

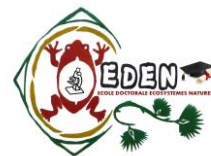
REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Fitiavana-Tanindrazana-Fandrosoana

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DE MAHAJANGA

ÉCOLE DOCTORALE SUR LES ÉCOSYSTEMES NATURELS
(EDEN)



Équipe d'accueil : Biodiversité, Agroécologie, Évolution
et Systématique des Embryophytes

THÈSE DE DOCTORAT EN ÉCOSYSTEMES NATURELS
SPÉCIALITÉ : GESTION, GOUVERNANCE ET CONSERVATION

THEME :

N° : 001/2024/DOC/EDEN/UMG

**COLLECTIONS VIVANTES UNIVERSITAIRES,
DÉFIS DE CONSERVATION ET PROCESSUS DE
GOUVERNANCE : CAS DU JARDIN BOTANIQUE
ÉDUCATIF RANJAMALALA À AMBONDRONA**

Présentée par : Monsieur BEFINOANA Michaël

Soutenue le 01 mars 2024 devant les membres du jury :

Président	: Monsieur RANDRIANAMBININA Blanchard, Professeur Titulaire, Université de Mahajanga
Rapporteur interne	: Monsieur RASOLOHARIJAONA Solofonirina, Professeur Titulaire, Université de Mahajanga
Rapporteur externe	: Madame RASOANANDRASANA Émilienne, Professeur Titulaire, Université de Mahajanga
Examineur	: Monsieur RABIBISOA Nirhy Harinelina Christian, Professeur ESR, Université de Mahajanga
Examineur	: Monsieur RABEHAVANA Van Aldo, Docteur HDR, Université de Mahajanga
Directeur de thèse	: Madame RANARIJAONA Hery Lisy Tiana, Professeur Titulaire, Université de Mahajanga
Co-encadreur	: Monsieur RAMIANDRISOA Lucien, Maître de Conférences, Université de Mahajanga



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Fitiavana-Tanindrazana-Fandrosoana

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DE MAHAJANGA

ÉCOLE DOCTORALE SUR LES ÉCOSYSTEMES NATURELS
(EDEN)



Équipe d'accueil : Biodiversité, Agroécologie, Évolution
et Systématique des Embryophytes

THÈSE DE DOCTORAT EN ÉCOSYSTEMES NATURELS
SPÉCIALITÉ : GESTION, GOUVERNANCE ET CONSERVATION

THEME :

N° : 001/2024/DOC/EDEN/UMG

**COLLECTIONS VIVANTES UNIVERSITAIRES,
DÉFIS DE CONSERVATION ET PROCESSUS DE
GOUVERNANCE : CAS DU JARDIN BOTANIQUE
ÉDUCATIF RANJAMALALA À AMBONDRONA**

Présentée par : Monsieur BEFINOANA Michaël

Soutenue le 01 mars 2024 devant les membres du jury :

Président	: Monsieur RANDRIANAMBININA Blanchard, Professeur Titulaire, Université de Mahajanga
Rapporteur interne	: Monsieur RASOLOHARIJAONA Solofonirina, Professeur Titulaire, Université de Mahajanga
Rapporteur externe	: Madame RASOANANDRASANA Émilienne, Professeur Titulaire, Université de Mahajanga
Examineur	: Monsieur RABIBISOA Nirhy Harinelina Christian, Professeur ESR, Université de Mahajanga
Examineur	: Monsieur RABEHAVANA Van Aldo, Docteur HDR, Université de Mahajanga
Directeur de thèse	: Madame RANARIJAONA Hery Lisy Tiana, Professeur Titulaire, Université de Mahajanga
Co-encadreur	: Monsieur RAMIANDRISOA Lucien, Maître de Conférences, Université de Mahajanga



LETTRE DE DECLARATION SUR L'HONNEUR

Je, soussigné, **BEFINOANA Michaël**, doctorant inscrit régulièrement en **3^{ème} année de thèse** à l'Ecole Doctorale sur les Ecosystèmes Naturels (EDEN), Université de Mahajanga, déclare sur l'honneur que, durant la période de préparation de ma Thèse en vue de l'obtention du **Diplôme de Doctorat**, je n'ai pas fait du plagiat.

Fait à Mahajanga, le 14 février 2024

Le Doctorant

BEFINOANA Michaël

DEDICACE

Je dédie cette thèse

À la mémoire de mon regretté père,

Professeur **BEFINOANA**, cette thèse est dédiée en hommage à son héritage scientifique et à sa passion inébranlable pour les plantes médicinales, qui ont façonné ma propre quête de connaissances. Bien que son absence physique soit profondément ressentie, son héritage perdure dans mon engagement envers la recherche scientifique et ma fascination pour la nature. Cette thèse lui rend hommage en reconnaissance de l'influence inestimable qu'il a eue sur ma carrière de chercheur.

À ma chère mère,

Docteur **RAVELONDRAZANA Célestine**, merci à vous, qui avez été ma source inépuisable d'amour, de soutien et d'inspiration tout au long de ma vie. Votre force, votre persévérance et votre dévouement ont été un modèle pour moi, et c'est grâce à votre encouragement constant que j'ai pu entreprendre ce voyage académique.

À mon cher frère,

Christian, mon ami et mon confident. Ta présence et ton soutien inconditionnel ont été des piliers solides tout au long de mon parcours académique.

À mon épouse bien-aimée,

RAHARINOELINA Esther, ma compagne de vie, ma muse, et mon pilier de force. Tu as sacrifié tant de moments précieux pour que je puisse poursuivre ma passion et mes rêves, et je t'en suis éternellement reconnaissant. Cette thèse est un modeste témoignage de mon amour profond et de ma gratitude éternelle envers toi, pour tout ce que tu as apporté à ma vie. Merci d'être ma source constante d'inspiration et de bonheur.

À mon cher fils,

BEFINOANA Nathan Karim Fanomezantsoa, ma plus grande source de fierté et de joie. Je souhaite que cette thèse soit un exemple pour toi, t'encourageant à poursuivre tes rêves avec passion et détermination.

A tous les membres de l'EDEN, du Musée Akiba et du JBER,

Voici ma modeste contribution au développement de notre jardin.

« *Hortus amicus, vita amica* », Un ami du jardin est un ami de la vie !

REMERCIEMENTS

Au terme de ce parcours académique dédié à l'exploration des merveilles botaniques au sein d'un jardin d'exception, il est de mon devoir exprimer ma profonde gratitude envers ceux qui ont rendu cette aventure possible. La réalisation de cette thèse sur le jardin botanique a été une entreprise aussi enrichissante que passionnante, et chaque étape a été marquée par le soutien indéfectible de nombreux individus et institutions.

Je saisis cette opportunité pour exprimer ma profonde gratitude envers les nombreuses personnes qui ont généreusement apporté leur précieuse assistance à l'élaboration et à l'achèvement de cette thèse, en particulier à :

- Monsieur **RANDRIANAMBININA Blanchard**, Professeur Titulaire, Président de l'Université de Mahajanga pour son soutien inébranlable, son leadership éclairé et son engagement continu en faveur de l'excellence académique. Sa vision inspirante a été un catalyseur essentiel dans la réalisation de cette thèse. Malgré ses nombreuses tâches, il a également bien voulu accepter de présider le Jury de cette thèse. Sa présence bienveillante et son expertise durant ma soutenance de thèse ont grandement enrichi les échanges et renforcé ma confiance en la qualité de mon travail de recherche.

- Monsieur **RASOLOHARIJAONA Solofonirina**, Professeur Titulaire à la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, mon rapporteur interne pour sa diligence, son expertise et ses précieux commentaires qui ont grandement enrichi le contenu de cette thèse. Sa contribution éclairée a joué un rôle fondamental dans le processus d'évaluation.

- Madame **RASOANANDRASANA Émilienne**, Professeur Titulaire à la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, mon rapporteur externe pour sa générosité intellectuelle, son évaluation approfondie et ses précieux conseils qui ont enrichi de manière significative cette thèse.

- Monsieur **RABIBISOA Nirhy Harinelina Christian**, Professeur d'ESR à la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, qui a bien voulu examiner ce travail et a accepté de siéger parmi les membres de Jury et du Comité de Lecture malgré ses nombreuses et lourdes tâches. Sa participation active au processus d'évaluation a été d'une valeur inestimable, et je suis reconnaissant pour la rigueur intellectuelle qu'il a apportée à cette étude.

- Monsieur **RABEHAVANA Van Aldo**, Docteur HDR à l'Institut Universitaire de Gestion et Management de l'Université de Mahajanga, pour sa participation attentive et son examen approfondi de cette thèse, malgré ses occupations. Sa contribution critique et son expertise ont grandement enrichi ce travail de recherche, et je suis reconnaissant pour l'engagement professionnel dont il a fait preuve lors de l'évaluation de mon travail académique.

- Madame **RANARIJAONA Hery Lisy Tiana**, Professeur Titulaire à la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, Coordinateur du Jardin Botanique Educatif Ranjamalala, qui a bien voulu diriger ce travail et dont la guidance éclairée, la disponibilité constante et l'expertise précieuse ont été des éléments cruciaux dans la réalisation de cette recherche. Ses conseils avisés et son soutien indéfectible ont constitué une source inestimable d'inspiration, faisant de cette expérience académique un enrichissement personnel et professionnel exceptionnel.
 - Monsieur **RAMIANDRISOA Lucien**, Maître de Conférences à l'Ecole de Tourisme de l'Université de Mahajanga, mon co-encadreur pour son engagement dévoué et ses précieux conseils tout au long de cette aventure académique. Sa collaboration attentive et son expertise ont grandement contribué à la qualité et à la réussite de ce travail de recherche.
 - Monsieur **RASOANARIVO Rivoharinala** et Monsieur **PAMPHILE Mananjara**, Professeurs Titulaires à la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, les membres du Comité de Lecture, pour leur précieuse expertise et leurs commentaires constructifs qui ont contribué à l'amélioration de ma thèse.
 - Monsieur **RAVELOSON Herimalala**, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, Directeur du Jardin Botanique Educatif Ranjamalala, dont la vision éclairée a créé un environnement propice à l'épanouissement de la science et à l'exploration botanique.
 - Docteur **MAHAROMBAKA Cyrille**, Chef de Service du Jardin Botanique Educatif Ranjamalala pour sa guidance qui a été une boussole précieuse tout au long de ce périple, orientant mes pas au cœur de ce sanctuaire végétal. Je suis reconnaissant d'avoir eu la chance de bénéficier de sa collaboration et de ses orientations.
 - Mes collègues chercheurs et partenaires de laboratoire qui ont contribué à façonner ce projet. Les discussions fructueuses avec Docteur **RAMIANDRISOA Botovao Auguste**, Docteur **VAVINDRAZA**, Docteur **TOTONDRABESA Chéri Christian**, Madame **RAFIDISOA Niambesa Diana Gabrielle** ont été le creuset de nouvelles idées, et les collaborations avec Docteur **TOMBOANONA Sylvana** ont élargi les horizons de ma réflexion.
 - Le Personnel Enseignant, le Personnel Administratif et Technique ainsi que les étudiants de troisième année de l'IUTAM pour leur implication active aux enquêtes.
 - Les étudiantes **RAMANANDRAIBE Solombolatiana Tsiarosarobidy**, **RAOELINA Jenny Thérésienne** et **SOLOJANAMARO Claudia Nirina** de Master 2 en Biodiversité et Conservation de la FSTE qui ont généreusement consacré leur temps à l'inventaire.
- Je n'oublie pas mes amis et toute l'équipe de l'E.D.E.N., du Musée AKIBA et du JBER, qui n'ont pas épargné leurs encouragements et leur soutien à tout moment. Qu'ils trouvent, ici, ma sincère reconnaissance.

"A toutes les personnes qui ont joué un rôle, de près ou de loin, dans l'aboutissement de cette thèse, je tiens à adresser mes sincères remerciements. Votre contribution a été un élément essentiel à la réalisation de ce travail, et je vous dis à toutes et à tous un grand Merci."

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIERES.....	v
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES ANNEXES.....	xi
LISTE DES ABREVIATIONS	xii
GLOSSAIRE	xv
PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION	1
DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES.....	10
II.1. SITE D'ETUDES	11
II.1.1. Situation géographique.....	11
II.1.2. Historique et organisation administrative	15
II.1.3. Milieu biotique et abiotique	16
II.1.3.1. Milieu abiotique	16
II.1.3.2. Milieu biotique	18
II.2. METHODES PROPREMENT DITES	20
II.2.1. Approche épistémologique et méthodologique	21
II.2.1.1. Positionnement épistémologique	22
II.2.1.2. Typologie des données	26
II.2.2. Matériels.....	29
II.2.2.1. Matériels biologiques	29
II.2.2.2. Matériels électroniques	29
II.2.2.3. Applications ou logiciels	29
II.2.2.4. Matériels bureautiques.....	30
II.2.3. Collecte de données.....	30
II.2.3.1. Recherche documentaire	30
II.2.3.2. Justification du choix du site d'étude	31
II.2.3.3. Inventaire	32
II.2.3.4. Enquêtes.....	36
II.2.4. Evaluations.....	39
II.2.4.1. Evaluation des collections vivantes	39
II.2.4.2. Evaluation du processus de gouvernance.....	45
II.2.4.3. Grille d'analyse du développement durable Simplifiée (GADD-S)	47

II.2.5. Diversité et analyse de données.....	54
II.2.5.1. De la fiche d'inventaire.....	54
II.2.5.2. Des questionnaires	59
II.2.5.3. De la GADD-S.....	61
TROISIEME PARTIE : RESULTATS	62
III.1. LISTE FLORISTIQUE DU JBER	62
III.1.1. Statut de conservation des espèces	69
III.1.2. Endémisme et ethnobotanique	70
III.1.3. Proportion des espèces selon leurs valeurs.....	71
III.1.4. Types de collections	71
III.2. DIVERSITE ET ANALYSE	75
III.2.1. Abondance des collections vivantes	75
III.2.2. Diversité spécifique du JBER.....	76
III.2.3. Relation entre type de collection et endémicité/statut de l'espèce	76
III.2.4. Impact des spécimens par espèces sur l'endémicité et le statut	79
III.3. JBER ET VISITEURS	80
III.3.1. Perception générale sur le JBER.....	81
III.3.2. Importance du JBER d'après l'ACM.....	85
III.3.3. Missions et acquis du JBER d'après l'AFC	87
III.3.4. Gouvernance.....	89
III.4. PERFORMANCES DU JBER A TRAVERS LA GADD-S	97
III.4.1. Pondérations et performances des thèmes.....	97
III.4.2. Priorisation des objectifs pour chaque dimension	102
III.4.3. Performance globale en termes de développement durable	105
III.4.4. Relations entre les thèmes de la GADD-S.....	107
QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION.....	111
CONCLUSION	126
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	129
ANNEXES	

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation de la ville de Mahajanga	12
Figure 2. Subdivision en fokontany de la commune urbaine de Mahajanga.....	13
Figure 3. Vue aérienne du campus Ambondrona.....	14
Figure 4. Localisation des parcelles du JBER.....	15
Figure 5. Organigramme fonctionnel du JBER.....	16
Figure 6. Géologie de la région Boeny.....	17
Figure 7. Diagramme ombrométrique de la ville de Mahajanga	18
Figure 8. Couverture forestière de la région Boeny.....	20
Figure 9. Modèle de la recherche	22
Figure 10. Approche méthodologique de l'étude.....	28
Figure 11. Structure des catégories de la liste rouge de l'IUCN	42
Figure 12. Exemple de représentation de la maturité du processus de gouvernance par sous-domaine	47
Figure 13. Thèmes de la grille d'analyse du développement durable de la Chaire éco-conseil de l'UQAC	48
Figure 14. Thèmes et dimensions de la grille d'analyse du développement durable retenus pour l'étude	49
Figure 15. Exemple de représentation de la dimension écologique d'une GADD et des thèmes associés	52
Figure 16. Représentation graphique de la répartition des espèces par statut IUCN	69
Figure 17. Abondance relative des collections pour $p_i \geq 1$	75
Figure 18. Régression quantile du nombre de spécimens par endémicité	79
Figure 19. Régression quantile du nombre de spécimens par statut IUCN	80
Figure 20. Fréquence et modalités de la thématique « Motivations ».....	82
Figure 21. Fréquence et modalités de la thématique « Définitions ».....	82
Figure 22. Fréquence et modalités de la thématique « Missions ».....	83
Figure 23. Fréquence et modalités de la thématique « Acquis ».....	83
Figure 24. Fréquence et modalités de la thématique « Externalités »	84
Figure 25. Fréquence et modalités de la thématique « Satisfaction »	84
Figure 26. Répartition des CSP en fonction de la définition et des missions	85
Figure 27. Répartition des CSP en fonction des motivations et des acquis.....	86
Figure 28. Répartition des CSP en fonction des missions et des acquis.....	87
Figure 29. Mise en évidence des interactions Missions/Acquis du groupe n°1.....	88
Figure 30. Mise en évidence des interactions Missions/Acquis du groupe n°2.....	89

Figure 31. Représentation des moyennes des pondérations associées aux 20 niveaux de synthèse.....	94
Figure 32. Pondérations des sous-domaines.....	95
Figure 33. Pondération et performance des thèmes de la dimension sociale.....	98
Figure 34. Pondération et performance des thèmes de la dimension écologique.....	98
Figure 35. Pondération et performance des thèmes de la dimension culturelle	99
Figure 36. Pondération et performance des thèmes de la dimension éthique	100
Figure 37. Pondération et performance des thèmes de la dimension territoire.....	101
Figure 38. Pondération et performance des thèmes de la dimension gouvernance	101
Figure 39. Performance des dimensions du développement durable du JBER	106
Figure 40. Mise en évidence des interactions Gouvernance/Conservation	109

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Positions épistémologiques des différents paradigmes	23
Tableau 2. Equipement électriques et électroniques utilisés sur terrain	29
Tableau 3. Applications ou logiciels utilisés sur terrain.....	30
Tableau 4. Estimation des services rendus par des relevés floristiques suivant l'échelle de réalisation.....	33
Tableau 5. Modèle de fiche descriptive de collection	35
Tableau 6. Critères d'évaluation des collections vivantes de divers Jardins botaniques.....	40
Tableau 7. Caractéristiques des informateurs lors de l'évaluation des collections.....	41
Tableau 8. Pondération suivant indice de maturité de la gouvernance.....	46
Tableau 9. Echelle utilisée pour l'évaluation de la GADD-S	51
Tableau 10. Mécanisme de priorisation des objectifs de la GADD-S.....	53
Tableau 11. Liste floristique dans les 3 parcelles du JBER	63
Tableau 12. Proportion des espèces évaluées, présentant un risque d'extinction et menacées	70
Tableau 13. Répartition des espèces par origine géographique.....	70
Tableau 14. Répartition des espèces suivant l'endémicité	71
Tableau 15. Répartition de l'utilisation des espèces par catégories de citations	71
Tableau 16. Résumé de l'évaluation des 136 espèces	72
Tableau 17. Liste floristique des collections prioritaires.....	72
Tableau 18. Liste floristique des collections importantes.....	73
Tableau 19. Liste floristique des collections secondaires	74
Tableau 20. Diversité spécifique du JBER	76
Tableau 21. Tableau de contingence Type/Endémicité.....	76
Tableau 22. Tableau de contingence Type/Statut IUCN	77
Tableau 23. Corrélation de Spearman des 5 axes d'évaluation des collections (p).....	78
Tableau 24. Variables signalétiques du groupe n°1 du questionnaire général	81
Tableau 25. Variables signalétiques du groupe n°2 du questionnaire général	81
Tableau 26. Evaluation et pondération moyenne du processus de gouvernance	90
Tableau 27. Statistiques descriptives de l'alpha de Cronbach.....	96
Tableau 28. Matrice de corrélation de l'alpha de Cronbach	96
Tableau 29. Matrice de covariance de l'alpha de Cronbach	97
Tableau 30. Priorisation des objectifs de la dimension sociale.....	102
Tableau 31. Priorisation des objectifs de la dimension écologique.....	103
Tableau 32. Priorisation des objectifs de la dimension culturelle.....	103
Tableau 33. Priorisation des objectifs de la dimension éthique	104

Tableau 34. Priorisation des objectifs de la dimension territoire	104
Tableau 35. Priorisation des objectifs de la dimension gouvernance	105
Tableau 36. Performance générale des 6 dimensions de la GADD-S	106
Tableau 37. Corrélation de Spearman des 5 pondérations de la GADD-S (ρ).....	107
Tableau 38. Corrélation de Spearman des 5 évaluations de la GADD-S (ρ)	108
Tableau 39. Thèmes et objectifs retenus pour l'ACM Gouvernance/Conservation	108
Tableau 40. Evaluations des 6 thèmes de l'ACM Gouvernance/Conservation	109

LISTE DES ANNEXES

Annexe I	: Résumés des publications
Annexe II	: Historique et les typologies de jardins botaniques
Annexe III	: Evolution du concept de gouvernance
Annexe IV	: Critères de qualité de Brackstone (1999)
Annexe V	: Localisation de la parcelle n°1 et échantillons d'espèces géoréférencées
Annexe VI	: Localisation de la parcelle n°2 et échantillons d'espèces géoréférencées
Annexe VII	: Localisation de l'arboretum et échantillons d'espèces géoréférencées
Annexe VIII	: Données climatiques moyennes de Mahajanga (1991-2021)
Annexe IX	: Modèle de Fiche d'inventaire
Annexe X	: Questionnaire général sur le JBER
Annexe XI	: Fiche d'évaluation des collections du JBER
Annexe XII	: Utilisation ethnobotanique des espèces présentes au JBER
Annexe XIII	: Echantillons de fiches de collection du JBER
Annexe XIV	: Détail des percentiles de la régression quantile
Annexe XV	: Valeurs propres et contributions aux axes des ACM

LISTE DES ABREVIATIONS

A	: Nombre total d'individus de toutes les espèces confondues
ACM	: Analyse des Correspondances Multiples
AFC	: Analyse Factorielle des Correspondances
Arb.	: Arboretum
AUF	: Agence Universitaire de la Francophonie
BD	: Base de Données
BGCI	: Botanic Gardens Conservation International
CA	: Conseil d'Administration
CBNSA	: Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique
CDB	: Convention sur la Diversité Biologique
CE	: Conseil d'Etablissement
CJBG	: Conservatoire et Jardin botaniques de Genève
CNUCED	: Conférence des Nations Unies pour le Commerce Et le Développement
CR	: En danger critique
CS	: Conseil Scientifique
CSP	: Classification Socio-Professionnelle
CUBG	: Cambridge University Botanic Garden
D	: Indice de Simpson
DD	: Données insuffisantes
DDL	: Degré De Liberté
Dr.	: Docteur
E	: Indice d'équitabilité
EDEN	: l'Ecole Doctorale sur les Ecosystèmes Naturels
EN	: En danger
FIDA	: Fonds International de Développement Agricole
FTM	: Foiben-Taosarintanin'i Madagasikara
JORF	: Journal Officiel de la République Française
FMI	: Fonds Monétaire International
GADD	: Grille d'Analyse du Développement Durable
GADD-A	: Grille d'Analyse du Développement Durable Allégée
GADD-S	: Grille d'Analyse du Développement Durable Simplifiée
GIEC	: Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GPS	: Global Positioning System
H	: Indice de Shannon-Wiener

Hmax	: Valeur maximale de l'indice de Shannon-Wiener
IFDD	: Institut de la Francophonie pour le Développement Durable
INSTAT	: Institut National de la Statistique
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
IUCN	: International Union for Conservation of Nature
J	: Indice de Piélou
JBER	: Jardin Botanique Educatif Ranjamalala
JORF	: Journal Officiel de la République Française
LC	: Préoccupation mineure
ln	: Logarithme népérien
MEDD	: Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
MT	: Moyen Terme
N	: Taille totale de l'échantillon
NE	: Non évalué
n_i	: Nombre d'individus de l'espèce i
NMD	: Non-MonoDisciplinaire
NSP	: Ne Sait Pas
NT	: Quasi menacé
ODD	: Objectifs de développement durable
OIF	: Organisation Internationale de la Francophonie
ONU	: Organisation des Nations Unies
PC	: Personal Computer
P1	: Parcelle n°1
P2	: Parcelle n°2
p_i	: Abondance relative de l'espèce i
PNEDD	: Politique Nationale de l'Environnement pour le Développement Durable
Pr.	: Professeur
PSPP	: Politique Stratégie Programme Projet
p-value	: probability value
RAM	: Random Access Memory
r_b	: corrélation bisérielle
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitation
ROM	: Read-Only Memory
S	: Richesse spécifique
SHS	: Sciences Humaines et Sociales

SI	: Système d'Information
SN	: Sciences Naturelles
Tot.	: Total
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UMG	: Université de Mahajanga
UQAC	: Université du Québec à Chicoutimi
USB	: Universal Serial Bus
UTM	: Universal Transverse Mercator
VU	: Vulnérable
WGS	: World Geodetic System
WWF	: World Wide Fund for Nature
α	: alpha de Cronbach
ρ	: Corrélation de Spearman

GLOSSAIRE

- Arboretum* : espace d'un jardin botanique spécialisé dans la collection, l'étude et l'exposition d'arbres, d'arbustes et d'autres plantes ligneuses. Ces espaces sont conçus pour la conservation, l'éducation et la recherche sur la diversité végétale, offrant souvent aux visiteurs la possibilité d'explorer différents écosystèmes forestiers et d'apprendre sur la botanique, la foresterie et l'écologie.
- Fokontany* : subdivision administrative de base malagasy, pouvant comprendre des hameaux, des villages, des secteurs ou des quartiers.
- Hotspot* : zone géographique où se concentrent de manière remarquable des espèces uniques et en danger, tandis que leur habitat naturel est rapidement dégradé. Ces régions sont priorisées pour la conservation en raison de leur importance écologique et de la menace croissante qui pèse sur leur diversité biologique.
- Sikidy* : cléromancie ; art de la divination par la disposition des graines. Nom des graines utilisées pour l'art divinatoire et, par extension des espèces qui les produisent. Nom donné aux amulettes et talismans composés de graines, fournis à titre payant ou gratuit, et censés conjurer les mauvais sorts.
- Tromba* : culte de la possession ; cérémonie où les esprits des ancêtres sont invoqués par les vivants. Coutume ancestrale que les populations du Nord-Ouest de Madagascar, de l'Imerina et du Sud, pratiquent encore à ce jour. Terme servant également à désigner trois réalités : la personne dûment installée dans le statut de possédée, l'esprit possédant et l'ensemble du rituel.

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION

Située dans l'océan indien, au large des côtes de l'Afrique australe dont elle est séparée par le canal de Mozambique, Madagascar est l'un des plus grands États insulaires au monde. Avec une superficie de 591.896 km² (INSTAT, 2020), la « Grande île » est la cinquième au monde après l'Australie, le Groenland, la Nouvelle-Guinée et Bornéo.

Depuis sa séparation du continent africain il y a 165 millions d'années, l'isolement biogéographique de l'île, la diversité de climats et de reliefs ont favorisé l'émergence d'une véritable mosaïque de paysages ainsi qu'une exceptionnelle biodiversité dans sa faune et sa flore caractérisée par un haut degré d'endémisme (Myers et al., 2000) aussi bien sur les espèces animales que végétales. Avec près de 15.000 espèces de plantes dont 83% sont endémiques (Goodman et Benstead, 2005), Madagascar répertorie 119 familles de Ptéridophytes, 2 familles de Gymnospermes et 212 familles d'Angiospermes. Parmi les familles d'Angiospermes, cinq sont endémiques : Asteropeiaceae, Barbeuiaceae, Phytolaccaceae, Sarcocaulaceae et Sphaerosepalaceae, et 2 familles quasi-endémiques : Didymelaceae avec 7 genres dont 4 endémiques de Madagascar et Didymelaceae avec 1 genre endémique de Madagascar et des Comores (Ranarijaona et al., 2022 ; annexe I a). Par ailleurs, une diversité de végétation totalement opposée, de part et d'autre de l'île, y est retrouvée : sur le versant Est, les forêts humides aux senteurs d'épices et, à l'Ouest des étendues de savane parsemées de collines, de baobabs... De même, l'île aux dimensions extraordinaires offre des contrastes évidents entre d'une part, les immensités semi-désertiques du grand Sud et ses épais fourrés d'épineux rappelant le « bush australien », et d'autre part, les hauts plateaux granitiques du Centre, parfois surmontés de massifs volcaniques. Ces forêts tropicales humides (à l'Est du pays) et sèches (au Sud et à l'Ouest) sont sans aucun doute l'un des espaces les plus riches de la planète en termes de biodiversité (WWF, 2023).

Toutefois, cette biodiversité est de nos jours menacée par des pressions anthropiques diverses, mais subit également les effets et les impacts du changement climatique, affectant les statuts de conservation de la biodiversité. La dégradation des différents écosystèmes hébergeant la biodiversité critique entraîne la perte des espèces menacées et la détérioration des services écosystémiques et des biens environnementaux (MEDD, 2019). En effet, Madagascar est actuellement considérée comme l'un des plus importants « hot spots » de biodiversité de la planète (Myers et al., 2000). Selon Conservation International (2011), un hot spot serait : « *une zone qui contient au moins 1 500 espèces de plantes vasculaires endémiques et qui a perdu au moins 70 % de sa végétation primaire* ». Il en existe actuellement 36 autour du globe. Toujours selon Myers et al. (2000), sur cinq facteurs clés pris en compte

pour l'analyse, à savoir : le nombre d'espèces endémiques et espèces endémiques/superficie pour les plantes et vertébrés et la perte d'habitat, Madagascar serait le plus chaud des 8 plus chauds hot spots au monde. La forêt naturelle qui couvrait originellement la majeure partie de l'île disparaît très rapidement. Au cours de ces 60 dernières années une importante disparition et fragmentation de ses forêts a été constatée, avec une diminution de près de 44% de sa couverture forestière avec un taux de déforestation de 99.000 ha par an, entre 2010 et 2014, soit 1,1% par an sur les 8,9 millions d'hectare recensés en 2014 (Vieilledent et al., 2018). Plus préoccupant encore, cette déforestation est en forte accélération. À Madagascar, les questions forestières sont de plus en plus préoccupantes dans le contexte des changements globaux. Avec 28.177.762 habitants en 2021, la population malgache devrait doubler d'ici 2043 selon l'INSTAT. Or, celle-ci aura besoin de surfaces cultivables pour se nourrir ainsi que de bois et de charbon de bois, principale source d'énergie sur l'île à l'heure actuelle. Rappelons d'ailleurs que les végétaux sont indispensables à la vie des êtres humains et du règne animal, car ils captent l'énergie du soleil et la transforment en aliments sous forme de semences, de feuilles et de racines. Ils fournissent également des remèdes, des matériaux de construction et des combustibles pour subvenir à leurs besoins. Enfin, ils jouent un rôle clé dans de nombreux processus écologiques, tels que la régulation du climat (notamment l'absorption du dioxyde de carbone), la fertilisation des sols et la purification de l'eau et de l'air. Ils apparaissent en effet comme l'un des principaux organismes responsables du maintien de la vie sur Terre (Raynal-Roques, 1994).

Depuis la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) à Rio de Janeiro en 1992 et la signature de Convention sur la Diversité Biologique (CDB), la lutte contre la déforestation a fait l'objet d'innombrables échanges au cours des différentes rencontres internationales ce, afin de créer un cadre d'action global et maintenir le rôle essentiel de nos forêts. A ce titre, en 2010, durant la conférence mondiale sur la biodiversité de Nagoya, les objectifs d'Aïchi sont adoptés par les parties de la CDB avec notamment l'objectif de « *réduire au moins de moitié, ou lorsque c'est possible à près de zéro, le taux de perte d'habitats naturels, y compris les forêts* » et « *un objectif de sauvegarde de la biodiversité pour 17 % des zones terrestres et des eaux continentales et pour 10 % des zones marines et côtières* » (ONU, 2013). La déclaration de New York de 2014 sur les forêts fixe l'objectif commun de « *réduire les pertes forestières naturelles de moitié d'ici 2020, en s'efforçant d'y mettre fin d'ici 2030* » (Mekouar, 2015). Plus récemment, en 2019, le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) publie un rapport thématique Sols et Changement Climatique. Ce rapport confirme l'impact important de la déforestation et de l'agriculture sur les gaz à effet de serre (1/4 des terres sont dégradés par l'activité humaine). Face à la crise climatique actuelle, les scientifiques du GIEC mettent en avant deux solutions

majeures : la protection et la restauration des forêts accompagnées d'une transformation radicale du système alimentaire mondial (IPCC, 2022).

Madagascar figure à ce jour parmi les 196 membres signataires du CDB. Sur le plan institutionnel, le décret n°2015-1308 du 22 septembre 2015 fixe la Politique Nationale de l'Environnement pour le Développement Durable (PNEDD). Cette politique s'inscrit dans la perspective de réalisation par Madagascar des Objectifs du Développement Durable (ODD) et confirme le constat selon lequel le pays est confronté à des contraintes anthropiques et climatiques qui à leur tour engendrent de fortes pressions sur ses ressources naturelles, et ayant une tendance à déséquilibrer l'environnement. La PNEDD se veut alors être une référence nationale en matière de gestion durable de l'environnement tout en intégrant les objectifs nationaux aux opportunités et contraintes internationales. Pour ce faire, elle fait la promotion entre autres d'une approche globale multisectorielle, de la capitalisation des acquis techniques et méthodologiques, la mise en place d'un cadre incitatif face aux initiatives qui tendent vers la préservation de l'environnement... Afin de mettre en place ces axes stratégiques, la PNEDD « *promeut le partenariat avec les Universités et les Centres de Recherche qui intègrent les enjeux environnementaux et appuie à la vulgarisation des résultats des recherches aptes à améliorer l'Environnement du pays* » (PNEDD, 2015). De cette ordre d'idées et s'inscrivant toujours dans les ODD, nous avons choisi d'effectuer une étude sur la gouvernance des jardins botaniques universitaires.

Qu'entend-on par jardins botaniques ?

Plusieurs définitions peuvent être données aux jardins botaniques. La première nous est apportée par Taylor (2015) selon laquelle : « *Un jardin botanique diffère d'un parc public ou d'un parc d'exposition [...] en ce qu'il inclue une collection documentée de plantes herbacées ou ligneuses servant à la recherche scientifique ou à l'enseignement. La disposition des plantes dans un jardin botanique se fait souvent selon une séquence d'évolution botanique, ou par origine géographique, par utilisation particulière ou par fonction. Si la collection est principalement composée de plantes ligneuses, on peut l'appeler arboretum* ». D'après lui, l'essence même d'un jardin botanique serait source de débats parmi les professionnels car, conformément à ces missions de recherche scientifique et d'enseignement, le jardin botanique serait alors un « jardin scientifique » devant être rattaché à une université ; or ceci n'est pas toujours le cas et tendrait à réduire considérablement le nombre réel de jardins botaniques existants.

Pour la majorité des gens, les jardins botaniques désignent des sites accueillants, agrémentés de plates-bandes aux couleurs changeantes. Pour d'autres, ils rappellent des institutions à l'architecture austère où sont entreposés des herbiers centenaires, témoins des

périodes fructueuses de la taxonomie classique. Bien que la vision des jardins botaniques varie selon les individus, ils sont généralement perçus comme des établissements éducatifs et des lieux de détente, où la science côtoie l'esthétisme. De façon plus formelle, ils se définissent globalement comme des institutions où l'on conserve des collections de plantes vivantes à des fins éducatives et scientifiques (Barabé et al., 2012). De cette définition générale découle un cadre précis pour analyser les rôles complémentaires des jardins tels que l'éducation, la recherche ou la conservation *ex situ* des espèces floristiques.

Le Botanic Gardens Conservation International (BGCI), le plus grand réseau de conservation des plantes au monde qui se veut de coordonner, responsabiliser et mobiliser par le biais du réseau la priorisation, la planification, l'action et le suivi de la conservation des plantes en prévenant l'extinction des espèces végétales et en promouvant la durabilité, retient la définition suivante : « *Les jardins botaniques sont des institutions qui rassemblent des collections documentées de végétaux vivants à des fins de recherche scientifique, de conservation, d'exposition et d'enseignement* ». Cette définition est en effet celle qui a été donnée par Peter Wyse-Jackson en 1999 dans son ouvrage « *Experimentation on a Large Scale- An Analysis of the Holdings and Resources of Botanic Gardens* ». Cette dernière définition complète les missions des jardins botaniques qui ne se cantonnent plus uniquement à recherche ou à l'éducation.

L'historique et les typologies de jardins botaniques (annexe II) nous prouvent, à titre d'exemple, que depuis leur création première à la Renaissance, ceux-ci ont rempli différentes fonctions.

A Madagascar, le premier jardin a vu le jour sous la colonisation en août 1925 et a été dénommé « Jardin botanique de Tananarive » (Edmond, 1931). Après avoir débuté l'élevage d'animaux à partir de 1935, il prit le nom de Parc Botanique et Zoologique de Tananarive. À cette époque, il était un lieu d'exposition, de conservation et constituait une vitrine de la biodiversité malagasy. Finalement, celui-ci est rebâti Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza par arrêté du 18 septembre 1990 refondu par le Décret n° 93-162 du 13 mars 1993. La Grande île comprend à ce jour un certain nombre de jardins botaniques dont celui de Ranopiso, situé à proximité de la ville de Taolagnaro, dont la création émane de la culture d'*Agave sisalana* (sisal) mais surtout de *Catharantus roseus* (Pervenche de Madagascar) dans un but ethnopharmacologique (Fouché et al., 2013). Actuellement, seules les universités d'Antananarivo et de Mahajanga détiennent leur propre jardin botanique.

Ainsi, d'après Barabé et al. (2012), l'histoire des jardins botaniques publics peut globalement se diviser en quatre grandes périodes, depuis la naissance et l'édification (1544-1770), en passant par le développement et la maturation (1770-1930), l'ouverture au public

(1930-1980) dans le but de sensibiliser les visiteurs à l'horticulture et l'écologie, et enfin la commercialisation (1980-) car il ne suffit plus d'éduquer, il faut aussi pouvoir rentabiliser financièrement les jardins qui font face à des difficultés organisationnelles et financières, souvent aiguës. De nos jours, les jardins botaniques traduisent encore ces héritages scientifiques et pédagogiques. La nécessité d'apporter un autre regard sur le monde botanique s'est fait néanmoins ressentir : les questions de la conservation de la biodiversité (en l'occurrence végétale) et du développement durable sont au cœur des problématiques actuelles. Les jardins ont pour mission de présenter ces nouvelles thématiques.

La Gouvernance : un concept polysémique

Selon Moreau Defarges (2003), dès le XII^{ème} ou le XIII^{ème} siècle, la notion de gouvernance aurait longtemps été assimilée à la notion plus générale de gouverner ou de gouvernement. Pour Paye (2005), le mot anglais « *governance* » a été remis à l'honneur dans les années 1990 par des économistes et politologues anglo-saxons et par certaines institutions internationales (ONU, Banque mondiale et FMI, notamment), de nouveau pour désigner « l'art ou la manière de gouverner », mais avec deux préoccupations supplémentaires; d'une part, bien marquer la distinction avec le gouvernement en tant qu'institution; d'autre part, sous un vocable peu usité et donc peu connoté, promouvoir un nouveau mode de gestion des affaires publiques fondé sur la participation de la société civile à tous les niveaux.

De nombreux principes de bonne gouvernance et de codes de bonne conduite ont été formulés ces dernières années. Les plus récents ont mis davantage l'accent sur le fonctionnement des organes de gouvernance externe et sur la notion de contrôle interne. Mieux, on observe aujourd'hui une référence quasi systématique aux principes managériaux dans le management du secteur public à l'échelle nationale comme internationale. En témoigne le recours à la Gestion Axée sur les Résultats (GAR) comme méthode de gestion des affaires publiques (Baïdari et Wade, 2013).

De par son contexte d'évolution (annexe III), force est cependant d'admettre qu'il n'y a pas d'unanimité quant à la définition de la gouvernance.

Selon Lucier (2007), la gouvernance fait référence à « *l'ensemble des dispositifs et des principes par lesquels des organisations se gouvernent, c'est-à-dire prennent leurs décisions, planifient leur développement, gèrent leurs ressources, encadrent leurs activités, évaluent leurs performances, rendent leurs comptes et s'inscrivent dans les circuits des partenariats externes* ».

La Commission Générale de Terminologie et de Néologie française donne la définition suivante dans le Journal Officiel de la République Française n°0094 du 22 avril 2009 : la gouvernance est la « *manière de concevoir et d'exercer l'autorité à la tête d'une entreprise,*

d'une organisation, d'un État ». Elle précise par ailleurs que la gouvernance s'apprécie non seulement en tenant compte du degré d'organisation et d'efficacité, mais aussi et surtout d'après des critères tels que la transparence, la participation, et le partage des responsabilités.

La Banque mondiale offre une définition large de ce concept : « *Nous définissons la gouvernance comme étant l'ensemble des traditions et institutions par lesquelles le pouvoir s'exerce dans un pays avec pour objectif le bien de tous* ». Cette définition est intéressante en ce sens qu'elle lie l'exercice du pouvoir à la recherche du bien commun. Cette idée de l'intérêt général, du bien commun, est donc, dans ce cadre, au cœur de cette définition de la gouvernance.

Le dictionnaire des relations internationales de Smouts et al. (2003) offre une définition plus étendue de la gouvernance. Pour ces auteurs, la gouvernance « *décrit un modèle d'action publique par interactions des acteurs privés et publics au-delà des appartenances territoriales* ». Dans cette problématique, la gouvernance possède quatre propriétés définissantes : elle n'est pas un système de règles ni une activité mais un processus ; elle n'est pas formalisée mais repose sur des interactions continues ; elle n'est pas fondée sur la domination mais sur l'accommodement ; elle implique à la fois des acteurs publics et des acteurs privés. De cette définition, un nombre pléthorique de types de gouvernance peut être identifié : la gouvernance d'entreprise, la gouvernance publique, la gouvernance mondiale, la gouvernance territoriale, la gouvernance locale, la gouvernance d'associations, la gouvernance universitaire...

Pour le politiste, la gouvernance correspond au système de valeurs dans le processus de légitimation des régimes politiques. En aval des domaines scientifiques, économiques et politiques, il y a les modalités d'application. On parle de gouvernance locale ou centralisée, de gouvernance régionale ou globale, mais il y a aussi un positionnement dynamique qui résulte des interactions entre générations, ce que traduit bien la combinaison du terme avec ce que l'économiste signifie par l'expression du développement durable (Diarra et Plane, 2012).

La gouvernance des organisations est considérée traditionnellement dans la littérature comme un facteur explicatif de la performance des firmes privées. Or, dans le cadre des pratiques inspirées du *New Public Management* (NPM) et des réformes associées, cette problématique s'est transposée progressivement aux organisations publiques (Chatelin, 2001, Côme, 2013). L'objectif affiché des nouvelles pratiques de management dans les organisations publiques vise à moderniser l'État, ou dans une approche plus récente à le réinventer (Sako, 2014), conduisant à concevoir la gouvernance publique comme une variable de performance au même titre que celle des firmes privées.

Selon Hirsch et Weber (2001), dans le contexte de l'enseignement supérieur, la gouvernance réfère à « *l'exercice formel et informel de l'autorité dans le cadre des lois, des politiques et des règles qui articulent les droits et les responsabilités de divers acteurs, y compris les règles selon lesquelles ils interagissent* ». La gouvernance englobe « *le cadre dans lequel un établissement poursuit ses buts, objectifs et politiques de manière cohérente et coordonnée* ».

Cette dernière définition paraît la plus opportune à retenir, vu que la recherche s'inscrit dans une dynamique d'analyse de la gouvernance au sein d'un établissement d'enseignement supérieur.

Pourquoi se préoccuper de la gouvernance des jardins botaniques universitaires ?

La population locale malagasy vit étroitement avec les plantes. Outre les divers services écosystémiques qu'ils rendent à l'homme, de nombreux animaux en dépendent également. Toutefois, cette trop grande dépendance de l'homme vis-à-vis de la nature tend à engendrer, non pas sa préservation mais au contraire, sa détérioration. Les ressources naturelles possédant des valeurs économiques importantes pour la population, qui souvent se trouve en situation de pauvreté, leur utilisation (culturelle, médicinale, construction, artisanat) et vente favorise une pression anthropique jamais égalée, sans compter les feux de brousse qui convertissent les écosystèmes en zones agricoles. En effet, le secteur agricole est le pilier de l'économie malagasy : selon le FIDA (2020), il représente 20% du PIB en 2017. Il génère 30 à 40% des exportations et emploie 80% des familles malagasy, sur quelque 2,5 millions de petites exploitations.

En 1987, la Commission mondiale de l'environnement et du développement, sous la présidence de Gro Harlem Brundtland, adopte une définition du développement durable, qui reste la référence internationale : « *Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la possibilité, pour les générations à venir, de pouvoir répondre à leurs propres besoins* ». Le sommet de la Terre de Rio (1992) identifie ensuite trois piliers – social, économique et environnemental – sur lesquels doit reposer ce développement durable.

Il a été démontré dans de nombreuses publications que les jardins botaniques, étant détentrices de collections vivantes, revêtent de nouvelles missions dont celles du pilier environnemental qui vise à conserver les espèces végétales pour les générations futures. Par ailleurs la gouvernance, comme définit plus haut et malgré sa polysémie, détient par essence cette valeur intergénérationnelle qui la renvoie encore une fois à la notion de développement durable. Les universités quant à elles en tant qu'organisations, et en particulier celles détenant des jardins botaniques, se doivent de jouer un rôle prépondérant dans la conservation de la

nature tel préconisé par la PNEDD. Toutefois, le seul fait de détenir un jardin botanique en son sein ne saurait garantir l'atteinte des objectifs de conservation. La gouvernance est un outil sur lequel l'institution doit se reposer afin de maximiser ses chances d'atteindre ces objectifs.

Ainsi, la notion de gouvernance est étudiée ici dans son rapport aux processus, au développement durable, et plus particulièrement en relation avec les interactions de l'Administration et les résultats qualitatifs du Jardin Botanique Educatif Vololona Ranjamalala (JBER). En effet, parmi les variantes proposées par Wyse-Jackson (2001), le JBER se retrouve dans la catégorie des jardins universitaires de par son rattachement à l'Université de Mahajanga. Outre, pour les universités, une étude de leur positionnement régional peut permettre de révéler les points forts (Befinoana et Ranarijaona, 2020 ; annexe I b).

Le questionnement qui se pose dans le cadre de notre étude est alors le suivant : les jardins botaniques ayant été assignés à de nouvelles missions de conservation relatives aux ODD, le processus de gouvernance universitaire actuellement en vigueur au sein de l'Université de Mahajanga conduit-il, en termes de performance et d'efficience, à l'atteinte de ces objectifs de conservation ?

Cette interrogation nous a mené à choisir le thème intitulé « Collections vivantes universitaires : défis de conservation et processus de gouvernance ». Le site étudié est le Jardin Botanique Educatif Vololona Ranjamalala (JBER) de l'Université de Mahajanga.

L'objectif global de l'étude est de mettre en évidence les interactions qui existent entre le processus de gouvernance du Jardin Botanique Educatif Ranjamalala de l'Université de Mahajanga et les orientations stratégiques poursuivis en matière de préservation des espèces.

Pour ce faire, trois objectifs spécifiques y ont été assignés :

- Recenser et présenter les collections prioritaires, importantes et secondaires présentes au sein du JBER ce, afin d'évaluer la priorité donnée aux espèces cultivées en matière de conservation, d'exposition, de recherche ou d'éducation ;
- Analyser le mode et la qualité du processus de gouvernance du jardin botanique, ceci dans le but d'illustrer les forces et faiblesses du processus en vigueur, mais également afin de se donner une opinion des dimensions du développement durable auquel le management du JBER porte le plus d'importance ;
- Mettre en parallèle les interactions conservation-processus de gouvernance à travers les résultats des deux premiers objectifs spécifiques.

Pour atteindre ces objectifs, trois hypothèses ont été formulées :

(H1) : le jardin botanique éducatif Ranjamalala contribue à la conservation ex-situ des collections vivantes menacées ;

(H2) : le processus de gouvernance est une composante déjà existante de la gestion du JBER néanmoins, étant un jardin universitaire, l'objectif principal poursuivi n'est pas la conservation, mais la recherche ;

(H3) : l'objectif de conservation et le processus de gouvernance entretiennent un lien étroit au sein du JBER.

Notre étude se décline en quatre grandes parties :

- La première partie consiste à présenter le contexte étudié en plus de l'introduction. Selon une méthodologie à prédominance descriptive, la thèse propose dans un premier temps de se pencher sur le cadre conceptuel de l'étude, en énoncer les grands concepts clés tels que les notions de jardins botaniques, de gouvernance et de développement durable comme évoqués dans les paragraphes précédents ;
- La deuxième partie est consacrée aux matériels utilisés ainsi qu'aux méthodes adoptées dans la réalisation de l'étude ;
- La troisième partie présente les résultats obtenus ;
- Quant à la quatrième partie, elle est réservée à la discussion des résultats suivie de la conclusion.

DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES

DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES

Le bien-fondé des résultats et la justification des hypothèses posées ont reposé sur la pertinence et la rigueur des matériels et des méthodes mises en œuvre. C'est de ce fait qu'il a été primordial de les définir dans notre étude. Afin de réaliser notre travail de recherche et pour une compréhension du contexte de l'étude, la description du périmètre de l'étude ont été primordiales. En outre, le positionnement épistémologique ainsi que le choix des méthodes du chercheur furent indispensables afin de diriger la recherche et obtenir des résultats fiables.

Le matériel a été l'ensemble de moyens, outils et supports déployés pour la collecte, le traitement et l'analyse des informations et des données sur le terrain d'étude. La méthode a regroupé les procédés et les démarches rationnels pour la collecte, le traitement et l'analyse de ces dernières. Cette seconde partie a été alors consacrée à la description des matériels et méthodes mises en œuvre pendant l'élaboration de cette thèse.

La démarche adoptée pour la présente étude a requis l'adoption d'une étude pluridisciplinaire avec des outils d'enquête et d'observations appropriées. En fonction des objectifs que l'on a cherché à évaluer, le champ d'investigation des évaluations d'impact a été fortement déterminé par des critères de qualité des évaluations (annexe IV).

A ces critères de qualité, nous avons été confrontés à des impératifs méthodologiques pour les études pluridisciplinaires. En effet, pour Chassé et al. (2020), les incitations croissantes à l'interdisciplinarité venaient modifier les pratiques de recherche dès le doctorat. Les doctorants faisant le choix de l'interdisciplinarité avaient pu se trouver livrés à eux-mêmes face aux défis méthodologiques et épistémologiques que cette approche pouvait entraîner.

Il a été par ailleurs significatif de faire la distinction entre quatre différentes notions : la multidisciplinarité, l'interdisciplinarité, la pluridisciplinarité et la transdisciplinarité. Un certain flou ressortait en effet quant aux définitions et aux spécificités de ces approches. Les auteurs (Chassé et al., 2020) eurent à administrer un questionnaire qui visait à caractériser les méthodes de recherche des doctorants interdisciplinaires qui se reconnaissaient dans la pratique des « sciences de l'environnement ». Le questionnaire comportait 31 questions, certaines à choix multiples, d'autres ouvertes permettant aux répondants de s'exprimer librement, et réparties en quatre parties : «Votre thèse », «Votre encadrement », «Votre parcours », «Vos pratiques ». Pour diffuser le questionnaire, ceux-ci avaient sollicité l'aide de 56 écoles doctorales en France qui abordaient des thèmes liés aux sciences de l'environnement au sens large, aussi bien par des approches de sciences naturelles (SN) que de sciences humaines et sociales (SHS). A la question de la distinction entre inter-, pluri- et transdisciplinarité, un des doctorants avançait que la multidisciplinarité impliquait « le

traitement d'une même problématique à partir de disciplines, de fondements théoriques et de pratiques/méthodes de recherche radicalement différents », alors que l'inter- ou la transdisciplinarité impliquaient « une hybridation des méthodes et des fondements théoriques ». Cette dernière définition était d'ailleurs plus proche de celles que l'on pouvait classiquement retrouver dans la littérature (Létourneau, 2008 ; Darbellay et Paulsen, 2011 ; Mathieu, 2018). Afin de diluer ces disparités, les auteurs eurent à choisir le terme de « non monodisciplinaire » (NMD).

Notre thèse impliquant des notions telles que la gouvernance (se rattachant principalement aux SHS) et la conservation des espèces (de la discipline des SN), elle s'est inscrite d'office dans le cadre des thèses non monodisciplinaires avec leurs lots de difficultés épistémologiques et méthodologiques. Toutefois, nous avons tenu à remplir les six critères de Brackstone afin de se prémunir des obstacles aux travaux non monodisciplinaires tels que « l'absence de moyens, la rigidité des structures institutionnelles, la rigidité des personnes impliquées, la résistance offerte par les cadres disciplinaires » (Timmermans et al., 1972).

II.1. Site d'études

Dans la présente étude, le périmètre d'étude a été le Jardin botanique éducatif Ranjamalala de l'Université de Mahajanga.

Ce chapitre a été consacré à la description de manière succincte des principaux éléments caractérisant le JBER, à savoir la situation géographique, l'historique et l'organisation administrative ainsi que les milieux biotiques et abiotiques associés.

II.1.1. Situation géographique

Le JBER est localisé au sein du campus d'Ambondrona de l'Université de Mahajanga, lui-même étant établi dans la Commune Urbaine de Mahajanga I, fokontany Ambondrona (Befinoana et Ranarijaona, 2019 ; annexe I c). Située sur la côte nord-ouest de Madagascar, Mahajanga est souvent l'étape ultime d'un périple entamé sur les Hautes Terres de Madagascar, puis poursuivi à travers des paysages géographiques très diversifiés et une mosaïque de cultures. La ville est délimitée dans le district de Mahajanga I, région Boeny, République de Madagascar. Elle est localisée en bordure du canal de Mozambique au bord de l'estuaire du fleuve Betsiboka (Andriamitantsoa, 2009), entre 15°39'26.6" et 15°43'21.6" de latitude Sud et 46°18'21.9" et 46°22'07.1" de longitude Est.

Avec 1% de la population totale de Madagascar et 26,5% de la population de la région Boeny en 2018, la commune a dénombré 246 022 habitants faisant d'elle la quatrième agglomération la plus peuplée de l'île après Antananarivo I, Toamasina I et Antsirabe I.

En effet, seules les 19,3% de la population totale de l'île vivent en zone urbaine (INSTAT, 2020).

La figure n°1 situe la ville de Mahajanga parmi les 23 régions de Madagascar et les 6 districts de la région Boeny.



Figure 1. Localisation de la ville de Mahajanga (Source : BD 500 FTM / Conception : auteur, 2023 – Projection : WGS 1984 en mètre)

La commune urbaine de Mahajanga I est comprise dans une superficie de 57 km² et dénombre 26 quartiers (figure n°2) ou *fokontany*, qui est la cellule administrative de base (Ramamonjisoa, 1980), celui d'Ambondrona figure parmi ceux-ci.

Le fokontany d'Ambondrona est localisé entre 15°42'12" de latitude sud et 46°20'43" de longitude est. Etant un quartier essentiellement résidentiel et commercial, le fokontany d'Ambondrona est principalement bordé par le fokontany d'Amborovy au Nord, celui d'Antanimalandy à l'Est, ceux de Tsararano Ambony et Ambohimandamina au Sud et enfin celui de Mahavoky Avaratra à l'Ouest.

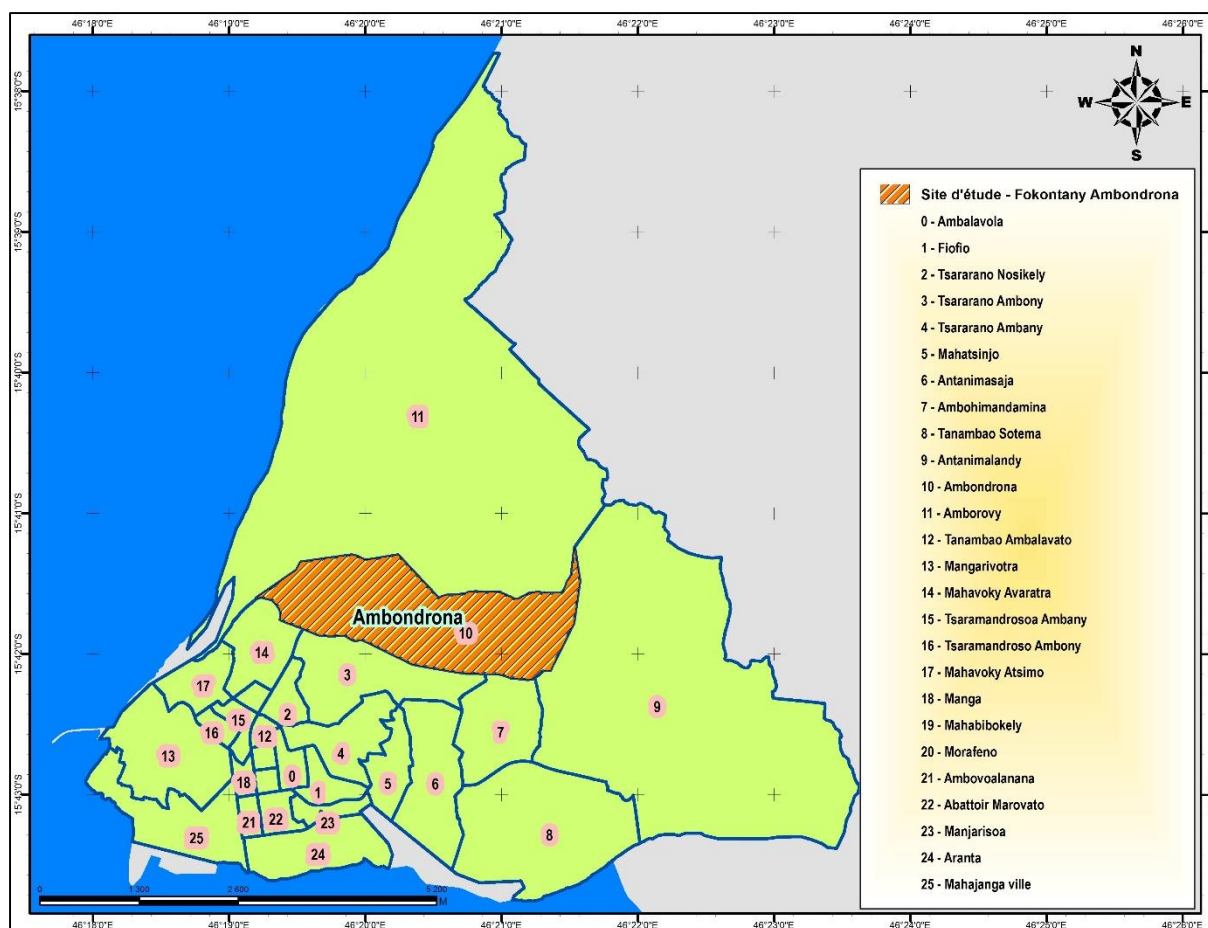


Figure 2. Subdivision en fokontany de la commune urbaine de Mahajanga

(Source : BD 500 FTM / Conception : auteur, 2023 – Projection : WGS 1984 en mètre)

Le campus universitaire d'Ambondrona s'étend quant à lui sur une superficie de 200 ha 80 ares 72 ca au sein du fokontany d'Ambondrona. Plusieurs infrastructures sont présentes au sein du campus dont celles de la Faculté des Sciences Technologie et Environnement (FSTE), l'Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM), Institut Universitaire de Gestion et Management (IUGM), l'Institut Universitaire de Technologie et d'Agronomie de Mahajanga (IUTAM), l'Ecole de Tourisme, l'Institut des Langues et Civilisations (ILC), le Musée AKIBA, le Laboratoire de Recherche en Biotechnologie Environnement et Santé (LRBES) et, en ce qui nous concerne, le Jardin Botanique Educatif Ranjamalala (JBER). Les logements des étudiants, qu'il s'agisse de blocs ou de l'immeuble de trois étages (R+3), sont également présents dans le campus d'Ambondrona.

La figure n°3, vue aérienne du campus universitaire d'Ambondrona, indique la localisation du JBER au sein des différentes infrastructures présentes et son environnement immédiat.

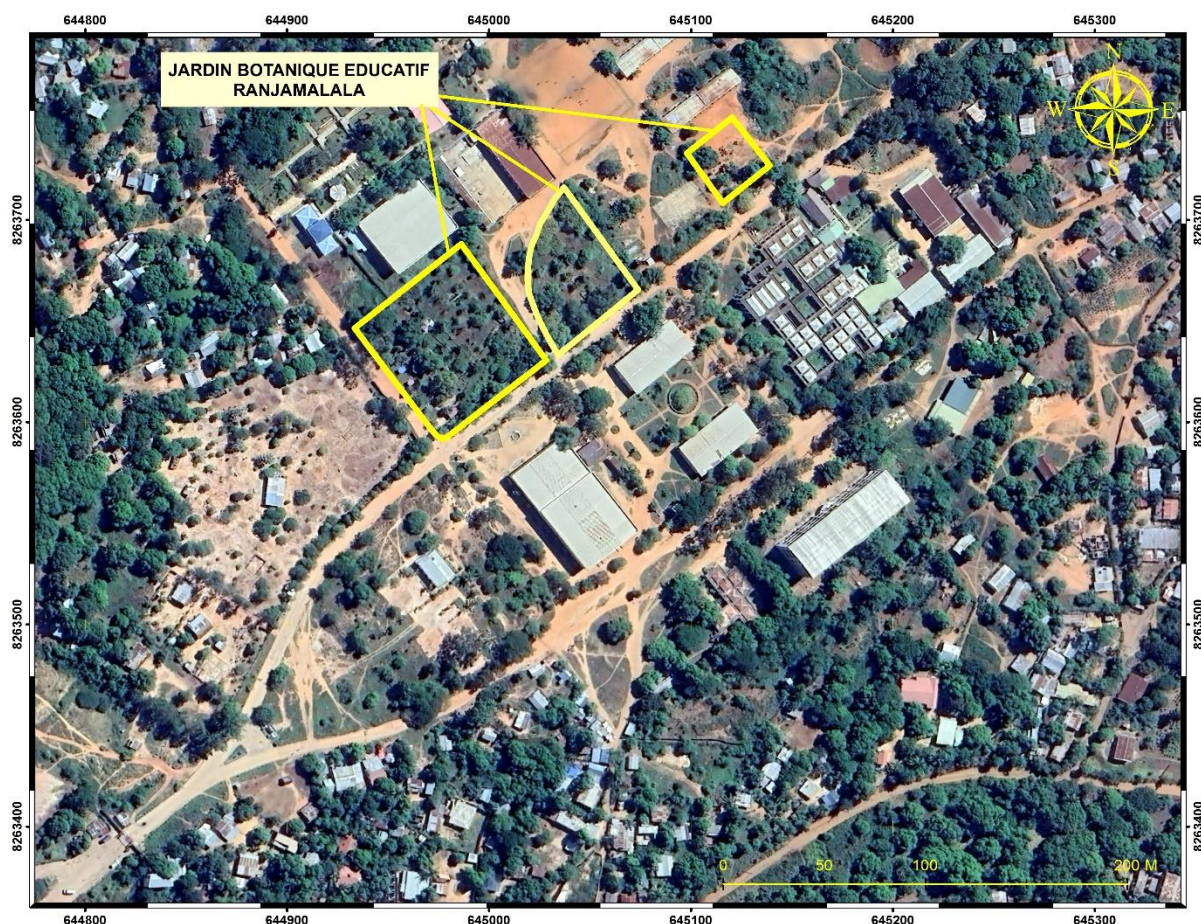


Figure 3. Vue aérienne du campus Ambondrona (Source : Image Land Sat 7- 2022 / Conception : auteur, 2023 - Projection : UTM Zone 38S – WGS 1984 en mètre)

Le JBER s'étale sur une superficie approximative de 1 ha et est subdivisé en 3 parcelles adjacentes : la parcelle n°1, la parcelle n°2 et la parcelle n°3. La parcelle n°1 est la principale et la plus grande en termes de dimension ; elle contient des infrastructures telles qu'un chalet, des allées, des bassins, un magasin et notamment une pépinière où des plantes fruitières, des plantes médicinales, des plantes ornementales sont développées pour enrichir le jardin. La parcelle n°2 est caractérisée par un « Espace AUF COVID-19 » où les graines germées provenant de la pépinière et relatives aux plantes médicinales traditionnelles utilisées pour les maladies dont les symptômes sont proches de ceux de COVID-19, seront ensuite mises en terre. Enfin, la parcelle n°3 se distingue par son arboretum. La figure n°4 fournit une représentation de la localisation des trois parcelles. Les coordonnées géographiques de la parcelle n°1 se situant entre 15°42'02" et 15°42'05" de latitude sud et 46°21'08" et 46°21'12" de longitude est (annexe V). La parcelle n°2 est localisée entre 15°42'01" et 15°42'04" de latitude sud et 46°21'11" et 46°21'13" de longitude est (annexe VI). Enfin, l'arboretum est repéré entre 15°42'00" et 15°42'02" de latitude sud et 46°21'14" et 46°21'15" de longitude est (annexe VII).

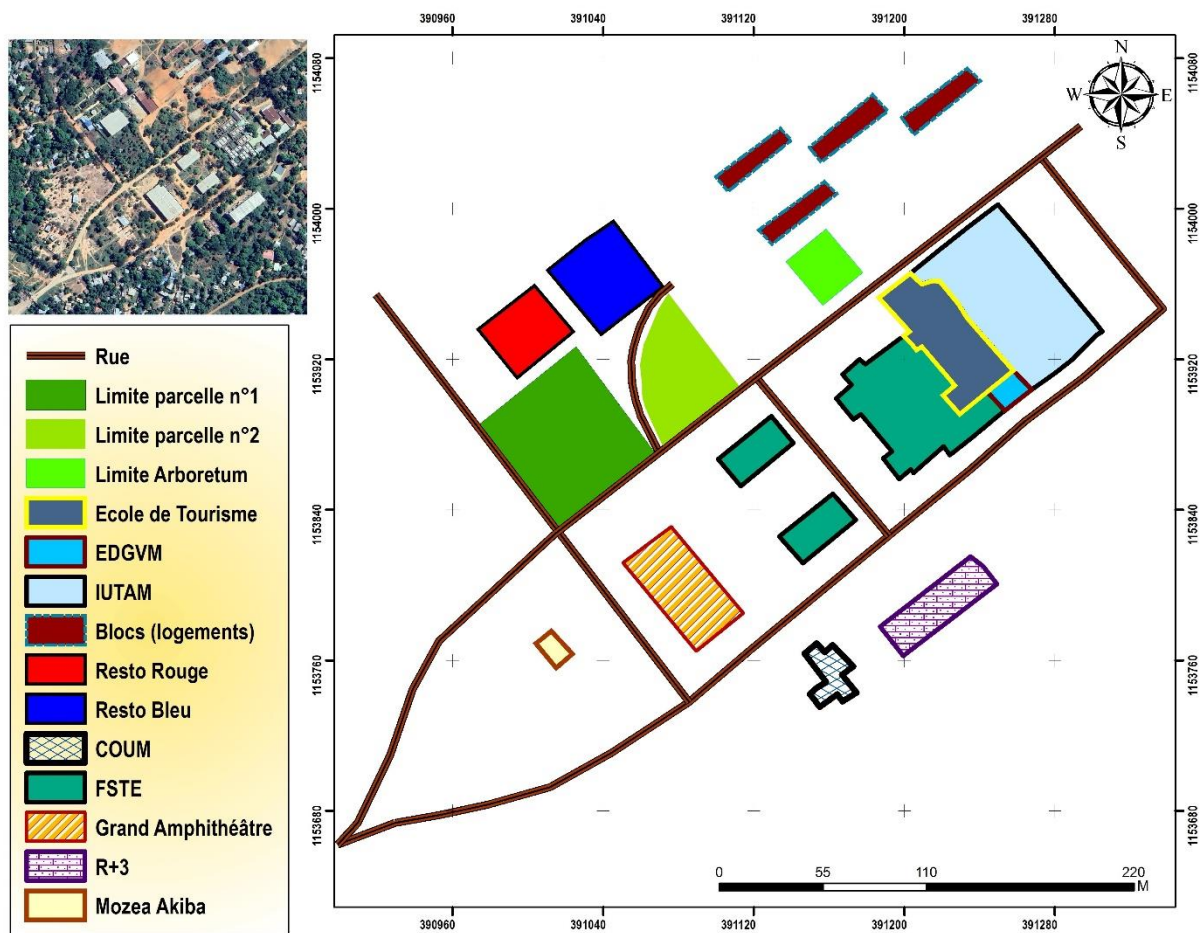


Figure 4. Localisation des parcelles du JBER (Source : BD 500 FTM / Conception : auteur, 2023 – Projection : Laborde Madagascar en mètre)

II.1.2. Historique et organisation administrative

Sur le campus universitaire Ambondrona, un espace vert muni d'arbres autochtones a été mis en place par l'Université de Mahajanga (UMG) et l'Ecole Doctorale sur les Ecosystèmes Naturels (EDEN) depuis 2013. Quatre ans plus tard, des espèces d'arbres endémiques ainsi que des plantes ornementales herbacées mellifères y ont été introduites dans le cadre du projet « Fond d'Intervention pour l'Enseignement et la Recherche Scientifique » (FIERS 2017) auquel l'EDEN a été lauréate. En janvier 2018, une partie de cet espace vert a été amélioré en jardin des plantes par l'EDEN et le Musée Akiba. Il s'agit du Jardin Botanique Educatif (JBE) et environnemental baptisé « Vololona Ranjamalala » (du nom d'une enseignante botaniste de la Faculté des Sciences de l'UMG, décédée en 2008), devenant ainsi JBER et faisant participer les doctorants, le personnel administratif et technique ainsi que les enseignants de l'EDEN/UMG mais également le personnel du Mozea Akiba et son directeur. A cet effet, les Présidents-Fondateurs furent le Professeur RANARIJAONA Hery Lisy Tiana (Enseignant-Chercheur botaniste à l'UMG) et le Docteur RAVELOSON Herimalala (Enseignant-Chercheur à l'UMG et Directeur du Musée AKIBA de l'UMG). Le JBER a été

inauguré par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESupReS), et reconnu officiellement Jardin Botanique Educatif le 13 décembre 2018 (Ranarijaona, 2019).

Actuellement sous la responsabilité du Dr. RAVELOSON Herimalala (Directeur du Musée et Jardin Botanique de l'UMG), du Pr. RANARIJAONA Hery Lisy Tiana (Coordinateur) et du Dr. MAHAROMBAKA Cyrille (Chef de Service), l'organisation fonctionnelle du JBER se présente telle que présentée dans la figure n°5 suivante :

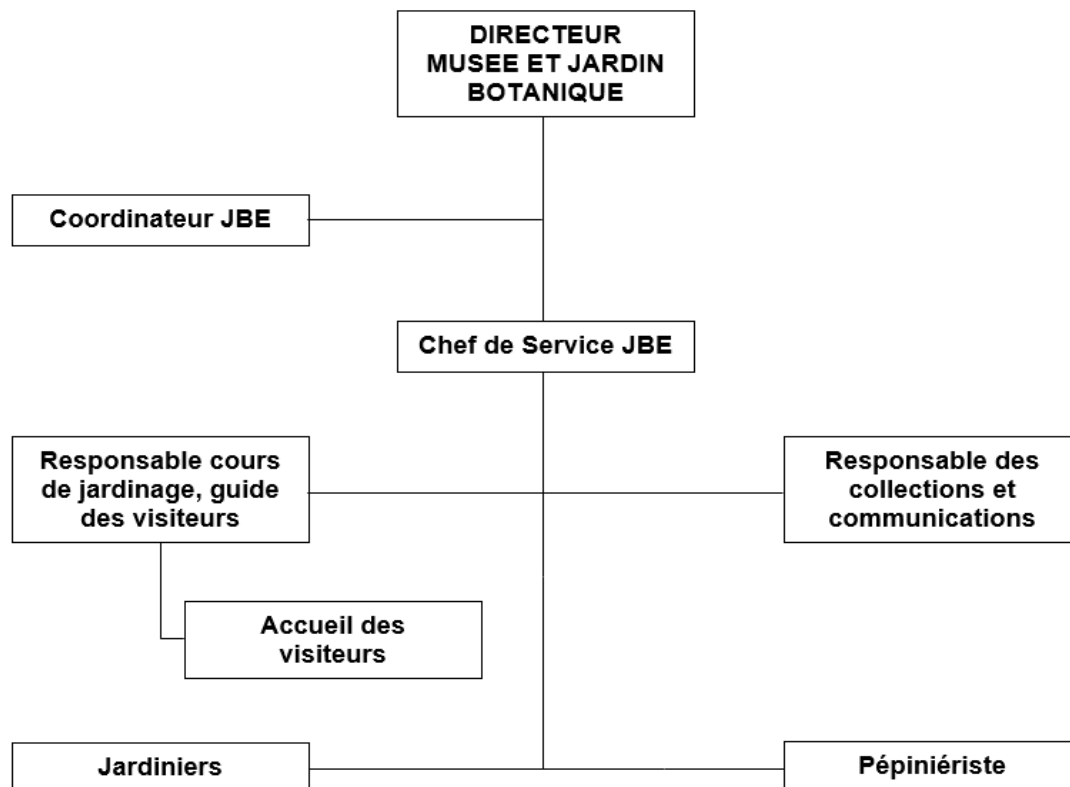


Figure 5. Organigramme fonctionnel du JBER (Source : UMG, 2023)

II.1.3. Milieu biotique et abiotique

Le milieu abiotique consiste aux paramètres tels que la géologie, la température, les précipitations, et le vent. Le milieu biotique s'est rapporté à la végétation, la flore et la faune.

II.1.3.1. Milieu abiotique

Sur le plan géologique, le bassin de Mahajanga provient d'une phase de sédimentation (Carbonifère supérieur à l'actuel) suivi d'une éruption volcanique le long de la marge occidentale de l'île lors de la dislocation de la partie Est du Gondwana (Storey et al., 1997). La région faisant à ce titre partie du volcanisme crétacé et du nummulitique (figure n°6).

La zone d'étude appartient ainsi au bassin sédimentaire de Mahajanga, constitué par une succession de formation monoclinale à faible pendage incliné vers Nord-Ouest. Les substrats sont généralement du type ferrugineux tropique, de couleur rougeâtre. Comme pour une grande partie de la Région, la zone d'étude est surmontée par des couches calcaires crayeuses du Danien. Dans le fokontany d'Ambondrona, la surface est caractérisée par des formations superficielles de type « carapace sableuse ».

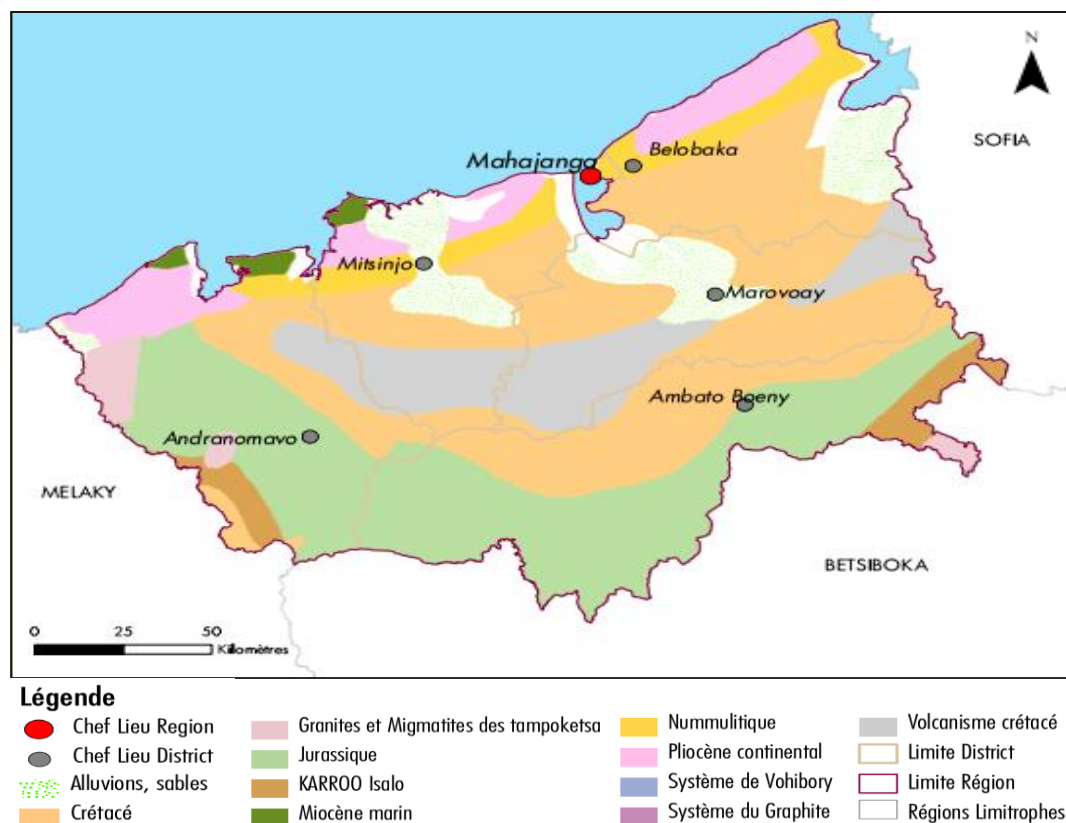


Figure 6. Géologie de la région Boeny

(Source : BD 500 FTM / Conception : auteur, 2023)

Le climat de Mahajanga est celui de la région du Boeny, et est de type tropical subhumide : le bassin rencontre une saison chaude et sèche de Mai à Octobre et une saison pluvieuse durant 5 mois. Il est fortement influencé par la mousson, son intermittence Nord-Ouest est modérée lorsqu'il n'y a pas de brise de mer ou de cyclone. Cependant, l'Alizé du Sud-Est produit « l'effet de foehn » qui accentue la sévérité de la saison sèche pendant l'hiver. Mahajanga jouit d'un climat particulier qui lui permet de profiter de plus de 300 jours d'ensoleillement par an avec des températures moyennes mensuelles qui varient de 24,9 à 28,2°C (annexe VIII). Le climat de l'année est réparti comme suit :

- Juillet : il fait plutôt frais, entre 20,2 en soirée et 30,2° la journée, c'est l'hiver ;
- Août – Septembre : la température s'élève progressivement pour une humidité de 50% et un ensoleillement de 10,7 heures par jour ;

- Octobre – Novembre : la température maximale annuelle est atteinte avec 33,9°. Quelques pluies timides viennent rafraîchir les nuits occasionnellement ;
- Décembre : la saison des pluies fait son entrée avec des orages plus fréquents les nuits et quelques pluies de temps en temps la matinée. La température minimale est de 24,5° ;
- Janvier – Mars : la saison des pluies est à son point culminant avec un pic de 430 mm pour le mois de Janvier;
- Avril – Juin : la fraîcheur revient progressivement à l'approche de la nouvelle saison sèche.

La température de l'air atmosphérique et la précipitation de la ville de Mahajanga sont représentées ci-après (figure n°7).

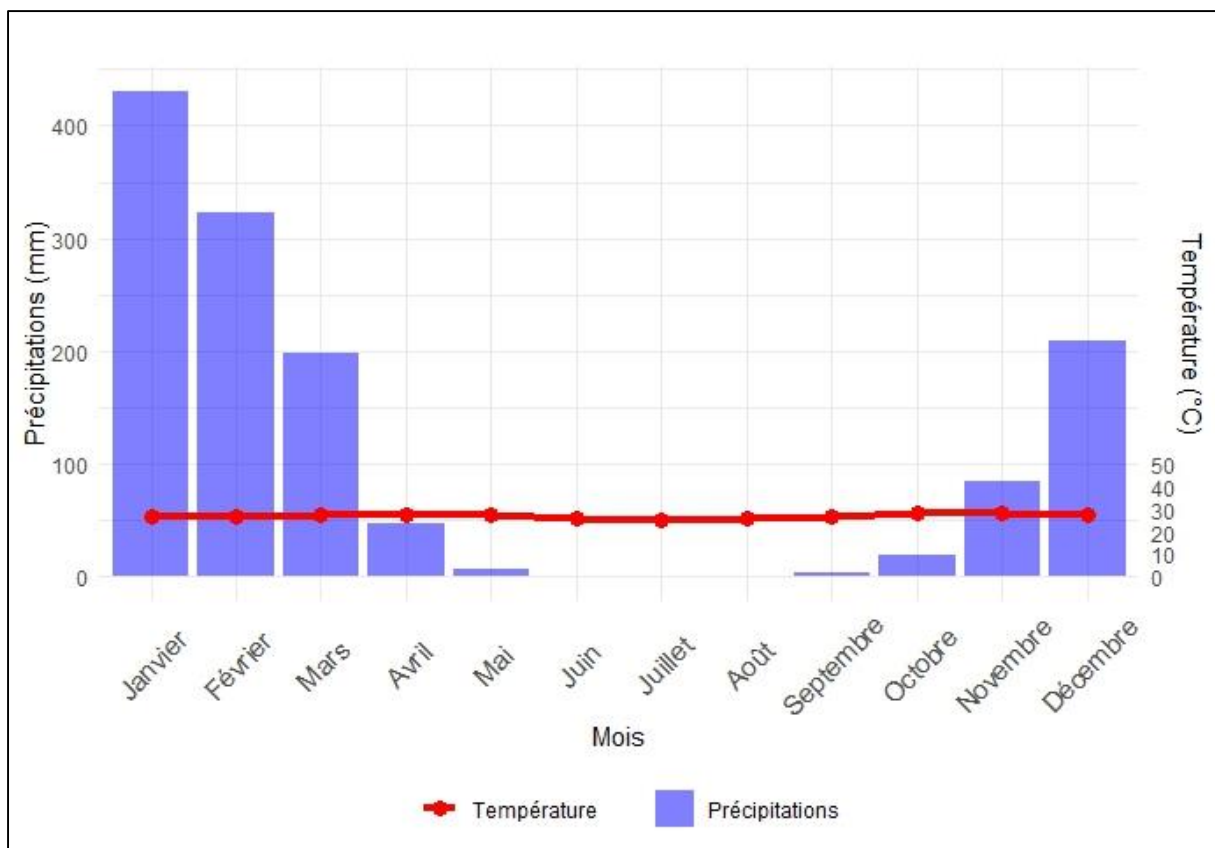


Figure 7. Diagramme ombrométrique de la ville de Mahajanga

(Source : climate-data.org, 2023 / Conception : auteur, 2024)

II.1.3.2. Milieu biotique

La zone d'étude fait partie du domaine de l'Ouest selon (Humbert, 1955), et est incluse dans la zone écofloristique occidentale de basse altitude, d'une élévation ne dépassant pas 800 m. Par ailleurs, la répartition et la nature des peuplements forestiers de l'Ouest sont fonction des facteurs édaphiques. D'une part, la nature du sol est déterminante en ce qui concerne le climax, d'autre part, la végétation forestière est loin d'occuper la totalité de l'aire

bioclimatique que nous venons de définir, et la répartition actuelle des surfaces forestières au sein de cette aire est étroitement dépendante de la nature des sols et de leur origine géologique. La majorité des peuplements forestiers du domaine de l'Ouest se trouvent en effet localisées près de la côte sur des sols sableux d'origine crétacée (forêts de l'Ankarafantsika), à des altitudes inférieures à 300 m. En dehors de cela, on ne trouve guère que quelques îlots forestiers extrêmement réduits, ou d'étroits peuplements rivulaires, d'ailleurs floristiquement très spécialisés (figure n°8). Ceci revient à dire qu'une très grande partie du Domaine de l'Ouest est occupée par des savanes (Koechlin et al., 1974). Toutefois, la végétation climacique est constituée par la forêt dense sèche caducifoliée en saison sèche, riche en lianes mais pauvres en épiphytes, et stratifiée avec trois strates :

- Strate supérieure de hauteur variable constituée essentiellement par les genres *Dalbergia*, *Tamarindus* et *Commiphora* ;
- Strate arbustive formée par un mélange d'espèces sempervirentes et caducifoliées comprenant les familles des EUPHORBIACEAE (*Croton*) et MALVACEAE (*Grewia* et *Byttneria*) et COMBRETACEAE (*Terminalia*);
- Strate herbacées discontinue et saisonnière.

Actuellement plusieurs plantes introduites s'ajoutent à cette liste comme *Mangifera indica* et *Albizia lebbbeck* (Rajeriarison et Faramalala, 1999).

La flore des forêts denses sèches de l'Ouest est caractérisée par l'absence d'un certain nombre de taxons caractéristiques de la région orientale de l'île et, vice-versa, par l'abondance de groupes rares ou absents dans celle-ci. Au niveau familial, nous pouvons noter la présence des EUPHORBIACEAE, APOCYNACEAE, FABACEAE, ANNONACEAE, TILIACEAE, MALVACEAE, ULMACEAE, RUBIACEAE et DIOSCOREACEAE qui sont très abondantes.

La ville de Mahajanga étant située en bordure du Canal de Mozambique, elle recense divers écosystèmes côtiers tels que des forêts littorales, des mangroves, des zones humides et des plages et dunes. Notons que 98% des mangroves de Madagascar se trouvent sur la côte Ouest (Lebigre, 1990).

A Mahajanga, nous avons principalement pu distinguer la mangrove d'Antsahabingo et la mangrove périurbaine de la Baie de Bombetoka. Les environnements immédiats du JBER sont bordés par des îlots de forêts denses sèches dégradées ou pas, ainsi que de mosaïques de cultures, jachères et lambeaux forestiers. Dans la mangrove périurbaine de Mahajanga, 38 espèces floristiques appartenant à 36 genres et 22 familles sont dénombrées et sept espèces de palétuviers sont retrouvées avec une prédominance de *Avicennia marina* et *Ceriops tagal* (Ranaivojaona et Ranarijaona, 2021).

En outre, Mahajanga et la Baie de Bombetoka constituent une région qui héberge des espèces lémurien et aviaires telles que *Ardea humbloti*, *Anas bernieri* et *Haliaeetus vociferoides*. En tout, 16 espèces non menacées s'y trouvent (Mittermeier et al., 1987).

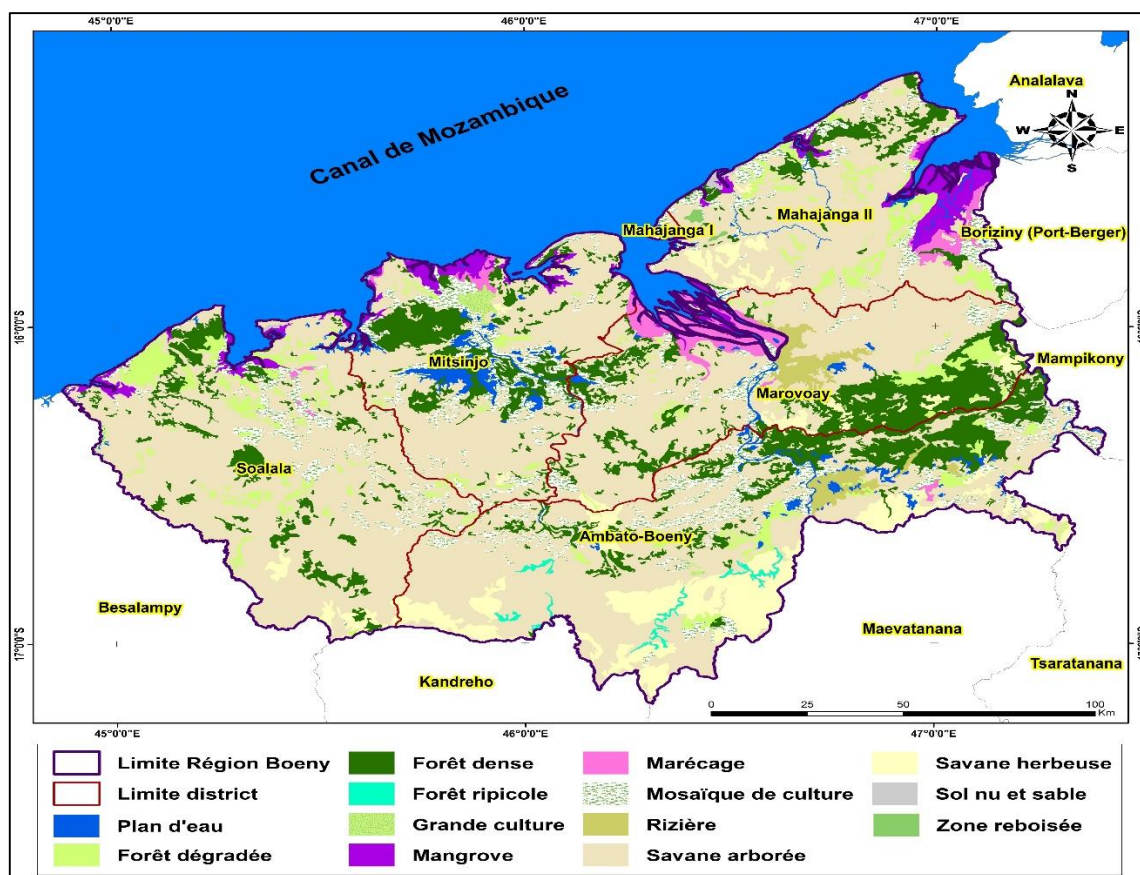


Figure 8. Couverture forestière de la région Boeny (Source : BD 500 FTM / Conception : auteur, 2023 – Projection : Laborde Madagascar en mètre)

D'après Ramahefarison (2018), l'inventaire de la faune du bas-fond d'Ambondrona, a permis d'identifier 76 genres et espèces regroupés dans 44 Familles et 15 Ordres. Les familles nuisibles notamment les phytophages sont toujours nombreuses par rapport aux familles utiles, même au niveau des espèces.

II.2. Méthodes proprement dites

La recherche scientifique est un processus dynamique ou une démarche rationnelle qui permet d'examiner des phénomènes, des problèmes à résoudre, et d'obtenir des réponses précises à partir d'investigations. Ce processus se caractérise par le fait qu'il est systématique et rigoureux et conduit à l'acquisition de nouvelles connaissances. Les fonctions de la recherche sont de décrire, d'expliquer, de comprendre, de contrôler, de prédire des faits, des phénomènes et des conduites. Dans toute approche scientifique, on décrit, on classe, on explique et on prend en charge le fait étudié, pour ensuite recommander (Zella, 2009).

Le choix de la méthodologie dépend du type de question de la recherche et des moyens disponibles compte-tenu de la situation sécuritaire, de l'accès à l'échantillon ou de la présence d'une équipe de chercheurs préparés (Friedrich-Ebert-Stiftung, 2021).

La méthode de recherche emprunte généralement un cheminement ordonné qui part de l'observation à la discussion des conclusions scientifiques en passant respectivement par un problème de recherche, une question de recherche, une hypothèse, un objectif de recherche et une méthode de résolution.

Dans de ce chapitre, nous avons plongé dans l'essence même de toute étude scientifique en examinant les matériels essentiels à notre recherche. Il a en premier lieu été consacré à l'explication et la justification des méthodes que nous avons utilisées pour appréhender et collecter les données, en réponse aux questions posées et aux hypothèses formulées. Une attention particulière a été accordée à la sélection rigoureuse des instruments et des dispositifs, garantissant ainsi la fiabilité et la précision des données recueillies. La phase de collecte de données, considérée comme l'épine dorsale de notre étude, a ensuite été décortiquée. Nous avons exploré les méthodes utilisées, mettant en lumière leur pertinence et leur efficacité. L'évaluation minutieuse des collections obtenues a également occupé une place centrale, offrant un aperçu critique de la qualité et de la représentativité des données. Enfin, l'analyse de données a pris le relais, où nous avons appliqué des techniques statistiques pour extraire des informations significatives et éclairer notre compréhension des phénomènes étudiés.

II.2.1. Approche épistémologique et méthodologique

La question méthodologique s'impose naturellement au chercheur dans la mesure où le processus scientifique vise à produire une connaissance objective de la réalité observée. L'utilisation d'une méthode de recherche plutôt qu'une autre est souvent la conséquence d'un choix méthodologique et épistémologique. En effet, la recherche est *« une action organisée, systématique, critique qui prend naissance par un questionnement scientifique concernant un problème sous investigation dans un objectif de trouver des réponses et de trouver des solutions ou bien de développer des nouvelles théories et connaissances à partir de l'analyse d'un objet de recherche »* (Ben Aissa, 2001).

La recherche se situe dans les trois phases du modèle de l'input - transformation - output. Ainsi la recherche dépendra du type d'output à défendre et aussi du processus pour aboutir à cet output. La recherche peut être considérée comme un processus de rationalisation des pratiques et des moyens à mettre en œuvre afin d'aboutir à des outputs efficaces. Ainsi, plusieurs auteurs dont Coughlan & Brady (1995) présentent la recherche comme un processus de développement de produits qui se présentera sous la forme suivante (figure n°9) :

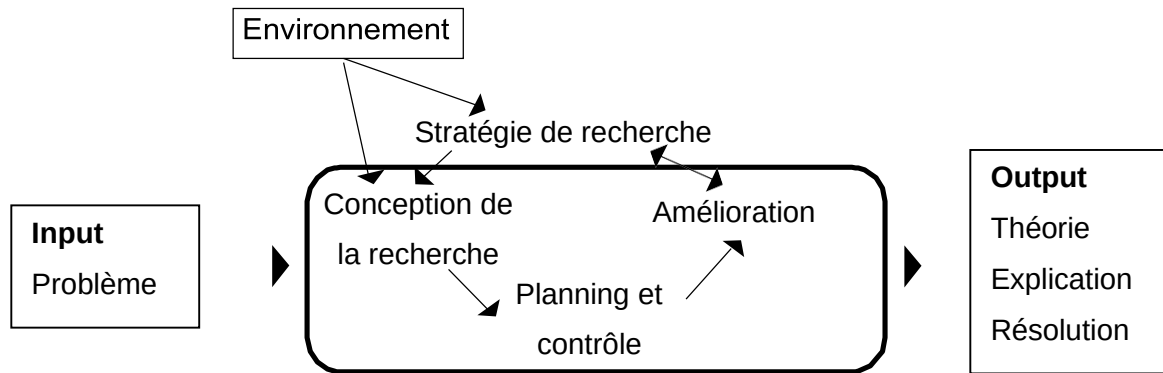


Figure 9. Modèle de la recherche (Source : Coughlan et Brady, 1995)

La méthodologie empirique consiste à connecter le théorique au terrain. Il est question de stratégies opératoires qui permettent de relier les aspects théoriques et le recueil de données par des choix méthodologiques. D'après Wacheux (1996), le chercheur peut construire sa propre méthodologie ou opter librement pour déterminer celle qui convient à son projet. Spécifique à l'objet théorique et empirique de la recherche, elle doit répondre à ses objectifs et à ses contraintes. En revanche, l'appréhension du monde empirique dépend non seulement du degré de connaissance que le chercheur peut avoir du monde théorique mais aussi de son positionnement épistémologique qui va induire sa manière de « mesurer » en pratique ce qu'il observe. Il y a lieu par conséquent de justifier notre positionnement épistémologique ainsi que le choix du mode de raisonnement et du dispositif méthodologique.

II.2.1.1. Positionnement épistémologique

L'épistémologie, une branche de la philosophie des sciences, est la théorie de la science et concerne plus particulièrement les méthodes de construction et de validation de la connaissance. Selon Nadeau (1999), elle « *étudie de manière critique la méthode scientifique, les formes logiques et modes d'inférence utilisés en science, de même que les principes, concepts fondamentaux, théories et résultats des diverses sciences, afin de déterminer leur origine logique, leur valeur et leur portée objective* ». Elle conduit à se poser des questions telles « Qu'est-ce que la connaissance ? » (Gnoséologie) ; « Comment se constitue-t-elle ? » (Méthodologie) ; « Comment évaluer sa valeur ou sa validité ? » (Pesqueux, 2010). Les réponses apportées s'inspirent de grands paradigmes épistémologiques usuellement identifiés en sciences de l'organisation : le paradigme positiviste, le paradigme interprétativiste et le paradigme constructiviste. Un résumé des différentes réponses apportées par chacun des paradigmes est présenté dans le tableau n°1 ci-après :

Tableau 1. Positions épistémologiques des différents paradigmes

Les Questions épistémologiques	Paradigmes	Positivisme	Interprétativisme	Constructivisme
Quel est le statut de la connaissance ?		Hypothèse réaliste : il existe une essence propre à l'objet de connaissance	Hypothèse relativiste : l'essence de l'objet ne peut être atteinte (constructivisme modéré ou interprétativisme) ou n'existe pas (constructivisme radical)	
La nature de la « réalité »		Indépendance du sujet et de l'objet ; Hypothèse déterministe ; Le monde est fait de nécessités	Dépendance du sujet et de l'objet Hypothèses Intentionnalistes Le monde est fait de possibilités	
Comment la connaissance est-elle engendrée ?		La découverte ; Recherche formulée en termes « pour quelles causes »	L'interprétation ; Recherche formulée en termes de « pour quelles motivations des acteurs »	La construction ; Recherche formulée en termes de « pour quelles finalités »
Le chemin de la connaissance scientifique		Statut privilégié de l'expression	Statut privilégié de la compréhension	Statut privilégié de la construction.
Quelle est la valeur de la connaissance ? les critères de validité		Vérifiabilité Confirmabilité Réfutabilité	Idiographie Empathie (révélatrice de l'expérience vécue par les acteurs »	Adéquation Enseignabilité

Source : Thiétart et al., 2014

Selon Kuhn (1962, cité par Raynal et Reunier, 2014), un paradigme représente « *un ensemble de croyances, de valeurs reconnues et de techniques qui sont communes aux membres d'un groupe donné* ».

Le paradigme positiviste, né des sciences de la nature, est souvent présenté comme le paradigme dominant les sciences de l'organisation et revendique un positionnement réaliste. Il existe des lois qu'il suffit de découvrir. Bien que critiqué en Europe, ce courant béhavioriste est dominant en Amérique du nord et a fourni des résultats importants et ouvert des voies nouvelles sur le plan théorique et empirique. Le projet du positivisme est d'expliquer la réalité, pour l'interprétativisme ce sera avant tout de la comprendre et en dernier ressort, pour le constructivisme, il s'agira essentiellement de la construire.

La nature de la connaissance que l'on peut espérer produire va dépendre de la nature de la réalité que l'on espère appréhender, de la nature du lien sujet/objet que l'on retient et de la nature du monde social que l'on envisage. Dans le positivisme, le chercheur va découvrir des lois qui s'imposent aux acteurs. Pour l'interprétativisme, il va chercher à comprendre comment les acteurs construisent le sens qu'ils donnent à la réalité sociale. Dans le cadre du constructivisme, il va contribuer à construire, avec les acteurs la réalité sociale.

Le chemin de la connaissance qu'emprunte le paradigme positiviste est largement guidé par l'idée que « la réalité connaissable a un sens en elle-même et que ce sens ne dépend pas nécessairement des préférences personnelles des observateurs qui s'efforcent de l'enregistrer sous forme de détermination (qu'elles soient lois, principes, causes, conjectures ou théories) » (Le Moigne, 1995). La recherche analytique et positiviste préfère se cantonner au réalisé puisqu'il est donné, fragmentable, et dont elle pense pouvoir tirer des régularités sinon des lois. Elle s'aventurera jusqu'au potentiel par des procédures d'extrapolation ou de prolongement de tendances. Pour l'interprétativisme, le chemin de la connaissance passe par la compréhension du sens que les acteurs donnent à la réalité. Les constructivistes partagent cette approche de recherche mais soutiennent que cette démarche de compréhension participe à la construction de la réalité des acteurs étudiés (Martinet et Pesqueux, 2013).

Pour le positivisme, les critères de validité de la connaissance sont : la vérifiabilité, la confirmabilité et la réfutabilité. Selon le principe de la réfutabilité, défini par Popper (1985), on ne peut jamais affirmer qu'une théorie est vraie, mais on peut en revanche affirmer qu'une théorie n'est pas vraie, c'est-à-dire qu'elle est réfutée. Pour respecter ces critères, la seule méthode reconnue par le positivisme est celle qui respecte la logique déductive comme étant la seule logique qui permet d'avoir une reproduction objective de la réalité contrairement à la logique inductive qui permet plutôt de passer d'observations particulières à des énoncés

généraux. Les interprétativistes et les constructivistes remettent en cause la primauté de la logique déductive et le caractère universel des critères de validité proposés par les positivistes.

Pour les interprétativistes, les critères de validité sont d'une part le caractère idéologique des recherches et d'autre part les capacités d'empathie que développe le chercheur. Pour le constructivisme, les critères de validité sont encore en discussion. Les auteurs ont présenté le critère d'adéquation (ou encore de convenance) proposé par Von Glasersfeld (1988), le critère d'enseignabilité défendu par Le Moigne (1995). L'énoncé de ces critères ne conduit pas les constructivistes à imposer une méthode de la connaissance mais leur permet d'accepter et de défendre une pluralité de méthode : déductif, analogie, métaphore....

Si l'on convient aisément que, pour conduire son étude, un chercheur doit forcément suivre des étapes et, ainsi adopter une approche déterminée, une inscription éclairée et consciente dans un paradigme est loin de constituer la règle générale. Or, situer sa recherche dans un paradigme – positiviste, interprétativiste ou constructiviste – présente des avantages indéniables. Nous avons à citer d'abord celui de la transparence vis-à-vis des lecteurs : même si le paradigme du chercheur est rarement explicité dans ses écrits, il devrait néanmoins pouvoir s'induire de l'approche décrite par l'auteur du texte. Avoir clairement conscience du paradigme dans lequel s'inscrit l'étude présente un autre avantage, tout au bénéfice de la qualité de la recherche. Assumer un paradigme ou un autre permet en effet à la fois de garantir une meilleure cohérence de la démarche adoptée et surtout d'en fixer la portée.

Partant des grilles de lecture de ces différents paradigmes, nous avons inscrit notre projet de recherche dans le courant dominant positiviste, car il vise à traduire une perspective objectiviste du monde (les objets existent naturellement indépendamment de nos expériences), à découvrir des régularités, à comprendre et expliquer des observations empiriques en mobilisant des théories positivistes. Fondées sur l'expérimentation scientifique, les recherches qui s'inscrivent dans ce paradigme répondent à des critères précis de rigueur, d'objectivité, de quantification et de cohérence dans le but d'expliquer les phénomènes et de formuler les lois qui les régissent. Selon ce paradigme, c'est en formulant et en testant différentes hypothèses, à la recherche de régularités, que le chercheur découvrira cette réalité (D'Amboise, 1996). Le rapport à ce réel distingue le positivisme d'autres paradigmes comme le constructivisme.

En outre, les positivistes prônent un raisonnement scientifique de type « hypothético-déductif » qui prend naissance avec une question (ou un problème) se traduisant par une hypothèse soutenant provisoirement une théorie qu'il s'agira de tester en confrontant cette dernière aux « faits ». Le terme hypothético-déductif qualifie également une démarche qui s'appuie sur des propositions hypothétiques pour en déduire des conséquences logiques.

Le raisonnement déductif (ou hypothético-déductif) est un type de raisonnement qui va du général au particulier. Il repose sur le fait qu'un énoncé général ou une hypothèse censée être vraie pour aboutir à une conclusion logique spécifique. Or, une approche déductive consiste à élaborer une ou plusieurs hypothèses sur la base d'une théorie existante, puis à suivre une méthodologie appropriée et à constituer un plan de recherche pour tester l'hypothèse.

Les chercheurs utilisent un raisonnement déductif pour déduire de leurs hypothèses les conséquences observables qui devraient se produire. Dans ce sens, selon Dehbi et Angade (2019), l'approche déductive permet :

- d'expliquer les relations de cause à effet entre les concepts et les variables ;
- de mesurer les concepts de manière quantitative ;
- de généraliser les résultats de recherche dans une certaine mesure ;

II.2.1.2. Typologie des données

S'il s'oriente vers la vérification, le chercheur a une idée claire et établie de ce qu'il cherche. A l'opposé, si le chercheur s'oriente vers une démarche exploratoire, caractéristique de la construction théorique, le chercheur ignore en grande partie la teneur de ce qu'il va mettre à jour (Thiétart et al., 2014). Il est courant de lier l'exploration à une approche qualitative et la vérification à une approche quantitative (Brabet, 1988), voire d'opposer la démarche inductive des recherches qualitatives et la démarche hypothético-déductive des recherches quantitatives. Ainsi, Silverman (1993) distingue deux « écoles » en science sociale, l'une orientée sur le test quantitatif d'hypothèses et l'autre tournée vers la génération qualitative d'hypothèse. Il s'agit pourtant d'une idée reçue, d'une « sur-simplification », d'une démarcation exagérée (Bryman, 1988) car pour construire ou pour tester, le chercheur peut adopter tout aussi bien une approche quantitative qu'une approche qualitative. *« Il n'y a pas de conflit fondamental entre les buts et les potentialités des méthodes ou des données qualitatives et quantitatives [...] Chacune des formes de données est utile pour la vérification et la génération de théorie »* (Glaser et Strauss, 1967). L'évolution des possibilités de traitement statistique obtenue grâce aux progrès de l'informatique a accru les potentialités de l'approche quantitative dans les démarches exploratoires (Brabet, 1988). De manière symétrique, rien n'empêche un chercheur de réfuter une théorie au travers d'une approche qualitative, en montrant son insuffisance à expliquer des faits de gestion d'organisation. Hammersley (1992) a réinterrogé leur opposition et a tenté de montrer qu'on ne pouvait se limiter à ces formes cloisonnées de vie scientifique car, selon lui, la pratique effective de la recherche oblige à procéder, pour une connaissance adéquate des objets, à des combinaisons multiples de ces termes ou positions. En ce sens, *« Les données qualitatives [...] se présentent sous forme de mot plutôt que des chiffres »* (Huberman et Miles, 1993), tandis que les données quantitatives sont *« numériques »* et apportent donc les preuves de nature quantitative (Aberdeen, 2013).

Il est généralement reconnu que l'approche quantitative offre une plus grande garantie d'objectivité. Les impératifs de rigueur et de précision qui caractérisent les techniques statistiques plaident en ce sens. Il n'est donc pas surprenant que l'approche quantitative soit ancrée dans le paradigme positiviste (Silverman, 1993). Toutefois, l'approche qualitative n'exclut pas une posture épistémologique d'objectivité de la recherche par rapport au monde qu'elle étudie. Certains promoteurs de l'approche qualitative, Glaser et Strauss (1967) notamment, en ont développé une conception positiviste. Dans leur ouvrage de référence sur l'approche qualitative, Huberman et Miles (1993) postulent « *que les phénomènes sociaux existent non seulement dans les esprits mais aussi dans le monde réel et qu'on peut découvrir entre eux quelques relations légitimes et raisonnablement stables* ». Les deux auteurs plaident pour un « *positivisme aménagé* » et suggèrent la « *construction d'une chaîne logique d'indices et de preuves* » à des fins d'objectivité des résultats.

Enfin, il nous a semblé plus constructif de prendre en compte la complémentarité, plutôt que l'opposition, entre les différents types de données et les différentes approches permettant leur recueil et leur analyse.

Aussi, le concept de la triangulation consiste à une combinaison des deux approches (quantitative et qualitative). En recherche sociale, le terme triangulation implique l'utilisation de plusieurs méthodes et mesures d'un phénomène empirique afin de « surmonter les problèmes de validité » (Blaikie, 2000). C'est une approche qui utilise plusieurs sources de données, plusieurs informations et plusieurs méthodes (par exemple, observation des participants, groupes de discussion, etc.), afin de rassembler plusieurs perspectives sur le même sujet dans le but d'obtenir une analyse exhaustive. La triangulation est utilisée pour comparer les données afin de déterminer si elles corroborent (Creswell et al., 2003), ensuite pour valider les résultats de la recherche, enfin pour accroître la confiance dans les résultats de la recherche. C'est l'un des moyens les plus importants pour améliorer la fiabilité des études qualitatives.

De par notre posture positiviste, notre mode de raisonnement a désormais été hypothético-déductif et a visé à confronter un objet théorique à la réalité empirique servant de référent, à travers une approche de type triangulation associant à la fois des données quantitatives que qualitatives.

De manière plus subjective, notre étude a été menée selon le cheminement présenté dans la figure n°10, comme suit :

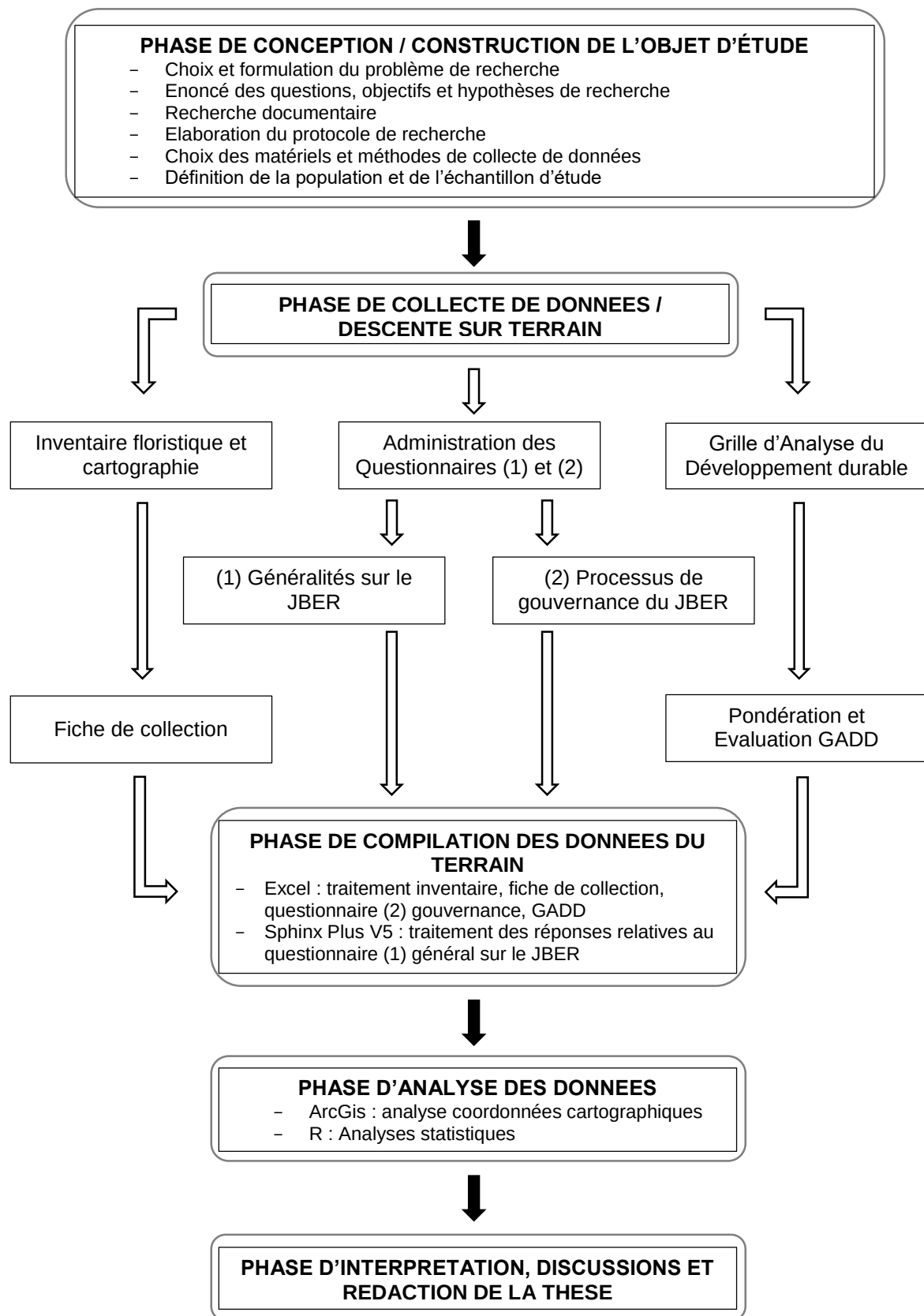


Figure 10. Approche méthodologique de l'étude (Source : auteur, 2023)

II.2.2. Matériels

La trilogie mythique hypothèse, expérimentation, conclusion est le modèle de la découverte scientifique. Certaines disciplines scientifiques, dont la quasi-totalité des sciences sociales, ne disposent pas de la modalité « *expérience reproductible* » dans leurs processus de connaissance : le terrain y paraît la variable essentielle de la connaissance du réel chez elles (Lacombe, 1997). Divers outils ont été utilisés tout au long de l'étude. Ils ont été utiles pour l'exploitation des données et la rédaction de la thèse.

II.2.2.1. Matériels biologiques

Notre étude sur terrain a porté essentiellement sur l'inventaire et l'identification des communautés végétales présentes au JBER. Afin de mener à bien les identifications des espèces, différentes parties des plantes telles que des feuilles, des fleurs, des fruits et des graines ont été utilisés.

II.2.2.2. Matériels électroniques

Les matériels utilisés dans le cadre de la collecte des données comprennent le GPS, le smartphone et l'ordinateur portable. Leurs différentes spécifications et utilisations sont fournies dans le tableau n°2 ci-dessous.

Tableau 2. Equipement électriques et électroniques utilisés sur terrain

MATERIELS	SPECIFICATIONS	UTILISATION
GPS	GARMIN GPSMAP 64sx	Obtenir les coordonnées géographiques et l'orientation de la zone d'étude.
Smartphone	INFINIX Note 10, Android 11, ROM 64gb, RAM 4gb, Triple caméra 48Mp	Prise de photos et identification d'espèces
Ordinateur portable	HP Notebook - 15-ay191nia, Windows 10 Professionnel, Intel Core i7-7500U, ROM 1Tb, RAM 8gb	Inventaire des espèces présentes sur la zone d'étude

Source : auteur, 2023

II.2.2.3. Applications ou logiciels

Le tableau n°3 suivant donne la liste des applications ou logiciels utilisés dans cette étude, y compris leur plateforme ainsi que leur utilisation.

Tableau 3. Applications ou logiciels utilisés sur terrain

APPLICATIONS/LOGICIELS	PLATEFORME	UTILISATION
PictureThis	Android 11	Identifications de plantes en ligne à partir de photos prises sur un smartphone
PlantNet	Android 11	Identifications de plantes en ligne à partir de photos prises sur un smartphone
ArcGis 10.2	Windows 10	Traitement des cartes et des coordonnées GPS
Microsoft Excel 2013	Windows 10	Saisie sous forme de tableaux des informations collectées sur le terrain
Shinx Plus V5	Windows 10	Traitement et analyse des questionnaires

Source : auteur, 2023

Le recours simultané aux applications PictureThis et PlantNet s'est avéré nécessaire dans le but de confronter les deux bases de données, afin d'identifier le plus précisément les plantes cultivées et les précédents inventaires réalisés.

II.2.2.4. Matériels bureautiques

A des fins de prises de notes, un bloc-notes a été utilisé lors des descentes sur le terrain. Egalement, une clé USB de 64gb fait partie des fournitures utilisées ce, dans le but de stocker et échanger des données numériques.

II.2.3. Collecte de données

La période d'étude a eu lieu de juin 2019 à juillet 2023. La vérification des hypothèses consiste à confronter ou à apprécier le degré de validation des hypothèses, à partir de l'analyse des données collectées, pour finalement établir le diagnostic. Pour être crédible, l'hypothèse doit se baser sur des faits réels. Elle doit également être vérifiable à partir de données qualitatives et/ou quantitatives. La collecte d'information aide à développer le problème principal. Pour y parvenir, nous avons procédé hypothèse par hypothèse et utilisé différents supports tels que la fiche de collection, des questionnaires et la Grille d'Analyse du Développement Durable Simplifiée (GADD-S).

II.2.3.1. Recherche documentaire

La collecte des données est un élément crucial du processus de recherche. Elle permet au chercheur de rassembler le matériel empirique sur lequel il va fonder sa recherche. Pour

constituer cette base empirique, le chercheur doit tout d'abord se poser la question de l'existence ou non de données déjà disponibles. L'utilisation de données secondaires (ou de seconde main) présente de réels avantages car le chercheur peut se dispenser de recueillir lui-même les données sur le terrain. Il disposera ainsi de plus de temps pour procéder à leur analyse.

La recherche documentaire est une démarche systématique, qui consiste à identifier, récupérer et traiter des éléments divers (chiffres, bibliographie, textes...) sur un sujet donné (Safon, 2023). Cette identification des informations est une étape indispensable à toute synthèse des connaissances et revue de la littérature. Cette démarche doit être la plus pertinente possible et tendre vers l'exhaustivité

La recherche documentaire nous a servi pour les points de départ de notre recherche. Comme ressource, nous avons usité de catalogues de bibliothèques et de ressources sur le Web. La recherche par le biais de moteur a été conduite par l'usage de mots-clés associés ou non à des opérateurs logiques.

Cette phase de recherche documentaire s'est étalée durant la période 2019-2020.

Dès lors que le sujet de recherche a été choisi, nous avons eu à consulter des premiers documents, visant à donner une vue d'ensemble sur la question, tels que les encyclopédies et les dictionnaires. Par la suite, nous avons eu recours à des documents officiels, à savoir les conventions, traités, lois et décrets dans le but de cerner l'environnement général de la problématique. Plus tard, l'appel à des documents scientifiques à l'instar des articles scientifiques, thèses et ouvrages nous a été d'une grande utilité afin de faire l'état des lieux des connaissances entourant les jardins botaniques et la gouvernance.

La bibliographie se rapportant à notre méthodologie a reposé essentiellement sur des publications et manuels se rapportant à la gestion des collections vivantes (Gratzfeld, 2020 ; Freyre et Nusbaumer, 2018), aux indices de performance de la gouvernance de Yablonsky et al. (2009) et à l'analyse du développement durable de Villeneuve et al. (2016). Quant à la description de la zone d'étude, elle a sollicité la consultation d'ouvrages sur la flore et végétation de Madagascar de Koechlin et al. (1974) et sur la nomenclature des formations végétales de Madagascar de Rajeriarison et Faramalala (1999).

II.2.3.2. Justification du choix du site d'étude

A Madagascar, seules deux universités publiques possèdent actuellement en leur sein un jardin botanique. Le jardin botanique de l'Université d'Antananarivo a été créé en 2020 et est, par rapport à celui de l'Université de Mahajanga, particulièrement jeune. Par ailleurs, apparaît souvent à Madagascar l'idée que la « Cité des fleurs » (la ville de Mahajanga) est une ville pilote. Cette assertion suscite beaucoup de questions de la part des observateurs

extérieurs qui s'interrogent sur le fondement même de cette affirmation : une ville pilote soit, mais par rapport à quoi ? Effectivement, Mahajanga est une « ville phare », depuis ces dernières années, unanimement reconnue comme telle, en matière de dynamisme. Le JBER étant principalement dominé par des espèces endémiques et autochtones du Nord-Ouest de Madagascar, il constitue une exemplarité en matière de conservation *ex-situ*. D'après l'ONE (2019), le taux annuel de déforestation de la région Boeny entre 2010 et 2017 s'élevait à 2,3% des forêts et 0,5% des mangroves quand la superficie des terres incendiées s'élevait à 3.899 ha pour la même année 2017. Selon le WWF (2018) cette fois-ci, même si nous limitons l'augmentation de la température de la Terre à 2°C, objectif des pays signataires de l'accord de Paris, la situation climatique sera insoutenable pour 25% des espèces de Madagascar. Ce qui provoquera leur extinction dans les années 2080. La capacité de dispersion de certaines espèces, dont les oiseaux et les mammifères, vers des habitats plus adéquats pourraient aider ces deux groupes à limiter leur risque de disparition. Ce qui n'est pas le cas des plantes dont le risque d'extinction est plus élevé.

A ce stade, il a alors été jugé utile de choisir un site d'étude qui contribue à la préservation de ces collections vivantes, et dont la « maturité » relative constituerait un terrain de recherche favorable. Ce qui est le cas du Jardin Botanique Educatif Ranjamalala de l'Université de Mahajanga.

II.2.3.3. Inventaire

La documentation secondaire n'a fourni que peu d'informations se rapportant aux espèces floristiques présentes au JBER. D'autre part, aucune annale relative à un catalogue des collections n'a pu être mise en évidence. Pour rappel, le BGCI définit une collection vivante comme étant un groupe de plantes cultivées dans un objectif précis, qui peut être géographique, taxonomique, thématique ou écologique (Gratzfeld, 2016).

Au JBER, le dernier inventaire datait de l'année 2021 aussi, avons nous décidé de procéder, en association avec le Responsable de la numérisation des plantes de l'EDEN et le Chef de Service du Jardin Botanique de l'Université de Mahajanga, de réaliser un nouveau relevé floristique. Cette étape s'est étalée durant les mois de Septembre 2022 et Janvier 2023.

Un relevé floristique correspond au résultat d'observation d'un ou plusieurs taxons identifiés au même endroit, à la même date et par le(s) même(s) observateur(s). Le relevé floristique peut être réduit à une seule donnée, dans le cas du simple signalement d'une espèce remarquable par exemple (CBNSA, 2012). Un relevé floristique se dit également de l'inventaire des espèces végétales, de l'ensemble du règne végétal, présentes dans une station (ou un biotope) donnée ; c'est également l'ensemble des opérations qui le permettent. Les relevés floristiques portent sur une évaluation de la composition spécifique de la végétation, plutôt que sur la structure. Ceux-ci sont privilégiés pour les études à grande échelle

(petite zone) de nature botanique détaillée. Les informations peuvent être intégrées pour des études de zone plus vastes, par exemple les classifications et cartographies de la végétation. Dès lors, les espèces végétales individuelles sont les éléments constitutifs des communautés végétales aussi, la collecte de données au niveau des espèces est fondamentale pour la biogéographie et l'écologie.

Le tableau n°4 nous renseigne sur les trois échelles d'observation basées sur le concept de communauté végétale : l'assemblage des communautés, la communauté végétale et le fragment de communauté.

Tableau 4. Estimation des services rendus par des relevés floristiques suivant l'échelle de réalisation

	Assemblage de communautés	Communauté végétale	Fragment de communauté
Surface du relevé	1 à 30 ha	200 à 1.000 m ²	1 à 10 m ²
Estimation du fond floristique	****	** à *** suivant nombre de relevés	*
Localisation des espèces rares et patrimoniales	***	**	*
Compréhension des facteurs écologiques	**	***	****
Suivi de la dynamique d'une espèce	*	**	***
Objet de recherche	Influence des changements globaux sur la flore	Influence d'une pratique de gestion. Suivi des habitats forestiers	Compréhension de processus fonctionnels fins

**** : satisfaisant; *** : assez satisfaisant; ** : moyen à insuffisant; * : nettement insuffisant

Source : Chevalier et al., 2010

En se basant sur la communauté végétale, vus l'étendue de la zone d'étude et l'objectif de la recherche, le relevé floristique a servi à dresser la liste taxonomique exhaustive des espèces présentes au JBER, un numéro d'identification, la famille à laquelle chaque espèce appartient, l'origine géographique, le nom commun/vernaculaire, le nombre d'individus par espèce. Cependant, les informations sur l'origine des végétaux ainsi que la date de plantation

n'ont pu être recoupées, du fait de l'absence de documentation. Pour autant, cette démarche a également donné lieu à l'enregistrement de données supplémentaires, telles que le géoréférencement de certains taxons. Pour ce faire nous avons utilisé des fiches d'inventaire (annexe IX) pour consigner les notes en fonction des besoins. Les fiches ont ensuite été utilisées pour constituer une base de données relative aux collections. Néanmoins, la compilation directe dans un format numérique a été privilégiée et les données ont été enregistrées au moyen d'appareils portatifs. Le conservateur a alors surveillé la quantité et la pertinence des commentaires portant sur les taxons.

Les cartes sont des représentations visuelles des enregistrements et des informations spatiales (Rakow et Lee, 2011). Les cartes constituent un outil de communication simple et clair. Cependant, elles ne sont utiles que lorsque les exigences de base en matière d'inventaire des taxons ont été satisfaites. Il a donc été fondamental de disposer d'un inventaire précis pour le processus de cartographie. La cartographie a été réalisée en même temps que le processus d'inventaire. En effet, elle occupe une place de plus en plus importante dans la gestion des collections. Les cartes indiquent les emplacements des végétaux géoréférencés dans le jardin botanique, et servent de filet de sécurité et de sauvegarde lorsque les étiquettes d'exposition sont enlevées par inadvertance ou délibérément, ou sont vandalisées. Deux types de géoréférencement ont été possibles : le pointage au GPS et le pointage sur carte. Le pointage GPS a présenté de nombreux avantages notamment dans les secteurs où le repérage sur carte s'est révélé difficile. Il a été plus facile, plus rapide et plus sûr à intégrer informatiquement. Les coordonnées ont été notées au format latitude/longitude. Il a cependant souvent été utile de l'accompagner d'une représentation cartographique sur un fond de carte où l'on a pu dessiner précisément l'aire du relevé, les zones prospectées et les chemins d'accès. Le pointage sur carte a été un type de localisation qui a démontré son efficacité en ce qu'il a permis de circonscrire précisément la zone qui a effectivement fait l'objet du relevé floristique. Ce pointage s'est effectué à partir de cartes et de photographies aériennes. Malgré le degré de correction inhérent au GPS, la superposition sur fond de carte à l'aide du logiciel ArcGis n'a présenté aucune difficulté particulière ; ceci du fait que les relevés avaient été effectués par temps clair, et en absence d'obstructions physiques tels que les bâtiments.

Ayant dressé la liste exhaustive des espèces floristiques présentes au JBER, la deuxième phase a consisté à définir quantitativement et qualitativement les collections. En suivant les principes de Gratzfeld (2016) se rapportant aux objectifs des collections et au regard de l'ensemble du patrimoine végétal du jardin, nous avons identifié un certain nombre de collections qui ont toutes été inventoriées et documentées dans la base de données du JBER. Chaque collection est délimitée par une espèce ou sous-espèce cultivée qui la compose et caractérisée par une fiche descriptive. Cette fiche définit, entre autres la collection,

la localise dans le Jardin, résume son origine et recense le mode d'utilisation ethnobotanique des spécimens cultivés (tableau n°5). Quelques chiffres ont également été fournis dans cette partie descriptive : nombre de spécimens que compte la collection et pondération des axes d'évaluation. La deuxième phase a été réalisée avec le concours du Chef de Service du JBER.

Tableau 5. Modèle de fiche descriptive de collection

Nom binomial et auteur	Nom scientifique de la collection et auteur
Famille	Famille à laquelle appartient la collection
Genre	Genre auquel la collection est associée
Axes d'évaluation	Critères d'évaluation de la collection dont :
• Patrimoine	La pondération relative au degré de rareté et d'utilisation de la collection par la population
• Conservation	La pondération relative au degré de conservation associé à la collection
• Science	La pondération relative au degré d'intérêt de la collection pour la recherche scientifique
• Education	La pondération associée au critère du potentiel éducatif de la collection pour la population locale
• Coût	La pondération s'attachant au coût lié à l'entretien de la collection
Numéro d'identification	Référence d'identification unique de la collection dans la base de données du JBER
Nombre de spécimens	Nombre de pieds recensés au jardin
Statut IUCN	Statut de la collection selon les critères de l'IUCN
Origine	Origine géographique de la collection
Nom vernaculaire	Nom commun en malagasy et en français
Description de la collection	Définition brève et claire de la collection, en précisant le périmètre des spécimens qui la composent.
Importance de la collection	Identification de l'appartenance de la collection parmi les typologies de collections du jardin
Utilisation par la population	Principales utilisations de la collection par les populations locales
Localisation au jardin	Localisation physique de cette collection dans le Jardin.
Commentaires	Particularités de la collection par rapport aux autres
Propositions d'amélioration	Recommandations générales sur la collection

Source : auteur, 2023

II.2.3.4. Enquêtes

Dans la démarche d'étude, la question, le questionnaire, occupe une place centrale. Il arrive aussi que tout finisse par des questions, puisqu'une démarche scientifique est souvent constituée d'une suite de questions et d'éléments de réponse. L'élaboration d'un questionnaire n'est pas un acte isolé, il ne s'agit pas « juste » d'aligner des questions en lien avec la problématique d'étude. Le questionnaire s'inscrit dans une démarche plus large, la démarche d'étude. En amont, il s'agit de bien définir les objectifs stratégiques (quelles décisions veut-on prendre ?), puis les objectifs d'étude (qu'est-ce que l'on cherche à comprendre, à mesurer ?). En aval, il s'agit dès l'élaboration du questionnaire d'imaginer les résultats qui seront obtenus à partir des questions qui vont être posées et de l'échantillon interrogé, pour s'assurer que ces résultats correspondent bien aux objectifs (Boulan, 2015). Un questionnaire permet d'interroger les individus sur leurs perceptions, leurs comportements, leurs avis...

Deux types de questionnaires ont été utilisés dans cette étude : un questionnaire sur la perception « générale » du JBER par les visiteurs et un second questionnaire plus « spécialisé » qui se rapporte à la gouvernance dudit jardin. Dans les deux cas, les questionnaires étaient uniquement composés de questions multichotomiques à réponse unique.

❖ Questionnaire général relatif au JBER

Le questionnaire (annexe X) a porté sur 8 thématiques, à savoir : les motivations sur la visite du JBER, la définition d'un jardin botanique, les missions du JBER, les acquis de la visite, les points d'externalités, le niveau de satisfaction suite à la visite, la tranche d'âge et le sexe des « interviewés ».

Afin de se forger une opinion sur la perception des visiteurs quant aux enjeux relatifs à l'existence du JBER, le questionnaire général a nécessité deux séries d'enquêtes qui ont été menées dans les locaux du jardin, comme suit :

- la première phase a eu lieu en Mars 2022 et a vu la participation du personnel enseignant et du personnel administratif et technique de l'Université de Mahajanga ;
- la seconde phase s'est déroulée en Février 2023 avec la contribution des étudiants en Troisième année de l'Institut Universitaire de Technologie et d'Agronomie de Mahajanga.

La méthode d'échantillonnage a désigné le processus de sélection d'un groupe restreint d'individus, à interroger dans le cadre d'une enquête à grande échelle. L'échantillon étant un sous-groupe représentatif de la population visée par l'enquête. Deux types de méthodes ont pu être distingués : l'échantillonnage aléatoire, ou probabiliste, et

l'échantillonnage non aléatoire. Avec les méthodes d'échantillonnage aléatoire, ou probabiliste, chaque individu de la population cible avait une probabilité d'être interrogé. Statistiquement en outre, chaque profil de répondant est représenté de manière proportionnelle. Les méthodes d'échantillonnage non aléatoire, ou non probabiliste, ont consisté quant à elles à sélectionner les individus de la population cible sur la base de critères subjectifs (en d'autres termes non aléatoires). Pour notre étude, l'administration du questionnaire général en deux phases a eu pour conséquence la division de la population en deux sous-groupes : le personnel et les étudiants. Nous avons eu recours à l'échantillonnage stratifié, une méthode probabiliste. L'échantillonnage stratifié étant en effet une méthode d'échantillonnage mise en œuvre en deux temps. Dans un premier temps, nous avons divisé la population cible en deux sous-groupes (strates) non aléatoires, homogènes et mutuellement exclusifs (personnel et étudiants). Ensuite, nous avons sélectionné un échantillon à l'intérieur de chaque strate, en utilisant la méthode d'échantillonnage aléatoire simple.

L'administration du questionnaire s'est basée sur l'ordre aléatoire d'arrivée des individus questionnés au JBER, tant lors de la première que la seconde phase. Il s'est agi d'un plan d'échantillonnage aléatoire simple stratifié pour lequel les critères d'inclusion et de non-inclusion des répondants sont le hasard.

Le choix du mode d'administration (ou mode de recueil) a impacté le taux de réponses, les délais, les coûts, la qualité des réponses et les risques de biais. Nous avons choisi le recueil en face à face. Cela a permis d'apporter des éclaircissements complémentaires aux items du questionnaire, de contenir les réponses partielles et de manière générale, d'obtenir un taux de participation élevé. Concrètement, le questionnaire a été distribué et complété à la fin de la visite du JBER dans le but de recueillir les impressions « à chaud » des répondants.

❖ **Questionnaire du processus de gouvernance du JBER**

La gouvernance donne les orientations qui contribuent au fonctionnement des systèmes opérationnels, à leur coordination et permet de contrôler que les objectifs fixés ont été atteints. Elle assure la coordination des différents processus entre eux, lesquels peuvent être en conflit. La préoccupation essentielle de la gouvernance et des administrateurs en charge de sa mise en place doit être d'assurer la pérennité de l'institution à travers un projet périodiquement renouvelé dans une vision unique responsable et durable. Partant du principe que de même qu'il n'est pas de progrès sans mesure, il ne peut exister de bonne gouvernance sans évaluation. Ainsi Yablonsky et al. (2009) ont proposé des indicateurs afin d'aider les managers qui souhaiteraient initier une démarche de gouvernance. La mise en œuvre de bonnes pratiques de gouvernance relève elle-même d'un processus dont la maturité peut être appréciée.

La gouvernance se caractérise en effet par un ensemble de décisions prises tout au long de la vie de l'institution et à tous niveaux de responsabilité dans le but de créer durablement de la valeur :

- en assurant le développement à moyen/long terme de l'institution grâce à la pertinence de la stratégie élaborée et l'optimisation des ressources mises à sa disposition ;
- en veillant à ce que les risques susceptibles de la menacer soient rapidement identifiés et maîtrisés ;
- en s'assurant de l'application d'une stratégie unique décidée par la direction et déclinée sur l'ensemble des acteurs de la chaîne de décision.

Afin de mesurer la maturité de l'institution en matière de processus de gouvernance, un questionnaire synthétique a été utilisé. Ce questionnaire portant sur la gouvernance du JBER a, quant à lui, comporté 3 thèmes principaux (création de valeur, performance des processus opérationnels et maîtrise des risques). De manière décroissante, chaque thème principal est composé de niveaux de synthèses ou sous-domaines ; 7 au total à savoir : élaboration de la stratégie, déclinaison opérationnelle de la stratégie, management des ressources, pilotage de la performance, risques de non atteinte des objectifs, risques liés au contrôle interne et risques liés à des défaillances du système de régulation. A leur tour, chaque niveau de synthèse est décomposé en un ou plusieurs niveaux de synthèses subalternes pour en arriver aux questions principales.

Ici, nous avons tiré avantage des méthodes d'échantillonnage non probabilistes et les critères d'inclusion (et de non-inclusion) ont été la subjectivité des répondants. En général, les agences de statistiques officielles du monde entier ont utilisé l'échantillonnage probabiliste comme outil privilégié pour répondre aux besoins d'information sur une population d'intérêt ; les données provenant de sources non probabilistes présentant quelques difficultés en ce qui a trait à la qualité des données, notamment la présence potentielle de biais de participation et de sélection. Toutefois, certains ont tendance à évoquer la possibilité d'une évolution dans le paradigme et l'approche traditionnelle des statistiques. Ces dernières années en effet, des recherches et des études telles que celle de Bréchon (2010) ont été menées sur la manière d'appliquer l'échantillonnage non probabiliste aux statistiques officielles.

Après avoir effectué un pré-test sur un échantillon témoin, il s'est avéré que notre questionnaire présentait des caractéristiques assez techniques pour lesquels seuls un certain nombre d'individus pouvaient accorder une qualité de réponse satisfaisante et pragmatique. Il nous a ainsi été nécessaire de sélectionner des individus qui avaient des connaissances et/ou expériences en termes de d'administration et de gestion de projet. L'analyse des profils a démontré que les informateurs du précédent tableau n°7 remplissaient ces exigences de connaissances et/ou d'expérience. Un d'entre eux a été membre du Conseil d'Administration

de l'Université de Mahajanga, d'autres avaient occupé des fonctions au sein de la branche opérationnelle de la même université ou dans le cadre de divers projets.

A nouveau, nous avons mis à profit le mode de recueil en face à face de par la multiplicité de ses avantages. Le processus a requis l'organisation d'une table-ronde au cours du mois de mai 2023 et chaque informateur s'est vu remettre une version imprimée du questionnaire qu'il a rempli individuellement. Pour chaque question, l'informateur a dessiné une croix (« x ») dans la case qui correspondait le mieux à son avis subjectif. Pour ce faire, cinq propositions étaient mises à disposition : inexistant, découverte, déploiement, maîtrisé et optimisé. Les niveaux de synthèses étant réservés à notre analyse.

II.2.4. Evaluations

Après avoir examiné attentivement les matériels nécessaires et orchestré la phase de collecte de données, nous avons dirigé notre regard vers le troisième volet, centré sur l'évaluation des collections vivantes, l'évaluation de la gouvernance par le biais d'un questionnaire dédié, et l'évaluation de la durabilité à l'aide de la Grille d'Analyse du Développement durable.

II.2.4.1. Evaluation des collections vivantes

Lors de la troisième phase du travail, nous avons procédé à l'évaluation des collections vivantes suivant différents critères. Selon la définition de Wyse-Jackson (1999), « *un jardin botanique est une institution qui détient des collections de plantes vivantes documentées pour la recherche scientifique, la conservation, la diffusion des connaissances et les expositions* ».

Sur la base de cette définition, le processus de mise en place, d'organisation et d'évaluation a commencé par une recherche bibliographique sur la manière avec laquelle d'autres jardins botaniques ont délimité et évalué leurs propres collections vivantes. Les exemples du Jardin botanique de la Ville de Paris (Bray, 2013 cité par Freyre et Nusbaumer, 2018), du Jardin botanique royal d'Edimbourg (Rae et al., 2006), du Jardin botanique de Montréal (Labrecque, 2003), du Jardin botanique national Walter Sisulu (Hankey, 2012), de la politique de gestion des collections vivantes du Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève (CJBG ; Freyre et Nusbaumer, 2018) ainsi qu'une analyse préliminaire des collections vivantes des CJBG (Marret, 2010), ont permis de dégager quatre axes permettant de caractériser l'intérêt des collections : le patrimoine historique, la conservation de la biodiversité, l'intérêt pour la recherche scientifique et le rôle pédagogique. Le tableau n°6 résume les axes qui nous ont conforté dans notre choix d'autant plus qu'ils sont fortement reliés à la redéfinition des tâches principales des Jardins botaniques proposée par Wyse-Jackson (1999).

Tableau 6. Critères d'évaluation des collections vivantes de divers Jardins botaniques

Axes Références	1	2	3	4	5
Genève (Marret, 2010)	Patrimoines	Conservation	Recherche	Education	
Paris (Bray, 2013)	Dimension régionale et historique	Importance pour la conservation <i>ex-situ</i> et de la biodiversité	Valeur partenariale ou scientifique	Valeur pédagogique	
Edimbourg (Rae et al., 2006)	Historic collection or significance	Conservation projects or of conservation interest	Specific research projects	Education and interpretation in the widest sense	Teaching
Cape Town (Hankey, 2012)		Conservation	Scientifique	Pédagogique	Horticole
JBER 2023	Patrimoine	Conservation	Science	Education	

Source : Chevalier et al., 2010 / Conception : auteur, 2023

En plus de l'évaluation des quatre axes retenus (patrimoine, conservation, science et éducation) pour une collection donnée au sein du JBER, le temps de travail nécessaire (coût) pour entretenir une collection a également été pris en compte dans l'analyse.

Afin de réaliser cette phase, nous avons eu recours à l'entretien semi-directif (pour les axes patrimoine et conservation) et au questionnaire (pour les trois autres axes) sur un échantillon représentatif de cinq docteurs en écosystèmes naturels et dont les spécialités sont présentées dans le tableau n°7. L'entretien semi-directif est une méthode avérée pour recueillir des données qualitatives approfondies, en offrant un équilibre entre la structure nécessaire pour atteindre les objectifs de la recherche et la flexibilité essentielle pour explorer la complexité des expériences humaines. Chaque informateur a reçu la liste des plantes cultivées (qui correspond à liste des collections du jardin) ainsi que les critères d'évaluation décrits plus bas. Chaque axe a été noté de 1 à 5 à l'exception du critère patrimoine qui n'a pas pris la valeur 1 ce, par consensus.

Tableau 7. Caractéristiques des informateurs lors de l'évaluation des collections

Echantillon	Intitulé du diplôme	Spécialités
Informateur 1	Doctorat en écosystèmes naturels	Hydrobiologie, écologie et conservation
Informateur 2	Doctorat en écosystèmes naturels	Ecologie et conservation
Informateur 3	Doctorat en écosystèmes naturels	Ecologie et conservation
Informateur 4	Doctorat en écosystèmes naturels	Biologie végétale
Informateur 5	Doctorat en écosystèmes naturels	Hydrobiologie, écologie et conservation

Source : auteur, 2023

La valeur du patrimoine historique de chaque collection du JBER a été notée selon les critères d'évaluation hiérarchiques décroissants suivants :

- rareté : incarne des valeurs propres ou ne se rencontre qu'à un certain lieu (flore emblématique, endémisme local) ;
- sacré : fait l'objet de croyances culturelles et ancestrales spécifiques (usages rituels tels que talismans, *tromba* ou *sikidy*, par exemple) ;
- médicinale : utilisation ethnopharmacologique de la collection par la population locale ;
- alimentation humaine, construction et cosmétique ;
- alimentation animale, ustensiles et combustibles.

Par consensus, tous les informateurs ont attribué une pondération unique et collective à chaque collection, selon le barème suivant :

- 5 : collections présentant tout au plus un degré de rareté et/ou sacré ;
- 4 : collections présentant tout au plus un caractère médicinal ;
- 3 : collections présentant tout au plus un usage de type alimentation humaine et/ou construction et/ou cosmétique ;
- 2 : collections présentant tout au plus un usage de type alimentation animale et/ou ustensile et/ou combustible.

Une des plus importantes missions d'un jardin botanique est son rôle de conservatoire de la biodiversité. La Stratégie Mondiale pour la Conservation des Plantes (CDB, 2012), adoptée par la Convention sur la Diversité Biologique, définit 16 objectifs dont un certain nombre peut être attribué aux jardins botaniques. C'est notamment le cas pour l'objectif 8 qui consiste à placer 60% des espèces végétales menacées dans des collections *ex-situ*

accessibles. Par conséquent, la valeur de chaque collection du JBER pour la conservation de la biodiversité a été notée selon les critères d'évaluation se rapportant au statut de menace d'un taxon et ce, conformément aux catégories et critères de la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2012). Ces catégories et critères pour la liste rouge de l'UICN sont présentés dans la figure n°11 suivante :

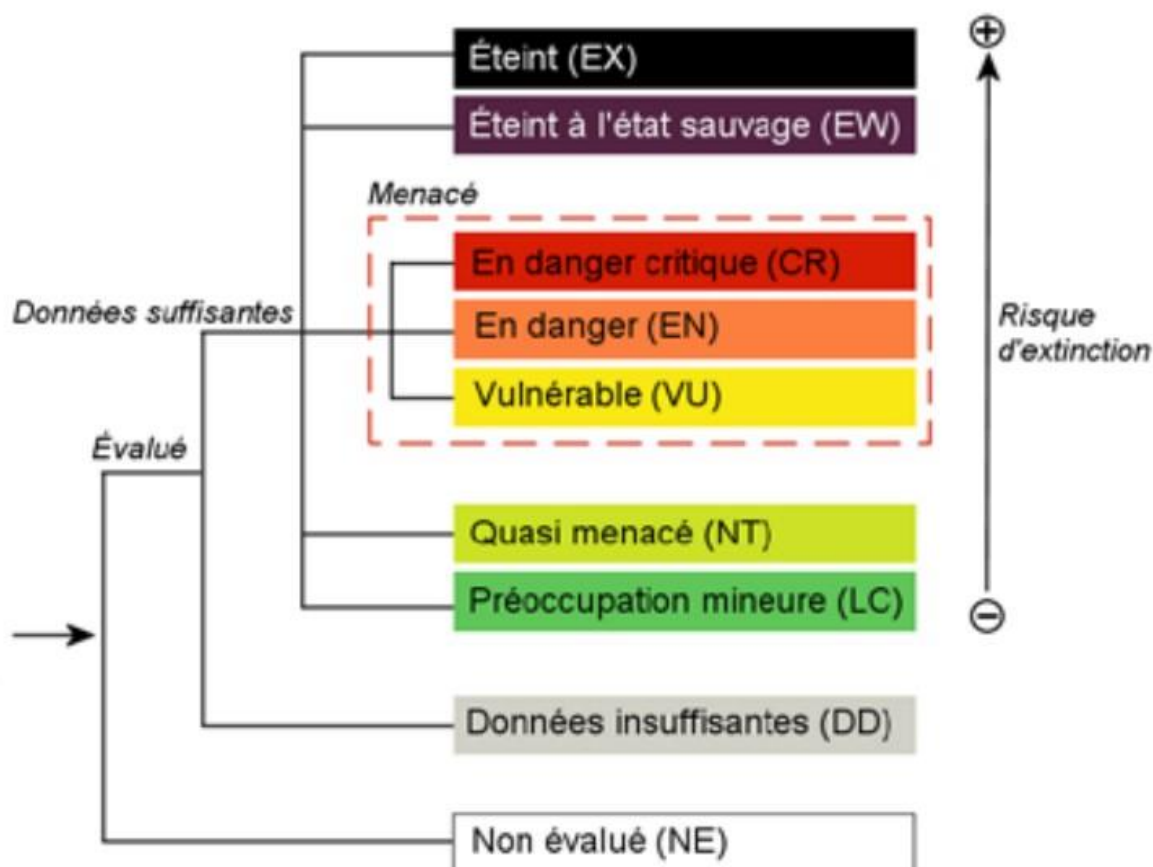


Figure 11. Structure des catégories de la liste rouge de l'UICN (Source : UICN, 2012)

L'attribution d'une catégorie IUCN à un taxon (collection) s'est effectuée par référence à l'ouvrage *The Red List of Trees of Madagascar* (Beech, Rivers, Rabarimanarivo et al., 2021) et la liste rouge des espèces menacées de l'UICN consultable en ligne à l'adresse <https://www.iucnredlist.org/>

Pour l'axe conservation, par consensus, tous les informateurs ont à nouveau attribué une pondération unique et collective à chaque collection, selon le barème suivant :

- 5 : collections identifiées dans la catégorie « En danger critique (CR) » ;
- 4 : collections entrant dans la catégorie « En danger (EN) » ;
- 3 : collections se retrouvant dans les catégories « Vulnérable (VU) » et « Quasi menacé (NT) » ;

- 2 : collections concordant à la catégorie « Préoccupation mineure (LC) » ;
- 1 : collections reconnues dans les catégories « Données insuffisantes (DD) » et « Non évalué (NE) ».

La collection répond à un principe d'accumulation selon des critères de sélection, de classement et de valorisation. Au-delà de l'agrément, elle vise la production de connaissances et peut être directement liée à des projets de recherche scientifique. Dans cette optique, la valeur scientifique d'une collection particulière a été notée suivant les critères d'évaluation suivants :

- intérêt scientifique (valeur intrinsèque),
- lien avec des publications scientifiques,
- adéquation avec le programme de recherche institutionnel,
- partenariat avec une ou plusieurs institutions extérieures.

Une des missions des jardins botaniques repose sur le fait de valoriser et diffuser les contenus qui correspondent aux collections. C'est en effet un lieu public très largement fréquenté ; il s'agit de produire des contenus qui seront vraisemblablement voués à être incorporés (ou appris) par les visiteurs (Meunier, 2011). Concernant l'axe « éducation », la notation a porté sur les critères d'évaluation suivants :

- potentiel pédagogique,
- visibilité,
- lien avec des programmes scolaires,
- citation dans une publication pédagogique.

La pondération des axes « science » et « éducation » pour chaque collection a été réalisée par le biais de questionnaires individuels, standardisés et fermés avec échelle d'évaluation (type matrice). Afin de simplifier la compréhension de la démarche et faciliter l'évaluation des collections, il a été opportun de poser la question : « La collection est-elle concernée par l'aspect Science ? par l'aspect Education ? ». Pour chaque collection, l'informateur a pondéré de la manière suivante selon son avis subjectif :

- 5 : collections dont la réponse de l'informateur à la question posée précédemment a été « Tout à fait d'accord » ;
- 4 : collections dont la réponse de l'informateur à la question posée précédemment a été « D'accord » ;
- 3 : collections dont la réponse de l'informateur à la question posée précédemment a été « Ni d'accord, ni pas d'accord » ;
- 2 : collections dont la réponse de l'informateur à la question posée précédemment a été « Pas d'accord » ;

- 1 : collections dont la réponse de l'informateur à la question posée précédemment a été « Pas du tout d'accord ».

Enfin, le critère supplémentaire qui a été pris en compte pour l'évaluation des collections a été le coût lié à l'entretien d'une collection. Nous n'avons considéré uniquement que les heures de main d'œuvre (arrosage, taille, étêtage) et non les coûts liés aux intrants spécifiques, ni aux infrastructures particulières (comme les panneaux signalétiques, par exemple). La pondération de l'axe « coût » pour chaque collection a également été réalisée par le biais de questionnaires individuels, standardisés et fermés de type matrice. La question a été la suivante : « Le cout d'entretien de la collection est-il ? ». Pour chaque collection, l'informateur a pondéré de la manière suivante selon son avis subjectif :

- 5 : collections dont la réponse de l'informateur à la question posée précédemment a été « Extrêmement élevé », soit une main d'œuvre nécessaire supérieure à 1.600 h/an (> 40 semaines) ;
- 4 : collections dont la réponse de l'informateur a été « Très élevé », entre 1.000 et 1.600 h/an (25-40semaines) ;
- 3 : collections dont la réponse de l'informateur a été « Assez élevé » soit 400 à 1.000 h/an (10-25 semaines) ;
- 2 : collections dont la réponse de l'informateur a été « Pas très élevé », 40 à 400 h/an (1-10 semaines) ;
- 1 : collections dont la réponse de l'informateur a été « Pas du tout élevé », en d'autres termes une main d'œuvre nécessaire inférieure à 40 h/an (1 semaine).

Pour rappel, il a été aisé d'attribuer une valeur pour les axes « patrimoine » et « conservation » du fait que la pondération s'est effectuée de manière consensuelle et unanime pour chaque collection. Pour les trois derniers axes (science, éducation et coût), la notation s'est faite de manière individuelle de telle sorte que pour un axe donné, une collection pouvait recevoir cinq pondérations différentes (chacun des cinq informateurs attribuant une note subjective à chacun des trois axes pour chaque collection). Afin de remédier à cette disparité, nous avons recouru à la moyenne arithmétique pour chacun des trois axes.

La moyenne arithmétique d'une série statistique est la moyenne ordinaire, c'est-à-dire le rapport de la somme d'une distribution d'un caractère statistique quantitatif discret par le nombre de valeurs dans la distribution. Elle se note « $\bar{x}$ » et sa formulation mathématique est la suivante :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

La moyenne arithmétique obtenue pour chaque axe a ensuite été convertie en score final afin d'obtenir des nombres entiers entre 1 et 5, suivant les intervalles suivants :

- pour une moyenne comprise entre 1 et 1,5 le score de 1 a été attribué ;
- pour une moyenne comprise entre 1,6 et 2,5 le score de 2 a été octroyé ;
- pour une moyenne comprise entre 2,6 et 3,5 le score de 3 a été attribué ;
- pour une moyenne comprise entre 3,6 et 4,5 le score de 4 a été attribué ;
- pour une moyenne comprise entre 4,6 et 5 le score de 5 a été attribué.

Ce score final, basé sur la moyenne arithmétique des réponses apportées de manière individuelle et non consensuelle par les informateurs, a constitué la pondération finale pour chacun des trois derniers axes de chaque collection.

Ayant affecté une pondération pour chacun des cinq axes représentatifs de chaque collection du JBER, la dernière phase de l'évaluation a consisté à classer chaque collection sous trois catégories. Lors de la deuxième phase, en accord avec le Chef de Service du Jardin Botanique, nous avons convenu de classer les collections suivant le critère taxonomique aussi, trois catégories taxonomiques de collections ont été retenus :

- les collections taxonomiques prioritaires ayant une valeur d'intérêt égale ou supérieure à 16 pour les 4 axes (coûts non inclus) ;
- les collections taxonomiques importantes ayant une valeur égale ou supérieure à 12 ;
- les collections taxonomiques secondaires ayant une valeur strictement inférieure à 12.

Pour la catégorisation, le critère « coût » n'a pas été retenu car ne faisant pas partie des axes d'intérêt d'une collection énoncés par Chevalier et al. (2010). Celui-ci n'a été évalué qu'à titre qualitatif. La fiche d'évaluation des collections a été fournie en annexe XI.

L'évaluation des collections a eu lieu entre mai et juillet 2023. La démarche consistant à attribuer des pondérations à la fois de manière consensuelle pour certains axes, et individuelle pour d'autres ainsi que le choix d'associer des spécialistes avec le Chef de Service du JBER est déjà en soi un résultat positif.

II.2.4.2. Evaluation du processus de gouvernance

Sur la base du questionnaire du processus de gouvernance dûment rempli par les répondants (*cf.* II.2.4.1), chaque réponse a été traduite en pondération telle indiquée dans le tableau n°8. Une fois que toutes les réponses ont été traduites en pondération, chaque question s'est vue attribuer à son tour une pondération sur la base de la moyenne arithmétique de toutes les réponses recueillies pour chaque question. A leur tour, la moyenne arithmétique de toutes les questions constituant un niveau de synthèse a été la base du score de ce niveau. Quant au score des sous-domaines, il a été calculé à partir des moyennes arithmétiques des

scores des niveaux de synthèse correspondants et ainsi de suite pour les niveaux de synthèses hiérarchiquement croissants suivants (thèmes principaux).

Tableau 8. Pondération suivant indice de maturité de la gouvernance

Pondération	Indice de maturité	Explications
1	Inexistant	L'institution n'a pas encore identifié les enjeux de la gouvernance
2	Découverte	Les enjeux ont été identifiés, mais rien n'a encore été mis en place pour les adresser
3	Déploiement	Les principaux responsables sont sensibilisés à l'importance de la gouvernance pour le développement de l'institution et des actions sont entreprises pour améliorer le niveau de maturité
4	Maîtrisé	Les enjeux de la gouvernance sont partagés par l'ensemble du management et sont formellement intégrés dans le processus de décision et de planification
5	Optimisé	L'institution a mis en place une démarche d'amélioration continue de sa gouvernance et se situe au niveau des meilleurs.

Source : Yablonsky et al., 2009 / Conception : auteur, 2023

A partir des niveaux de synthèse, en passant par les sous-domaines pour en arriver aux thèmes principaux, les scores ont été arrondis suivant les principes suivants :

- pour une moyenne comprise entre 1 et 1,5 le score de 1 a été attribué ;
- pour une moyenne comprise entre 1,6 et 2,5 le score de 2 a été octroyé ;
- pour une moyenne comprise entre 2,6 et 3,5 le score de 3 a été attribué ;
- pour une moyenne comprise entre 3,6 et 4,5 le score de 4 a été attribué ;
- pour une moyenne comprise entre 4,6 et 5 le score de 5 a été attribué.

Finalement, la pondération obtenue pour chacun des thèmes principaux et sous domaines a permis l'évaluation de la maturité du processus de gouvernance du JBER. Celle-ci a été représentée sous la forme d'un radar comme celui présenté à titre d'exemple dans la figure n°12 ci-dessous. L'utilité des diagrammes radars réside dans leur capacité à présenter visuellement des comparaisons entre plusieurs catégories ou variables, en particulier lorsque chaque catégorie a plusieurs sous-catégories ou dimensions. Ils peuvent être utilisés pour la comparaison des performances, la mise en évidence des forces et faiblesses ou l'évaluation des objectifs.

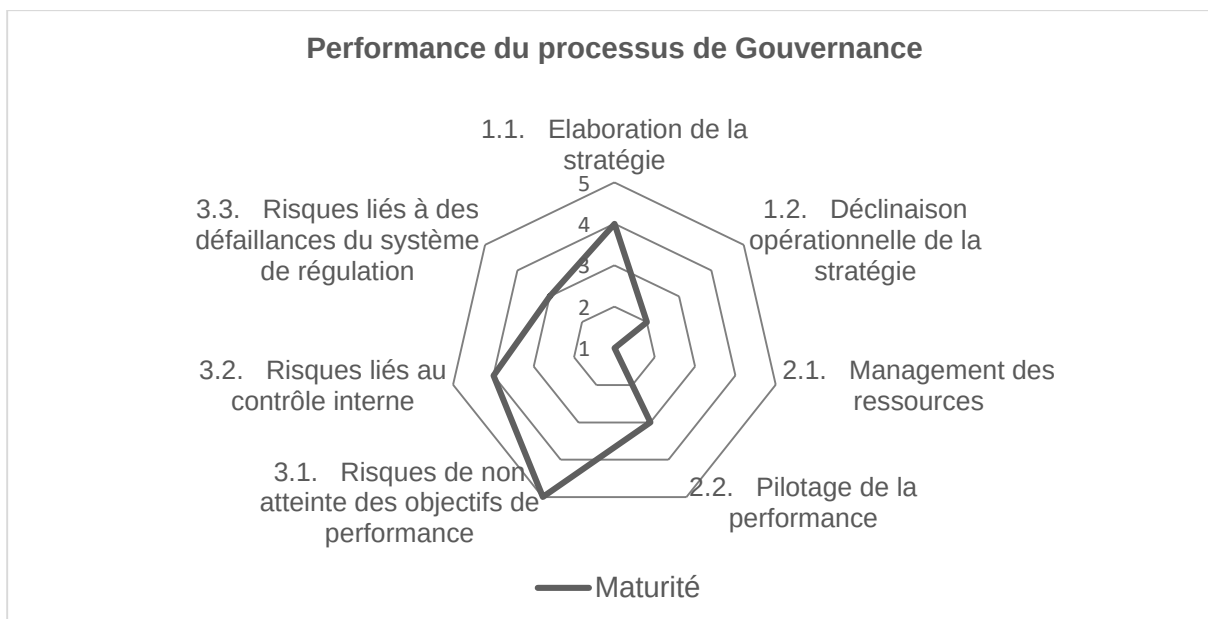


Figure 12. Exemple de représentation de la maturité du processus de gouvernance par sous-domaine (Source : auteur, 2023)

Les critères d'évaluations sont divisés en domaines ou thèmes qui portent le niveau hiérarchique de numérotation le plus élevé (exemple : 1. Création de valeur). Viennent ensuite les sous-domaines avec le second niveau de numérotation (exemple : 1.1 Elaboration de la stratégie). Plus bas, s'identifient les niveaux de synthèse portant le troisième niveau de numérotation et, finalement les questions qui ont directement fait l'objet d'évaluation par les personnes enquêtées.

Les niveaux de synthèses sont au nombre de 20. Leur évaluation permet déjà dans un premier temps de se forger une opinion sur les forces et les faiblesses de la gouvernance du JBER. En effet, les indicateurs qui y sont associés et pondérés d'une échelle de 1 à 5, fournissent le niveau maturité de la gouvernance adoptée au sein de l'institution étudiée. La prise en compte du niveau de maturité (évaluation) n'est en effet pertinente qu'à partir des niveaux de synthèse et plus.

II.2.4.3. Grille d'analyse du développement durable Simplifiée (GADD-S)

La Grille d'analyse de développement durable (GADD) fait partie de la famille des outils d'analyse systémique de durabilité. Elle a été élaborée dans le cadre des actions de l'Organisation internationale de la Francophonie pour appuyer les États, les collectivités locales, les entreprises et les organisations dans la compréhension, la planification et la mise en œuvre des principes de développement durable. La GADD, est un outil de questionnement systémique qui prend en compte les dimensions sociale, écologique, économique, culturelle, éthique, territoriale et de gouvernance du développement durable. Dans la perspective d'une dynamique centrée sur l'action concrète, systémique et concertée, la maîtrise d'outils permettant de prendre en compte les principes et les enjeux de développement durable dans

les politiques, les stratégies, les programmes et les projets de développement est d'une importance capitale (IFDD, 2021).

La GADD-S s'inspire directement de la Grille d'analyse de développement durable de l'Organisation Internationale de la Francophonie (OIF), mise au point en 2016 par l'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD), Global Shift Institute et la Chaire en éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). La GADD simplifiée dans sa version 2022, ou GAAD-Allégée (GAAD-A) comprend 7 dimensions et 72 objectifs, si dans sa version de 2016, la grille était articulée autour de six dimensions (Économique, Sociale, Environnementale, Culturelle, Éthique et Gouvernance) décomposées en thèmes et objectifs (figure n°13).

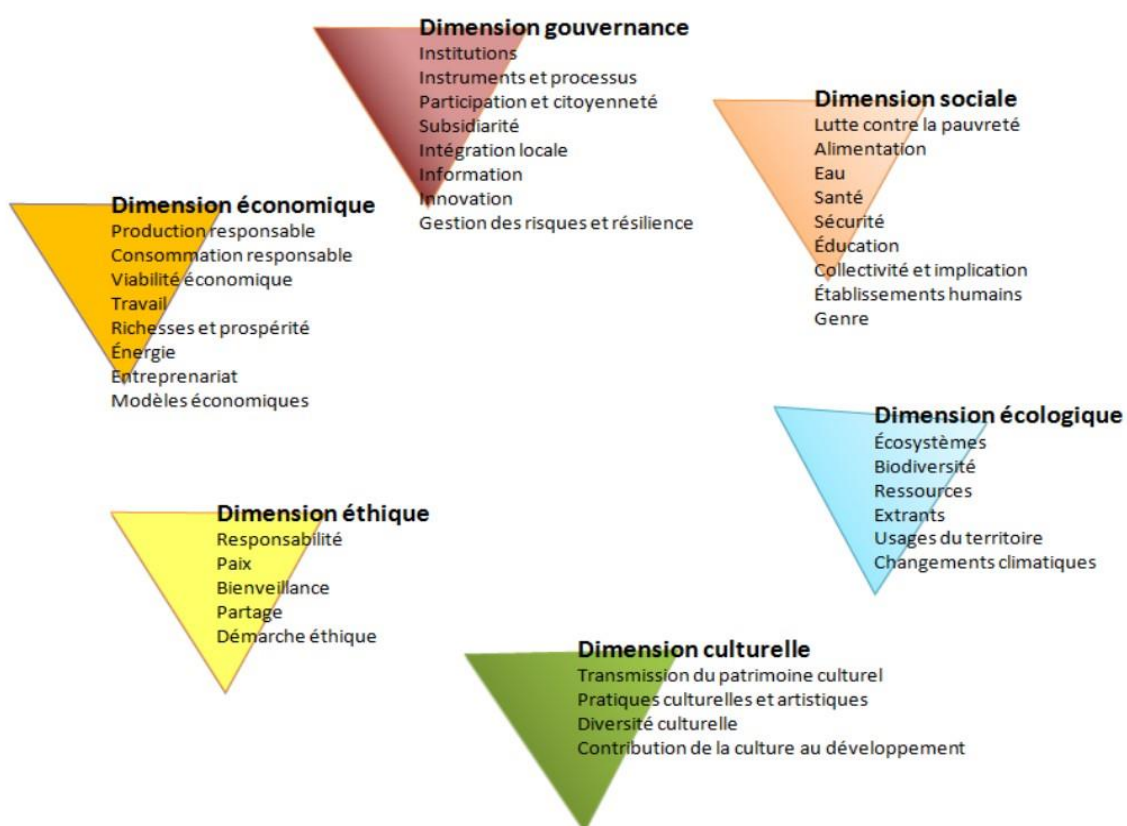


Figure 13. Thèmes de la grille d'analyse du développement durable de la Chaire éco-conseil de l'UQAC (Source : Riffon et al., 2016)

Cet outil est fréquemment mis à jour pour refléter l'évolution des connaissances, des pratiques et des consensus internationaux en matière de développement durable (Villeneuve et al., 2016). Pour notre étude, la grille est composée de 6 dimensions, à savoir la dimension sociale, écologique, culturelle, éthique, territoire et gouvernance. La dimension économique a été exclue du moment qu'elle se penche sur les aspects économiques des activités, des projets ou des politiques. Elle vise à évaluer leur viabilité financière et leur capacité à créer de

la richesse à long terme. Les critères économiques incluent la rentabilité, la création d'emplois, la croissance économique, la compétitivité, la gestion financière responsable, etc.

A nos six dimensions retenues pour l'étude, 56 thèmes ont été retenus tels présentés dans la figure n°14 suivante :

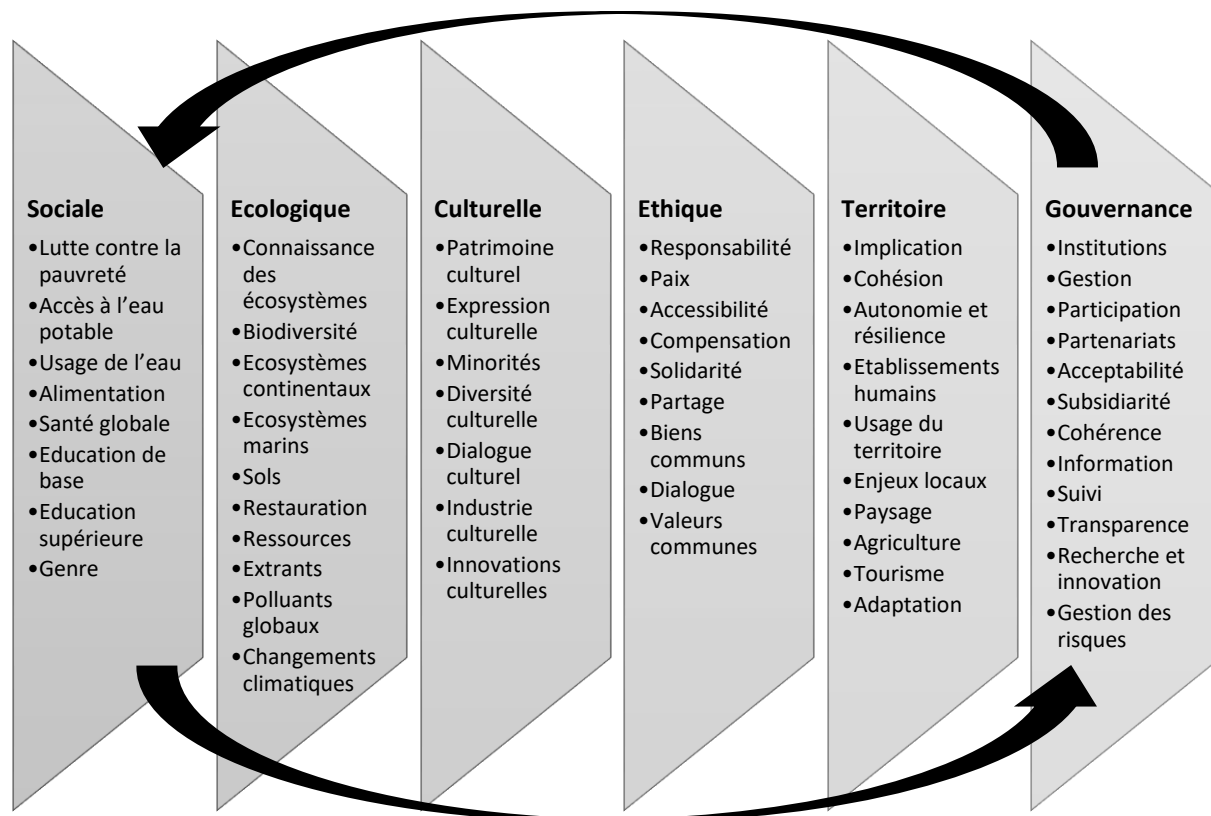


Figure 14. Thèmes et dimensions de la grille d'analyse du développement durable retenus pour l'étude (Source : auteur, 2023)

L'analyse multicritère, aussi appelée « aide multicritère à la décision » ou « matrice de décision multicritère », est une méthode permettant d'orienter un choix en fonction de plusieurs critères communs. Un jugement comparatif entre des projets ou des mesures hétérogènes peut alors être porté et cela aboutit à des conseils opérationnels et à des recommandations.

Tout d'abord développée dans le cadre des sciences économiques et du génie industriel, l'analyse multicritère est aujourd'hui considérée comme un outil scientifique à part entière. Cette méthode est souvent utilisée comme aide à la planification et dans les analyses *ex ante* pouvant y être associées. Elle permet de comparer plusieurs variantes ou mesures d'un programme (European Union, 2015).

Selon Vincke (1989) l'aide multicritère à la décision est « l'action de celui qui fournit à un décideur les outils lui permettant de progresser dans la résolution d'un problème de décision où plusieurs points de vue, souvent contradictoires, doivent être pris en compte ».

L'aide multicritère à la décision œuvre à apporter un éclairage et des explications à une catégorie de problèmes où :

- Plusieurs critères quantitatifs et qualitatifs sont pris en considération ;
- Ces critères sont souvent hétérogènes ;
- Ces critères sont généralement conflictuels ;
- Ces critères sont généralement considérés d'inégale importance (Herbert, 1983).

La matrice de décision multicritère se présente comme une alternative aux méthodes de décision classiques basées sur la définition d'une fonction unique. Elle prend en compte plusieurs critères, souvent non comparables entre eux. Les matrices de décision fournissent un cadre structuré pour prendre des décisions complexes en prenant en compte diverses dimensions importantes, ce qui peut contribuer à des décisions plus éclairées et objectives. La GADD-S est une de ces méthodes d'aide multicritère à la décision et se présente sous forme d'un tableur Excel avec 6 tableaux portant sur les critères précités en figure n°12, et présentés sous forme de dimensions avec chacun plusieurs objectifs (thèmes). Afin d'arriver aux résultats, diverses étapes ont été franchies. Il s'agit en premier lieu de la pondération puis, de l'évaluation des objectifs du plan de gestion du JBER ensuite, pour aboutir à l'interprétation des résultats de l'analyse. Les lignes suivantes expliquent comment a été fait le processus.

L'administration de la GAAD-S a encore une fois exigé le recours aux méthodes d'échantillonnage non probabilistes et les critères d'inclusion (et de non-inclusion) ont également été la subjectivité des répondants. A l'instar du questionnaire relatif à la gouvernance du JBER, le pré-test sur un groupe de référence a démontré que certains aspects nécessitaient une expertise spécifique ; c'est de cet ordre d'idées que nous nous sommes une fois de plus reposés sur l'intervention des informateurs du tableau n°6. Le mode de recueil en face à face a été mis en avant consécutivement à la table-ronde du mois de mai 2023 où chaque informateur s'est vu remettre une version imprimée de la GADD-S qu'il a rempli individuellement.

Dans un premier temps, chaque critère (ou thème) a reçu une note (pondération) allant de 1 à 3, basée sur l'importance à accorder à leur objectif respectif. Ainsi, la note de 1 a signifié que l'objectif a été souhaitable, la note de 2 a signifié que l'objectif a été important, et finalement la note de 3 a signifié que l'objectif a été indispensable. La valeur de 0 n'a pu être accordée, étant donné que chacun des objectifs avait été jugé pertinent pour l'atteinte du développement durable.

En second lieu, l'évaluation des objectifs consiste à attribuer une autre note (évaluation) allant de 0 à 10. Cette évaluation a découlé de l'appréciation des répondants de l'ampleur avec laquelle le plan de gestion a répondu à l'objectif en question. L'échelle utilisée pour l'évaluation est présentée dans le tableau n°9 suivant :

Tableau 9. Echelle utilisée pour l'évaluation de la GADD-S

Evaluation	Prise en compte de l'objectif	Actions liées à l'objectif
0	Non pris en compte	Aucune action spécifique ou action adverse
1	Non pris en compte	Aucune action spécifique ou action adverse
2	Non pris en compte	Aucune action spécifique ou action adverse
3	Non pris en compte	Aucune action spécifique
4	Pris en compte indirectement	Peu d'actions, indirectes ou de faible portée
5	Faiblement pris en compte	Quelques actions spécifiques de faible portée
6	Modérément pris en compte	Quelques actions tangibles
7	Pris en compte	Actions concrètes et éléments innovants
8	Bien pris en compte	Plusieurs actions concrètes et des innovations tangibles
9	Fortement pris en compte	Plusieurs actions innovantes
10	Complètement pris en compte	Nombreux éléments innovants et meilleures pratiques

Source : IFDD, 2021 / Conception : auteur, 2023

Afin de synthétiser les résultats obtenus par les différents répondants, chaque pondération et évaluation a servi à calculer des moyennes arithmétiques pour chaque thème. Les résultats ainsi obtenus ont immédiatement été insérés dans la GADD-S ; la moyenne des pondérations insérée dans la case correspondante et la moyenne des évaluations insérée également dans la case correspondante pour chaque thème. Les champs étant ainsi tous complétés, le tableur (GADD-S) s'est automatiquement chargé de fournir les résultats. Pour ce faire les données ont été présentées de deux manières différentes mais concomitantes :

- Un tableau récapitulatif de la performance générale du JBER en termes de développement durable et accompagné d'un diagramme radar ;
- Un tableau récapitulatif axé sur les axes de priorisation par thème pour chaque dimension et accommodé également d'un diagramme radar.

Les tableaux et diagrammes ont eu pour objectif de présenter de manière synthétique les pondérations et évaluations de tous les thèmes compris dans une dimension. Ces résultats ont également été présentés sous forme de diagramme, ce qui a permis d'apprécier rapidement la prise en compte de chaque thème. Chaque diagramme a mis en avant la pondération (figure intérieure), ainsi que l'évaluation (figure extérieure) de chaque thème. La ligne pleine dans le graphique est située à la valeur de 3, ce qui représente à la fois :

- La pondération maximale que l'on a pu accorder à un thème ;
- La limite en deçà de laquelle le JBER a des impacts négatifs sur le thème.

La figure n°15 ci-après nous est donnée à titre d'exemple et représente la dimension « écologique » d'une GADD quelconque ; chaque thème y est également annoté.

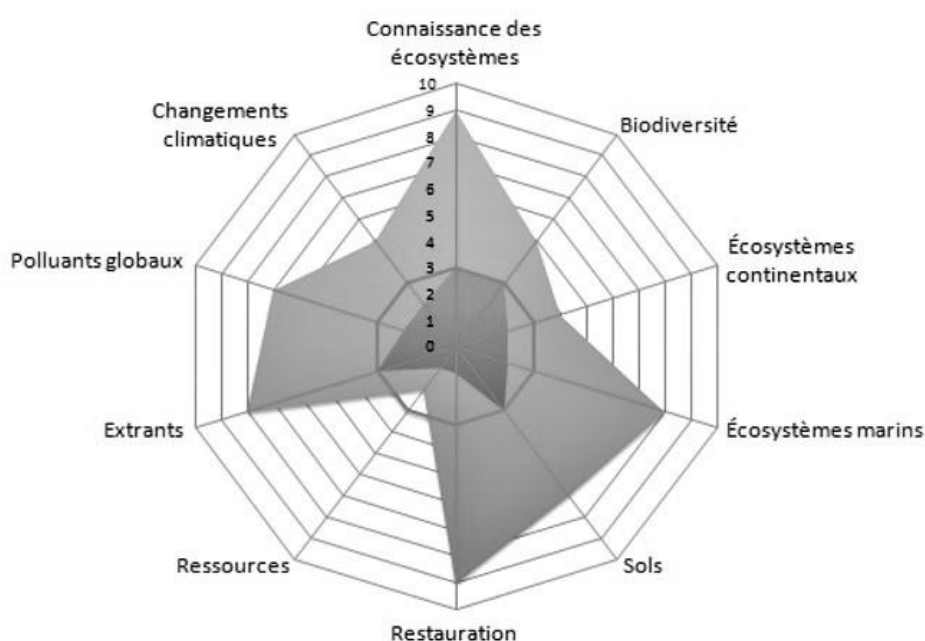


Figure 15. Exemple de représentation de la dimension écologique d'une GADD et des thèmes associés (Source : IFDD, 2021 / Conception : auteur, 2023)

Dans cet exemple, nous avons pu constater que les thèmes suivants ont reçu la pondération maximale : Connaissance des écosystèmes, Biodiversité, Sols et Extrants. Les thèmes Ressources et Restauration sont pondérés faiblement.

Pour l'évaluation, nous avons pu déduire que la Politique Stratégie Programme Projet (PSP) a eu un effet négatif sur le thème Ressources. Par ailleurs, les thèmes Biodiversité, Changements climatiques et Écosystèmes continentaux ont été peu considérés. Par contre, les thèmes Connaissance des écosystèmes, Restauration et Écosystèmes marins ont très bien été pris en compte dans le projet.

Un rapport d'analyse devrait habituellement être produit à chaque utilisation de la grille. Ce rapport vise principalement à déterminer les objectifs sur lesquels la priorité devrait être

Tableau 10. Mécanisme de priorisation des objectifs de la GADD-S

Source : IFDD, 2021 / Conception : auteur, 2023

- la priorité « Réagir » s'est appliquée aux objectifs indispensables (pondération de 3) dont l'évaluation a été inférieure à 5 et aux objectifs nécessaires (pondération de 2) dont l'évaluation a été inférieure à 3 ;
- la priorité « Agir » s'est appliquée aux objectifs indispensables pour lesquels l'évaluation s'est située entre 5 et 6 ainsi qu'aux objectifs nécessaires pour lesquels l'évaluation était comprise entre 3 et 6 ;
- la priorité « Pérenniser » s'est appliquée aux objectifs indispensables et nécessaires dont l'évaluation a été égale ou supérieure à 7 ;
- la priorité « Enjeu à long terme » s'est appliquée aux objectifs souhaitables (pondération de 1) dont l'évaluation a été inférieure à 7 ;
- la priorité « Non prioritaire » s'est appliquée aux objectifs souhaitables dont l'évaluation a été supérieure ou égale à 7.

De manière générale, la priorisation « agir » consiste à mener immédiatement des actions cruciales en raison de leur impact positif significatif sur les différents domaines et ce, pour améliorer la durabilité. La priorité « réagir » implique des actions qui nécessitent une réponse rapide en raison de problèmes ou de risques potentiels, mais qui ne sont pas aussi urgentes que celles qui relèvent de la catégorie « agir ». Cela peut inclure des mesures correctives pour atténuer des impacts négatifs déjà existants. Les « enjeux à long terme » sont des actions qui ont un impact sur le développement durable à long terme, tels que des projets visant à améliorer la résilience ou des investissements dans des solutions durables. La priorité « pérenniser » elle, vise à maintenir et à renforcer les initiatives durables déjà en place. Enfin, la priorisation « non prioritaire » comprend les actions qui, bien que pouvant avoir un impact sur le développement durable, ne sont pas considérées comme prioritaires à l'heure actuelle. Cela peut être dû à des contraintes de ressources, à une faible pertinence par rapport aux objectifs globaux, ou à d'autres facteurs.

L'analyse avec la grille a eu pour objectif de dégager les forces et les faiblesses du JBER, permettant à leur tour de mettre en place des processus de bonification à l'avenir. Lors de l'utilisation de la GADD, chaque PSPP a à être évaluée en fonction de sa propre pondération. Au-delà de sa performance initiale, ce qui importe c'est son amélioration. Dans le meilleur des cas, la GADD permet de comparer des PSPP avec elles-mêmes, au cours de leur évolution. Cette démarche permet d'éviter les pièges de la comparaison ou de la notation dans l'absolu. En effet, s'il est possible d'analyser un projet de jardin communautaire ou une stratégie nationale de développement durable avec la GADD-A, il serait injuste et inapproprié de comparer leurs performances. Cependant, avec certaines précautions, il est possible de comparer des démarches de même nature si la pondération de chacun des objectifs est semblable (IFDD, 2021).

II.2.5. Diversité et analyse de données

Le choix d'une méthode d'analyse statistique plutôt qu'une autre a été conditionné par la nature de nos données, de nos objectifs de recherche et du type de comparaison que nous avons souhaité. En fonction des matériels utilisés pour la vérification des hypothèses, différents types de variables ont été mises à contribution.

II.2.5.1. De la fiche d'inventaire

Dans le cadre d'un inventaire floristique, plusieurs types de variables statistiques ont été exploitables pour décrire, analyser et interpréter la composition et la diversité de la flore de notre site d'étude. Parmi celles-ci nous avons eu recours à l'abondance des espèces, à la richesse spécifique, à la diversité spécifique et à l'indice de Pielou.

L'abondance des espèces se réfère à la mesure de la quantité relative d'individus ou de spécimens d'espèces particulières dans un écosystème ou une communauté biologique

donnée. Elle permet d'évaluer comment les individus sont répartis entre les différentes espèces et joue un rôle clé dans l'analyse de la biodiversité et de la structure des communautés (Krebs, 1999). A partir des travaux d'inventaires que nous avons effectués, un simple comptage a permis de dégager le nombre total d'individus (A). Pour calculer l'abondance relative de chaque espèce (p_i), nous avons divisé le nombre d'individus de chaque espèce par le nombre total N , puis multiplié le résultat par 100 pour obtenir un pourcentage. Cela a permis d'exprimer l'abondance de chaque espèce en pourcentage de l'ensemble de la communauté suivant la formule suivante :

$$p_i = \frac{n_i}{A} \times 100$$

où, p_i : abondance relative de l'espèce i

n_i : nombre d'individus de l'espèce i

A : nombre total d'individus de toutes les espèces confondues

La richesse spécifique, ou diversité spécifique, est définie comme le comptage du nombre d'espèces uniques présentes dans une communauté biologique ou un échantillon d'un écosystème donné. Elle reflète la variété des espèces coexistantes dans un environnement particulier et joue un rôle essentiel dans l'évaluation de la biodiversité (Magurran, 2004). La richesse spécifique est généralement exprimée en utilisant le symbole "S" et est égale au nombre total d'espèces uniques présentes dans un écosystème ou une zone d'étude. Cette variable a été déterminée à partir des travaux de terrains qui ont abouti à la fiche d'inventaire.

Définie comme la mesure de la variété des espèces coexistantes dans un écosystème donné, la diversité spécifique, ou diversité alpha, ne se limite pas à la simple comptabilisation du nombre d'espèces. Elle englobe également la répartition relative des abondances de ces espèces au sein de la communauté, offrant ainsi une perspective plus complète de la biodiversité locale (Magurran, 2004). Elle tient compte de la fréquence ou de l'abondance de chaque espèce et de sa contribution à la diversité totale. Il existe plusieurs indices pour calculer la diversité spécifique, les plus couramment utilisés étant l'indice de Shannon-Wiener et l'indice de Simpson.

L'indice de Shannon-Wiener a visé à mesurer la diversité spécifique de la communauté végétale du JBER en prenant en compte la richesse spécifique (S) et l'équitabilité (la répartition relative des abondances des espèces, suivant la formule suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^S [p_i \times \ln(p_i)]$$

où, H : indice de Shannon-Wiener

S : richesse spécifique

p_i : abondance relative de l'espèce i

En pratique, H est compris entre 1 et 5 et est à son maximum lorsque toutes les abondances sont identiques car H s'accroît avec S . Nous avons ainsi défini un indice d'équitabilité (E) comme suit :

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\ln(S)}$$

où, J : indice de Pielou (équitabilité)

H_{max} : valeur maximale de l'indice de Shannon-Wiener

L'équitabilité ou indice de Pielou, dans le contexte de l'écologie des communautés, mesure la distribution relative des abondances des espèces au sein d'une communauté biologique. Elle quantifie à quel point les individus sont répartis de manière égale ou inégale entre les différentes espèces présentes dans un écosystème donné. Une communauté où chaque espèce a une abondance similaire serait considérée comme ayant une équitabilité élevée, tandis qu'une communauté où une ou quelques espèces dominent tandis que d'autres sont rares aurait une équitabilité plus faible (Magurran et MacGill, 2011).

Par ailleurs, l'indice de Simpson (D) a mesuré la probabilité qu'en choisissant au hasard deux individus de l'écosystème (ou de la communauté), ils ont appartenu à la même espèce. La formule pour calculer l'indice de Simpson a été la suivante :

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

où, D : indice de Simpson

Les travaux d'inventaires nous ont fourni deux principaux types de variables à savoir, des variables quantitatives telles que le nombre de familles et d'espèces présentes au JBER (variables discrètes) et des variables qualitatives (catégorielles). Les scores attribués aux 5 axes de la fiche de collection ont été des variables qualitatives ordinales tandis l'endémicité d'une espèce par exemple, a été une variable qualitative binaire.

L'analyse du Khi carré (X^2), une méthode statistique classique, est appropriée pour explorer les relations entre des variables catégorielles ou nominales. Elle permet de déterminer si des associations significatives existent entre ces variables et de tester des hypothèses d'indépendance. L'hypothèse nulle (H_0) affirme que ces variables sont indépendantes, tandis que l'hypothèse alternative (H_1) stipule qu'elles ne le sont pas. Le niveau de signification (α) détermine le seuil de rejet de l'hypothèse nulle, généralement fixé à 0,05. Ici, la décision dépend de la relation relative entre le khi-carré observé et le khi-carré critique. Le khi-carré observé mesure la divergence entre les fréquences observées dans notre échantillon et les fréquences attendues sous l'hypothèse nulle. Le khi-carré critique lui, est une valeur critique à partir d'une table de valeurs de distribution du khi-carré, basée sur le niveau

de signification (α) choisi. Si le khi-carré observé est inférieur au khi-carré critique, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle, indiquant l'absence de preuves statistiquement significatives contre l'hypothèse que les variables sont indépendantes. En revanche, si le khi-carré observé est égal ou supérieur au khi-carré critique, on peut rejeter l'hypothèse nulle au profit de l'hypothèse alternative, suggérant qu'il existe des preuves statistiquement significatives montrant une association entre les variables étudiées.

Néanmoins, lorsque les effectifs dans certaines cellules du tableau sont très petits, le test du khi-carré standard peut donner des résultats peu fiables. Dans de tels cas, il est parfois recommandé d'utiliser le khi-carré corrigé pour les groupes de cellules rares, également appelé « correction de Fisher » ou « test exact de Fisher ». Ce test s'appuie sur la distribution exacte de la probabilité hypergéométrique plutôt que sur la distribution approximative du khi-carré. Dans le cadre du test exact de Fisher, afin de confirmer l'une ou l'autre hypothèse, la p-value obtenue sera comparée au coefficient α . Une p-value supérieure au coefficient α signifie qu'il n'existe pas de preuves suffisantes pour rejeter l'hypothèse nulle H_0 . Au contraire, une p-value inférieure ou égale au coefficient α indiquerait qu'il existe des preuves suffisantes pour rejeter l'hypothèse nulle. Cela signifie qu'il existe une association ou un effet statistiquement significatif.

Cette analyse est fréquemment utilisée dans divers domaines, tels que la recherche en sciences sociales, l'épidémiologie, le marketing, et d'autres disciplines où des données catégorielles sont collectées et analysées (Agresti, 1990). Le test exact de Fisher a été un bon point de départ pour évaluer les différences entre deux séries de variables catégorielles de notre inventaire, mais il a été utile de compléter cette analyse par d'autres méthodes pour obtenir une compréhension plus approfondie des similitudes et des divergences entre les séries de données collectées. A ce titre, le coefficient de corrélation bisérielle (ou biserial), une mesure statistique, a été utilisée pour évaluer la relation entre une variable binaire (catégorielle) et une variable continue. Il a été particulièrement utile lors de l'utilisation d'une variable dichotomique (binaire).

Ici, les hypothèses nulles (H_0) et alternatives (H_a) sont formulées pour évaluer l'existence d'une corrélation linéaire entre une variable continue et une variable dichotomique. L'hypothèse nulle (H_0) stipule qu'aucune corrélation linéaire n'existe entre les variables, tandis que l'hypothèse alternative (H_a) suggère qu'une corrélation linéaire significative est présente. En d'autres termes, H_0 énonce l'absence de corrélation, tandis que H_a indique l'existence d'une corrélation significative. L'analyse vise à déterminer si les données fournissent des preuves suffisantes pour rejeter H_0 au profit de H_a . Cette évaluation repose généralement sur le coefficient de corrélation bisérielle, sa p-value associée et l'intervalle de confiance. Si la p-value est inférieure au niveau de signification choisi, il peut être conclu qu'il existe une

corrélation significative entre les variables, tandis qu'une p-value plus élevée indique l'absence de preuves suffisantes pour affirmer une corrélation significative. Si l'intervalle de confiance exclut zéro, cela peut renforcer la conclusion selon laquelle il y a une corrélation significative.

Sa formule a été la suivante :

$$r_b = \frac{M_1 - M_0}{\sqrt{p(1-p)N}}$$

où, r_b : coefficient de corrélation bisérielle

M_1 : moyenne de la variable continue pour le groupe avec la valeur de la variable binaire égale à 1 (le groupe "positif").

M_0 : moyenne de la variable continue pour le groupe avec la valeur de la variable binaire égale à 0 (le groupe "négatif").

p : proportion de cas dans le groupe "positif" (fréquence des 1 dans la variable binaire).

N : taille totale de l'échantillon

En outre, la Corrélation de Spearman a également été adoptée pour l'analyse de la relation entre nos variables ordinales (axes retenus pour la classification des collections). En effet, le coefficient de corrélation de Spearman ou ρ de Spearman (ρ), est une mesure de corrélation non paramétrique qui évalue la relation entre deux variables en utilisant le classement ou l'ordre des observations au lieu de leurs valeurs exactes.

Enfin, la régression quantile est une méthode statistique qui vise à modéliser la relation entre une variable dépendante et un ensemble de variables explicatives en évaluant comment les valeurs conditionnelles de la variable dépendante à différents quantiles sont influencées par les variables explicatives. Contrairement à la régression linéaire traditionnelle qui se concentre sur la moyenne conditionnelle de la variable dépendante, la régression quantile permet d'examiner comment cette relation varie à différents points de la distribution de la variable dépendante, ce qui la rend robuste aux données asymétriques et aux valeurs atypiques (Koenker et Bassett, 1978). En écologie et biologie, cette méthode est régulièrement utilisée pour la modélisation des relations entre les caractéristiques environnementales et les quantiles de la distribution des populations animales ou végétales, ou encore dans le cadre d'études de la distribution spatiale des espèces en fonction de variables environnementales. Dans notre cas, nous y avons recours pour la représentation et l'interprétation de la relation entre la variable quantitative « nombre de spécimens par espèces » et les variables catégorielles « endémicité » et « statut IUCN ».

L'objectif de la régression quantile est d'estimer les coefficients $\beta(\tau)$ pour différents quantiles τ de la distribution de Y. Cela permet d'analyser comment les variables explicatives X influencent les quantiles spécifiques de la variable dépendante Y.

Sa formulation a été la suivante :

$$Y(\tau) = X\beta(\tau) + \varepsilon(\tau)$$

où, $Y(\tau)$: valeur du quantile τ de la variable dépendante Y

X : matrice des variables explicatives (y compris une constante pour l'intercept)

$\beta(\tau)$: vecteur de coefficients à estimer pour le quantile τ

$\varepsilon(\tau)$: terme d'erreur

II.2.5.2. Des questionnaires

Afin de tester nos hypothèses de départ, deux questionnaires ont été employés, pour rappel. Le premier questionnaire portant l'appréciation générale des visiteurs sur la raison d'exister du JBER s'est vu appliquer deux méthodes d'analyses de données : l'Analyse des Correspondances Multiples et l'Analyse Factorielle des Correspondances.

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) est une méthode exploratoire multidimensionnelle qui fournit une représentation synthétique des catégories issues d'une batterie de critères qualitatifs, référentiel d'un protocole d'enquête. Elle a pour objectif de construire des nuages de lignes et des nuages des points et qui correspondent respectivement au nuage des individus et nuage des variables.

L'ACM explore les liens entre variables catégorielles par le biais des tableaux d'inertie des paramètres/objectifs et des individus. L'inertie expliquée des paramètres/objectifs illustre la distribution de l'inertie totale entre les axes principaux, facilitant la détection d'associations entre les catégories des variables. Les axes sont ordonnés par importance décroissante, de telle sorte que le premier axe explique le plus grand pourcentage de l'inertie, le deuxième axe explique le deuxième plus grand pourcentage, et ainsi de suite. Les taux d'inertie expliquée par chaque axe permettent de classer leur importance. La contribution individuelle évalue la contribution de chaque individu à l'inertie totale, mettant en évidence des similitudes ou des divergences de comportement. Les qualités de représentation sur les axes indiquent la proximité des individus avec ces axes, facilitant ainsi l'interprétation des corrélations. Un individu est une ligne du tableau et est considéré par l'ensemble de ses modalités. Les individus se ressemblent s'ils ont le même profil c'est-à-dire s'ils ont choisi les mêmes modalités. Par contre, deux individus sont différents s'il y a peu de modalité en commun. L'ensemble de cette ressemblance et de ces différences forment la variabilité des individus. L'ACM a été adoptée pour étudier les variations des résultats d'enquêtes par rapport aux réponses. Cette méthode a aidé à étudier des liaisons entre plus de deux variables qualitatives. Par ailleurs, cette analyse a eu pour objectif d'étudier les variables signalétiques (classification socio-professionnelle, CSP) et les variables actives (motivations de la visite, définition d'un jardin botanique, missions du JBER et acquis suite à la visite).

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) est une méthode d'analyse des données de nature semi-qualitative (Benzecri, 1973). Elle s'applique aux tableaux de contingences, dans le but de rechercher les meilleurs plans de projection des ensembles des individus et des variables. Dans notre AFC, nous avons choisi de considérer par paires les variables relatives aux missions du jardin, aux acquis de la visite, et à la CSP des répondants. Cette approche par paires nous a permis d'explorer simultanément les relations entre ces variables et la CSP, en examinant comment les réponses aux questions sur les missions et les acquis de la visite se combinaient avec la CSP des individus. En utilisant cette méthode, nous avons pu déterminer comment les différentes CSP étaient associées à des réponses spécifiques dans chacun des thèmes du questionnaire. Cela nous a aidés à obtenir une compréhension plus approfondie de la manière dont les caractéristiques socio-professionnelles influençaient les réponses aux questions thématiques. Enfin, à travers l'AFC, nous avons pu effectuer une comparaison de résultats par rapport à une étude menée au Jardin botanique de Montréal (cf. Discussion).

Le second questionnaire portant sur la gouvernance du JBER n'a nécessité qu'une seule sorte d'analyse statistique. En effet, le questionnaire ayant été élaboré par Yablonsky et al. (2009) s'est vu adapté à notre contexte d'étude et certains éléments ayant dû être retirés. Afin de vérifier la fiabilité du questionnaire modifié, par souci de pertinence, nous avons procédé au test statistique d'Alpha de Cronbach. L'alpha de Cronbach (α) est une mesure de la fiabilité interne d'un test ou d'une échelle de mesure. Il s'agit d'un coefficient de fiabilité interne couramment utilisé en psychométrie pour évaluer la cohérence ou la stabilité des réponses données par un groupe de participants à un ensemble de questions ou d'items censés mesurer une même caractéristique ou un même construit psychologique. Il quantifie la proportion de la variance totale de l'échelle qui est due à la variance réelle du construit mesuré, par opposition à la variance due à l'erreur de mesure. L'alpha de Cronbach varie de 0 à 1, où une valeur élevée indique une meilleure cohérence interne des items du test. Un alpha de Cronbach supérieur à 0,70 est généralement considéré comme acceptable pour la recherche en sciences sociales. Cela indique une cohérence interne modérée à élevée entre les questions. Pour un test composé de n items (questions ou items), numérotés de 1 à n , l'alpha de Cronbach peut être calculé comme suit :

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right)$$

où, n : nombre d'items dans le test

σ_i^2 : variance de chaque item i (question)

σ_T^2 : variance totale des scores obtenus par les individus sur l'ensemble des items

Dans le contexte du test d'alpha de Cronbach, l'écart-type est utilisé pour évaluer la variabilité des réponses des individus à un ensemble de questions ou d'items dans un questionnaire. Il est comparé à la portée ou l'échelle (différence entre la valeur minimale et valeur maximale), ou encore à la moyenne.

La matrice de corrélation permet elle d'examiner comment les réponses aux différents items sont corrélées entre elles, ce qui est essentiel pour déterminer la fiabilité de l'instrument.

Par ailleurs, la matrice de covariance montre comment les réponses aux différents items sont conjointement distribuées. Les valeurs indiquées dans la diagonale principale correspondent aux variances. Ces valeurs mesurent la dispersion des données de chaque variable par rapport à sa propre moyenne. Une covariance positive indique que les items tendent à augmenter ou diminuer ensemble, tandis qu'une covariance négative indique une relation inverse. Les valeurs situées hors de la diagonale principale indiquent à quel point les items varient ensemble.

II.2.5.3. De la GADD-S

A l'instar de l'analyse statistique de nos travaux d'inventaire, la Corrélation de Spearman a également été adoptée pour l'analyse de la relation entre les variables ordinales de notre GADD-S (pondérations et évaluations des thèmes). En effet, La corrélation de Spearman est particulièrement utile dans le cadre de variables ordinales car elle permet d'évaluer les relations de rangs entre ces variables, même lorsque les données ne sont pas distribuées de manière normale ou lorsque les relations ne sont pas linéaires. Elle se base sur les classements relatifs des valeurs plutôt que sur leurs valeurs numériques exactes, ce qui en fait une mesure robuste pour analyser les relations entre des variables ordinales. En outre, l'ACM s'est avérée incontournable du fait que son utilité principale réside dans l'exploration et la visualisation de données catégorielles ou qualitatives. Elle a été spécialement conçue pour l'analyse de données catégorielles, telles que des enquêtes comportant des réponses sous forme de catégories, des données de marketing, des données sociodémographiques,... Pour notre part, elle a favorisé réduction de la dimensionnalité des données tout en préservant l'essentiel de l'information ; elle a autant aidé à regrouper des catégories similaires et à identifier des structures sous-jacentes dans les données. En outre, l'ACM nous a aidés à comprendre comment les différentes dimensions du développement durable, telles que l'environnement, la société et la gouvernance, interagissaient les unes avec les autres. Nous avons pu utiliser l'ACM pour visualiser comment ces dimensions étaient associées et comment elles impactaient mutuellement le développement durable. Enfin, l'ACM nous a permis de créer un graphique qui a représenté visuellement les relations entre les différentes dimensions et les indicateurs de développement durable. Cela a facilité la communication des résultats.

TROISIEME PARTIE : RESULTATS

TROISIEME PARTIE : RESULTATS

III.1. Liste floristique du JBER

Toutes parcelles confondues, nous avons recensé au total 54 familles comprenant 136 espèces floristiques différentes pour 1.456 individus ou spécimens. Parmi ces espèces, 83 espèces soient 61 % se trouvent uniquement dans la parcelle n°1, tandis que 13 seulement dans la parcelle n°2 (10%) et 9 exclusivement dans l'arboretum (7%). Les 3 espèces *Delonix regia*, *Stereospermum euphorioides* et *Tamarindus indica* sont communes aux trois parcelles (2%). Les 23 espèces communes aux parcelles n°1 et n°2 sont *Acacia mangium*, *Adansonia digitata*, *Adenium obesum*, *Aloe macroclada*, *Aloe vera*, *Archontophoenix alexandrae*, *Catharanthus roseus*, *Cedrelopsis grevei*, *Cinnamosma fragrans*, *Citrus aurantiifolia*, *Citrus limon*, *Commiphora pervilleana*, *Coptosperma madagascariense*, *Dypsis lutescens*, *Guilandina bonduc*, *Khaya madagascariensis*, *Pachypodium rutenbergianum*, *Paracarphalea pervilleana*, *Ravensara aromatica*, *Terminalia mantaly*, *Tahina spectabilis*, *Turnera ulmifolia* et *Uncarina grandidieri* (17%). Les 2 espèces *Adansonia grandidieri* et *Albizia lebbek* sont communes à la parcelle n°1 et l'arboretum (1%). Enfin, les 3 espèces communes à la parcelle n°2 et l'arboretum sont *Adansonia madagascariensis*, *Adansonia madagascariensis subsp. Boeniensis* et *Vitex trifolia* (2%).

Par ailleurs, concernant les 83 espèces identifiées spécifiquement à la parcelle n°1, nous avons dénombré 806 individus, soient 55,36% de l'effectif total de 1.456. La parcelle n°2 elle, recense 38 individus confondus (2,61%). Quant à l'arboretum, nous y avons repertorié 26 individus (1,79%).

Les individus communs à la parcelle n°1 et n°2 s'élèvent à 521 (35,78%), lorsque ceux communs à la parcelle n°1 et l'arboretum sont au nombre de 4 (0,27%). Enfin, les individus communs à la parcelle n°2 et l'arboretum se chiffrent à 13 (0,89%), tandis ceux communs aux trois parcelles s'élèvent à 48 (3,30%).

Le tableau n°11 suivant donne la liste floristique exhaustive des collections vivantes du JBER de l'Université de Mahajanga.

Tableau 11. Liste floristique dans les 3 parcelles du JBER

Famille	Genre et Espèce	Nombre d'individus	Statut UICN	Origine	Nom commun ou vernaculaire	Localisation au jardin			
						P1	P2	Arb.	Tot.
ACANTHACEAE	<i>Thunbergia erecta</i>	3	NE	Afrique de l'Ouest	Thunbergie érigée	+	-	-	1
AMARANTHACEAE	<i>Celosia argentea</i> var. <i>cristata</i>	2	LC	Afrique tropicale	Sanganakoholahy	+	-	-	1
AMARYLLIDACEAE	<i>Allium cepa</i>	4	NE	Asie centrale	Tongolo be	-	+	-	1
ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	1	DD	Sous-continent indien	Manga	+	-	-	1
	<i>Spondias dulcis</i>	2	NE	Mélanésie	Sakoa	+	-	-	1
ANNONACEAE	<i>Annona reticulata</i>	1	LC	Amérique tropicale	Hobohobo	-	+	-	1
	<i>Annona squamosa</i>	2	LC	Amérique tropicale	Konokono	+	-	-	1
	<i>Cananga odorata</i>	1	LC	Indonésie	Ylang-ylang	+	-	-	1
APOCYNACEAE	<i>Adenium obesum</i>	36	NE	Afrique de l'Est	Rose du desert	+	+	-	2
	<i>Catharanthus roseus</i>	65	NE	Madagascar	Rajoma	+	+	-	2
	<i>Leptadenia madagascariensis</i>	2	NE	Madagascar	Mojoy	+	-	-	1
	<i>Pachypodium densiflorum</i>	3	NE	Madagascar	Salotra	+	-	-	1
	<i>Pachypodium rosulatum</i>	5	NE	Madagascar	Bokalahy	+	-	-	1
	<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	30	LC	Madagascar	Bontaka	+	+	-	2
	<i>Plumeria alba</i>	4	LC	Caraïbes	Frangipanier blanc	+	-	-	1
	<i>Tabernaemontana coffeoides</i>	1	LC	Madagascar, Comores et Mayotte	Fanamamozono	+	-	-	1
ARACEAE	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	1	NE	Asie du Sud-Est	Saombia	-	+	-	1
	<i>Caladium bicolor</i>	1	NE	Brésil	Songe fleur	+	-	-	1
	<i>Colocasia esculenta</i>	1	LC	Asie du Sud-Est	Saonjo	+	-	-	1
	<i>Zamioculcas zamiifolia</i>	1	NE	Afrique de l'Est	Plante ZZ	+	-	-	1
ARECACEAE	<i>Archontophoenix alexandrae</i>	3	LC	Australie	Palmier royal d'Australie	+	+	-	2
	<i>Bismarckia nobilis</i>	2	LC	Madagascar	Satra	+	-	-	1
	<i>Cocos nucifera</i>	4	NE	Mélanésie	Voanio	+	-	-	1
	<i>Dyopsis decaryi</i>	3	VU	Madagascar	Lafa	+	-	-	1
	<i>Dyopsis lutescens</i>	31	NT	Madagascar	Kindro	+	+	-	2
	<i>Dyopsis madagascariensis</i>	7	LC	Madagascar	Herihery	+	-	-	1

Tableau 11. (Suite) Liste floristique dans les 3 parcelles du JBER

Famille	Genre et Espèce	Nombre d'individus	Statut UICN	Origine	Nom vernaculaire	Localisation au jardin			
						P1	P2	Arb.	Tot.
ARECACEAE	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	17	CR	Maurice	Palmier bouteille	+	-	-	1
	<i>Phoenix dactylifera</i>	7	NE	Asie occidentale	Phénix dattier	+	-	-	1
	<i>Tahina spectabilis</i>	65	CR	Madagascar	Tahina	+	+	-	2
ASPARAGACEAE	<i>Agave sisalana</i>	2	NE	Mexique	Taretra	+	-	-	1
	<i>Chlorophytum comosum</i>	5	NE	Afrique	Phalangère	+	-	-	1
	<i>Dracaena fragrans</i>	14	LC	Afrique tropicale	Dracéna odorant	+	-	-	1
	<i>Sansevieria cylindrica</i>	86	NE	Afrique centrale	Plante serpent	+	-	-	1
	<i>Sansevieria trifasciata</i>	5	NE	Afrique centrale	Sodifafagnavazaha	+	-	-	1
ASPHODELACEAE	<i>Aloe capitata</i>	17	LC	Madagascar	Sahondra	+	-	-	1
	<i>Aloe macroclada</i>	14	LC	Madagascar	Lahim-bahona	+	+	-	2
	<i>Aloe lateritia</i>	8	LC	Afrique de l'Est	Aloès	+	-	-	1
	<i>Aloe vera</i>	34	NE	Afrique tropicale	Vahona	+	+	-	2
BIGNONIACEAE	<i>Stereospermum euphorioides</i>	26	LC	Madagascar	Mangarahara	+	+	+	3
BROMELIACEAE	<i>Ananas comosus</i>	5	NE	Amérique du Sud	Mananasy	+	-	-	1
BURSERACEAE	<i>Commiphora guillauminii</i>	1	VU	Madagascar	Arofy vaventy ravina	+	-	-	1
	<i>Commiphora pervilleana</i>	3	LC	Madagascar	Mahatambelona	+	+	-	2
	<i>Commiphora pterocarpa</i>	1	VU	Madagascar	Daromaitso	+	-	-	1
CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	2	LC	Amérique tropicale	Raketa	+	-	-	1
CANELLACEAE	<i>Cinnamosma fragrans</i>	21	LC	Madagascar	Mandravasarotra	+	+	-	2
CANNACEAE	<i>Canna indica</i>	6	NE	Amérique tropicale	Ambaradeda	+	-	-	1
CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	19	DD	Amérique tropicale	Mapaza	+	-	-	1
COMBRETACEAE	<i>Terminalia mantaly</i>	73	LC	Madagascar	Mantalia	+	+	-	2
COMMELINACEAE	<i>Tradescantia spathacea</i>	46	NE	Amérique tropicale	Rhoéo	+	-	-	1
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea</i>	4	NE	Amérique tropicale	Grand liseron	+	-	-	1
COSTACEAE	<i>Hellenia speciosa</i>	50	LC	Asie du Sud-Est	Canne d'eau	+	-	-	1

Tableau 11. (Suite) Liste floristique dans les 3 parcelles du JBER

Famille	Genre et Espèce	Nombre d'individus	Statut UICN	Origine	Nom vernaculaire	Localisation au jardin			
						P1	P2	Arb.	Tot.
CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe beharensis</i>	1	VU	Madagascar	Mongy	-	+	-	1
	<i>Kalanchoe delagoensis</i>	5	NE	Madagascar	Tombokakanga	-	+	-	1
	<i>Kalanchoe pinnata</i>	2	NE	Madagascar	Sodifafana	-	+	-	1
CYPERACEAE	<i>Cyperus involucratus</i>	2	NE	Océan indien	Zozoro	+	-	-	1
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea alata</i>	1	NE	Asie du Sud-Est	Ovy	+	-	-	1
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha hispida</i>	7	NE	Asie du Sud-Est	Queue de chat	+	-	-	1
	<i>Codiaeum variegatum</i>	9	LC	Asie du Sud-Est	Croton	+	-	-	1
	<i>Euphorbia geroldii</i>	17	CR	Madagascar	Songosongo	+	-	-	1
	<i>Euphorbia Lactea</i>	11	NE	Asie du Sud-Est	Euphorbe lactée	+	-	-	1
	<i>Euphorbia viguieri</i>	1	NE	Madagascar	Euphorbe de Viguier	+	-	-	1
	<i>Hura crepitens</i>	2	NE	Amérique tropicale	Hazomboay	+	-	-	1
	<i>Ricinus communis</i>	6	NE	Pantropical	Kinana	+	-	-	1
	<i>Sclerocroton melanostictus</i>	2	LC	Madagascar	Taimpapango	-	-	+	1
FABACEAE	<i>Abrus precatorius</i>	6	NE	Madagascar	Voamaintilany	+	-	-	1
	<i>Acacia mangium</i>	8	LC	Australie	Kasiafotsiravina	+	+	-	2
	<i>Albizia lebbeck</i>	2	LC	Asie du Sud-Est	Bonara	+	-	+	2
	<i>Chadsia salicina</i>	3	LC	Madagascar	Fagnamo, Chadsia	+	-	-	1
	<i>Dalbergia chlorocarpa</i>	3	VU	Madagascar	Manary	-	+	-	1
	<i>Dalbergia trichocarpa</i>	3	LC	Madagascar	Voamboana	-	-	+	1
	<i>Delonix regia</i>	15	LC	Madagascar	Bonarala	+	+	+	3
	<i>Dupuya madagascariensis</i>	1	LC	Madagascar	Harakaraka	+	-	-	1
	<i>Ebenopsis ebano</i>	2	LC	Amérique du Nord	Texas ebony	-	-	+	1
	<i>Entada polystachya</i>	2	LC	Amérique tropicale	Liane à agoutis	-	-	+	1
	<i>Gliricidia sepium</i>	34	LC	Amérique tropicale	Gliricidie des haies	+	-	-	1
	<i>Guilandina bonduc</i>	15	LC	Pantropical	Katra	+	+	-	2
	<i>Hymenaea verrucosa</i>	2	NE	Afrique de l'Est	Amalomanta	-	-	+	1
	<i>Mimosa pudica</i>	50	LC	Amérique tropicale	Amboafotsikely	+	-	-	1

Tableau 11. (Suite) Liste floristique dans les 3 parcelles du JBER

Famille	Genre et Espèce	Nombre d'individus	Statut UICN	Origine	Nom vernaculaire	Localisation au jardin			
						P1	P2	Arb.	Tot.
FABACEAE	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	10	NE	Asie du Sud-Est	Flamboyant jaune	+	-	-	1
	<i>Tamarindus indica</i>	7	LC	Afrique	Madiro	+	+	+	3
LAMIACEAE	<i>Ocimum gratissimum</i>	5	NE	Asie du Sud-Est	Romba	+	-	-	1
	<i>Tectona grandis</i>	4	EN	Asie du Sud-Est	Karatsaka	-	-	+	1
	<i>Vitex trifolia</i>	5	LC	Pantropical	Mananerabe	-	+	+	2
LAURACEAE	<i>Ravensara aromatica</i>	9	NE	Madagascar	Ravintsara	+	+	-	2
MALVACEAE	<i>Adansonia digitata</i>	12	NE	Afrique	Boy be	+	+	-	2
	<i>Adansonia grandidieri</i>	2	EN	Madagascar	Renala	+	-	+	2
	<i>Adansonia madagascariensis</i>	4	NT	Madagascar	Bozy	-	+	+	2
	<i>Adansonia madagascariensis subsp. Boeniensis</i>	4	NT	Madagascar	Adansonia boeniensis	-	+	+	2
	<i>Adansonia rubrostipa</i>	6	LC	Madagascar	Fony	+	-	-	1
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1	NE	Asie du Sud-Est	Halampo	+	-	-	1
	<i>Hildegardia erythrosiphon</i>	12	LC	Madagascar	Aboringa	+	-	-	1
MELIACEAE	<i>Azadirachta indica</i>	1	LC	Sous-continent indien	Voandelaka	-	+	-	1
	<i>Khaya madagascariensis</i>	5	VU	Madagascar	Kaia	+	+	-	2
	<i>Khaya senegalensis</i>	9	VU	Afrique de l'Ouest	Acajou du Sénégal	-	-	+	1
MORINGACEAE	<i>Moringa oleifera</i>	1	LC	Sous-continent indien	Felimirongo	+	-	-	1
MUSACEAE	<i>Musa paradisiaca</i>	2	NE	Asie du Sud-Est	Kida	+	-	-	1
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus citriodora</i>	11	LC	Australie	Kininina oliva	-	+	-	1
	<i>Eucalyptus globulus</i>	3	LC	Australie	Biligoma	-	+	-	1
	<i>Eucalyptus robusta</i>	1	NT	Australie	Kininina mena	+	-	-	1
NEPHROLEPIDACEAE	<i>Nephrolepis biserrata</i>	1	NE	Pantropical	Ampanga	-	+	-	1
NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	12	NE	Brésil	Laingo	+	-	-	1
OLEACEAE	<i>Noronhia emarginata</i>	1	LC	Madagascar	Laitrahazo	+	-	-	1

Tableau 11. (Suite) Liste floristique dans les 3 parcelles du JBER

Famille	Genre et Espèce	Nombre d'individus	Statut UICN	Origine	Nom vernaculaire	Localisation au jardin			
						P1	P2	Arb.	Tot.
ORCHIDACEAE	<i>Vanilla madagascariensis</i>	4	NE	Madagascar	Amalo	+	-	-	1
	<i>Vanilla planifolia</i>	4	EN	Amérique tropicale	Lavanilina	+	-	-	1
PANDANACEAE	<i>Pandanus concretus</i>	19	LC	Madagascar	Vakoa	+	-	-	1
PASSIFLORACEAE	<i>Adenia firingalavensis</i>	1	NE	Madagascar	Lokaranga	+	-	-	1
	<i>Adenia olaboensis</i>	1	NE	Madagascar	Vahisasety	+	-	-	1
	<i>Turnera ulmifolia</i>	17	LC	Amérique tropicale	Turnera à feuilles d'orme	+	+	-	2
PEDALIACEAE	<i>Uncarina grandidieri</i>	4	NE	Madagascar	Farehitra	+	+	-	2
PHYLLANTACEAE	<i>Antidesma madagascariense</i>	1	LC	Océan indien	Taindalitra	+	-	-	1
PIPERACEAE	<i>Piper nigrum</i>	2	NE	Sous-continent indien	Dipoavatra	+	-	-	1
POACEAE	<i>Bambusa multiplex</i>	1	NE	Asie du Sud-Est	Bambou, petit bambou	+	-	-	1
	<i>Cymbopogon citratus</i>	30	NE	Sous-continent indien	Veromanitra	+	-	-	1
	<i>Phragmites mauritanus</i>	1	LC	Afrique	Bararata	+	-	-	1
PORTULACACEAE	<i>Portulaca umbraticola</i>	10	NE	Amérique tropicale	Pourprier	+	-	-	1
RHAMNACEAE	<i>Ziziphus mauritiana</i>	10	LC	Asie du Sud-Est	Mokonazy	+	-	-	1
ROSACEAE	<i>Rosa gallica</i>	5	NE	Hémisphère nord	Raozy	+	-	-	1
RUBIACEAE	<i>Breonadia salicina</i>	6	LC	Afrique	Sohihy	+	-	-	1
	<i>Coptosperma madagascariense</i>	39	VU	Madagascar	Masonjoany	+	+	-	2
	<i>Ixora javanica</i>	1	LC	Asie du Sud-Est	Ixora orange	+	-	-	1
	<i>Ixora lutea</i>	70	NE	Asie du Sud-Est	Ixora jaune	+	-	-	1
	<i>Ixora coccinea</i>	2	NE	Asie du Sud-Est	Ixora rouge	+	-	-	1
	<i>Morinda citrifolia</i>	11	NE	Asie du Sud-Est	Non	+	-	-	1
	<i>Mussaenda philippica</i>	2	LC	Philippines	Donna Aurora	+	-	-	1
	<i>Paracarphalea pervilleana</i>	28	LC	Madagascar	Hazomenavony	+	+	-	2
RUTACEAE	<i>Cedrelopsis grevei</i>	2	LC	Madagascar	Katrafay	+	+	-	2
	<i>Citrus aurantiifolia</i>	4	NE	Asie du Sud-Est	Voasary maintso	+	+	-	2
	<i>Citrus limon</i>	3	NE	Asie du Sud-Est	Voasary makirana	+	+	-	2
	<i>Citrus sinensis</i>	4	NE	Asie du Sud-Est	Voasary	-	+	-	1

Tableau 11. (Suite et fin) Liste floristique dans les 3 parcelles du JBER

Famille	Genre et Espèce	Nombre d'individus	Statut UICN	Origine	Nom vernaculaire	Localisation au jardin			
						P1	P2	Arb.	Tot.
SAPINDACEAE	<i>Deinbollia pervillei</i>	1	LC	Madagascar	Dovy	-	-	+	1
SPHAEROSEPALACEAE	<i>Rhopalocarpus similis</i>	1	LC	Madagascar	Hazondringitra	-	-	+	1
STRELITZIACEAE	<i>Ravenala madagascariensis</i>	12	LC	Madagascar	Ravinala	+	-	-	1
TYPHACEAE	<i>Typha angustifolia</i>	8	LC	Hémisphère nord	Vondrona	+	-	-	1
VITACEAE	<i>Cissus quadrangularis</i>	30	NE	Pantropical	Kitohitohy	+	-	-	1
ZINGIBERACEAE	<i>Curcuma longa</i>	1	DD	Sous-continent indien	Tamotamo	-	+	-	1
	<i>Zingiber officinale</i>	34	DD	Sous-continent indien	Sakaitany	+	-	-	1
TOTAL GENERAL		1.456				111	42	17	170

Légendes du tableau :

P1 : Parcelle n°1

P2 : Parcelle n°2

Arb. : Arboretum

Tot. : Total

NE : Non évalué

DD : Données insuffisantes

LC : Préoccupation mineure

QT : Quasi menacé

VU : Vulnérable

EN : En danger

CR : En danger critique

III.1.1. Statut de conservation des espèces

La répartition des 136 espèces parmi les 7 critères de conservation de l'IUCN relevés suite aux travaux d'inventaire est présentée dans la figure n°16 suivante :

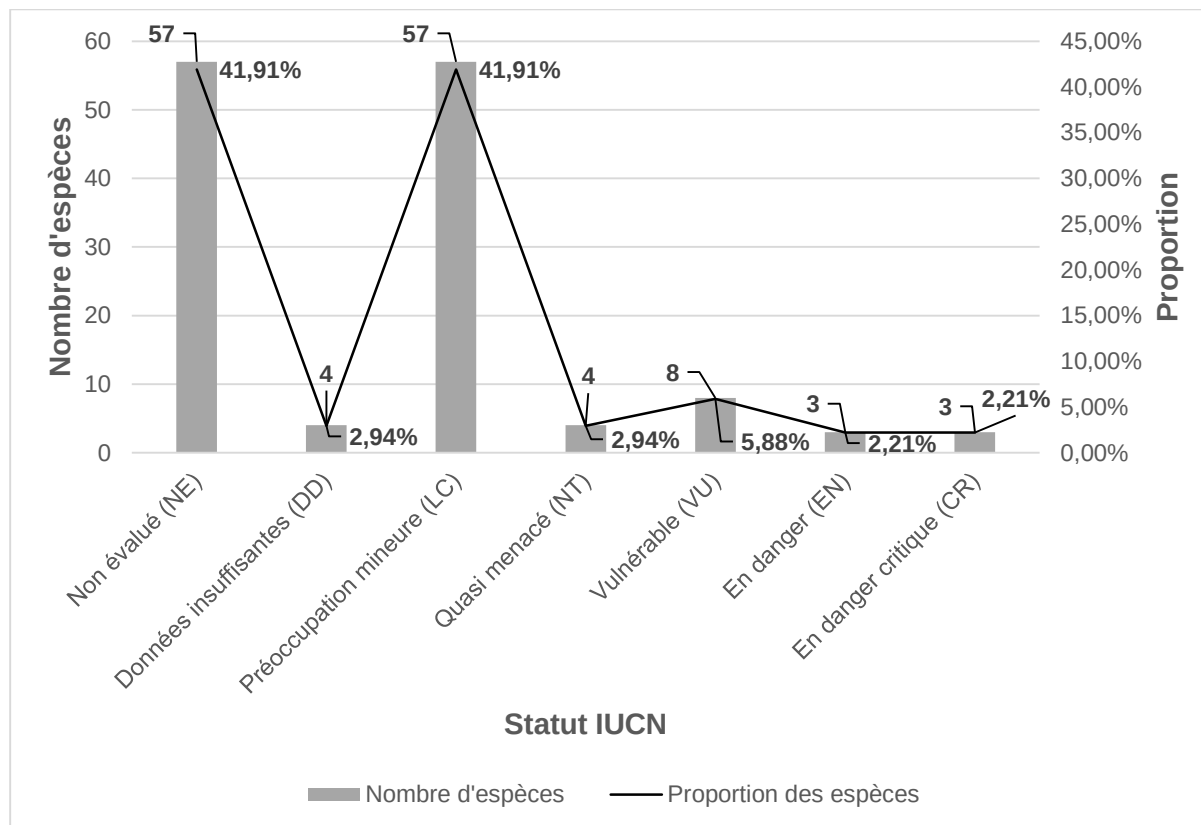


Figure 16. Représentation graphique de la répartition des espèces par statut IUCN

Du précédent graphique, il ressort que les espèces dont les statuts IUCN sont non évalués (NE) et en préoccupation mineure (LC) sont respectivement au nombre 57 pour une proportion de 41,97%. Les espèces rentrant dans les statuts données insuffisantes (DD) et quasi menacé (NT) sont chacun en ce qui les concerne au nombre de 4, soit 2,94% pour chaque statut IUCN. En outre, 8 espèces sont classées dans le statut vulnérable (VU). Enfin, 3 espèces sont en danger (EN) et 3 autres en danger critique (CR), en d'autres termes 2,21% respectivement.

Les espèces évaluées comprennent celles identifiées dans les catégories DD, LC, NT, VU, EN et CR. Celles qui présentent un risque d'extinction se retrouvent dans les catégories LC, NT, VU, EN et CR. Enfin les espèces menacées comprennent les catégories VU, EN et CR. Le tableau n°12 nous informe sur la proportion des espèces suivant ces trois critères.

Tableau 12. Proportion des espèces évaluées, présentant un risque d'extinction et menacées

Statut IUCN	NE	DD	LC	NT	VU	EN	CR	TOTAL
Nombre d'espèces	57	4	57	4	8	3	3	136
Proportion	41,91%	2,94%	41,91%	2,94%	5,88%	2,21%	2,21%	100%
Répartition	Évalué							58,09%
	Risque d'extinction							55,15%
	Menacé							10,30%

III.1.2. Endémisme et ethnobotanique

Le JBER comprend des espèces floristiques endémiques ou non. Les espèces endémiques sont les plus riches avec une proportion de 36,03%, viennent ensuite les espèces originaires de l'Asie du Sud-Est (17,65%). La description de l'origine de ces 136 espèces est donnée dans le tableau n°13 ci-dessous.

Tableau 13. Répartition des espèces par origine géographique

ORIGINE	NOMBRE D'ESPECES	PROPORTION
Afrique	5	3,68%
Afrique centrale	2	1,47%
Afrique de l'Est	4	2,94%
Afrique de l'Ouest	2	1,47%
Afrique tropicale	3	2,21%
Amérique du Nord	1	0,74%
Amérique du Sud	3	2,21%
Amérique tropicale	16	11,76%
Asie centrale	1	0,74%
Asie du Sud-Est	24	17,65%
Asie occidentale	1	0,74%
Australie	5	3,68%
Hémisphère nord	2	1,47%
Madagascar	49	36,03%
Mélanésie	2	1,47%
Océan indien	4	2,94%
Pantropical	5	3,68%
Sous-continent indien	7	5,15%
TOTAL	136	100,00%

En outre, en considérant uniquement le critère de l'endémisme insulaire (national) pour les espèces et les individus présents au JBER, la répartition nous est donnée dans le tableau n°14 suivant :

Tableau 14. Répartition des espèces suivant l'endémicité

ORIGINE	ESPECES		INDIVIDUS	
	Nombre	%	Nombre	%
Endémique (Madagascar)	49	36,03%	583	40,04%
Non endémique	87	63,97%	873	59,96%
TOTAL	136	100%	1456	100,00%

III.1.3. Proportion des espèces selon leurs valeurs

Par ailleurs, la bibliographie nous a fourni des informations sur l'utilisation par la population générale des espèces inventoriées. Celle-ci est répartie en 9 principales catégories : culturelle, médicinale, construction, horticole, alimentation humaine, alimentation animale, outillage, cosmétique et combustible (annexe XII). Le tableau n°15 nous renseigne sur la ventilation des utilisations avec un total de 239 citations pour les 136 espèces.

Tableau 15. Répartition de l'utilisation des espèces par catégories de citations

UTILISATION	NOMBRE DE CITATION	PROPORTION
Culturelle	15	6,28%
Médicinale	68	28,45%
Construction	21	8,79%
Horticole	64	26,78%
Alimentation humaine	32	13,39%
Alimentation animale	6	2,51%
Outillage	17	7,11%
Cosmétique	5	2,09%
Combustible	11	4,60%
TOTAL	239	100,00%

III.1.4. Types de collections

Le tableau n°16 donne un résumé du résultat de l'évaluation des 136 collections. Pour certaines collections représentatives, une fiche de collection est présentée de manière détaillée en annexe XIII.

Tableau 16. Résumé de l'évaluation des 136 espèces

	Nombre d'individus	Patrimoine	Conservation	Science	Education	Somme des 4 axes	Coût
Valeur minimale	1	2	1	3	3	10	1
Valeur maximale	86	5	5	5	5	18	4
Moyenne	10,71	3,47	1,75	4,09	4,11	13,42	1,54

Trois catégories taxonomiques des collections ont été retenues suivant une classification basée sur la somme des 4 axes retenus (patrimoine, conservation, science et éducation) pour chaque espèce. Aussi, nous avons identifié :

- 14 collections prioritaires ;
- 78 collections importantes ;
- 44 collections secondaires.

La liste complète des collections répartie par catégorie taxonomique est figurée dans les tableaux n°17, 18 et 19 ci-après.

Tableau 17. Liste floristique des collections prioritaires

Collection	Somme des 4 axes
<i>Coptosperma madagascariense</i>	18
<i>Tahina spectabilis</i>	18
<i>Vanilla planifolia</i>	18
<i>Adansonia grandidieri</i>	17
<i>Cedrelopsis grevei</i>	17
<i>Commiphora guillauminii</i>	17
<i>Dalbergia chlorocarpa</i>	17
<i>Ravenala madagascariensis</i>	17
<i>Adansonia madagascariensis subsp. Boeniensis</i>	16
<i>Cananga odorata</i>	16
<i>Cinnamosma fragrans</i>	16
<i>Dalbergia trichocarpa</i>	16
<i>Delonix regia</i>	16
<i>Ravensara aromatica</i>	16

Tableau 18. Liste floristique des collections importantes

Collection	Somme des 4 axes	Collection	Somme des 4 axes
<i>Adansonia madagascariensis</i>	15	<i>Breonadia salicina</i>	14
<i>Aloe capitata</i>	15	<i>Curcuma longa</i>	14
<i>Aloe lateritia</i>	15	<i>Eucalyptus citriodora</i>	14
<i>Aloe vera</i>	15	<i>Eucalyptus globulus</i>	14
<i>Carica papaya</i>	15	<i>Hymenaea verrucosa</i>	14
<i>Catharanthus roseus</i>	15	<i>Kalanchoe pinnata</i>	14
<i>Chadsia salicina</i>	15	<i>Khaya senegalensis</i>	14
<i>Commiphora pervilleana</i>	15	<i>Mimosa pudica</i>	14
<i>Commiphora pterocarpa</i>	15	<i>Morinda citrifolia</i>	14
<i>Dioscorea alata</i>	15	<i>Moringa oleifera</i>	14
<i>Dupuya madagascariensis</i>	15	<i>Phragmites mauritianus</i>	14
<i>Dypsis madagascariensis</i>	15	<i>Stereospermum euphorioides</i>	14
<i>Eucalyptus robusta</i>	15	<i>Tabernaemontana coffeoides</i>	14
<i>Euphorbia geroldii</i>	15	<i>Terminalia mantaly</i>	14
<i>Guilandina bonduc</i>	15	<i>Typha angustifolia</i>	14
<i>Hildegardia erythrosiphon</i>	15	<i>Vitex trifolia</i>	14
<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	15	<i>Zingiber officinale</i>	14
<i>Kalanchoe beharensis</i>	15	<i>Ziziphus mauritiana</i>	14
<i>Khaya madagascariensis</i>	15	<i>Adansonia digitata</i>	13
<i>Ocimum gratissimum</i>	15	<i>Adansonia rubrostipa</i>	13
<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	15	<i>Adenia olaboensis</i>	13
<i>Paracarpalea pervilleana</i>	15	<i>Agave sisalana</i>	13
<i>Tamarindus indica</i>	15	<i>Allium cepa</i>	13
<i>Tectona grandis</i>	15	<i>Ananas comosus</i>	13
<i>Abrus precatorius</i>	14	<i>Cissus quadrangularis</i>	13
<i>Acacia mangium</i>	14	<i>Citrus aurantiifolia</i>	13
<i>Albizia lebbek</i>	14	<i>Citrus limon</i>	13
<i>Aloe macroclada</i>	14	<i>Cocos nucifera</i>	13
<i>Antidesma madagascariense</i>	14	<i>Colocasia esculenta</i>	13
<i>Azadirachta indica</i>	14	<i>Cymbopogon citratus</i>	13
<i>Bismarckia nobilis</i>	14	<i>Deinbollia pervillei</i>	13
<i>Dypsis decaryi</i>	13	<i>Pandanus concretus</i>	13

Tableau 18. (Suite et fin) Liste floristique des collections importantes

Collection	Somme des 4 axes	Collection	Somme des 4 axes
<i>Dyopsis lutescens</i>	13	<i>Phoenix dactylifera</i>	13
<i>Ebenopsis ebano</i>	13	<i>Piper nigrum</i>	13
<i>Kalanchoe delagoensis</i>	13	<i>Ricinus communis</i>	13
<i>Leptadenia madagascariensis</i>	13	<i>Sansevieria trifasciata</i>	13
<i>Mangifera indica</i>	13	<i>Sclerocroton melanostictus</i>	13
<i>Musa paradisiaca</i>	13	<i>Uncarina grandidieri</i>	13
<i>Noronhia emarginata</i>	13	<i>Vanilla madagascariensis</i>	13

Tableau 19. Liste floristique des collections secondaires

Collection	Somme des 4 axes	Collection	Somme des 4 axes
<i>Annona reticulata</i>	12	<i>Spondias dulcis</i>	12
<i>Annona squamosa</i>	12	<i>Turnera ulmifolia</i>	12
<i>Archontophoenix alexandrae</i>	12	<i>Acalypha hispida</i>	11
<i>Canna indica</i>	12	<i>Adenia firingalavensis</i>	11
<i>Celosia argentea var. cristata</i>	12	<i>Adenium obesum</i>	11
<i>Citrus sinensis</i>	12	<i>Bambusa multiplex</i>	11
<i>Codiaeum variegatum</i>	12	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	11
<i>Dracaena fragrans</i>	12	<i>Caladium bicolor</i>	11
<i>Entada polystachya</i>	12	<i>Chlorophytum comosum</i>	11
<i>Gliricidia sepium</i>	12	<i>Cyperus involucratus</i>	11
<i>Hellenia speciosa</i>	12	<i>Euphorbia Lactea</i>	11
<i>Ixora javanica</i>	12	<i>Euphorbia viguieri</i>	11
<i>Mussaenda philippica</i>	12	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	11
<i>Nephrolepis biserrata</i>	12	<i>Hura crepitans</i>	11
<i>Opuntia stricta</i>	12	<i>Ipomoea carnea</i>	11
<i>Peltophorum pterocarpum</i>	12	<i>Ixora lutea</i>	11
<i>Plumeria alba</i>	12	<i>Ixora coccinea</i>	11
<i>Rhopalocarpus similis</i>	12	<i>Pachypodium densiflorum</i>	11
<i>Pachypodium rosulatum</i>	11	<i>Thunbergia erecta</i>	11
<i>Portulaca umbraticola</i>	11	<i>Tradescantia spathacea</i>	11
<i>Rosa gallica</i>	11	<i>Zamioculcas zamiifolia</i>	11
<i>Sansevieria cylindrica</i>	11	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	10

Les collections prioritaires sont celles pour lesquelles le JBER a une forte responsabilité, tant au niveau national qu'international. Ces collections doivent non seulement être maintenues, mais leur qualité et leur valeur à l'avenir doivent aussi être augmentées.

Les collections importantes seront maintenues avec un standard élevé de qualité, mais ne seront pas nécessairement augmentées.

Les collections secondaires seront maintenues en l'état sans perspectives de développement, sauf opportunité exceptionnelle.

III.2. Diversité et analyse

III.2.1. Abondance des collections vivantes

Les 5 espèces les plus abondantes dans les collections vivantes du JBER sont *Sansevieria cylindrica*, *Terminalia mantaly*, *Ixora lutea*, *Tahina spectabilis* et *Catharanthus roseus*. Afin de mieux illustrer l'abondance relative (p_i), seules les collections les plus importantes ($p_i \geq 1$) ont été retenues dans la figure n°17 ci-après.

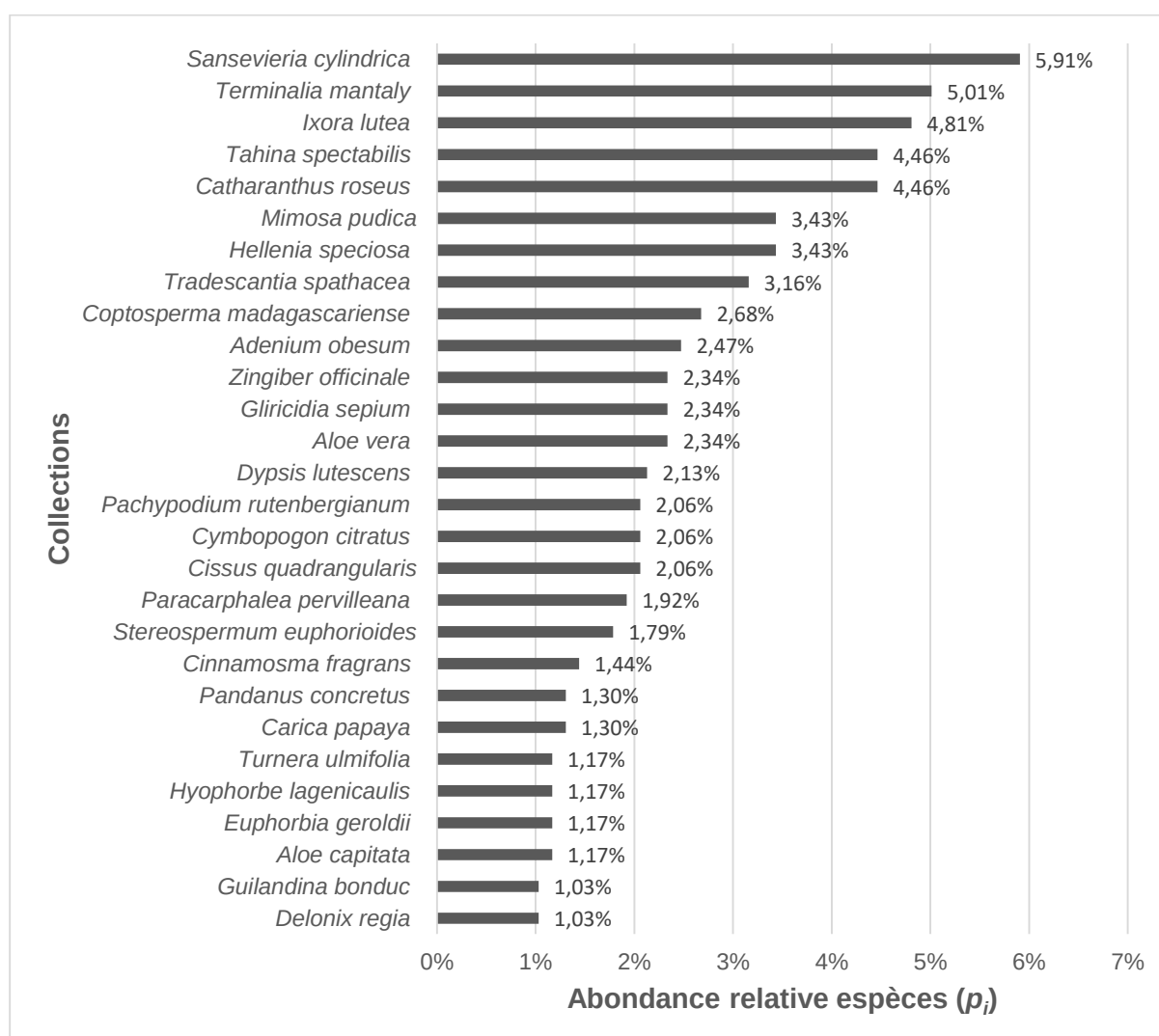


Figure 17. Abondance relative des collections pour $p_i \geq 1$

III.2.2. Diversité spécifique du JBER

Ayant une richesse spécifique $S = 136$, la diversité spécifique des collections du JBER caractérisée par l'indice de Shannon-Wiener, l'indice de Pielou et l'indice de Simpson sont données dans le tableau n°20.

Tableau 20. Diversité spécifique du JBER

Indice de diversité spécifique	Indice	$H_{\max}$
Shannon-Wiener (H)	4,17	4,91
Pielou (J)	84,85%	
Simpson (D)	2,38%	

III.2.3. Relation entre type de collection et endémicité/statut de l'espèce

Dans le cadre du test du Khi-carré, les trois variables catégorielles sont interprétées de la manière suivante :

- Pour la variable type de collection, la valeur 1 correspond aux collections secondaires ; 2 aux collections importantes et 3 aux collections prioritaires.
- Pour la variable endémicité : 0 pour les espèces endémiques et 1 pour les collections non endémiques.
- Pour la variable Statut IUCN : 0 pour les collections ne présentant pas de risque d'extinction (NE et DD) et 1 pour les collections risquées (LC, NT, VU, EN et CR).

Les regroupements des variables se présentent sous forme de tableau de contingence d'une part, dans le tableau n°21 représentant la relation entre le type de collection et l'endémicité ; et d'autre part, dans le tableau n°22 se rapportant à la relation entre le type de collection et la le statut IUCN.

Tableau 21. Tableau de contingence Type/Endémicité

Type/Endémicité	0	1	Total
1	5	39	44
2	32	46	78
3	12	2	14
Total	49	87	136

Il en ressort que 12 collections prioritaires sont endémiques de Madagascar contre 2 uniquement étant non endémiques ; 32 collections importantes sont endémiques contre 46 qui ne le sont pas et, 5 collections secondaires étant endémiques pour 39 non endémiques.

Compte tenu de la présence de petits effectifs dans certaines cellules, le test exact de Fisher a visé à déterminer une éventuelle association entre notre variable dépendante (type de collection) et nos variables indépendantes (endémicité et statut IUCN).

Les résultats pour l'association Type/Endémicité ont été les suivants :

Khi ² (Valeur observée)	27,454
Khi ² (Valeur critique)	5,991
DDL	2
p-value	< 0,0001
alpha	0,05

D'une part, nous constatons que le Khi-carré observé est ici supérieur au Khi-carré critique ($27,454 > 5,991$) avec un DDL = 2 ; d'autre part, la p-value ($< 0,0001$) est strictement inférieure au niveau de signification ($\alpha = 0,05$). Il résulte ainsi qu'il existe des preuves suffisantes pour rejeter l'hypothèse nulle H_0 et retenir l'hypothèse alternative H_a .

Tableau 22. Tableau de contingence Type/Statut IUCN

Type/Endémicité	0	1	Total
1	29	15	44
2	31	47	78
3	1	13	14
Total	61	75	136

Ici, les résultats pour l'association Type/Statut IUCN ont été comme suit :

Khi ² (Valeur observée)	16,759
Khi ² (Valeur critique)	5,991
DDL	2
p-value	< 0,0001
alpha	0,05

Dans ce second cas, nous constatons également que le Khi-carré observé est ici supérieur au Khi-carré critique ($16,759 > 5,991$) avec un DDL = 2 ; par ailleurs, la p-value ($< 0,0001$) est strictement inférieure au niveau de signification ($\alpha = 0,05$). A nouveau, il existe des preuves suffisantes pour rejeter l'hypothèse nulle H_0 et retenir l'hypothèse alternative H_a .

Dans le but de conforter ou confronter les résultats du Khi-carré, nous avons procédé au test de corrélation bisérielle (r_b) pour les mêmes variables. Les résultats de l'association Type/Endémicité ont été les suivants :

r_b	0,444
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

La p-value a été calculée en utilisant 10.000 simulations Monte Carlo avec un intervalle de confiance de 99% autour de la p-value ($] 0,000 ; 0,000 [$). Pour cette association, la valeur de $r_b = 0,444$ indique une corrélation bisérielle positive entre une variable continue et une variable dichotomique. La magnitude de r_b (0,444) suggère une corrélation modérée entre les deux variables. La p-value bilatérale est strictement inférieure à 0,0001, ce qui signifie que la corrélation observée est statistiquement significative à un niveau de confiance de 95%. En d'autres termes, il est très peu probable d'obtenir une corrélation de cette magnitude par pur hasard. La valeur de $p < 0,0001$ est bien inférieure au niveau de signification (alpha) de 0,05, ce qui renforce la conclusion que la corrélation n'est pas due au hasard.

Concernant l'association Type/Statut IUCN, les résultats du test de la corrélation bisérielle sont présentés ci-dessous :

r_b	-0,350
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

La p-value a été calculée en utilisant 10.000 simulations Monte Carlo avec un intervalle de confiance de 99% autour de la p-value ($] 0,000 ; 0,000 [$). Ici, la valeur $r_b = -0,350$ indique une corrélation bisérielle négative modérée entre les deux variables. La négativité de la corrélation suggère qu'à mesure que la variable continue augmente, la probabilité d'appartenir à la catégorie 1 de la variable dichotomique diminue de manière modérée. La p-value bilatérale < 0,0001 indique que la corrélation observée est statistiquement significative à un niveau de confiance de 95%. En d'autres termes, il est très peu probable d'obtenir une corrélation de cette magnitude par pur hasard, d'autant plus que la p-value est bien inférieure au niveau de signification (alpha) de 0,05.

Toujours dans le cadre de test d'association/corrélation, les résultats du test de corrélation de Spearman entre les pondérations des répondants aux 5 axes d'évaluation des collections (patrimoine, conservation, science, éducation et coût), ont été produits dans le tableau n°23 ci-après :

Tableau 23. Corrélation de Spearman des 5 axes d'évaluation des collections (ρ)

Variables	Patrimoine	Conservation	Science	Education	Coût
Patrimoine	1	0,231	0,232	0,209	-0,196
Conservation	0,231	1	-0,021	-0,010	-0,124
Science	0,232	-0,021	1	0,611	0,203
Education	0,209	-0,010	0,611	1	0,149
Coût	-0,196	-0,124	0,203	0,149	1

La matrice de corrélation fournie présente les coefficients de corrélation entre cinq variables : Patrimoine, Conservation, Science, Education, et Coût. Les coefficients reflètent la force et la direction des relations entre chaque paire de variables. Des corrélations positives sont observées entre Patrimoine et Science (0,232) ainsi qu'entre Science et Education (0,611) par exemple, indiquant des relations positives modérées. En revanche, des corrélations négatives modérées sont observées entre Patrimoine et Coût (-0,196) et entre Conservation et Coût (-0,124).

III.2.4. Impact des spécimens par espèces sur l'endémicité et le statut

Enfin, la régression quantile entre la variable quantitative (nombre de spécimens par espèce) et la variable qualitative (endémicité), nous a procuré la figure n°18 suivante :

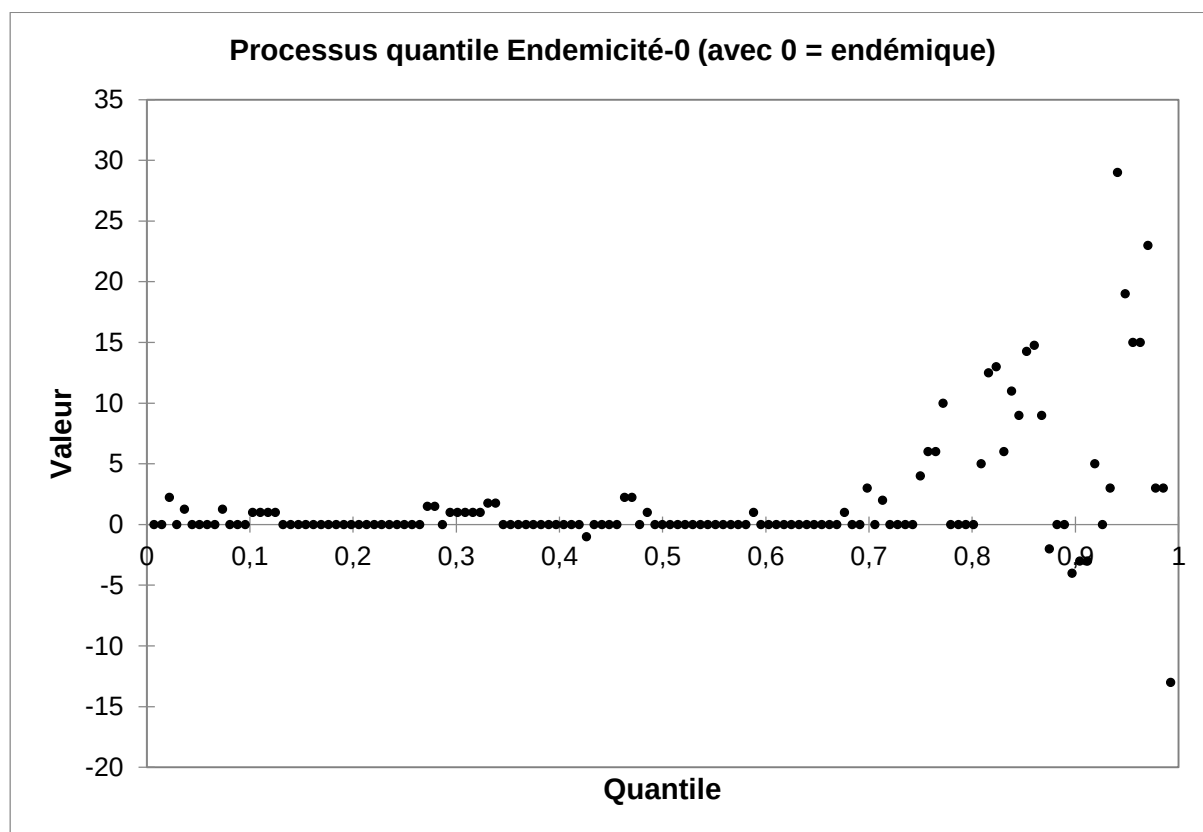


Figure 18. Régression quantile du nombre de spécimens par endémicité

Pour cette analyse, nous avons choisi la modalité 1 (non endémique) comme étant une constante ; la représentation s'est faite sur la base de la modalité 0 (endémique). Les quantiles inférieurs (effectifs les plus bas) se situent en dessous de 0,7 de l'axe des « x » (variable explicative, endémicité). En d'autres termes les quantiles allant de 0 à 0,7, sont considérés comme étant la partie inférieure de la distribution des données en termes de nombre d'individus. Paradoxalement, les quantiles supérieurs se situent au-delà de 0,7 et constituent la partie supérieure de la distribution des données en termes de nombre d'individus.

Quant à la régression quantile entre la variable quantitative (nombre de spécimens par espèce) et la variable qualitative (statut IUCN), les résultats sont présentés dans la figure n°19 suivante :

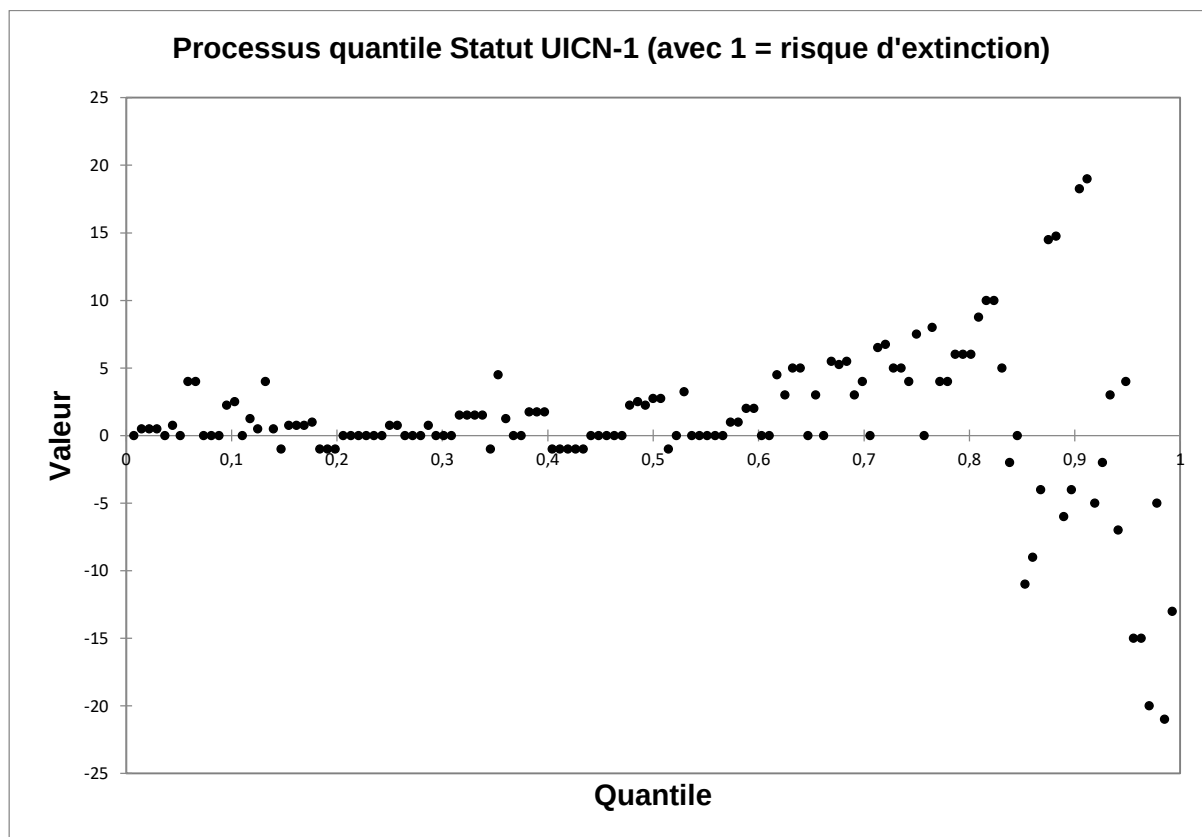


Figure 19. Régression quantile du nombre de spécimens par statut IUCN

Dans ce cas, nous avons choisi la modalité 0 (non risqué) comme constante ; la représentation s'est faite sur la base de la modalité 1 (risque d'extinction). Ici, nous observons trois niveaux de quantiles qui sont les quantiles inférieurs (0 à 0,5) où le nombre d'individus dans la distribution est relativement stable ; les quantiles intermédiaires (0,5 à 0,9) pour lesquels le nombre d'individus augmentent significativement ; et les quantiles supérieurs (0,9 à 1) démontrant une baisse considérable du nombre d'individus. Le détail des percentiles a été fourni en annexe XIV pour les deux régressions quantiles.

III.3. JBER et visiteurs

Les questionnaires relatifs au JBER ont porté sur deux principales thématiques : d'une part la perception générale par les visiteurs (Personnels, étudiants) sur l'existence d'un jardin botanique au sein de l'Université de Mahajanga et d'autre part, le processus de gouvernance existant au sein du JBER.

III.3.1. Perception générale sur le JBER

Deux échantillons de 86 individus chacun ont répondu à notre questionnaire à deux occasions différentes. Le premier échantillon (groupe n°1) a été constitué par le personnel (enseignant et administratif technique) pour lequel les caractéristiques (variables signalétiques) sont fournies dans le tableau n°24 suivant :

Tableau 24. Variables signalétiques du groupe n°1 du questionnaire général

Age/Genre	Homme	Femme	Total
18 - 25 ans	3	0	3
26 - 35 ans	15	25	40
36 - 50 ans	13	17	30
50 ans et plus	7	6	13
Total	38	48	86

Le second échantillon (groupe n°2) quant à lui, est composé uniquement d'étudiants en troisième année de l'Institut Universitaire de Technologie et d'Agronomie de Mahajanga (IUTAM) de l'Université de Mahajanga. Les variables signalétiques de ce second groupe sont fournies dans le tableau n°25 suivant :

Tableau 25. Variables signalétiques du groupe n°2 du questionnaire général

Age/Genre	Homme	Femme	Total
18 - 25 ans	44	39	83
26 - 35 ans	1	2	3
36 - 50 ans	0	0	0
50 ans et plus	0	0	0
Total	45	41	86

Sur une totalité de 172 individus confondus, 86 personnes appartiennent à la tranche d'âge [18 ; 25 ans] soient 50% ; la tranche [26 ; 35 ans] correspond à 43 individus soient 25% ; 30 individus se situent dans la tranche [36 ; 50 ans] soient 17% et 13 individus sont retracés dans la tranche de 50 ans et plus, soient 8% de l'échantillon.

Les modalités ainsi que les fréquences (nombre total de réponses obtenues pour une modalité) sont synthétisés dans les figures n°20 à 25 suivantes, pour chacune des 6 variables actives à l'exclusion de la CSP, à savoir les motivations sur la visite du JBER, la définition d'un jardin botanique, la mission principale du JBER, les acquis de la visite, les externalités potentielles suite à la visite du jardin et le niveau de satisfaction.

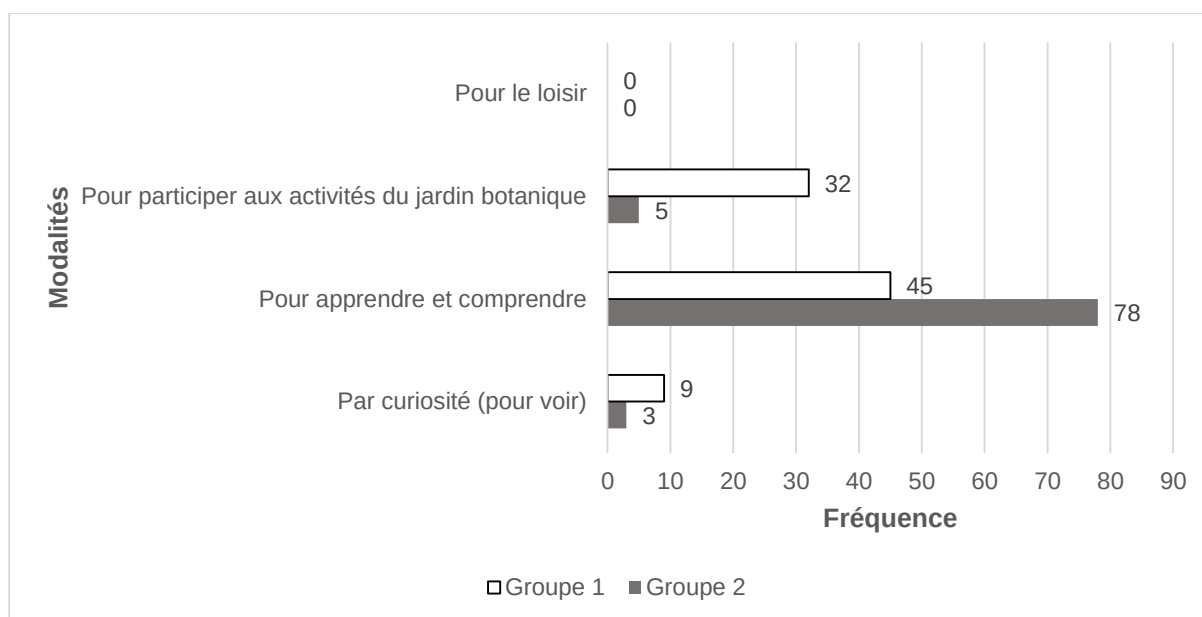


Figure 20. Fréquence et modalités de la thématique « Motivations »

Ici (figure n°20), 62,33% du groupe n°1 et 90,70% du groupe n°2 a choisi la modalité « pour apprendre et comprendre ».

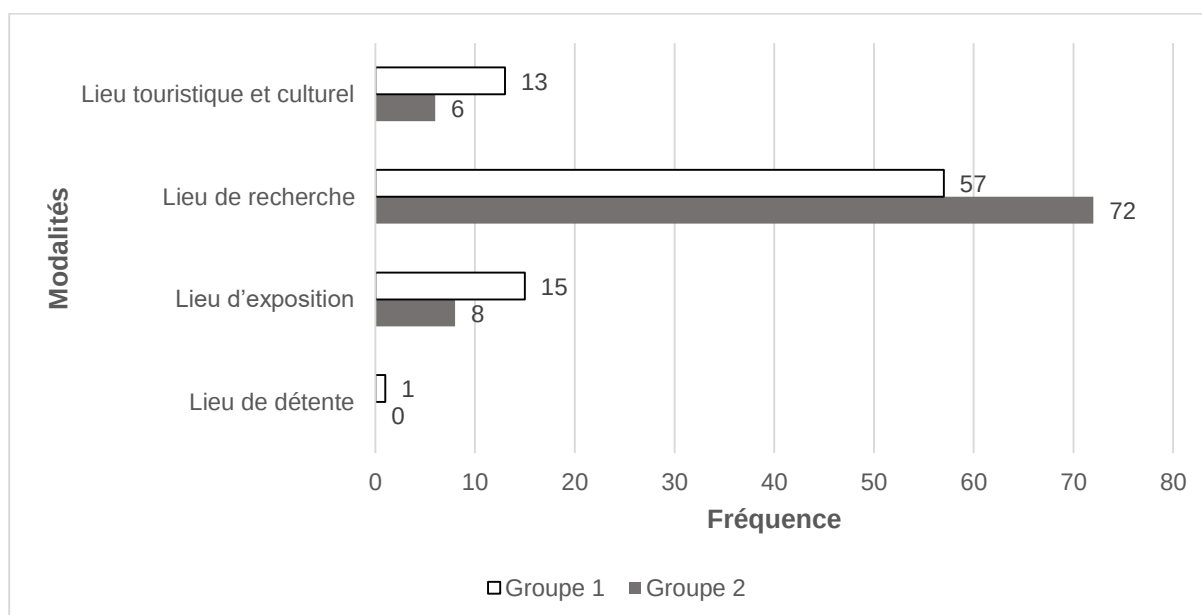


Figure 21. Fréquence et modalités de la thématique « Définitions »

Pour ce qui est des définitions, 66,28% du groupe n°1 et 83,72% du groupe n°2 s'est porté sur la modalité « lieu de recherche ».

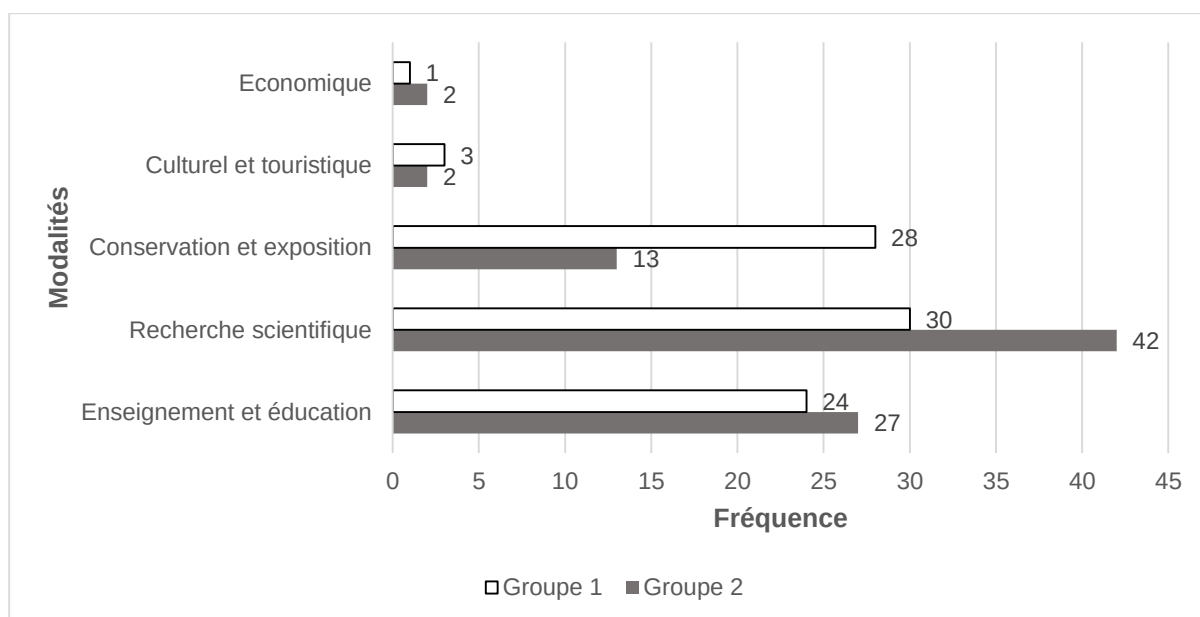


Figure 22. Fréquence et modalités de la thématique « Missions »

Concernant les missions du JBER, 34,88% du groupe n°1 et 48,84% du groupe n°2 ont opté pour la modalité « recherche scientifique ».

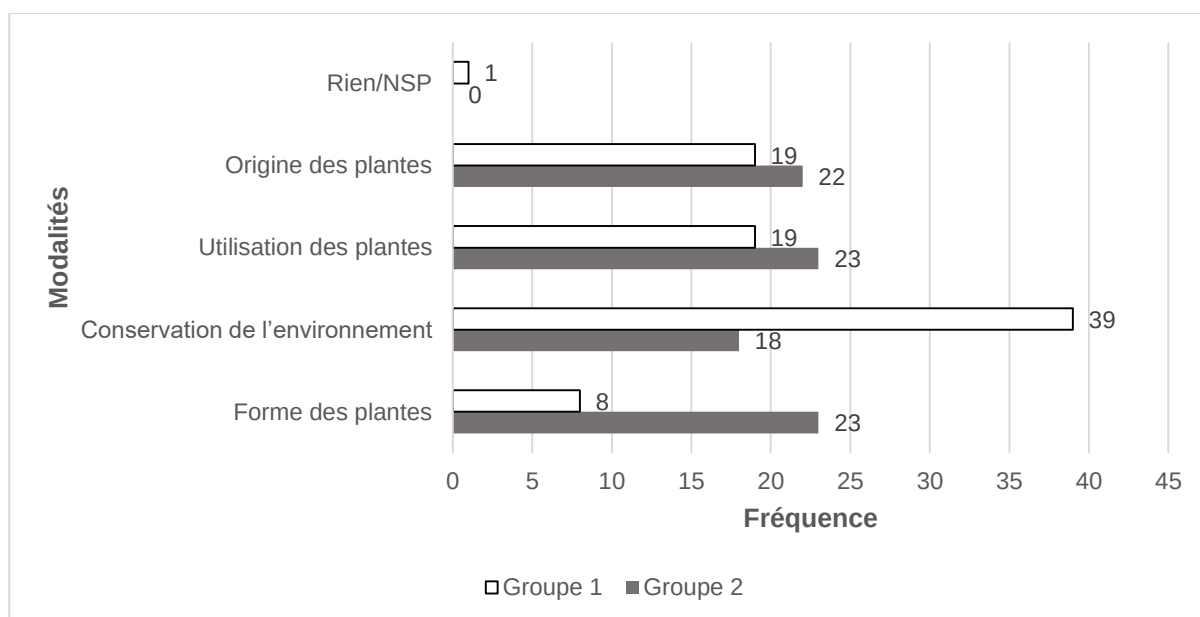


Figure 23. Fréquence et modalités de la thématique « Acquis »

Pour les acquis, 45,35% du groupe n°1 a choisi la modalité « conservation de l'environnement » ; l'utilisation et la forme des plantes cumulent 26,74% pour le groupe n°2.

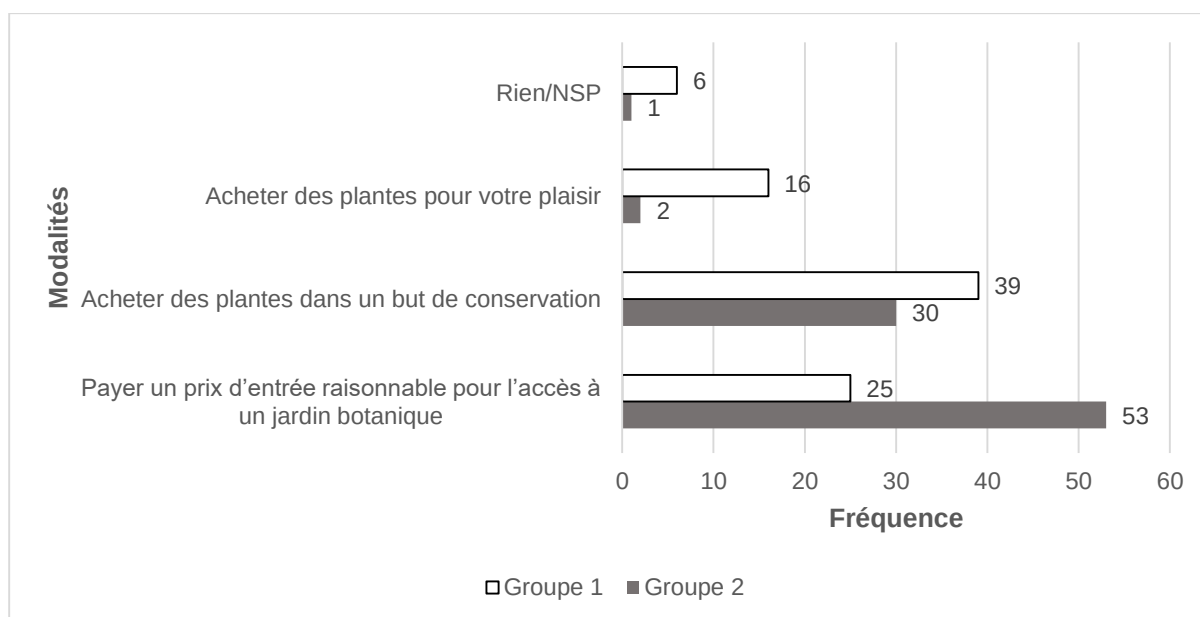


Figure 24. Fréquence et modalités de la thématique « Externalités »

L'externalité « acheter des plantes dans un but de conservation » mobilise 45,35% du groupe n°1 et 61,63% des étudiants se déclarent prêts à payer un prix d'entrée raisonnable.

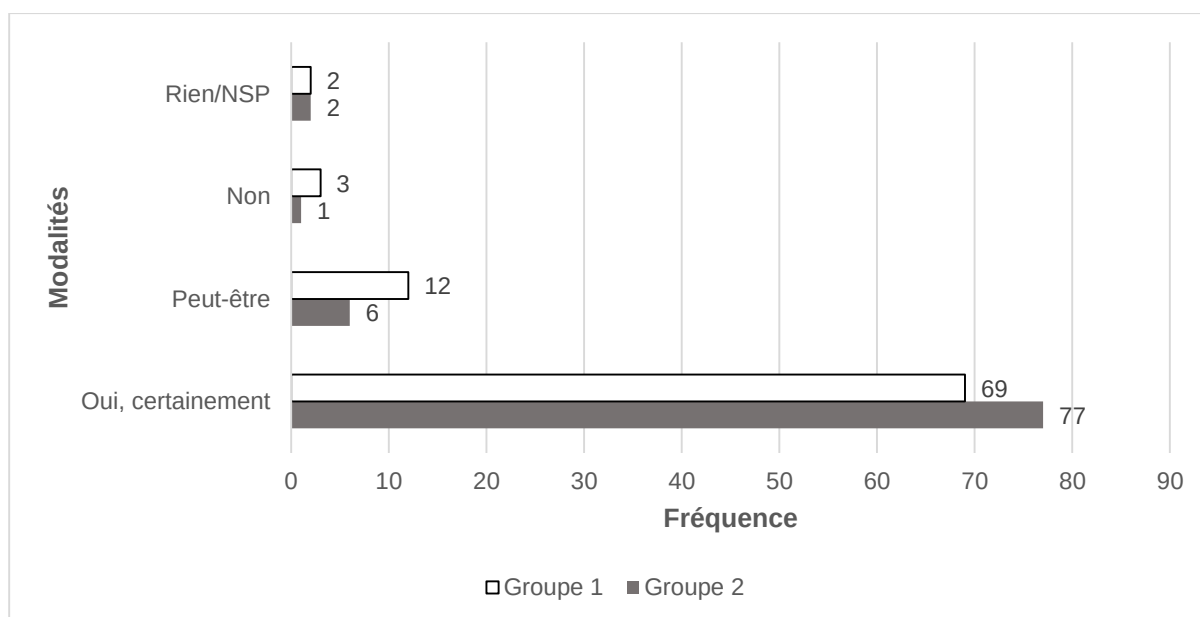


Figure 25. Fréquence et modalités de la thématique « Satisfaction »

Enfin, les deux groupes se déclarent largement satisfaits de la visite (80,23% du groupe n°1 et 89,53% pour le groupe n°2).

Dans le but d'approfondir la compréhension et l'interprétation de ces résultats, l'analyse en correspondances multiples a été mise à contribution. Celle-ci a permis de regrouper sur un plan à deux dimensions les variables actives de notre questionnaire général.

III.3.2. Importance du JBER d'après l'ACM

La figure n°26 donne lieu à l'interprétation des interactions sous-jacentes aux CSP mises en corrélation avec les thématiques « Définitions » et « Missions » des jardins botaniques.

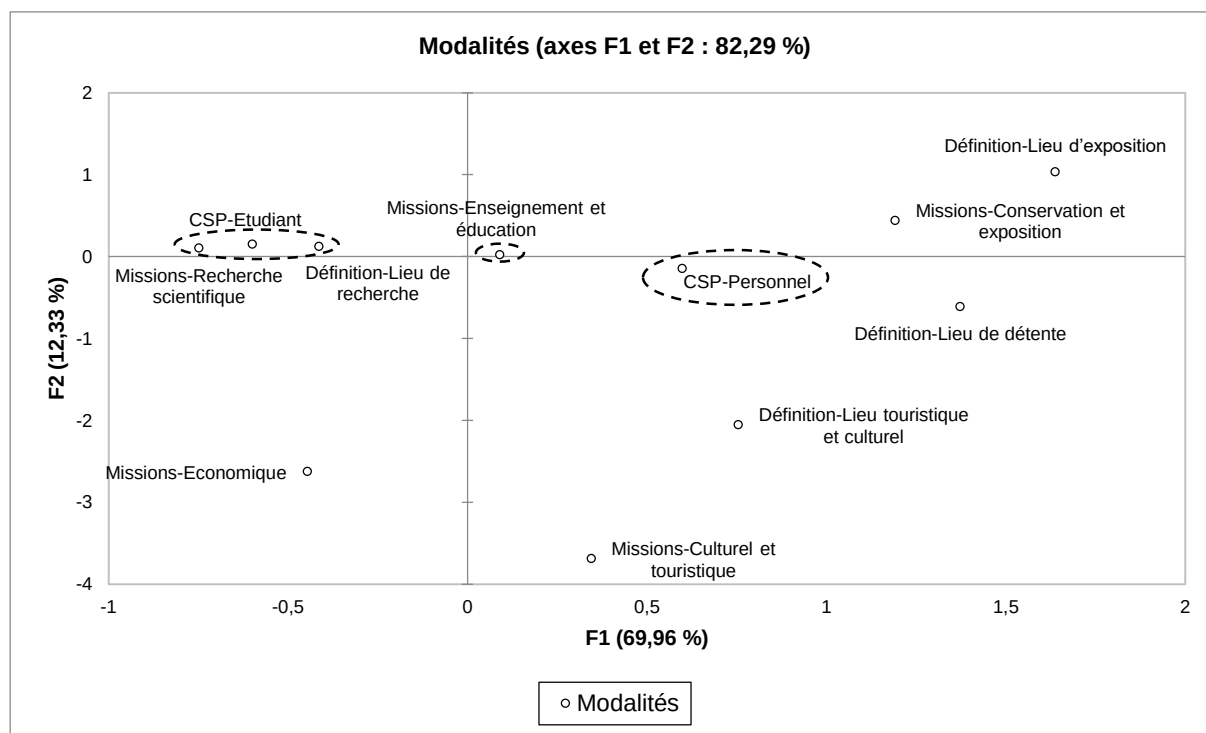


Figure 26. Répartition des CSP en fonction de la définition et des missions

Cette précédente figure est une représentation des 3 variables sur un plan factoriel suivant deux axes F1 ou dimension 1, et F2 ou dimension 2. La modalité Missions-Enseignement et éducation est isolée du côté positif de l'axe F1 dont l'inertie est de 69,96%. Les variables CSP-Etudiant, Définition-Lieu de recherche et Mission-Recherche scientifique constituent un regroupement du côté négatif de l'axe F1 et sont également liées à l'axe F2 qui a pour inertie 12,33%. La variable CSP-Personnel est isolée du côté négatif de l'axe F2 et est opposé à la variable CSP-Etudiant par l'axe F1.

Il a été jugé opportun de représenter sur le plan factoriel la paire « Définition/Mission » étant donné que ces variables constituent l'essence même d'un jardin botanique. La mesure des corrélations existantes par rapport à une catégorie d'individus nous fournit déjà une appréciation sur la perception par les visiteurs de différentes classes d'âge et de CSP distincts de l'utilité de l'existence d'un jardin botanique au sein de l'Université de Mahajanga.

Une autre paire jugée pertinente est la combinaison « Motivations/Acquis » représentée sur un plan factoriel dans la figure n°27 ci-après.

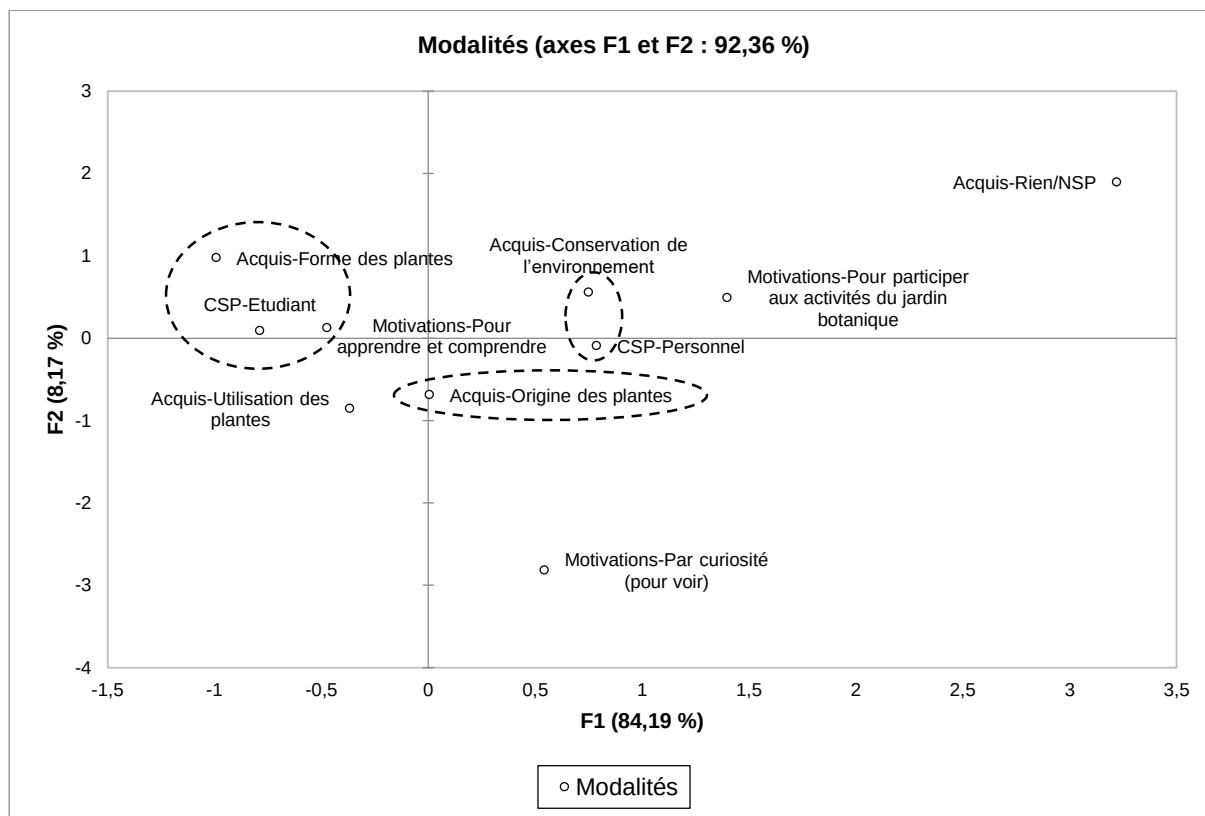


Figure 27. Répartition des CSP en fonction des motivations et des acquis

L'ACM de la figure n°28 met en évidence deux zones de concentration opposées autour de l'axe F2 dont l'inertie est de 8,17%. Une première zone se retrouve du côté négatif de l'axe et regroupe le CSP-Etudiant, la Motivation-Pour apprendre et comprendre et l'Acquis-Forme des plantes. La seconde zone quant à elle met en exergue du côté positif de l'axe F1 d'inertie 84,19%, le CSP-Personnel et l'Acquis-Conservation de l'environnement.

Concernant à nouveau l'axe F2, y est isolée la modalité Acquis-Origine des plantes sur son côté négatif. Toutefois, les deux regroupements suscités sont également liés à cet axe.

La mise en parallèle de la paire « Motivations/Acquis » est appropriée dans la mesure où les visiteurs avaient manifesté des attentes qui elles-mêmes furent exprimées par des motivations ; à l'issue de la visite, les acquis quant à eux correspondent à la réalisation des attentes correspondantes. La répartition se présente de manière différente suivant les CSP des personnes enquêtées.

Par ailleurs, une troisième paire complémentaire (Missions/Acquis) est donnée dans la figure n°28 ci-dessous. Cette approche vise à mettre en valeur l'adéquation entre les missions du jardin et la manifestation de la réalisation des attentes des visiteurs, en fonction de leur CSP.

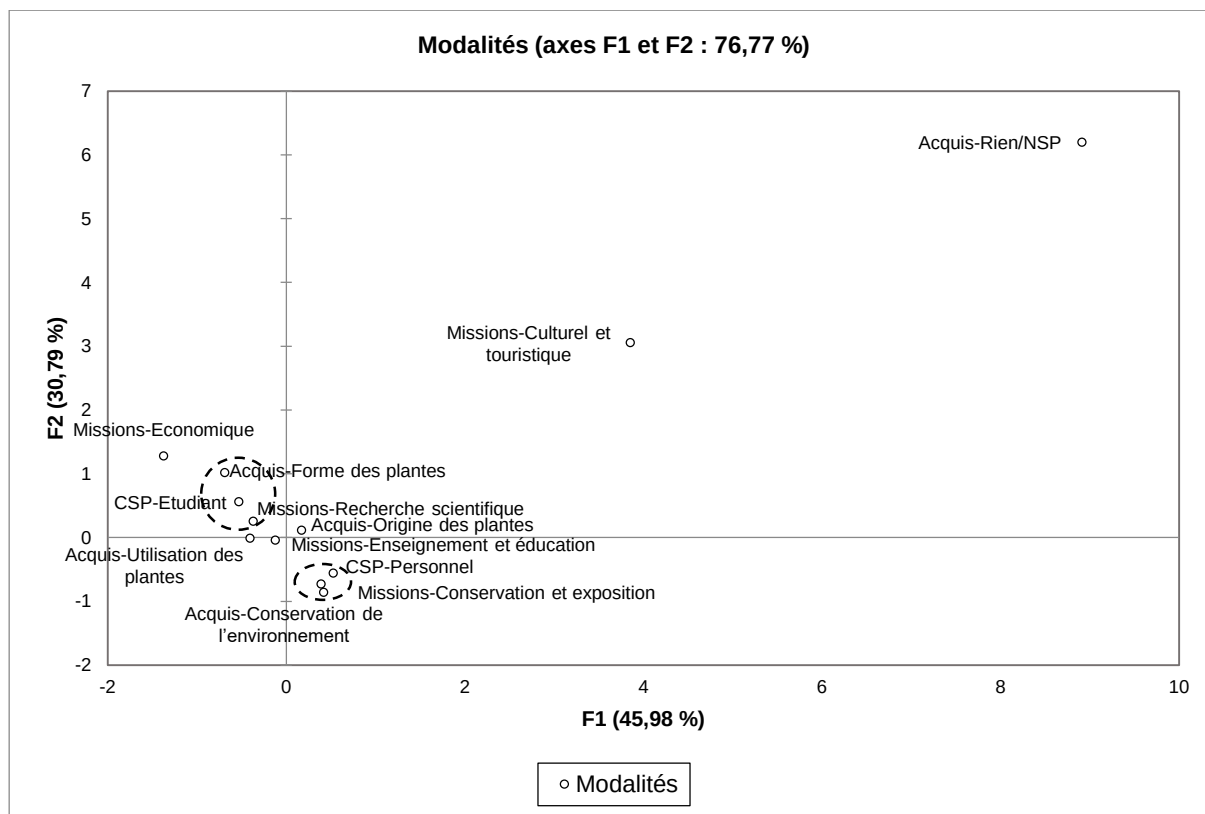


Figure 28. Répartition des CSP en fonction des missions et des acquis

Il résulte de la figure ci-dessus que les variables Acquis-Utilisation des plantes et Missions-Enseignement et éducation sont isolées sur le côté négatif de l'axe F1 dont l'inertie est de 45,98%. Deux regroupements caractéristiques se font opposition de part et d'autre des axes F1 et F2. Le premier est constitué des variables CSP-Etudiant, Missions-Recherche scientifique et Acquis-Forme des plantes ; celui-ci se trouve du côté négatif de l'axe F1 et du côté positif de l'axe F2 dont l'inertie est de 30,79%. Le second regroupement est localisé à l'opposé du premier et est formé par les variables CSP-Personnel, Missions-Conservation et exposition et Acquis-Conservation de l'environnement ; ce regroupement est identifié du côté positif de l'axe F1 et du côté négatif de l'axe F2. Il est toutefois à noter que la somme des deux axes pour cette représentation est inférieure à 80% pour être suffisamment efficace et représentative de l'échantillon, d'où le recours à l'AFC.

Enfin, les tableaux relatifs aux contributions des variables sur chaque axe, pour chaque paire d'ACM sont fournis en annexe XV.

III.3.3. Missions et acquis du JBER d'après l'AFC

L'analyse factorielle des correspondances complète l'ACM en ventilant les thématiques ainsi que les modalités par CSP. En effet, dans l'optique de mieux assimiler les réponses et les éventuelles associations de variables par type de CSP, l'utilisation de cette méthode d'analyse a été incontournable.

Nous avons ainsi associé la variable « Missions » avec la variable « Acquis » pour le groupe 1, dans le but d'identifier quels apprentissages correspondent à quelles missions.

La figure n°29 ci-dessous nous en donne les résultats sous forme de graphique symétrique pour le groupe n°1 (personnel enseignant ; personnel administratif et technique).

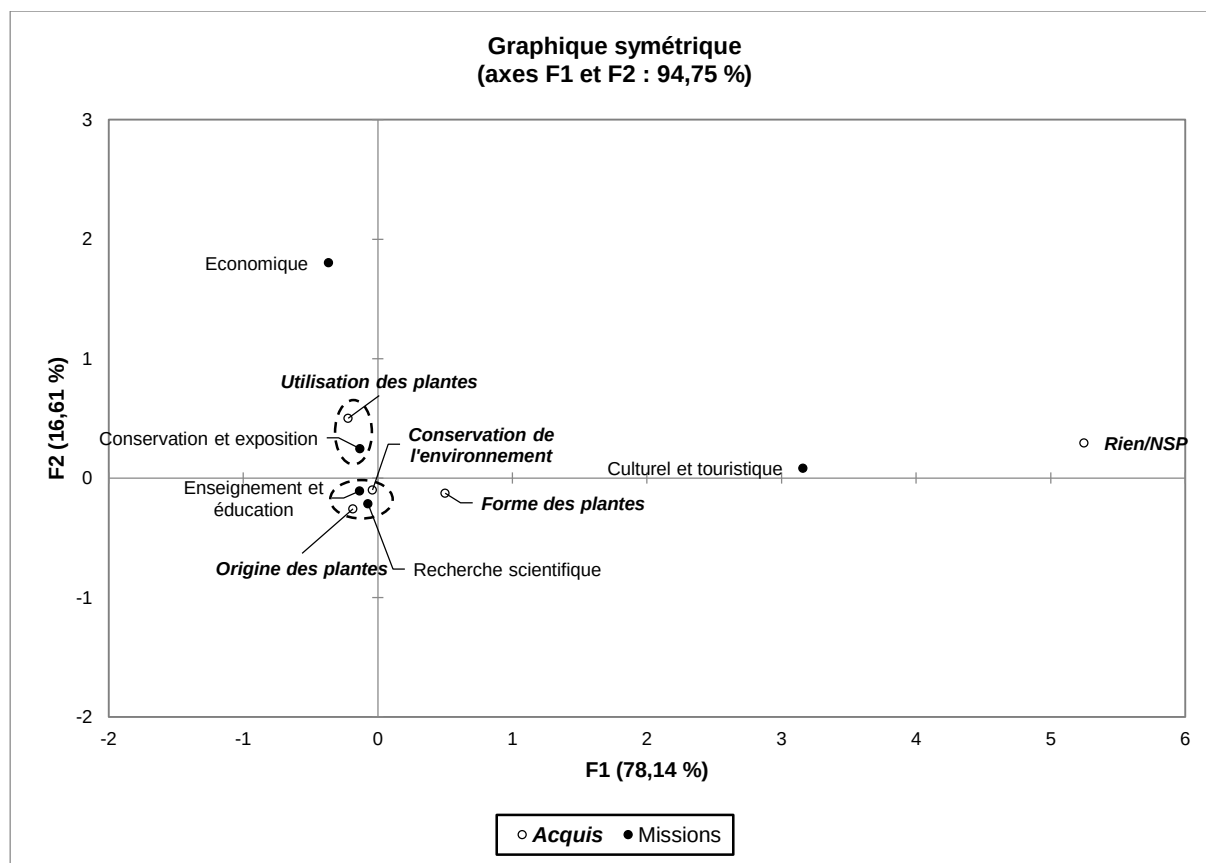


Figure 29. Mise en évidence des interactions Missions/Acquis du groupe n°1

La lecture de la figure n°29 nous informe sur l'existence de deux principaux regroupements situés de part et d'autre de l'axe F2 dont l'inertie est de 16,61%. En effet, le premier est constitué des modalités « Utilisation des plantes » et « Conservation et exposition » et localisé du côté positif de l'axe F2. Le second lui, est composé de la paire de modalités « Conservation de l'environnement/ Recherche scientifique », ainsi que de la paire « Origines des plantes/Enseignement et éducation ». Ces deux regroupements ont toutefois pour point commun leur délimitation du côté négatif de l'axe F1 qui a pour inertie 78,14%.

Le graphique suivant (figure n°30) a pour sa part étudié les interactions Missions/Acquis pour le groupe n°2. Cette analyse décèle une importance majeure du fait que le groupe est constitué d'apprenants aussi, leur appréciation sur la mission du JBER par rapport aux apprentissages dont ils ont fait l'objet lors de leur visite revêtent une valeur non négligeable face à nos objectifs de recherche.

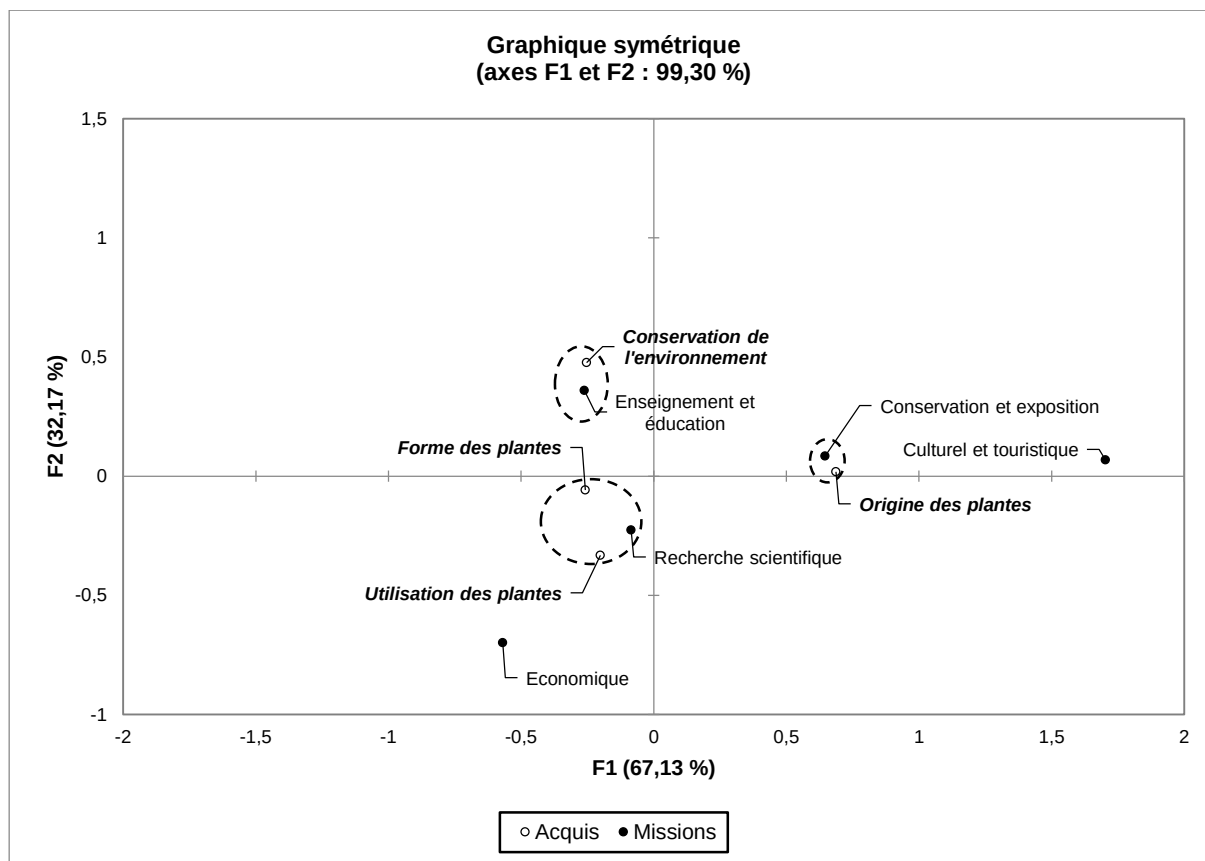


Figure 30. Mise en évidence des interactions Missions/Acquis du groupe n°2

Concernant ce second groupe, le graphique symétrique de l'ACM démontre l'existence de trois rassemblements. La première concentration se situe du côté positif de l'axe F1 qui a pour inertie 67,13%. Elle est constituée par la modalité « Mission-Conservation et exposition » et la variable « Acquis-Origine des plantes ». Les deux derniers regroupements sont, pour leur part, localisés du côté négatif de l'axe F1. Néanmoins, ils se retrouvent pour l'un du côté positif de l'axe F2 et pour l'autre du côté négatif de ce même axe F2 dont l'inertie est de 32,17%. A propos du second regroupement situé sur le côté positif de l'axe F2, il est à noter qu'il se compose des modalités « Missions-Enseignement et éducation » et « Acquis-Conservation de l'environnement ». Enfin, dans le dernier regroupement, la modalité « Missions-Recherche scientifique » est associée aux modalités « Acquis-Forme des plantes » et « Acquis-Utilisation des plantes ».

III.3.4. Gouvernance

Le questionnaire sur le processus de gouvernance du JBER, tel indiqué en deuxième partie, a donné lieu à des pondérations qui ont eu pour but l'évaluation des niveaux de synthèses et des 3 thèmes. Les résultats sont donnés dans le tableau n°26.

Tableau 26. Evaluation et pondération moyenne du processus de gouvernance

CRITERES D'EVALUATION DU PROCESSUS DE GOUVERNANCE		Evaluation	Moyenne des pondérations
1. Création de valeur		Déploiement	3
1.1.1.	Elaboration de la stratégie	Maitrisé	4
1.1.1.1.	Comités	Maitrisé	4
	Le rôle des comités en charge de prendre les décisions stratégiques (CA, CS, CE,...) a été défini	Optimisé	4,8
	Chaque comité joue le rôle qui lui est imparti dans l'élaboration de la stratégie	Maitrisé	4,2
	Chaque comité ou instance décisionnaire intervient au moment adéquat par rapport au processus de décision	Maitrisé	4
1.1.1.2.	Stakeholders et écosystème	Maitrisé	4
	Les stakeholders sont-ils identifiés ?	Optimisé	5
	Les stakeholders sont-ils impliqués dans la stratégie de l'institution ?		
	· Utilisateurs actuels et futurs	Maitrisé	4,25
	· Administrateurs	Déploiement	3
	· Salariés	Déploiement	3
	· Prestataires	Maitrisé	3,75
	· Bailleurs de fonds	Optimisé	5
	L'institution a analysé chaque composante de son écosystème et a défini son positionnement (actuel et souhaité) par rapport à chacune d'elles :		
	· Economique	Découverte	2,2
	· Social	Maitrisé	3,8
	· Environnemental	Optimisé	4,8
	· Concurrentiel	Déploiement	2,6
	· Juridique	Déploiement	2,6
	· Financier	Maitrisé	4,4
	· Culturel	Déploiement	3,2
	· Médiatique	Optimisé	4,6
1.1.1.3.	Définition de la stratégie	Déploiement	3
	Les attentes des stakeholders sont prises en compte dans la définition de la stratégie	Déploiement	2,75
	La stratégie tient compte du positionnement actuel et souhaité par rapport à chacune des composantes de son écosystème	Maitrisé	3,6
	La définition de la stratégie inclut la définition de la performance et des indicateurs de mesure associés		
	· Typologie : coûts, délais, qualité, flexibilité, ...	Déploiement	2,6
	· Nature : utilisateurs, processus, ressources, finances,	Déploiement	3,4
	La mesure de l'atteinte des objectifs, de la performance et des risques est prise en compte	Optimisé	5
	Un modèle est utilisé dans le cadre de la définition de la stratégie (modèle de Porter, du Boston Consulting Group,...)	Inexistant	1,4

Tableau 26. (Suite) Evaluation et pondération moyenne du processus de gouvernance			
CRITERES D'EVALUATION DU PROCESSUS DE GOUVERNANCE		Evaluation	Moyenne des pondérations
	La stratégie est documentée et synthétisée sous forme de vision et de ressources pour l'atteinte des objectifs	Déploiement	3,25
	La stratégie est communiquée de façon appropriée aux responsables en charge de la mise en œuvre	Optimisé	4,8
	1.2. Déclinaison opérationnelle de la stratégie	Déploiement	3
	1.2.1. Processus de Planification à Moyen Terme et Budget	Déploiement	3
	La stratégie est déclinée en plan à moyen terme au niveau des responsables opérationnels	Découverte	2,2
	Les responsables opérationnels sont impliqués dans la fixation des objectifs sur lesquels ils auront à s'engager	Déploiement	3,2
	Les objectifs portent sur 4 volets du Balanced Scorecard (orientation utilisateurs, performance des processus, compétences et préparation du futur, finance)	Déploiement	2,8
	Les plans d'actions proposés pour atteindre les objectifs désignent clairement les moyens à mettre en œuvre, les délais et les responsables impliqués	Maitrisé	3,6
	Une mesure régulière de l'atteinte des objectifs est effectuée (coûts, délais, qualité)	Maitrisé	4
	Le budget annuel découle du plan à moyen terme en détaillant les aspects financiers	Maitrisé	3,6
	1.2.2. Architecture	Déploiement	3
	L'institution a établi une cartographie de ses macro-processus distinguant notamment les processus d'exploitation des processus de création de l'offre ainsi que des processus de prise en compte des attentes/insatisfaction des utilisateurs	Déploiement	3,4
	1.2.3. Déclinaison des objectifs au niveau des processus opérationnels	Découverte	2
	Chaque macro-processus a ses indicateurs (de type Qualité, Coûts, Délais,...)		
	· Du résultat du processus	Découverte	1,75
	· De performance de chacune des activités du processus	Découverte	2,25
	Les liens entre les indicateurs d'activité de résultat sont formalisés	Déploiement	3
	2. Performance des processus opérationnels	Maitrisé	4
	2.1. Management des ressources	Déploiement	3
	2.1.1. Ressources humaines	Maitrisé	4
	L'organisation est décrite et comprend une définition des rôles et missions des responsables	Optimisé	4,8
	Les ressources sont affectées aux processus conformément aux plans prévus à MT et dans le Budget	Optimisé	4,6
	Une cartographie des compétences et savoir-faire (actuels et ciblés) a été réalisée	Déploiement	3,4
	L'utilisation de ces ressources est évaluée par rapport à une capacité	Maitrisé	3,6
	Une GPEC (Gestion Prévisionnelle des Emplois et Compétences) articulée autour des objectifs de la stratégie est en place	Maitrisé	3,8

Tableau 26. (Suite) Evaluation et pondération moyenne du processus de gouvernance			
CRITERES D'EVALUATION DU PROCESSUS DE GOUVERNANCE		Evaluation	Moyenne des pondérations
	Les ressources sont mobilisées dans le cadre de projets ou plans d'actions découlant de la stratégie	Maitrisé	3,6
	Le système de rémunération tient compte de l'atteinte des résultats	Maitrisé	4,2
	2.1.2. Technologies	Découverte	2
	Les technologies critiques pour le métier de l'institution ont été recensées	Inexistant	1,2
	Ces technologies font l'objet d'une veille systématique	Découverte	1,6
	Les ressources sont affectées aux processus conformément aux plans d'action à MT et le Budget	Maitrisé	3,75
	2.1.3. Systèmes d'information	Déploiement	3
	Une cartographie des SI articulée par rapport aux processus opérations a été élaborée	Déploiement	3,4
	Les investissements en SI se font conformément aux bonnes pratiques de gouvernance des SI	Optimisé	4,6
	La gouvernance des SI est évaluée selon une grille de maturité conforme aux bonnes pratiques et référentiels	Découverte	2
	2.2. Pilotage de la performance	Maitrisé	4
	2.2.1. Mesure de l'atteinte des résultats attendus	Maitrisé	4
	Une culture de la mesure est encouragée pour qu'elle soit mise au service d'une recherche de performance	Maitrisé	4,2
	Les réalisations sont mesurées régulièrement à la fois au niveau des indicateurs d'activité et de résultats	Optimisé	4,8
	Une organisation a été définie pour le suivi des projets/plans d'actions découlant du plan à MT et du Budget	Maitrisé	4
	La fréquence des mesures est adaptée aux enjeux	Maitrisé	3,6
	Des plans d'action correctifs sont mis en place en cas de dérapage	Déploiement	3,4
	Les indicateurs de performance des processus sont publiés à l'environnement externe (bailleurs de fonds, utilisateurs, ...)	Optimisé	4,6
	Ces plans d'actions correctifs sont suivis par le management	Maitrisé	3,8
	Il existe un processus de mise à jour et d'évolution des indicateurs	Déploiement	3,4
	Il y a des bilans et retours d'expérience pour les projets « à chaud »	Maitrisé	3,6
	L'analyse des résultats « à froid » influence le processus de planification stratégique	Maitrisé	3,8
	3. Maitrise des risques	Déploiement	3
	3.1. Risques de non atteinte des objectifs de performance	Découverte	2
	3.1.1. Audit des projets en cours	Découverte	2
	Les projets en cours font l'objet d'audits réguliers	Inexistant	1,2
	Les indicateurs de performance reflètent la réalité	Déploiement	3
	Les recommandations des audits sont suivies par les instances (CA, CS, ...)	Découverte	1,8
	Les recommandations génèrent des plans d'actions correctifs formalisés	Déploiement	2,6

Tableau 26. (Suite) Evaluation et pondération moyenne du processus de gouvernance			
CRITERES D'EVALUATION DU PROCESSUS DE GOUVERNANCE		Evaluation	Moyenne des pondérations
	3.1.2. Processus d'amélioration continue des performances	Déploiement	3
	Un suivi des indicateurs de performance de la Gouvernance (par exemple à l'aide du présent questionnaire) a été mis en place	Inexistant	1,2
	L'institution a lancé des démarches de progrès continu de type Lean Management	Inexistant	1,4
	L'institution a lancé des plans de progrès articulés avec la stratégie de l'institution dans le but de mobiliser l'ensemble des acteurs impliqués	Maitrisé	3,8
	Les retours d'expérience des bilans de projet font l'objet d'une capitalisation pour tirer des enseignements et contribuer à la réussite de futurs projets	Optimisé	4,6
	3.1.3. Risques opérationnels liés au bon fonctionnement des processus	Découverte	2
	Une éventuelle trop grande dépendance par rapport à certains utilisateurs et fournisseurs a été évaluée	Découverte	2,4
	Le climat social fait l'objet d'un suivi régulier	Découverte	1,8
	Les problèmes de disponibilité, d'intégrité ou de confidentialité des SI sont contrôlés	Déploiement	3
	3.2. Risques liés au contrôle interne	Déploiement	3
	3.2.1. Conformité aux dispositions légales	Maitrisé	4
	Les contraintes légales et normes professionnelles ont été identifiées et font l'objet d'une surveillance	Maitrisé	3,8
	Une cartographie des risques associés à ces dispositions légales ou professionnelles est en place	Maitrisé	3,8
	Des plans d'actions pour réduire les risques résiduels ont été lancés et sont suivis régulièrement	Maitrisé	3,8
	3.2.2. Fiabilité des informations financières	Déploiement	3
	Une démarche d'autoévaluation du contrôle interne conforme aux référentiels a été mise en place	Déploiement	3,4
	Une cartographie des contrôles et des risques associés est en place	Maitrisé	3,6
	Des plans d'actions pour réduire les risques résiduels ont été lancés et sont suivis régulièrement	Déploiement	3,4
	3.2.3. Fraudes	Découverte	2
	L'institution audite régulièrement la qualité des contrôles en place pour se prémunir des risques de fraude	Inexistant	1,2
	Une cartographie des contrôles et des risques associés est en place	Inexistant	1,2
	Des plans d'actions pour réduire les risques résiduels ont été lancés et sont suivis régulièrement	Déploiement	3,4
	3.3. Risques liés à des défaillances du système de régulation	Maitrisé	4
	3.3.1. Indépendance du Conseil d'Administration	Maitrisé	4
	L'institution applique un modèle reconnu de « gouvernement d'entreprise »	Maitrisé	4
	Le CA comprend des administrateurs indépendants	Maitrisé	4,2

Tableau 26. (Suite et fin) Evaluation et pondération moyenne du processus de gouvernance			
CRITERES D'EVALUATION DU PROCESSUS DE GOUVERNANCE		Evaluation	Moyenne des pondérations
	3.3.2. Respect des règles d'éthique par le management	Optimisé	5
	Une charte comprenant les règles d'éthique auxquelles l'institution entend se conformer a été élaborée	Maitrisé	4,2
	Cette charte est connue du management et fait partie de ses objectifs	Optimisé	4,8
	3.3.3. Conditions d'exercice du droit des administrateurs	Maitrisé	4
	Le droit à l'information et à l'égalité des administrateurs est respecté	Maitrisé	4,2
	3.3.4. Autoévaluation	Maitrisé	4
	Un contrôle du processus de gouvernance décrit ci-dessus est en place	Maitrisé	3,8
	Les résultats de cette évaluation sont communiqués au management	Maitrisé	3,8

La pondération moyenne des questions du précédent tableau correspond à la moyenne arithmétique de chaque évaluation fournie par les 5 personnes interrogées et traduites par la suite en pondérations. Aussi, à titre d'exemple, la pondération moyenne de 3,8 relative à la question de la communication des résultats au management (niveau de synthèse 3.3.4) est le résultat de la moyenne arithmétique pour chaque évaluation des 5 cinq répondants.

La figure n°31 est une représentation graphique des niveaux de synthèse du questionnaire.

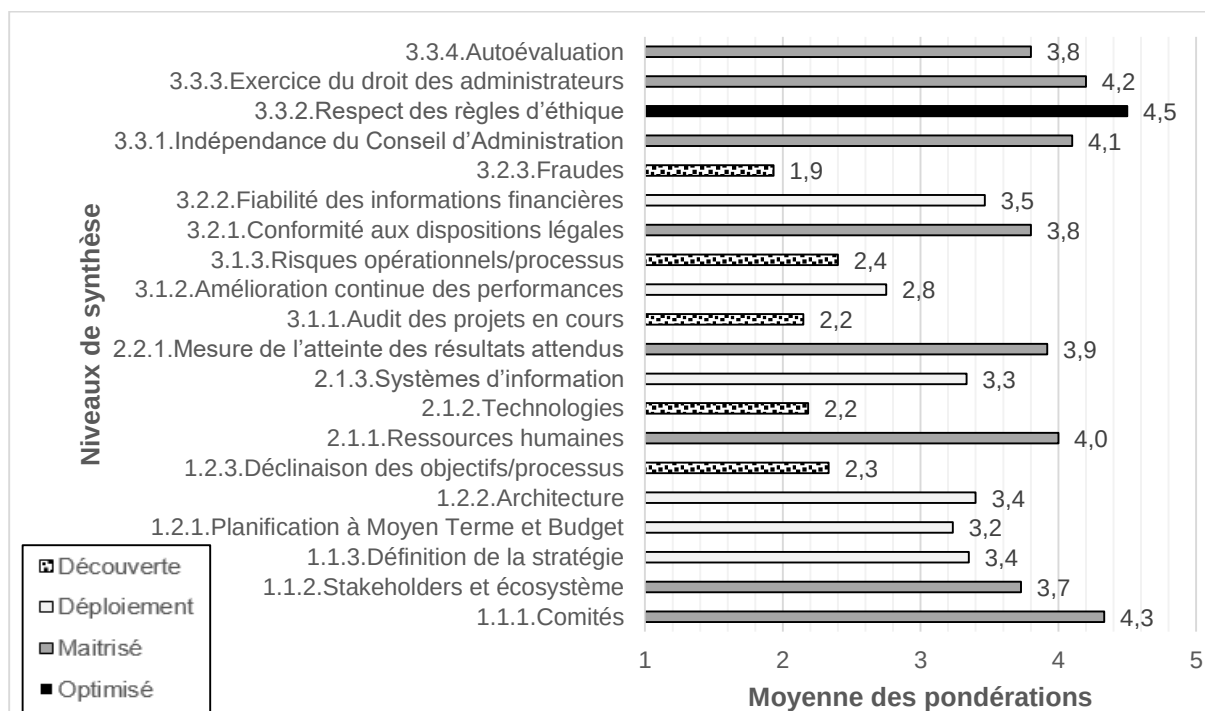


Figure 31. Représentation des moyennes des pondérations associées aux 20 niveaux de synthèse

Ici, les résultats indiquent que le niveau de maturité « Découverte » varie entre les moyennes comprises entre 1,9 et 2,4 ; le niveau « Déploiement » entre 2,8 et 3,5 ; le niveau « Maitrisé » entre 3,7 et 4,3 ; enfin, le niveau « Optimisé » correspond à une moyenne de 4,5. Ainsi, sur les 20 niveaux de synthèse, le niveau 3.3.2 « Respect des règles d'éthique » affiche la plus grande maturité en terme de processus de gouvernance, 8 autres niveaux se situent au stade « maitrisé », 6 niveaux sont en « déploiement » et enfin, 5 niveaux sont au stade de « découverte » en d'autres termes, les enjeux ont été identifiés, mais rien n'a encore été mis en place pour les adresser.

La figure n°32 suivante indique la moyenne des pondérations par rapport aux sous-domaines du questionnaire.

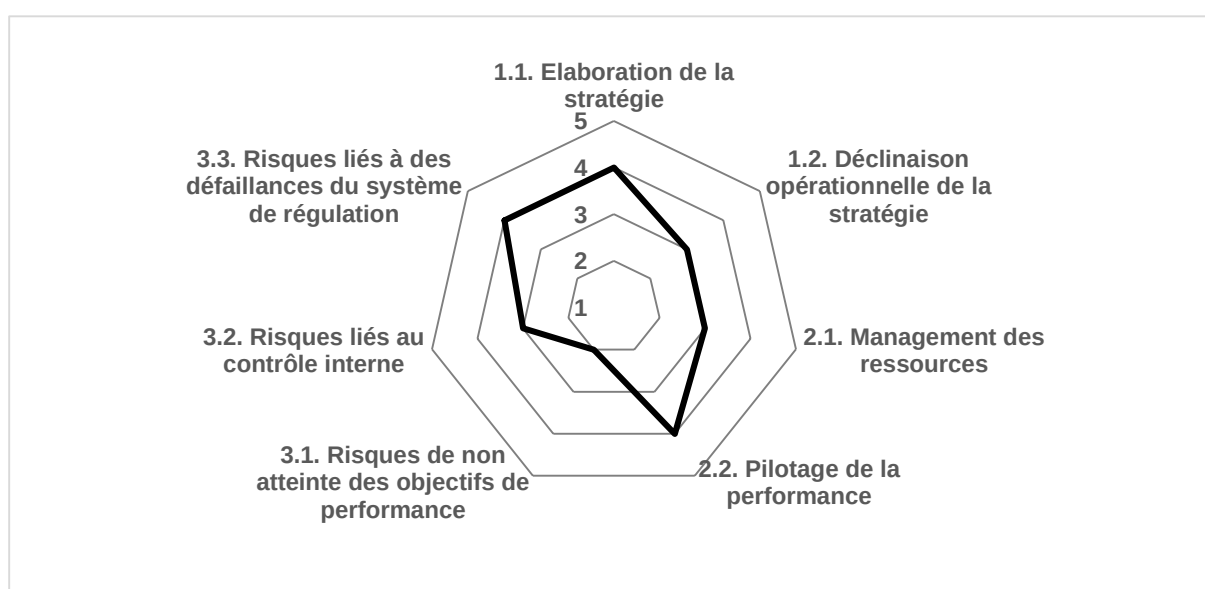


Figure 32. Pondérations des sous-domaines

Avec une pondération de 2, la maturité du sous-domaine 3.1 est classé dans la catégorie « Découverte » ; les sous-domaines 1.2, 2.1 et 3.2 ont quant eux reçus une pondération de 3, soit un niveau de maturité correspondant à « Déploiement ». Enfin, les sous-domaines 1.1, 2.2 et 3.3 affichent une pondération de 4, soit un niveau de maturité qui se rapporte à « Maitrisé ».

Le test statistique d'Alpha de Cronbach (α) visant à analyser la cohérence des items du questionnaire de maturité de la gouvernance du JBER nous a fourni les informations récapitulatives sur la cohérence interne de notre échelle de mesure dans le tableau n°27 suivant :

Tableau 27. Statistiques descriptives de l'alpha de Cronbach

Variables	Obs.	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Min.	Max.	Moy.	σ
E₁	73	0	73	1,000	5,000	3,685	1,553
E₂	73	0	73	1,000	5,000	2,753	1,998
E₃	73	0	73	1,000	5,000	3,753	1,362
E₄	73	0	73	1,000	5,000	3,178	1,059
E₅	73	0	73	1,000	5,000	3,630	1,495

Légendes du tableau :

E_n : Individu Enquêté numéro n (n = 1 à 5)

Obs. : Observations

Min. : Minimum

Max. : Maximum

Moy. : Moyenne

σ : Ecart-type

Le nombre d'observations utilisées pour le test a été de 73 en tenant compte de la suppression des données manquantes. Le score minimum de pondération est de 1 tandis que le maximum est de 5. Ici, les écarts-type sont compris entre 1 et 2 soient, inférieurs aux moyennes et à la portée (5 – 1 = 4). Une variabilité élevée peut indiquer une faible cohérence entre les items, tandis qu'une variabilité faible suggère une cohérence plus élevée entre les items.

Les résultats de la matrice de corrélation sont donnés dans le tableau n°28 ci-dessous.

Tableau 28. Matrice de corrélation de l'alpha de Cronbach

Variables	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
E₁	1	0,198	0,823	0,237	0,774
E₂	0,198	1	0,120	0,376	0,053
E₃	0,823	0,120	1	0,146	0,739
E₄	0,237	0,376	0,146	1	0,279
E₅	0,774	0,053	0,739	0,279	1

Pour chaque paire de questions ou items, la corrélation (de Pearson) a été calculée entre les réponses des participants. Cela a créé une matrice de corrélation qui montre la force et la direction de la relation linéaire entre chaque paire d'items. Ici, nous constatons que les corrélations sont positives, avec un minimum de 12% contre un maximum de 82,30%.

Le tableau n°29 nous donne les résultats de la matrice de la covariance.

Tableau 29. Matrice de covariance de l'alpha de Cronbach

Variables	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
E ₁	2,413242009	0,616	1,741	0,390	1,799
E ₂	0,616	3,99391172	0,327	0,795	0,158
E ₃	1,741	0,327	1,855022831	0,211	1,505
E ₄	0,390	0,795	0,211	1,120624049	0,442
E ₅	1,799	0,158	1,505	0,442	2,23630137

La diagonale de la matrice de covariance contient les variances de chaque variable individuelle. Ici la variance de E2 est la plus élevée tandis que celle de E4 est la plus basse ; il existe ainsi une plus grande dispersion pour les réponses de E4 que pour celles de E2. Cependant, de manière générale, les covariances (hors de la diagonale) sont toutes positives indiquant que les couples de variables varient ensemble dans le même sens.

De ces différents éléments, il ressort que l'alpha de Cronbach est égal à :

$$\alpha = 0,753$$

III.4. Performances du JBER à travers la GADD-S

L'analyse du développement durable du JBER a visé à faire un diagnostic global des performances du jardin sur les 6 dimensions sociale, écologique, culturelle, éthique, territoriale et gouvernance. En premier lieu, la pondération et performance des thèmes de chaque dimension est donnée sous forme de diagrammes radars. Ensuite, seront abordés les tableaux de priorisation des objectifs. En troisième lieu, seront fournies la performance des dimensions ainsi que la performance globale en termes de développement durable. Finalement, les résultats des tests statistiques seront abordés.

III.4.1. Pondérations et performances des thèmes

La dimension sociale du développement durable fait écho aux principes de l'accès au savoir, de santé, de sécurité, de lutte contre la pauvreté, etc. Les résultats des pondérations et de la performance des 8 thèmes est donnée dans la figure n°33.

Concernant la pondération, le thème « Lutte contre la pauvreté » a reçu un score de 1. Les thèmes Accès à l'eau potable, Usages de l'eau, Alimentation, Santé globale, Education supérieure et Genre ont obtenu une pondération de 2. La dimension « Education de base » a une pondération de 3.

Au sujet de la performance, le score de 1 a été attribué à la lutte contre la pauvreté ; le score de 3 à l'usage de l'eau ; le score de 4 à l'accès à l'eau potable et à l'alimentation ; le score de 5 à la santé globale ; le score de 8 à l'éducation de base et au genre et le score de 9 à l'éducation supérieure.

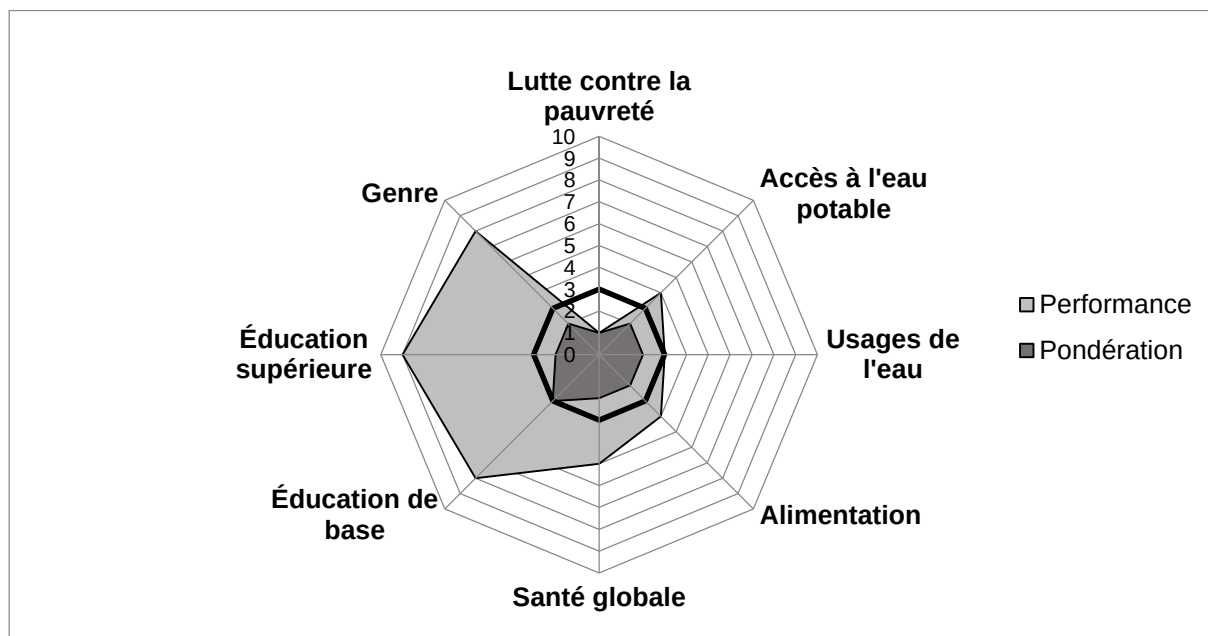


Figure 33. Pondération et performance des thèmes de la dimension sociale

La dimension écologique vise à répondre aux principes de protection de la biodiversité, de préservation, de conservation et de gestion de l'environnement et des services environnementaux. Elle comprend 10 thèmes pour lesquels les résultats sont présentés dans la figure n°34 ci-dessous.

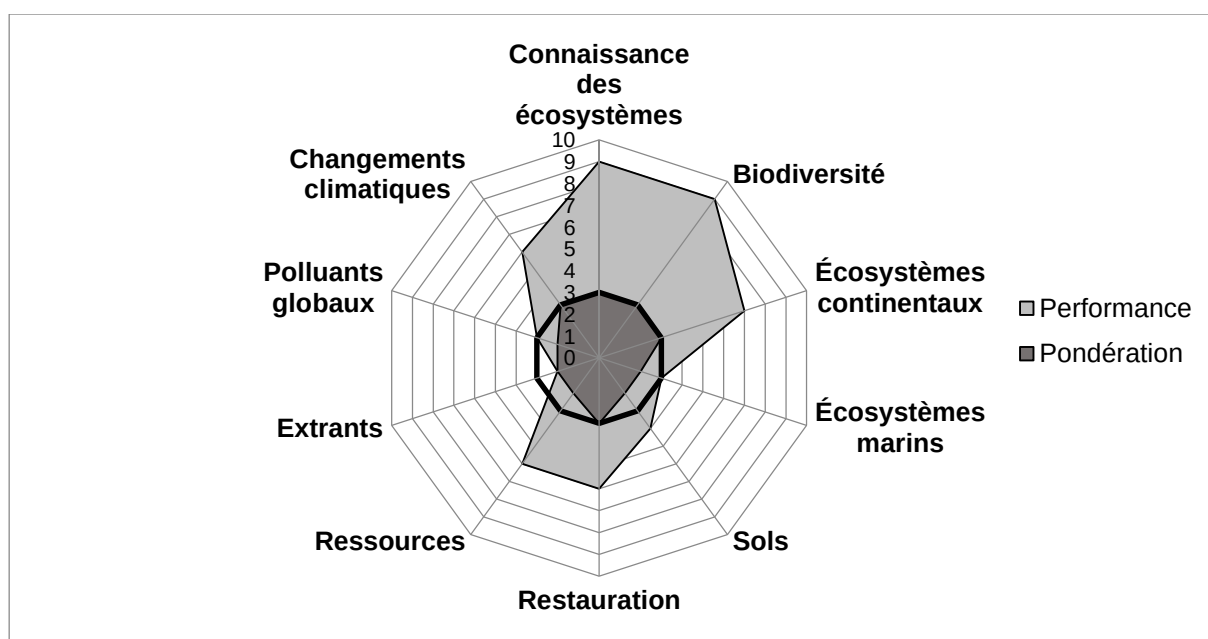


Figure 34. Pondération et performance des thèmes de la dimension écologique

La pondération minimale pour les thèmes de cette dimension a été de 2, et identifiée pour les thèmes Ecosystèmes marins, Sols, Ressources, Extrants et Polluants globaux. Le score de 3 se retrouve pour les autres thèmes, à savoir Connaissance des écosystèmes, Biodiversité, Ecosystèmes continentaux, Restauration et changements climatiques.

Les performances de la dimension écologiques varient de 2 à 9. Le score de 2 se rapporte aux extrants ; les écosystèmes marins et les polluants globaux ont un score de 3 ; les sols un score de 4 ; la restauration, les ressources et les changements climatiques obtiennent un score de 6 ; les écosystèmes continentaux ayant un score de 7 et enfin, la connaissance des écosystèmes ainsi que la biodiversité se voient remettre une performance de 9.

La dimension culturelle vise à répondre aux principes de protection du patrimoine culturel et de diversité culturelle. La pondération et la performance de ses thèmes est présentée dans la figure n°35.

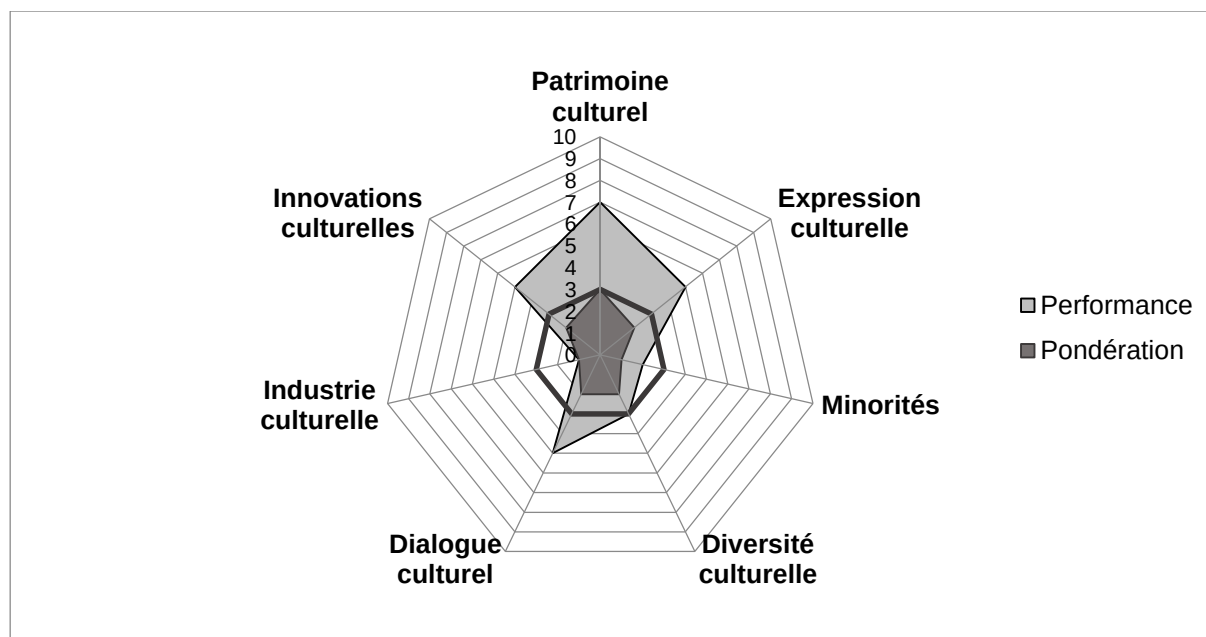


Figure 35. Pondération et performance des thèmes de la dimension culturelle

Ici, les minorités et à l'industrie culturelle ont reçu un score de 1. L'expression culturelle, la diversité culturelle, le dialogue culturel et les innovations culturelles obtiennent un score de 2. Le patrimoine culturel se voit attribuer un score de 3.

La performance quant à elle est modulée de 1 à 7. L'industrie culturelle reçoit 1 ; les minorités, 2 ; la diversité culturelle, 3 ; l'expression culturelle, le dialogue culturel et les innovations culturelles, 5 ; et le patrimoine culturel, 7.

Les résultats de la dimension éthique sont présentés dans la figure n°36 ci-dessous.

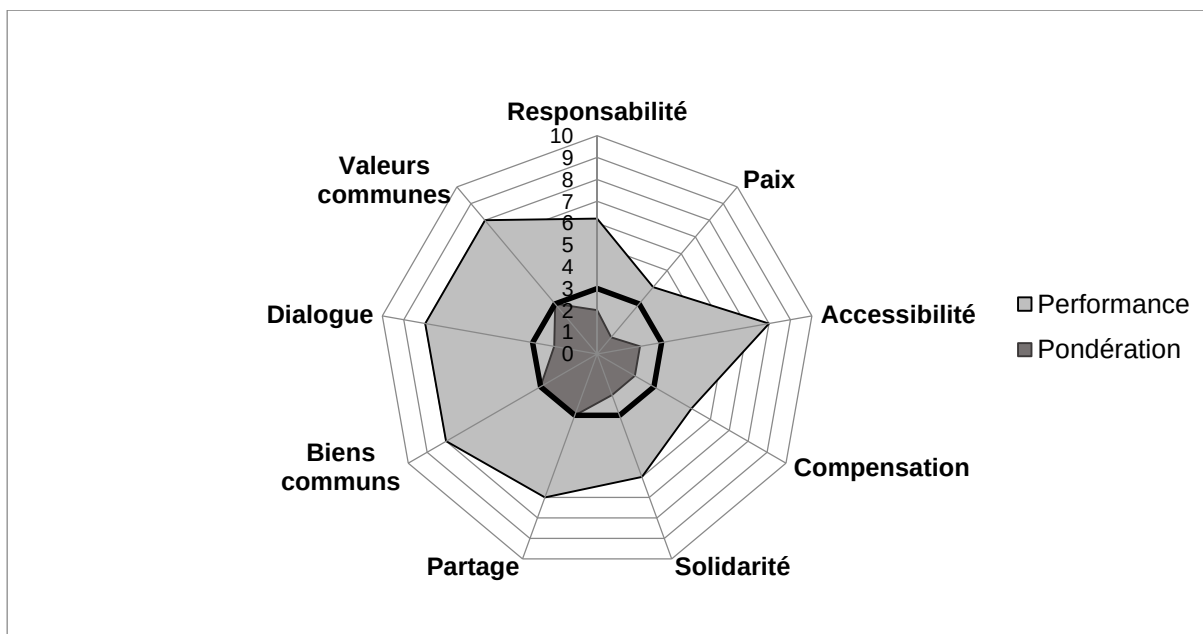


Figure 36. Pondération et performance des thèmes de la dimension éthique

Cette dimension a pour objet de répondre aux besoins d'équité, de cohérence et d'identification à des valeurs communes. Elle comprend 9 thèmes dont les pondérations varient de 1 à 3.

La figure précédente révèle que le thème relatif à la paix a reçu une pondération de 1. La responsabilité, l'accessibilité, la compensation, la solidarité et le dialogue reçoivent 2 ; le partage, les biens communs et valeurs communes, 3.

La performance elle, oscille entre 4 et 8. La paix affiche une valeur de 4 ; la compensation, un score 5 ; la responsabilité et la solidarité, 6 ; le partage, 7 ; l'accessibilité, les biens communs, le dialogue et les valeurs communes ont une valeur de 8.

La dimension territoire vise à évaluer les aspects liés à l'aménagement, à la gestion et à l'utilisation des territoires d'une manière qui soit socialement, économiquement et écologiquement durable. Les résultats de cette dimension apportés dans la figure n°37.

Pour cette cinquième dimension, les pondérations des 10 thèmes adoptent une valeur allant de 1 à 3. Les enjeux locaux obtiennent le score de 1 ; l'implication, la cohésion, l'autonomie et résilience, les établissements humains, l'usage du territoire, l'agriculture et l'adaptation obtiennent 2 ; enfin, le paysage et le tourisme se voient octroyer la valeur de 3.

Pour ce qui est de la performance, l'autonomie et résilience ainsi que les établissements humains ont un score de 5 ; l'implication, la cohésion, l'usage des territoires, les enjeux locaux et l'agriculture, un score de 6 ; l'adaptation, 7 ; et le paysage de même que le tourisme, 8.

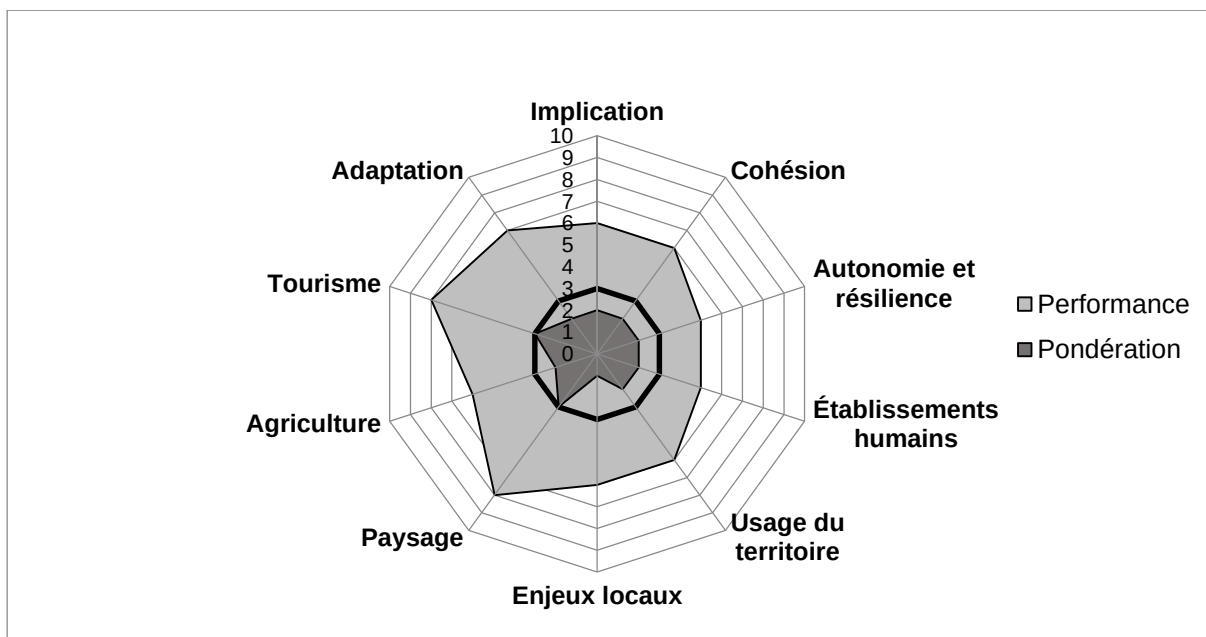


Figure 37. Pondération et performance des thèmes de la dimension territoire

Enfin, la sixième dimension portant sur la gouvernance vise à évaluer la manière dont les processus de prise de décision, de gestion et de contrôle sont organisés et mis en œuvre pour promouvoir le développement durable. La figure n°38 met en exergue les résultats de cette évaluation.

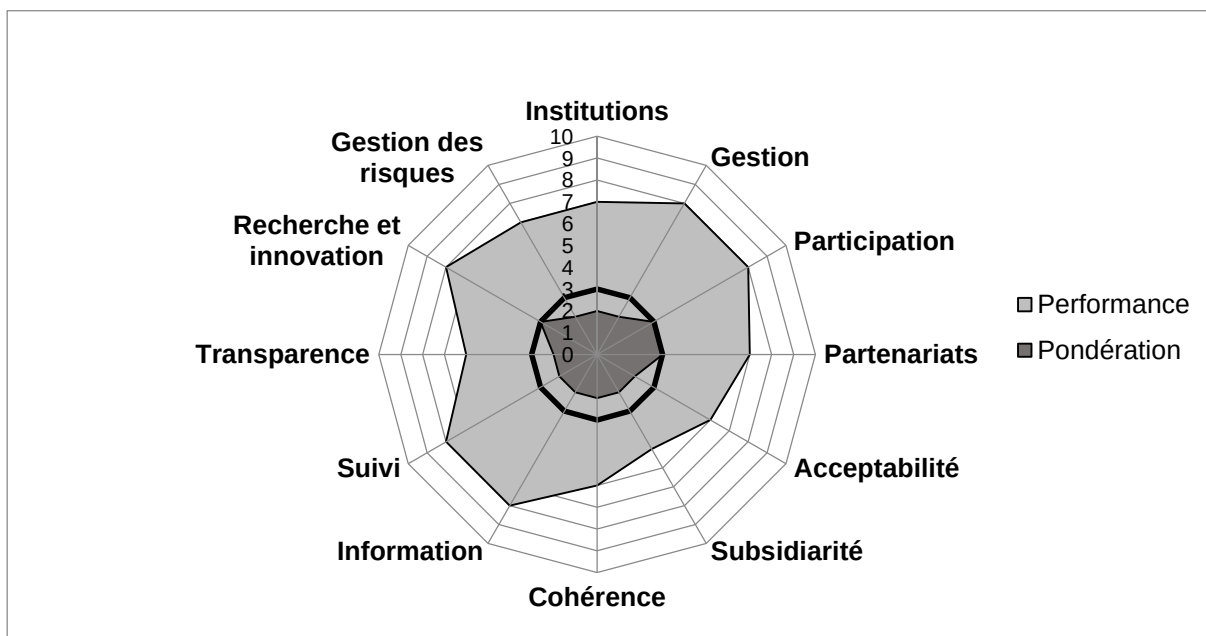


Figure 38. Pondération et performance des thèmes de la dimension gouvernance

La figure précédente relative aux 12 thèmes de la dimension gouvernance indique que les pondérations se situent entre 2 et 3. Les performances elles, varient de 5 à 8. En premier lieu, les thèmes relatifs à l'institution, la gestion, l'acceptabilité, la subsidiarité, la cohérence,

l'information, le suivi, la transparence et la gestion des risques ont reçu une pondération de 2. La participation, les partenariats et la recherche innovations eux, ont une valeur de 3. Par ailleurs, le thème se rapportant à la subsidiarité a reçu une performance égale à 5 ; l'acceptabilité, la cohérence et la transparence affichent une valeur de 6 ; les institutions, les partenariats et la gestion des risques, 7 ; enfin, la gestion, la participation, l'information, le suivi et la recherche-innovation, un score de 8.

Les diagrammes radars sont souvent utilisés dans le contexte de la grille d'analyse du développement durable pour visualiser et évaluer la pondération et la performance d'un thème, d'une dimension ou d'une organisation en fonction de plusieurs critères ou dimensions liés au développement durable. Afin de pouvoir tirer des interprétations intelligibles, il est toutefois nécessaire de recourir à un autre outil de la même grille d'analyse du développement durable : le tableau de priorisation des objectifs.

III.4.2. Priorisation des objectifs pour chaque dimension

Dans la GADD, chaque dimension et par conséquent chaque diagramme radar est accompagné d'un tableau de priorisation des objectifs. Ceux-ci servent à évaluer et à classer les objectifs spécifiques ou les actions qui sont nécessaires pour atteindre les principaux objectifs de développement durable. Le tableau n°30 correspond aux thèmes de la dimension sociale.

Tableau 30. Priorisation des objectifs de la dimension sociale

THÈMES	Pondération	Performance	Priorité
Lutte contre la pauvreté	1	1	Enjeux long terme
Accès à l'eau potable	2	4	Agir
Usages de l'eau	2	3	Agir
Alimentation	2	4	Agir
Santé globale	2	5	Agir
Éducation de base	3	8	Pérenniser
Éducation supérieure	2	9	Pérenniser
Genre	2	8	Pérenniser

Le thème de la lutte contre la pauvreté a reçu une pondération de 1 et une évaluation inférieure à 7 ; sa priorité correspond ainsi à « enjeux à long terme ». Les thèmes ayant reçu une pondération de 2 et une performance comprise entre 3 et 6 ont la priorité « Agir ». Enfin, les thèmes comptabilisant une pondération supérieure ou égale à 2 et une performance comprise entre 7 et 10 se voient décerner la priorité « Pérenniser ».

Tableau 31. Priorisation des objectifs de la dimension écologique

THÈMES	Pondération	Performance	Priorité
Connaissance des écosystèmes	3	9	Pérenniser
Biodiversité	3	9	Pérenniser
Écosystèmes continentaux	3	7	Pérenniser
Écosystèmes marins	2	3	Agir
Sols	2	4	Agir
Restauration	3	6	Agir
Ressources	2	6	Agir
Extrants	2	2	Réagir
Polluants globaux	2	3	Agir
Changements climatiques	3	6	Agir

Le tableau n°31 précédent a mis en exergue les degrés de priorisation des thèmes associés à la dimension écologique. Celui-ci a affiché trois thèmes à pérenniser, pour lesquels les pondérations étaient de 3 contre des performances se situant entre 7 et 9. La priorisation « Agir » a concerné 6 thèmes dont les pondérations se situaient entre 2 et 3, et des performances entre 3 et 6. Enfin le seul thème ayant la priorité « Réagir » révèle une pondération et une évaluation de 2.

Par conséquent, il résulte que les thèmes « connaissances des écosystèmes », « biodiversité » et « écosystèmes continentaux » constituent des atouts pour le JBER. Au contraire, les « extrants » représentent la faiblesse sur cette dimension.

La priorisation des objectifs de la troisième dimension (dimension culturelle) est révélée dans le tableau n°32 ci-dessous.

Tableau 32. Priorisation des objectifs de la dimension culturelle

THÈMES	Pondération	Performance	Priorité
Patrimoine culturel	3	7	Pérenniser
Expression culturelle	2	5	Agir
Minorités	1	2	Enjeux long terme
Diversité culturelle	2	3	Agir
Dialogue culturel	2	5	Agir
Industrie culturelle	1	1	Enjeux long terme
Innovations culturelles	2	5	Agir

Ici, un thème doit être pérennisé ; quatre thèmes font l'objet d'une priorité « Agir » et deux thèmes constituent des enjeux à long terme.

Le « patrimoine culturel » représente un enjeu important dans la mission du JBER tandis que les « minorités » et « l'industrie culturelle » sont des thèmes qui méritent la reconnaissance de l'importance d'une prise en compte sur les impacts futurs de leurs activités.

Le tableau suivant (tableau n°33) donne la représentation de la priorisation des thèmes de la dimension éthique.

Tableau 33. Priorisation des objectifs de la dimension éthique

THÈMES	Pondération	Performance	Priorité
Responsabilité	2	6	Pérenniser
Paix	1	4	Enjeux long terme
Accessibilité	2	8	Pérenniser
Compensation	2	5	Agir
Solidarité	2	6	Agir
Partage	3	7	Pérenniser
Biens communs	3	8	Pérenniser
Dialogue	2	8	Pérenniser
Valeurs communes	3	8	Pérenniser

Il en ressort (du tableau n°33) que sur les neuf thèmes de la dimension éthique, six sont à pérenniser, deux ont une priorité « Agir » et un, « Enjeux long terme ».

Le tableau n°34 donne priorisations des thèmes de la dimension territoire.

Tableau 34. Priorisation des objectifs de la dimension territoire

THÈMES	Pondération	Performance	Priorité
Implication	2	6	Agir
Cohésion	2	6	Agir
Autonomie et résilience	2	5	Agir
Établissements humains	2	5	Agir
Usage du territoire	2	6	Agir
Enjeux locaux	1	6	Enjeux long terme
Paysage	3	8	Pérenniser
Agriculture	2	6	Agir
Tourisme	3	8	Pérenniser
Adaptation	2	7	Pérenniser

Concernant la dimension territoire, sur les dix thèmes qui la constituent, 60% affichent une priorité « Agir », tandis que 30% sont à pérenniser et 10% sont des enjeux à long terme.

Le tableau n°35 est la représentation des priorisations de la dernière dimension (dimension gouvernance).

Tableau 35. Priorisation des objectifs de la dimension gouvernance

THÈMES	Pondération	Performance	Priorité
Institutions	2	7	Pérenniser
Gestion	2	8	Pérenniser
Participation	3	8	Pérenniser
Partenariats	3	7	Pérenniser
Acceptabilité	2	6	Agir
Subsidiarité	2	5	Agir
Cohérence	2	6	Agir
Information	2	8	Pérenniser
Suivi	2	8	Pérenniser
Transparence	2	6	Agir
Recherche et innovation	3	8	Pérenniser
Gestion des risques	2	7	Pérenniser

Enfin, la dimension gouvernance se décline en deux catégories de priorisation des objectifs : la première composée de 8 thèmes est à pérenniser contre 4 thèmes ayant une priorité « Agir ». Pour les 8 thèmes, les actions déjà menées doivent être maintenues vu qu'elles constituent de bonnes pratiques en matière de gouvernance. Les 4 autres thèmes nécessitent que des actions immédiates soient entreprises afin d'améliorer la durabilité du JBER.

Après avoir présenté les résultats individuels de chaque dimension de la GADD-S, la troisième section s'intéresse à la performance générale du JBER en termes de développement durable.

III.4.3. Performance globale en termes de développement durable

Le tableau de performance générale de la grille d'analyse du développement durable à servi à mesurer dans quelle mesure le JBER a pris en compte les principes du développement durable dans ses activités et ses décisions. Dans notre cas, construit à partir d'une série d'indicateurs ou de critères spécifiques liés aux domaines social, écologique, culturel, éthique, territoire et gouvernance, il est détaillé dans le tableau n°36 ci-après.

Tableau 36. Performance générale des 6 dimensions de la GADD-S

DIMENSIONS	Pondération moyenne	Performance moyenne	Etat de la situation
SOCIALE	2,0	57%	Perfectible
ÉCOLOGIQUE	2,5	59%	Perfectible
CULTURELLE	1,9	46%	Perfectible
ÉTHIQUE	2,2	70%	Satisfaisante
TERRITOIRE	2,1	65%	Satisfaisante
GOUVERNANCE	2,3	71%	Satisfaisante
Performance générale en termes de développement durable			Perfectible : PSPP à améliorer

Chaque pondération et performance moyenne correspond à la moyenne arithmétique des pondérations et, respectivement des performances de chaque dimension. Ces moyennes servent uniquement à comparer les dimensions entre elles. Concernant l'état de la situation, sont perfectibles les dimensions présentant une performance comprise entre 40% et 59%, et satisfaisantes celles dont les performances moyennes se situent entre 60% et 79%. Pour ce qui est de la performance générale en termes de développement durable, la situation perfectible correspond à la moyenne arithmétique comprise entre 45% et 64% des performances moyennes des six dimensions. Pour le JBER, la performance générale a été de 61,33% ainsi, des améliorations et à des ajustements continus doivent être initiées dans le but d'optimiser son efficacité et son impact.

La figure n°39 en toile d'araignée est la représentation de la performance globale du JBER.

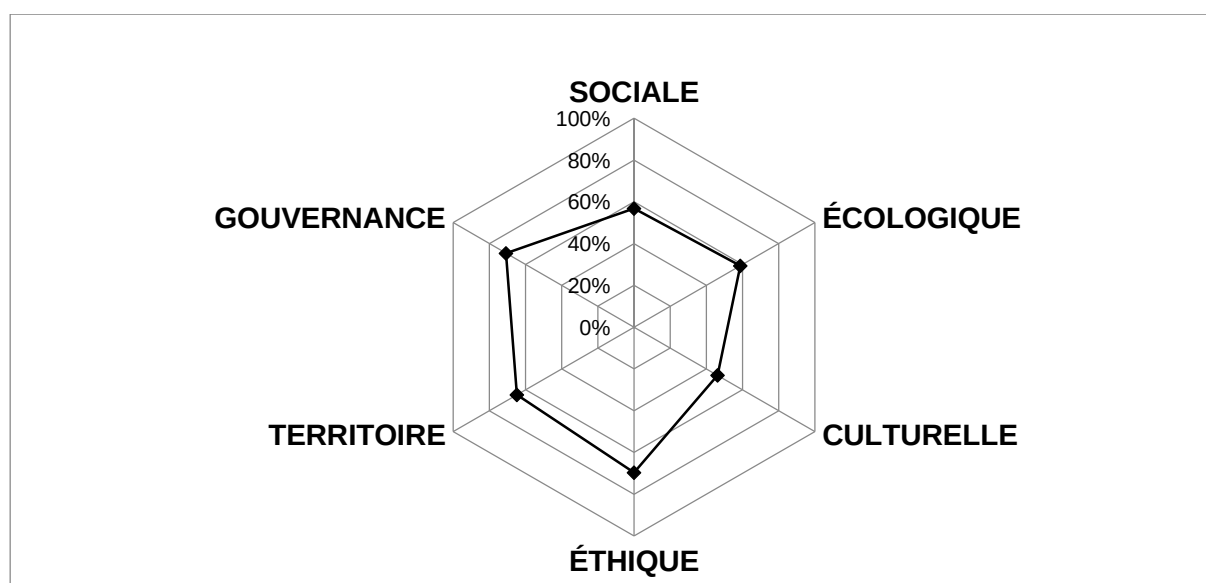


Figure 39. Performance des dimensions du développement durable du JBER

Ici, la figure traduit de l'équilibre (ou du déséquilibre) des six dimensions du développement durable face aux performances moyennes du JBER. Nous relevons à cet effet que ces performances oscillent entre un peu moins de 60%, sans qu'aucune dimension n'atteigne les 80%. Cette représentation peut aider les gestionnaires du JBER à orienter leurs efforts et leurs ressources vers des actions spécifiques visant à renforcer la performance en matière de développement durable.

Afin d'analyser l'existence d'éventuelles liaisons entre les dimensions, nous avons eu recours à des tests statistiques.

III.4.4. Relations entre les thèmes de la GADD-S

Les résultats bruts fournis par la grille d'analyse du développement durable ont fourni des résultats tout à la fois généralisés et détaillés. Néanmoins, des aspects sous-jacents liant les pondérations, les évaluations et les dimensions entre elles peuvent exister ; d'où le recours aux tests et analyses statistiques qui peuvent mettre en évidence ces corrélations ou associations potentielles.

En premier lieu, nous avons vérifié la pertinence des évaluations et performances attribuées individuellement par les répondants. Pour ce faire, la corrélation de Spearman a été utilisée, vu que nos valeurs étaient ordinales.

D'une part, le tableau n°37 a apporté les résultats du test de corrélation se rapportant aux pondérations de l'ensemble des thèmes confondus de la GADD-S.

Tableau 37. Corrélation de Spearman des 5 pondérations de la GADD-S (ρ)

Variables	Pond. 1	Pond. 2	Pond. 3	Pond. 4	Pond. 5
Pond. 1	1	0,274	0,543	0,456	0,368
Pond. 2	0,274	1	0,081	0,391	-0,053
Pond. 3	0,543	0,081	1	0,227	0,450
Pond. 4	0,456	0,391	0,227	1	0,163
Pond. 5	0,368	-0,053	0,450	0,163	1

Où, Pond. = Pondération.

Sur cette matrice de corrélation, les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha de 0,05. En outre, le test révèle que la majorité des corrélations est positive avec néanmoins une faible intensité ($\rho < 0,6$). Les corrélations négatives sont peu significatives avec une corrélation sensiblement égale à 0 ($\rho \approx 0$). L'absence de corrélation peut signifier une divergence d'opinion entre les répondants, ou encore une absence de collusion sur les pondérations à attribuer aux thèmes du questionnaire.

D'autre part, le tableau n°38 se rapporte aux résultats du test de corrélation de Spearman des évaluations de l'ensemble des thèmes confondus de la GADD-S.

Tableau 38. Corrélation de Spearman des 5 évaluations de la GADD-S (p)

Variables	Evaluation 1	Evaluation 2	Evaluation 3	Evaluation 4	Evaluation 5
Evaluation 1	1	0,439	0,823	0,432	0,752
Evaluation 2	0,439	1	0,443	0,334	0,461
Evaluation 3	0,823	0,443	1	0,436	0,725
Evaluation 4	0,432	0,334	0,436	1	0,375
Evaluation 5	0,752	0,461	0,725	0,375	1

Concernant cette seconde matrice, les valeurs en gras sont toujours différentes de 0 à un niveau de signification alpha de 0,05. Dans ce deuxième cas de figure, l'ensemble des corrélations est positive (elles varient dans le même sens) avec pour certaines une forte intensité ($p > 0,6$), tandis que d'autres le sont un peu moins ($0 < p < 0,6$). Ici, les résultats peuvent signifier une absence de collusion accompagnée d'une hypothétique similarité de point de vue des enquêtés.

En vue de compléter notre analyse de la GADD-S, nous avons produit un graphique ACM compilant une variable active sélectionnée pour chacune des 6 dimensions. A cet effet, nous avons croisé la variable (thème) liée à l'enseignement supérieur aux thèmes associés à la conservation de la biodiversité et à la gouvernance. Les thèmes et les objectifs correspondants à cette analyse sont présentés dans le tableau n°39 suivant.

Tableau 39. Thèmes et objectifs retenus pour l'ACM Gouvernance/Conservation

Dimension	Thèmes	Objectifs
Sociale	<i>Éducation supérieure</i>	Favoriser l'accès de chacun à son niveau d'éducation désiré et à une formation continue
Ecologique	<i>Biodiversité</i>	Favoriser la protection de la biodiversité
Culturelle	<i>Patrimoine culturel</i>	Assurer la conservation, la restauration, et la mise en valeur du patrimoine culturel
Territoire	<i>Biens communs</i>	Respecter et protéger les biens communs et les biens publics mondiaux
Ethique	<i>Enjeux locaux</i>	Considérer les enjeux locaux spécifiques dans les processus de planification et de décision
Gouvernance	<i>Gestion</i>	Intégrer le développement durable et ses outils dans les processus de gestion et de décision

Le tableau n°40 décrit les différentes évaluations attribuées aux thèmes de l'ACM associant gouvernance et conservation.

Tableau 40. Evaluations des 6 thèmes de l'ACM Gouvernance/Conservation

Variables	Éducation supérieure	Biodiversité	Patrimoine culturel	Biens communs	Enjeux locaux	Gestion
E_1	9	9	7	8	7	7
E_2	9	9	8	8	9	8
E_3	8	9	7	8	6	9
E_4	9	7	6	10	1	7
E_5	8	9	6	8	8	7
Minimum	8	7	6	8	1	7
Maximum	9	9	8	10	9	9
Moyenne	8,6	8,6	6,8	8,4	6,2	7,6

Avec E_n pour Individu Enquêteur numéro n (n = 1 à 5)

Les minimums, les maximums et les moyennes pour chaque thème ont été pris en compte en vue d'établir des interprétations de l'ACM. La figure n°40 illustre les résultats de l'analyse.

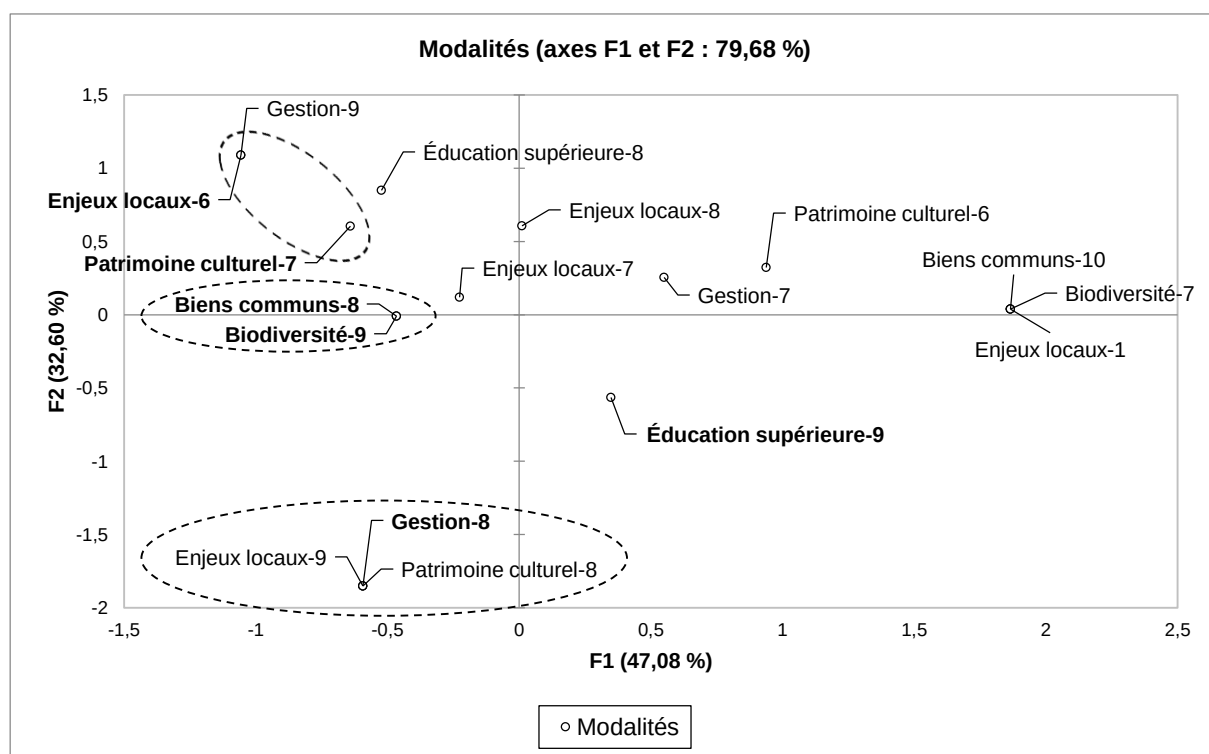


Figure 40. Mise en évidence des interactions Gouvernance/Conservation

Les valeurs en gras correspondent aux moyennes de chacune des 6 modalités (thèmes de l'ACM). La moyenne de la modalité « Enseignement supérieur » apparaît du côté positif de l'axe F1 qui a pour inertie 47,08%. Cependant, il est isolé du côté négatif de l'axe F2 dont l'inertie est de 32,60%. Bien que la somme des axes soit égale à 79,68%, celle-ci est sensiblement égale à 80% pour être informative.

Aussi, la moyenne de la modalité « Biodiversité » est associée à la moyenne de la modalité « Biens communs » sur l'axe négatif F1.

Pour sa part, la valeur maximale de la modalité « Patrimoine culturel » est associée à la moyenne de la modalité « Gestion » et le maximum de la modalité « Enjeux locaux » du côté négatif des axes F1 et F2.

Enfin, les moyennes des modalités « Enjeux locaux » et « Patrimoine culturel » sont associées du côté négatif de l'axe F1 et du côté positif de l'axe F2.

Les modalités entourées présentent des relations significatives sur le plan de l'ACM ; celles-ci peuvent être des corrélations ou des associations entre les thèmes de la GADD-S.

Enfin, les tableaux relatifs aux contributions des variables sur chaque axe, sont fournis en annexe XV.

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION

Collections vivantes du JBER

Les collections vivantes occupent une place centrale et cruciale dans les jardins botaniques à travers le monde. Elles revêtent une importance majeure en raison de leur rôle dans la préservation de la biodiversité, la recherche scientifique, l'éducation publique, la recherche sur l'horticulture, la sauvegarde des espèces menacées et l'amélioration de la qualité de vie. Il existe peu de pays n'ayant au moins un jardin botanique. De nouveaux jardins botaniques sont régulièrement établis dans le monde pour devenir principalement des centres de ressources botaniques soutenant la conservation des végétaux régionaux (Wyse-Jackson et Sutherland, 2000).

Le JBER recense actuellement 136 espèces botaniques que nous avons catégorisées sous forme de collections. Le BGCI définit en effet une collection vivante comme étant un groupe de plantes cultivées dans un objectif précis, qui peut être géographique, taxonomique, thématique ou écologique (Gratzfeld, 2016). Du fait de sa superficie restreinte (environ 1 ha), le JBER a retenu le critère taxonomique sur la base des espèces pour la classification. Les collections se répartissent en 54 familles dont 33 soient 61,11% ne comprennent qu'une seule espèce.

Le jardin botanique sert de sanctuaires pour une vaste gamme de plantes, notamment des espèces en danger d'extinction. Sur la totalité des espèces, 41,91% figurent dans la catégorie NE, 2,94% présentent des données déficientes, 41,91% sont en préoccupation mineure, 2,94% sont quasi menacées, 5,88% sont vulnérables, 2,21% sont en danger (EN) et 2,21% en danger critique. En d'autres termes, 58,09% des espèces sont évaluées dont 55,15% présentent un risque d'extinction et 10,30% sont menacées. Parmi les espèces faisant l'objet d'un danger critique d'extinction (CR) figurent *Tahina spectabilis* (ARECACEAE) et *Euphorbia geroldii* (EUPHORBIACEAE). La famille des MALVACEAE se retrouve dans la catégorie EN avec l'espèce *Adansonia grandidieri* avec celle des LAMIACEAE et des ORCHIDACEAE dont l'espèce représentée est *Vanilla planifolia*. En outre, la catégorie VU comptabilise des espèces de 6 familles différentes, dont *Commiphora guillauminii* (BURSERACEAE), *Coptosperma madagascariense* (RUBIACEAE), *Dalbergia chlorocarpa* (FABACEAE), *Dypsis decaryi* (ARECACEAE), *Kalanchoe beharensis* (CRASSULACEAE) et *Khaya madagascariensis* (MELIACEAE). Malgré la faible proportion des espèces menacées présentes au jardin (14 espèces), nous avons tout de même constaté que 75 espèces (55,15%) ont présenté un risque d'extinction.

La détermination du statut de conservation des plantes a été une première étape importante pour identifier les espèces du JBER menacées d'extinction dans un proche avenir. Les évaluations de l'état de conservation des espèces sont essentielles pour prioriser les mesures de conservation *ex* et *in situ*, et prendre des décisions éclairées en matière de protection (Gratzfeld, 2020).

Par ailleurs, le jardin botanique abrite une grande variété de plantes provenant du monde entier, y compris des espèces menacées ou en voie de disparition comme précédemment mentionné. En valeur relative, 36,03% des espèces du JBER sont endémiques de Madagascar, pour un nombre d'individus égalant 583 sur les 1.456 que compte le jardin. L'inventaire des connaissances populaires en matière d'usage de la flore est l'un des aspects de l'ethnobotanique, domaine de recherche commun aux sciences humaines et aux sciences naturelles, dont le propos est d'inventorier et d'analyser les faits culturels nés de la rencontre entre les sociétés et leur environnement végétal. Cela va du savoir de l'aliment et du remède, aux classifications traditionnelles et aux mythes (Lieutaghi, 1990). Ces utilisations ont d'ailleurs fait l'objet d'identification dans le cadre des espèces cultivées au jardin. Parmi celles-ci, nous avons relevé l'utilisation culturelle pour 15 espèces, 68 pour l'usage médicinal, 21 pour la construction, 64 à but horticole, 32 pour l'alimentation humaine, 6 pour l'alimentation animale, 17 à titre d'outillage, 5 à des fins cosmétiques et 11 comme combustibles. Il en ressort que la principale utilisation est à vocation médicinale.

Si nous pouvons avancer que la culture de plantes d'intérêt économique, et en particulier médicinales et aromatiques et leur commercialisation aux herboristes, augmente indéniablement le revenu des populations (Rebbas et Bounar, 2014), leur surexploitation présente des risques sur la conservation de la biodiversité. Les palmiers (ARECACEAE) à titre d'exemple, sont essentiels aux communautés humaines des zones rurales qui en dépendent pour leur subsistance quotidienne. Elles en utilisent les feuilles pour bâtir leurs maisons, fabriquer des outils tels que des balais, des cordes ou des manches de couteaux (Tomboanona, 2017). Ces populations rurales les utilisent également pour leurs propriétés médicinales en vue de soulager la toux ou les problèmes digestifs. Mais ces multiples usages sont souvent fatals aux arbres, car extraire le cœur des palmiers les fait périr (Rakotoarinivo, 2017). A ce titre, la prédominance d'espèces ethnobotaniques à utilisation médicale constitue un atout pour le jardin, dans le cadre de cette conservation de la biodiversité.

A contrario, *Coptosperma madagascariense* (Baill.) De Block est une plante endémique Malagasy très répandue pour son usage cosmétique surtout dans les villes de la côte de Madagascar (Mahajanga, Tuléar, Diégo-suarez, ...). Elle est soit cueillie dans la nature, soit vendue chez les herboristes à prix abordable. C'est une plante arbustive et l'espèce se répartit dans la région occidentale. Cette plante endémique est fortement exploitée

dans la région de Mahajanga, car outre son usage cosmétique, elle possède également d'autres propriétés. Par conséquent, elle pourrait être menacée au niveau local si aucune mesure n'était prise pour sa conservation (Ranarijaona et al, 2012). Avec un nombre d'individus s'élevant à 39 au JBER et étant inscrit dans la catégorie VU de la liste rouge de l'IUCN, l'espèce doit faire l'objet d'un suivi particulier.

De cet ordre d'idées, nous avons identifié 3 catégories taxonomiques pour les collections du JBER. Cette identification a débuté par l'évaluation des quatre principaux axes étant le patrimoine, la conservation, la science et l'éducation. En tenant compte de la moyenne des évaluations, nous relevons que l'axe relatif à l'éducation arbore le plus grand pourcentage de pondération pour une valeur de 4,11 ; vient ensuite l'axe se rapportant à la science avec 4,09 de moyenne ; le patrimoine pour 3,47 et enfin, la conservation avec uniquement 1,75. La maigre performance de l'axe conservation s'explique par le fait qu'il a été pondéré selon les critères de la liste rouge de l'IUCN or, nous le rappelons, seuls 10,30% des espèces présentes au JBER sont réellement menacées d'extinction (VU, EN et CR). Le critère du coût n'a été enregistré qu'à titre qualitatif pour des éventuelles améliorations des collections.

En effet, la première catégorie de collections dite « collections prioritaires » comprend les espèces dont la somme des pondérations des 4 axes retenus pour l'étude est comprise entre [16 ; 18]. Y sont retrouvées les espèces menacées telles que *Tahina spectabilis* J. Dransf. & Rakotoarinivo, *Adansonia grandidieri* Baill., *Adansonia madagascariensis subsp. Boeniensis* Linné et *Coptosperma madagascariense* (Baill.) De Block. Egalement, y figurent des espèces aromatiques et médicinales à l'instar de *Vanilla planifolia* Andrews, *Cananga odorata* (Lam.) Hook. f. & Thomson, *Ravensara aromatica* Sonn., *Cinnamosma fragrans* Baill.

La particularité de cette catégorie de collections est leur haut niveau de pondérations sur la totalité des 4 axes, notamment sur la dimension patrimoniale qui comprend les critères de rareté, d'endémisme local et de croyances culturelles. C'est notamment le cas pour l'espèce *Cedrelopsis grevei* Baill. dont le bois a la réputation d'être impérissable. Il est utilisé de manière traditionnelle pour fabriquer les tombeaux royaux Sakalava (Randrianaivo, 2011). Il est également utilisé comme bois de feu et pour faire du charbon de bois (Dongock Nguemo, 2008) et comme bois de charpente, d'embarcation et de charronnage. L'écorce du « Katrafay » sert à aromatiser le rhum local (Guéneau et al, 1975). Malgré que l'espèce soit catégorisée LC suivant les statuts de l'IUCN, les principales menaces qui pèsent sur elle sont les exploitations par diverses modes d'utilisation de ses ressources en bois. Elle trouve alors naturellement sa place dans les collections prioritaires du JBER.

Les collections importantes correspondent aux espèces ayant dénombré une somme comprise entre [13 ; 15]. Elles sont caractérisées par une moindre pondération sur les axes

patrimoine et conservation. On y retrouve un large spectre de statuts IUCN allant de NE à CR. La collection est constituée 78 espèces pour lesquels 50 espèces (64,10%) présentent un usage médicinal contre 14 uniquement dont les valeurs sont culturelles. Les genres *Aloe*, *Citrus*, *Commiphora*, *Dyopsis*, *Eucalyptus*, *Kalanchoe* et *Khaya* y sont largement représentés. Une large variété d'espèces comestibles y est identifiée à l'image de *Ananas comosus* (L.) Merr., *Carica papaya* Linné, *Mangifera indica* Linné, *Musa paradisiaca* Linné, *Piper nigrum* Linné, *Zingiber officinale* Roscoe.

Les collections secondaires quant à elles, dénombrent 44 espèces principalement constituées dans un but horticole. On y recense les genres *Euphorbia*, *Ixora* et *Pachypodium*. La somme des axes d'évaluation y est strictement inférieure à 13. Notons toutefois qu'une faible proportion d'espèces comestibles est retrouvée dans cette catégorie, à l'instar des espèces du genre *Annona* et des spécimens de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck et *Spondias dulcis* Parkinson.

Les résultats statistiques nous informent sur la répartition des individus et des espèces au sein du JBER. En considérant en premier lieu les individus, la figure n°17 a dévoilé que l'espèce *Sansevieria cylindrica* Bojer ex Hook. rassemblait le plus grand nombre d'individus ($n_i = 86$; $p_i = 5,91\%$). Cette abondance est justifiée par la fréquente utilisation ornementale de l'espèce (Tanveer et al., 2017). La présence de plantes ornementales s'explique par le fait que pour la majorité des gens, les jardins botaniques désignent des sites accueillants, agrémentés de plates-bandes aux couleurs changeantes selon les saisons (Barabé et al., 2012). A cet effet, l'espèce *Ixora lutea* Hutch. occupait la troisième place en terme d'abondance relative ($p_i = 4,81\%$). L'horticulture ornementale et l'architecture de paysage constituent donc des éléments-clés des jardins en exerçant un pouvoir attractif sur le public. D'ailleurs, la présence d'éléments horticoles et architecturaux est souvent une caractéristique des anciens jardins coloniaux. Cette caractéristique ne fait pas exception au JBER.

Toujours en relation avec l'abondance relative, les plantes à usage médicinales occupaient la deuxième, cinquième et sixième position avec respectivement les espèces *Terminalia mantaly* H. Perrier ($p_i = 5,01\%$), *Catharanthus roseus* (L.) G. Don ($p_i = 4,46\%$) et *Mimosa pudica* Linné ($p_i = 3,43\%$). L'espèce *Tahina spectabilis* J. Dransf. & Rakotoarivivo enfin, apparaissait en quatrième position ($p_i = 4,46\%$).

La diversité spécifique rend compte de la richesse et de la distribution d'abondance spécifique des phytocénoses (Danais, 1982). Elle est définie par la richesse spécifique et l'indice de diversité de Shannon (Chaneton et al., 1997). H vaudra 0 quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce et croît lorsque le nombre d'espèce évolue. Plus l'indice H est élevé, plus la diversité est grande. Avec un indice de Shannon-Wiener ($H = 4,17$) avoisinant la maximum [$H_{max} = \ln(S) = 4,91$; et $S = 136$], il s'avère que le JBER est riche en biodiversité.

Cette valeur de la diversité spécifique est confortée par une équitabilité élevée ($J = 84,85\%$) et un indice de Simpson D , avoisinant 0 ($D = 2,38\%$). En réalité sous la forme D , l'indice de Simpson est inversement proportionnel à la diversité ; l'indice de Simpson varie dans l'intervalle $[0 ; 1[$. Cet indice tend alors vers 1 lorsque la diversité est minimale et vers $1 - (1/S)$ lorsque la diversité est maximale. Selon Akpo et al. (1999), une plus grande diversité implique une plus grande égalité des contributions individuelles. Inversement, une diversité plus faible signifie une faible régularité de la répartition des individus. Sur le plan de la composition floristique du JBER, les calculs statistiques sont unanimes sur la diversité des espèces inventoriées.

Néanmoins, cette diversité ne prendrait de sens qu'à condition que les différentes échelles de catégories des collections (prioritaires, importants et secondaires) que nous avons mises en place, reflètent les impératifs de conservation auxquels les jardins botaniques sont assignés. C'est dans cette optique que le test du Khi-carré et de la corrélation bisérielle entre les paires de variables Type/Statut IUCN et Type/Endémicité ont été réalisés.

Aussi, lors de la réalisation des deux types de tests, les hypothèses alternatives (H_a) ont été validées pour les deux paires de variables, vu que les p-values étaient systématiquement inférieures aux coefficients alpha (*cf.* III.2.3). L'hypothèse H_a du Khi-carré est interprétée comme étant l'existence d'un lien entre la variable Type et la variable Endémicité, et un lien entre la variable Type et la variable Statut IUCN. Pour la corrélation bisérielle, l'explication cette même hypothèse a été que la variable quantitative Type et la variable qualitative Endémicité étaient associées, et la variable quantitative Type et la variable qualitative Statut IUCN l'étaient également.

La corrélation de Spearman a démontré peu d'associations ou de corrélations sur les variables patrimoine et conservation. Seule la paire Science/Education a mis en évidence un coefficient fort dans une moindre mesure ($p = 61,10\%$). Par conséquent, ce sont les deux premiers axes qui ont fortement influencé la classification d'une espèce dans l'une des trois catégories de collection. Nous avons d'ailleurs à rappeler que ces deux derniers axes (Science, Education) avaient pour pondération minimale la valeur de 3 et pour pondération maximale 5 ; ce qui explique la raison pour laquelle leurs moyennes étaient les deux plus élevées (respectivement 4,09 et 4,11).

Afin de finaliser les analyses statistiques de notre inventaire floristique, nous avons choisi d'avoir recours à la régression quantile. Cette méthode de modélisation a été adaptée à notre contexte de par la nature diverse de nos données (quantitatives et qualitatives). Koenker et al. (2017) de rajouter que les applications de la régression quantile peuvent être trouvées dans toutes les sciences, notamment l'astrophysique, la chimie, l'écologie,

l'économie, la finance, la génomique, la médecine et la météorologie. Nous avons délimité notre variable quantitative au nombre de spécimens total des 136 espèces inventoriées au JBER ; la variable qualitative a été d'une part l'endémicité et, d'autre part le Statut IUCN.

La modélisation a démontré dans un premier temps que, concernant la régression quantile se rapportant à l'endémicité, les espèces comptant moins de 11 individus (situés en dessous du 3^{ème} quartile) ont tendance à être non endémiques tandis celles comptant plus de 11 (du 3^{ème} quartile au maximum, soit $n_i = 86$ individus), sont enclin à présenter des critères d'endémicité. Concrètement, cela se manifeste dans les espèces *Catharanthus roseus* (L.) G. Don ($p_i = 4,46\%$), *Tahina spectabilis* J. Dransf. & Rakotoarinivo ($p_i = 4,46\%$) et *Terminalia mantaly* H. Perrier ($p_i = 5,01\%$) qui sont toutes endémiques de Madagascar.

Enfin, la seconde régression quantile qui prenait en compte la variable Statut IUCN a également démontré sa robustesse en révélant que pour les espèces dont le nombre de spécimens étaient situées en dessous de la médiane, ou 50^{ème} percentile ($n_i < 4$), le risque d'extinction (Statut IUCN) était variable. A partir de la médiane jusqu'au 90^{ème} percentile, le nombre d'individus et le risque augmentaient simultanément; enfin, du 90^{ème} percentile au maximum, le risque régressait tandis que le nombre de spécimens augmentait. Cette affirmation s'illustre pour les espèces telles que *Cinnamosma fragrans* Baill. ($p_i = 1,44\%$, LC), *Paracarphalea pervilleana* Baill. ($p_i = 1,92\%$, LC), *Dypsisis lutescens* (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf. ($p_i = 2,13\%$, NT), *Coptosperma madagascariense* ($p_i = 2,68\%$, VU), *Tahina spectabilis* J. Dransf. & Rakotoarinivo ($p_i = 4,46\%$, CR) et l'espèce *Sansevieria cylindrica* Bojer ex Hook. ($p_i = 5,91\%$, NE).

La régression quantile nous a permis de tirer des interprétations sur la distribution du nombre de spécimens inventoriés au jardin, par rapport à nos variables catégorielles. La modélisation peut aboutir sur des recommandations de nature à augmenter ou maintenir en l'état le nombre de spécimens ou le nombre de certaines collections. D'Haultfœuille et Givord (2014) d'avancer que cette analyse est particulièrement intéressante pour les mesures d'évaluation des politiques publiques : un programme peut avoir un effet moyen limité, mais permettre d'augmenter suffisamment les niveaux les plus faibles de la variable d'intérêt pour que son implémentation soit souhaitable.

Questionnaires d'enquête

Les raisons de l'administration des deux questionnaires (qualitatifs) étaient en premier lieu, l'évaluation de la raison d'être du JBER et ensuite, l'analyse de la gouvernance qui y est pratiquée. Les approches qualitatives sont précieuses pour obtenir une compréhension approfondie et nuancée des phénomènes humains et sociaux, en mettant l'accent sur la

signification, la complexité, la contextualisation et la diversité des perspectives. Elles complètent souvent les approches quantitatives en fournissant une perspective qualitative et holistique.

Le questionnaire général a porté sur les expériences subjectives des individus, leurs croyances, leurs motivations, leurs émotions et leurs perceptions. Cela a permis de comprendre les processus internes et les facteurs psychologiques qui influencent le comportement vis-à-vis des jardins botaniques. D'après Girard et al. (2015), la subjectivité constitue le caractère qui relève du jugement propre à la personne en fonction de sa réalité. Elle se manifeste donc partout où se tissent des relations humaines. La subjectivité est d'ailleurs reconnue en recherche qualitative par la nature même des données recueillies ainsi que par les processus analytiques impliqués. Ainsi, toute démarche de recherche qualitative, du choix de l'objet de recherche jusqu'à la diffusion des résultats, est fondée sur la subjectivité (Malterud, 2001). Il est alors question de travailler à limiter, à contrôler ou à gérer cette subjectivité ou encore, de l'accepter, de l'utiliser et de l'embrasser comme donnée de recherche (Morrow, 2005). De cet ordre d'idées, nous avons administré ce premier questionnaire à un panel de 172 individus faisant partie de la communauté universitaire de Mahajanga, répartis équitablement en deux groupes distincts (étudiants ; personnel enseignant et administratif-technique).

Concernant les motivations sur la visite du JBER, les deux groupes ont répondu majoritairement qu'ils étaient présents « pour apprendre et comprendre ». Ensuite, ils ont cité en grande partie que les jardins botaniques sont des « lieux de recherche ». Quant aux missions, elles portaient pour la plupart sur la « recherche scientifique ». C'est au niveau des acquis de la visite que les groupes ont manifesté une divergence d'opinion ; Pour l'essentiel du premier groupe (Personnel), les apprentissages se sont manifestés par la « conservation de l'environnement » tandis que pour le second (étudiant) il s'agissait principalement de « l'utilisation des plantes » et la « forme des plantes ». Au sujet des externalités, le premier groupe s'est dit prêt à « acheter des plantes dans un but de conservation », quand le second avançait vouloir « payer un prix d'entrée raisonnable pour l'accès à un jardin botanique ». De manière générale, les deux groupes ont manifesté une énorme satisfaction suite à la visite du JBER.

L'analyse en correspondances multiples des modalités Missions/Définitions a révélé de manière spécifique que la CSP-Etudiant était plus étroitement liée aux modalités « Définition-Lieu de recherche » et « Missions-Recherche scientifique », du moment que la seconde CSP était partagée entre les différentes modalités de la variable « Missions » ; pourtant, la modalité « Missions-Enseignement et éducation » paraissait comme un terrain d'entente entre les deux groupes (cf. figure n°26).

Toujours sur le plan de l'ACM, nous avons pu relever que la CSP-Personnel s'était fortement attachée à la modalité « Acquis-Conservation de l'environnement » tandis que les modalités « Acquis-Formes des plantes » et « Motivations-Pour apprendre et comprendre » se rapportaient à la CSP-Etudiants. L'origine des plantes elle, se présente comme étant un ajustement entre les CSP (cf. figure n°27).

La dernière représentation bidimensionnelle de l'ACM a porté sur les variables actives Missions/Acquis. La figure n°28 a favorisé l'interprétation de ces deux variables par rapport aux CSP. Nous avons à ce titre observé que la CSP-Etudiant était intimement associée aux modalités « Missions-Recherche scientifique » et « Acquis-Forme des plantes ». Quant à la CSP-Personnel, elle présente une forte association/corrélation avec les modalités « Missions-Conservation et exposition » et « Acquis-Conservation de l'environnement ».

L'analyse factorielle des correspondances a donné lieu à l'éclatement entre les deux groupes. Notre analyse a principalement porté sur les variables Missions/Acquis. De ce qui est du personnel, l'utilisation des plantes est associée à la mission de conservation et exposition ; la conservation de l'environnement se lie à la recherche scientifique, tandis que l'origine des plantes rime avec l'enseignement et l'éducation (cf. figure n°29). Les étudiants ont eu une toute autre conviction : l'utilisation ainsi que la forme des plantes correspond à la mission de la recherche scientifique ; la conservation de l'environnement quant à elle se rapporte à l'enseignement et l'éducation et, finalement l'origine des plantes est à imputer à la mission de conservation exposition.

De ces analyses, nous avons pu déduire que les étudiants accordaient au JBER la définition d'un lieu de recherche (83,72%), ayant pour mission la recherche scientifique (48,84%). Ils y ont appris essentiellement la forme des plantes (26,74%). Le personnel quant à lui a été moins catégorique que les étudiants sur la définition d'un jardin botanique comme étant un lieu de recherche ; l'opinion de ce groupe sur la mission du JBER a été quelque peu mitigée toutefois, la conservation de l'environnement (45,35%) s'est présentée comme un apprentissage indéniable suite à leur visite. Les missions d'enseignement et éducation et les acquis sur l'origine des plantes constituent des alternatives communes à leur principale opinion, pour les deux groupes.

Pour Burigana et Caucat (2005), les missions d'un jardin botanique dans le cadre d'une enquête qu'ils ont effectué sur les attentes des visiteurs du jardin botanique de Montréal, sont principalement éducatives et pédagogiques ; comme cité en second lieu par nos groupes dans les résultats de notre enquête. Par ailleurs, les visiteurs de Montréal ont principalement appris la forme des plantes, à l'instar de la grande majorité de nos étudiants. Nous soulignons néanmoins une divergence de point de vue par rapport aux trois entités interrogées : les

visiteurs de Montréal portaient sur un public adulte en visite libre sans distinction de la CSP, alors que notre panel a mis en évidence ce paramètre. En outre, le JBER est placé sous la responsabilité de l'Université de Mahajanga, lorsque le Jardin Botanique de Montréal lui appartient à la Ville de Montréal. Par conséquent, leurs orientations stratégiques sont susceptibles d'être distinctes. Ce qui nous a menés à approfondir la gouvernance du JBER.

L'analyse du processus de gouvernance du JBER a autorisé l'interprétation du niveau de maturité en matière de gouvernance. Cette description s'est vue intéressante du moment que les forces et faiblesses du JBER en matière de bonnes gouvernance ont été mises en évidence. Les indicateurs de Yablonsky et al. (2009) ont eu pour objectif d'ouvrir la voie à des commentaires qualitatifs. De ce qui précède, le questionnaire a mis en exergue des points positifs et négatifs sur la gestion de notre jardin. Les niveaux de synthèse (figure n°31) ont établis que seul le respect des règles d'éthique a atteint un niveau de maturité culminant (optimisé). Les risques de fraudes enregistrent la plus mauvaise performance avec une moyenne des pondérations de 1,9. L'explication est que l'institution n'a mis en place aucun audit régulier de la qualité des contrôles en place pour se prémunir des risques de fraude. En outre, aucune cartographie des contrôles et des risques associés n'est en place. Un second point faible est la déclinaison des objectifs au niveau des processus opérationnels qui ne performe qu'à hauteur de 2,3 soit une maturité classée dans « Découverte ». En effet, les macro-processus tels que la création de l'offre ou la prise en compte des attentes ou insatisfactions des utilisateurs ne peuvent être mesurés ni en terme de résultats, ni en terme de performances. Ces macro-processus ne possédant aucun indicateur de types qualité, coûts ou délais. De ce qui précède, aucun suivi de la performance de la gouvernance n'est présent au sein de l'institution (inexistant). Enfin, la déclinaison de la stratégie à moyen terme au niveau des responsables opérationnels est au niveau de découverte, raison pour laquelle la planification à moyen terme et budget (1.2.1 du questionnaire sur le processus de gouvernance) enregistre une faible performance de 3,2.

L'analyse des sous-domaines qui a été présentée à la figure n°32 a confirmé que les risques de non atteinte des objectifs de performance constituent le talon d'Achille du JBER. En dehors de la conservation de collections végétales bien documentées à diverses fins, il n'existe que peu de caractéristiques communes à l'ensemble des jardins botaniques. Il est néanmoins possible d'identifier plusieurs catégories d'institutions et de déterminer la manière dont leur gouvernance et leur gestion opérationnelle s'appliquent à leurs activités. Les jardins botaniques universitaires sont généralement davantage tournés vers la recherche et l'enseignement supérieur que les autres, mais étant donné le caractère changeant des priorités éducatives, la recherche ne va pas toujours de soi pour ce type de jardin botanique. Différents modèles organisationnels sont applicables aux jardins botaniques rattachés à des

universités ou des écoles supérieures. Dans certains cas, ils sont liés à un département de recherche et servent à soutenir ses programmes. Dans d'autres, ce sont des aménagements destinés à la communauté universitaire ou la population en général, et leur capacité à collecter des fonds et à prendre des décisions peut être indépendante du département universitaire auquel ils sont rattachés. À l'instar des jardins botaniques gouvernementaux, les jardins botaniques universitaires peuvent s'appuyer sur des bénévoles, des associations d'« amis », ou d'autres agences affiliées qui participent aux différentes missions (Gratzfeld, 2020).

Le Lean Management repose sur le principe de l'amélioration continue. Les institutions qui adoptent le Lean s'efforcent constamment d'identifier et de mettre en œuvre des améliorations dans leurs processus, qu'il s'agisse de petites améliorations progressives ou de changements plus significatifs.

Le JBER s'est récemment vu doter d'une nouvelle forme organisationnelle. Si dans le passé, le jardin était placé sous la responsabilité d'une école doctorale, de nos jours celui-ci dépend immédiatement de la Présidence de l'université et est placé sous l'autorité actuelle d'un directeur du « musée et jardin botanique ». La décision de placer les musées et le jardin botanique sous la même direction a pu découler de plusieurs facteurs et objectifs stratégiques. Nous avons à ce titre pu relever la synergie éducative vu que les musées et les jardins botaniques partagent souvent des objectifs éducatifs similaires. Ils sont tous deux des lieux où l'on peut apprendre sur la biodiversité, l'histoire naturelle, la botanique, la conservation et d'autres sujets connexes. En les regroupant sous une même direction, il est possible de créer des synergies éducatives en offrant des programmes éducatifs interdisciplinaires qui intègrent à la fois les aspects culturels et scientifiques. Un autre objectif est la conservation et la recherche : les jardins botaniques sont souvent engagés dans des programmes de conservation des plantes rares et menacées, ainsi que dans des recherches scientifiques liées à la botanique et à l'écologie. La proximité avec un musée peut favoriser la sensibilisation du public à ces efforts de conservation et permettre d'exposer des collections botaniques dans un contexte éducatif plus large. En troisième lieu, la combinaison de musées et de jardins botaniques peut enrichir l'expérience des visiteurs. Ils peuvent avoir la possibilité de découvrir à la fois des expositions culturelles et artistiques ainsi que des espaces naturels avec des collections de plantes diverses. Cela peut attirer un public plus large et offrir une expérience plus variée. Enfin, la direction conjointe peut également favoriser la sensibilisation aux questions environnementales et à la conservation de la nature. Les musées ont souvent une portée importante en termes de sensibilisation du public, ce qui peut être utilisé pour promouvoir la conservation de la biodiversité mise en œuvre par les jardins botaniques.

Le cas du Jardin botanique de l'Université de Cambridge (Cambridge University Botanic Garden, CUBG) reflète un cas similaire de restructuration organisationnelle. Le jardin

botanique est organisé en neuf unités, chacune dirigée par un chef de département. La déclaration de mission du CUBG souligne l'importance de la conservation des collections végétales vivantes de l'Université de Cambridge à des fins de recherche et d'enseignement. Le Département des collections est dirigé par un conservateur qui occupe également le poste de directeur-adjoint ; il est chargé de l'élaboration et de la mise en œuvre des stratégies relatives aux collections végétales. Interrogé sur l'évolution de l'organisation, le Professeur Beverley Glover – directeur – constate : « *Nous nous sommes récemment restructurés en transformant le « Département des collections et du patrimoine », qui était difficile à gérer, en deux unités distinctes. Par ailleurs, pour faire face au nombre croissant de visiteurs, nous avons mis en place un « Département des services aux visiteurs » ; ce département était auparavant intégré à notre unité administrative étant donné que les services aux visiteurs ne constituaient alors qu'un volet mineur de notre mission. Des réunions avec l'ensemble des chefs de département sont organisées tous les quinze jours afin de suivre l'évolution des besoins organisationnels et d'y répondre rapidement* ».

La figure n°5 se rapportant à l'organigramme du JBER a mis en évidence l'apparition d'une nouvelle fonction au sein du jardin ; celle du responsable des cours de jardinage et guide des visiteurs, en prévoyance de l'augmentation des flux de visiteurs.

Un autre point du questionnaire sur le processus de la gouvernance du JBER qui a mérité un intérêt particulier est le niveau de synthèse relatif à la définition de la stratégie (1.1.3), qui a obtenu une pondération moyenne de 3,4 et se situe ainsi au niveau de maturité « déploiement ». Il est à rappeler que cet indice de maturité signifie que les principaux responsables sont sensibilisés à l'importance de la gouvernance pour le développement de l'institution et des actions sont entreprises pour améliorer le niveau de maturité. De manière plus spécifique, le niveau de synthèse a dévoilé que les attentes des stakeholders n'étaient que très récemment prises en compte.

Au sein du Jardin botanique de l'Université d'État de Tver (Russie), le directeur général explique que ce jardin botanique est fortement lié à la population locale : « *Nous pensons sincèrement que le succès et la reconnaissance de notre jardin botanique aux niveaux municipal et régional dépend de la perception et de l'acceptation de notre travail par la communauté locale. Il est essentiel que nos employés soient conscients de l'importance de leurs connaissances scientifiques, mais aussi de l'intérêt de leur travail pour la population. Notre jardin botanique se veut un exemple de gestion durable d'un site naturel, historique et culturel unique en milieu urbain et dans la société moderne. Nous menons divers projets communautaires et sociaux de vulgarisation scientifique qui revêtent une dimension commerciale. Notre mission consiste à faire découvrir l'univers des plantes à nos visiteurs et à les sensibiliser à l'importance de leur conservation et aux liens entre l'être humain et la*

nature. Cette politique a entraîné une augmentation considérable du nombre de visiteurs, qui est passée de plusieurs centaines à plus de 45 000 personnes par an ». Ce cas, pourrait susciter de nouvelles orientations pour notre jardin.

Ces observations ne sauraient toutefois prendre de sens que si les items de notre questionnaire n'étaient pertinents. C'est à ce titre que le test de l'alpha de Cronbach a révélé une valeur supérieure à 0,7 ($\alpha = 0,753$). Les items étaient ainsi cohérents et pertinents.

Grille d'Analyse du Développement Durable Simplifiée

La grille d'analyse du développement durable a été un outil qui a permis d'évaluer la performance et les pratiques de notre jardin botanique en ce qui concerne le développement durable. Il s'est principalement agi d'évaluer comment le jardin a contribué à la conservation de la biodiversité en conservant et en préservant des plantes rares, menacées ou en voie de disparition. Un autre objectif clé a été d'examiner comment le jardin botanique s'intégrait dans la communauté locale, en favorisant la collaboration avec d'autres organisations, en promouvant la sensibilisation locale et en contribuant au bien-être de la communauté environnante. Enfin, l'évaluation de la gouvernance a examiné les politiques et les pratiques de gestion du jardin botanique pour s'assurer qu'elles étaient transparentes, responsables et cohérentes aux objectifs des jardins botaniques.

L'analyse des évaluations a démontré que le thème se rapportant de l'enseignement supérieur était le plus performant de la dimension sociale avec une valeur de 9. Concernant la dimension écologique, la connaissance des écosystèmes et la biodiversité ont été les plus performantes pour une évaluation de 9. Le thème portant sur le patrimoine culturel s'est démarqué dans la dimension culturelle avec la valeur d'évaluation maximale de 7. Quatre thèmes se sont singularisés dans la dimension éthique avec une performance de 8 ; ce sont l'accessibilité, les biens communs, le dialogue et les valeurs communes. Ensuite, les thèmes relatifs au paysage et au tourisme ont culminé dans la dimension territoire avec une performance de 8. Enfin, en ce qui concerne la dimension gouvernance, cinq thèmes sont sortis du lot à savoir la gestion, la participation, l'information, le suivi et la recherche innovation.

Pour ce qui est des points négatifs, les thèmes correspondant à la lutte contre la pauvreté, les extrants, les minorités et l'industrie culturelle ont eu des impacts négatifs sur le développement durable. Ces thèmes n'indiquent pas forcément des indices de priorité similaires ; les quatre thèmes suscités à l'exception des extrants ont présenté des enjeux à long terme. En effet, la lutte contre la pauvreté, les minorités et l'industrie culturelle ne constituent pas des objectifs prioritaires pour les jardins botaniques. Les extrants quant à eux, se sont vus attribuer la priorité « réagir ». Dans le contexte de la grille d'analyse du

développement durable, la priorité Réagir fait référence à une phase ou à une catégorie spécifique qui se concentre sur la manière dont l'organisation réagit aux enjeux et aux défis liés au développement durable, en particulier en cas de problèmes, de crises ou d'incidents. Cette phase intervient après que l'organisation a évalué sa situation actuelle, identifié des domaines de préoccupation et élaboré des plans d'action pour améliorer sa performance en matière de développement durable. La priorité Réagir implique donc la prise de mesures et de décisions en réponse aux problèmes ou aux circonstances qui menacent ou affectent la durabilité de l'organisation. Dans le cadre des extrants, il s'agira d'éviter de rejeter des quantités de polluants ou de déchets plus grandes que ce que les écosystèmes sont en mesure d'absorber. De fait, par leur capacité de détoxification, les milieux naturels peuvent absorber une partie des extrants des activités humaines, mais ces derniers doivent être maintenus en deçà de la capacité d'absorption des écosystèmes. L'institution peut agir en développant une connaissance sur les dynamiques écologiques, sur la nature des extrants et sur leurs impacts, tout en visant la réduction des rejets par une gestion intégrée, en remplaçant les matières toxiques par des éléments biodégradables ou à faible toxicité (Riffon et al., 2016). La résolution de plusieurs problématiques environnementales devra passer par le changement de comportement, que ce soit individuel ou sociétal (Paquette, 2013). Kollmuss et Agyeman (2002) indiquent qu'entre autres, la connaissance est un paramètre qui illustre la relation entre facteurs individuels internes et externes et l'adoption de comportements respectueux de l'environnement.

Porter (1985), a abordé la question des faiblesses dans le cadre de sa réflexion sur la stratégie concurrentielle et la création d'un avantage concurrentiel. Une des contributions clés de Porter est sa théorie des cinq forces concurrentielles. Dans ce contexte, il traite des faiblesses en soulignant leur importance pour la stratégie. Les faiblesses internes sont des aspects qui peuvent entraver la capacité d'une entreprise à concurrencer avec succès. Cela peut inclure des coûts de production élevés, des lacunes technologiques, des inefficacités opérationnelles, etc. L'auteur met également en garde contre le fait que toutes les faiblesses ne sont pas également importantes. Il est essentiel de comprendre quelles faiblesses ont le plus grand impact sur la capacité à exécuter sa stratégie et de se concentrer sur celles-ci.

Dans le cadre de la GADD-S, les faiblesses, quant à elles, sont directement liées aux bonifications prioritaires. Il s'agit de l'ensemble des objectifs dont le niveau de priorité correspond à « Agir » ou « Réagir » ayant reçu une évaluation de 6 et moins. Certaines actions menant à des progrès pour un objectif peuvent favoriser l'atteinte d'autres objectifs (synergies) ou en entraver l'atteinte (antagonismes). Il est important de toujours garder en tête ces synergies et antagonismes au moment de l'analyse. Des actions bonifiant un ou des objectifs ne devraient pas avoir d'effets négatifs sur d'autres objectifs (IFDD, 2021).

Les tableaux n°30 à 35 témoignent de plusieurs faiblesses (priorité « agir ») du JBER en termes de développement durable. Certaines sont moins importantes que d'autres de par la nature et des objectifs du jardin botanique. D'autres le sont plus, notamment en considérant la dimension écologique, éthique, territoire et gouvernance. Respectivement, les thèmes relatifs à la fixation des objectifs de restauration des écosystèmes dégradés (restauration), le développement de l'esprit communautaire et de la solidarité (solidarité), l'optimisation de l'utilisation du territoire (usage du territoire) et la cohérence systémique des propositions de développement (cohérence). Ces thèmes font écho principalement aux priorités d'action en matière de processus opérationnels et d'implication des différentes parties prenantes, observations qui déjà étaient pointées dans le questionnaire du processus de gouvernance (déclinaison de la stratégie à moyen terme au niveau des responsables opérationnels et attentes des stakeholders moyennement prises en compte dans la définition de la stratégie).

La priorité « agir » correspond à la phase d'action et de mise en œuvre des principes et des objectifs du développement durable. Cette phase intervient après avoir réalisé une évaluation ou une analyse de la situation actuelle et identifié les enjeux et les objectifs à atteindre. En somme, la priorité met l'accent sur la transformation des intentions et des objectifs en actions concrètes qui visent à créer un avenir plus durable sur les plans environnemental, social et économique.

De manière générale, les dimensions sociale, écologique et culturelle sont perfectibles, en d'autres termes qu'elles sont faiblement prises en compte. Respectivement leur performance moyenne est de 57%, 59% et 46%. Les dimensions relatives à l'éthique, le territoire et la gouvernance elles, sont satisfaisantes pour des pondérations moyennes de 70%, 65% et 71%. En somme, la pondération moyenne minimale est associée à la dimension culturelle et la pondération moyenne maximale est se rapporte à la gouvernance.

Afin de finaliser l'analyse de la GADD-S, l'analyse des correspondances multiples se rapportant aux thèmes ayant une connotation de conservation et/ou de gouvernance n'a pu être effectuée sans une analyse des corrélations de Spearman. En effet, il a fallu déterminer des pondérations ou des évaluations lesquelles étaient plus pertinentes dans le cadre de corrélation ou d'association. La corrélation de Spearman des pondérations a révélé des corrélations faibles ($p < 0,6$) dans la totalité des associations, tandis que les résultats entre les associations des évaluations n'ont enregistré que des corrélations positives dont certaines ont été significatives ($p > 0,6$). Ces résultats signifient une similarité de point de vue des enquêtes.

La moyenne des évaluations des 6 thèmes retenus (éducation supérieure, biodiversité, patrimoine culturel, biens communs, enjeux locaux et gestion) au tableau n°40 a révélé une

valeur variant de 6,2 à 8,6. L'évaluation de 6 correspond aux objectifs modérément pris en compte et qui recensent quelques actions tangibles, avec des impacts positifs et respectueux de bonnes pratiques. L'évaluation de 8 quant à elle est associée aux objectifs bien pris en compte, pour plusieurs actions concrètes et des innovations tangibles, dont les impacts positifs sont importants tout en se démarquant des PSPP similaires (IFDD, 2021). Le choix des 6 thèmes pour l'ACM a ainsi été conforté par leur haut de degré de prise en compte par le JBER et par leur niveau de priorisation qui pour 5 d'entre eux étaient « Pérenniser ».

Ici, nous avons choisi d'identifier les associations entre les valeurs moyennes pour chaque variable active. La principale association est relevée entre la biodiversité (dimension écologique) et les biens communs (dimension éthique). La seconde association elle, démontre une relation entre les enjeux locaux (dimension territoire) et le patrimoine culturel (dimension culturelle). Il n'a existé aucune association pour les moyennes des évaluations des thèmes relatifs à l'éducation supérieure (dimension sociale) et la gestion (dimension gouvernance) avec les autres thèmes de différentes dimensions. En moyenne, les enquêtés ont eu tendance à mettre une évaluation maximale aux modalités « Enjeux locaux » et « Patrimoine culturel » en pondérant moyennement la variable « Gestion ». Nous avons ainsi pu déduire que pour notre jardin botanique, il n'a existé aucune cohérence entre la gouvernance et la conservation, dans le cadre de la grille d'analyse du développement durable.

CONCLUSION

CONCLUSION

En un mot, nous avons démontré à travers nos travaux d'inventaire que le jardin botanique entretenait une grande diversité floristique. Elle recense tout aussi bien des espèces endémiques que non endémiques. Cette diversité se manifeste à juste titre par le large spectre des statuts IUCN qui y sont relevés. Nos travaux précurseurs de catégorisation des collections du JBER devraient permettre une meilleure prise de décision stratégique relative à la priorisation de la conservation des espèces menacées. Nous avons posé comme première hypothèse que le JBER contribuait à la conservation de ces espèces menacées ; cette hypothèse a été partiellement validée de par nos résultats statistiques qui indiquaient que d'une part, les collections prioritaires étaient en étroite association avec le haut degré de menace d'extinction des espèces qui la composent (test du Khi-carré et corrélation bisérielle) et d'autre part, que l'endémicité évoluait en fonction de l'accroissement du nombre de spécimens (régression quantile). Plus une espèce recensée comptabilisait un nombre d'individus élevé, plus elle était susceptible d'être endémique, tandis que le nombre de spécimens cultivés au JBER n'évoluait pas de manière proportionnelle avec l'accroissement du risque d'extinction. Nous pouvons ainsi affirmer qu'une partie des collections est cultivée pour l'horticulture (éducative) en tenant compte des critères d'endémicité, tandis qu'une autre partie est présente au jardin pour des raisons scientifiques notamment médicinales sans pour autant mettre systématiquement l'accent sur les risques d'extinction.

Une attention particulière devra être portée sur les différentes catégories de collections que nous avons mises en évidence. Celles-ci en effet tiennent compte, de manière simultanée, de l'endémicité et du statut de menace des espèces comme démontré par nos régressions quantiles. L'identification des types de collections (prioritaires, importantes et secondaires) et l'utilisation des fiches d'évaluation des collections auront pour bénéfices d'apporter de manière synthétique plusieurs informations quantitatives et qualitatives pour une collection donnée. A ce titre, nous avons eu à constater que la collection *Tahina spectabilis* faisait déjà l'objet d'un effort de conservation particulier au JBER avec une importante abondance relative. Pourtant, la collection *Adansonia grandidieri* qui est endémique de Madagascar et figure parmi les collections prioritaires ne recense que deux spécimens au jardin ; or l'espèce est classée par l'IUCN dans la catégorie en danger (EN).

Toujours sur cette même base d'évaluation, d'autres espèces endémiques et fortement menacées pourraient être introduites au jardin. La majorité des espèces de plantes vasculaires de Madagascar est en effet considérée comme endémique de l'île. Des espèces qui ne font actuellement l'objet d'aucune mesure de conservation *ex-situ* pourraient venir enrichir la diversité du JBER. C'est notamment le cas des espèces *Albizia verrucosa* Capuron,

Cedrelopsis gracilis J.-F.Leroy, et *Euphorbia boinensis* Denis ex Humbert & Leandri qui sont natives de l'ouest de Madagascar.

Sur le plan de l'opinion subjective des sujets interrogés, il ressort que le JBER est un lieu de recherche qui a pour principale mission la recherche scientifique suivie par celle de l'enseignement et l'éducation. Le jardin a occasionné, pour les étudiants, un apprentissage sur la forme des plantes alors que pour le personnel, il s'est agi d'en savoir plus sur la conservation de l'environnement. L'origine des plantes a autant suscité l'intérêt des deux groupes. Néanmoins, il est apparu que les étudiants étaient plus disposés à définir la mission du JBER comme étant orientée vers recherche scientifique telle évoquée par notre seconde hypothèse, aboutissant sur l'apprentissage de la forme des plantes. Au contraire, le personnel a défini la mission du jardin comme étant vouée à la conservation et l'exposition ayant pour finalité la conservation de l'environnement. En somme, le personnel tend à valider l'hypothèse H1 lorsque les étudiants eux, penchent plus sur l'hypothèse H2. Cette deuxième hypothèse a fait l'objet d'autres tests en vue de l'infirmier ou la valider.

L'analyse du processus de gouvernance du JBER a eu pour effet de mettre en évidence les forces et faiblesses de l'institution sur le plan de la gouvernance. Sur les plans de l'élaboration de la stratégie, le pilotage de la performance et les risques liés à des défaillances du système de régulation, le JBER a atteint le niveau de maturité « maîtrisé ». Cela s'explique essentiellement par une définition adéquate des différents comités tels que le Conseil d'Administration de l'université et l'indépendance de celui-ci, ainsi que le respect des règles d'éthique. Les risques de non atteinte des objectifs de performance constituent la faille au niveau de la gouvernance du jardin. Ce sous-domaine se situe au niveau de découverte en raison de l'absence de suivi d'indicateurs de performance de la gouvernance et de démarches concrètes et continues de progrès. Certes, des modifications organisationnelles ont eu lieu au sein de l'institution pourtant, le JBER devrait adopter des démarches type Lean Management. Au niveau de la stratégie, une prise en compte plus accrue de l'attente des stakeholders serait une application concrète de cette démarche de progrès continu. Cette stratégie peut être calquée sur des expériences au niveau international à l'instar de celles du Jardin botanique de l'Université d'État de Tver en Russie qui mène divers projets communautaires et sociaux de vulgarisation scientifique. La stratégie a conduit à l'augmentation de nombre de visiteurs et à la sensibilisation de l'importance de la conservation et des liens entre l'Homme et la nature.

De cet ordre d'idées, il ressort que le JBER a déjà intégré les processus de gouvernance d'autant plus que trois sous-domaines sur sept ont atteint la maturité, trois également sont en déploiement et un seul (sans être des moindres) n'est qu'au stade de découverte.

La grille d'analyse du développement durable a également mis en exergue les forces et faiblesses de l'institution en matière de développement durable. La dimension écologique s'est révélée faiblement prise en compte alors que la dimension gouvernance est satisfaisante, en d'autres termes ni fortement ni faiblement prise en compte. De manière générale, et en termes de performance générale du JBER en matière de développement durable, notre jardin est « à améliorer ». De fait, il a été révélé des associations sur certaines dimensions de la GADD-S sans pour autant faire apparaître des cohérences entre la gouvernance du JBER et la stratégie de conservation des espèces menacées. A ce niveau, nous pouvons ainsi réfuter la troisième hypothèse H3, pour le cas particulier du JBER.

La catégorisation des collections vivantes et le questionnaire général ont validé partiellement notre hypothèse H1 ; le questionnaire général, le questionnaire du processus de gouvernance et la GADD-S ont confirmé l'hypothèse H2 ; la GADD-S a contribué à réfuter l'hypothèse H3. Il est en effet indéniable que les effets des politiques qui ont été menées au sein du JBER ne s'orientaient pas de manière prioritaire sur la préservation des espèces menacées, mais plutôt sur la recherche et l'éducation. Néanmoins, les engagements récemment pris par le management s'orientent vers une stratégie de type Lean Management. La responsabilisation ainsi que la prise de conscience collective initiée par la PNEDD associées à des travaux tels que ceux que nous avons effectués ouvrent la porte à des progrès continus au sein des institutions universitaires, par le biais de leur jardin botanique, dans le but de contribuer à la préservation des plantes vasculaires menacées d'extinction. Ceci est d'autant plus vrai pour des pays comme Madagascar, qui sont des « hot spots » de biodiversité.

S'il est admis que dans le cas d'un jardin botanique, la gouvernance dans son sens le plus large désigne l'ensemble des processus qui régissent tous les aspects de l'institution, les règles constituent une part importante de la philosophie d'une organisation, mais aussi de la culture que le jardin botanique cherche à créer. S'il est vrai que l'organe de gouvernance est généralement chargé de déterminer les orientations et les règles de travail qui régissent le fonctionnement d'une organisation, ce sont souvent les membres de la direction ou du personnel qui connaissent le mieux la situation de l'institution « sur le terrain » : son environnement, ses performances et les défis immédiats auxquels elle est confrontée.

Dans la quête constante d'amélioration de la gouvernance et du développement des ressources humaines et financières au sein des jardins botaniques, plusieurs axes de réflexion émergent, tels que l'optimisation de la gestion des collections botaniques, le renforcement de la collaboration avec les parties prenantes, la durabilité financière, et l'épanouissement professionnel du personnel, tous cruciaux pour l'essor et la pérennité des collections vivantes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aberdeen, T. (2013). Yin, R. K. (2009). Case study research: Design and methods. Thousand Oaks, CA: Sage. *The Canadian Journal of Action Research* **14** (1) : 69-71.
- Agresti, A. (2013). Categorical Data Analysis. John Wiley & Sons Inc., 3rd Edition, Hoboken-New Jersey, 714 pages.
- Akpo, L. E., M. Grouzis, F. Bada, R. Pontanier et C. Floret (1999). Effet du couvert ligneux sur la structure de la végétation herbacée de jachères soudaniennes. *Sécheresse* **10** (4) : 253-261.
- Andriamitantsoa, T. H. (2009). Une métropole régionale dans un pays en voie de développement : Majunga. En cotutelle Département de Géographie, Université d'Antananarivo, Madagascar et Département de Géographie CERAMAC, Université Blaise Pascal (Clermont Ferrand II), France. Thèse de Doctorat en Géographie. 362 pages.
- Baidari, B., et E. B. Wade. (2013). *Gouvernance des établissements d'enseignement supérieur et amélioration de l'environnement des affaires en zone UEMOA (vol. 1)*. Presses Universitaires de Dakar, 151 pages. ISBN: 978-2-913184-90-9
- Barabé, D., A. Cuerrier et A. Quilichini (2012). Les jardins botaniques : entre science et commercialisation. *Natures Sciences Sociétés* **20** : 334-342. DOI : 10.1051/nss/2012040
- Beech, E., M. Rivers, M. Rabarimanarivo, N. Ravololomanana, N. Manjato, F. Lantoarisoa, S. Andriambololonerana, B. Ramandimbisoa, H. Ralimanana, S. E. Rakotoarisoa, H. Razanajatovo, V. Razafiniary, A. Andriamanohera, V. Randrianasolo, F. Rakotonasolo, A. Rakotoarisoa, N. Randriamamonjy, L. Rajaovelona, N. Rakotomalala, T. Randriamboavonjy, M. T. Rajaonah, D. Rabehevitra, A. V. Ramarosandratana, M. Rakotoarinivo, B. H. Ravaomanalina et V. Jeannoda (2021). *The Red List of Trees of Madagascar*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK. 60 pages. ISBN : 978-1-9051-6477-6
- Befinoana, M. et H. L. T. Ranarijaona (2019). Les collections universitaires : tryptique conservation, visibilité et rentabilité pour le campus majungais. *Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement* **1** : 105-112.
- Befinoana, M. et H. L. T. Ranarijaona (2020). L'université, économie locale et externalités : le cas de Mahajanga. *Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement* **2** : 298-309.
- Ben Aissa, H. (2001). Quelle méthodologie de recherche appropriée pour une construction de la recherche en gestion? *XI^{ème} Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique 13-14-15 juin 2001*. Faculté des Sciences de l'administration, Université Laval Québec, 27 pages.
- Benzecri, J. P. (1973). *L'analyse des données. L'analyse des correspondances*. Dunod, Tome 2, Paris, 619 pages.
- Blaikie, N. (2000). Using triangulation and comparative analysis to advance knowledge in the social sciences : The role of four research strategies. *Paper presented at the 5th International Conference for Methodologists in Social Sciences*, Cologne, Germany.
- Boulan, H. (2015) *Le questionnaire d'enquête. Les clés d'une étude marketing ou d'opinion réussie*. Dunod, 240 pages. ISBN : 978-2-1007-3841-0
- Brabet, J. (1988). Faut-il encore parler d'approche qualitative et d'approche quantitative ? *Recherche et Applications En Marketing* **3** (1) : 75-89. DOI : 10.1177/076737018800300105
- Brackstone, G. (1999). La gestion de la qualité des données dans un bureau de statistique. *Techniques d'enquête* **25** (2) : 159-171.
- Bréchon, P. (2010). Echantillon aléatoire, échantillon par quotas : les enseignements de l'enquête EVS 2008 en France. *Présentation au colloque francophone sur les sondages*, Tanager, mars 2010.
- Bryman, A. (1988) *Quantity and Quality in Social Research*. Routledge, London, 1st edition, 208 pages. ISBN 978-0-2034-1002-8

- Burigana, P. et M. Caucat (2005). Enquête sur les attentes des visiteurs au jardin botanique de Montréal. *Lettre de l'OCIM* **99** : 26-31
- Chaneton, E., J. Enrique, M. Omacini et R. J. C. Leon (1997). Plant diversity in relation to grazing, topography and scale in a humid pampean grassland. *Proceedings of the Vth International Rangeland Congress*, Utah, USA, 1995 : 91-92.
- Chassé, P., S. Cogos et T. Fouqueray (2020). La thèse interdisciplinaire en sciences de l'environnement, des défis à relever et des opportunités à saisir : regards de doctorants. *Natures Sciences Sociétés* **28** (2) : 159-168.
- Chatelin, C. (2001). Privatisation et architecture organisationnelle : une contribution à la théorie de la gouvernance à partir d'une approche comparative des formes organisationnelles publiques et privées. Université de Bourgogne, France. Thèse de Doctorat en Sciences de gestion.
- Chevalier, R., F. Archaux et G. Gautier (2010). Relevés floristiques pour le suivi de la biodiversité végétale des écosystèmes forestiers : éléments de réflexion pour faire les bons choix. *Revue forestière française*, **62** (2) : 141-154.
- Côme, T. (2013), La gouvernance des universités. *Gestion et management public*, **2** (1) : 1-5. DOI : 10.3917/gmp.021.0001
- Conservation International (2011). Biodiversity Hotspots Revisited. [En ligne] <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/resources/maps.xml>, consulté le 3 juin 2023.
- Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (2012). Notice méthodologique, Méthode d'inventaire floristique. *Observatoire de la flore sud-atlantique* [En ligne] https://obv-na.fr/ofsa/ressources/1_outils_terrain/OFSA-MIG-201203.pdf
- Convention sur la Diversité Biologique (2012). *Stratégie Mondiale pour la Conservation des Plantes : 2011-2020*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK. 36 pages.
- Coughlan, P. et E. Brady (1995). Understanding performance limiting practices in product development. *European operations management association*, May.
- Creswell, J. W., V. L. Plano Clark, M. L. Gutmann et W. E. Hanson (2003). Advanced mixed methods research designs. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. Sage, Thousand Oaks, CA : 209-240.
- D'Amboise, G. (1996). *Le projet de recherche en administration : un guide général à sa préparation*. Faculté des sciences de l'administration, Université Laval Québec, 121 pages.
- D'Haultfoeuille, X. et P. Givord (2014). La régression quantile en pratique. *Economie et Statistique* **471** : 85-111. DOI : 10.3406/estat.2014.10484
- Danais, M. (1982). La diversité en Ecologie : analyse bibliographique. *Botanica Rhedonica* **17** : 77-104.
- Darbellay, F. et T. Paulsen (2011). *Au miroir des disciplines. Réflexions sur les pratiques d'enseignement et de recherche inter- et transdisciplinaires - Im Spiegel der Disziplinen. Gedanken über inter- und transdisziplinäre Forschungs und Lehrpraktiken*. Peter Lang, Berne, 232 pages. DOI : 10.3726/978-3-0351-0163-8
- Dehbi, S. et K. Angade (2019). Du positionnement épistémologique à la méthodologie de recherche : quelle démarche pour la recherche en science de Gestion ? *Revue Économie, Gestion et Société* **20** : 1-16. DOI: 10.48382/IMIST.PRSM/regs-v1i20.17587
- Diarra, G. et P. Plane (2012). La Banque mondiale et la genèse de la notion de bonne gouvernance. *Mondes en développement* **158** (2) : 51-70. DOI : 10.3917/med.158.0051
- Directive 2002/96/CE du Parlement Européen et du Conseil du 27 janvier 2003 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques
- Dongock Nguemo, D. (2004). *Cedrelopsis grevei* Baill. In *Ressources végétales de l'Afrique tropicale, Prota* : 158-162. [En ligne] https://books.google.mg/books?id=B2vRCX1YzLYC&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA161&dq=%22Cedrelopsis+grevei%22&hl=fr&redir_esc=y#v=onepage&q=%22Cedrelopsis%20grevei%22&f=false, consulté le 29/04/2023

- Edmond, F. (1931). Le Jardin Botanique de Tananarive. *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale* **119** (11) : 544-553. DOI : 10.3406/jatba.1931.5008
- European Union. (2015). Analyse multicritère - Capacity4dev. [En ligne] https://europa.eu/capacity4dev/evaluation_guidelines/book/30015/print, consulté le 17 janvier 2023.
- Fonds International de Développement Agricole (2020). *République de Madagascar, Évaluation de la stratégie et du programme de pays*. Bureau indépendant de l'évaluation du FIDA, Rome, 87 pages.
- Fouché, J.-G., J.-J. Andriamanalintsoa et B. David (2013). Le jardin botanique de Ranopiso : lieu de conservation et de connaissance ethnopharmacologique en Androy (Madagascar). *Ethnopharmacologia* **50** : 59-68.
- Freyre, N. et L. Nusbaumer (2018). Politique de gestion des collections vivantes. *Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Série documentaire* **44** : 1-66.
- Friedrich-Ebert-Stiftung (2021). *Méthodologie de la recherche scientifique pour les organisations de la société civile*. Bureau Algérie, 46 pages. ISBN : 978-9-9315-5120-1
- Gaudin, J.-P. (2002). *Pourquoi la gouvernance ?* Presses de Sciences Po, Paris, 138 pages.
- Geneviève, P. (2013). L'éducation relative à l'environnement : recommandations pour le jardin botanique d'Oaxaca. Centre universitaire de formation en environnement, Université de Sherbrooke, Canada. Essai présenté au en vue de l'obtention du grade de Maître en environnement (M.Env.), 78 pages.
- Girard, M., F. Bréart De Boisanger, I. Boisvert et M. Vachon (2015). Le chercheur et son expérience de la subjectivité : une sensibilité partagée. *Spécificités* **8** (2) : 10-20. DOI : 10.3917/spec.008.0010
- Glaser, B. G. et A. L. Strauss (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine, Chicago, 271 pages.
- Goodman, S., et J. Benstead (2005). Updated estimates of biotic diversity and endemism for Madagascar. *Oryx* **39** (1) : 73-77. DOI : 10.1017/S0030605305000128
- Gratzfeld, J. (2016). *From Idea to Realisation – BGCI's Manual on Planning, Developing and Managing Botanic Gardens*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, United Kingdom, 239 pages.
- Gratzfeld, J. (2020). *De l'idée à la réalisation – Manuel BGCI sur la planification, l'aménagement et la gestion des jardins botaniques*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, Royaume-Uni, 274 pages.
- Guéneau, P., J. Bedel et J. Thiel (1975). *Bois et essences malgaches*. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, France. 82 pages.
- Hamel, P. et B. Jouve (2006). *Un Modèle Québécois? Gouvernance et Participation Dans La Gestion Publique: Gouvernance et Participation Dans La Gestion Publique*. Presses de l'Université de Montréal, 145 pages. ISBN 978-2-7606-2459-7
- Hammersley, M. (2000). The Relevance of Qualitative Research. *Oxford Review of Education* **26** (3-4) : 393-405. DOI: 10.1080/713688545
- Hankey, A. (2012). La mise en place et l'entretien de collections de plantes vivantes. *Unpublished Training material developed for BGCI Training course material presented at Kirstenbosch NBG*, Cape Town South Africa.
- Herbert, A. S. (1983). *Administration et processus de décision*. 1^{ère} Ed., Economica, Paris, 322 pages.
- Heywood, V. H. (2011). The role of botanic gardens as resource and introduction centres in the face of global change. *Biodiversity and Conservation* **20** : 221-239.
- Hirsch, W. Z. et L.E. Weber (2001). *Governance in Higher Education. The University in a State of Flux*. Economica, Londres, 204 pages.
- Huberman, A. M. et M. B. Miles (1993). Analyse des données qualitatives : recueil de nouvelles méthodes. *Revue française de pédagogie* **105** : 132-134.
- Humbert, H. (1955). Les territoires phytogéographiques de Madagascar. Leur cartographie. *Année Biologique*, 3^{ème} série **31** (5-6) : 439-448.

- Institut de la Francophonie pour le Développement Durable (2021). Manuel GADD-A : Grille d'Analyse de Développement Durable Allégée. [En ligne]
https://www.ifdd.francophonie.org/wp-content/uploads/2022/02/FINAL_IFDD_Manuel_GADD-A_09-12-2021.pdf, consulté le 20 juin 2022.
- Institut National de la Statistique (2020). *Résultats globaux du recensement général de la population et de l'habitation de 2018 de Madagascar (RGPH-3)*. INSTAT, Tome 1, Antananarivo, 159 pages.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Summary for Policymakers. In *Climate Change and Land: IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Cambridge University Press : 1-36. DOI : 10.1017/9781009157988.001
- Kessal, I. et S. Belguendouz (2021). Développement d'une application mobile sur les interactions médicamenteuses. Faculté des Mathématiques et de l'Informatique, Université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arréridj, Algérie. Mémoire de Master en informatique. 60 pages.
- Koechlin J., J.-L. Guillaumet et P. Morat (1974). *Flore et végétation de Madagascar*. Collection : Flora et vegetatio mundi Band. V. J. Cramer, Vaduz (Liechtenstein), 701 pages.
- Koenker, R. et G. Bassett (1978). Regression Quantiles. *Econometrica* **46**(1) : 33–50.
- Koenker, R., V. Chernozhukov, X. He et L. Peng (2017). *Handbook of Quantile Regression* (1st ed.). Chapman and Hall/CRC, 1st edition, New York, 483 pages. ISBN : 978-1-3151-2025-6
- Kollmuss A. et J. Agyeman (2002). Mind the cap : Why people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior ? *Environmental Education Research* **8** (3) : 239-260.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology*. Benjamin/Cummings, Addison-Wesley Longman Educational Publishers, New York, 620 pages.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific révolutions*. University of Chicago Press, Chicago, 284 pages.
- Labrecque, M. (2003). *Politique de gestion des collections – Jardin botanique de Montréal*. Jardin botanique de Montréal, 16 pages.
- Lacombe, B. (1997). *Pratique du terrain : méthodologie et techniques d'enquête*. Institut d'études du développement de la Sorbonne, Université de Paris I (Panthéon-Sorbonne), France. Thèse de Doctorat en Ethnologie. 845 pages.
- Lacroix, I. et Arnaud, P.-O. (2012). La gouvernance : tenter une définition. *Cahiers de recherche en politique appliquée* **IV** : 19-37.
- Lamy, P. (2005). La gouvernance, utopie ou chimère? *Études* **402** (2) : 153-162. DOI : 10.3917/etu.022.0153
- Le Moigne, J.-L. (1995). *Le constructivisme : des épistémologies*. ESF, Tome 2, Paris, 317 pages.
- Lebigre, J. M. (1990). Les marais maritimes du Gabon et de Madagascar. Contribution géographique à l'étude d'un milieu naturel tropical. Institut de Géographie, Université de Bordeaux III, France. Thèse de Doctorat d'État. 676 pages.
- Létourneau, A. (2008). La transdisciplinarité considérée en général et en sciences de l'environnement, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* **8** (2) : 1-10. DOI : 10.4000/vertigo.5253
- Lieutaghi, P. (1990). L'ethnobotanique : une entrée simple au jardin savant. *Alliage : Culture - Science - Technique* **3** : 8-17.
- Lucier, P. (2007). *Gouvernance Et Direction de L'université*. Conférence prononcée par Pierre Lucier, titulaire de la Chaire Fernand-Dumont sur la culture de l'INRS-Urbanisation, Culture et Société, à l'ouverture du Conseil général de la Fédération québécoise des professeurs et professeures d'université (FQPPU) le 3 mai 2007. Montréal, 19 pages.

- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton, NJ : Princeton University Press, 179 pages.
- Magurran, A. E. et B. J. MacGill (2011). *Biological Diversity : Frontiers in Measurement and Assessment*. Oxford University Press, 1st edition, 345 pages.
- Malterud, K. (2001). Qualitative research: standards, challenges, and guidelines. *Lancet* **358** (8) : 483-488.
- Marret, E. (2010). Lignes directrices pour une politique de gestion des collections vivantes des Conservatoire et Jardin botaniques de Genève (CJBG). Institut des sciences de l'environnement, Genève. Mémoire de Master, 63 pages.
- Martinet, A. C. et Y. Pesqueux (2013). *Epistémologie des sciences de gestion*. Vuibert, 288 pages. ISBN : 978-2-3110-1364-1
- Mathieu, N. (2018). Pratiquer l'interdisciplinarité : pourquoi persister ?, *EspacesTemps.net* [En ligne] <https://www.espacestems.net/articles/pratiquer-linterdisciplinarite-persister>
- Mekouar, M. A. (2015). La déclaration de New York sur les forêts du 23 septembre 2014 : quelle valeur ajoutée ? *Revue juridique de l'environnement* **40** (3) : 463-478.
- Meunier, A. (2011). Les outils pédagogiques dans les musées : pour qui, pour quoi ? *La Lettre de l'OCIM* **133** : 5-12.
- Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (2019). *Vulnérabilité et risques climatiques : informations récentes pour le TBER Boeny*. ONE, Antananarivo, 91 pages.
- Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie, de la Mer et des Forêts (2015). *Décret n°2015-1308 du 22 septembre 2015 fixant la Politique Nationale de l'Environnement pour le Développement Durable*.
- Ministère de l'Industrie (1982). *Arrêté du 22 décembre 1981 relatif à l'enrichissement du vocabulaire de l'informatique*. J.O.R.F., Numéro Complémentaire N°14 du 17 janvier 1982, p. 624 – 626.
- Mittermeier, R. A., L. H. Rakotovo, V. Randrianasolo, E. J. Sterling et D. Devitre (1987). Priorités en matière de conservation des espèces à Madagascar. Procès-verbaux d'un atelier de la SSC organisé dans le cadre du *Séminaire scientifique international sur les écosystèmes forestiers de Madagascar*, du 28 au 31 octobre 1985. IUCN: International Union for Conservation of Nature. IUCN Species Survival Commission (SSC), WWF, UNEP. Antananarivo, Madagascar. 167 pages.
- Moreau Defarges, P. (2003). *La gouvernance*. Collection Que sais-je? Presses Universitaires de France, Paris, 128 pages. ISBN: 978-2-7154-1284-2
- Morrow, L. S. (2005). Quality and trustworthiness in qualitative research in counselling psychology. *Journal of counseling psychology* **52** (2) : 250-260.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca et J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403** : 853–858. DOI : 10.1038/35002501
- Nadeau, R. (1999). *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie*. Collection : Premier cycle. PUF, Paris, 904 pages. ISBN: 978-2-1304-9109-5
- Organisation des Nations Unies (1992). *Convention sur la diversité biologique*. ONU, 30 pages.
- Organisation des Nations Unies (2013). *REDD+ et Objectifs d'Aichi pour la Biodiversité 2020*. 12 pages. [En ligne] <https://www.un-redd.org/document-library/document-dorientation-5-redd-et-objectifs-daichi-pour-la-biodiversite-2020>, consulté le 15 avril 2020.
- Paye, O. (2005). La gouvernance : D'une notion polysémique à un concept politologique. *Études Internationales* **36** (1) : 1-2.
- Pesqueux, Y. (2010). Pour une épistémologie des organisations. *HAL Open Science*, hal-00510860, 24 pages. [En ligne] <https://hal.science/hal-00510860>
- Popper, K. R. (1963). *Conjectures and refutations*. Traduction française : Michelle Irène, Conjectures et réfutations, La Croissances du savoir scientifique. Payot, Paris, 612 pages. ISBN : 978-2-2289-0058-4
- Porter, M. E. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press, New York, 557 pages.

- Rae, D., P. Baxter, D. Knott, D. Mitchell, D. Patterson et B. Unwin (2006). *Royal Botanic Garden Edinburgh : Collection Policy for the Living Collection*. Royal Botanic Garden Edinburgh, 69 pages.
- Rajeriarison, C. et M. H. Faramalala (1999). *Nomenclature des formations végétales de Madagascar*. ANGAP, Antananarivo, 42 pages.
- Rakotoarinivo, M. (2017). Population genetics data help to guide the conservation of palm species with small population sizes and fragmented habitats in Madagascar. *Peer-Reviewed & Open Acces* **5** : 1-20.
- Rakow, D. et S., Lee (2011). *Public Garden Management. A Complete Guide to the Planning and Administration of Botanical Gardens and Arboreta*. Wiley, 2nd edition, New Jersey, 400 pages.
- Ramahefarison, H. (2018). *Les faunes du bas-fond d'Ambondrona, Mahajanga, Madagascar*. Editions Universitaires Européennes Eue, Saarbrücken (Allemagne), 148 pages. ISBN 978-3-6396-5190-4
- Ramamonjisoa, J. (1980). Le Fokontany à Madagascar, approche géographique. *Madagascar : Revue de Géographie* **37** : 9-62.
- Ranaivojaona, S. B. et H. L. T. Ranarijaona (2021). Dynamique écologique de la mangrove périurbaine de Mahajanga : Approche écosystémique et par télédétection. *Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement* **4** : 16-23. ISSN : 2709-8192
- Ranarijaona, H. L. T. (2019). *Formation en aménagement paysager des doctorants et enseignants de l'Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels (EDEN) : application au jardin des plantes Vololona Ranjamalala, Campus Ambondrona*. Université de Mahajanga, 53 pages.
- Ranarijaona, H. L. T., A. Tsitomotra, J. B. Ravoniarisoa et G. S. Andrianasetra (2012). Les plantes magiques traditionnelles les plus réputées des femmes de la ville de Mahajanga. *Publications de Tela Botanica*, 20 pages [En ligne] <https://www.tela-botanica.org/2012/09/article5257/>
- Ranarijaona, H. L. T., T. Andrianasetra, L. J. Raharinaivo, V. Ramahatafandry, M. Befinoana, A. B. Ramiandrisoa, C. Maharombaka, S. Tomboanona, C. C. Totondrabesa, F. Andriamanantena, S. G. Andrianasetra, A. Andriamanantena et A. Z. Rabesa (2022). Bioéconomie et conservation durable des plantes et des forêts à Madagascar. *Revue Science Technologie Développement ISTE OpenScience* **2** (1) : 1-17. DOI : 10.21494/ISTE.OP.2022.0901
- Randrianaivo, H. J. (2011). Etude des propriétés antibactériennes des huiles essentielles de *Cedrelopsis grevei* Baillon (RUTACEAE). Faculté des Sciences, Université de Mahajanga. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Études Approfondies en Sciences de la vie, 63 pages.
- Raynal, F. et A. Reunier (2014). *Pédagogie: définition des concepts clés : Apprentissages, formation, psychologie cognitive*. ESF, 10^{ème} édition, Paris, 544 pages. ISBN 978-2-7101-3346-9
- Raynal-Roques, A. (1994). *La botanique redécouverte*. Belin, Paris, 505 pages.
- Rebbas, K. et R., Bounar. (2014). Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la région de M'Sila (Algérie). *Phytothérapie* **12** : 284-291.
- Riffon, O., D. Tremblay et C. Villeneuve (2016). La grille d'analyse de développement durable adaptée aux ODD. *Liaison Énergie-Francophonie* **102** : 49-51.
- Safon, M.-O. (2023). *Sources d'information et méthodologie de recherche documentaire en santé*. Outils et Méthodes. Centre de documentation de l'Irdes, Paris, 30 pages.
- Sako, M. (2014). The Business of the State. *Communications of the ACM* **57** (7) : 28-30.
- Silverman, D. (1993). *Interpreting Qualitative Data : Methods for Analysing Talk, Text and Interaction*. Sage Publications, Londres, 224 pages.
- Smouts, M. C., D. Battistella et P. Vennesson (2003). *Dictionnaire des relations internationales : Approches concepts doctrines*. Dalloz, Paris, 238 pages.

- Storey, M., J. J. Mahoney et A. D. Saunders (1997). Cretaceous basalts in Madagascar and the transition between plume and continental lithosphere mantle sources. *Geophysical Monograph Series* **100** : 95-122. DOI : 10.1029/GM100p0095
- Tanveer, A., N. Devendra et M. Khan (2017). Phytochemical Analysis, Total Phenolic Content, Antioxidant and Antidiabetic Activity of *Sansevieria cylindrica* Leaves Extract. *Journal of Natural Products and Resources* **3** (2) : 134-136.
- Taylor, R. (2015). Jardin botanique. Dans l'Encyclopédie Canadienne. [En ligne] <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/jardin-botanique-1>, consulté le 09 mai 2023.
- Thiétart, R. A. et al. (2014). *Méthodes de recherche en management*. Collection : Management Sup. Dunod, 4^{ème} édition, 648 pages. ISBN : 978-2-1007-1109-3
- Timmermans, B., P. Baret, Q. Hiernaux, M. Lugen, A. Nonclercq et E. Zaccai (2018). L'interdisciplinarité, ça marche ! Une enquête et un colloque révèlent des facteurs de succès. *Natures Sciences Sociétés* **26** : 67-75. DOI : 10.1051/nss/2018023
- Tomboanona, S. (2017). Ethnopalmes de Madagascar, Ecologie et Régénération : cas des savanes d'Analalava, Antrema et Antsanitia. Ecole Doctorale sur les Ecosystèmes Naturels, Université de Mahajanga, Madagascar. Thèse de Doctorat en Ecologie et Conservation, 142 pages.
- Union Internationale pour la Conservation de la Nature (2012). *Catégories et Critères de la Liste rouge de l'UICN : Version 3.1*. Deuxième édition. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni : UICN. vi + 32pp. Originellement publié en tant que IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012). ISBN : 978-2-8317-1540-7
- Vieilledent, G., C. Grinand, F. A. Rakotomalala, R. Ranaivosoa, J.-R. Rakotoarijaona, T. F. Allnutt, and F. Achard (2018). Combining global tree cover loss data with historical national forest-cover maps to look at six decades of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Biological Conservation* **222** : 189-197.
- Villeneuve, C., O. Riffon et D. Tremblay (2016). *Comment réaliser une analyse de développement durable ?* Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), en partenariat avec l'OIF/IFDD. 26 pages.
- Vincke Ph. (1989). *L'Aide Multicritère à la Décision*. Editions de l'Université de Bruxelles. Ellipses, Paris, 179 pages.
- Von Glasersfeld, E. (1988). Introduction à un constructivisme radical. *L'invention de la réalité: comment savons-nous ce que nous croyons savoir ? Contributions au constructivisme*, dirigé par Paul Watzlawick. Editions du Seuil, Paris : 19-43.
- Wacheux, F. (1996). *Méthodes qualitatives de recherches en gestion*. Collection Gestion. Série Politique générale, finance et marketing. Economica, Paris, 290 pages.
- World Wide Fund for Nature (2018). 25% des espèces de Madagascar menacées d'extinction par le changement climatique. [En ligne] <https://www.wwf.mg/?324610/25-des-especes-de-Madagascar-menacees-dextinction-par-le-changement-climatique>, consulté le 24 juin 2023
- World Wide Fund for Nature (2018). Madagascar, une île fragilisée. [En ligne] <https://www.wwf.fr/espaces-prioritaires/madagascar>, consulté le 2 juin 2023
- Wyse-Jackson, P. S. (1999). Experimentation on a large scale – An analysis of the holdings and Resources of Botanic Gardens. *Botanic Gardens Conservation News* **3** (3) : 27-32.
- Wyse-Jackson, P. S. (2001). An international review of the ex situ plant collections of the botanic gardens of the world. *Botanic Gardens Conservation News* **6** (3) : 22–33.
- Wyse-Jackson, P. S. et L. A. Sutherland (2000). *Agenda International pour la Conservation dans les Jardins Botaniques*. Botanic Gardens Conservation International, U.K, 70 pages.
- Yablonsky et al. (2009). La Gouvernance d'entreprise : une vision globale du management. *Académie des Sciences et Techniques Comptables et Financières* **14** : 1-65.
- Zellal, N. (2009). Guide de méthodologie de la recherche post-graduée. *Editions OPU* **5002** : 34. ISBN : 978-9-9610-1222-2

WEBOGRAPHIE

- XLSTAT Help Center, disponible sur : <https://help.xlstat.com>, consulté le 5 janvier 2023
- The IUCN Red List of Threatened Species, disponible sur : <https://www.iucnredlist.org>, consulté le 22 février 2023
- Inventaire National du Patrimoine Naturel – Recherche avancée, disponible sur : <https://inpn.mnhn.fr/accueil/recherche-de-donnees/especes>, consulté le 22 février 2023
- Thèses malgaches en ligne - Portail malgache des Thèses et Mémoires Electroniques, disponible sur : <http://biblio.univ-antananarivo.mg/theses2/accueil.jsp>, consulté le 25 mars 2023
- iNaturalist – Communauté pour naturalistes, disponible sur : <http://www.inaturalist.org>, consulté le 2 avril 2023
- Dictionnaire encyclopédique malgache - Tout ce que l'on sait sur tous les mots malgaches, disponible sur : <https://fr.mondemalgache.org/bins/homePage>, consulté le 29 avril 2023
- PAP Référentiels - Base de données botaniques Nadeaud de l'Herbier de la Polynésie française (PAP), disponible sur : <http://nadeaud.ilm.pf/liste-referentiels>, consulté le 29 avril 2023
- Plant Resources of the World (PROW) - University of Wageningen, disponible sur : <https://prota.prota4u.org/searchresults.asp>, consulté le 12 mai 2023
- PI@ntNet – Identification de plantes et sciences participatives, disponible sur : <https://uses.plantnet-project.org>, consulté le 15 mai 2023
- Climate Data - Les données climatiques pour les villes du monde entier, disponible sur : <https://fr.climate-data.org/afrique/madagascar-177>, consulté le 15 juin 2023

ANNEXES

Annexe I : Résumés des publications

a) Résumé de la publication de Ranarijaona et al. (2022)

Bioéconomie et conservation durable des plantes et des forêts à Madagascar

Bioeconomy and sustainable conservation of plants and forests in Madagascar

Hery Lisy Tiana Ranarijaona¹, Tiantsoa Andrianasetra¹, Liva Jackson Raharinaivo¹, Vololoniaina Ramahatafandry¹, Michaël Befinoana¹, Auguste Botovao Ramiandrisoa¹, Cyrille Maharomboka¹, Sylvana Tomboanona¹, Chéri Christian Totondrabesa¹, Fenoza Andriamanantena¹, Simon Georges Andrianasetra², Ainazo Andriamanantena¹ et Antoine Zafera Rabesa¹

¹ Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels (EDEN) Université de Mahajanga (UMG) hranarijaona@gmail.com, jessicamamisoa1111@gmail.com, donitaliva@gmail.com, vrjarstk1@yahoo.fr, mbefi2012@gmail.com, botovaoauguste@gmail.com, maharocyrille@gmail.com, tomboanona@gmail.com, Totondrabesa7@gmail.com, Fenoza_fenozoh@gmail.com, andriainazo@gmail.com, z_rabesa@yahoo.fr

² Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique (CIDST) gsimon@moov.mg

RÉSUMÉ. Madagascar est très riche en biodiversité dont 90% est endémique. Cependant, à cause des pressions anthropiques, des espèces sont menacées selon le statut UICN, voire en extinction, alors que des groupes de plantes sont peu connues et de nouveaux taxons sont encore découverts. Par ailleurs, l'éducation Malagasy est trop théorique et imaginaire. Également, la dépendance de la population aux plantes médicinales, par leur usage quotidien afin de prévenir la covid-19 a été constatée. Ce sont les raisons de la création du jardin botanique innovant. Il s'agit d'un jardin avec implication des 3P et de la population locale. L'objectif est de démontrer la dépendance de l'homme aux plantes médicinales traditionnelles et les nouveaux usages de plantes aujourd'hui, afin de renforcer la conservation, l'économie et le développement durable. Cette dépendance est basée sur les plans culturel, cosmétique, pharmacopée et conservation. En se basant sur des données anciennes, un recensement des plantes médicinales utilisées pour prévenir contre la covid-19 a été effectué en juillet 2020 grâce à des enquêtes réalisées auprès de la population de Mahajanga et sa périphérie. Des listes de plantes avec leurs informations scientifiques respectives et celles extraites pour leur huile essentielle sont mises en exergue. Une connexion du jardin avec une forêt dense sèche restaurée avec deux plantes endémiques à essence est prévue. Ainsi, le jardin botanique et la forêt universitaire de Mahajanga pourraient être une clef de la bioéconomie. Pour faire preuve d'innovation et face au changement climatique, la création des projets de bioéconomie vertueuse au service du développement institutionnel durable et du partenariat sera en vue.

ABSTRACT. Madagascar is very rich in biodiversity; 90% of the species are endemic. Due to anthropogenic pressures, threatened and endangered species are ranked by the IUCN. However, entire groups of plants are still not well-known and new taxa are still being discovered, and Malagasy education is too theoretical and imaginary. Also, the population's dependence on medicinal plants, through their daily use to prevent covid-19, has been noted. These are the reasons for the creation of the innovative botanical garden; a garden with the involvement of 3Ps and the local population. The aim is to demonstrate human dependence on traditional medicinal plants as well as new uses of plants, in order to strengthen their conservation, economy and sustainable development. This dependence is based on cultural, cosmetic and pharmacopoeia plans as well as conservation. Based on historical data, a survey of medicinal plants used to prevent Covid-19 was conducted in July 2020 through investigations of the population of Mahajanga and its periphery. Lists of plants, including those extracted for essential oil, are highlighted, with scientific information about them added. The connection of a garden with a dense dry forest, restored with two endemic plants and their essential oil, is provided. Thus, the Mahajanga Botanic Garden and University Forest could be key to understanding bioeconomy. To demonstrate innovation and address climate change, the creation of virtuous bioeconomy projects for sustainable institutional development and partnership is studied.

MOTS-CLÉS. Madagascar, connaissances anciennes et actuelles des plantes médicinales, médecine traditionnelle, jardin botanique, bioéconomie.

KEYWORDS. Madagascar, ancient and current knowledge of medicinal plants, traditional medicine, botanical garden, bioeconomy.

b) Résumé de la publication de Befinoana et Ranarijaona (2020)



Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (2020) Volume 2

L'UNIVERSITÉ, ÉCONOMIE LOCALE ET EXTERNALITÉS : LE CAS DE MAHAJANGA

BEFINOANA Michaël, RANARIJAONA Hery Lisy Tiana

École Doctorale Écosystèmes Naturels (EDEN), Université de Mahajanga.

Contact : mbefi2012@gmail.com

Tél. : +261 (0) 32 05 579 35

Résumé :

Aujourd'hui, l'université dans certaines villes de Madagascar, commence à s'imposer non seulement comme simple prestataire de service, mais aussi comme un acteur qui peut participer au développement urbain. Pour les collectivités territoriales, les retombées économiques des investissements publics méritent d'être précisément définies. Pour les universités elles-mêmes, une étude de leur positionnement régional peut permettre de révéler les points forts. La contribution économique de ces établissements universitaires au développement de leur territoire d'accueil peut être perçue à travers les conséquences directes de l'investissement initial et les effets des dépenses des étudiants, du personnel ou de fonctionnement sur l'environnement. Mais aussi, par la considération de celles-ci comme étant des institutions publiques sources d'externalités. L'objectif de cet article est de s'interroger sur l'impact de la présence de l'Université de Mahajanga sur la fonction économique de consommation à travers les dépenses qu'elle engendre en terme de salaires, de fonctionnement et de transfert aux étudiants d'une part, et les coûts en termes d'externalités de connaissance, sur le développement économique de son territoire d'accueil d'autre part. L'aire géographique d'impact que nous avons retenue se limite aux régions Boeny et Sofia. Par ailleurs, la base de l'étude a consisté en une analyse précise des documents comptables avec le repérage des divers fournisseurs et leur localisation, compte tenu des diverses entités constituant l'Université de Mahajanga (Mahajanga et Mandritsara, entre 2010 et 2014). Concernant l'impact de l'université en termes d'externalité, nous procéderons à des études comparatives de coûts à l'instar de ceux de la formation en aménagement paysager du projet PAGESUPRE dans le cadre de l'implantation d'un jardin botanique au sein de l'Université de Mahajanga.

Mots-clés : Université, économie locale, externalités, impact, analyse.

Abstract

Today, the university in certain cities of Madagascar is beginning to establish itself not only as a simple service provider, but also as an actor who can participate in urban development. For local authorities, the economic benefits of public investment deserve to be precisely defined. For the universities themselves, a study of their regional positioning can reveal the strengths. The economic contribution of these university establishments to the development of their host territory can be seen through the direct consequences of the initial investment and the effects of student, staff and operating expenses on the environment. But also, by considering them as public institutions, that are sources of externalities. The objective of this article is to question the impact of the presence of the University of Mahajanga on the economic function of consumption through the expenses it generates in terms of salaries, operation and transfer to students on the one hand, and the costs in terms of knowledge externalities, on the economic development of its host territory on the other. The geographic impact area we have chosen is limited to the Boeny and Sofia regions. Furthermore, the basis of the study consisted in a precise analysis of the accounting documents with the identification of the various suppliers and their location, taking into account the various entities constituting the



**LES COLLECTIONS UNIVERSITAIRES - TRIPTYQUE CONSERVATION, VISIBILITE ET
RENTABILITE POUR LE CAMPUS MAJUNGAIS**

BEFINOANA M. ⁽¹⁾, RANARIJAONA H. L. T. ⁽²⁾

1-Doctorant de l'EDEN de l'Université de Mahajanga,

E-mail : mbefi2012@gmail.com

2-Enseignant Chercheur de la FSTE de l'Université de Mahajanga,

Résumé :

Les jardins botaniques se définissent globalement comme des institutions où l'on conserve des collections de plantes vivantes à des fins éducatives et scientifiques. En 2018, l'initiative pour l'implantation d'un jardin botanique au sein du campus Ambondrona a pris forme et s'est concrétisée par la création du jardin botanique « Ranjamalala Vololona ». Actuellement, il contient des plantes autochtones et endémiques telles que *Paracarphalea kirondron* (Rubiaceae) ou "kirondro" endémique de la région Ouest de l'île et ayant des vertus médicinales et cicatrisantes. Toutefois, malgré ses atouts, le kirondro reste mal connu de la population et fait l'objet de menace de disparition notamment à cause des ravages de feux de forêts. Dans ce contexte, le patrimoine universitaire majungais pourrait être vu comme une ressource pour promouvoir la conservation des collections, procurer une meilleure visibilité et améliorer la rentabilité de l'institution. Afin de mener à bien nos recherches, la revue bibliographique, les modes d'acquisition, les critères de sélection des plantes endémiques de la région Ouest de Madagascar, l'identification des zones de collecte des graines et des échantillons, la comparaison des coûts de visite sur terrain, la prise en compte de cas concrets constituent la méthodologie visant à démontrer l'importance des jardins botaniques. A ce titre, les premiers résultats recensent au total, 84 espèces de plantes dont 29 espèces sont endémiques de Madagascar. *Paracarphalea kirondron* (Rubiaceae), qui est la principale espèce cible de toutes les missions de collecte a vocation à prédominer au sein du jardin botanique éducatif. Par ailleurs, le coût d'investissement du jardin est relativement faible par rapport aux coûts que supporterait l'Université de Mahajanga annuellement, pour la visite de ses étudiants dans les forêts, savanes et mangroves.

Mots clés : Conservation, visibilité, rentabilité, jardin botanique, kirondro

Annexe II : Historique et les typologies de jardins botaniques

Le premier jardin botanique est créé sous le nom d'Orto Botanico à Pise en 1544. En 1545, Padoue puis Florence ouvrent le leur. Rapidement, celui de Padoue, créé par Giovanni Moroni de Bergame et le plus ancien jardin botanique encore existant au monde, acquiert une grande renommée, sans doute en raison de la chaire universitaire à laquelle il est attaché. Un jardin botanique ouvert au public est créé à l'Université de Bologne en 1568. En France, c'est à Montpellier, en 1593, qu'apparaît le premier jardin botanique, le Jardin des plantes de Montpellier toujours géré par l'Université Montpellier 1. Le deuxième jardin botanique de France, le Jardin botanique de l'Université de Strasbourg, est créé en 1619. Ces jardins botaniques, appelés également Hortus Medicus, étaient en lien avec la pharmacopée : ils avaient pour but de présenter les plantes médicinales. Ils réunissaient des collections d'espèces variées, répertoriées et classées à l'intention des savants et des étudiants, mais aussi des promeneurs. Dans la capitale française, le Jardin des Plantes, appelé aussi Jardin du Roy, est créé sur les ordres de Louis XIII par Guy de La Brosse en 1635, puis ouvert au public à partir de 1650. Le Jardin Botanique de Leiden (Hortus Botanicus Leiden) est fondé en 1590, et c'est le plus ancien jardin botanique des Pays-Bas. Mais rapidement, les jardins botaniques jouent également un rôle prépondérant dans les progrès de la systématique végétale ainsi que de l'agronomie et de la médecine, suite à l'introduction en culture de nouvelles espèces comestibles ou ayant des propriétés thérapeutiques (Heywood, 2011). Ainsi, le Jardin botanique d'Amsterdam voit le jour en 1638. En dépit de sa surface modeste (1,2 ha), sa collection de végétaux est à l'origine des recherches de Carl von Linné qui met au point le système de classification des espèces. Le plus ancien jardin botanique nord-américain encore existant, le Bartram's Garden (Pennsylvanie), est créé en 1731. À la fin du XVIII^e siècle, l'Europe est gagnée par la mode des plantes exotiques : de grandes serres, abritant des spécimens tropicaux, se construisent dans certains jardins botaniques.

Selon Wyse-Jackson (2001), il existe une douzaine de variantes de jardins botaniques :

- Les jardins « classiques » à objectifs multiples : horticulture et formation ; éducation publique ; recherche en taxonomie avec les herbiers relatifs ; soutien de l'État.
- Les jardins ornementaux : collections de plantes diverses et documentées ; dans certains cas, recherche, éducation ou conservation de plantes ; détenues par la municipalité ou une entité privée.
- Les jardins botaniques historiques (plantes médicinales) : collection et culture de plantes médicinales actives ; à vocation de recherche.
- Les jardins de conservation : conservation de plantes ; certains d'entre eux sont des jardins de plantes indigènes ; éducation publique.
- Les jardins universitaires : détenus par une université pour l'enseignement et la recherche ; souvent ouverts au public.

- Les jardins à la fois botaniques et zoologiques : collections de plantes pour la recherche-développement mettant à disposition un habitat pour la faune exposée ; grand public.
- Les jardins agro-botaniques et de plasma germinatif : collecte de plantes à valeur économique ou à fort potentiel pour la conservation ; recherche ; culture sélective des plantes et installations pour test des semences ; généralement fermés au public.
- Les jardins alpins ou en montagne : dans les régions montagneuses d'Europe : culture d'une flore montagnarde et alpine ; dans certains pays tropicaux, culture d'une flore subtropicale ou tempérée.
- Les jardins naturels ou sauvages : végétation naturelle ou semi-naturelle, protégée et gérée ; plantes indigènes ; conservation des plantes et rôles d'éducation publique.
- Les jardins d'horticulture : favorisent le développement de l'horticulture par le biais de la formation de jardiniers ; culture sélective de plantes ; conservation de variétés de plantes du jardin ; détenus par des sociétés d'horticulture ; souvent ouverts au public.
- Les jardins thématiques : une gamme limitée de plantes de la même famille ou similaires morphologiquement (orchidées, roses, bambous) ou illustrant un thème particulier (ethnobotanique, médecine, bonsaï, art topiaire, jardins de papillons, plantes carnivores et aquatiques) comme support pédagogique, sciences, conservation et exposition publique.
- Les jardins collectifs : petits jardins aux ressources limitées ; développés pour et par une communauté locale pour répondre à ses besoins (divertissement, éducation, conservation, formation en horticulture) ; croissance de plantes médicinales et autres plantes aux fins économiques.

Annexe III : Evolution du concept de gouvernance

L'évolution du contexte de régulation sociale et politique des sociétés occidentales va connaître, entre les décennies 1970 et 1990, une évolution marquée tant par des changements sociaux, économiques et politiques, que par la conception de la régulation elle-même, ses contraintes et ses visées. Pour certains ces bouleversements ont conduit à un véritable changement de paradigme. Pour d'autres, ces transformations importantes ont conduit à une évolution imposée de l'appareil étatique, de ses rôles, de ses responsabilités et des relations qu'il entretenait avec ses citoyens pour lesquels il était devenu un pourvoyeur de services.

D'autres vont même jusqu'à parler de crise, notamment de la crise de l'État-providence. Ainsi, tous s'entendent pour parler à tout le moins de changements profonds et de redéfinition quant au concept de gouvernance (Lacroix et Arnaud, 2012).

Pour Gaudin (2002), les pressions sur l'organisation de type État-providence, de même que les phénomènes de décentralisation et de régionalisation de la régulation appellent toujours à moins d'actions publiques au sens étatique du terme. Pour Hamel et Jouve (2006), ce sont les pressions découlant de la mondialisation qui questionnent directement les capacités étatiques de gouverner. C'est dans ce contexte que le concept de gouvernance refait surface.

La notion protéiforme de gouvernance est en effet issue à la fois des théories financières, et de l'idée de réduire les dissymétries d'information afin de donner aux financiers les moyens de s'assurer d'obtenir un juste retour sur leur investissement. Elle débouche autant des théories de l'organisation cherchant à définir le système optimal de prise de décision permettant de concilier les intérêts des diverses parties prenantes d'une organisation (Côme, 2013).

D'après Lamy (2005), la gouvernance se prête à de multiples interprétations et est soumise à des critiques parfois diamétralement opposées, la notion de gouvernance reste – c'est sa force et sa faiblesse – une inconnue qu'il faut désormais redéfinir, entre utopie, concept philosophique et projet politique. Que l'on parle de management d'entreprise, de relations internationales ou encore de politique intérieure, le terme de « gouvernance » est devenu omniprésent.

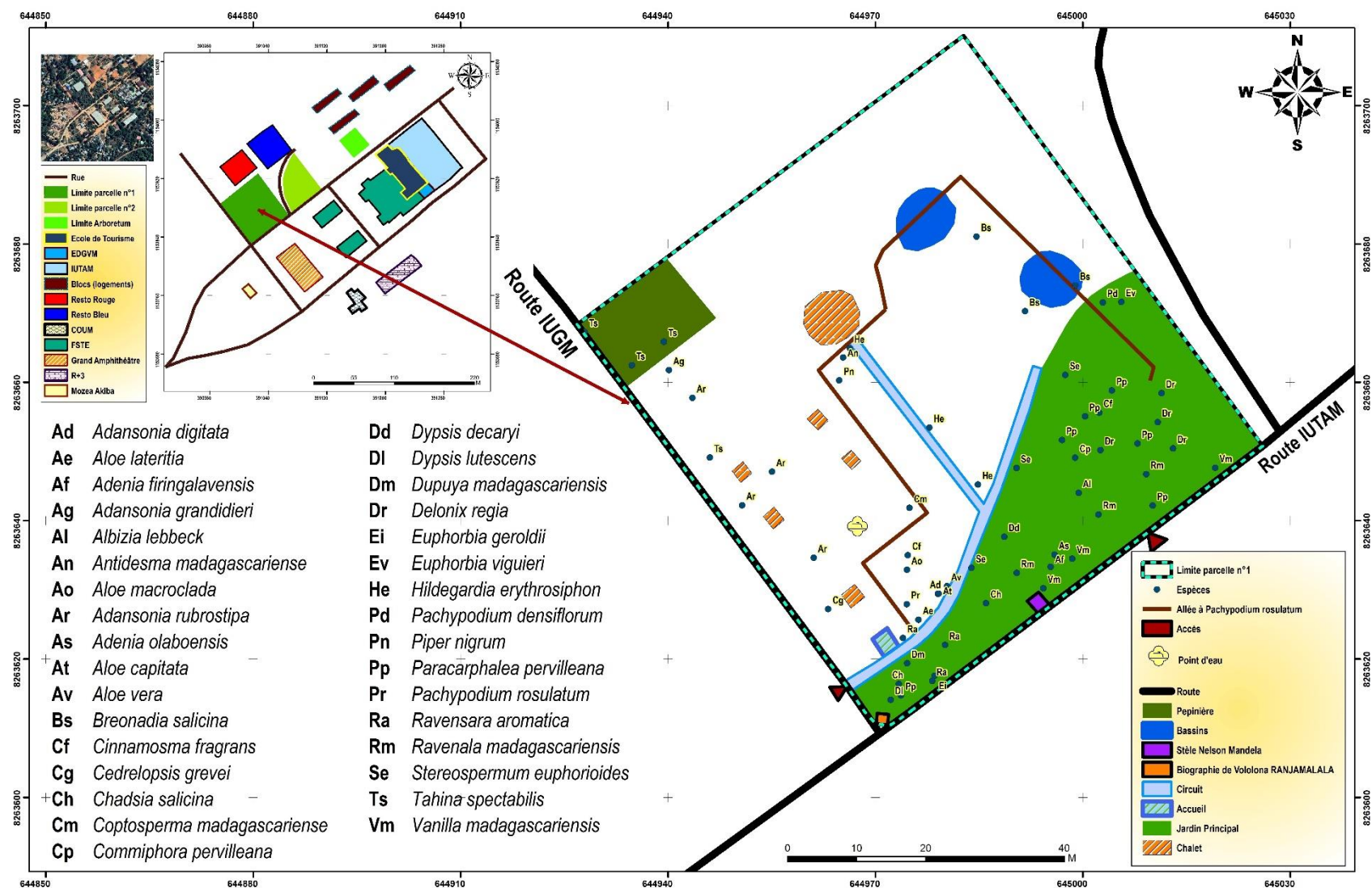
Annexe IV : Critères de qualité de Brackstone (1999)

Brackstone (1999) a introduit six critères permettant de préciser la notion de qualité, par nature multiforme : la pertinence, l'exactitude, l'actualité, l'accessibilité, l'intelligibilité et la cohérence. Sachant qu'ils pouvaient s'appliquer à la fois aux données issues du protocole d'observation lui-même, ou aux résultats auxquels elles conduisaient, et que les interprétations qui suivaient de ces critères de Brackstone étaient plus larges que leurs définitions initiales.

Les trois premiers critères ont été génériques. La pertinence d'une enquête, d'une étude, d'un dispositif, étant son utilité ; elle dépendait de la connaissance et de la maîtrise du domaine du prestataire ou propriétaire des données, et des bonnes connaissances et applications des traitements et usages. L'exactitude étant synonyme de précision : les paramètres pouvant influencer son le plan d'échantillonnage, son respect, la clarté et la bonne compréhension des questions dans le cas où ceci a un sens (tous les recueils de données ne venaient pas de réponses à des questions), la couverture du dispositif (toute la population à analyser a-t-elle été observée, observable ?), et la granularité ou la finesse de l'observation. L'actualité, appelée également la récence, étant à l'évidence le temps qui s'est écoulé entre la collecte des données et la parution des résultats. Mais de façon plus générale, ce terme étant adapté au temps qui s'est écoulé entre le moment observé et le moment du recueil lui-même.

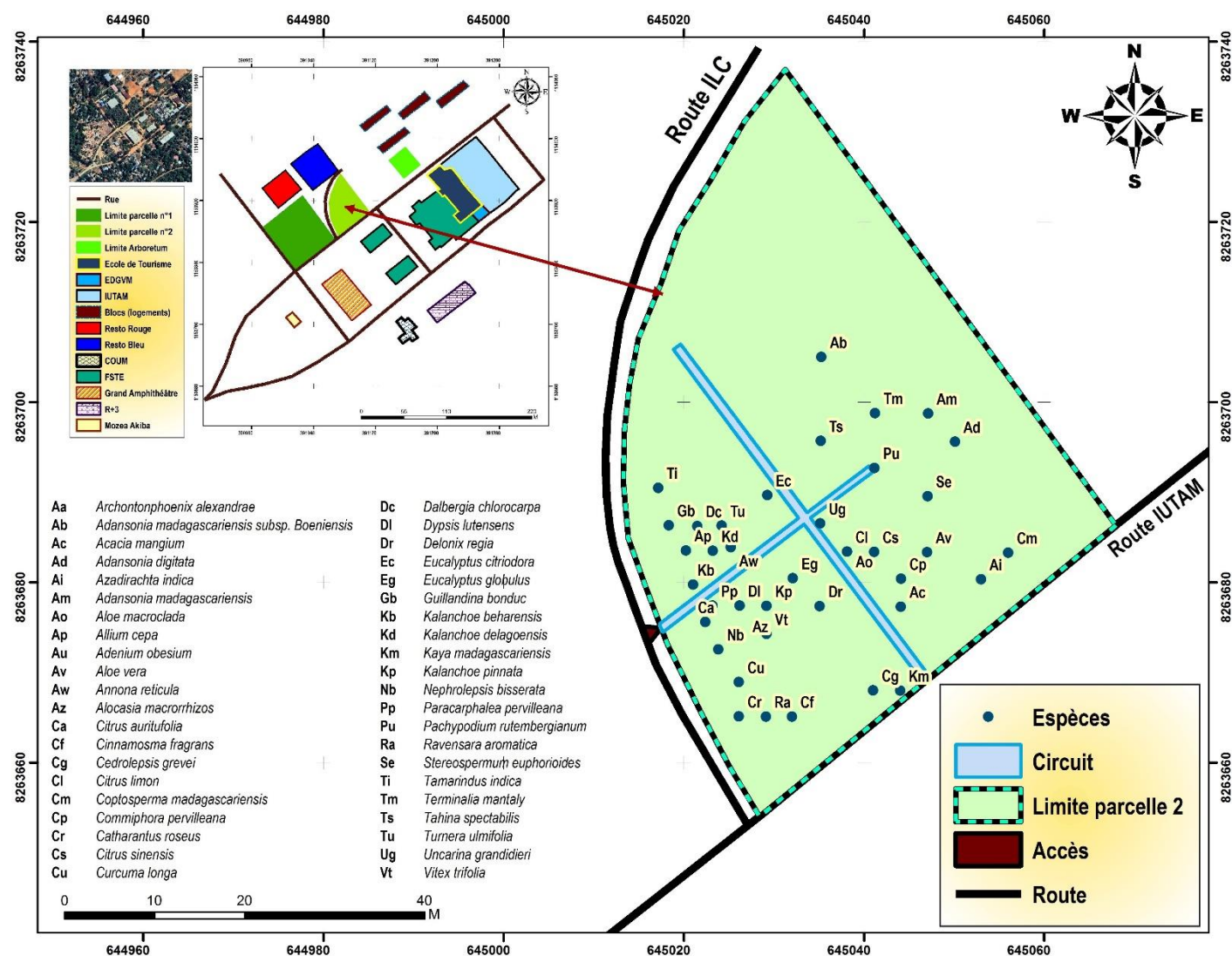
Les trois autres critères de Brackstone ont été plus « techniques ». L'accessibilité concernant le mode de restitution, de mise à disposition, de présentation. La visualisation en faisant partie. L'intelligibilité portant sur la documentation de la méthodologie employée, sa clarté, sa compréhension par des utilisateurs non-spécialistes. Enfin, la cohérence a consisté à la validation interne de la base de données, mais aussi et surtout à la comparabilité des données et des résultats à des connaissances antérieures, en particulier si le dispositif a été répété dans le temps, comme étant le cas des panels.

Annexe V : Localisation de la parcelle n°1 et échantillons d'espèces géoréférencées



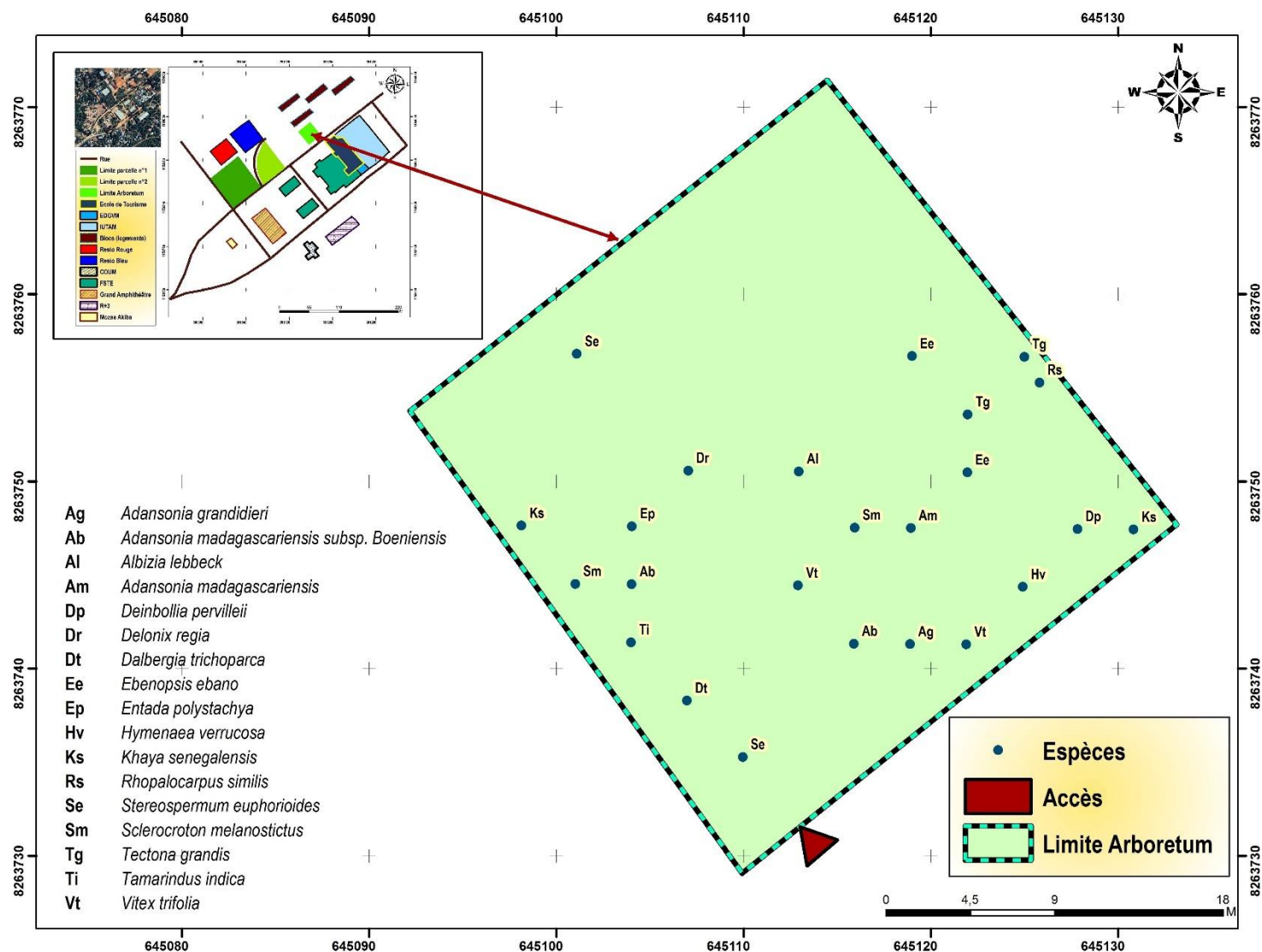
Source : BD 500 FTM / Conception : BEFINOANA Michael, 2023 – Projection : UTM Zone 38S – WGS 1984 en mètre)

Annexe VI : Localisation de la parcelle n°2 et échantillons d'espèces géoréférencées



Source : BD 500 FTM / Conception : BEFINOANA Michael, 2023 – Projection : UTM Zone 38S – WGS 1984 en mètre)

Annexe VII : Localisation de l'arboretum et échantillons d'espèces géoréférencées



Source : BD 500 FTM / Conception : BEFINOANA Michael, 2023 – Projection : UTM Zone 38S – WGS 1984 en mètre)

Annexe VIII : Données climatiques moyennes de Mahajanga (1991-2021)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température Moyenne (°C)	26,6	26,7	27,3	27,7	27,1	25,6	24,9	25,6	26,8	28	28,2	27,4
Température Minimale (°C)	24,3	24,3	24,5	24,1	22,9	21,1	20,2	20,6	21,7	23,5	24,4	24,5
Température Maximale (°C)	29,8	30	30,9	31,9	31,8	30,5	30,2	31,3	32,9	33,9	33,1	31,1
Précipitations (mm)	430	323	198	47	7	1	1	1	3	19	85	209
Humidité (%)	84	83	79	70	61	55	52	50	50	55	65	77
Jours de pluie (jours)	20	18	15	6	1	0	0	0	1	4	11	17
Heure de soleil (heures)	8,1	8,3	9,1	9,9	10	10	10,1	10,4	10,7	10,7	10,3	9,3

Source : climate-data.org / Data : 1991 - 2021 : Température minimale moyenne (°C), Température maximale (°C), Précipitations (mm), Humidité,

Jours de pluie. Data : 1999 – 2019 : Heures de soleil

Légende :

- : Valeur maximale de l'année
- ▨ : Valeur minimale de l'année

Annexe IX : Modèle de Fiche d'inventaire

[illegible]

Annexe X : Questionnaire général JBER

QUESTIONNAIRE JBE AMBONDRONA

Date : / ____ / ____ / ____ /

A. Motivations de la visite - Pourquoi êtes-vous venus aujourd'hui ?

- 1) Par curiosité (pour voir) ☐
- 2) Pour apprendre et comprendre ☐
- 3) Pour participer aux activités du jardin botanique ☐
- 4) Pour le loisir ☐

B. Définition – D'après vous, qu'entend-on par jardin botanique ?

- 1) Lieu de détente ☐
- 2) Lieu d'exposition ☐
- 3) Lieu de recherche ☐
- 4) Lieu touristique et culturel ☐

C. Missions – Quel est l'objectif du jardin botanique ?

- 1) Enseignement et éducation ☐
- 2) Recherche scientifique ☐
- 3) Conservation et exposition ☐
- 4) Culturel et touristique ☐
- 5) Economique ☐

D. Acquis - Qu'avez-vous appris lors de votre visite ?

- 1) Forme des plantes ☐
- 2) Conservation de l'environnement ☐
- 3) Utilisation des plantes ☐
- 4) Origine des plantes ☐
- 5) Rien/NSP ☐

E. Externalités - Après votre visite, seriez-vous disposés à :

- 1) Payer un prix d'entrée raisonnable pour l'accès à un jardin botanique ☐
- 2) Acheter des plantes dans un but de conservation ☐
- 3) Acheter des plantes pour votre plaisir ☐
- 4) Rien/NSP ☐

F. Satisfaction - Recommanderiez-vous à vos connaissances la visite du jardin botanique ?

- 1) Oui, certainement ☐
- 2) Peut-être ☐
- 3) Non ☐
- 4) Rien/NSP ☐

G. Âge – Dans quelle tranche vous situez-vous ?

- 1) 18 - 25 ans ☐
- 2) 26 - 35 ans ☐
- 3) 36 - 50 ans ☐
- 4) 50 ans et plus ☐

H. Sexe – Vous êtes ?

- 1) Homme ☐
- 2) Femme ☐

QUESTIONNAIRE JBE AMBONDRONA

Daty : / ____ / ____ / ____ /

A. Antony nanaovana ny fitsidihana - Nahoana ianao no tonga androany ?

- 5) Noho ny fahalianana (te hahita) ☐
- 6) Te hianatra zava-baovao ☐
- 7) Handray anjara amin'ny asan'ny zaridaina botanika ☐
- 8) Ho an'ny fialam-boly ☐

B. Famaritana – Inona no atao hoe zaridaina botanika araka ny hevitrao ?

- 5) Toerana fialan-tsasatra ☐
- 6) Toerana fampirantiana ☐
- 7) Toerana hanaovana fikarohana ☐
- 8) Toerana fizahan-tany sy ara-kolontsaina ☐

C. Asa – Inona no tanjon'ny zaridaina botanika?

- 6) Fampianarana sy fanabeazana ☐
- 7) Fikarohana siantifika ☐
- 8) Fiarovana sy fampirantiana ☐
- 9) Ara-kolontsaina sy fizahan-tany ☐
- 10) Ara-toekarena ☐

D. Zavatra nianarana - Inona no nianaranao nandritra ny fitsidihanao ?

- 6) Endriky ny zavamaniry ☐
- 7) Fiarovana ny tontolo iainana ☐
- 8) Fampiasana ny zavamaniry ☐
- 9) Fiavian'ny zavamaniry ☐
- 10) Tsy misy/Tsy mahafantatra ☐

E. Vokatry ny fitsidihana - Aorian'ny fitsidihanao dia vonona ve ianao :

- 5) Handoa saram-pidirana sahaza hidirana amina zaridaina botanika ☐
- 6) Hividy zavamaniry mba hikajiana tontolo iainana ☐
- 7) Hividy zavamaniry noho ny fahafinaretanao ☐
- 8) Tsy misy/Tsy mahafantatra ☐

F. Fahafaham-po – Mety hamporisika olom-pantatrao ve hitsidika zaridaina botanika ?

- 5) Eny, mazava ho azy ☐
- 6) Angamba ☐
- 7) Tsia ☐
- 8) Tsy misy/Tsy mahafantatra ☐

G. Taona – Inona ny elanelan-taona misy anao ?

- 5) 18 - 25 taona ☐
- 6) 26 - 35 taona ☐
- 7) 36 - 50 taona ☐
- 8) 50 taona sy mihaotra ☐

H. Lahy sa vavy – Ianao ve ?

- 3) Lehilahy ☐
- 4) Vehivavy ☐

Annexe XI : Fiche d'évaluation des collections du JBER

N°	Famille	Espèce et Genre	Nombre spécimen	Axes d'évaluation					Somme des 4 axes	Statut UICN	Origine
				Patr.	Con.	Sci.	Edu.	Coût			
1	FABACEAE	<i>Abrus precatorius</i>	6	5	1	4	4	1	14	NE	Madagascar
2	FABACEAE	<i>Acacia mangium</i>	8	3	2	4	5	1	14	LC	Australie
3	EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha hispida</i>	7	2	1	4	4	3	11	NE	Asie du Sud-Est
4	MALVACEAE	<i>Adansonia digitata</i>	12	4	1	4	4	1	13	NE	Afrique
5	MALVACEAE	<i>Adansonia grandidieri</i>	2	5	4	4	4	1	17	EN	Madagascar
6	MALVACEAE	<i>Adansonia madagascariensis</i>	4	4	3	4	4	1	15	NT	Madagascar
7	MALVACEAE	<i>Adansonia madagascariensis</i> subsp. <i>Boeniensis</i>	4	5	3	4	4	1	16	NT	Madagascar
8	MALVACEAE	<i>Adansonia rubrostipa</i>	6	3	2	4	4	1	13	LC	Madagascar
9	PASSIFLORACEAE	<i>Adenia firingalavensis</i>	1	2	1	4	4	1	11	NE	Madagascar
10	PASSIFLORACEAE	<i>Adenia olaboensis</i>	1	4	1	4	4	1	13	NE	Madagascar
11	APOCYNACEAE	<i>Adenium obesum</i>	36	2	1	4	4	1	11	NE	Afrique de l'Est
12	ASPARAGACEAE	<i>Agave sisalana</i>	2	4	1	4	4	1	13	NE	Mexique
13	FABACEAE	<i>Albizia lebbeck</i>	2	4	2	4	4	1	14	LC	Asie du Sud-Est
14	AMARYLLIDACEAE	<i>Allium cepa</i>	4	4	1	4	4	4	13	NE	Asie centrale
15	ARACEAE	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	1	2	1	3	4	3	10	NE	Asie du Sud-Est
16	ASPHODELACEAE	<i>Aloe capitata</i>	17	4	2	4	5	1	15	LC	Madagascar
17	ASPHODELACEAE	<i>Aloe macroclada</i>	14	4	2	4	4	1	14	LC	Madagascar
18	ASPHODELACEAE	<i>Aloe lateritia</i>	8	4	2	5	4	1	15	LC	Afrique de l'Est
19	ASPHODELACEAE	<i>Aloe vera</i>	34	4	1	5	5	1	15	NE	Afrique tropicale
20	BROMELIACEAE	<i>Ananas comosus</i>	5	4	1	4	4	2	13	NE	Amérique du Sud
21	ANNONACEAE	<i>Annona reticulata</i>	1	4	2	3	3	1	12	LC	Amérique tropicale
22	ANNONACEAE	<i>Annona squamosa</i>	2	4	2	3	3	1	12	LC	Amérique tropicale
23	PHYLLANTACEAE	<i>Antidesma madagascariense</i>	1	5	2	3	4	1	14	LC	Océan indien
24	ARECACEAE	<i>Archontophoenix alexandrae</i>	3	2	2	4	4	2	12	LC	Australie

N°	Famille	Espèce et Genre	Nombre spécimens	Axes d'évaluation					Somme des 4 axes	Statut UICN	Origine
				Patr.	Con.	Sci.	Edu.	Coût			
25	MELIACEAE	<i>Azadirachta indica</i>	1	4	2	4	4	3	14	LC	Sous-continent indien
26	POACEAE	<i>Bambusa multiplex</i>	1	2	1	4	4	3	11	NE	Asie du Sud-Est
27	ARECACEAE	<i>Bismarckia nobilis</i>	2	5	2	3	4	1	14	LC	Madagascar
28	NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	12	2	1	4	4	2	11	NE	Brésil
29	RUBIACEAE	<i>Breonadia salicina</i>	6	4	2	4	4	2	14	LC	Afrique
30	ARACEAE	<i>Caladium bicolor</i>	1	2	1	4	4	3	11	NE	Brésil
31	ANNONACEAE	<i>Cananga odorata</i>	1	5	2	4	5	2	16	LC	Indonésie
32	CANNACEAE	<i>Canna indica</i>	6	3	1	4	4	2	12	NE	Amérique tropicale
33	CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	19	4	1	5	5	3	15	DD	Amérique tropicale
34	APOCYNACEAE	<i>Catharanthus roseus</i>	65	4	1	5	5	2	15	NE	Madagascar
35	RUTACEAE	<i>Cedrelopsis grevei</i>	2	5	2	5	5	2	17	LC	Madagascar
36	AMARANTHACEAE	<i>Celosia argentea</i> var. <i>cristata</i>	2	2	2	4	4	3	12	LC	Afrique tropicale
37	FABACEAE	<i>Chadsia salicina</i>	3	5	2	4	4	1	15	LC	Madagascar
38	ASPARAGACEAE	<i>Chlorophytum comosum</i>	5	2	1	4	4	2	11	NE	Afrique
39	CANELLACEAE	<i>Cinnamosma fragrans</i>	21	4	2	5	5	3	16	LC	Madagascar
40	VITACEAE	<i>Cissus quadrangularis</i>	30	4	1	4	4	1	13	NE	Pantropical
41	RUTACEAE	<i>Citrus aurantiifolia</i>	4	4	1	4	4	1	13	NE	Asie du Sud-Est
42	RUTACEAE	<i>Citrus limon</i>	3	4	1	4	4	1	13	NE	Asie du Sud-Est
43	RUTACEAE	<i>Citrus sinensis</i>	4	3	1	4	4	1	12	NE	Asie du Sud-Est
44	ARECACEAE	<i>Cocos nucifera</i>	4	4	1	4	4	2	13	NE	Mélanésie
45	EUPHORBIACEAE	<i>Codiaeum variegatum</i>	9	2	2	4	4	3	12	LC	Asie du Sud-Est
46	ARACEAE	<i>Colocasia esculenta</i>	1	3	2	4	4	3	13	LC	Asie du Sud-Est
47	BURSERACEAE	<i>Commiphora guillauminii</i>	1	5	3	4	5	1	17	VU	Madagascar
48	BURSERACEAE	<i>Commiphora pervilleana</i>	3	4	2	4	5	1	15	LC	Madagascar

N°	Famille	Espèce et Genre	Nombre spécimens	Axes d'évaluation					Somme des 4 axes	Statut UICN	Origine
				Patr.	Con.	Sci.	Edu.	Coût			
49	BURSERACEAE	<i>Commiphora pterocarpa</i>	1	4	3	4	4	1	15	VU	Madagascar
50	RUBIACEAE	<i>Coptosperma madagascariense</i>	39	5	3	5	5	2	18	VU	Madagascar
51	ZINGIBERACEAE	<i>Curcuma longa</i>	1	4	1	5	4	3	14	DD	Sous-continent indien
52	POACEAE	<i>Cymbopogon citratus</i>	30	4	1	4	4	1	13	NE	Sous-continent indien
53	CYPERACEAE	<i>Cyperus involucratus</i>	2	2	1	4	4	2	11	NE	Océan indien
54	FABACEAE	<i>Dalbergia chlorocarpa</i>	3	5	3	5	4	1	17	VU	Madagascar
55	FABACEAE	<i>Dalbergia trichocarpa</i>	3	5	2	5	4	1	16	LC	Madagascar
56	SAPINDACEAE	<i>Deinbollia pervillei</i>	1	3	2	4	4	2	13	LC	Madagascar
57	FABACEAE	<i>Delonix regia</i>	15	4	2	5	5	1	16	LC	Madagascar
58	DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea alata</i>	1	4	1	5	5	3	15	NE	Asie du Sud-Est
59	ASPARAGACEAE	<i>Dracaena fragrans</i>	14	2	2	4	4	2	12	LC	Afrique tropicale
60	FABACEAE	<i>Dupuya madagascariensis</i>	1	5	2	4	4	2	15	LC	Madagascar
61	ARECACEAE	<i>Dypsis decaryi</i>	3	2	3	4	4	2	13	VU	Madagascar
62	ARECACEAE	<i>Dypsis lutescens</i>	31	2	3	4	4	1	13	NT	Madagascar
63	ARECACEAE	<i>Dypsis madagascariensis</i>	7	5	2	4	4	2	15	LC	Madagascar
64	FABACEAE	<i>Ebenopsis ebano</i>	2	3	2	4	4	1	13	LC	Amérique du Nord
65	FABACEAE	<i>Entada polystachya</i>	2	2	2	4	4	1	12	LC	Amérique tropicale
66	MYRTACEAE	<i>Eucalyptus citriodora</i>	11	4	2	4	4	2	14	LC	Australie
67	MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	3	4	2	4	4	1	14	LC	Australie
68	MYRTACEAE	<i>Eucalyptus robusta</i>	1	4	3	4	4	1	15	NT	Australie
69	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia geroldii</i>	17	2	5	4	4	2	15	CR	Madagascar
70	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia Lactea</i>	11	2	1	4	4	1	11	NE	Asie du Sud-Est
71	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia viguieri</i>	1	2	1	4	4	2	11	NE	Madagascar
72	FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	34	2	2	4	4	2	12	LC	Amérique tropicale

N°	Famille	Espèce et Genre	Nombre spécimens	Axes d'évaluation					Somme des 4 axes	Statut UICN	Origine
				Patr.	Con.	Sci.	Edu.	Coût			
73	FABACEAE	<i>Guilandina bonduc</i>	15	5	2	4	4	1	15	LC	Pantropical
74	COSTACEAE	<i>Hellenia speciosa</i>	50	2	2	4	4	2	12	LC	Asie du Sud-Est
75	MALVACEAE	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1	2	1	4	4	2	11	NE	Asie du Sud-Est
76	MALVACEAE	<i>Hildegardia erythrosiphon</i>	12	5	2	4	4	2	15	LC	Madagascar
77	EUPHORBIACEAE	<i>Hura crepitens</i>	2	2	1	4	4	2	11	NE	Amérique tropicale
78	FABACEAE	<i>Hymenaea verrucosa</i>	2	5	1	4	4	1	14	NE	Afrique de l'Est
79	ARECACEAE	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	17	2	5	4	4	2	15	CR	Maurice
80	CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea</i>	4	2	1	4	4	2	11	NE	Amérique tropicale
81	RUBIACEAE	<i>Ixora javanica</i>	1	2	2	4	4	2	12	LC	Asie du Sud-Est
82	RUBIACEAE	<i>Ixora lutea</i>	70	2	1	4	4	2	11	NE	Asie du Sud-Est
83	RUBIACEAE	<i>Ixora coccinea</i>	2	2	1	4	4	2	11	NE	Asie du Sud-Est
84	CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe beharensis</i>	1	4	3	4	4	1	15	VU	Madagascar
85	CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe delagoensis</i>	5	4	1	4	4	2	13	NE	Madagascar
86	CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe pinnata</i>	2	5	1	4	4	1	14	NE	Madagascar
87	MELIACEAE	<i>Khaya madagascariensis</i>	5	4	3	4	4	2	15	VU	Madagascar
88	MELIACEAE	<i>Khaya senegalensis</i>	9	3	3	4	4	1	14	VU	Afrique de l'Ouest
89	APOCYNACEAE	<i>Leptadenia madagascariensis</i>	2	4	1	4	4	1	13	NE	Madagascar
90	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	1	4	1	4	4	1	13	DD	Sous-continent indien
91	FABACEAE	<i>Mimosa pudica</i>	50	4	2	4	4	2	14	LC	Amérique tropicale
92	RUBIACEAE	<i>Morinda citrifolia</i>	11	4	1	5	4	2	14	NE	Asie du Sud-Est
93	MORINGACEAE	<i>Moringa oleifera</i>	1	4	2	4	4	1	14	LC	Sous-continent indien
94	MUSACEAE	<i>Musa paradisiaca</i>	2	4	1	4	4	1	13	NE	Asie du Sud-Est
95	RUBIACEAE	<i>Mussaenda philippica</i>	2	2	2	4	4	2	12	LC	Philippines

N°	Famille	Espèce et Genre	Nombre spécimens	Axes d'évaluation					Somme des 4 axes	Statut UICN	Origine
				Patr.	Con.	Sci.	Edu.	Coût			
96	NEPHROLEPIDACEAE	<i>Nephrolepis biserrata</i>	1	2	1	4	5	2	12	NE	Pantropical
97	OLEACEAE	<i>Noronhia emarginata</i>	1	3	2	4	4	1	13	LC	Madagascar
98	LAMIACEAE	<i>Ocimum gratissimum</i>	5	4	1	5	5	2	15	NE	Asie du Sud-Est
99	CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	2	2	2	4	4	1	12	LC	Amérique tropicale
100	APOCYNACEAE	<i>Pachypodium densiflorum</i>	3	2	1	4	4	1	11	NE	Madagascar
101	APOCYNACEAE	<i>Pachypodium rosulatum</i>	5	2	1	4	4	1	11	NE	Madagascar
102	APOCYNACEAE	<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	30	5	2	4	4	1	15	LC	Madagascar
103	PANDANACEAE	<i>Pandanus concretus</i>	19	3	2	4	4	1	13	LC	Madagascar
104	RUBIACEAE	<i>Paracarphalea pervilleana</i>	28	5	2	4	4	1	15	LC	Madagascar
105	FABACEAE	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	10	3	1	4	4	1	12	NE	Asie du Sud-Est
106	ARECACEAE	<i>Phoenix dactylifera</i>	7	4	1	4	4	1	13	NE	Asie occidentale
107	POACEAE	<i>Phragmites mauritanus</i>	1	4	2	4	4	1	14	LC	Afrique
108	PIPERACEAE	<i>Piper nigrum</i>	2	4	1	4	4	2	13	NE	Sous-continent indien
109	APOCYNACEAE	<i>Plumeria alba</i>	4	2	2	4	4	1	12	LC	Caraïbes
110	PORTULACACEAE	<i>Portulaca umbraticola</i>	10	2	1	4	4	1	11	NE	Amérique tropicale
111	STRELITZIACEAE	<i>Ravenala madagascariensis</i>	12	5	2	5	5	1	17	LC	Madagascar
112	LAURACEAE	<i>Ravensara aromatica</i>	9	5	1	5	5	2	16	NE	Madagascar
113	SPHAEROSEPALACEAE	<i>Rhopalocarpus similis</i>	1	2	2	4	4	1	12	LC	Madagascar
114	EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus communis</i>	6	4	1	4	4	1	13	NE	Pantropical
115	ROSACEAE	<i>Rosa gallica</i>	5	2	1	4	4	1	11	NE	Hémisphère nord
116	ASPARAGACEAE	<i>Sansevieria cylindrica</i>	86	2	1	4	4	1	11	NE	Afrique centrale
117	ASPARAGACEAE	<i>Sansevieria trifasciata</i>	5	4	1	4	4	1	13	NE	Afrique centrale
118	EUPHORBIACEAE	<i>Sclerocroton melanostictus</i>	2	3	2	4	4	1	13	LC	Madagascar
119	ANACARDIACEAE	<i>Spondias dulcis</i>	2	3	1	4	4	1	12	NE	Mélanésie

N°	Famille	Espèce et Genre	Nombre spécimens	Axes d'évaluation					Somme des 4 axes	Statut UICN	Origine
				Patr.	Con.	Sci.	Edu.	Coût			
120	BIGNONIACEAE	<i>Stereospermum euphorioides</i>	26	4	2	4	4	1	14	LC	Madagascar
121	APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana coffeoides</i>	1	4	2	4	4	1	14	LC	Madagascar, Comores et Mayotte
122	ARECACEAE	<i>Tahina spectabilis</i>	65	5	5	4	4	2	18	CR	Madagascar
123	FABACEAE	<i>Tamarindus indica</i>	7	5	2	4	4	1	15	LC	Afrique
124	LAMIACEAE	<i>Tectona grandis</i>	4	3	4	4	4	1	15	EN	Asie du Sud-Est
125	COMBRETACEAE	<i>Terminalia mantaly</i>	73	4	2	4	4	1	14	LC	Madagascar
126	ACANTHACEAE	<i>Thunbergia erecta</i>	3	2	1	4	4	2	11	NE	Afrique de l'Ouest
127	COMMELINACEAE	<i>Tradescantia spathacea</i>	46	2	1	4	4	1	11	NE	Amérique tropicale
128	PASSIFLORACEAE	<i>Turnera ulmifolia</i>	17	2	2	4	4	2	12	LC	Amérique tropicale
129	TYPHACEAE	<i>Typha angustifolia</i>	8	4	2	4	4	1	14	LC	Hémisphère nord
130	PEDALIACEAE	<i>Uncarina grandidieri</i>	4	4	1	4	4	2	13	NE	Madagascar
131	ORCHIDACEAE	<i>Vanilla madagascariensis</i>	4	4	1	4	4	2	13	NE	Madagascar
132	ORCHIDACEAE	<i>Vanilla planifolia</i>	4	5	4	5	4	3	18	EN	Amérique tropicale
133	LAMIACEAE	<i>Vitex trifolia</i>	5	4	2	4	4	1	14	LC	Pantropical
134	ARACEAE	<i>Zamioculcas zamiifolia</i>	1	2	1	4	4	1	11	NE	Afrique de l'Est
135	ZINGIBERACEAE	<i>Zingiber officinale</i>	34	5	1	4	4	2	14	DD	Sous-continent indien
136	RHAMNACEAE	<i>Ziziphus mauritiana</i>	10	4	2	4	4	1	14	LC	Asie du Sud-Est

Légende :		Patr. : Patrimoine	NE : Non évalué	VU : Vulnérable
	Collection prioritaire	Con. : Conservation	DD : Données déficientes	EN : En danger
	Collection importante	Sci. : Science	LC : Préoccupation mineure	CR : En danger critique
	Collection secondaire	Edu. : Education	NT : Quasi menacé	

Annexe XII : Utilisation ethnobotanique des espèces présentes au JBER

N°	Famille	Espèce et Genre	Cult.	Méd.	Const.	Hort.	Al. H.	Al. A.	Out.	Cosm.	Comb.	Somme
1	FABACEAE	<i>Abrus precatorius</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	2
2	FABACEAE	<i>Acacia mangium</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1
3	EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha hispida</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
4	MALVACEAE	<i>Adansonia digitata</i>	-	+	-	-	+	+	+	-	-	4
5	MALVACEAE	<i>Adansonia grandidieri</i>	+	+	+	-	+	-	+	-	-	5
6	MALVACEAE	<i>Adansonia madagascariensis</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	-	2
7	MALVACEAE	<i>Adansonia madagascariensis</i> <i>subsp. Boeniensis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
8	MALVACEAE	<i>Adansonia rubrostipa</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1
9	PASSIFLORACEAE	<i>Adenia firingalavensis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
10	PASSIFLORACEAE	<i>Adenia olaboensis</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	2
11	APOCYNACEAE	<i>Adenium obesum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
12	ASPARAGACEAE	<i>Agave sisalana</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	2
13	FABACEAE	<i>Albizia lebbeck</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
14	AMARYLLIDACEAE	<i>Allium cepa</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
15	ARACEAE	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
16	ASPHODELACEAE	<i>Aloe capitata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
17	ASPHODELACEAE	<i>Aloe macroclada</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
18	ASPHODELACEAE	<i>Aloe lateritia</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
19	ASPHODELACEAE	<i>Aloe vera</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
20	BROMELIACEAE	<i>Ananas comosus</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
21	ANNONACEAE	<i>Annona reticulata</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
22	ANNONACEAE	<i>Annona squamosa</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
23	PHYLLANTACEAE	<i>Antidesma madagascariense</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	-	3
24	ARECACEAE	<i>Archontophoenix alexandrae</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1

N°	Famille	Espèce et Genre	Cult.	Méd.	Const.	Hort.	Al. H.	Al. A.	Out.	Cosm.	Comb.	Somme
25	MELIACEAE	<i>Azadirachta indica</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
26	POACEAE	<i>Bambusa multiplex</i>	-	-	-	+	-	-	+	-	-	2
27	ARECACEAE	<i>Bismarckia nobilis</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	2
28	NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
29	RUBIACEAE	<i>Breonadia salicina</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	2
30	ARACEAE	<i>Caladium bicolor</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
31	ANNONACEAE	<i>Cananga odorata</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1
32	CANNACEAE	<i>Canna indica</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1
33	CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
34	APOCYNACEAE	<i>Catharanthus roseus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
35	RUTACEAE	<i>Cedrelopsis grevei</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	+	3
36	AMARANTHACEAE	<i>Celosia argentea</i> var. <i>cristata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
37	FABACEAE	<i>Chadsia salicina</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
38	ASPARAGACEAE	<i>Chlorophytum comosum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
39	CANELLACEAE	<i>Cinnamosma fragrans</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
40	VITACEAE	<i>Cissus quadrangularis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
41	RUTACEAE	<i>Citrus aurantiifolia</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
42	RUTACEAE	<i>Citrus limon</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
43	RUTACEAE	<i>Citrus sinensis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1
44	ARECACEAE	<i>Cocos nucifera</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
45	EUPHORBIACEAE	<i>Codiaeum variegatum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
46	ARACEAE	<i>Colocasia esculenta</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1
47	BURSERACEAE	<i>Commiphora guillauminii</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-	2
48	BURSERACEAE	<i>Commiphora pervilleana</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	-	2
49	BURSERACEAE	<i>Commiphora pterocarpa</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	2

N°	Famille	Espèce et Genre	Cult.	Méd.	Const.	Hort.	Al. H.	Al. A.	Out.	Cosm.	Comb.	Somme
50	RUBIACEAE	<i>Coptosperma madagascariense</i>	+	+	-	-	-	-	-	+	-	3
51	ZINGIBERACEAE	<i>Curcuma longa</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	-	3
52	POACEAE	<i>Cymbopogon citratus</i>	-	+	-	-	+	+	-	-	-	3
53	CYPERACEAE	<i>Cyperus involucratus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1
54	FABACEAE	<i>Dalbergia chlorocarpa</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	+	2
55	FABACEAE	<i>Dalbergia trichocarpa</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	+	3
56	SAPINDACEAE	<i>Deinbollia pervillei</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1
57	FABACEAE	<i>Delonix regia</i>	-	+	+	+	-	-	-	-	+	4
58	DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea alata</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
59	ASPARAGACEAE	<i>Dracaena fragrans</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
60	FABACEAE	<i>Dupuya madagascariensis</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	2
61	ARECACEAE	<i>Dypsis decaryi</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
62	ARECACEAE	<i>Dypsis lutescens</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
63	ARECACEAE	<i>Dypsis madagascariensis</i>	-	-	+	+	+	-	-	-	-	3
64	FABACEAE	<i>Ebenopsis ebano</i>	-	-	+	+	+	-	-	-	+	4
65	FABACEAE	<i>Entada polystachya</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
66	MYRTACEAE	<i>Eucalyptus citriodora</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	2
67	MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	+	3
68	MYRTACEAE	<i>Eucalyptus robusta</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	+	3
69	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia geroldii</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
70	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia Lactea</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
71	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia viguieri</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
72	FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
73	FABACEAE	<i>Guilandina bonduc</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	2
74	COSTACEAE	<i>Hellenia speciosa</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1

N°	Famille	Espèce et Genre	Cult.	Méd.	Const.	Hort.	Al. H.	Al. A.	Out.	Cosm.	Comb.	Somme
75	MALVACEAE	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
76	MALVACEAE	<i>Hildegardia erythrosiphon</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1
77	EUPHORBIACEAE	<i>Hura crepitens</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	-	2
78	FABACEAE	<i>Hymenaea verrucosa</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	3
79	ARECACEAE	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
80	CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
81	RUBIACEAE	<i>Ixora javanica</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
82	RUBIACEAE	<i>Ixora lutea</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
83	RUBIACEAE	<i>Ixora coccinea</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
84	CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe beharensis</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	+	3
85	CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe delagoensis</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	2
86	CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe pinnata</i>	+	+	-	+	-	-	-	-	-	3
87	MELIACEAE	<i>Khaya madagascariensis</i>	-	+	+	+	-	-	-	-	-	3
88	MELIACEAE	<i>Khaya senegalensis</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	+	3
89	APOCYNACEAE	<i>Leptadenia madagascariensis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
90	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
91	FABACEAE	<i>Mimosa pudica</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
92	RUBIACEAE	<i>Morinda citrifolia</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
93	MORINGACEAE	<i>Moringa oleifera</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
94	MUSACEAE	<i>Musa paradisiaca</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
95	RUBIACEAE	<i>Mussaenda philippica</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
96	NEPHROLEPIDACEAE	<i>Nephrolepis biserrata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
97	OLEACEAE	<i>Noronhia emarginata</i>	-	-	-	+	+	-	+	-	-	3
98	LAMIACEAE	<i>Ocimum gratissimum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
99	CACTACEAE	<i>Opuntia stricta</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1

N°	Famille	Espèce et Genre	Cult.	Méd.	Const.	Hort.	Al. H.	Al. A.	Out.	Cosm.	Comb.	Somme
100	APOCYNACEAE	<i>Pachypodium densiflorum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
101	APOCYNACEAE	<i>Pachypodium rosulatum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
102	APOCYNACEAE	<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	-	-	-	+	-	-	+	+	-	3
103	PANDANACEAE	<i>Pandanus concretus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1
104	RUBIACEAE	<i>Paracarphalea pervilleana</i>	-	-	-	+	-	-	+	-	-	2
105	FABACEAE	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-	2
106	ARECACEAE	<i>Phoenix dactylifera</i>	-	+	-	+	+	-	+	-	-	4
107	POACEAE	<i>Phragmites mauritanus</i>	-	+	+	-	-	+	+	-	-	4
108	PIPERACEAE	<i>Piper nigrum</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
109	APOCYNACEAE	<i>Plumeria alba</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
110	PORTULACACEAE	<i>Portulaca umbraticola</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
111	STRELITZIACEAE	<i>Ravenala madagascariensis</i>	+	+	+	+	-	-	+	-	-	5
112	LAURACEAE	<i>Ravensara aromatica</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	2
113	SPHAEROSEPALACEAE	<i>Rhopalocarpus similis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1
114	EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus communis</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-	2
115	ROSACEAE	<i>Rosa gallica</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
116	ASPARAGACEAE	<i>Sansevieria cylindrica</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
117	ASPARAGACEAE	<i>Sansevieria trifasciata</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	2
118	EUPHORBIACEAE	<i>Sclerocroton melanostictus</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	2
119	ANACARDIACEAE	<i>Spondias dulcis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1
120	BIGNONIACEAE	<i>Stereospermum euphorioides</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
121	APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana coffeoides</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
122	ARECACEAE	<i>Tahina spectabilis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
123	FABACEAE	<i>Tamarindus indica</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	+	4
124	LAMIACEAE	<i>Tectona grandis</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	+	3
125	COMBRETACEAE	<i>Terminalia mantaly</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	-	2

N°	Famille	Espèce et Genre	Cult.	Méd.	Const.	Hort.	Al. H.	Al. A.	Out.	Cosm.	Comb.	Somme
126	ACANTHACEAE	<i>Thunbergia erecta</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
127	COMMELINACEAE	<i>Tradescantia spathacea</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
128	PASSIFLORACEAE	<i>Turnera ulmifolia</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
129	TYPHACEAE	<i>Typha angustifolia</i>	-	+	-	-	+	-	+	-	-	3
130	PEDALIACEAE	<i>Uncarina grandidieri</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	-	2
131	ORCHIDACEAE	<i>Vanilla madagascariensis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
132	ORCHIDACEAE	<i>Vanilla planifolia</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
133	LAMIACEAE	<i>Vitex trifolia</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1
134	ARACEAE	<i>Zamioculcas zamiifolia</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
135	ZINGIBERACEAE	<i>Zingiber officinale</i>	+	+	-	-	+	-	-	-	-	3
136	RHAMNACEAE	<i>Ziziphus mauritiana</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	2
TOTAL			15	68	21	64	32	6	17	5	11	239

Légende :

Cult. : Culturelle
 Méd. : Médicinale
 Const. : Construction
 Hort. : Horticole
 Al. H. : Alimentation humaine
 Al. A. : Alimentation animale
 Out. : Outillage
 Cosm. : Cosmétique
 Comb. : Combustible

Annexe XIII : Echantillons de fiches de collection du JBER

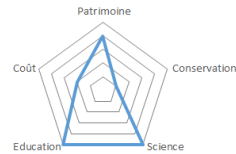
Les fiches de collection d'un jardin botanique sont des documents essentiels qui contiennent des informations détaillées sur les plantes cultivées et exposées dans le jardin. Ces fiches servent à des fins éducatives, de recherche et de conservation. Entre autres, les informations ci-dessous sont apportées dans le cadre des 136 fiches de collection du JBER :

- Nom scientifique : Chaque plante est identifiée par son nom botanique, qui suit la nomenclature internationale, généralement le nom binominal (genre et espèce).
- Nom commun : Les noms communs de la plante dans différentes langues sont inclus pour une meilleure accessibilité.
- Famille botanique : La famille à laquelle appartient la collection est indiquée, ce qui permet de placer la plante dans un contexte taxonomique plus large.
- Axes d'évaluation : Les pondérations qui ont été attribuées à la collection suivant les cinq axes d'évaluation (patrimoine, conservation, science, éducation et coût).
- Numéro d'identification : Référence unique permettant de d'identifier et distinguer la collection dans la base de données du JBER.
- Statut IUCN : La classification de la plante dans la liste rouge des espèces menacées de la flore mondiale, suivant les critères de l'IUCN.
- Origine : L'endroit d'origine de la plante est indiqué sans la fiche, y compris les régions géographiques ou les pays.
- Importance de la collection : La classification parmi les trois types de collection mises en évidence au JBER (prioritaire, importante ou secondaire).
- Utilisations : Les utilisations traditionnelles ou modernes de la plante, qu'elles soient médicinales, ornementales, comestibles, ou pour d'autres fins, sont mentionnées.
- Photographies : Des images de la plante, y compris des photos de la plante en fleurs, en fruits, ou à différentes saisons de l'année, sont incluses.
- Localisation : La fiche indique l'emplacement précis de la plante dans le jardin botanique pour aider les visiteurs à la trouver.
- Commentaires : Des informations complémentaires et spécifiques à la collection sont mentionnées comme l'endémicité locale, régional ou une utilisation atypique.
- Propositions d'amélioration : Des suggestions générales sur la gestion de la collection au vu de sa classification parmi les trois degrés d'importance de la collection.



Catharanthus roseus (L.) G. Don

Famille : APOCYNACEAE
Genre : *Catharanthus*
Axes d'évaluation :
Patrimoine 4
Conservation 1
Science 5
Education 5
Coût 2



Numéro d'identification 0034

Nombre de spécimens : 65
Statut UICN : Non évalué (NE)
Origine : Madagascar



Nom vernaculaire

Rajoma, arivotambelona, befala, felabaratra, felatananamba, heladolo, maintsorinina, rivotambelona, salotra, tongatse, tonga, tsimatinina fotsy, tsingevika, vonenina, Pervenche de Madagascar

Description de la collection

Rassemble les spécimens cultivés au jardin de l'espèce *Catharanthus roseus*

Importance de la collection

Collection Importante

Utilisation par la population

Médicinale

Localisation au jardin

Parcelle n°1, parcelle n°2

Commentaires

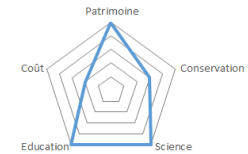
Propositions d'amélioration

La collection doit être maintenue avec un standard élevé de qualité, mais ne sera pas nécessairement augmentée



Coptosperma madagascariense (Baill.) De Block

Famille : RUBIACEAE
Genre : *Coptosperma*
Axes d'évaluation :
Patrimoine 5
Conservation 3
Science 5
Education 5
Coût 2



Numéro d'identification 0050

Nombre de spécimens : 39
Statut UICN : Vulnérable (VU)
Origine : Madagascar



Nom vernaculaire

Masonjoany, Bois de santal de Madagascar

Description de la collection

Rassemble les spécimens cultivés au jardin de l'espèce *Coptosperma madagascariense*

Importance de la collection

Collection Prioritaire

Utilisation par la population

Culturelle, médicinale, cosmétique

Localisation au jardin

Parcelle n°1, parcelle n°2

Commentaires

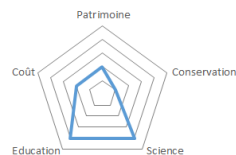
Propositions d'amélioration

La collection a une forte responsabilité, tant au niveau national qu'international. Elle doit non seulement être maintenue, mais sa qualité et sa valeur à l'avenir doivent aussi être augmentées.



Ixora lutea Hutch.

Famille : RUBIACEAE
Genre : *Ixora*
Axes d'évaluation :
Patrimoine 2
Conservation 1
Science 4
Education 4
Coût 2



Numéro d'identification 0082

Nombre de spécimens : 70
Statut UICN : Non évalué (NE)
Origine : Asie du Sud-Est

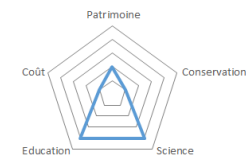


Nom vernaculaire	
Ixora jaune	
Description de la collection	
Rassemble les spécimens cultivés au jardin de l'espèce	<i>Ixora lutea</i>
Importance de la collection	
Collection Secondaire	
Utilisation par la population	
Horticole	
Localisation au jardin	
Parcelle n°1	
Commentaires	
Propositions d'amélioration	
La collection sera maintenue en l'état sans perspectives de développement, sauf opportunité exceptionnelle	



Sansevieria cylindrica Bojer ex Hook.

Famille : ASPARAGACEAE
Genre : *Sansevieria*
Axes d'évaluation :
Patrimoine 2
Conservation 1
Science 4
Education 4
Coût 1



Numéro d'identification 0116

Nombre de spécimens : 86
Statut UICN : Non évalué (NE)
Origine : Afrique centrale



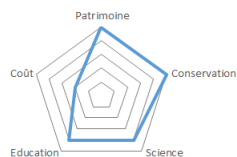
Nom vernaculaire	
Plante serpent, sansevière à feuilles cylindriques	
Description de la collection	
Rassemble les spécimens cultivés au jardin de l'espèce	<i>Sansevieria cylindrica</i>
Importance de la collection	
Collection Secondaire	
Utilisation par la population	
Horticole	
Localisation au jardin	
Parcelle n°1	
Commentaires	
Propositions d'amélioration	
La collection sera maintenue en l'état sans perspectives de développement, sauf opportunité exceptionnelle	



Tahina spectabilis

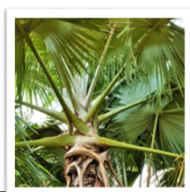
J. Dransf. & Rakotoarinivo

Famille : ARECACEAE
Genre : *Tahina*
Axes d'évaluation :
Patrimoine : 5
Conservation : 5
Science : 4
Education : 4
Coût : 2



Numéro d'identification 0122

Nombre de spécimens : 65
Statut UICN : En danger critique (CR)
Origine : Madagascar



Nom vernaculaire

Tahina, bilambagna, palmier suicidaire

Description de la collection

Rassemble les spécimens cultivés au jardin de l'espèce *Tahina spectabilis*

Importance de la collection

Collection Prioritaire

Utilisation par la population

Horticole

Localisation au jardin

Parcelle n°1, parcelle n°2, pépinière

Commentaires

Espèce rare endémique du Nord-Ouest

Propositions d'amélioration

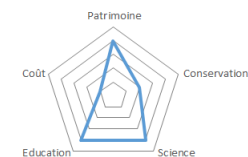
La collection a une forte responsabilité, tant au niveau national qu'international. Elle doit non seulement être maintenue, mais sa qualité et sa valeur à l'avenir doivent aussi être augmentées.



Terminalia mantaly

H. Perrier

Famille : COMBRETACEAE
Genre : *Terminalia*
Axes d'évaluation :
Patrimoine : 4
Conservation : 2
Science : 4
Education : 4
Coût : 1



Numéro d'identification 0125

Nombre de spécimens : 73
Statut UICN : Préoccupation mineure (LC)
Origine : Madagascar



Nom vernaculaire

Mantalia, mantaliata, mantaly, talio, taly, tsihazo, badamier à petites feuilles, badamier de Madagascar

Description de la collection

Rassemble les spécimens cultivés au jardin de l'espèce *Terminalia mantaly*

Importance de la collection

Collection importante

Utilisation par la population

Médicinale, outils, horticulture

Localisation au jardin

Parcelle n°1, parcelle n°2

Commentaires

Propositions d'amélioration

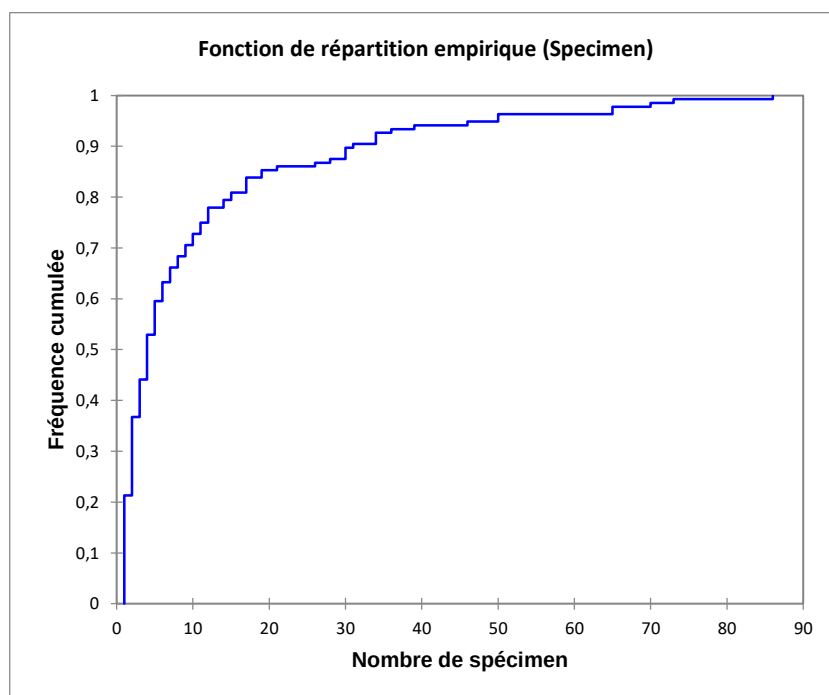
La collection doit être maintenue avec un standard élevé de qualité, mais ne sera pas nécessairement augmentée

Annexe XIV : Détail des percentiles de la régression quantile

- Tableau des percentiles

Percentile	Valeur (nombre moyen de spécimens)
Maximum 100%	86,000
99%	71,920
95%	46,800
90%	30,400
3ème Quartile 75%	11,000
Médiane 50%	4,000
1er Quartile 25%	2,000
10%	1,000
5%	1,000
1%	1,000
Minimum 0%	1,000

- Fonction de répartition empirique



Annexe XV : Valeurs propres et contributions aux axes des ACM

- ACM « Définitions/Missions »

○ Valeurs propres

	F1	F2	F3	F4
Inertie ajustée	0,063	0,011	0,003	0,000
Inertie ajustée (%)	69,960	12,330	3,750	0,074
% cumulé	69,960	82,289	86,040	86,114

○ Contributions

	F1	F2	F3	F4
CSP-Etudiant	11,938	0,906	0,019	4,161
CSP-Personnel	11,938	0,906	0,019	4,161
Définition-Lieu de détente	0,729	0,180	48,786	2,324
Définition-Lieu de recherche	8,552	0,933	0,097	0,557
Définition-Lieu d'exposition	23,890	11,825	0,121	2,325
Définition-Lieu touristique et culturel	4,188	38,485	0,167	0,381
Missions-Conservation et exposition	22,548	3,776	9,244	0,084
Missions-Culturel et touristique	0,231	32,681	1,200	13,478
Missions-Economique	0,231	9,934	0,442	66,238
Missions-Enseignement et éducation	0,161	0,009	34,846	1,941
Missions-Recherche scientifique	15,595	0,364	5,060	4,350

- ACM « Motivations/Acquis »

○ Valeurs propres

	F1	F2	F3	F4
Inertie ajustée	0,115	0,011	0,000	0,000
Inertie ajustée (%)	84,193	8,166	0,067	0,000
% cumulé	84,193	92,360	92,427	92,427

○ Contributions

	F1	F2	F3	F4
CSP-Etudiant	18,479	0,357	0,939	0,000
CSP-Personnel	18,479	0,357	0,939	0,000
Motivations-Par curiosité (pour voir)	1,222	45,660	0,174	0,000
Motivations-Pour apprendre et comprendre	9,545	0,942	0,627	0,000
Motivations-Pour participer aux activités du jardin botanique	25,035	4,320	1,455	0,000
Acquis-Conservation de l'environnement	11,108	8,468	11,237	3,960
Acquis-Forme des plantes	10,575	14,254	2,302	0,171
Acquis-Origine des plantes	0,000	9,278	39,469	15,305
Acquis-Rien/NSP	3,593	1,721	23,857	59,008
Acquis-Utilisation des plantes	1,963	14,642	19,002	21,556

- **ACM « Missions/Acquis »**

○ Valeurs propres

	F1	F2	F3	F4
Inertie ajustée	0,061	0,041	0,005	0,001
Inertie ajustée (%)	45,985	30,792	3,760	0,406
% cumulé	45,985	76,777	80,537	80,942

○ Contributions

	F1	F2	F3	F4
CSP-Etudiant	9,385	11,108	0,608	0,963
CSP-Personnel	9,385	11,108	0,608	0,963
Missions-Conservation et exposition	2,834	12,556	5,741	7,412
Missions-Culturel et touristique	28,985	19,311	0,043	0,019
Missions-Economique	2,198	2,021	32,608	8,460
Missions-Enseignement et éducation	0,283	0,037	12,746	12,768
Missions-Recherche scientifique	3,758	1,923	0,001	2,282
Acquis-Conservation de l'environnement	3,395	12,609	3,864	15,496
Acquis-Forme des plantes	5,668	13,201	3,264	6,642
Acquis-Origine des plantes	0,473	0,222	4,896	43,902
Acquis-Rien/NSP	30,951	15,899	1,581	0,932
Acquis-Utilisation des plantes	2,686	0,004	34,040	0,162

- **ACM « Gouvernance/Conservation »**

○ Valeurs propres

	F1	F2	F3	F4
Valeur propre	0,441	0,305	0,102	0,089
Variabilité (%)	47,082	32,598	10,845	9,474
% cumulé	47,082	79,680	90,526	100,000

○ Contributions

	F1	F2	F3
Éducation supérieure-8	2,745	8,674	6,042
Éducation supérieure-9	1,830	5,782	4,028
Biodiversité-7	17,467	0,009	2,939
Biodiversité-9	4,367	0,002	0,735
Patrimoine culturel-6	8,836	1,257	9,873
Patrimoine culturel-7	4,132	4,391	11,144
Patrimoine culturel-8	1,767	20,696	0,077
Biens communs-8	4,367	0,002	0,735
Biens communs-10	17,467	0,009	2,939
Enjeux locaux-1	17,467	0,009	2,939
Enjeux locaux-6	5,605	7,148	7,193
Enjeux locaux-7	0,257	0,084	4,158
Enjeux locaux-8	0,001	2,224	37,923
Enjeux locaux-9	1,767	20,696	0,077
Gestion-7	4,555	1,173	1,928
Gestion-8	1,767	20,696	0,077
Gestion-9	5,605	7,148	7,193

COLLECTIONS VIVANTES UNIVERSITAIRES, DÉFIS DE CONSERVATION ET PROCESSUS DE GOUVERNANCE : CAS DU JARDIN BOTANIQUE ÉDUCATIF RANJAMALALA À AMBONDRONA

RESUMÉ

Le travail de recherche mené au Jardin Botanique Educatif Ranjamalala (JBER) sur le campus d'Ambondrona de l'Université de Mahajanga a visé à évaluer l'impact du processus de gouvernance universitaire sur la conservation des espèces floristiques. Les objectifs de l'étude sont de recenser et présenter les collections du JBER, d'analyser le processus de gouvernance du jardin botanique, et de mettre en évidence les interactions entre la conservation et le processus de gouvernance. Pour réaliser cette étude, les relevés floristiques basés sur la communauté végétale ont fourni des données quantitatives sur la diversité des espèces. Des questionnaires ont été utilisés pour recueillir des données qualitatives, et la Grille d'Analyse du Développement Durable Simplifiée (GADD-S) a été employée pour évaluer la durabilité. Les résultats de l'étude ont révélé que le JBER abrite 136 espèces botaniques réparties en trois types de collections. Les collections prioritaires comprennent 14 espèces, dont certaines sont en danger critique, telles que *Tahina spectabilis*, qui affiche une abondance relative de 4,46%. Les collections secondaires comprennent 78 espèces, dont certaines sont non évaluées et d'autres menacées. En outre, 44 collections secondaires sont principalement composées d'espèces horticoles, avec *Sanseveria cylindrica* présentant la plus grande abondance relative à 5,91%. L'analyse du processus de gouvernance a révélé que les risques de non-atteinte des objectifs de performance constituent une faiblesse importante du JBER. Aussi, la GADD-S n'a pas mis en évidence de relation claire entre la dimension écologique et la gouvernance du jardin. Des recommandations ont été formulées, notamment l'exploitation des typologies de collections établies dans le cadre de cette étude afin d'optimiser la gestion des espèces. De plus, il est suggéré de mettre en place un suivi périodique du processus de gouvernance afin d'aligner les politiques et les missions du jardin botanique et d'améliorer sa performance en matière de conservation des espèces floristiques.

Mots-clés : Jardin botanique, université, conservation, gouvernance, Madagascar.

Nombre de pages : 128

Nombre de figures : 40

Nombre de Tableaux : 40

Auteur : BEFINOANA Michaël

E-mail : mbefi2012@gmail.com Tél : +261 (0)32 29 090 57

Directeur de Thèse : Pr. Tit. RANARIJAONA Hery Lisy Tiana

UNIVERSITY LIVING COLLECTIONS, CONSERVATION CHALLENGES AND GOVERNANCE PROCESSES : A CASE STUDY OF THE RANJAMALALA EDUCATIONAL BOTANICAL GARDEN IN AMBONDRA

ABSTRACT

The research conducted at the Ranjamalala Educational Botanical Garden (JBER) on the Ambondra campus of the University of Mahajanga aimed to assess the impact of university governance processes on the conservation of floristic species. The study's objectives were to inventory and present the collections at JBER, analyze the botanical garden's governance process, and highlight the interactions between conservation and governance. To carry out this study, floristic surveys based on the plant community provided quantitative data on species diversity. Questionnaires were used to gather qualitative data, and the Simplified Sustainable Development Analysis Grid (GADD-S) was employed to evaluate sustainability. The study's results revealed that JBER houses 136 botanical species distributed across three types of collections. Priority collections consist of 14 species, some of which are critically endangered, such as *Tahina spectabilis*, with a relative abundance of 4.46%. Secondary collections encompass 78 species, including both unevaluated and threatened species. Additionally, 44 secondary collections primarily consist of horticultural species, with *Sanseveria cylindrica* having the highest relative abundance at 5.91%. The governance analysis uncovered that the risks of not achieving performance objectives are a significant weakness at JBER. Furthermore, GADD-S did not reveal a clear relationship between ecological aspects and garden governance. Recommendations have been made, including the utilization of the collection typologies established in this study to optimize species management. Moreover, it is suggested to implement periodic monitoring of the governance process to align the policies and missions of the botanical garden and enhance its performance in the conservation of floristic species.

Keywords : Botanical garden, university, conservation, governance, Madagascar.

Number of pages	:	128
Number of figures	:	40
Number of tables	:	40
Author	:	BEFINOANA Michaël
E-mail	:	mbefi2012@gmail.com
	Tel :	+261 (0)32 29 090 57
Thesis supervisor	:	Pr. Tit. RANARIJAONA Hery Lisy Tiana