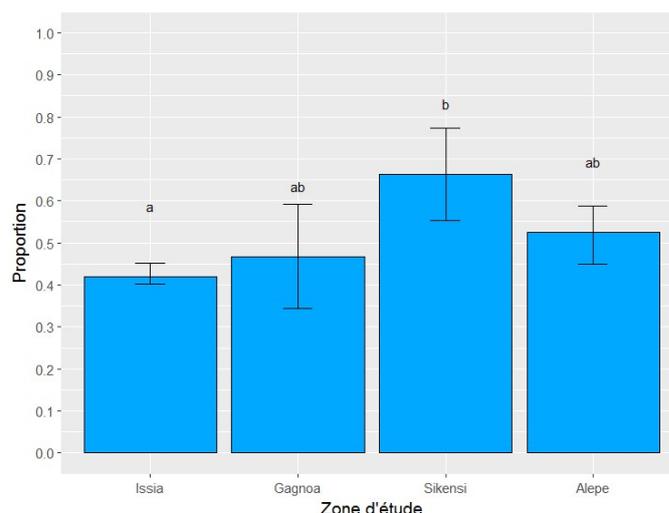


**Figure 41 :** Listes d'espèces classées selon la proportion de répondants les ayant citées comme mauvaise herbe et représentées selon leur origine

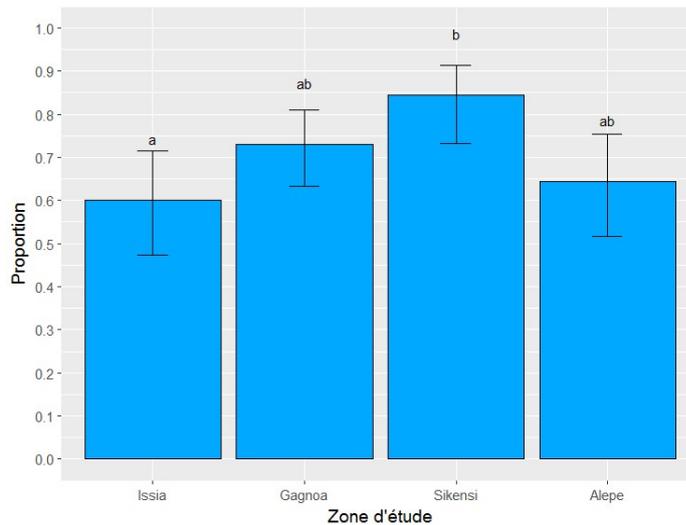
Au total sur l'ensemble des zones d'études, 59 plantes ont été citées comme mauvaises herbes (Figure 9), et 18 sont des plantes exotiques. Il existe toutefois quelques indéterminations. En effet, parfois un nom local peut désigner deux ou plusieurs espèces semblables. C'est le cas pour les espèces exotiques *Mimosa pudica* et *Mimosa invisa* dont les feuilles se rétractent au toucher, ainsi que pour les deux cypéracées natives aux feuilles tranchantes *Cyperus distans* et *Cyperus difformis*. L'espèce nommée en tant que « Gazon » dans la Figure 9, peut correspondre à un grand nombre d'espèces de petites Poacées (inférieures à 1m) difficiles à différencier, et pour cette raison il a été choisi de ne pas attribuer de nom scientifique pour ce nom vernaculaire. Pour l'espèce nommée « Midikpra », qui a été citée exclusivement à Sikensi, et qui est morphologiquement proche de l'espèce native *Mucuna pueriens*, la détermination n'a pu être effectuée.

Il est intéressant de remarquer que *Chromolaena odorata* est l'espèce la plus citée en tant que mauvaise herbe par les personnes interrogées, avec environ 70% (Figure 9 et Figure 11). Aussi, parmi les six plantes les plus citées, avec une proportion supérieure à 20%, quatre sont des espèces exotiques invasives (*Chromolaena odorata*, *Pueraria phaseoloïdes*, *Croton hirtus* et *Mimosa* sp).

### 3.2.2. Proportions des exotiques et de *Chromolaena odorata* cités dans les différentes zones



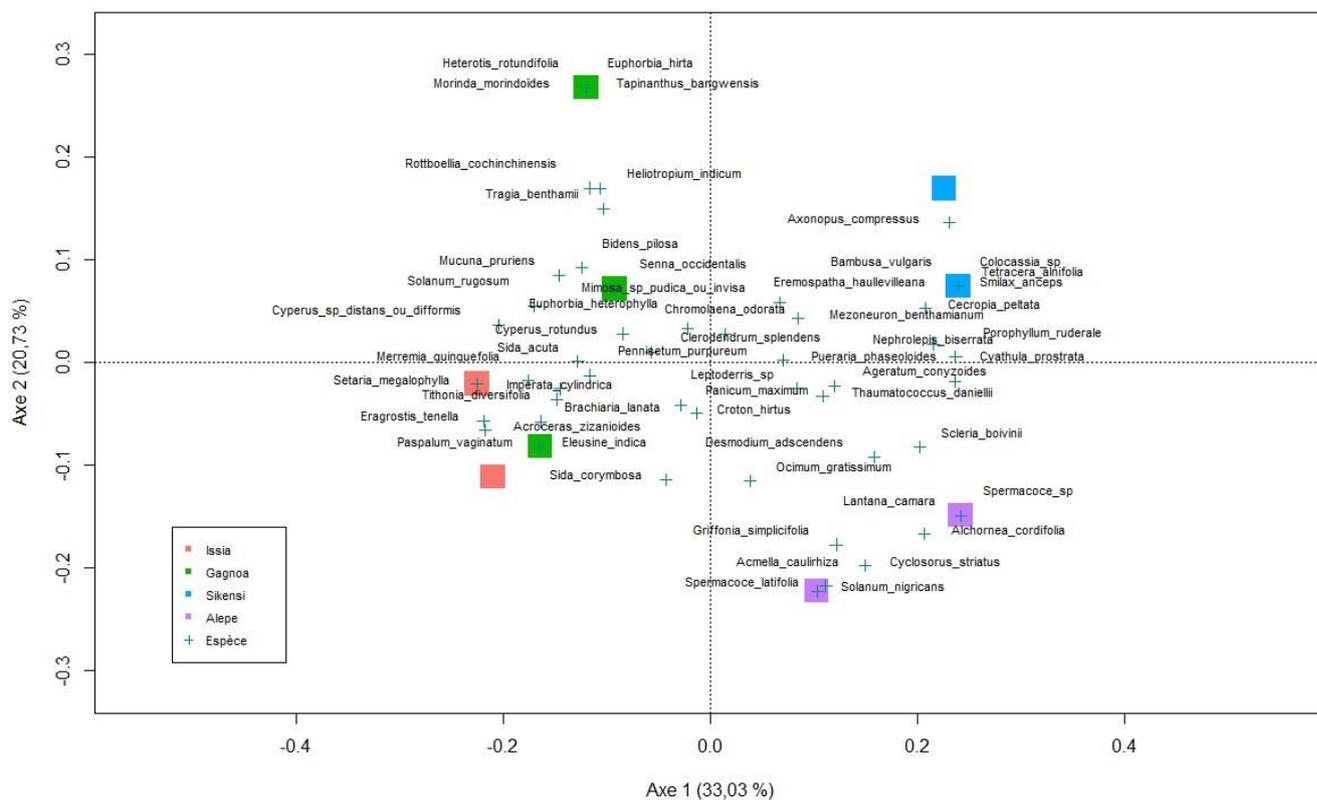
**Figure 42 :** Proportions moyennes d'espèces exotiques invasives citées dans les mauvaises herbes selon la zone d'étude avec la représentation des barres d'erreur et le résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM



**Figure 43 :** Proportions moyennes de personnes ayant cité *Chromolaena odorata* comme mauvaise herbe selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM.

Les résultats des GLM montrent qu'il n'y a une différence significative entre les zones d'Issia et de Sikensi quant à la proportion des espèces exotiques invasives citées comme mauvaises herbes et à la proportion de personnes ayant cité *Chromolaena odorata* en tant que mauvaise herbe. Pour ces deux proportions, Issia est la zone où elles sont les plus faibles et Sikensi où elles sont les plus hautes. Il faut noter que plus de 40% des plantes citées par les villageois sont des plantes exotiques (Figure 10).

### 3.2.3. Similarités et différences entre les zones au niveau de la composition en espèces citées comme mauvaises herbes dans les villages



**Figure 44 :** Ordination des villages des quatre zones d'études (Issia, Gagnoa, Sikensi et Alépé) et des espèces selon une PCoA réalisée sur base des proportions  $p_2$  des espèces ayant été citées dans chaque village

La PCoA explique 53,73% des données, et révèle l'existence d'un patron des espèces listées dans les différentes zones d'étude (Figure 12). En effet, il existe une première séparation selon l'axe 1 entre les villages des deux zones du Nord (Issia et Gagnoa) et des deux zones du Sud (Sikensi et Alépé). La séparation est également nette entre Sikensi et Alépé selon l'axe 2. En revanche, les zones de Gagnoa et Issia semblent proches car il n'y a pas de séparation claire selon l'axe 2. Un village de la zone de Gagnoa est même plus proche de ceux d'Issia. Ces observations sont confirmées par la réalisation du dendrogramme (non montré), où le groupement est identique.

Selon cette analyse (Figure 12), certaines espèces exotiques semblent être propres à une zone. Certaines espèces sont localisées vers le côté négatif de l'axe 1, ce qui veut dire qu'elles ont surtout été citées dans la zone Nord Issia-Gagnoa, comme par exemple *Tithonia diversifolia*, *Sida acuta* et *Bidens pilosa*. A l'inverse, des espèces exotiques telles que *Ageratum conyzoides*, *Porophyllum ruderale* sont localisées vers le côté positif de l'axe 1, et ont donc été plus citées dans la zone Sud Sikensi-Alépé. De plus, d'autres espèces sont même propres à une zone :

*Lantana camara* et *Spermacoce latifolia* à Alépé, *Axonopus compressus*, *Cecropia peltata* et *Bambusa vulgaris* à Sikensi, *Heliotropium indicum* et *Euphorbia hirta* à Gagnoa

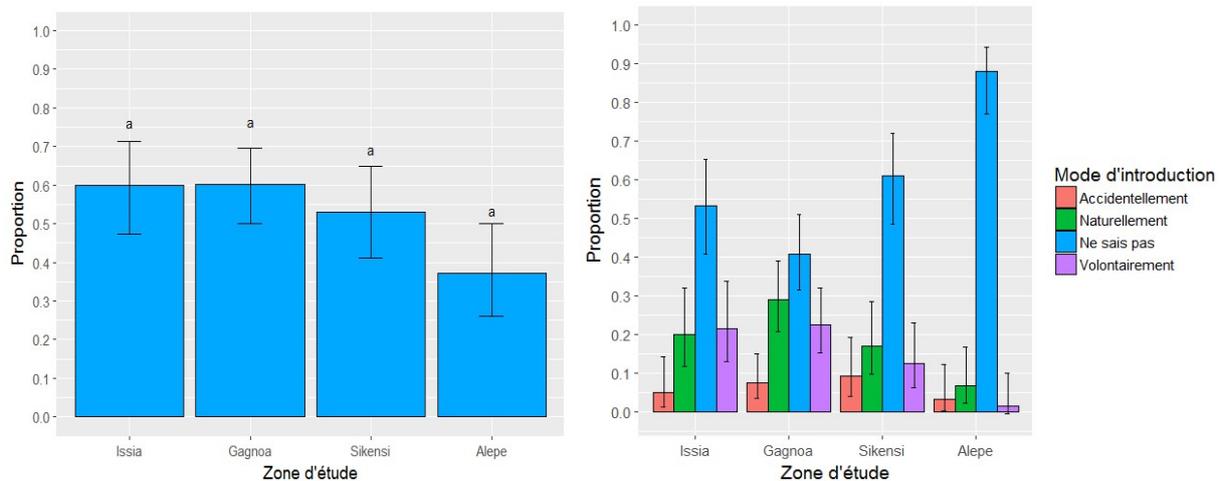
Des plantes exotiques sont au contraire plutôt généralistes, et sont donc présentes dans les quatre zones d'étude. C'est le cas de *Chromolaena odorata*, *Euphorbia heterophylla* et *Mimosa* sp qui se trouvent au milieu des axes.

### 3.3. *Chromolaena odorata*, espèce invasive

#### 3.3.1. Connaissance de *Chromolaena odorata*

Pour commencer, *Chromolaena odorata* est une plante connue par la population, dont 70% la cite comme mauvaise herbe (Figure 9 et Figure 11). De plus, la totalité des personnes interrogées sait reconnaître cette plante.

#### 3.3.2. Perception de *Chromolaena odorata* en tant que plante exotique



**Figure 45 :** A gauche : Proportions moyennes de la population connaissant *Chromolaena odorata* comme une plante exotique selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM; A droite : Proportions moyennes des réponses aux questions concernant le mode d'introduction de *Chromolaena odorata* selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull.

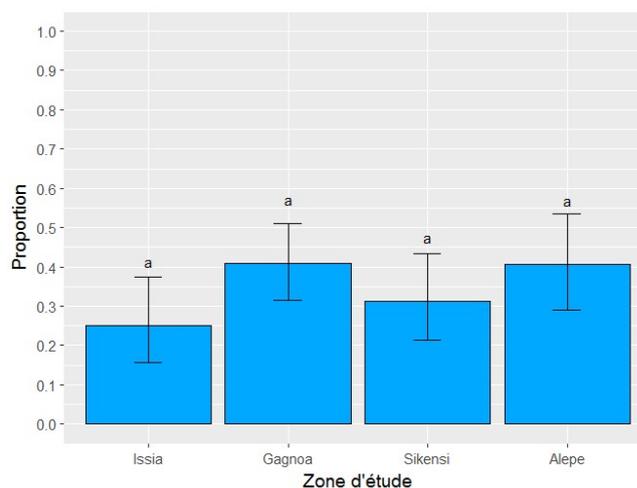
Plus de la moitié de la population interrogée à Issia, Gagnoa et Sikensi sait que *Chromolaena odorata* est une plante exotique (Figure 13).

Concernant le mode d'introduction de *Chromolaena odorata*, la grande majorité des personnes ont répondu à Issia, Sikensi et Alépé qu'ils ne savaient pas. La réponse « Naturellement » a été

choisie quand la personne interrogée pense que *Chromolaena odorata* est arrivée avec l'action du vent qui aurait dispersé les graines. La réponse « Accidentellement » fait quant à elle référence à une dispersion humaine, causée par les machines qui ont reprofiler les routes et pistes des zones rurales.

Les personnes ayant répondu « Volontairement », ont précisé à chaque fois que la plante a été introduite dans les années 70 par le président guinéen Sékou Touré. Celui-ci était en conflit avec le président ivoirien et aurait répandu les graines par avion dans un but de vengeance. Il faut noter que le nom local utilisé pour désigner *Chromolaena odorata* dans les zones d'Issia, Gagnoa et Sikensi est justement le nom de ce président guinéen Sékou Touré. Cette réponse a été donnée par environ 20% de la population de la zone Nord (Issia-Gagnoa), et par 14% à Sikensi.

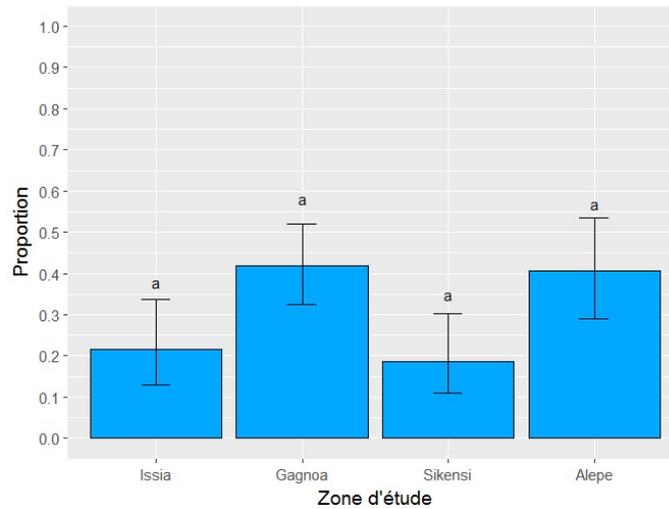
### 3.3.3. *Chromolaena odorata* : plante exerçant une dominance sur les autres



**Figure 46 :** Proportions moyennes des agriculteurs interrogés déclarant que *Chromolaena odorata* exerce une dominance sur les autres herbes dans les champs selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM.

Les agriculteurs qui ont été interrogés, ont plutôt tendance à dire que *Chromolaena odorata* n'est pas la mauvaise herbe qui est dominante dans leur champ (Figure 14). Par ailleurs, en réponse à cette question ceux-ci ont souvent cité d'autres plantes qui sont quant à elles bien dominante dans leurs champs, par exemple, *Panicum maximum* dans le Nord (Issia et Gagnoa) et *Pueraria phaseoloides* dans le Sud (Sikensi et Alépé).

### 3.3.4. *Chromolaena odorata* : plante en expansion

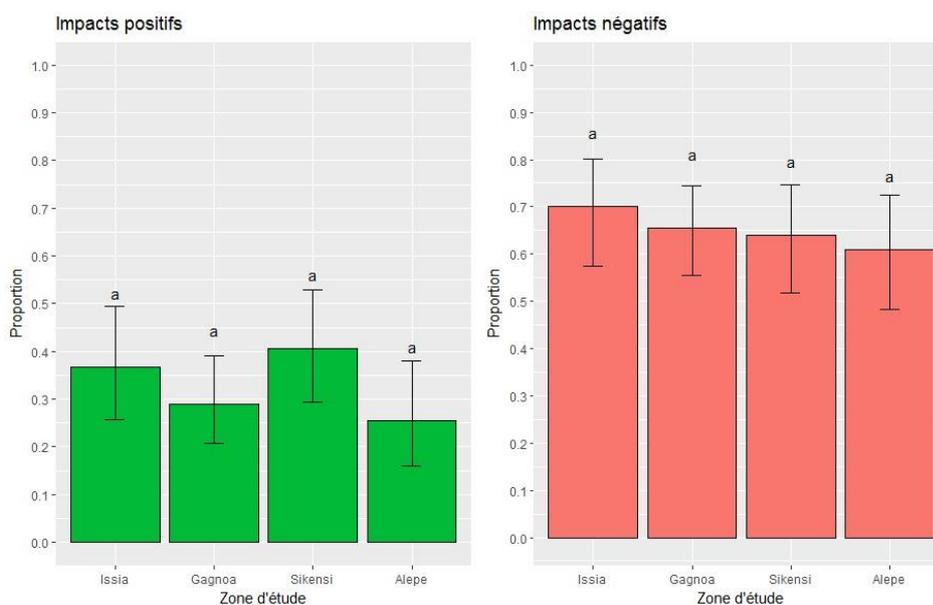


**Figure 47** : Proportions moyennes de la population interrogée déclarant que *Chromolaena odorata* est actuellement en expansion selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM.

Pour la grande majorité des personnes interrogées, *Chromolaena odorata* ne serait pas en voie d'expansion ces dernières années (Figure 15), mais au contraire serait en train de régresser à cause d'autres espèces plus compétitives et plus résistantes aux herbicides que *Chromolaena odorata*.

## 3.4. Impacts de *Chromolaena odorata*

### 3.4.1. Cultures



**Figure 48 :** Proportions moyennes des personnes interrogées percevant des impacts de *Chromolaena odorata* sur les cultures selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM

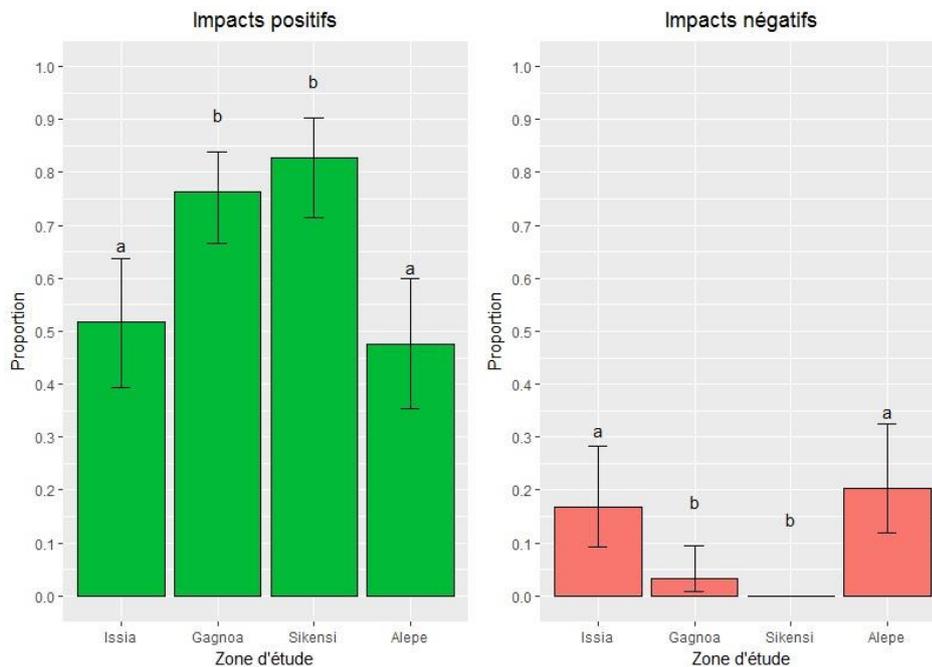
En parallèle avec le fait que *Chromolaena odorata* soit la mauvaise herbe la plus citée (70%) par les villageois dans cette étude, environ 60 à 70% lui confèrent un impact négatif sur les cultures (Figure 16), principalement à cause de son caractère envahissant.

Cependant, la part de la population qui perçoit des impacts positifs de *Chromolaena odorata* sur les cultures est non négligeable, avec 25 à 40% selon la zone d'étude (Figure 16). Cette perception d'impacts positifs regroupe plusieurs catégories de réponses, dont les proportions sont similaires entre elles et entre zones (de l'ordre de 12%, résultats non montrés). Les personnes ont en effet déclaré que la plante était facile à désherber, qu'elle était mieux que d'autres mauvaises herbes, qu'elle servait de plante de couverture et aussi qu'une fois enlevée le rendement des cultures était meilleur.



**Figure 49 :** Plantations envahies par *Chromolaena odorata* dans le village de Bobia. A gauche : Plantation de bananier et cacaoyer ; A droite : plantation de manioc (Photo : G. C. Yian)

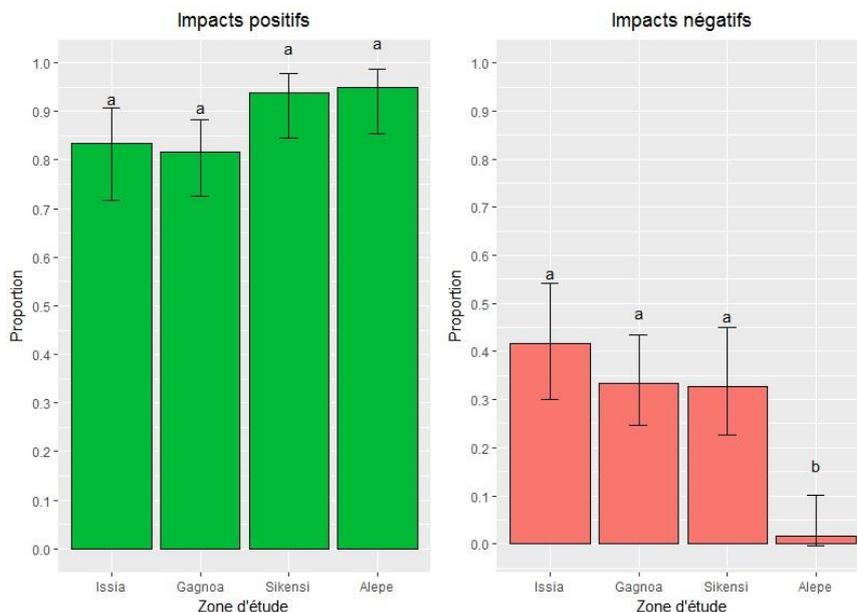
### 3.4.2. Sol



**Figure 50 :** Proportions moyennes des personnes interrogées percevant des impacts de *Chromolaena odorata* sur le sol selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM

Selon les tests des GLM, les zones de Gagnoa et Sikensi sont significativement différentes des zones d'Issia et Alépé quant aux proportions des villageois percevant des impacts positifs et négatifs sur le sol (Figure 18). Environ 80% des personnes interrogées à Gagnoa et Sikensi, et 50% à Issia et Alépé identifient des propriétés bénéfiques de *Chromolaena odorata* sur le sol. La principale propriété citée par 60 % de la population est l'amélioration de la fertilité, la seconde, citée par 10 % de la population est le maintien d'humidité. Moins de 20% de la population déclare que *Chromolaena odorata* est négative pour le sol.

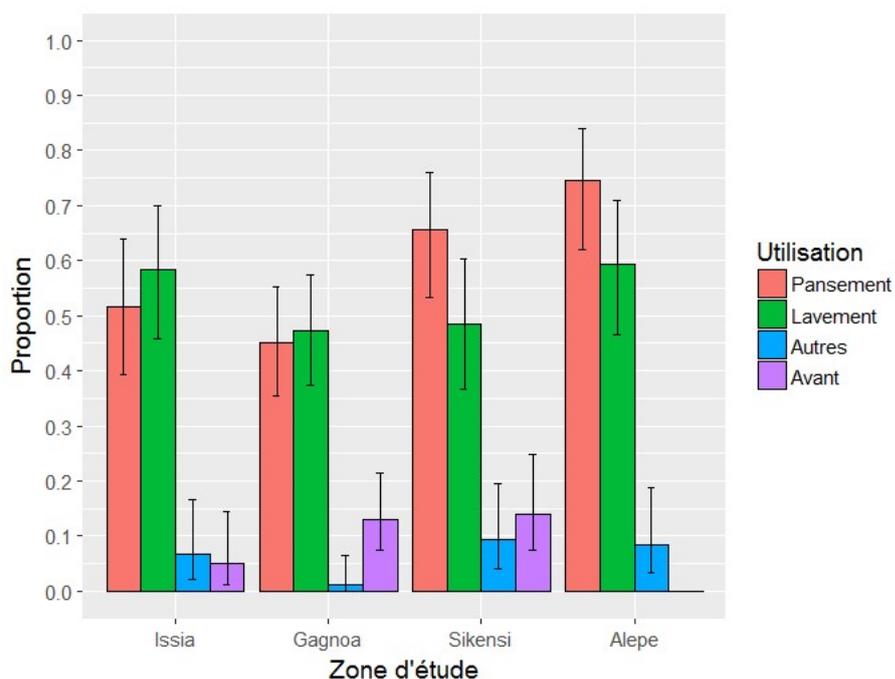
### 3.4.3. Santé



**Figure 51 :** Proportions moyennes des personnes interrogées percevant des impacts de *Chromolaena odorata* sur la santé selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM

Plus de 80% des personnes interrogées ont identifié des propriétés bénéfiques de *Chromolaena odorata* sur la santé (Figure 19). En effet, une majorité de personnes l'utilise comme pansement sur les plaies pour ses propriétés antihémorragiques et antibiotiques, mais aussi en faisant des lavements dans le but de soigner des maux de ventre ou le paludisme (Figure 20). Des utilisations plus anecdotiques ont également été citées et reprise dans la catégorie « Autres », parmi lesquelles l'injection dans les narines pour le rhume, l'injection dans les yeux, le traitement des morsures de serpent.

Des impacts négatifs sont également perçus par les populations des zones d'Issia, Gagnoa et Sikensi (Figure 19). Des personnes ont par exemple déclaré que l'odeur de *Chromolaena odorata* était gênante et pouvait causer des éternuements, ou qu'elle pouvait causer des blessures aux pieds une fois taillée à cause de ses souches coupantes. Aussi pour certains, elle peut être source de maladie. Les blessures qu'elle cause au pied peuvent amener le tétanos, et à Issia, Gagnoa et Sikensi la population s'est rendu compte de la présence de chenilles dans les tiges de *Chromolaena odorata* (Figure 21), rendant son utilisation comme plante médicinale dangereuse pour l'homme. Cette dernière catégorie correspond à la catégorie d'utilisation « Avant » de la Figure 20, car pour cette raison elle n'est plus utilisée comme plante médicinale par certaines personnes.

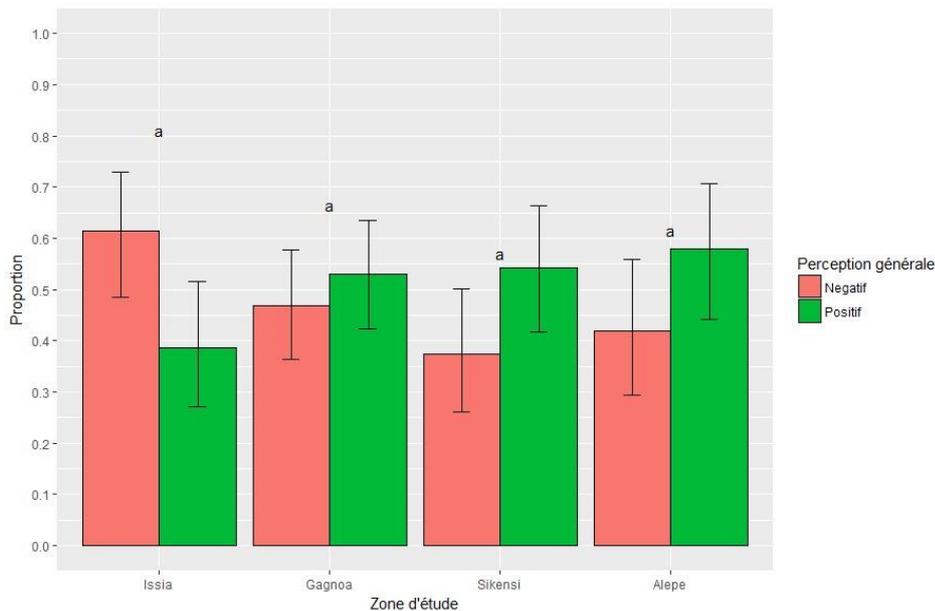


**Figure 52 :** Proportions moyennes des différentes utilisations de *Chromolaena odorata* en tant que plante médicinale par la population selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull; La catégorie « Avant » fait référence au cas où la personne utilisait la plante pour se soigner dans le passé, mais plus actuellement.



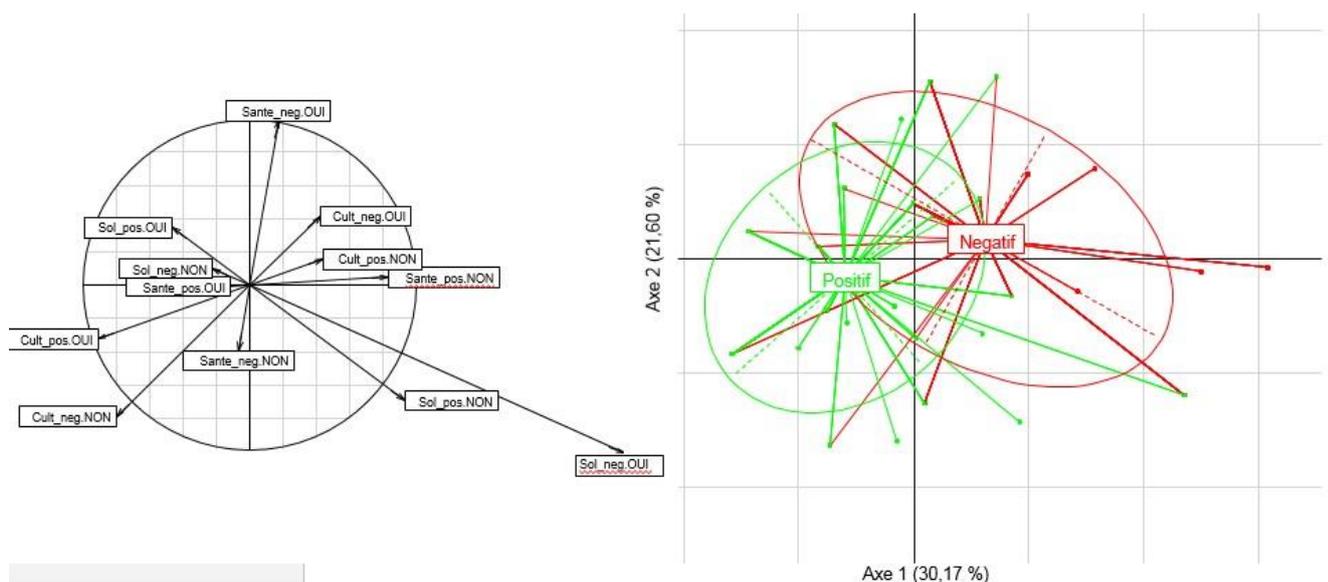
**Figure 53 :** A gauche : Tige de *Chromolaena odorata* infestée par une chenille (Photo : L. Maroun) ; A droite : Coupe d'un nœud de tige de *Chromolaena odorata* infesté par une chenille (Photo : L. Maroun)

### 3.4.4. Perception générale



**Figure 54 :** Proportion de la perception générale de la population selon la zone d'étude avec la représentation des intervalles de confiance et du résultat du test de Tuckey effectué sur les GLM

La part des personnes interrogées qui considère *Chromolaena odorata* comme une plante qui est plutôt positive est supérieure à 50% dans les zones de Gagnoa, Sikensi et Alépé, et environ égale à 40% à Issia (Figure 23). La perception de *Chromolaena odorata* est donc assez mitigée entre positif et négatif. De plus, la valeur de 50% est comprise dans chacun des intervalles calculés.



**Figure 55 :** Résultat de l'ACM réalisée en fonction des réponses aux questions dans les domaines d'impacts de *Chromolaena odorata*; A gauche: Cercle des corrélations des axes 1 et

2; A droite : Perception générale de *Chromolaena odorata* par les répondants selon les axes 1 et 2

L'ACM fait le lien entre la perception de *Chromolaena odorata* en tant que plante plutôt positive ou plutôt négative avec la perception d'impacts sur les cultures, le sol et la santé (Figure 23). Une séparation existe au niveau de l'axe 1. Ceci veut dire qu'il existe un lien important avec la perception d'impacts positifs sur les cultures et le fait que *Chromolaena odorata* est considérée comme positive. De même, la perception négative de *Chromolaena odorata* semble fortement corrélée avec une absence d'identification de propriétés bénéfiques sur la santé et sur le sol.

### 3.5 Différence de perception entre les classes d'âges et entre les agriculteurs et non agriculteurs

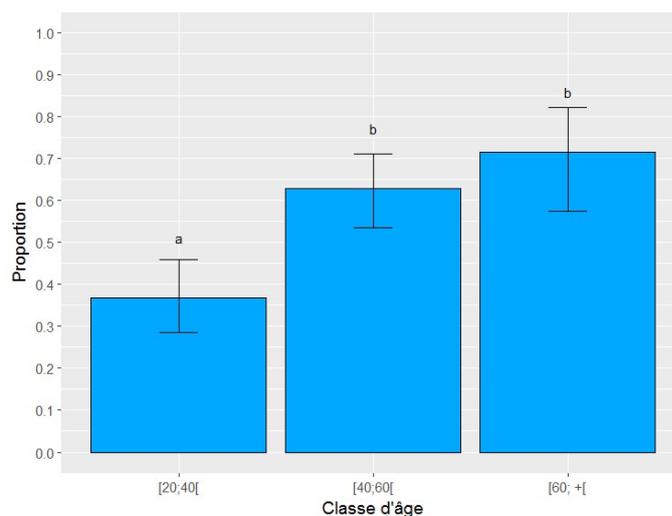
**Table 27** : Résultats du test  $\chi^2$  comparant les réponses aux questions des différentes classes d'âges, et des agriculteurs/non agriculteurs. En gras : p-value <0.05

| Partie   | Question              | Classe d'âge                     | Agriculteur/Non agriculteur    |
|--|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| <b>Connaissance de <i>Chromolaena odorata</i>, espèce invasive</b> | Expansion             | <b><math>p = 0.0130</math></b>   | $p = 0.255$                    |
|  | Mode d'introduction   | $p = 0.0506$                     | $p = 0.105$                    |
|  | Dominance             | <b><math>p = 0.0233</math></b>   | /                              |
|  | Perçue comme exotique | <b><math>p &lt; 0.001</math></b> | $p = 1$                        |
| <b>Impacts de <i>Chromolaena odorata</i></b>                       | Santé positif         | <b><math>p &lt; 0.001</math></b> | $p = 0.803$                    |
|  | Santé négatif         | <b><math>p = 0.023</math></b>    | $p = 0.274$                    |
|  | Culture positif       | $p = 0.256$                      | <b><math>p = 0.0473</math></b> |
|  | Culture négatif       | <b><math>p = 0.00571</math></b>  | $p = 0.925$                    |
|  | Sol positif           | $p = 0.175$                      | $p = 0.633$                    |
|  | Sol négatif           | $p = 0.115$                      | $p = 0.367$                    |

|  |                 |             |             |
|--|-----------------|-------------|-------------|
| <b>Perception générale de <i>Chromolaena odorata</i></b> | Positif/Négatif | $p = 0.337$ | $p = 0.503$ |
|--|-----------------|-------------|-------------|

La classe d'âge de la personne interrogée semble avoir une influence sur les réponses. En effet, six questions ont des différences significatives (Tableau 3). En revanche, il existe seulement une différence significative dans les réponses aux questions entre les agriculteurs et les non agriculteurs, et celle-ci concerne l'identification d'impacts bénéfiques de *Chromolaena odorata* sur les cultures. Il est également important de souligner le fait qu'il n'existe pas de différence significative pour la question de perception générale.

Selon, les résultats les personnes les plus âgées reconnaissent le statut d'exotique de *Chromolaena odorata*, alors que les plus jeunes ont plutôt tendance à considérer la plante comme native (Figure 24). Pour rappel, *Chromolaena odorata* est devenue invasive en Côte d'Ivoire il y a environ 40-50 ans. La classe d'âge des 20-40 ans a donc toujours connu la plante, tandis que les deux autres classes d'âges ont pu connaître leur environnement avant son arrivée.



**Figure 56 :** Proportion moyennes des répondants considérant *Chromolaena odorata* comme une plante exotique en fonction des classes d'âge avec la représentation des intervalles de confiance d'Agresti-Coull et les résultats du test  $\chi^2$

## 4. Discussion

### 4.1. Mauvaises herbes identifiées par les villageois et place des invasives

#### 4.1.1. Communauté d'adventices

Tout d'abord, il existe une bonne connaissance du milieu par les villageois, avec un total de 59 plantes citées. D'après cette étude, il peut être supposé que les espèces qui ont été citées sont

relativement communes dans les champs de la zone concernée. En effet, si les villageois ont donné un nom vernaculaire à une plante et l'ont ensuite mémorisé, c'est qu'ils y sont fréquemment confrontés dans le travail de désherbage de leurs parcelles.

En revanche, si une espèce n'a pas été citée dans une zone, cela ne signifie pas forcément qu'elle y est absente. Elle peut être présente dans le village, mais ne pas poser de problèmes dans les champs. De la même manière, on peut présumer que des noms locaux ne sont pas toujours attribués à des espèces d'adventices rares ou discrètes, ou encore à des espèces n'ayant pas de caractères qui permettent de la reconnaître facilement (forme des feuilles particulière, odeur, épines, couleur...).

Il faut noter que dans la liste d'espèces de mauvaises herbes obtenues, il y a aussi bien des plantes herbacées, buissonnantes que des arbres. Néanmoins, les deux derniers se trouvent rarement au stade mature dans les plantations. Quand les plantations sont entretenues régulièrement, les mauvaises herbes consistent en des herbacés de petite taille. En revanche, quand la culture est restée un moment sans être désherbée, les mauvaises herbes grandissent et peuvent atteindre la taille d'un mètre. Ensuite si l'agriculteur a laissé trop longtemps son champ sans entretien, des buissons peuvent se former, et dans les cas extrêmes il arrive que des plantations soient abandonnées à cause de cette végétation adventice devenues trop envahissante. Cette succession peut correspondre à celle obtenue lorsqu'une culture est terminée et laissée en jachère.

Ces résultats rendent compte de la perception des villageois à propos des mauvaises herbes, il faut cependant garder à l'esprit que la perception est différente de la réalité, et que cela ne décrit pas forcément les espèces réellement présentes et abondantes au sein d'une parcelle, mais plutôt comme le paysan voit ce que s'y trouve. C'est pour cela qu'il est pertinent de comparer les résultats avec de véritables inventaires effectués dans des plantations et jachère en Côte d'Ivoire et dans des pays voisins.

#### **4.1.1.1 Comparaison avec la littérature**

Tout d'abord, des comparaisons peuvent se faire avec des guides de mauvaises herbes pour l'Afrique de l'Ouest, reprenant chacun un minimum de 200 espèces.

Le guide des adventices tropicales (Merlier et Montégut 1982), renseigne les espèces les plus importantes d'Afrique de l'Ouest, en terme de fréquence et de développements de peuplements denses difficiles à gérer. Dans cet ouvrage, les espèces qui sont communes avec celles obtenues

dans l'étude sont uniquement les quatre espèces exotiques *Bidens pilosa*, *Chromolaena odorata*, *Euphorbia heterophylla*, *Euphorbia hirta*.

Le guide « Adventrop : Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne » (Bourgeois et Merlier 1995), renseigne sur les mauvaises herbes de cette région d'Afrique située au Nord de la Côte d'Ivoire, où le climat est plus sec (précipitations annuelles comprises entre 500 et 900mm/an, contre plus de 1100mm/an en Côte d'Ivoire). Dans celui-ci, en plus de ces quatre espèces communes, il y a quatre espèces natives citées par les villageois ivoiriens dans cette études, *Cyperus rotundus*, *Rottboellia cochinchinensis* et *Imperata cylindrica*. Toutes ces espèces auraient donc une certaine amplitude écologique pour se trouver à la fois dans le domaine guinéen et dans le domaine soudano-sahélien.

Le guide des adventices d'Afrique de l'Ouest (Akobundu et Agyakwa 1989), est celui reprenant le plus d'espèces qui ont été citées lors de l'enquête. Au total 26 des espèces citées y sont présentes, dont 14 espèces natives.

Au Nord-Est du Bénin, où le régime hydrique (entre 900 et 1100 mm de précipitations par an) est plus sec que dans la zone d'étude mais plus humide qu'en région soudano-sahélienne, un inventaire reprenant une soixantaine de mauvaises herbes a été effectué dans des cultures de coton, sorgho et igname (Ahanchede et Gasquez 1995). Huit espèces sont présentes dans la liste d'espèces obtenues dans l'étude: *Ageratum conyzoides*, *Bidens pilosa*, *Brachiaria lata*, *Eleusine indica*, *Imperata cylindrica*, *Euphorbia heterophylla*, *Euphorbia hirta* et *Rottboellia cochinchinensis*.

Dans une étude encore plus ancienne réalisée en Côte d'Ivoire, Dugelay identifie *Pennisetum purpureum*, *Imperata cylindrica*, *Eleusine indica*, *Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides* comme étant les principales espèces présentes dans les cultures (1979). *Eleusine indica*, *Pennisetum purpureum*, *Imperata cylindrica* étaient les espèces les plus compétitives avec les cultures. Dans une certaine mesure, cela se vérifierait encore selon la perception de la population, car *Pennisetum purpureum* et *Imperata cylindrica* sont parmi les dix espèces qui ont été les plus citées (par 11 et 15% de la population respectivement). *Eleusine indica* ne figure qu'en 40<sup>ème</sup> position, mais étant une petite Poaceae, il est probable qu'elle ait aussi été souvent citée sous le nom vernaculaire « Gazon » par certaines personnes, qui est une catégorie reprenant plusieurs espèces similaires.

Dans son étude, Dugelay met l'accent sur l'espèce *Digitaria horinzontalis*, très présente dans les cultures et très compétitives (1979). Cette espèce est aussi considérée comme une adventices majeur par Gnahoua (1997). Il peut exister plusieurs raisons pour laquelle elle n'est pas présente parmi les espèces citées par les villageois. Tout comme *Eleusine indica*, elle pourrait être aussi reprise sous le nom vernaculaire de « Gazon ». Elle pourrait également avoir moins d'impacts sur les cultures qu'avant, à cause de changements dans les pratiques culturales qui la défavorise, et/ou l'arrivée d'autres espèces plus compétitives.

Gnahoua (1997) a réalisé une classification hiérarchique des adventices de cultures après jachères dans la région d'Oumé. Cette région étant située à environ une centaine de kilomètres à l'Est de la région de Gagnoa et d'Issia, on peut supposer que le climat et la végétation sont relativement proches. Les résultats obtenus lors des enquêtes sont assez cohérents avec cette classification. En effet, les espèces *Chromolaena odorata* et *Croton hirtus*, fortement citées par les villageois en tant que mauvaises herbes, sont identifiées par l'auteur comme des adventices majeures. Les espèces *Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides*, *Eleusine indica*, *Sida acuta*, et *Rottboellia cochinchinensis*, moins citées sont également présentes dans cette classification en tant qu'adventices mineures ou secondaires.

La liste des espèces obtenues est également assez similaire avec celles résultant d'un inventaire récent dans des plantations de manioc au Ghana (pays voisin situé à l'est de la Côte d'Ivoire), sous une latitude proche (N 6°43, W 1°36) (Quee *et al.* 2016). Onze espèces citées par les villageois se retrouvent dans les vingt-quatre espèces de cet inventaire, huit sont des espèces exotiques (*Ageratum conyzoides*, *Bidens pilosa*, *Chromolaena odorata*, *Croton hirtus*, *Euphorbia heterophylla*, *Euphorbia hirta*, *Mimosa pudica*, *Sida acuta*) et trois sont natives (*Cyperus rotundus*, *Panicum maximum*, *Rottboellia cochinchinensis*).

La plante la plus abondante dans cet inventaire au Ghana est *Panicum maximum*. Celle-ci est également la deuxième plante la plus citée par les interrogés au sein des quatre zones d'étude, de manière plus ou moins proportionnelle au regard de sa position proche du point (0 ; 0) sur la Figure 12. Cette espèce, absente des inventaires effectués dans des cultures de riz et de jachères localisées dans le Sud de la Côte d'Ivoire dans les années 2001 et 2002 (Kent *et al.* 2001; Johnson et Kent 2002), et nommée en tant qu'adventice occasionnelle et sporadique par Johnson (Johnson 1997), semble être devenue une préoccupation récente pour les agriculteurs.

Une autre étude récente, réalisée sur les adventices des cultures d'ananas dans le Sud de la Côte d'Ivoire a inventorié au total 62 espèces (Mangara *et al.* 2010), dont 11 citées par les villageois : *Brachiaria lata*, *Cyperus distans*, *Cyperus rotundus*, *Cyathula prostrata*, *Eleusine indica* et *Heterotis rotundifolia* dans les espèces natives, et *Ageratum conyzoides*, *Chromolaena odorata*, *Croton hirtus*, *Euphorbia hirta*, *Eragrostis tenella*, *Spermaocoe latifolia* pour les espèces exotiques. Selon cette étude, des espèces auraient des affinités pour les plantations industrielles (*Brachiaria lata*, *Cyperus distans*, *Cyperus rotundus*, *Eleusine indica*, *Euphorbia hirta*, *Eragrostis tenella*), tandis que les autres auraient une affinité pour des plantations villageoise plus petites et sans apports de fertilisants. *Chromolaena odorata* serait quant à elle plus ubiquiste.

Pour conclure, après avoir effectué ces comparaisons avec la littérature il apparait qu'un total de 20 espèces identifiées en tant que mauvaises herbes par les villageois n'ont pas été identifiées en tant que telles dans les références consultées. Ceci est le cas pour les exotiques *Pueraria phaseoloïdes* et *Mucuna pruriens*, et l'espèce native *Clerodendrum splendens* qui sont parmi les dix espèces les plus citées.

Certaines espèces, très présentes dans la littérature et identifiées en tant qu'adventices majeures, n'ont pas été celles sur lesquelles la population interrogée a insisté lors des enquêtes, c'est notamment le cas des espèces exotiques *Euphorbia hirta* et *Euphorbia heterophylla*.

Les espèces exotiques, *Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides*, ubiquistes en Afrique de l'Ouest, et largement répandues dans la littérature (Dugelay 1979; Ahanchede et Gasquez 1995; Mangara *et al.* 2010), sont loin d'être les espèces les plus citées par les villageois (moins de 2 %, et respectivement à la 34<sup>ème</sup> et 28<sup>ème</sup> position). Cependant, cela est cohérent avec la classification de Gnahoua (1997), qui les classe en tant qu'adventices secondaires. Elles peuvent donc être communes mais peu abondantes, et de ce fait avoir un impact faible dans les travaux de désherbage. Les paysans prêtent alors probablement moins attention à ces plantes qui sont présentes dans leurs cultures de manière sporadique.

#### **4.1.1.2 Potentielle influence d'une différence dans les pratiques culturales**

Si ce travail donne un bon aperçu de la diversité des mauvaises herbes présentes dans les campagnes du Sud de la Côte d'Ivoire (Figure 12), des précisions auraient pu être apportées quant à la composition en espèces par type de culture (pérenne ou vivrière). En effet, la

composition peut varier entre des cultures vivrières (manioc, riz, piment, aubergine...), et des cultures pérennes (cacao, hévéa, palmier) formées par des plantations d'arbres qui créent un couvert végétal à maturité. De manière générale, les cultures nécessitant un travail plus important et régulier de désherbage sont les cultures vivrières et les jeunes plantations pérennes.

De plus, des différences au sein des plantations pérennes ont été constatées lors de visites sur le terrain. Les plantations matures d'hévéa créent un couvert végétal très dense sous lequel presque rien ne pousse à part les régénérations naturelles d'hévéa.

Les plantations matures de cacao, de café ou de palmier ont quant à elles un couvert végétal moins dense, avec parfois des espèces adventices au sol. Les espèces présentes au sol sont des espèces généralement moins sensibles à l'ombrage que les héliophiles strictes pouvant se trouver en jachère. Il est aussi fréquent dans ces plantations d'avoir des espèces lianescentes telles que *Mucuna pueriens*.

Le degré d'hydromorphie a aussi une influence sur la végétation d'adventices (Johnson et Kent 2002). Or, parfois des plantations de riz de bas-fond, qui sont donc immergées, étaient pratiquées à Gagnoa et Issia.

La variation climatique pouvant exister entre les zones n'est alors pas l'unique explication qui peut justifier une différence dans la composition des listes d'espèces citées par les villageois. La préférence d'une plante pour un certain type de culture peut faire qu'elle soit peu présente ou au contraire abondante dans les champs d'une zone d'étude. Par exemple, la cacaoculture diminue vers le Sud, tandis que l'hévéaculture et les plantations de palmiers à huile augmentent (Figure 7). Les cultures vivrières sont aussi sensiblement différentes, avec une plus grande culture du manioc vers le Sud, et de riz vers le Nord.

De même dans cette étude, il aurait pu être intéressant d'interroger les agriculteurs à propos de leur utilisation de produits phytosanitaires car des différences peuvent avoir un impact sur la communauté d'adventices. En effet, des différences entre les zones d'études concernant l'utilisation d'herbicides, au niveau de l'intensité d'utilisation et de la composition sont possibles.

#### 4.1.2. Place des exotiques

Selon cette étude, il peut être affirmé que les plantes exotiques ont une place importante en tant que mauvaises herbes citées par les villageois (Figure 9) et qu'elles posent donc un problème agronomique.

*Chromolaena odorata*, *Pueraria phaseoloides*, *Croton hirtus* et *Mimosa sp* (*pudica* ou *invisa*) sont les espèces ayant été les plus citées (plus de 20%) avec l'espèce native *Panicum maximum*. Dans la PCoA (Figure 12), *Pueraria phaseoloides* est localisée nettement vers le côté positif de l'axe 1 (score supérieur à 0.2), cela signifie que l'espèce a été citée un plus grand nombre de fois dans le Sud (Sikensi et Alépé). Selon ces résultats, elle y serait donc plus répandue dans les cultures. En revanche, *Chromolaena odorata*, *Croton hirtus* et *Mimosa sp* (*pudica* ou *invisa*) ont été citées de manière assez similaire entre les différentes zones d'études car leur coordonnées sont proches du point (0 ; 0). Ces trois espèces seraient donc répandues plus ou moins de la même manière du Nord au Sud de la zone étudiée, et s'il existe des variations dans les pratiques agricoles, elles y seraient peu sensibles.

*Chromolaena odorata* est discutée plus loin en 4.2, mais concernant *Pueraria phaseoloides*, *Croton hirtus* et *Mimosa sp* (*pudica* ou *invisa*) des précisions peuvent être apportées.



**Figure 57 :** *Pueraria phaseoloides*  
(Source :<http://www.cabi.org/isc/datasheet/45906>)

*Pueraria phaseoloides* est une espèce herbacée de la famille des Fabaceae, et se propage en partie grâce à ses stolons et peut adopter un comportement lianescent (Figure 25) [10]. Elle est réputée en Afrique de l'Ouest comme plante de couverture, et c'est pour cette raison qu'elle a été introduite en Côte d'Ivoire (Chevalier 1951). Le fait que *Pueraria phaseoloides* semble poser plus de problèmes dans le Sud à Alépé et Sikensi que plus au Nord peut trouver son explication dans des informations

données par des villageois à Sikensi. Selon eux, cette espèce a été introduite dans les plantations de palmiers à huile intensive dans les campagnes situées autour de la ville d'Abidjan, et donc à proximité de Sikensi et Alépé. De plus, la culture des palmiers à huile est plus importante dans les deux zones du Sud que dans les deux zones du Nord (Figure 7). L'exemple de *Pueraria phaseoloides* illustre parfaitement le cas d'une introduction dans un but agronomique, qui est

concluante dans le type de culture pour laquelle elle a été introduite, mais dont l'expansion est difficile à contrôler. Elle cause de ce fait des dommages dans d'autres types de cultures, comme les cultures vivrières et les jeunes cultures pérennes, mais aussi dans les espaces naturels aux alentours.



*Croton hirtus* est une espèce herbacée de la famille des Euphorbiaceae (Figure 26). A l'heure actuelle, peu d'étude ont été communiquées concernant son écologie, sa répartition, et sur ses impacts en Afrique. Il est seulement connu qu'elle est native d'Amérique du Sud, où c'est une mauvaise herbe rarement abondante [11].

**Figure 58 :** *Croton hirtus* photographié dans des champs du village de Bobia  
(Photo : G. C. Yian)

*Mimosa sp* (*pudica* ou *invisa*) (Figure 27) sont toutes deux des plantes originaires d'Amérique, et devenues invasives sur d'autres continent (Asie, Océanie et Afrique). Elles sont présentes en Côte d'Ivoire depuis au minimum les années 70 (Lavabre 1971). Ces deux espèces sont épineuses et leurs feuilles se rétractent au toucher. Elles peuvent atteindre la taille d'un buisson et se développent dans des milieux perturbés, pouvant ainsi se trouver dans les cultures (Muniappan et Viraktamath 1993; Lisowski 1996). *Mimosa pudica* est considérée comme une sérieuse mauvaise herbe dans les pays tropicaux, que ce soit dans son aire d'invasion ou dans son aire d'origine (Holm *et al.* 1979). Une étude faite en Ethiopie indique que *Mimosa invis*a est présente dans ce pays depuis au moins 20 ans, et qu'elle est identifiée par les villageois comme une menace majeure pour l'agriculture, les pâturages, et le milieu forestier. Elle présente beaucoup d'inconvénient tels que la diminution de rendement, la toxicité pour les herbivores, des épines la rendant difficile à désherber et causant des blessures (Wakjira 2011).



**Figure 59 :** A gauche : *Mimosa pudica* (Source: <http://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/>); A droite *Mimosa invis*a (Source : [http://file.scirp.org/Html/13-2600683\\_30080.htm](http://file.scirp.org/Html/13-2600683_30080.htm))

En plus de *Chromolaena odorata*, deux espèces sont présentes dans la liste IUCN des 100 espèces les plus invasives au monde, il s'agit de *Cecropia peltata* et *Lantana camara* (Lowe *et al.* 2000).

*Cecropia peltata* est un arbre à croissance rapide de la famille des Cecropiaceae, indigène d'Amérique latine. Il a été introduit dans les années 1910' en Côte d'Ivoire pour fournir de l'ombrage dans les plantations de café (Binggeli *et al.* 1998). Il a ensuite colonisé d'autres milieux ouverts, et s'est répandu à travers le pays profitant de la déforestation pour coloniser de nouvelles zones. Par son tempérament pionnier, il peut ainsi s'installer dans tout type de cultures sans ombrage, et être considéré comme mauvaise herbe par les agriculteurs. C'est le cas des agriculteurs de Sikensi, qui est la seule zone d'étude où il a été cité sous le nom de « Faux parasolier ». Il y a en effet une ressemblance avec le parasolier natif d'Afrique de l'Ouest (*Musanga cecropioides*) au niveau des feuilles composées palmées, mais aussi au niveau du tempérament pionnier [12]. Il a été prouvé que *Cecropia peltata* était plus compétitif que *Musanga cecropioides*, et qu'un de ses principaux impacts négatifs serait de causer le déclin de cette espèce en la remplaçant (McKey 1988) .

*Lantana camara* est une plante pérenne buissonnante native d'Amérique latine, qui a été introduite via l'horticulture. Cette espèce déjà répandue en Afrique de l'Est, exerce un impact négatif sur le bétail et la santé humaine (Shackleton *et al.* 2017). Elle est également très difficile à contrôler dans les cultures. A l'échelle mondiale, elle cause un impact considérable sur les milieux naturels (Gooden *et al.* 2009). Néanmoins dans la présente étude, cette espèce a été citée en tant que mauvaise herbe par moins de 5% par les villageois et semble spécifique à la zone d'Alépé (Figure 12). Lors des visites sur le terrain, la plante s'est avérée être aussi présente dans les zones de Gagnoa et Issia, mais seulement par quelques individus isolés. Sa présence dans le centre de la Côte d'Ivoire est confirmée par un inventaire réalisé dans la forêt classée de Sanaibo dans le Centre-Est (Kassi *et al.* 2010). Le fait qu'elle soit plus répandue dans le Sud du pays ne s'explique probablement pas uniquement pour des raisons climatiques au regard de son aire d'invasion dans le monde et de sa grande amplitude écologique (Qin *et al.* 2016). Un lien pourrait être fait avec la proximité de la ville d'Abidjan, où a lieu l'essentiel des échanges commerciaux internes et externes au pays.

Etant donné le potentiel très néfaste de *Lantana camara*, il serait pertinent d'engager des mesures de gestion au plus vite afin d'anticiper d'éventuels dégâts sur l'environnement, des pertes de rendement dans les cultures, et des nuisances aux élevages de bétail dans le Nord du pays.

Pour finir, il est intéressant de souligner que la majorité des plantes exotiques invasives rencontrées dans cette étude sont originaire d'Amérique latine. Les milieux tropicaux d'Afrique et d'Amérique ont des biotopes tout à fait semblables et sont isolés l'un de l'autre depuis le démembrement de la Pangée il y a 80 Ma (Roussel et Juhe-Beaulaton 1992). Ceci a alors facilité la naturalisation de certaines espèces d'Amérique latine, qui ont trouvé en Afrique des conditions environnementales similaires à leur aire d'origine, et qui ont pu se répandre grâce à l'absence de leurs prédateurs naturels qui régulaient leur population.

#### 4.1.3. Perception des exotiques

Dans un inventaire effectué dans des jachères au Ghana, plus de la moitié des espèces sont des espèces exotiques (13 sur 24 au total) (Quee *et al.* 2016), tandis que dans la liste de plante obtenue dans cette étude, environ un tiers sont des exotiques (18 sur 59 au total). Cependant, le nombre d'espèces exotiques données grâce aux enquêtes est certainement sous-estimé par rapport à la réalité. Durant les enquêtes, une question demandant si l'interrogé connaissait des espèces exotiques a été posée. Cette question a été supprimée dans l'analyse car la population répondait souvent qu'ils avaient remarqué l'arrivée d'espèces exotiques, mais que du fait de leur récente arrivée, ils ne leur avaient pas encore attribué de noms.

La notion d'exotique est relative pour les villageois. En effet, une espèce est considérée comme une exotique à partir du moment où elle n'était pas présente avant dans leur environnement. Le plus souvent, la notion d'exotique est interprétée comme étant à l'échelle du pays. Certaines personnes sont capables de dire qu'une espèce a été introduite volontairement en Côte d'Ivoire, car ils s'en souviennent, ou par le bouche à oreille. C'est le cas de *Pueraria phaseoloides*, qui selon les personnes interrogées dans le Sud (Alépé et Sikensi), a été introduite comme plante de couverture dans les plantations de palmier, et qui porte le nom vernaculaire de « Couverture ».

Aussi, il est presque impossible pour la population de faire la différence entre une plante native des pays voisins étendant son aire de répartition, et une espèce exotique invasive introduite en Afrique et en train d'étendre son aire d'invasion. Par exemple, *Panicum maximum* est une espèce de *Poaceae* native d'Afrique, ayant une taille de 1 à 3 mètres, utilisée comme plante

fourragère dans le Nord du pays (Zoumana et César 1998). Elle est néanmoins indésirable dans les cultures. De plus, elle a été très souvent considérée comme une espèce exotique par les villageois, qui ont déclaré que cette plante n'était pas présente dans leur champ et dans leur village il y a quelques années. Elle est également perçue assez négativement par les agriculteurs car elle demanderait un travail manuel important de désherbage à la machette, aurait une certaine résistance aux produits phytosanitaires, et serait capable de venir rapidement envahir à nouveau le champ une fois qu'il a été désherbé. Il est par ailleurs étonnant de constater que selon la littérature plus ancienne, *Panicum maximum* est présente en Côte d'Ivoire depuis plus de quarante ans, mais à l'époque était seulement présente le long de routes et en lisière forestière dans le Sud du pays (Pernès *et al.* 1975; Pernès et Combes 1970).

Une hypothèse peut alors être formulée. Cette espèce était effectivement présente dans le pays avant, mais était relativement discrète et ne posait pas de problèmes dans les cultures. De ce fait, les villageois ne lui avaient pas prêté attention jusqu'au moment où elle a commencé à se trouver dans les champs et à envahir leurs parcelles. Des changements dans l'environnement, liés au développement des activités humaines, lui ont très probablement ouvert des opportunités d'élargissement de sa niche écologique. Par exemple, la macadamisation des routes qui crée des environnements plus chaud (Cotten 1974), l'intensification des cultures fourragères (Pernès *et al.* 1975), ou encore une meilleure résistance aux pesticides que d'autres espèces, pourraient expliquer le fait qu'elle ait été favorisée.

Du point de vue de la perception de la population, le cas de *Panicum maximum* pose la question de la légitimité de chercher des solutions pour éradiquer une espèce exotique invasive, telle que *Chromolaena odorata* plutôt que contre *Panicum maximum*. En effet, d'une part la jeune génération des moins de quarante ans a toujours connu *Chromolaena odorata*, et celle-ci présente des avantages agronomiques et médicaux. Tandis que d'autre part, *Panicum maximum* n'était apparemment pas présente dans les champs il y a quelques années, est néfaste aux cultures, et la seule utilité reconnue par la population sont ces qualités de plante fourragère. Pour ces raisons, et du fait que l'élevage soit anecdotique dans le Sud de la Côte d'Ivoire, la population des zones étudiées serait plus encline à ce qu'une lutte soit faite contre *Panicum maximum* à la place de *Chromolaena odorata*.

Quand une espèce exotique arrive dans un pays d'Afrique, il faut du temps à la population pour qu'elle l'appréhende et identifie ses impacts. Dans un premier temps, l'espèce est inconnue et peut être perçue essentiellement de manière négative si elle colonise les cultures. Par la suite,

les villageois peuvent peu à peu s'approprier la plante, et tester différentes utilisations jusqu'à lui trouver une utilité, la perception devient alors moins négative (Holmes *et al.* 2009). Par exemple, cela peut être en tant que plante médicinale, fourrage pour le bétail, dans l'alimentation humaine, comme combustible, comme insecticide naturel...

Pour illustrer ce phénomène, des villageois à Sikensi ont raconté qu'ils se souvenaient de l'arrivée de *Chromolaena odorata*. A l'époque les gens rapportaient par le bouche à oreille que cette plante avait été introduite par le président guinéen jaloux de la prospérité de la Côte d'Ivoire. La population voyait donc *Chromolaena odorata* comme une plante exclusivement négative, et même toxique. Puis au fur à mesure, des personnes se sont rendu compte de ses vertus médicinales et l'information s'est à nouveau diffusée à travers les villages.

#### **4.2. Etude de la perception de *Chromolaena odorata***

La deuxième partie de ce travail consiste en une étude plus approfondie de la perception de la population, de l'espèce exotique invasive *Chromolaena odorata*. Celle-ci est l'espèce la plus citée comme mauvaise herbe à travers les quatre zones étudiées (Figure 11) avec 60 à 80% des personnes interrogées selon les zones.

##### **4.2.1. *Chromolaena odorata* : perception en tant qu'espèce exotique envahissante**

La seule caractéristique d'espèces invasives reconnue à *Chromolaena odorata* par plus de la majorité de la population est celle d'être exotique (Figure 13). Il n'existe pas de différence entre les zones d'études pour ces résultats. Cette bonne connaissance du caractère exotique de *Chromolaena odorata* est probablement liée aux noms qui lui ont été donnés suite son arrivée dans le pays. Par exemple, à Issia, Gagnoa et Sikensi, elle porte le nom du président guinéen des années 1960' à 1980', Sékou Touré considéré à l'époque comme hostile à la Côte d'Ivoire (Ruf 1995), et à Alépé elle porte le nom d'Indépendance, faisant référence à l'époque de l'indépendance de la Côte d'Ivoire en 1960 (de Rouw 1991). Ces noms se perpétuent ainsi dans le langage commun depuis de nombreux années, et favorisent une transmission des connaissances entre les générations. En effet, même si la génération des moins de 40 ans reconnaît significativement moins *Chromolaena odorata* comme une espèce exotique que les plus âgés (Tableau 3), il y en a néanmoins 35% qui savent que cette plante n'était pas présente à l'époque de leurs parents et grands-parents. Toutefois, cette connaissance va probablement

s'estomper dans le futur, quand la population sera composée essentiellement de personnes n'ayant pas connu l'époque de l'arrivée de *Chromolaena odorata*.

Il a été posé la question plus complexe sur les raisons de l'introduction de *Chromolaena odorata*, c'est-à-dire si celle-ci s'est faite de manière naturelle, volontaire ou accidentelle. Pour la majorité, comme dans l'étude faite par Shackelton (2016), la population ne connaît pas la raison. En réalité, cette plante a été introduite volontairement en Côte d'Ivoire en tant que plante de couverture (Gautier 1992). Cette raison n'a pas été donnée lors des enquêtes, car les personnes ayant répondu « Volontairement » ont précisé que c'était le président guinéen Sékou Touré qui l'aurait introduite pour nuire à la Côte d'Ivoire. Ensuite, elle s'est très certainement dispersée dans le pays de manière naturelle par le vent et accidentellement par les machines ayant servi à la construction de nouvelles routes. Il faut noter que la réponse « Volontairement » s'applique donc à l'échelle du pays. En revanche, dans les réponses « Naturellement » et « Accidentellement », il est possible que l'échelle considérée par la personne qui a répondu soit plus restreinte et correspond plutôt à la région qui l'entoure.

D'après les résultats obtenus, *Chromolaena odorata* semble en régression dans le milieu agricole. En effet, une minorité de la population déclare qu'elle est en expansion (Figure 15) (20 à 40% selon les zones), et la majorité de la population qualifiait plutôt l'évolution de l'espèce comme en diminution, c'est-à-dire moins abondante qu'avant. De même au sein des champs, pour la majorité des agriculteurs ce n'est pas *Chromolaena odorata* qui est l'adventice dominante (Figure 14), mais d'autres espèces plus compétitives. Cependant, certains ont précisé une préférence de l'espèce pour les cultures vivrières comme les plantations de manioc, et les jeunes plantations pérennes où elle peut parfois se trouver en abondance. Cette préférence se vérifie dans la littérature scientifique (Borokini et Babalola 2012).

Plusieurs facteurs pourraient alors expliquer ce déclin. Tout d'abord, *Chromolaena odorata* a pu être défavorisée par un changement des pratiques agricoles. Par exemple, selon certains paysans interrogés, l'espèce est plus sensible aux herbicides, et est éliminée après une seule pulvérisation. Aussi, d'autres personnes interrogées dans les zones de Sikensi et Alépé expliquent son déclin avec l'augmentation des changements de cultures de cacao en cultures d'hévéa. En effet, *Chromolaena odorata* fait partie des adventices principales des plantations de cacao (Adenikinju 1975), et depuis ces vingt dernières années, la culture d'hévéa prend son essor chez les agriculteurs (Tran Van Canh 1999). Ce changement dans les habitudes culturelles

se justifie par le prix du caoutchouc plus élevé que celui du cacao et par la baisse de productivité des plantations de cacao après une jachère. En effet, la culture de cacao présente une meilleure productivité après une forêt qu'après une jachère. Les potentialités de plantations de cacao après forêt sont très faibles, du fait que l'essentiel de la forêt tropicale du Sud du pays a déjà déboisé au profit de l'agriculture, ou placé en forêt protégée. Les plantations d'hévéa sont quant à elle adaptées à une plantation après jachère, et bien que nécessitant un travail important de désherbage les premières années, l'entretien est ensuite minime une fois que le couvert végétal s'est fermé. De plus, la durée d'une plantation d'hévéa est plus longue, en moyenne 45 ans, contre environ 25 ans pour une plantation de cacao (Ruf 2012; Ruf 1995). De manière générale, de nombreuses personnes ont identifié une intolérance de *Chromolaena odorata* à l'ombrage, et donc une absence de celle-ci dans les plantations matures d'hévéa. Ces observations sont correctes car *Chromolaena odorata* est considérée comme une espèce héliophile (Foresta 1995). Historiquement, *Chromolaena odorata* a été favorisée dans un premier temps par l'ouverture de la forêt et l'installation de cultures pérennes moins ombragées (Marc 2004). Puis, l'avènement de cultures pérennes à couvert plus dense a fait baisser ses potentialités de dispersion (Ruf 1995).

De plus, selon les paysans, *Chromolaena odorata* souffre de la compétition avec d'autres espèces d'adventices compétitives, qui ont pris sa place au sein des cultures, telle que *Panicum maximum*. En Afrique du Sud, il a déjà été prouvé que le morphotype de *Chromolaena odorata* était moins compétitif que *Panicum maximum*, et que cette dernière limiterait l'expansion de l'aire de répartition de *Chromolaena odorata*, notamment sous un climat plus sec (Beest *et al.* 2013). Par ailleurs dans un village situé plus au Nord que les villages échantillonnés à Issia, des observations personnelles ont révélé une quasi-absence de *Chromolaena odorata* et une dominance principalement de *Panicum maximum* dans l'environnement. Ceci peut alors expliquer le fait que *Chromolaena odorata* a été significativement moins citée à Issia qu'à Sikensi qui est située dans une zone où le climat est plus humide (Figure 11).

Pour finir, des raisons autres que des modifications de pratiques culturales peuvent expliquer une diminution dans l'abondance de *Chromolaena odorata*. D'autres espèces plus compétitives peuvent limiter la dispersion de l'espèce à l'extérieur des parcelles agricoles. Si sa production totale de graines est en diminution, cela peut induire une colonisation moins importante des différents milieux. A titre d'exemple, à Gagnoa et Issia, l'espèce *Tithonia diversifolia* a colonisé les routes et chemins, qui étaient autrefois un des milieux où *Chromolaena odorata* se trouvait

en abondance (de Rouw 1991). L'observation d'un impact négatif de *Tithonia diversifolia* sur *Chromolaena odorata* a également été faite au Congo Brazzaville (Bani 2002), et en Zambie (Muoghalu *et al.* 2005). De plus, la présence de parasite et/ou pathogène (Figure 21) peuvent contribuer à un déclin de l'espèce.

#### 4.2.2. Perception des impacts de *Chromolaena odorata*

Dans cette étude où les espèces exotiques invasives sont largement répandues dans le milieu en tant que mauvaise herbe, il était légitime de s'attendre à ce que la population perçoive ces plantes comme étant néfastes. En s'intéressant au cas précis de *Chromolaena odorata*, il apparaît que la situation est nettement plus complexe. Dans les quatre zones, les proportions de la population percevant *Chromolaena odorata* comme positive sont relativement proches de 50% (Figure 22). Il faut par ailleurs noter que la zone d'étude n'influence par la perception générale de l'espèce tant positivement que négativement. Des bénéfices et des coûts sociaux-économiques sont perçus par la population, et ont une influence sur leur manière dont ils perçoivent la plante. Cette étude s'est focalisée sur trois principaux domaines d'impacts, qui sont les impacts dans les cultures, sur le sol et sur la santé.

Au niveau de la perception d'impacts sur les cultures, il n'y a pas de différences entre les zones d'études (Figure 16). Etant considérée comme une mauvaise herbe par la population, il n'est pas étonnant que près de 70% lui confère un impact négatif sur les cultures à cause de son caractère envahissant. En revanche, il a été plus surprenant de constater qu'une part non négligeable des villageois (environ un tiers) attribue à *Chromolaena odorata* des impacts positifs dans les cultures. Souvent les personnes la préfèrent à d'autres mauvaises herbes, plus néfaste et moins facile à désherber. En effet, à son jeune stade, quand elle n'est pas encore sous la forme d'un buisson dense, l'enracinement superficiel de *Chromolaena odorata* (Goodall et Erasmus 1996) peut expliquer le fait que son arrachage soit aisé. Certains paysans apprécient également son rôle en tant que plante de couverture qui bloque l'arrivée d'autres adventices. Cet aspect est également mis en avant par les paysans d'Afrique de l'Est (Shackleton et Shackleton 2016).

Concernant le deuxième domaine, les impacts sur le sol, la population a identifié des propriétés bénéfiques de *Chromolaena odorata*. Ces impacts positifs sont perçus par une partie de la population significativement plus grande à Gagnoa et Sikensi (environ 80%), qu'à Issia et Alépé (environ 50%) (Figure 18). Ces propriétés ont aussi été perçues par des paysans du CongoBrazzaville (Bani 2002), du Népal (Rai *et al.* 2012), et par des paysans ivoiriens dans les années 1985 à 1990. Ces derniers, tout comme les paysans interrogés dans cette étude, ont déclaré que *Chromolaena odorata* améliore la fertilité du sol et assure un maintien de l'humidité (Ruf 1995). Une étude scientifique réalisée sur des jachères de *Chromolaena odorata* dans le centre de la Côte d'Ivoire a en effet démontré ces propriétés de l'espèce sur la fertilité et sur l'humidité du sol. En effet, par rapport à de la végétation de savane, *Chromolaena odorata* permet d'augmenter dans les dix premiers centimètres de sol, le carbone organique et le phosphore total, le magnésium et le calcium extractible, ainsi que le pool minéral d'azote. *Chromolaena odorata* augmente aussi la quantité de vers de terre, et la capacité de rétention en eau (Tondoh *et al.* 2013).

Troisièmement, dans le domaine de la santé humaine, *Chromolaena odorata* est une plante médicinale importante dans la vie quotidienne de la population. Elle est très largement utilisée et dans les quatre zones d'études (Figure 19 et Figure 20). Les deux utilisations principales sont en tant que pansement aux vertus antibiotiques et antihémorragiques, et par lavement pour soigner des maux de ventre et le paludisme. Ces propriétés médicinales sont reconnues scientifiquement, et son usage est répandu dans les pays d'Afrique de l'Ouest et Asie du Sud-Est (Omokhua *et al.* 2016).

Des impacts négatifs sur la santé sont perçus par environ un tiers de la population des zones d'Issia, Gagnoa et Sikensi, mais pas dans la zone d'Alépé (Figure 19). Le fait qu'elle cause des éternuements et que son odeur soit gênante sont sans doute intimement liés à son odeur forte et piquante (Baruah et Leclercq 1993). Aussi, il a été relaté dans la littérature qu'elle cause des blessures aux pieds (Ruf 1995). En revanche, la présence d'un parasite (Figure 21) menaçant l'utilisation de cette espèce en tant que plante médicinale est une découverte. Les personnes ayant arrêté de se soigner avec *Chromolaena odorata* ont déclaré avoir entendu par le bouche à oreille qu'elle était devenue toxique. Ce parasite est une larve qui se sert de *Chromolaena odorata* comme plante hôte et n'a cependant pas pu être identifié.

La perception d'une espèce peut ainsi varier entre les individus, et cela est lié à une différence de services écosystémiques reconnus par la personne (Rai *et al.* 2012). D'après les résultats

obtenus, il apparaît que le domaine d'impact le plus lié à une perception positive de *Chromolaena odorata* est celui d'impact positif sur les cultures (Figure 23). Cela est cohérent avec le fait que la population est composée par 90% de personnes pratiquant l'agriculture. Ainsi, s'ils ressentent une amélioration de leurs conditions de travail grâce à elle, il est compréhensible qu'elle soit perçue comme une bonne plante. La perception de *Chromolaena odorata* en tant que plante négative est quant à elle plus fortement liée à une absence d'identification des propriétés bénéfiques sur le sol et sur la santé.

#### **4.2.3. Différence de perception de *Chromolaena odorata* au sein de la population interrogée**

Des facteurs démographiques, tels que l'âge, la profession, le sexe peuvent avoir une influence sur la perception (García-Llorente *et al.* 2008; Mwangi *et al.* 2008). Dans cette étude, le facteur démographique ayant la plus forte influence sur les réponses est la classe d'âge (Tableau 3). Les personnes de plus de 60 ans avaient généralement moins de connaissances sur les utilisations de *Chromolaena odorata* en tant que plante médicinale, et sont plus nombreux à considérer qu'elle est négative sur les cultures. Les plus jeunes (entre 20 et 40 ans) quant à eux sont plus nombreux à penser que *Chromolaena odorata* est une espèce qui est native. Toutefois, il n'existe pas d'influence de la classe d'âge sur le fait que *Chromolaena odorata* soit perçue comme positive ou négative.

Peu de différences sont apparues entre les agriculteurs et non agriculteurs. Cela peut s'expliquer par le fait que les non agriculteurs sont peu représentés au sein des populations (moins de 10%), soit une vingtaine de personnes au total. Il aurait alors pu être intéressant d'effectuer des comparaisons avec des personnes habitant en ville, notamment à Abidjan. Ceux-ci sont moins en contact avec le milieu agricole que des villageois, et n'ont pas le même rapport avec l'environnement. En effet, la perception pourrait être différente car une personne vivant en ville ne rencontre pas les mêmes coûts et bénéfices d'une espèce exotique, en comparaison avec un paysan (Inderjit 2005; Mwangi *et al.* 2008).

#### **4.2.4. Implications pour la gestion**

En Côte d'Ivoire, *Chromolaena odorata* est un problème majeur pour la biodiversité en milieu tropical, et en particulier dans les zones dédiées à la conservation comme les parcs nationaux,

notamment celui du Taï au Sud-Ouest (de Rouw 1991), celui de la Marahoué dans le Centre-Ouest (N'da *et al.* 2008), et les forêts classées comme celle de Bamo dans le Centre (Adingra *et al.* 2014) et de Sanaimbo dans le Centre-Est (N'Dja et Decocq 2007). Dans ces forêts protégées, l'espèce est dominante dans les trouées, et empêche l'installation des espèces pionnières natives et de la régénération forestière en formant un peuplement dense (de Rouw 1991).

Les zones forestières protégées sont entourés par des zones anthropiques, avec des villages et des cultures [8]. S'il existe une volonté d'entreprendre des mesures de gestion dans ces zones protégées, dans le but de contrôler les espèces exotiques invasives, il est important de diminuer en même l'afflux des graines venant de l'extérieur du parc. Cependant, pour que la gestion soit efficace, il faut qu'elle soit acceptée par la population (Selge *et al.* 2011).

Dans le cas présent, une campagne de lutte contre l'espèce serait mal comprise par la population, pour laquelle la moitié considère *Chromolaena odorata* comme une plante qui est positive. Ainsi, afin d'éviter tout conflit avec la population, il serait dans un premier temps, primordial de proposer une alternative à *Chromolaena odorata*. La solution la plus pertinente serait de trouver des plantes natives présentant les mêmes avantages que *Chromolaena odorata* au niveau agronomique, voir même des qualités supérieures, mais qui ne seraient pas envahissante à l'extérieur des cultures (parcs nationaux, bord de routes, village...). En effet, dans ces milieux ruraux, les mesures de gestion doivent être prises dans l'intérêt de ces populations pauvres, et la conservation de la nature ne peut être l'argument principal justifiant ces mesures (Van Wilgen *et al.* 2001).

*Chromolaena odorata* pourrait par exemple, être remplacée dans les jachères par des espèces de légumineuse, comme *Lablab purpureus* et *Cajanus cajan*. Ces deux espèces ont montré des performances similaires voir supérieures à *Chromolaena odorata* au niveau de la restitution de la fertilité du sol. Dans un contexte de pression sur les terres arables, et d'un épuisement des sols dû à la diminution du temps de jachères, *Lablab purpureus* et *Cajanus cajan* sont intéressantes. En effet, elles permettent d'obtenir en deux ans ce que *Chromolaena odorata* fait actuellement en trois an (la durée de jachère utilisée actuellement) (Edoukou, Koné, et Tondoh 2017). Il serait intéressant que des recherches continuent dans ce sens, plutôt que de choisir une solution de facilité en utilisant une autre espèce exotique invasive facilement disponible dans

le pays telle que *Tithonia diversifolia*, dont l'utilisation en tant que plante de jachère est parfois conseillée (Jama *et al.* 2000; Agbede *et al.* 2014).

D'un point de vue médicinal, une alternative à *Chromolaena odorata* en tant qu'antimalariale ne devrait pas poser de problème car de nombreuses plantes médicinales répandues en Côte d'Ivoire présentent ces propriétés (Kamanzi Atindehou *et al.* 2004). En revanche, il sera plus difficile de trouver une alternative à *Chromolaena odorata* au niveau de l'élaboration de pansements antibiotiques et antihémorragiques à appliquer sur des plaies. En effet, c'est sa disponibilité dans les champs qui la rend particulièrement appréciée par la population en cas d'accident de désherbage à la machette.

En complément à la mise en place d'espèces natives dans les jachères, des méthodes de contrôle physique, chimique et/ou biologique peuvent être employées contre *Chromolaena odorata*. Les conditions ne sont pas favorables à un arrachage mécanique à cause du coût important et d'un accès difficile dans les cultures. L'arrachage manuel est ce qui est actuellement le plus répandu en Afrique, mais il n'est pas suffisamment efficace et demande un travail important (Van Wilgen *et al.* 2001; Muniappan *et al.* 2005).

Le contrôle chimique est efficace mais relativement coûteux (Muniappan, Reddy, et Lai 2005). De plus, les pesticides sont nocifs pour la santé humaine, perturbent les écosystèmes et un phénomène de résistance aux herbicides peut se développer (Barbosa 1998; Yao *et al.* 2012).

Dans les pays du Sud, le contrôle biologique est conseillé pour éradiquer des exotiques invasives. Cette méthode présente l'avantage de pouvoir se focaliser sur certaines espèces et d'avoir un faible coût. Il est néanmoins important d'avoir réalisé au préalable des études rigoureuses sur la préférence d'hôte de l'insecte et sur les impacts négatifs de son introduction, notamment concernant la faune et la flore locale (Van Wilgen *et al.* 2011). Pour une lutte efficace, il est nécessaire de compléter cette méthode avec d'autres mesures de gestion. Cependant, des précautions doivent être prises afin de ne pas introduire une espèce d'insecte exotique susceptible de devenir invasive à son tour et de créer un nouveau problème (Louda *et al.* 2003). Des recherches doivent plutôt être faites au niveau d'insectes natifs du continent. Par exemple, en Indonésie, il a été prouvé que *Chromolaena odorata* est une hôte spécifique de l'espèce native *Cecidochares connexa* (Diptera: Tephritidae) (McFadyen *et al.* 2003). Elle est ainsi utilisée en lutte biologique contre *Chromolaena odorata* dans des pays asiatiques (Bhumannavar *et al.* 2006).

En Afrique de l'Ouest, des programmes de lutte biologique utilisant *Pareuchaetes pseudoinsulata* (Lepidoptera: Arctiidae), une espèce originaire d'Asie du Sud-Ouest, ont été effectués contre *Chromolaena odorata* au Ghana. La première campagne a eu lieu dans les années 1970', et s'est soldé par un échec, et une nouvelle tentative a commencé en 1989. Les résultats de ce programme ont été très encourageants. En effet, les impacts sur la diversité végétale sont positifs, avec une diminution de la compétitivité de *Chromolaena odorata*, et une nette augmentation de la diversité végétale (Timbilla *et al.* 2000; Timbilla 1999). Néanmoins, les impacts sur la faune n'ont pas été étudiés.

### **4.3. Analyse critique de l'approche de la perception appliquée aux espèces exotiques et au cas de *Chromolaena odorata***

#### **4.3.1. Intérêts et avantages de la méthode**

L'approche par la perception de la population est un bon outil qui est utile pour repérer des tendances générales et fournir des informations intéressantes pouvant être la source de recherches ultérieures plus approfondies. De plus, en étudiant les bénéfices et les coûts des espèces invasives perçus par la population, différents domaines peuvent être abordés. Ainsi lors de cette étude, des aspects botaniques, agronomiques, médicaux et sociaux ont pu être discutés.

Dans la recherche en agronomie et en conservation de la nature, il est important de connaître l'avis de la population. La perception des personnes fréquemment en contact avec une espèce, va effectivement définir l'intensité à laquelle un paysan va vouloir faire disparaître cette espèce de son terrain. De cette manière, cela permet d'orienter la recherche de solutions à la fois agronomique car il s'agit de mauvaises herbes, mais aussi écologiques lorsque ces mauvaises herbes sont à la fois des espèces exotiques invasives.

Cette méthode présente également l'avantage d'être relativement peu coûteuse, ce qui est intéressant dans le contexte africain où peu de moyens sont disponibles pour la recherche. Aussi, en comparaison avec un inventaire botanique qui aurait été réalisés dans les champs, les résultats sont bien entendus moins précis, mais cette méthode a l'avantage d'être plus

facilement réalisable. En effet, les champs peuvent être difficiles d'accès et éloignés de plusieurs kilomètres des villages. Un inventaire selon un plan d'échantillonnage rigoureux demande alors un temps conséquent pour la collecte de données. Le fait de demander directement aux agriculteurs quelles sont les plantes présentes et abondantes dans leur champ permet donc de couvrir un plus large périmètre.

Interroger les populations est un moyen pertinent d'étudier les dynamiques de végétation existantes entre le présent et le passé. En effet, les villageois sont susceptibles de renseigner des informations quant à l'apparition d'espèces exotiques dans leur champ ou à des évolutions au niveau des espèces dominantes.

Par exemple dans cette étude, l'espèce *Porophyllum ruderale* (*Asteraceae*), nommée « Alassane » en référence à l'actuel président ivoirien, est une plante dont l'arrivée doit être relativement récente. Jusqu'à présent, peu de recherches font état de sa présence sur le continent africain. Cette espèce a été récemment considérée en tant qu'adventice notable dans les plantations de riz ivoiriennes par (Yao *et al.* 2017), et sa résistance aux herbicides la rend d'autant plus problématique pour l'avenir. D'après les résultats de cette étude, elle semble être actuellement abondante essentiellement dans les deux zones les plus au Sud (Figure 12).

Un exemple illustrant une évolution au niveau des dominances d'espèces, est celui de *Panicum maximum*. En effet, présente mais discrète par le passé (Pernès *et al.* 1975), cette espèce est à présent une des espèces de mauvaises herbe les plus problématiques pour les villageois.

#### **4.3.2. Limites et perspectives de l'étude**

Le fait de réaliser une étude sur les espèces exotiques invasives par le biais d'une approche de la perception donne une vision portant essentiellement sur les aspects économiques et sociaux. Cette approche focalisée sur le domaine agricole donne effectivement peu d'informations sur les impacts écologiques, d'autant plus que l'environnement et la conservation de la biodiversité n'est pas une des préoccupations principales pour la population paysanne (Van Wilgen *et al.* 2001). Ainsi, une espèce faiblement présente à l'intérieur des cultures peut au contraire être très répandue en dehors.



**Figure 60 :** *Tithonia diversifolia* en bordure d'un chemin à proximité du village de Bobia (Photo : G. C. Yian)

Par exemple, *Tithonia diversifolia* a été peu citée par les villageois (moins de 5% au total) (Figure 9), et se trouve rarement dans les cultures. Cette espèce fait partie de la famille des Astéracées, elle est originaire d'Amérique latine et a été introduite au Sud du Nigeria dans les années 1960' accidentellement avec du maïs (Agyakwa et

Akobundu 1987). Durant la phase de terrain, il a été constaté que dans les deux zones les plus au Nord, elle est très présente dans l'environnement, et forme des peuplements denses monospécifiques pouvant mesurer jusqu'à trois mètres.

Ces peuplements sont largement répandus et dominant le long des routes et autres chemins. Cette espèce se trouve également dans des parcelles de cultures aux abords des villages (Figure 28). En Afrique de l'Ouest, elle est considérée comme mauvaise herbe envahissant les cultures (Akobundu et Agyakwa 1989).

Il faudrait donc rester vigilant quant à son expansion, d'autant plus des bénéfices pouvant être tirés par la population peuvent être une source d'introduction de village en village, et ainsi accélérer son invasion. En effet, des villageois ont identifié que *Tithonia diversifolia* avait de bonnes propriétés anti-malariales, meilleures que *Chromolaena odorata*. Des recherches ont par ailleurs démontré ces propriétés (Oyewole *et al.* 2008). A cela s'ajoute ses propriétés améliorantes sur le sol, qui la rende meilleure qu'un engrais naturel et que *Chromolaena odorata* (Agbede *et al.* 2014). En agriculture, son utilisation et sa culture sont même recommandés par certains auteurs (Jama *et al.* 2000).

Il faut noter que les résultats d'une étude de perception donnent les impacts tels qu'ils sont perçus par la population, et non les impacts réels (Lundberg 2010). De plus, la perception peut être liée à des composantes moins rationnelles. Par exemple, les personnes peuvent amplifier, consciemment ou inconsciemment, l'abondance ou l'impact négatif d'une plante qu'ils n'apprécient pas. Ceci peut être induit par la présence d'épines comme pour *Mimosa* sp (*pubica* ou *invisa*), ou de poils très urticants comme pour *Mucunia pueriens*. La perception d'une espèce exotique invasive est aussi fortement liée aux bénéfices qu'elle est susceptible d'apporter à la population (Mwangi *et al.* 2008). De cette manière, les bénéfices que fournit *Chromolaena*

*odorata* d'un point de vue médicinal et agronomique peuvent parfois amener la population à sous-estimer ses impacts négatifs. A l'inverse, la perception d'une espèce sera d'autant plus négative si la population ne lui a pas trouvé d'utilité, ce qui est notamment le cas pour *Mimosa* sp (*pudica* ou *invisa*) (Wakjira 2011).



**Figure 61 :** *Zonocerus variegatus* photographié aux (Ruf abords des cultures du village de Guehieguhé (Photo : L.Maroun)

Aussi, il peut y avoir des impacts que les paysans n'ont pas nécessairement remarqués. Par exemple, l'espèce de criquet *Zonocerus variegatus* cause des dommages importants dans les champs (Marc 2004), et elle est très fortement attirée par les molécules émises par *Chromolaena odorata* (Modder 1984). Sa présence a été remarquée lors de visites dans les champs (Figure 29). Dans les années 1985-1990, des paysans ivoiriens ont déjà constaté ce lien entre les deux espèces, et ce que cela implique comme

dégâts dans les cultures (1995), et au Congo-Brazzaville la prolifération de ce criquet a été mis en relation avec l'invasion de *Chromolaena odorata* (Bani 2002). Cependant, à l'exception d'une villageoise, lors de l'étude personne n'a identifié cet impact négatif indirect, ce qui pourrait alors être un sujet de recherches ultérieures.

De même, une perturbation dans la croissance des cultures induite par allélopathie de *Chromolaena odorata*, est un phénomène qui a été prouvé par des études réalisées sur des cultures de piment, épinard, choux et colza (Sahid et Sugau 1993), et sur le maïs, la pastèque, le gombo, le haricot, le soja, et l'arachide (Usuah *et al.* 2013). Or, ce phénomène ne peut être que difficilement perceptible par la population.

Dans cette étude, les réponses ont pu être influencées par différents facteurs qu'il n'est pas possible de contrôler, notamment le moment de l'année ou le moment de la journée où une personne a été interrogée. Par exemple, si la personne a passé sa journée à désherber *Chromolaena odorata* avant de répondre, elle peut être moins encline à lui trouver des points positifs. Aussi, il peut exister des variations dans la composition des adventices dues à une certaine saisonnalité et à la position dans le cycle cultural, d'autant plus dans le cas des cultures vivrières qui sont annuelles ou bisannuelles.

Diverses sources de biais ont pu être identifiées lors de la réalisation des enquêtes, notamment la personne qui interroge, la manière de poser les questions, et la présence d'un interprète. Aussi, les personnes n'ont pas toujours compris la tournure de la question, et il a parfois été nécessaire de reformuler la question. Il est donc important d'avoir formulé correctement la question, afin de pouvoir obtenir l'information sans qu'il n'y ait de problème de communication.

La phase d'élaboration du questionnaire est ainsi cruciale dans ce type d'étude. Une piste d'amélioration serait alors d'effectuer dans un premier temps une étape de pré-enquête. Cette étape permet de perfectionner un questionnaire. Les questions pertinentes sont ainsi ciblées et ont la possibilité d'être améliorées pour la suite, d'autres questions peuvent être ajoutées et les questions ouvertes peuvent être fermées par des catégories (Vilatte 2007). En effet, au cours de cette étude le questionnaire contenait plus de questions, certaines ont été supprimées dans l'analyse. Elles ont été jugées par exemple peu pertinentes, le nombre de personnes capable de donner une réponse a été trop faible, ou la question avait été mal formulée.

## 5. Conclusion

Cette étude, réalisée selon une approche par la perception de la population, a abordé la thématique des espèces invasives dans les milieux ruraux du Sud de la Côte d'Ivoire. Cette méthode a permis d'apporter des informations et des pistes de réflexion dans de nombreux domaines (botanique, socio-économique, agricole, ethnobotanique...). Cependant, elle ne permet pas d'apporter de conclusions sur les impacts des espèces invasives en dehors du milieu agricole.

D'après cette étude, les espèces exotiques invasives sont importantes dans les communautés d'adventices, notamment les espèces *Chromolaena odorata*, *Croton hirtus*, *Mimosa* sp (*pudica* ou *invisa*) et *Pueraria phaseoloïdes* qui figurent parmi les espèces ayant été les plus citées par la population. Certaines espèces semblent être soit plus abondantes soit plus problématiques pour les agriculteurs dans certaines zones, comme l'espèce *Porophyllum ruderale* dans les deux zones du Sud, ou *Cecropia peltata* à Sikensi.

La population ne reconnaît à *Chromolaena odorata* que peu de caractéristiques liées à son statut d'espèces invasives. En effet selon la population, il apparaît que *Chromolaena odorata* ne serait plus autant répandue et dominante que par le passé, probablement du fait de modifications environnementale dans les pratiques culturelles ainsi que de la présence d'espèces actuellement plus compétitrices. Aussi, les villageois sont nombreux à savoir que *Chromolaena odorata* est une plante exotique (40 à 60% selon les zones).

*Chromolaena odorata* est considérée comme une mauvaise herbe par une grande majorité de la population. Malgré cela, il est intéressant de constater que les avis à son sujet sont mitigés car la moitié des personnes interrogées a une perception générale de cette espèce qui est positive. Les coûts et les bénéfices perçus par la population ont alors une influence dans la perception générale d'une espèce exotique. Dans le cas de *Chromolaena odorata*, les villageois ont identifié des propriétés améliorantes sur le sol, et parfois certains ont même déclaré qu'elle avait d'autres impacts bénéfiques pour les cultures. De plus, son utilisation en tant que plante médicinale est très largement répandue (jusqu'à 95% de la population dans certaines zones d'étude).

Le facteur démographique influençant le plus la perception des villageois à propos de *Chromolaena odorata* est la classe d'âge. Les plus de 40 ans sont plus nombreux à considérer l'espèce comme étant exotique, et les moins de 60 ans sont plus nombreux à l'utiliser comme plante médicinale.

Pour finir, si une mesure de gestion doit être appliquée contre *Chromolaena odorata*, il sera pertinent de proposer une solution alternative qui conférerait à la population les bénéfices qu'ils perçoivent actuellement grâce à *Chromolaena odorata*. Une piste de réflexion serait de chercher au niveau des espèces de jachères natives, plus performantes que *Chromolaena odorata* dans l'amélioration du sol, et moins envahissantes à l'extérieur des milieux agricoles.

## Bibliographie

### Sources classiques

Adenikinju S. A. 1975. « The prevalent weeds of cocoa plots in Nigeria ». *Ghana Journal of Agricultural Science (Ghana)* v. 8 (3): 205-207.

Adingra Odette, Kassi Justin N'Dja, et Yongo Olga Diane. 2014. « Analyse systématique et phytogéographique de la forêt classée de la Bamo (Côte d'Ivoire) ». *Journal of Animal & Plant Sciences* 23 (2) 3626–3636.

Agbede Taiwo M., Adekiya Aruna O., et Ogeh Joseph S. 2014. « Response of soil properties and yam yield to *Chromolaena odorata* (Asteraceae) and *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) mulches ». *Archives of Agronomy and Soil Science* 60 (2): 209-24.

Agresti Alan, et Coull Brent A. 1998. « Approximate Is Better than “Exact” for Interval Estimation of Binomial Proportions ». *The American Statistician* 52 (2): 119–126.

Agyakwa C. W., et Akobundu I. O. 1987. *A Handbook of West African Weeds*. IITA. 564p

Ahanchede Adam, et Gasquez Jacques. 1995. « Mauvaises herbes des cultures pluviales au nord-est du Bénin ». *Agriculture et Développement*, n° 7: 22–29.

Akobundu I. Okezie, et Agyakwa C. W. 1989. *Guide des adventices d'Afrique de l'ouest*. IITA. 522p

Anning A. K., et Yeboah-Gyan K. 2007. « Diversity and Distribution of Invasive Weeds in Ashanti Region, Ghana ». *African Journal of Ecology* 45 (3): 355-60.

Arksey Hilary, et Knight Peter T. 1999. *Interviewing for Social Scientists: An Introductory Resource with Examples*. SAGE.

Avenard Jean Michel. 1971. *Le Milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. IRD Editions. 391p

Bani Grégoire. 2002. « Status and management of *Chromolaena odorata* in Congo ». Successful biological control of *Chromolaena odorata* in Ghana: The potential for a regional programme in Africa, 96.

Barbosa Pedro A. 1998. *Conservation Biological Control*. Academic Press.

Baruah R. N., et Leclercq P. A. 1993. « Constituents of the essential oil from the flowers of *Chromolaena odorata* ». *Planta medica* 59 (3): 283–283.

Beest Mariska, Elschot Kelly, Olf Han, et Rampal S. Etienne. 2013. « Invasion Success in a Marginal Habitat: An Experimental Test of Competitive Ability and Drought Tolerance in *Chromolaena odorata* ». *PLOS ONE* 8 (8): e68274.

Bhumannavar B. S., Ramani S., *et al.* 2006. « Introduction of *Cecidochares connexa* (Macquart)(Diptera: Tephritidae) into India for the biological control of *Chromolaena odorata*. » In *Proceedings of the Seventh International Workshop on Biological Control and Management of*, 38–48. National Pingtung University of Science and Technology (NPUST).

Binggeli P., Hall J. B., et Healey J. R. 1998. « An Overview of Invasive Woody Plants in the Tropics ». *An Overview of Invasive Woody Plants in the Tropics*, n°13.

Borokini Temitope Israel, et Babalola Folaranmi Dapo. 2012. « Management of invasive plant species in Nigeria through economic exploitation: lessons from other countries ». *Management of Biological Invasions* 3 (1): 45–55.

Botton H., et Halle Nicolas. 1957. « Les Plantes de couverture. Guide pratique de reconnaissance et d'utilisation des Légumineuses en Côte d'Ivoire ». *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée* 4 (12): 553-615.

Bourgeois Thomas Le, et Merlier Henri. 1995. *Adventrop: les adventices d'Afrique soudanosahélienne*. Editions Quae. 637p

Brou Téléphore. 2010. « Variabilité climatique, déforestation et dynamique agrodémographique en Côte d'Ivoire ». *Science et changements planétaires / Sécheresse* 21 (4): 327-29.

Brunel, Sylvie. 2004. *L'Afrique: un continent en réserve de développement*. Editions Bréal. 239p

Butchart Stuart H. M., Walpole Matt, Collen Ben, van Strien Arco, Scharlemann Jörn P. W., Almond Rosamunde E. A., Baillie Jonathan E. M., *et al.* 2010. « Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines ». *Science* 328 (5982): 1164-68.

Cameron A. Colin, et Trivedi Pravin K.. 2013. *Regression analysis of count data*. Vol. 53. Cambridge university press.

Chaléard Jean-Louis. 1996. *Temps des villes, temps des vivres: l'essor du vivrier marchand en Côte d'Ivoire*. KARTHALA Editions. 674p

Charpentier, Hubert, Doumbia Salif, Coulibaly Z., et Zana O.. 1999. « Dossier Côte d'Ivoire. Fixation de l'agriculture au Nord et au centre de la Côte d'Ivoire: quels nouveaux systèmes de culture? » *Agriculture et développement*, n° 21: 4–71.

Chevalier Auguste. 1951. « Plantes de couverture pour Pays tropicaux ». *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale* 31 (343): 272-75.

Chivian Eric, et Bernstein Aaron. 2008. *Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity*. Oxford University Press.

Colautti Robert I., et MacIsaac Hugh J. 2004. « A Neutral Terminology to Define 'Invasive' Species ». *Diversity and Distributions* 10 (2): 135-41.

Cotten Anne-Marie. 1974. « Un aspect de l'urbanisation en Côte-d'Ivoire ». *Cahiers d'outre-mer* 27 (106): 183-93.

Dabin Bernard, Leneuf Noël, et Riou Gérard. 1960. « Carte pédologique de la Côte d'Ivoire au 1/2000000: notice explicative ».

Dugelay Michel. 1979. « L'origine des adventices dans des systèmes de culture mi-mécanisée de la région Centre de la Côte d'Ivoire ».

Edoukou E. F., Koné A. W., et Tondoh J. E. 2017. « Les jachères à base de *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et de légumineuses ont-elles les mêmes potentialités agronomiques? ».

Floret Christian, et Pontanier Roger. 2000. *Fallows in tropical Africa*. John Libbey Eurotext.

Foresta Hubert de. 1995. « Systèmes de culture, adventices envahissantes et fertilité du milieu: le cas de *Chromolaena odorata* ».

Gagnon Patrick. 2006. « Intervalles de confiance pour une différence de deux proportions ». Université Laval.

García-Llorente Marina, Martín-López Berta, González José A., Alcorlo Paloma, et Montes Carlos. 2008. « Social Perceptions of the Impacts and Benefits of Invasive Alien Species: Implications for Management ». *Biological Conservation* 141 (12): 2969-83.

Gautier, LAURENT. 1992. « Taxonomy and distribution of a tropical weed: *Chromolaena odorata* (L.) R. King & H. Robinson ». *Candollea* 47 (2): 645-662.

Gnahoua G. M. 1997. « Etude de la flore adventice des cultures après jachère améliorée dans la région d'Oumé (Côte d'Ivoire) ». *La jachère et maintien de la fertilité*, Christian F, Roger P (ed). Coraf/IRD/Union européenne: Paris, 107-118.

Goodall, J. M., et D. J. Erasmus. 1996. « Review of the status and integrated control of the invasive alien weed, *Chromolaena odorata*, in South Africa ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 56 (3): 151-64.

Gooden, Ben, Kris French, Peter J. Turner, et Paul O. Downey. 2009. « Impact threshold for an alien plant invader, *Lantana camara* L., on native plant communities ». *Biological Conservation* 142 (11): 2631-41.

Holm Leroy, Pancho Juan V., Herberger James P., Plucknett Donald L., *et al.* 1979. *A geographical atlas of world weeds*. John Wiley and Sons.

Holmes Thomas P., Aukema Juliann E., Von Holle Betsy, Liebhold Andrew, et Sills Erin. 2009. « Economic Impacts of Invasive Species in Forests: Past, Present, and Future ». *Annals of the New York Academy of Sciences* 1162 (1): 18-38.

Honu Y. A. K., et Dang Q. L.. 2002. « Spatial Distribution and Species Composition of Tree Seeds and Seedlings under the Canopy of the Shrub, *Chromolaena Odorata* Linn., in Ghana ». *Forest Ecology and Management* 164 (1): 185–196.

Hugon Philippe. 2014. « L’agriculture en Afrique subsaharienne restituée dans son environnement institutionnel ». In *Tradition et modernisation des économies rurales : Asie-Afrique-Amérique latine : Mélanges en l’honneur de Gilbert Étienne*, par Claude Auroi et Jean-Luc Maurer, 205-37. International. Genève: Graduate Institute Publications.

Ickowitz Amy. 2006. « Shifting Cultivation and Deforestation in Tropical Africa: Critical Reflections ». *Development and Change* 37 (3): 599-626.

Ignasi Bartomeus, Montserrat Vilà, et Santamaría Luís. 2008. « Contrasting Effects of Invasive Plants in Plant–pollinator Networks ». *Oecologia* 155 (4)

Inderjit S. 2005. *Invasive plants: ecological and agricultural aspects*. Basel ; Boston: Birkhäuser.

Jama B., Palm C. A., Buresh R. J., Niang A., Gachengo C., Nziguheba G., et Amadalo B. 2000. « *Tithonia Diversifolia* as a Green Manure for Soil Fertility Improvement in Western Kenya: A Review ». *Agroforestry Systems* 49 (2): 201-21.

Johnson, D. E. 1997. *Les adventices en riziculture en Afrique de l’Ouest =: Weeds of rice in West Africa*. Bouaké, Côte d’Ivoire : Wageningen, Pays-Bas : London, U.K: Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l’Ouest ; Centre technique de coopération agricole et rurale ; Dép. pour le développement international.

Johnson D E, et Kent R J. 2002. « The Impact of Cropping on Weed Species Composition in Rice after Fallow across a Hydrological Gradient in West Africa ». *Weed Research* 42 (2): 89-99.

Kamanzi Atindehou, Schmid K. C., Brun R., Koné M. W., et Traore D. 2004. « Antitrypanosomal and antiplasmodial activity of medicinal plants from Côte d’Ivoire ». *Journal of Ethnopharmacology* 90 (2): 221-27.

Kassi N., Ake-Assi E., et Tiébré M-S.. 2010. « Biodiversité Végétale et Vitesse de La Régénération de La Forêt Classée de Sanaimbo (Côte d'Ivoire) ». *Sciences & Nature* 7 (2).

Kent R., Johnson D. E., et Becker M. 2001. « The influences of cropping system on weed communities of rice in Côte d'Ivoire, West Africa ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 87 (3): 299-307.

Lavabre E. M. 1971. « Weed control in coffee plantations by proper use of ground covers ». In *Symposium sur le desherbage des cultures tropicales, Antibes*, 7–8.

Le Guen Tanguy. 2004. « Le développement agricole et pastoral du Nord de la Côte-d'Ivoire : problèmes de coexistence ». *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux* 57 (226-227): 259-88.

Legendre P., et Legendre Loic F. J. 2012. *Numerical Ecology*. Elsevier.

Leslie Alison J., et Spotila James R.. 2001. « Alien plant threatens Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) breeding in Lake St. Lucia, South Africa ». *Biological Conservation* 98 (3): 347–355.

Lisowski S. 1996. « Mimosaceae in the flora of guinea (West Africa). » *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 41 (1): 339-54.

Louda Svata M., Pemberton R. W., Johnson M. T., et Follett Pia. 2003. « Nontarget effects—the Achilles' heel of biological control? Retrospective analyses to reduce risk associated with biocontrol introductions ». *Annual review of Entomology* 48 (1): 365–396.

Lowe Sarah, Browne Michael, Boudjelas Souyad, et De Poorter Maj. 2000. *100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database*. Vol. 12. Invasive Species Specialist Group Auckland.

Lundberg Anders. 2010. « Conflicts between Perception and Reality in the Management of Alien Species in Forest Ecosystems: A Norwegian Case Study ». *Landscape Research* 35 (3): 319– 338.

Mangara A., N'Da Adopo A. A., Traore K., Kehe, K. Soro M., Toure M., *et al.* 2010. « Phytoecological study of weeds in pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) orchards in Bonoua and N'douci localities in lower Côte d'Ivoire. » *Journal of Applied Biosciences* 36: 2367–2382.

Marc Dufumier. 2004. *Agricultures et paysanneries des Tiers mondes*. Karthala Editions.

McFadyen, Rachel Cruttwell. 2004. « *Chromolaena* in East Timor: history, extent and control ». *Chromolaena in the Asia-Pacific region*.

- McFadyen Rachel E. Cruttwell, de Chenon Roch Desmier, et Sipayung A. 2003. « Biology and host specificity of the chromolaena stem gall fly, *Cecidochara connexa* (Macquart)(Diptera: Tephritidae) ». *Austral Entomology* 42 (3): 294–297.
- McKey Doyle. 1988. « *Cecropia peltata*, an Introduced Neotropical Pioneer Tree, is Replacing *Musanga cecropioides* in Southwestern Cameroon ». *Biotropica* 20 (3): 262-64.
- McKinney Michael L., et Lockwood Julie L. 2001. *Biotic Homogenization*. 1<sup>re</sup>éd. Springer US.
- Merlier H., et Montégut J. 1982. *Adventices tropicales: flore aux stades plantule et adulte de 123 espèces africaines ou pantropicales*. Paris: Ministère des relations extérieures, Coopération et développement.
- Metcalf Daniel J. 2005. « *Hedera Helix L.* » *Journal of Ecology* 93 (3): 632-48.
- Modder W. W. D. 1984. « The attraction of *Zonocerus variegatus* (Orthoptera: Pyrgomorphidae) to the weed *Chromolaena odorata* and associated feeding behaviour ». *Bulletin of Entomological Research* 74 (2): 239-47.
- Morgan William B. 1997. « L'Agriculture en Afrique subsaharienne: Production, alimentation et politique ». *Bulletin de la Société géographique de Liège* 33: 93–107.
- Muniappan R., Reddy G. V. P., et Lai Po-Yung. 2005. « Distribution and biological control of *Chromolaena odorata* ». *Invasive plants: Ecological and agricultural aspects*, 223–233.
- Muniappan R., et Viraktamath C. A.. 1993. « Invasive alien weeds in the Western Ghats ». *Current Science* 64 (8): 555-58.
- Muoghalu J. I., Chuba D. K., et al. 2005. « Seed germination and reproductive strategies of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray and *Tithonia rotundifolia* (PM) Blake ». *Applied ecology and environmental research* 3 (1): 39–46.
- Mwangi Esther, Swallow Brent, et al. 2008. « *Prosopis juliflora* invasion and rural livelihoods in the Lake Baringo area of Kenya ». *Conservation and Society* 6 (2): 130.
- N'da D., Adou Yao Constant Yves, N'guessan Kouakou Edouard, Kone Moussa, et Sagne Yao Charles. 2008. « Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire ». *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie* 4 (3).
- N'Dja Justin Kassi, et Decocq Guillaume. 2007. « Régénération de la forêt dense semi-décidue dans les stades post-cultureux en forêt classée de Sanaimbo (Côte- d'Ivoire) ». *Acta Botanica Gallica* 154 (3): 395-405.

Neuba Danho F.R., Malan Djah F., Koné Moussa, et Kouadio Yao L. 2014. « Inventaire préliminaire des plantes envahissantes de la Côte d'Ivoire ». *Journal of Animal & Plant Sciences* 22 (2): 3439–3445.

Ngobo Martine, McDonald Morag, et Weise Stephan. 2004. « Impacts of Type of Fallow and Invasion by *Chromolaena Odorata* on Weed Communities in Crop Fields in Cameroon ». *Ecology and Society* 9 (2).

Njoroge G. N., Bussmann R. W., Gemmill Barbara, Newton L. Eric, et Ngumi V. W. 2004. « Utilisation of weed species as sources of traditional medicines in central Kenya ». *Lyonia* 7 (2): 71-87.

Okoroiwu Henshaw Uchechi, Atangwho Item Justin, Uko Emmanuel Kufre, et Maryann Okafor Ifeyinwa. 2016. « Haemostatic property of *Chromolaena odorata* leaf extracts: in vitro and in vivo evaluation in wistar rats ». *Journal of Biological Research - Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale* 89 (2).

Omokhua Aitebiremen G., McGaw Lyndy J., Finnie Jeffrey F., et Van Staden Johannes. 2016. « *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob. (Asteraceae) in sub-Saharan Africa: A synthesis and review of its medicinal potential ». *Journal of Ethnopharmacology* 183 (mai): 112-22.

Oyewole I. O., Adeoye G. O., Anyasor G. N., Obansa J. A., et al. 2008. « Anti-malarial and repellent activities of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) leaf extracts ». *Journal of Medicinal Plants Research* 2 (8): 171–175.

Paini Dean R., Sheppard Andy W., Cook David C., De Barro Paul J., Worner Susan P., et Thomas Matthew B.. 2016. « Global threat to agriculture from invasive species ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (27): 7575–7579.

Palm Rodolphe. 2007. « L'analyse des correspondances multiples : principes et application ». *Notes de Statistique et d'Informatique*, n° 2.

Peel M. C., Finlayson B. L., et McMahon T. A.. 2007. « Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification ». *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 4 (2): 439-73.

Pernès J., René J., Chaume R. René, Letenneur Léon, Roberge Guy, et Messenger Jean-Louis. 1975. « *Panicum maximum* et l'intensification fourragère en Côte d'Ivoire ». *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 28 (2): 239-64.

Pernès Jean, et Combes Daniel. 1970. « Incidence des systèmes de multiplication sur la répartition et la variabilité phénotypique du *Panicum maximum* Jacq. en Côte d'Ivoire ». *Biol* 14: 13– 34.

Perrings Charles. 2005. « The socioeconomic links between invasive alien species and poverty ». *Report to the Global Invasive Species Program* 40.

Pimentel David. 2011. *Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal, and Microbe Species, Second Edition*. CRC Press.

Punch Keith F. 2013. *Introduction to Social Research: Quantitative and Qualitative Approaches*. SAGE.

Pyšek Petr, et Richardson David M.. 2010. « Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health ». *Annual Review of Environment and Resources* 35: 25–55.

Qin Z., Zhang J. E., Ditommaso A., Wang R. L., et Liang K. M.. 2016. « Predicting the Potential Distribution of Lantana Camara L. under RCP Scenarios Using ISI-MIP Models ». *Climatic Change* 134 (1-2): 193-208.

Quee Dan David, Kanneh Salia Milton, Yila Keiwoma Mark, Nabay Oman, et Kamanda Philip Jimia. 2016. « Weed species diversity in cassava (*Manihot esculenta crantz*) monoculture in Ashanti region of Ghana ». *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 4 (5): 499–504.

Rai Rajesh Kumar, Scarborough Helen, Subedi Naresh, et Lamichhane Baburam. 2012. « Invasive Plants – Do They Devastate or Diversify Rural Livelihoods? Rural Farmers' Perception of Three Invasive Plants in Nepal ». *Journal for Nature Conservation* 20 (3): 170-76.

Raimundo Rafael Luís Galdini, Fonseca Rafael Luís, Schachetti-Pereira Ricardo, Peterson A. Townsend, et Lewinsohn Thomas Michael. 2007. « Native and Exotic Distributions of Siamweed (*Chromolaena Odorata*) Modeled Using the Genetic Algorithm for Rule-Set Production ». *Weed Science* 55 (1): 41-48.

Richardson David M., Pyšek Petr, Rejmánek Marcel, Barbour Michael G., Panetta F. Dane, et West Carol J.. 2000. « Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions ». *Diversity and Distributions* 6 (2): 93-107.

Roussel Bernard, et Juhe-Beaulaton Dominique. 1992. « Les plantes américaines en Afrique tropicale ». *Cahiers d'outre-mer* 45 (179): 373-86.

Rouw Anneke de. 1991. « The Invasion of *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (ex *Eupatorium odoratum*), and Competition with the Native Flora, in a Rain Forest Zone, South-West Cote d'Ivoire ». *Journal of Biogeography* 18 (1): 13..

Ruf François. 1995. *Booms et crises du cacao: les vertiges de l'or brun*. KARTHALA Editions.

Ruf François. 2012. « L'adoption de l'hévéa en Côte d'Ivoire. Prix, mimétisme, changement écologique et social ». *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, n° 330331(juillet): 103-24.

Sahid Ismail B., et Sugau John B. 1993. « Allelopathic Effect of Lantana (*Lantana camara*) and Siam Weed (*Chromolaena odorata*) on Selected Crops ». *Weed Science* 41 (2): 303-8.

Schreck Reis Catarina, Marchante Hélia, Freitas Helena, et Marchante Elizabete. 2013. « Public Perception of Invasive Plant Species: Assessing the Impact of Workshop Activities to Promote Young Students' Awareness ». *International Journal of Science Education* 35 (4): 690-712.

Selge Sebastian, Fischer Anke, et van der Wal René. 2011. « Public and professional views on invasive non-native species – A qualitative social scientific investigation ». *Biological Conservation* 144 (12): 3089-97.

Shackleton Charlie M., et Shackleton Ross T. 2016. « Knowledge, Perceptions and Willingness to Control Designated Invasive Tree Species in Urban Household Gardens in South Africa ». *Biological Invasions* 18 (6): 1599-1609.

Shackleton Ross T., Witt Arne B. R., Nunda Winnie, et Richardson David M. 2016. « *Chromolaena odorata* (Siam Weed) in Eastern Africa: Distribution and Socio-Ecological Impacts ». *Biological Invasions*, novembre, 1-14.

Shackleton Ross T., Witt Arne B. R., Aool Winnifred, et Pratt Corin F. 2017. « Distribution of the invasive alien weed, *Lantana camara*, and its ecological and livelihood impacts in eastern Africa ». *African Journal of Range & Forage Science* 34 (1): 1-11.

Sharp Ryan L., Larson Lincoln R., et Green Gary T. 2011. « Factors influencing public preferences for invasive alien species management ». *Biological Conservation* 144 (8): 2097-2104.

Simberloff Daniel. 2003. « Confronting Introduced Species: A Form of Xenophobia? ». *Biological Invasions* 5 (3): 179-92.

Slaats J. J. P., Van Der Heiden W. M., Stockmann C. M., Wessel M., et Janssen B. H.. 1996. « Growth of the *Chromolaena odorata* fallow vegetation in semi-permanent food crop production systems in south-west Cote d'Ivoire ». *NJAS wageningen journal of life sciences* 44 (3): 179-92.

Tiébré Marie-Solange., Kouame D., Vroh A. T. B., N'da K. D., et Adou Y. Y. 2014. « Stratégies et Potentiel D'invasion Des Massifs Forestiers Par *Hopea Odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) : Cas Du Parc National Du Banco En Côte d'Ivoire ». *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 8 (2): 666-79.

Tiébré Marie-Solange, Kassi N'Dja, Kouadio Yao, et N'Guessan Edouard. 2012. « Etude de La Biologie Reproductive de *Tithonia Diversifolia* (Hemsl.) Gray (Asteraceae): Espece Non Indigene Invasive En Cote d'Ivoire ». *Journal of Asian Scientific Research* 2 (4): 200.

Tiébré Marie-Solange, Vroh B. T. A., Kouame D., N'Da K. D., et Yao C. Y. A. 2015. « Effects of exotic invasive tree *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) on plant diversity and carbon storage of the Banco National Park in Côte d'Ivoire. » *International Journal of Innovation and Applied Studies* 10 (1): 207-16.

Timbilla J. A., Braimah H., *et al.* 1999. « Establishment, spread and impact of *Pareuchaetes pseudoinsulata* (Lepidoptera: Arctiidae) an exotic predator of the Siam weed, *Chromolaena odorata* (Asteraceae: Eupatoriae) in Ghana ». In *Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds*, 4:14.

Timbilla J. A., Braimah H., *et al.* 2000. « Successful biological control of *Chromolaena odorata* in Ghana: the potential for a regional programme in Africa ». In *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*, 23–25.

Tondoh Jérôme Ebagnerin, Koné Armand Wowo, N'Dri Julien Kouadio, Tamene Lulseged, et Brunet Didier. 2013. « Changes in Soil Quality after Subsequent Establishment of *Chromolaena Odorata* Fallows in Humid Savannahs, Ivory Coast ». *CATENA* 101 (février): 99-107.

Tran Van Canh C. 1999. « Recherche pour le secteur hévécicole en Côte d'Ivoire ». *Plantations, recherche, développement* 6 (2): 102–106.

Usuah P. E., Udom G. N., et Edem I. D. 2013. « Allelopathic Effect of Some Weeds on the Germination of Seeds of Selected Crops Grown in Akwa Ibom State, Nigeria ». *World Journal of Agricultural Research, World Journal of Agricultural Research* 1 (4): 59-64.

Vanderhoeven Sonia, Piqueray Julien, Halford Mathieu, Nulens Greet, Vincke Jan, et Mahy Grégory.

2011. « Perception and Understanding of Invasive Alien Species Issues by Nature Conservation and Horticulture Professionals in Belgium ». *Environmental Management* 47 (3): 425-42.

Vergez Antonin. 2011. « Intensifier l'agriculture en Afrique, réponse aux défis alimentaires et environnementaux ?, Should African Agriculture, Confronted by Food and Environmental Challenges, Intensify? The Controversy ». *Afrique contemporaine*, n° 237(octobre): 29-43.

Vilatte Jean-Christophe. 2007. « Méthodologie de l'enquête par questionnaire ». *Laboratoire Culture & Communication Université d'Avignon*.

Von Senger I., Barker N. P., et Zachariades C. 2002. « Preliminary phylogeography of *Chromolaena odorata*: finding the origin of a South African weed ». In *Proceedings of the 5th*

*international workshop on biological control and management of Chromolaena odorata. ARCPRI, Pretoria, South Africa, 90–99.*

Wakjira Mulatu. 2011. « An invasive alien weed giant sensitive plant (*Mimosa diplotricha* sauvalle) invading Southwestern Ethiopia ». *African Journal of Agricultural Research* 6 (1): 127–131.

Warren Charles R. 2007. « Perspectives on the 'alien' versus 'native' Species Debate: A Critique of Concepts, Language and Practice ». *Progress in Human Geography* 31 (4): 427-46.

van Wilgen B. W., Richardson D. M., Le Maitre D. C., Marais C., et Magadlela D. 2001. « The Economic Consequences of Alien Plant Invasions: Examples of Impacts and Approaches to Sustainable Management in South Africa ». *Environment, Development and Sustainability* 3 (2): 145-68.

van Wilgen B. W. et De Lange W.J.. 2011. « The Costs and Benefits of Biological Control of Invasive Alien Plants in South Africa ». *African Entomology* 19 (SP): 504-14.

Yao Akoua Clémentine, Ipou Joseph, Bomisso Edson Lézin, Angaman Djédoux Maxime, et Koné

Mamidou Witabouna. 2017. « Caractérisation Physiologique Et Évaluation Du Comportement Germinatif De Semences De *Rottboellia Cochinchinensis*, *Euphorbia Heterophylla*, Et *Porophyllum Ruderale*, Trois Adventices Des Rizières De Côte d'Ivoire ». *European Scientific Journal, ESJ* 13 (3).

Yao T. K., Oga M. S., Fouche O., Baka D., Pernelle C., et Biemi J. 2012. « Évaluation de La Potabilité Chimique Des Eaux Souterraines Dans Un Bassin Versant Tropical :Cas Du Sud-Ouest de La Côte d'Ivoire ». *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 6 (6): 7069-86.

Zachariades Costas, von Senger Inge, et Barker Nigel P. 2004. « Evidence for a northern Caribbean origin for the southern African biotype of *Chromolaena odorata* ». *Chromolaena in the Asia-Pacific region*, 25–27.

Zoumana Coulibaly, et César Jean. 1998. *L'association fourragère à *Panicum maximum* et *Stylosanthes hamata* dans le Nord de la Côte d'Ivoire.*

## Sources internet

- [1] Native, Invasive, and Other Plant-Related Definitions | NRCS Connecticut. Consulté le 24 juillet 2017.  
[https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/ct/technical/ecoscience/invasive/?cid=nrcs142p2\\_011124](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/ct/technical/ecoscience/invasive/?cid=nrcs142p2_011124)
- [2] Prévention et Gestion des Espèces Etrangères Envahissante : Mise en œuvre de la coopération en Afrique de l'Ouest | Invasive Species Specialist. Consulté le 13 août 2017.  
<http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/WAfrica-FR.pdf>
- [3] Nouvelles des Aires Protégées d'Afrique | Critical Ecosystem Partnership Fund. Consulté le 13 août 2017.  
[http://www.cepf.net/SiteCollectionDocuments/eastern\\_afromontane/IUCN\\_NAPA\\_newsletter\\_Mar2013\\_FR.pdf](http://www.cepf.net/SiteCollectionDocuments/eastern_afromontane/IUCN_NAPA_newsletter_Mar2013_FR.pdf)
- [4] Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture: Le pays en un coup d'œil | FAO Consulté le 13 juillet 2017.  
<http://www.fao.org/cote-divoire/fao-en-cote-divoire/le-pays-en-un-coup-doeil/fr/>
- [5] Fiche pays Côte d'Ivoire | Population Data. Consulté le 13 juillet 2017.  
<https://www.populationdata.net/pays/cote-divoire/>
- [6] Présentation de la Côte d'Ivoire | France Diplomatie: Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères. Consulté le 13 juillet 2017.  
<http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/dossiers-pays/cote-d-ivoire/presentation-de-la-cote-divoire/>
- [7] Statistiques - Côte d'Ivoire - Indice de développement humain (IDH) | Perspective monde.  
Consulté le 13 juillet 2017.  
<http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/tend/CIV/fr/SP.POP.IDH.IN.html>
- [8] Filières agricoles durables en Côte d'Ivoire | Agence française de développement. Consulté le 13 juillet 2017. <http://www.afd.fr/home/pays/afrique/geo-afr/cote-divoire/fiches-projetsc2d/2eme-Contrat-de-Desendettement-et-de-Developpement/programme-filieres-agricolesdurables-en-cote-d-ivoire-fadci-2eme-c2d>
- [9] Weather Forecast | World Weather Online. Consulté le 19 juillet 2017  
<https://www.worldweatheronline.com/>.
- [10] *Pueraria phaseoloides* | Invasive Species Compendium | CABI. Consulté le 31 juillet 2017.  
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/45906>
- [11] *Croton hirtus* | Adventilles. Consulté le 1 août 2017.

<http://publish.plantnet-project.org/project/adventilles/collection/collection1/synthese/details/CVNHI>

[12] *Cecropita peltata* | Global Invasive Species Database. Consulté le 1 août 2017.  
<http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=116>

## Annexe

### QUESTIONNAIRE

#### 1 - Informations personnelles

Localité : .....

Nom : .....

Prénom : .....

Age : .....

Genre : M ; F

Ethnie : .....

Activité principale :

.....

..... Activité secondaire :

.....

Niveau d'étude : .....

Taille total des terrains cultivés :

.....

Propriétaire de terrain : Oui ; Non

Culture :

| Espèces cultivées | Taille parcelle (ha) |
|-------------------|----------------------|
|                   |                      |
|                   |                      |
|                   |                      |
|                   |                      |

#### 2 - Liste de mauvaises herbes et place des espèces exotiques invasives

1) Pouvez-vous citer des espèces de mauvaises herbes ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....  
.....

Introduire le concept de plante exotique invasive (plante qui n'était pas là avant, qui vient d'ailleurs et qui s'est répandue)

2) Parmi les espèces de mauvaises herbes que vous avez cité, lesquelles selon vous sont exotiques ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### 3 - *Chromolaena odorata*, espèce exotique invasive

1) Selon vous, cette plante est-elle arrivée de manière naturelle ou a-t-elle été introduite volontairement ou accidentellement par l'homme ?

Naturellement ; Volontairement ; Accidentellement ; Ne sais pas

2) Si volontairement, pour quelle raison ?

Agriculture : (Préciser : couverture du sol ; Engrais ; Autres :.....)

Médicinale

Ne sais pas

Autres :

.....

3) De manière générale, quelle est l'évolution de *Chromolaena odorata* au cours de ces dernières années? Diminution ; Stable ; Expansion ; Sans avis

4) [**Agriculteur**] *Chromolaena odorata* est-t-elle présente sur votre propriété ?

Oui ; Non

5) [**Agriculteur**] Constatez-vous que *Chromolaena odorata* est la plante qui est dominante sur votre culture ?

Oui ; Non ; Sans avis

6) *[Agriculteur]* Pouvez-vous qualifier la présence de *Chromolaena odorata* sur vos cultures

| Type de culture | Degré d'envahissement                                |
|-----------------|--|
|                 | Absente ; Présente ; Abondante ; Totalelement envahi |
|                 | Absente ; Présente ; Abondante ; Totalelement envahi |
|                 | Absente ; Présente ; Abondante ; Totalelement envahi |
|                 | Absente ; Présente ; Abondante ; Totalelement envahi |

7) Selon vous, y-a-t- il des types de culture qui favorise *Chromolaena odorata* ? Si oui lesquelles ?

Oui ; Non ; Sans avis

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

#### 4 - Perception impacts *Chromolaena odorata*

1) *Chromolaena odorata* a-t-elle une utilité dans ces différents domaines ?

Si oui, comment est-elle utilisée et l'utiliser vous personnellement ? Précisez la partie de la plante qui est utilisée

|             | Mode utilisation | Partie de la plante utilisée | Utilisation personnelle (Oui ; Non) |
|-------------|------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Alimentaire |                  |                              |                                     |
| Médicinale  |                  |                              |                                     |
| Agriculture |                  |                              |                                     |
| Autres ?    |                  |                              |                                     |

2) *Chromolaena odorata* a-t-elle un impact dans ces différents domaines ?

Si oui, pouvez-vous les préciser ? Sont-ils positifs ou négatifs ?

|  | Impacts | Positif ; Négatif ? |
|--|---------|---------------------|
|  |         |                     |

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| Agriculture     |  |  |
| Sol             |  |  |
| Santé humaine   |  |  |
| Vie quotidienne |  |  |
| Autres ?        |  |  |

3) En conclusion, pensez-vous que de manière générale *Chromolaena odorata* a un impact plutôt positif ou plutôt négatif ?

Positif ; Négatif ; Sans avis

## SECTION VI

**1 awareness  
campaign on IAS  
carried out**



**REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE**  
Union-Discipline-Travail  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique



Laboratoire de Botanique  
22 BP 582

01 BPV 34 Abidjan 01  
Abidjan 22

Email : [presidence@univ-fhb.edu.ci](mailto:presidence@univ-fhb.edu.ci)  
[biosciences@univ-fhb.edu.ci](mailto:biosciences@univ-fhb.edu.ci)



E mail :

**IRSNB**

**PROJET D'EDUCATION ET DE SENSIBILISATION SUR LES ESPECES  
EXOTIQUES INVASIVES (EEI) EN COTE D'IVOIRE ET ENRICHISSEMENT DU  
SITE CHM DE LA COTE D'IVOIRE A PARTIR DES DONNEES COLLECTEES**

**CONTRAT DE PRESTATION DE SERVICE  
Contrat 2015/SO3-AWAR-02/77**

**Rapport d'activités  
Juin 2017**

**PROJET D'EDUCATION ET DE SENSIBILISATION SUR LES ESPECES  
EXOTIQUES INVASIVES (EEE) EN COTE D'IVOIRE ET ENRICHISSEMENT DU  
SITE CHM DE LA COTE D'IVOIRE A PARTIR DES DONNEES COLLECTEES**

**RAPPORT DE LA MISSION**

Réalisé par Le Laboratoire de Botanique, Université Félix Houphouët-Boigny et la Cellule Nationale du CHM

**Equipe de recherche :**

**Prof. N'GUESSAN Kouakou Edouard : expert principal**

Enseignant Chercheur, Professeur Titulaire de Botanique et biologie Végétale ; Directeur du Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences ; Université Félix Houphouët-Boigny ; [k\\_nguessan@yahoo.fr](mailto:k_nguessan@yahoo.fr)  
*Superviseur /Conseiller de la cellule CHM*

**Collaborateurs :**

**Dr. OUATTARA Djakalia**

Enseignant Chercheur, Maître de Conférences, Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences ; Université Félix Houphouët-Boigny ; [xylophia2002@yahoo.fr](mailto:xylophia2002@yahoo.fr)  
*Gestionnaire CHM/ Président de la cellule CHM*

**Dr. TIEBRE Marie Solange**

Enseignant Chercheur, Maître de Conférences, Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences ; Université Félix Houphouët-Boigny ; [tiebrems@hotmail.com](mailto:tiebrems@hotmail.com) / [tiebrems@hotmail.com](mailto:tiebrems@hotmail.com)  
*Gestionnaire CHM/ Vice-Présidente de la cellule CHM*

**M. YIAN Gouvé Claver**

Doctorant, Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences ; Université Félix Houphouët-Boigny ;  
*Contributeur CHM/ Membre de la cellule CHM*

**M. CISSE Abdoulaye**

Doctorant, Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences ; Université Félix Houphouët-Boigny ;  
*Contributeur CHM/ Membre de la cellule CHM*

**Mme KOFFI Bénédicte**

Doctorante, Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences ; Université Félix Houphouët-Boigny ;  
*Contributeur CHM/ Membre de la cellule CHM*

## Avant-propos

Le projet d'éducation et de sensibilisation sur les espèces exotiques invasives (EEE) en Côte d'Ivoire et enrichissement du site CHM de la Côte d'Ivoire à partir des données collectées a été réalisé dans la période d'août 2015 à janvier 2016 par une équipe conduite par le Professeur N'GUESSAN Edouard, Directeur de Laboratoire de Botanique de l'UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny et Superviseur /Conseiller de la cellule CHM de Côte d'Ivoire. Cette étude s'est déroulée dans d'excellentes conditions grâce au concours de plusieurs personnes à qui l'équipe exprime ses sincères remerciements.

- Nous tenons à remercier premièrement **l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSnB)**, pour avoir financé le projet CHM.
- Ensuite, nous remercions particulièrement **Monsieur le Président de l'Université Nangui Abrogoua d'Abobo-Adjamé, Professeur Tano Yao**, qui nous a fait l'honneur de prendre part à cette activité.
- Nos remerciements vont également à l'endroit de **Monsieur Patrick Pédia, Point Focal de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) et Secrétaire Permanent du Développement Durable en Côte d'Ivoire** pour le support permanent lors de nos activités.
- Nous remercions aussi le **Docteur Egnankou Wadja Mathieu, Président Directeur de l'ONG SOS-Forêts, les représentants des Associations Volet Vert et CsBio** pour leur participation effective lors de cette activité.
- Nous n'oublions pas **les différents membres de la Société Civile, les Populations Riveraines du Parc National du Banco et les Journalistes** qui ont pris part à ce projet.
- La collaboration avec les Enseignants-Chercheurs de l'UFR Biosciences et les doctorants a été assez déterminante pour mener à bien ce projet. Toutes ces personnes sont priées de trouver, ici, le témoignage de notre profonde gratitude.
- Nos remerciements s'adressent également aux autorités de l'UFR Biosciences de l'Université Félix Houphouët-Boigny qui nous ont fourni la salle climatisée et équipée pour mener à bien cette activité.
- Enfin, nous remercions toutes les bonnes volontés qui ont bien voulu contribuer au succès de ce projet.

## **LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

**CBD** : Convention sur la Diversité Biologique

**CHM-CI** : Clearing House Mechanism Côte d'Ivoire

**CNF** : Centre National de Floristique

**CSBio** : Club des Sciences Biologiques

**EEE** : Espèces Exotiques Invasives

**IRSNB** : Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique

**PNB** : Parc National du Banco

**SNDB** : Stratégie Nationale pour la Diversité Biologique

**UFR** : Unité de Formation et de Recherche

## **RESUME**

Le projet de sensibilisation et d'éducation sur les espèces exotiques invasives (EEE) en Côte d'Ivoire a permis d'initier une journée de sensibilisation à l'Université Félix Houphouët-Boigny et au Parc National du Banco (PNB). Le thème principal de cette journée a été « Mobilisons – Nous contre les espèces exotiques envahissantes ». Pour mener à bien cette journée, une large diffusion du message du thème a été assurée par trois médias locaux. Il s'agit des quotidiens Fraternité matin, Notre Voie et l'Expression. Ces médias ont relayé l'information à travers des spots audio qui avaient pour but de sensibiliser les acteurs au contrôle des voies d'introduction des EEE et à la lutte contre la prolifération des EEE. Une cinquantaine de participants choisis parmi les populations locales, les leaders communautaires, les gestionnaires des parcs et réserves, les universitaires, les décideurs, et les journalistes ont été invités à participer à un atelier de formation au cours duquel le site du CHM-CI leur a été présenté. Au cours de l'atelier des T-shirts et casquettes ont été distribués à chaque participant. A la suite de cet atelier une visite a été faite au PNB en vue de permettre aux participants d'identifier physiquement les EEE, poser des questions et faire des essais d'éradication.

## I. INTRODUCTION

Les introductions espèces exotiques invasives sont, à ce jour, considérées comme une composante importante des changements globaux qui affectent notre planète (Simberloff 2014). Les études récentes ont démontré que les plantes exotiques invasives peuvent altérer les processus écosystémiques comme la photosynthèse, la respiration, la séquestration du carbone (Wardle et al. 2007 ; Peltzer et al. 2010). Les plantes envahissantes possèdent souvent une biomasse aérienne plus importante et donc séquestrent plus de carbone que les espèces natives (Bradley et al. 2010, Tiebre et al. 2015). Elles peuvent être aussi des concurrentes sérieuses des espèces indigènes pour l'eau, les nutriments, la lumière et l'espace de vie. Il est reconnu de façon générale que ces plantes ont une croissance rapide et sont plus productives que les espèces indigènes (Tiebre et al. 2013). Ces menaces ont comme conséquence à terme la disparition progressive des écosystèmes et une homogénéisation des biomes, ce qui constitue une menace pour les peuplements végétaux et animaux indigènes et les biens et services que ces écosystèmes rendent aux populations locales. L'introduction d'espèces exotiques invasives dans certains écosystèmes insulaires a même abouti dans certains cas à des extinctions massives d'espèces natives (Lefeuvre 2013).

En Côte d'Ivoire, la diversité biologique terrestre et aquatique est estimée à 17343 espèces (Monographie sur la diversité biologique). Une cinquantaine d'espèces exotiques ont été répertoriées comme invasives (Aké-Assi, Com pers; Neuba et al. 2014). Nous pouvons citer, entre autres, la présence des espèces telles que *Chromoleana odorata* (L.) R. M. King & H. Rob., *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray, *Cecropia peltata* L., *Lantana camara* L., et *Hopea odorata* Roxb. Force est de reconnaître que jusqu'à présent, la plupart des actions menées pour comprendre et contrôler l'envahissement, ont constitué en des études scientifiques (Liste des espèces, distribution, traits d'histoire de vie, production de biomasse, séquestration du carbone). Très peu d'actions ont visé la sensibilisation et l'éducation des populations locales, des leaders communautaires, des universitaires, des gestionnaires des parcs et réserves et des décideurs. Les études préliminaires sur la perception de la biodiversité par les communautés démontrent d'une certaine méconnaissance de la relation directe entre la biodiversité, les services écosystémiques et le bien-être humain (Kabran, 2013 ; Goh, 2015). Les stratégies pédagogiques en éducation environnementale sont mal maîtrisées et les populations locales présentent toujours un intérêt prononcé pour la destruction des forêts pour des raisons de survie (Malan, 2009 ; Bearth et Baya, 2010 ; Sako et Beltrando, 2014).

Dans la plupart des parcs et réserves biologiques, des mesures sont prises pour atténuer la dégradation progressive des massifs forestiers. Ces politiques comprennent entre autres, des

actions de sensibilisation des populations riveraines et la mise en place de projets de cogestion (Vanga 2011). La politique de la gestion participative contribue à renforcer la collaboration entre les acteurs intervenant dans les aires protégées, d'atténuer les conflits entre ces différents acteurs, d'accroître les revenus des populations locales et au plan écologique, de permettre à la forêt de se régénérer progressivement (Vanga 2011). Par ailleurs, depuis peu, la Stratégie Nationale pour la Diversité Biologique (SNDB), en son axe prioritaire d'intervention 1, a prévu que « D'ici à 2020, au moins 50% des EEE sont contrôlées» (Objectif SNDB 4). Pour cela, deux objectifs spécifiques opérationnels ont été définis dans le plan d'action national afin (1) d'assurer la prévention de l'introduction des EEE et (2) de maîtriser la prolifération des EEE sur le territoire. Les actions prioritaires prévues comprennent, entre autres, la formation de 200 agents à l'identification et au contrôle des voies d'introduction des EEE, la sensibilisation d'au moins 1000 acteurs de divers secteurs au contrôle des voies d'introduction et la formation de 200 agents à la lutte contre la prolifération des EEE.

Notre projet d'éducation et de sensibilisation sur les Espèces Exotiques Invasives (EEE) en Côte d'Ivoire s'inscrit dans ce cadre. Ce projet permet d'allier les acquis des recherches effectuées en Côte d'Ivoire sur les EEE et de contribuer à l'éducation des acteurs aux EEE, la biodiversité et les services écosystémiques. C'est dans ce cadre que le projet CHM-EEE, financé par l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (**IRSNB**) et le Laboratoire de Botanique de l'UFR Biosciences de l'Université Félix HOUPHOUET BOIGNY, a programmé une série d'activités d'éducation et de sensibilisation pour mieux appréhender le problème des Espèces Exotiques Envahissantes (EEE), les voies d'introduction, les stratégies et moyens de lutte. Le présent rapport est consécutif aux activités menées à savoir la diffusion de spots audiovisuels, la formation des acteurs locaux, la visite des parcs et réserves, la publication d'articles scientifiques et de vulgarisation, l'édition et la distribution de posters, dépliants, T-shirts et casquettes à l'effigie des EEE et la rédaction du rapport final des activités. Ce rapport expose aussi les objectifs, la méthodologie, les résultats et les recommandations qui en découlent.

## **II. OBJECTIFS**

### **II.1- Objectif global**

L'objectif global de ce projet est de contribuer à l'éducation et à la sensibilisation de la population ivoirienne du danger que constituent les Espèces Exotiques Invasives (EEE) pour la biodiversité et les services écosystémiques.

### **II.2- Objectifs spécifiques**

De façon spécifique, il s'agira de :

- (1) Former les différents acteurs (populations locales, leaders communautaires, gestionnaires de Parc, universitaires, décideurs, journalistes, ...) aux menaces que constituent les EEE sur la biodiversité et les biens et services,
- (2) De sensibiliser à l'importance des parcs et réserves pour la conservation de la biodiversité
- (3) Faire la promotion du site Web du CHM-Côte d'Ivoire.

## **III. MATERIELS**

Pour cette étude, outre le matériel humain composé des chercheurs et du public, le matériel suivant a été utilisé :

- Un véhicule type 4x4 pour le transport des chercheurs et du matériel ;
- Un car climatisé de 50 places pour le transport du public vers la réserve forestière ;
- Du carburant ;
- Un ordinateur portable ;
- Un rétroprojecteur ;
- Une salle de réunion climatisée ;
- Du matériel Wifi pour la connexion internet pour la promotion du CHM
- Deux appareils photographiques numériques ;
- Etc.

## **IV. METHODOLOGIE**

### **IV.1- Localisation géographique**

Ce projet a été mené dans la région d'Abidjan. Nous avons choisi comme modèle d'étude pour la sensibilisation et l'éducation du public, la Forêt du Parc National du Banco (PNB). C'est une forêt urbaine relique située en plein cœur de la ville d'Abidjan, capitale économique de la Côte d'Ivoire. C'est une des dernières forêts denses humides sur sol pauvre

en argile du continental terminal ivoirien. Cette forêt possède de nombreuses fonctionnalités en termes écologiques, économiques, et sociales. Elle abrite notamment une bonne partie de la nappe phréatique qui alimente la ville en eau potable. Malheureusement, cette forêt peu étendue, d'une superficie de 3 474 ha, a toujours été menacée par diverses pressions anthropiques. Depuis peu, l'on note l'introduction des espèces exotiques invasives (EEE). Cela constitue une menace pour la diversité biologique et les services écosystémiques.

#### **IV.2- Diffusion de spots audio-visuels**

Dans le cadre de cette activité, différents médias ont été approchés pour diffuser des spots publicitaires sur les EEE. Le message à faire passer a été << Mobilisons – Nous contre les espèces exotiques envahissantes >>. Parmi les journaux approchés, nous avons choisi Fraternité Matin, Le Journal l'Expression, le Journal Notre Voie, ces trois journaux constituent les principaux journaux de vulgarisation d'information en Côte d'Ivoire.

#### **IV.3- Formation des acteurs locaux**

Au cours de cette activité, une journée de sensibilisation et d'éducation a été organisée le Vendredi 29 janvier 2016 à l'Université Felix Houphouët - Boigny / Centre National de Floristique sur le thème : << Mobilisons – Nous contre les espèces exotiques envahissantes >>. Une cinquantaine de participants choisis parmi les populations locales, les leaders communautaires, les gestionnaires des parcs et réserves, les universitaires, les décideurs, et les journalistes ont été invités. Au cours de cette activité, la cellule CHM a présenté le site web du CHM aux différents participants et un cours introductifs sur les EEE a été instruit.

#### **IV.4- Visite du Parc National du Banco**

A la suite de la journée de sensibilisation d'éducation et de sensibilisation, les participants ont été invités à visiter le Parc National du Banco. Cette visite a été l'occasion de former les 50 participants à identifier physiquement les EEE, poser des questions et faire des essais d'éradication.

#### **IV.5- Publication d'articles scientifiques et de vulgarisation**

La quatrième activité a consisté en la publication deux articles scientifiques et de vulgarisation dans des journaux internationaux sur l'identité des EEE, les voies d'introduction et les moyens de lutte contre la prolifération des EEE. Les articles ont été publiés sur le site web du CHM-Côte d'Ivoire et vont participer à l'éducation des populations locales et à l'enrichissement du site.

#### **IV.6- Edition et distribution de posters, dépliants, T-shirts et casquettes**

La cinquième activité a consisté en l'édition et la distribution de posters, dépliants, T-shirts et casquettes à l'effigie des EEE. Les articles ont été distribués lors des activités 2 et 3 (formation des différents acteurs et visite de terrain). Par ailleurs, les leaders communautaires, les gestionnaires des parcs et réserves ainsi que les universitaires et les journalistes se sont vus confier un lot d'articles à diffuser de façon locale lors de leurs activités respectives. Cette distribution d'articles va permettre un souvenir vivace des campagnes de sensibilisation et contribuer à marquer durablement les esprits des différents acteurs

#### **IV.7- Rédaction du rapport final des activités**

A la fin des activités, un rapport d'activité a été rédigé. Ce rapport validé sera distribué aux partenaires et publié sur le site Web du CHM-Côte d'Ivoire.

### **V. RESULTATS ET DISCUSSION**

#### **V.1- Diffusion de spots audio-visuels**

Les trois médias ayant des audiences élevées en Côte d'Ivoire ont été approchés pour diffuser un spot audio sur les espèces Exotiques Envahissantes. Les trois médias sont Fraternité Matin, Le Journal l'Expression, le Journal Notre Voie. Le message passé était << Mobilisons – Nous contre les espèces exotiques envahissantes. Les Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) sont des plantes, des animaux ou des micro-organismes (virus, bactéries, champignons) introduits de façon volontaire ou accidentelle par l'homme hors de leur zone naturelle de distribution. Leur établissement et leur dispersion dans les nouveaux habitats constituent une menace pour l'environnement, les écosystèmes, les espèces indigènes, l'économie et la société>>. Ces spots audio avaient pour but de sensibiliser les acteurs au contrôle des voies d'introduction des EEE et à la lutte contre la prolifération des EEE. Deux spots par média ont été diffusés entre septembre et décembre 2015. La population ivoirienne est ainsi sensibilisée au contrôle des voies d'introduction des EEE et à la lutte contre leur prolifération.

#### **V.2- Formation des acteurs locaux**

Le 29 Janvier 2016, à la Salle de Conférences de l'UFR Biosciences de l'Université Felix Houphouët - Boigny, s'est tenue une rencontre ayant pour thème << Mobilisons – nous contre les espèces exotiques envahissantes>>. Cette rencontre avait pour but de former les acteurs locaux (populations, leaders communautaires, gestionnaires des parcs et réserves, universitaires, décideurs, journalistes) à l'identification des EEE, au contrôle des voies d'introduction et à la lutte contre la prolifération des EEE. Cette formation a été aussi l'occasion de faire la promotion du site Web du CHM-Côte d'Ivoire.



**Figure 62 :** Photo de Famille de la journée de sensibilisation sur le CHM et les EEE

Cette journée de sensibilisation, organisée par la cellule CHM-Côte d'Ivoire, s'est déroulée en présence du Professeur N'Guessan Kouakou Edouard, Directeur du Laboratoire de Botanique à l'UFR Biosciences, du Docteur Egnankou Wadja Mathieu, Président Directeur de l'ONG SOS-Forêts, des Représentants de diverses organisations de lutte pour la Protection de l'Environnement et la Biodiversité notamment, l'Association Volet Vert et le Club des Sciences Biologiques (CsBio). Différents membres de la Société Civile, des Populations Riveraines des Parcs et Réserves et des Journalistes ont également été conviés à cette activité. Les participants étaient au nombre de cinquante (50).

Après la phase introductive, l'administrateur provisoire du CHM-Côte d'Ivoire, Docteur Ouattara Djakalia, Maître de Conférences à l'UFR Biosciences de l'Université Félix Houphouët - Boigny, a présenté le site du CHM-Côte d'Ivoire aux différents participants. Ceux-ci ont compris l'importance de cette plate-forme comme source de diffusion des informations relatives à la protection de l'Environnement et la Biodiversité.



**Figure 63 :** Dr Ouattara Djakalia présentant le site web du CHM de Côte d'Ivoire

Suite à cela, le Docteur Marie-Solange Tiébré, également Maître de Conférences à l'UFR Biosciences de l'Université Félix Houphouët - Boigny, a présenté un cours introductif à l'Education et la Sensibilisation sur les Espèces Exotiques Envahissantes (EEE). Il ressort de cette intervention que la Côte d'Ivoire, notamment ses Parcs et Réserves, est confrontée au phénomène des invasions biologiques, tant animales que végétales. Des mesures doivent être

prises pour le contrôle et la gestion efficace et durable de ces espèces envahissantes. Des échanges et des questions ont suivi ce cours introductif.

Les photos de la cérémonie, le cours introductif et le rapport de la journée de sensibilisation ont été postés sur le site web du CHM de côte d'Ivoire.



**Figure 64 :** Dr Tiébré Marie-Solange présentant les Espèces Exotiques envahissantes

Les populations locales sont ainsi formées à l'identification des EEE. Les acteurs locaux sont sensibilisés au contrôle des voies d'introduction et à la lutte contre la prolifération des EEE et les acteurs locaux sont sensibilisés à la visite du site web CHM-Côte d'Ivoire.

### **V.3- Visite du Parc National du Banco**

Après cet échange en Salle de Conférences, les participants ont été conviés à une visite dans un Parc Naturel pour l'observation directe des Espèces Exotiques Envahissantes. Cette étape a été l'occasion d'approfondir les méthodes de dispersion utilisées par ces espèces pour envahir les nouveaux territoires et les moyens de lutte appropriés. Les populations locales sont ainsi formées à l'identification visuelle sur le terrain des EEE. Les acteurs locaux sont également formés à la lutte contre la prolifération des EEE. Les photos de la visite et des espèces envahissantes ont été postés sur le site web du CHM de côte d'Ivoire.



**Figure 65 :** Des explications sur le terrain sur les EEE



**Figure 66 :** L'espèce *Cecropia peltata*, hautement envahissante au Parc National du Banco

#### V.4- Publication d'articles scientifiques et de vulgarisation

Deux articles scientifiques ont été publiés sur les espèces envahissantes au Parc National du Banco. Le but était de publier des articles scientifiques et de vulgarisation dans les médias traditionnels sur l'identité des EEE, les voies d'introduction et les moyens de lutte contre la prolifération des EEE. Ces deux articles ont pour titres respectifs << Effets d'un arbre exotique envahissant *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) sur la diversité floristique et le stockage de carbone du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire >> et << Stratégies et potentiel d'invasion des massifs forestiers par *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) : cas du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire >>.

Les articles ont été postés sur le site web du CHM-Côte d'Ivoire pour participer à l'éducation des populations locales et à l'enrichissement du site web. La population ivoirienne est sensibilisée à l'identification des EEE, aux voies d'introduction et au moyen de lutte contre leur prolifération. Le site Web du CHM-Côte d'Ivoire est enrichi de nouveaux articles scientifiques et de vulgarisation sur les EEE. Ils contribuent à l'éducation et à la sensibilisation des acteurs locaux.

#### V.5- Edition et distribution de posters, dépliants, T-shirts et casquettes

Le but de cette activité est d'éditer et distribuer des posters, dépliants, T-shirts et casquettes à l'effigie des EEE. Les articles ont été distribués lors de l'activité 2 et 3 (formation des différents acteurs et visite de terrain). Par ailleurs, les leaders communautaires, les gestionnaires des parcs et réserves ainsi que les universitaires et les journalistes se sont vus confier un lot d'articles à diffuser de façon locale lors de leurs activités respectives. Cette distribution d'articles va constituer un souvenir des campagnes de sensibilisation et contribuer à marquer durablement les esprits des différents acteurs. Cinq mille unités de T-shirts ont ainsi été confectionnés. Les populations locales, leaders communautaires, gestionnaires des parcs et réserves, universitaires, décideurs, journalistes sont sensibilisés et gardent un souvenir vivace et durable de la campagne de sensibilisation et de formation sur les EEE.



**Figure 67** : Message sur le T-shirt EEE

#### V.6- Rédaction du rapport final des activités

Le rapport final d'activités a été rédigé, validé et distribué aux partenaires. Ce rapport a aussi été publié sur le site Web du CHM-Côte d'Ivoire.

#### VI. CONCLUSION

Ce projet a permis de faire l'état des lieux des Espèces Exotiques Envahissantes en Côte d'Ivoire. Les populations locales, des leaders communautaires, des gestionnaires des parcs et réserves, des universitaires, des décideurs et des journalistes ont été invités à un atelier de formation et de sensibilisation sur les menaces que constituent les EEE et les bienfaits de la forêt.

Ce projet fut aussi l'occasion de faire la promotion du site CHM-Côte d'Ivoire. Après l'atelier de formation, le suivi de la formation a été assuré par une visite de terrain au Parc National du Banco. Les populations locales et les acteurs formés ont été invités sur le terrain pour identifier visuellement les EEE et faire des essais d'éradication.

Les Espèces Exotiques Envahissantes et la biodiversité ont fait l'objet de spots audio et de rédaction d'articles scientifique et de vulgarisation dans les médias traditionnels pour sensibiliser un plus large public.

Une distribution d'articles de vulgarisation (T-shirts et casquettes) a permis de garder un souvenir vivace et durable de la campagne d'éducation et de sensibilisation.

Les rapports d'activités et le rapport final ont été validés, publiés et sont disponibles sur le site web du CHM-Côte d'Ivoire pour toucher toutes les couches de la population active. Cela permettra d'accroître la visibilité du CHM-Côte d'Ivoire et attirer plus de visiteurs.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bearth T & Baya J., 2010. Guerre civile et résilience écologique: le cas du Parc national du mont Sangbé à l'ouest de la Côte d'Ivoire. Cah Agric; 19 : 220-6. DOI : 10.1684/agr.2010.0400.

- Bradley B. A., Blumenthal D. M., Wilcove D. S. & Ziska L. H., 2010. Predicting plant invasions in an era of global change. *Trends in Ecology & Evolution*, Volume 25, Issue 5, Pages 310–318.
- Kabran A.F., 2013 : Etude phytochimique de plantes ivoirienne à activité antiparasitaire. Thèse de doctorat Université Paris 11, France...
- Lefeuvre J-C., 2013. Les invasions biologiques: un danger pour la biodiversité, Buchet-Chastel. 292 p.
- Nakouma S., Beltrando G., 2014. Dynamiques spatiales récentes du Parc National du Banco (PNB) et stratégies de gestion communautaire durable de ses ressources forestières (District d'Abidjan en Côte d'Ivoire). *EchoGéo*, Pôle de Recherche pour l'Organisation et la diffusion de l'Information Géographique, 32 p.
- Neuba D.F.R., Malan D.F., Koné M. & Kouadio Y.L., 2014, Inventaire préliminaire des plantes envahissantes de la Côte d'Ivoire, *Journal of Animal & Plant Sciences* 22(2), 3439-3445.
- Peltzer D.A., Allen R.B., Lovett G.M., Whitehead D. & Wa R D L E D.A., 2010. Effects of biological invasions on forest carbon sequestration *Global Change Biology* 16, 732–746, doi: 10.1111.
- Simberloff D. 2013. Biological invasions: What's worth fighting and what can be won? *Ecological Engineering*. 65: 112-121. DOI: 10.1016.
- Tiebre M-S., Adou Y.C-Y., Kassi N.J. & N'guessan K.E., 2013. Synthèse bibliographique sur le rôle de la biologie des populations dans l'étude des invasions végétales. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.18, Issue 1: 2682-2710.
- Tiébré M-S., Vroh Bi T. A., Kouamé D., N'Da K.D., & Adou Y. C-Y., 2015, Effets d'un arbre exotique envahissant *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) sur la diversité floristique et le stockage de carbone du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, **10**(1), 207-216.

# ANNEXES

Annexe 1



Figure 1 : lieu de la manifestation



Figure 2 : arrivée et émargement des participants



Figure 3 : installation des participants



Figure 4 : allocution des officiels

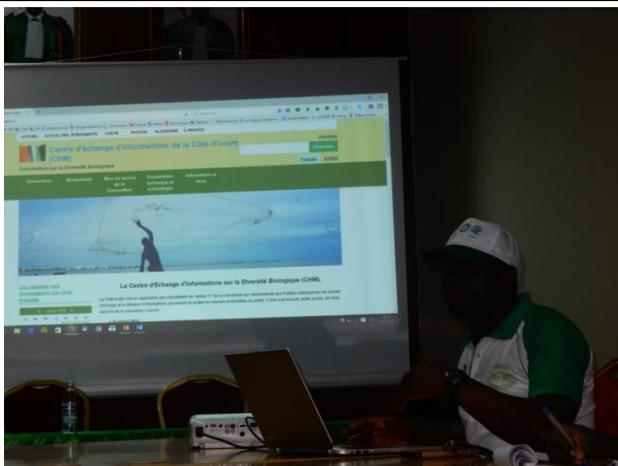


Figure 5: Dr Ouattara Djakalia présentant le CHM-CI



Figure 6 : suivi des participants avec intérêt

Annexe 2



Figure 7 : formation des participants par Dr Tiébré Marie Solange



Figure 8 : prise de note des participants



Figure 9 : interventions des participants



Figure 10 : Photo de famille des participants



Figure 11 : interview de Dr Ouattara Djakalia par le Journal l'Expression



Figure 12 : pause déjeuner

Annexe 3



Figure 13 : préparatif pour une visite au Parc National du Banco (PNB)



Figure 14 : Consignes données par Dr. Tiébré avant de débuter la visite du PNB



Figure 15 : Participants écoutant attentivement les explications sur les EEE



Figure 16 : *Cecropia peltata*, une espèce hautement invasive présente dans le PNB

# The analyses of plant community resilience are in progress

## Objective

Plant interactions studies conducted in the field are based primarily on the experience of removing neighbours (Pagès, 2003; Fayolle, 2008) where the intensity of the interaction is assessed by comparing the performance of individuals with or without neighbours: competition occurs if the performance of target species without *Chromolaena* exceed those of the target plants with *Chromolaena*. Studies comparing the survival and biomass will be testing during and end of the experiment.

**The analyses of  
invertebrate  
communities are in  
Progress**