



Mémoire de fin d'études

Mise en place de multiplication d'espèces végétales dans le cadre d'un projet de restauration d'un site dégradé en cœur de forêt hygrophile guadeloupéenne



WILSHIRE Jérémie
P109

Stage effectué à Saint Claude, Guadeloupe, France
du 01/03/2023 au 25/08/2023
au sein de : Parc National de la Guadeloupe

Maître de stage : Evens Delannay
Tuteur pédagogique : Adrien Guette

RESUME

Cette étude montre comment réaliser des expérimentations sur la multiplication d'espèces forestières dans le cadre d'un projet de restauration de forêt hygrophile. Pour cela, différentes étapes ont été nécessaires, de la sélection des espèces à multiplier en passant par la récolte du matériel végétal en milieu naturel pour réaliser les expérimentations sur site.

Deux méthodes de multiplication ont été testées, le bouturage et le semis indirect, l'objectif étant de voir comment les espèces sélectionnées se comportent vis-à-vis de ces méthodes mais aussi de voir si ces dernières sont viables pour une multiplication à grande échelle et si oui comment les mettre en place.

Cette étude est également un test pour le Parc National de Guadeloupe afin de voir comment gérer de telles missions et prendre en compte leurs multiples contraintes

Les résultats obtenus présentent la viabilité ou non des différentes techniques sur chacune des espèces choisies et montrent que la réalisation d'expérimentations de ce genre peut s'avérer complexe et biaisée par de nombreux facteurs avec des résultats peu convaincants pour le semis, mais intéressants pour la transplantation.

Mots clés : expérimentation - espèces forestières - forêt hygrophile – Guadeloupe – multiplication– Parc National – semis - transplantation

ABSTRACT

This study shows how to carry out experiments on the multiplication of forest species as part of a project to restore a hygrophilous forest. To achieve this, a number of steps were taken, from selecting the species to be propagated to harvesting plant material in the wild for on-site experimentation.

Two propagation methods were tested, cuttings and indirect sowing, the aim being to see how the selected species behave in relation to these methods, and also to determine whether they are viable for large-scale propagation, and if so, how to implement them. This study is also a test for the Guadeloupe National Park to see how to manage such missions and take into account the various constraints that may arise.

The results obtained show the viability or otherwise of the different techniques for each of the species chosen, and demonstrate that carrying out such experiments can be complex and biased by many factors, with results that may not be convincing for sowing, but are interesting for transplanting.

Keywords : experimentation - forest species - hygrophilous forest - Guadeloupe - multiplication - National Park - sowing - transplantation

RESUMEN

Este estudio muestra cómo llevar a cabo experimentos de multiplicación de especies forestales en el marco de un proyecto de restauración de un bosque higrófilo. Para ello, se siguieron una

serie de pasos, desde la selección de las especies a propagar hasta la recogida de material vegetal en el medio natural para llevar a cabo los experimentos in situ.

Se probaron dos métodos de propagación, esquejes y siembra indirecta, con el objetivo de ver cómo se comportan las especies seleccionadas en relación con estos métodos y también para ver si son viables para la propagación a gran escala y, en caso afirmativo, cómo se pueden implementar. Este estudio es también una prueba para el Parque Nacional de Guadalupe para ver cómo gestionar tales misiones y tener en cuenta las distintas limitaciones que puedan surgir.

Los resultados obtenidos muestran la viabilidad o no de las distintas técnicas para cada una de las especies elegidas y demuestran que la realización de tales experimentos puede ser compleja y estar sesgada por numerosos factores, con resultados que pueden no ser convincentes para la siembra pero sí interesantes para el trasplante.

Palabras clave : experimentación - especies forestales - bosque higrófilo - Guadalupe - multiplicación - Parque Nacional - siembra - trasplante

TABLE DES MATIERES

Résumé	2
Table des matières	4
Table des figures	6
Liste des abréviations et des sigles.....	9
Glossaire.....	10
Remerciements	11
I. Introduction	12
I.1. Contexte de l'étude	12
I.1.1. Contexte global	12
I.1.2. Le parc national : outils majeur de gestion environnemental	13
I.1.3. Le projet Providence	14
I.1.4. Contexte environnemental de la zone d'étude	16
I.2. La restauration écologique	19
I.2.1. Définition et concept.....	19
I.2.2. Projet similaire dans le monde : différentes techniques.....	19
I.2.3. Les connaissances actuelles en Guadeloupe	21
I.3. Objectif de l'étude et question de recherche	21
II. Méthodologie	22
II.1. La sélection des espèces cibles	22
II.1.1. Espèces indigènes	22
II.1.2. Tempérament des espèces.....	23
II.1.3. Diversité des strates	23
II.1.4. Implantation géographique	23
II.1.5. Diversité spécifique	23
II.2. Multiplication du matériel végétal.....	24
II.2.1. Le semis indirect.....	24
II.2.2. La transplantation	25
II.3. Préparation du terrain	26
II.3.1. Sortie de prospection sur le terrain	26
II.3.2. La zone de test : pépinière in situ et matériel	28
II.4. Mise en place des tests de multiplication par semis indirect	29
II.4.1. Choix des prétraitements germinatifs	29
II.4.2. tests de substrat.....	30
II.4.3. Nombre d'individus et modalité	31
II.4.4. Récolte du matériel végétal	32

II.4.5. Conservation des graines	37
II.4.6. Dispositif experimental et réalisation des tests	37
II.4.7. Données relevees et suivi	38
II.4.8. Paramètres calculés.....	39
II.4.9. Analyses statistiques	40
II.5. Mise en place des tests par transplantation des sauvageons	41
II.5.1. Nombre d'individus	41
II.5.2. Récolte du matériel végétal	42
II.5.3. Préparation des substrats et transplantation.....	42
II.5.4. Paramètres relevés et suivi	43
II.5.5. Analyse des résultats	43
III. Résultats	44
III.1. Liste préliminaire des espèces cibles	44
III.2. La germination des espèces cibles	46
III.2.1. Miconia Mirabilis	46
III.2.2. Piper dilatatum	50
III.2.3. Cecropia schreberiana	52
III.2.4. Clidemia umbrosa	55
III.3. Reprise des Transplantation	56
IV. Discussion	57
IV.1. La liste des espèces	57
IV.2 Expérimentation par multiplication en semis indirect	58
IV.3 La transplantation.....	62
IV.4. Comparaison des deux méthodes	64
IV.5. Ouverture	65
V. Conclusions	66
VI. Références Bibliographiques.....	68
VII. Table des annexes.....	73
VIII. Annexes	74

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de la Guadeloupe et des différentes zones du Parc national (source : Parcs nationaux de France, 2021)	14
Figure 2 : Patchs monospécifiques d'espèces exotiques envahissantes du site de Providence (sources : Evens Delannay, 2021 ; Google satellite, 2023).....	16
Figure 3 : carte de contextualisation géographique de la zone de Providence (source : Evens Delannay, 2021)	17
Figure 4 : Schéma de l'effet Foehn (source : INP, 2010)	18
Figure 5 : Carte de l'occupation des sols et des formations forestières en Basse Terre (source : Ducrey et Labbé, 1985).....	18
Figure 6 : Schéma de la succession d'u peuplement forestier (Source : Ashton et al, 2001)...	19
Figure 7 : Photo d'un <i>Cecropia shreberiana</i>	25
Figure 8 : Espèce choisies pour le semi indirect et leurs périodes de fructification	25
Figure 9 : Liste des espèces choisies pour la transplantation	26
Figure 10 : Tableau de notation de l'estimation de la production en fruits des espèces prospectés pour le semis indirect	26
Figure 11 : Carte de prospection des espèces choisies pour le semi indirect.....	27
Figure 12 : Photo de l'installation de la pépinière sur le site de Providence	28
Figure 13 : Tableau des données sur la germination des différentes espèces pour le semis indirect.....	29
Figure 14 : Composition des substrats pour l'expérimentation sur la germination des espèces cibles.....	31
Figure 15: Récapitulatif des modalités testées et de la quantité de matériel végétal récolté ...	32
Figure 16 : Photo de récolte de fruit de <i>Miconia mirabilis</i> à l'aide d'une perche télescopique	33
Figure 17 : Tableau de caractérisation des fruits et graines de chaque espèce choisie pour le semis indirect.....	35
Figure 18 : Photo d'un fruit de <i>Piper dilatatum</i>	36

Figure 19 : Photo des graines de <i>Piper dilatatum</i>	36
Figure 20 : Photo du trie des graines de <i>Cecropia schreberiana</i>	36
Figure 21 : Tableau de la nature des graines des espèces choisies pour le semis indirect.....	37
Figure 22 : Schéma du dispositif expérimental.....	38
Figure 23 : Schéma de la germination de graine dicotylédone Source : Bouzid S. 2022	39
Figure 24 : Liste des espèces cibles pour la restauration du site de Providence	45
Figure 25 : Résultats de l'ANOVA entre prétraitement germinatif et taux de germination de <i>Miconia mirabilis</i>	46
Figure 26 : Taux de germination de <i>Miconia mirabilis</i> en fonction des prétraitements germinatifs.....	47
Figure 27 : Paramètres de germination de <i>Miconia Mirabilis</i> en fonction des prétraitements germinatifs.....	47
Figure 28 : Evolution des taux de germination de <i>Miconia mirabilis</i> en fonction des prétraitements germinatifs.....	48
Figure 29 : Résultat de l'ANOVA entre les substrats et le taux de germination pour <i>Miconia mirabilis</i>	48
Figure 30 : Résultats du test de Tuckey entre les substrats sur le taux de germination pour <i>Miconia mirabilis</i>	48
Figure 31 : Diagramme des taux de germinations de <i>Miconia Mirabilis</i> en fonction du substrat	49
Figure 32 : Paramètre de germinations de <i>Miconia mirabilis</i> en fonction du substrat.....	49
Figure 33 : Evolution des taux de germinations de <i>Miconia mirabilis</i> en fonction du substrat50	
Figure 34 : Résultats de l'ANOVA entre le taux de germination et le substrat pour <i>Piper dilatatum</i>	50
Figure 35 : Résultats du test de Tuckey entre les différents substrats par rapport au taux de germination de <i>Piper dilatatum</i>	51
Figure 36 : Diagramme du taux de germination de <i>Piper dilatatum</i> en fonction du substrat... 51	
Figure 37 : Paramètres de germination des graines de <i>Piper dilatatum</i>	52
Figure 38 : Evolution du taux de germination de <i>Piper dilatatum</i> en fonction du substrat.....	52
Figure 39 : Résultat de l'ANOVA entre le substrat et le taux de germination de <i>Cecropia schreberiana</i>	53
Figure 40 : Diagramme des taux de germination de <i>Cecropia schreberiana</i> en fonction du substrat	53
Figure 41 : Paramètres de germination de <i>Cecropia schreberiana</i> en fonction du substrat.....	54
Figure 42 : Evolution des taux de germination de <i>Cecropia schreberiana</i> en fonction du substrat	54
Figure 43 : Résultats de l'ANOVA entre le substrat et le nombre de graines par fruits pour <i>Clidemia umbrosa</i>	55

Figure 44 : Diagramme du nombre de graines germées par fruit de <i>Clidemia umbrosa</i> en fonction du substrat	55
Figure 45 : Paramètres de germination de <i>Clidemia umbrosa</i> en fonction du substrat.....	56
Figure 46 : Evolution du nombre de graines germées par fruit pour <i>Clidemia umbrosa</i> en fonction du substrat	56
Figure 47 : Taux de reprises des espèces mises en transplantation.....	57
Figure 48 : Boite à moustache des différentes hauteurs de sauvageons récoltés	63

LISTE DES ABREVIATIONS ET DES SIGLES

CECSCH : *Cecropia Schreberiana*

CLIUMB : *Clidemia umbrosa*

EEE : Espèces Exotiques Envahissantes

E1 : Espèce ne présentant aucun prétraitement germinatif particulier pour obtenir un taux de germination correct

E2 : Espèce dont aucune donnée de germination n'est disponible et qui subira des tests de prétraitement germinatifs

IT2 : Institut Technique Tropical

MICMIR: *Miconia mirabilis*

OFB : Office Française de la Biodiversité

ONF : Office National des Forêts

PIPDIL: *Piper dilatatum*

PNG : Parc National de la Guadeloupe

RCBD : Dispositif en Bloc Aléatoire Complet

S1 : Substrat composé de terre issu de ZE1

S2 : Substrat composé de terre issu de ZE2

S3 : Substrat dit « classique »

T0 : Prétraitement témoin

T1 : Prétraitement par trempage pendant 48h

T2 : Prétraitement par scarification

UA : Université des Antilles

UICN : Union International pour la Conservation de la Nature

ZE1 : Zone expérimentale 1

ZE2 : Zone expérimentale 2

GLOSSAIRE

Allochtone : Espèces d'origine étrangère au milieu local, introduites volontairement ou accidentellement par l'être humain (« LE DICTIONNAIRE - Dictionnaire français », 2023).

Disperseurs : Agent permettant la dispersion des graines dans la nature.

Espèce naturalisée : Qualifie une espèce exotique (non indigène) qui a réussi à s'établir, donc se reproduire et s'acclimater à un biotope qui lui est étranger. (« LE DICTIONNAIRE - Dictionnaire français », 2023).

Expérimentation : Ensemble des moyens et procédures de contrôle destinés à vérifier une hypothèse ou une théorie.

Facteur : correspond à l'une des variables au sein d'une modalité testé lors d'une expérimentation. Ces facteurs correspondent généralement à des modifications appliquées aux sujets testés afin d'apprécier des différences entre eux.

In situ : Sur site.

Lombricompost - Le lombricompostage est une technique de compostage, à l'origine agricole, qui consiste à utiliser des vers de terre (détritivores) pour transformer les matières organiques (ou biodéchets) en un amendement appelé lombricompost, utilisable comme engrais en agriculture ou en horticulture (« Lombricompostage », 2013).

Ligneux : Qui contient de la lignine, qui en est constitué (« LE DICTIONNAIRE - Dictionnaire français », 2023). Une plante est dite ligneuse quand une de ces parties dispose des propriétés et la consistance du bois.

Modalité : représente l'ensemble des facteurs testés lors d'une expérimentation.

Semencier : les semenciers sont désignés ici comme les arbres sur lesquels les fruits ont été prélevés afin de récupérer les graines.

Tégument : Enveloppe autour de la graine (« LE DICTIONNAIRE - Dictionnaire français », 2023)

Traitement : correspond aux différentes variables d'un facteur, dans le facteur substrat on retrouve le traitement S1, S2 et S3 par exemple.

REMERCIEMENTS

En arrivant au terme de cette aventure académique, il est essentiel pour moi de prendre un moment pour exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui m'ont soutenu tout au long de ce voyage de recherche et d'apprentissage.

Tout d'abord, je tiens à remercier mon maître de stage, M. Evens Delannay, pour son aide et sa patience tout au long de stage de fin d'étude. La confiance et la liberté accordée durant cette mission m'ont permis d'acquérir énormément d'autonomie et de réflexion pour mon travail. Je remercie également mon tuteur, M. Adrien Guette, pour sa guidance éclairée et son professionnalisme. Vos conseils judicieux et vos précieuses remarques ont joué un rôle crucial dans la construction de ce mémoire.

Mes sincères remerciements vont également à l'ensemble du personnel du Parc National de la Guadeloupe, pour avoir partagé leur expertise et leur passion, et pour avoir créé un environnement d'apprentissage stimulant où chaque question était encouragée et chaque idée valorisée.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers mes amis et camarades de classe qui ont été une source inestimable de soutien moral et d'encouragement. Clovis Cazenave, Tom Desmarez, Mathieu Pascalucci, Adele Samson. Vos discussions enrichissantes et vos relectures attentives ont contribué à donner à ce mémoire une perspective plus large et plus approfondie. Une pensée toute particulière pour ma compagne, Justine Freulard, qui m'a soutenue tout au long de mon travail et m'a aidé dans les moments de doutes et de remises en question.

Je n'oublierai jamais le soutien indéfectible de ma famille, ma mère, Audrey Stenta, mon père, Patrick Wilshire et ma grand-mère, Evelyn Stenta. Vos encouragements inconditionnels et votre confiance en moi ont été mon moteur pendant les moments les plus exigeants de cette expérience.

Enfin, je souhaite remercier toutes les personnes qui ont accepté de participer à mon étude, en partageant leurs connaissances et leurs expériences précieuses, Marie Robert, Eléonore Mira, Jacque Beauchêne et Eric Nicolini. Votre contribution a été essentielle pour donner corps à mes recherches.

La réalisation de ce mémoire n'aurait pas été possible sans la collaboration et le dévouement de tous ceux qui ont croisé ma route. Merci du fond du cœur pour avoir fait partie de cette aventure.

I. INTRODUCTION

I.1. CONTEXTE DE L'ETUDE

I.1.1. CONTEXTE GLOBAL

L'archipel de la Guadeloupe, situé au cœur des Antilles dans la région caribéenne. Localisée à une distance approximative de 6 200 km de la France continentale, la Guadeloupe se trouve stratégiquement nichée entre l'océan Atlantique et la mer des Caraïbes. La Guadeloupe est composée de deux îles, la Basse-Terre et la Grande Terre rattachés entre elles par différents ponts.

Le climat de la Guadeloupe est de type tropical. Il se distingue par deux saisons majeures : une saison sèche, appelée "carême", qui s'échelonne de janvier à juin, et une saison humide, ou "hivernage", qui prend place entre juillet et décembre. Les précipitations fluctuent considérablement, avec des pics prononcés pendant la saison humide. Cette distribution pluviométrique, tout en étant influencée par les reliefs insulaires, joue un rôle prépondérant dans la biodiversité et l'écosystème de l'île.

Toutefois, ce climat tropical présente également ses aléas. Chaque année, entre juin et novembre, la Guadeloupe est soumise à la potentielle occurrence de cyclones. Ces phénomènes météorologiques, formés dans l'Atlantique, sont entraînés par les alizés et peuvent engendrer des vents d'une extrême violence, des pluies diluviennes et des marées tempétueuses. La récurrence de ces événements a indéniablement influencé les adaptations écologiques, architecturales, agricoles et socio-économiques de la population insulaire.

La Guadeloupe possède une flore particulièrement riche avec près de 811 plantes à fleurs, 274 fougères, 84 espèces d'orchidées dont 5 espèces endémiques de la Guadeloupe. La faune comprend des espèces endémiques des Petites Antilles, voire de la Guadeloupe seulement. Le Pic de Guadeloupe, seul pic sédentaire des Petites Antilles et endémique de la Guadeloupe, est largement représenté dans le cœur forestier qui protège près d'un tiers de la population de Guadeloupe. (Magnin, 2018).

Cette richesse en biodiversité est en partie menacée par les pressions anthropiques, d'après l'ONF (2023) les principales pressions qui pèsent sur la biodiversité en Guadeloupe sont la destruction des habitats par la pression urbaine que l'on retrouve particulièrement dans l'agglomération Pontoise (Magnin, 2018). L'introduction d'espèces invasives et le réchauffement climatique sont tous deux facteurs d'un fort impact sur la biodiversité. Effectivement, la Guadeloupe a fait l'objet de l'introduction de nombreuses espèces exotiques, 15 % sont considérées comme naturalisées (Fournit, 1978). Une espèce est dite naturalisée lorsque cette dernière est allochtone au milieu, mais vit et se reproduit naturellement au sein de ce dernier, si elle prolifère elle est alors considérée comme envahissante.

Ces espèces envahissantes, notamment la faune introduite a un impact très fort sur la biodiversité local, la fourmi manioc (*Acromyrmex octospinosus*) venant d'Amérique du Sud a entraîné des dégâts considérables sur les cultures maraichères mais également sur la forêt hygrophile ou elle attaque notamment les fougères arborescentes (*Cyathea arborea*) (Magnin, 2018).

Le réchauffement climatique a également un impact néfaste sur la biodiversité avec l'augmentation des événements climatiques extrêmes tels que les cyclones et les périodes de

sécheresse (Dupont, 2014). L'augmentation de tels phénomènes entraînera des conséquences sur les équilibres au sein des différents écosystèmes de l'île tels que les forêts, victimes des déforestations causées par les cyclones mais aussi de la dessiccation due aux fortes périodes de sécheresse.

I.1.2. LE PARC NATIONAL : OUTILS MAJEUR DE GESTION ENVIRONNEMENTAL

En 1989, l'ancien parc naturel de la Guadeloupe est classé Parc National de la Guadeloupe. Initié par le Conseil Général de Guadeloupe au cours de la décennie 1970 et administré par l'Office National des Forêts (ONF), ce changement de statut a donné naissance au Parc National de la Guadeloupe (PNG). Ce nouveau cadre institutionnel a été établi dans le but précis de préserver des territoires qui incarnent de manière représentative les milieux tropicaux insulaires. Ces zones se distinguent par leur haute valeur patrimoniale et une biodiversité exceptionnelle.

L'année suivante, en 1990, une autre responsabilité a été attribuée à la gestion du Parc National de la Guadeloupe : celle de la Réserve naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin, initialement créée en 1987. Ce développement stratégique a facilité la reconnaissance internationale de la Guadeloupe. En effet, en 1992, l'UNESCO a désigné cet ensemble géographique comme une Réserve de Biosphère, sous l'appellation « Archipel de la Guadeloupe ». Cette nomination a conféré à la région une reconnaissance internationale, soulignant ainsi son importance sur la scène environnementale mondiale.

Les objectifs du PNG sont nombreux et ces missions diverses. L'un des objectifs est de développer la connaissance et le suivi scientifique du patrimoine et ainsi conserver et gérer le patrimoine et la biodiversité locale. Le PNG a également un rôle de sensibilisation aux enjeux de la préservation du patrimoine sur le territoire.

Chacune des actions menées par le PNG s'inscrit donc dans une démarche de développement durable et de préservation de la biodiversité.

Aujourd'hui, son territoire s'étendant sur 26 des 32 communes de l'archipel de la Guadeloupe, est représenté par ses zones de cœur et sa zone d'adhésion.

La zone d'adhésion est composée de 21 communes ayant adhéré à la charte de l'établissement. Cette charte, construite en lien avec les communes les acteurs du territoire, sert à fixer les objectifs et les différentes mesures pour 15 ans.

Les zones de cœur de parc sont décrites par l'article 3 de l'arrêté du 23 février 2007 comme " un espace de protection et de référence scientifique, d'enjeux nationaux et internationaux, permettant de suivre l'évolution des successions naturelles, dans le cadre notamment du suivi de la diversité biologique et du changement climatique ". Ces espaces ont été considérés comme étant des zones de forte richesse en biodiversité à protéger du fait de leur vulnérabilité.

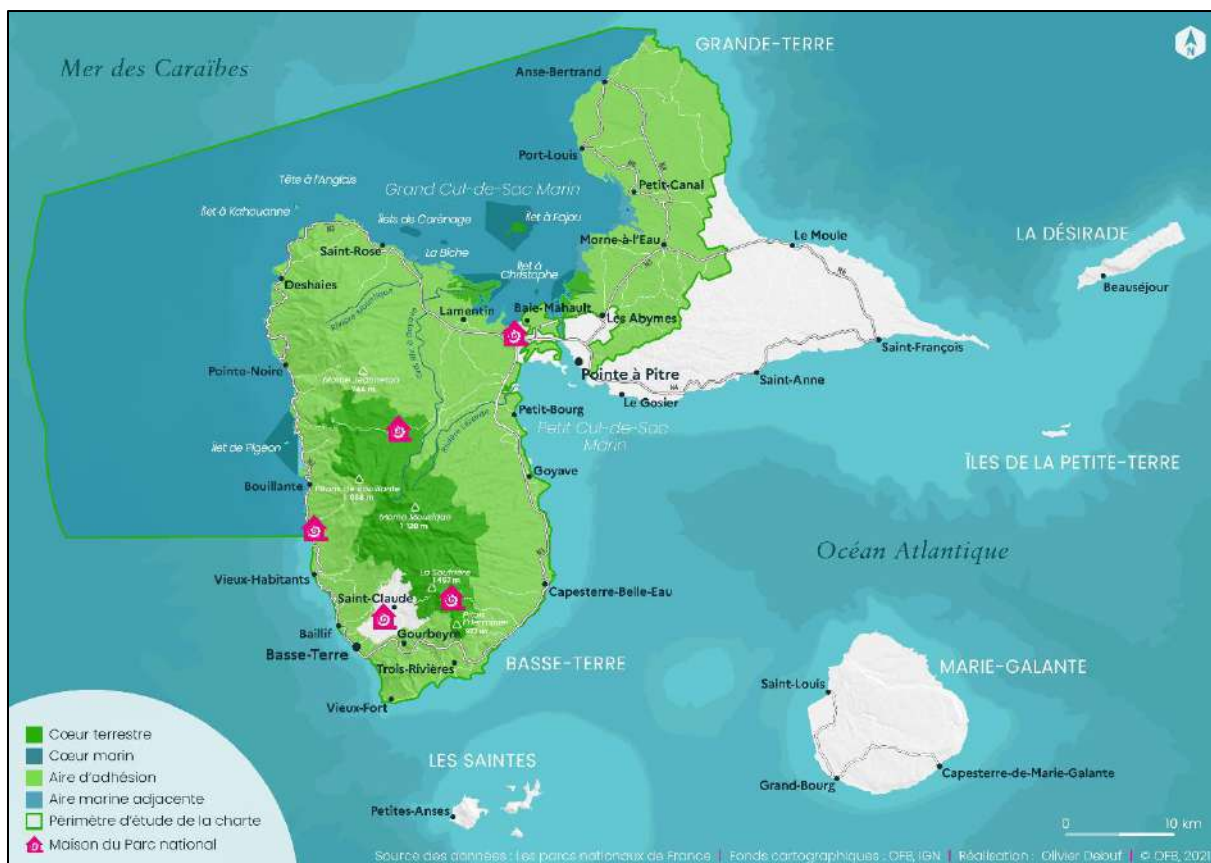


Figure 1 : Carte de la Guadeloupe et des différentes zones du Parc national (source : Parcs nationaux de France, 2021)

Le cœur de parc terrestre représente une superficie de 21 000 ha de forêt dont 80% de forêt hygrophile.

Ces espaces bénéficient d'une réglementation plus stricte. La plupart des activités pouvant impacter le milieu sont interdites telles que la chasse, le camping, le prélèvement d'espèces ou bien l'introduction de certains éléments étrangers au milieu pouvant contribuer à sa dégradation (chiens, engrais chimiques...). Le cœur de parc est surveillé par les gardes moniteurs, effectuant à la fois un travail de suivi scientifique autour des différents protocoles menés par le parc mais également un travail de policier de l'environnement pour veiller au bon respect des réglementations. Les réglementations de ces zones conditionnent les actions du PNG et les différents projets à mener au sein de ces espaces pour qu'ils respectent les mesures en vigueur.

I.1.3. LE PROJET PROVIDENCE

Situé en cœur de parc national, le lieu-dit de Providence situé sur la commune de Petit-Bourg, présente une zone dégradée d'une dizaine d'hectares appelé « Providence ».

Ce site a été, jusqu'à la fin des années 80, une pépinière de l'Office National des Forêts (ONF) pour la production de Mahogany (*Swietenia macrophylla*). A la fin du programme de plantation, l'activité est reprise par un particulier pour y faire une production de plantes ornementales.

C'est au début des années 2000 que l'entreprise s'arrête, laissant sur le site les restes de son activité tels que des déchets et végétaux.

En 2021, le parc décide de rendre une vocation naturelle à cette zone et lance le projet Providence.

Les principales difficultés du projet sont les contraintes liées à l'activité anthropique du site. Des coupes rases ont été réalisées sur la zone, induisant une fragmentation des habitats. L'importation d'espèces exotiques a conduit à leur prolifération sur le site, rendant ces espèces envahissantes. Des modifications de la structure du sol ont été réalisées par terrassement et l'apport de remblais pour créer des routes.

Peu d'informations sont disponibles sur cette période d'activité, ainsi des données précieuses sur les espèces exotiques importées, les intrants utilisés pour la pépinière et les zones de remblai sont manquantes.

L'ensemble de ces activités ont eu un fort impact sur les réseaux trophiques et les cortèges floristiques et faunistiques de la zone.

Les premières études menées sur le site ont montré une forte dominance des EEE sur l'ensemble de la zone, en effet la plupart de ces espèces sont héliophiles et ont tendance à se développer en présence d'une forte luminosité. Les trouées et zones dégradées de Providence sont donc des terrains propices à leur développement.

Une deuxième étude cherchant à connaître les potentiels habitats pour les insectes et les oiseaux a révélé que la zone de Providence n'en abrite que très peu et qu'elle n'est qu'une zone de passage.

Les enjeux autour du projet sont de restaurer et de gérer les éléments emblématiques du patrimoine, assurer la résilience des écosystèmes, des services et favoriser un développement endogène respectueux de l'environnement et des hommes.

Les objectifs du projet sont la réhabilitation des zones dégradées pour restaurer les continuités écologiques et les habitats des espèces de forêt hygrophile de Guadeloupe tout en sensibilisant les populations sur ces sujets autour de la préservation des écosystèmes.

Le site de Providence étant assez vaste, il a été découpé en fonction des patchs d'espèces exotiques envahissantes. Les zones de patchs monospécifiques d'EEE sont considérées comme les principales problématiques car elles ont tendance à s'étendre même dans le sous-bois, prenant petit à petit la place du peu d'espèces forestières présentes sur le site.



Figure 2 : Patches monospécifiques d'espèces exotiques envahissantes du site de Providence (sources : Evens Delannay, 2021 ; Google satellite, 2023)

C'est pourquoi ces zones ont été considérées comme prioritaires pour la restauration du site. Pour commencer les travaux de restauration, deux zones parmi 22 repérées sur le site ont été choisies.

La zone expérimentale 1 (ZE1) mesure près de 2500 m², elle est recouverte de Pleroma heteromallum, une plante à fleurs ne dépassant pas les 3m de haut mais dont la tige se ramifie et devient ligneuse (San Marcos Growers, 2023).

La zone expérimentale 2 (ZE2) mesure environ 1500 m², elle est recouverte par Heliconia psittacorum, une herbacée ne dépassant pas les 2m de haut (Gore-Van Rijn & Maas, 1985).

Ces deux zones seront des parcelles tests pour essayer différentes méthodes de plantation mais aussi replanter différentes espèces afin de trouver les bonnes méthodes de restauration et ainsi pouvoir réhabiliter l'ensemble du site.

I.1.4. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL DE LA ZONE D'ETUDE

I.1.4.1 Géographie

La zone de Providence se situe sur la route de l'aire de pique-nique de corossol, sur la commune de Petit- Bourg située en plein cœur de la Basse Terre.

La zone d'étude se situe à 244m d'altitude entre deux chaînes de montagnes appelées les « Mamelles » elles-mêmes culminant à 768m d'altitude pour la première et 716m pour la deuxième.



Figure 3 : carte de contextualisation géographique de la zone de Providence (source : Evens Delannay, 2021 ; Google satellite 2023)

I.1.4.2. La Pédologie

La zone de Providence est caractérisée par des Ferralsol, comme la majeure partie de la Basse Terre (Annexe 1)

Ces sols se sont formés à partir de dépôts volcaniques anciens et ont été modifiés par un climat tropical humide. Ce processus géologique prolongé, combiné avec les conditions climatiques, a entraîné une altération significative des matériaux du sol, conduisant à la formation de composés comme des oxyhydroxydes de fer et des argiles 1/1, principalement de l'hallyosite.

Le processus de lessivage a éliminé les cations alcalins, ce qui rend le sol fortement acide et limite sa fertilité minérale après l'épuisement des minéraux primaires volcaniques (Sierra & Desfontaines, 2018). La structure particulière du sol, due à la micro-agrégation des argiles par les oxyhydroxydes de fer et au pH acide, offre une haute infiltrabilité de l'eau et une stabilité structurale, rendant ainsi les ferralsols très résistants à l'érosion (Cabidoche, 2011).

Malgré la forte teneur en particules fines, d'un point de vue hydrique les ferralsols ont le fonctionnement des sols limoneux à cause de la micro-agrégation.

Ils possèdent donc une très bonne infiltrabilité et, dans la plupart des cas, ne présentent pas de problèmes d'excès d'eau en surface même dans les années pluvieuses (Colmet Daage, 1969).

I.1.4.3. Le climat

Les précipitations moyennes annuelles sont entre 2000 et 3000 mm/an ce qui en fait une zone très pluvieuse avec un taux d'humidité moyen assez constant supérieur à 70%. Les températures oscillent entre 24°C et 32°C en fonction de la saisonnalité (d'après les chiffres de Météo France)

D'après la classification de Koppen, la zone de Providence est classée comme un climat tropical de mousson avec de fortes pluies et des températures élevées toute l'année.

Ce climat est notamment dû au phénomène climatique de Foehn, qui se produit lorsque des vents dominants rencontrent des chaînes de montagnes. Les précipitations en sont accrues dans la zone de rencontre entre ces vents et les montagnes. Favorisant ainsi les fortes précipitations dans la zone.

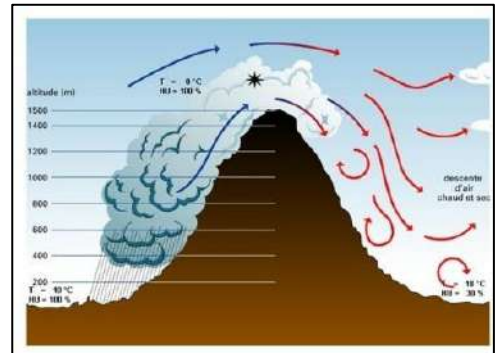


Figure 4 : Schéma de l'effet Foehn (source : INP, 2010)

I.1.4.4. La forêt Hygrophile de Guadeloupe

Ce climat humide et chaud avec une altimétrie moyenne est l'environnement propice à un type de forêt que l'on retrouve majoritairement en cœur de parc, la forêt hygrophile.

On retrouve ce type de formation forestière à des altitudes comprises entre 200 m pour les zones les plus basses et 1000m d'altitude, elle reçoit en moyenne des précipitations allant de 3000 à 6000 mm par an. Au-dessus de ces 1000 m d'altitude cette forêt devient rabougrie et l'on retrouve des savanes d'altitudes (Ducrey & Labbé, 1985).

Une des autres caractéristiques de cette forêt est également son humidité toujours supérieure à 75% ainsi eu des températures moyennes variant entre 22°C et 27°C.

On retrouve un nombre extrêmement important d'espèces au sein de cette formation forestière d'après les experts du PNG il y aurait environ 3000 espèces végétales.

Cette diversité spécifique peut s'expliquer par la structure complexe que présente cette forêt. En effet la forêt hygrophile est structurée en différentes strates différenciées principalement par la place de chaque espèce dans la canopée. On en dénombre 5 principales et dans chacune de ces strates se trouve différentes espèces caractéristiques. On retrouve la famille des *Sloanea* avec par exemple le châtaignier grande feuille (*Sloanea massoni*) et l'acomat boucan (*Sloanea caribaea*) pour la strate arborescente dite dominante. Pour la strate arborescente moyenne on retrouve l'acajou blanc (*Simarouba amara*) ou bien les mauricifs (*Byrsonima sp.*).

En strate arborescente inférieure, on retrouve le cassant (*myrcia leptoclada*). Et pour la strate arbustive on retrouve différentes espèces du genre *Miconia*,

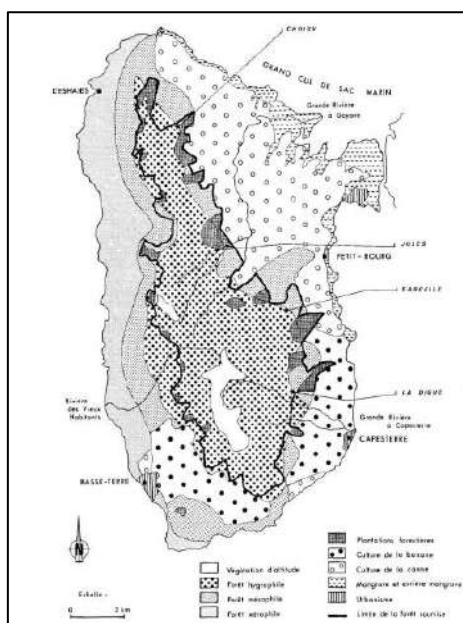


Figure 5 : Carte de l'occupation des sols et des formations forestières en Basse Terre (source : Ducrey et Labbé, 1985)

Psychotria ou *Cephaelis* par exemple (Ducrey & Labbé, 1985).

On retrouve également la strate herbacée ainsi que d'autres strates particulières telles que les épiphytes ou les mycorhizes qui sont très peu connues en Guadeloupe.

I.2. LA RESTAURATION ECOLOGIQUE

I.2.1. DEFINITION ET CONCEPT

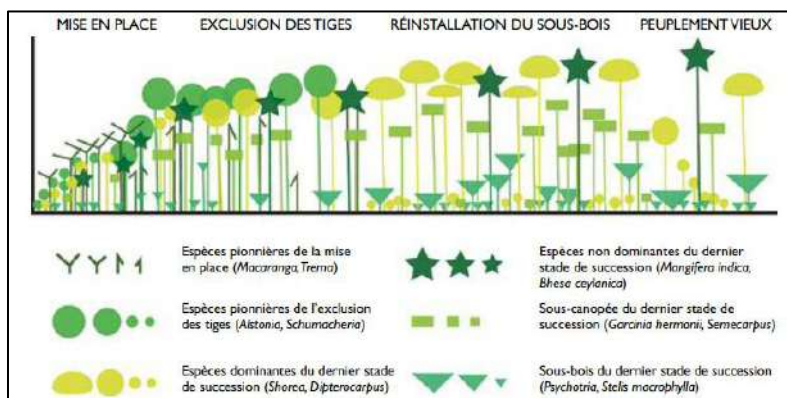
Plutôt que de simplement transformer l'utilisation du terrain pour créer une zone boisée, comme c'est souvent le cas avec le reboisement pour l'exploitation, la restauration ici a pour but d'établir un nouvel écosystème forestier. Avec le temps, cet écosystème est conçu pour retrouver plusieurs des caractéristiques de l'écosystème originel, selon Chazdon *et al.* (2020).

Selon Elliott, Blakesley & Hardwick, (2013), la restauration forestière, également connue sous le nom de reforestation, englobe les efforts visant à rétablir les dynamiques écologiques. Ces actions accélèrent la récupération des structures forestières, des fonctions écologiques et de la biodiversité à des niveaux comparables à ceux d'une forêt climacique, une forêt ayant atteint un stade final de développement avec une biomasse maximale, une complexité et une biodiversité structurelles dans les limites imposées par les conditions pédologiques et climatiques au niveau local (Elliott *et al.*, 2013).

Pour que ces efforts soient fructueux, une compréhension approfondie et une amélioration des processus naturels de succession forestière sont nécessaires.

Une présentation des successions forestières réalisées par Ashton *et al.* (2001) classe les espèces en 6 classes ou guildes vis-à-vis de leur durée de vie et de leur arrivée dans la canopée, autrement dit leur comportement face à la lumière.

Les essences pionnières, qui ont une courte durée de vie, sont les premiers arbres à former une



canopée qui prive les mauvaises herbes de lumière. « Les essences pionnières de l'exclusion des tiges » (c.-à-d. les essences secondaires ou post pionnières) se développent pour dominer la canopée plus tard. Elles continuent à vivre pendant que les essences du couvert du stade final (c.-à-d. le couvert climacique) poussent à leurs

Figure 6 : Schéma de la succession d'un peuplement forestier (Source : Ashton *et al.*, 2001)

côtés, que la biomasse forestière augmente, et que la composition en espèces d'arbres et la structure de la forêt se diversifient davantage. Les plantules des espèces pionnières disparaissent avec le développement d'un sous-étage, marquant ainsi une étape cruciale dans la progression de la succession (Elliott *et al.*, 2013). Ashton *et al.* (2001) subdivisent les espèces d'arbres du dernier stade de succession en quatre groupes, en fonction de la position de leurs cimes dans le couvert végétal : les espèces dominantes (abondantes dans la canopée ou comme arbres émergents), les espèces non-dominantes (moins abondantes dans la canopée), les espèces de la sous-canopée et du sous-bois.

I.2.2. PROJET SIMILAIRE DANS LE MONDE : DIFFERENTES TECHNIQUES

A travers le monde on retrouve de nombreux projets de restauration de forêt tropicale en zone dégradée.

On retrouve différentes techniques avec des méthodes différentes. La plus simple est la régénération naturelle assistée (RNA) qui consiste en l'ensemble des activités, hormis la plantation d'arbres, qui améliorent les processus naturels de la forêt (Elliott *et al.*, 2013). Elle comprend des mesures de protections aux obstacles à la régénération ainsi que des actions pour maintenir et favoriser le développement des plantules des espèces issues de cette régénération. C'est une technique qui est utilisable et qui fonctionne lorsque que le site est peu dégradé et que la quantité de repousse est suffisamment importante pour former une canopée plus tard.

Lorsque les sites sont assez dégradés, trop pour que la nature arrive à reprendre son cours sans intervention humaine, d'autres méthodes doivent être mises en place. La méthode "Framework" est développée en Australie. L'idée est de minimiser la plantation d'arbres en privant les herbes de lumière tout en attirant les animaux dispersants. Son principe consiste à accélérer le processus naturel de succession des espèces en plantant à haute densité des essences pionnières et climaciques côte à côte, tout en préservant les arbres déjà présents. Selon les recherches menées par (Elliott *et al.*, 2013), cette approche devient essentielle lorsque la régénération naturelle compte moins de 3100 individus par hectare et qu'il y a moins de 30 espèces différentes disponibles. Cette technique repose sur la présence des disperseurs de graines dans la zone, la proximité avec une forêt intacte est donc indispensable pour que cette technique fonctionne.

Pour des sites extrêmement dégradés, certaines techniques emploient des modifications du site, c'est le cas d'une méthode généralement appelée « diversité maximale » utilisée dans les mines de bauxite en Amazonie (Parrotta, Knowles & Wunderle Jr, 1997). Le but de cette méthode étant de recréer au maximum la forêt initiale en favorisant une diversité et une densité d'espèces d'origines très fortes, remplaçant le rôle des disperseur de graines. On retrouve des aménagements assez lourds comme des labours et des apports en amendement si nécessaire. La méthode la plus connue dérivée de celle-ci est la méthode Miyawaki, développée par Akira Miyawaki en 1970 et utilisée dans de nombreux pays tropicaux (Brésil, Malaisie et Kenya). Tout comme la méthode des diversités maximales, la méthode Miyawaki vise à replanter un nombre conséquent d'espèces, entre 30 et 90 (Miyawaki, 1993) selon les projets. Ces espèces doivent provenir de différentes strates et appartenir au milieu. Le but est d'atteindre une densité de plantation de près de 30 000 pieds par hectare, ce qui est considérable.

Cette méthode demande énormément de moyens et l'utilisation de machines qui peut s'avérer compliquées selon la localisation de la zone ou les réglementations en vigueur.

En Guyane, le bureau d'étude SOLICAZ, travaille sur des projets de restauration de sites miniers, utilisant une méthode qu'ils ont mis au point et qui montre de bons résultats. L'une de leur préoccupation première est l'état du sol et les modifications à y apporter afin qu'il soit propice à la replantation d'espèces. Des apports en amendements en fonction des besoins du sol sont réalisés. Ils sélectionnent également une trentaine d'espèces provenant du milieu ainsi que des espèces fixatrices d'azotes. Un de leurs critères de sélection est également la facilité de multiplication que ce soit par semis ou par bouturage, les espèces choisies doivent être faciles à reproduire en pépinière.

I.2.3. LES CONNAISSANCES ACTUELLES EN GUADELOUPE

La Guadeloupe est à l'initiative de quelques projets de restaurations de différents milieux depuis quelques années, cependant aucun en zone de forêt hygrophile.

On retrouve des projets de plantations d'espèces de forêt de basse altitude tels que le projet Planter Local visant à replanter les bords de routes de Guadeloupe pour le respect des trames vertes. Les techniques de multiplication de ces espèces sont faites dans de grandes pépinières puis replanter sur site.

Le PNG aussi possède différents projets de restaurations tels que le projet Golconde, visant à reforester une partie de la forêt marécageuse de Golconde. Sa particularité est qu'il s'agit de la replantation d'une seule espèce, le mangle médaille (*Pterocarpus officinalis*) car il représente la grande majorité des espèces de cette forêt peu diversifiée. La multiplication se fait par semis directement sur le site dans des pots avant d'être replanté dès que la plante atteint 50 cm environ. L'objectif étant de planter environ 6000 plants en tout.

Le plus important d'entre eux est le projet PROTEGER, mené par le PNG et L'université des Antilles (UA). L'objectif est de protéger la biodiversité des milieux aquatiques et l'une des phases du projet est la restauration des ripisylves. Pour ce faire, ils ont mis en place une sélection d'espèces en lien avec les besoins du projet tel que des espèces capables de retenir les berges et à racines profondes. Au vu du peu de connaissance qu'il y avait sur la multiplication de ces espèces, des expérimentations ont été menées pour savoir comment les multiplier de manière efficace.

Il n'y a peu voire pas d'informations sur une quelconque restauration de forêt de type hygrophile en Guadeloupe, les projets suivants nous ont permis de comprendre les points importants de la restauration et la manière de débiter un tel projet lors de la phase de restauration.

I.3. OBJECTIF DE L'ETUDE ET QUESTION DE RECHERCHE

Le projet Providence a pour but de commencer les travaux de restauration cette année afin de comprendre les différentes contraintes et améliorations nécessaires pour la réalisation des premières activités de restauration.

Au vu de la bibliographie réalisée sur les différents projets de restauration, il est important, dans un premier temps, de bien se familiariser avec la zone d'étude afin de comprendre quelles sont les problématiques et parmi celle-ci lesquels sont prioritaires.

Les premières parties du projet concernant les déchets et EEE ont déjà été amorcé avec succès et il faut donc commencer la phase de restauration du site.

Le paramètre central, que l'on retrouve pour chaque projet de restauration étudié, est la sélection d'espèces. Une liste d'espèces bien choisies permet d'avoir une base de données sur laquelle s'appuyer pour mettre en place la restauration. Pour cela il faut pouvoir obtenir ces espèces en grande quantité, permettant ensuite de pouvoir commencer la replantation.

L'un des enjeux du PNG pour ce projet est de maîtriser la multiplication de ces espèces car aucun pépiniériste de l'île ne fait ce genre de travaux. Il est donc essentiel de comprendre comment ces espèces se multiplient et quels sont les moyens à mettre en place pour obtenir les résultats les plus efficaces possibles.

La multiplication de ces espèces est donc au cœur de cette phase de restauration de la zone de Providence.

L'objectif principal de ma mission est donc de déterminer les espèces qui vont être intéressantes pour le projet et déterminer les méthodes pour les multiplier de manière efficace en prenant en compte le contexte de la zone d'étude et les conditions de réalisation.

Pour cela je vais devoir répondre à la question suivante :

Comment identifier les espèces pertinentes pour le projet et élaborer des méthodes de multiplication efficaces, en considérant à la fois le contexte de la zone d'étude et les contraintes opérationnelles, dans le cadre d'un projet de restauration de forêt hygrophile ?

II. METHODOLOGIE

II.1. LA SELECTION DES ESPECES CIBLES

La sélection des espèces pour le projet est la première phase de cette étude, cette liste est importante car ce sont ces espèces qui seront multipliées afin de restaurer ZE1 et ZE2 puis le reste du site de Providence.

La réalisation de cette liste s'est basée sur la flore de série hygrophile tirée du livre de Claude Sastre (2007) et complétée par l'étude de la flore du site de Providence réalisée par Mike Hélon (2023).

Sur base de ces travaux une liste exhaustive d'espèces a été établie sur laquelle les différents critères ci-dessous ont été appliqués.

II.1.1. ESPECES INDIGENES

D'après la définition de l'UICN (2000), une espèce est dite indigène lorsqu'elle est présente dans une région ou un écosystème particulier en raison de son processus évolutif naturel, sans intervention humaine directe ou indirecte.

L'un des objectifs du projet mais aussi du PNG dans sa globalité est de protéger et conserver la biodiversité exceptionnelle du cœur de parc. Cette vocation de cœur de parc a contribué à la sélection d'espèces indigènes uniquement.

Les espèces indigènes sont mieux adaptées à l'environnement de la zone et sont, par conséquent, plus enclines à permettre ou faciliter la régénération d'autres espèces indigènes de plantes et d'attirer des animaux (Prill, 2016).

En utilisant des espèces indigènes, les projets de restauration contribuent à la conservation de la biodiversité locale. Les espèces indigènes sont intimement liées à d'autres éléments de l'écosystème, comme les pollinisateurs et les prédateurs naturels. Cela favorise la diversité des espèces végétales et animales, augmentant ainsi la résilience de l'écosystème face aux perturbations (Hobbs et Harris, 2001). Les réseaux trophiques et autres interactions complexes ne sont possibles qu'en présence de ces espèces indigènes, d'où leurs importances dans le fonctionnement des écosystèmes (Cramer et al, 2008).

II.1.2. TEMPERAMENT DES ESPECES

D'après la définition de Jolyet (1916), le tempérament des espèces correspond à leurs comportements vis-à-vis d'agents naturels. Le principal agent naturel est la lumière, ce qui classe les espèces en fonction de leurs capacités de développement à différents stades en fonction de l'ensoleillement (Forni, 1997). On oppose alors les espèces de lumière dites héliophiles avec les espèces d'ombre dite sciaphiles. Dans un contexte tropical ce classement se fait dans une logique de succession avec les espèces pionnières et climaciques établies par Swain et Whitmore (1988), la distinction est faite sur la capacité de germination et de développement de la plantule par rapport à la lumière.

Les essences pionnières sont les premières à recoloniser les zones déboisées (Eliott et al, 2013), ce sont généralement des espèces à croissance rapide et dont les graines germent dans des conditions fortes d'ensoleillement (Forni, 1997). D'après Sudarshana et al. (2015) la présence d'espèces pionnières contribuerait à une forte augmentation de la couverture végétale, ce qui est intéressant pour lutter contre les EEE.

Pour permettre une recolonisation rapide des zones dégradées du site les espèces pionnières ont été sélectionnées, elles contribueront également au déclin des EEE héliophiles tels que *Pleroma heteromalum* et *heliconia psitacorum* en créant rapidement une canopée et donc de l'ombrage. Les espèces sciaphiles climaciques ne sont donc pas prises en compte pour mon étude.

II.1.3. DIVERSITE DES STRATES

Deux strates végétales, arbustive et arborée, ont été choisies en se basant sur les travaux de restauration de Miyawaki (1993) dont la logique de restauration se base sur la réintroduction de différentes strates au sein d'une même zone dégradée afin de recréer au mieux le milieu naturel. Cette stratégie contribue à la diversification des habitats pour les espèces tout en renforçant la logique de lutte contre les EEE car les strates arbustives auront tendance à se développer plus vite que les strates arborées mais ont généralement des cycles de vie plus court. Les strates arborées formant une canopée haute et les strates arbustives un couvert végétal plus bas.

II.1.4. IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE

Les espèces cibles proviennent de la même zone géographique que la zone d'étude, c'est un principe que l'on retrouve dans beaucoup de projets de restauration similaire notamment chez l'ONF (Rolland, 2019). Les espèces se situant dans même zone biogéographique auront tendance à mieux s'adapter au milieu dans lequel elles vont être multipliées ou réintroduites au vu de la similarité des conditions climatiques et environnementales (Coulson et al, 2022).

Une étude de la flore de la zone de Providence réalisée par Mike Hélion nous a permis d'avoir la liste des espèces présentes sur la zone et en périphérie, cette liste nous donne ainsi l'ensemble des espèces viables dans la zone géographique de Providence.

II.1.5. DIVERSITE SPECIFIQUE

La quantité d'espèces à sélectionner est variable selon les projets de restauration comme vue précédemment (I.2.2), allant d'une trentaine d'espèces à plus de 90 pour la méthode Miyawaki. Pour les besoins du projet, un seuil d'une trentaine d'espèces a été fixé, jugée comme suffisant au vu du contexte de la zone et des recommandations faites par l'entreprise SOLICAZ Guyane, utilisant également ce même nombre d'espèces.

II.2. MULTIPLICATION DU MATERIEL VEGETAL

Compte tenu de la liste des espèces (III.1) une sélection des méthodes de multiplications a été réalisée. L'ensemble du matériel végétal pour réaliser les tests sera prélevé dans le milieu naturel, le commerce et la production d'espèces correspondants aux critères de sélection n'étant pas démocratisé en Guadeloupe.

II.2.1. LE SEMIS INDIRECT

II.2.1.1. Le concept

La première méthode de multiplication choisie pour être testée est le semis indirect, qui consiste à récolter des graines puis à les semer en pépinière. Le but est de faire se développer les plantules dans la pépinière avant de les réintroduire dans le milieu, en comparaison du semis direct qui consiste à semer directement les graines dans le milieu.

Le semis indirect présente un avantage dans la facilité d'obtention du matériel végétal, dans notre cas des graines. Un grand nombre de graines peut être obtenu avec un seul fruit d'un individu, comme c'est le cas chez les espèces de *Ficus* où l'on peut retrouver des centaines de graines voire des milliers par fruits (Eliott et al, 2013).

Mettre les semis à l'abri dans une pépinière assure également de pouvoir suivre plus simplement leur évolution et d'effectuer des suivis plus simplement. Evitant ainsi aux graines tout juste germées ou aux plantules une exposition trop importante à la lumière directe du soleil et à la battance de la pluie.

En termes de gestion, la production en pépinière par semis indirect a l'avantage de permettre une meilleure planification pour la préparation des sites à replanter. En effet, alors que le développement des plantules est protégé par la pépinière, les sites destinés à accueillir les futures plantes peuvent être préparés et aménagés. Cependant le semis indirect peut s'avérer compliqué dans le cas d'espèces avec peu de fruits, de plus les étapes de traitement du fruit pour obtenir la graine sont assez longues, surtout si de grandes quantités de fruits sont à traiter. Les travaux d'entretien sont d'autant plus abondants pour cette méthode, notamment le désherbage et l'arrosage en période de carême.

Une autre méthode de semis dite direct consiste à planter directement les graines sur le site à restaurer. Cette technique peut s'avérer intéressante car les plantes ne passeront pas en pépinière. Cependant, le contexte de Providence ne nous permet pas de réaliser ce genre de technique à cause de la forte présence d'EEE. De plus les plants issus de semis indirects ont globalement des performances plus intéressantes que les plants issus du semis directs sur site ((Daïnou *et al.*, 2021) en citant (Grossnickle & Ivetic, 2017) et (Schmidt, 2008)).

C'est pour toutes ces raisons que la méthode du semis indirect a été choisie pour amorcer les tests de multiplication des espèces.

II.2.1.2. Les espèces choisies

Les espèces pour le semis indirect ont été choisies en fonction de leurs périodes de fructification au sein de la liste établie en partie résultat (III.1). Le matériel végétal pour cette méthode de multiplication étant les fruits, la période de fructification doit coïncider avec la période de récolte pour l'étude, à savoir le mois de juillet.

Les périodes de fructification indiquées ne sont pas toujours fiables car les patterns phénologiques des différentes populations peuvent être variables entre populations mais aussi entre individus au sein d'une même population (E. Mira, 2019). De ce fait, des observations sur le terrain ont permis de compléter le tableau 1 et de choisir les espèces suivantes :



Figure 7 : Photo d'un *Cecropia schreberiana*

Espèces	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Source
<i>Cecropia schreberiana</i>													(Rollet, 2010) Observation terrain
<i>Clidemia umbrosa</i>													(« Pl@ntNet identify », 2023) Observation terrain
<i>Miconia mirabilis</i>													Rollet et coll, 2010 (« Pl@ntNet identify », 2023) Observation terrain
<i>Piper dilatatum</i>													(Mira, 2019) Observation terrain

	Fructification certaine
	Fructification incertaine

Figure 8 : Espèce choisies pour le semis indirect et leurs périodes de fructification

II.2.2. LA TRANSPLANTATION

II.2.2.1. Le concept

Dans un deuxième temps, des transplantations de sauvageons ont été réalisées. Cette méthode consiste à prélever dans la nature des sauvageons, définis comme des plantules issues de la végétation naturelle (Verheij, 2005). La transplantation est une méthode souvent utilisée dans les projets de restauration à la Réunion (Triolo, 2005) car elle a l'avantage d'être facile et rapide à mettre en place. Le nombre de sauvageons disponibles limite l'utilisation de cette méthode, c'est pourquoi le semis indirect a été réalisé en parallèle.

De plus, on retrouve souvent des résultats différents sur les performances de cette méthode, (Lacroix & Carodenuto, 2016) obtiennent des taux de survie très bas tandis que (Roelens & Vallauri, 2010) produisent 80% des plants avec cette méthode et obtiennent jusqu'à 90% de survie.

II.2.2.2. Les espèces choisies

Les essences choisies pour la transplantation se sont basées sur les essences qui ont été trouvées et dont les zones de régénération naturelle étaient connues des agents du PNG en se basant sur la liste des espèces cibles. Certaines des espèces choisies telles que *Richeria grandis* ne produisent pas de fruits toute l'année (Annexe 2), la transplantation peut donc s'avérer être une méthode complémentaire pour multiplier ces espèces sans prendre en compte le paramètre de fructification.

Un groupe de cinq espèces a été sélectionné.

<i>Famille</i>	<i>Espèces</i>	<i>Nom vernaculaire</i>
<i>Fabaceae</i>	<i>Inga ingoides</i>	Pois doux gris
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia mirabilis</i>	Bois côtelette blanc
<i>Piperaceae</i>	<i>Piper dilatatum</i>	Queue de rat
<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Richeria grandis</i>	Bois bandé/Marbri
<i>Simaroubaceae</i>	<i>Simarouba amara</i>	Acajou blanc
<i>Malvaceae</i>	<i>Sterculia caribaea</i>	Mapou baril

Figure 9 : Liste des espèces choisies pour la transplantation

II.3. PREPARATION DU TERRAIN

II.3.1. SORTIE DE PROSPECTION SUR LE TERRAIN

Des sorties sur le terrain en amont de la mise en place des tests ont été organisées afin de repérer les zones où se trouvaient les espèces sélectionnées pour les deux méthodes de multiplication.

Ces prospections permettent de gagner du temps lors de la récolte des différents matériels végétaux en nous donnant une carte des différentes zones de présence de ces espèces. Permettant ainsi de mobiliser plusieurs personnes pour effectuer cette tâche.

Dans le cas de la germination, le matériel qui nous intéresse sont les fruits. Une méthode de notation expliquée par Wilian (1992) en citant Pleva (1973) et Washington (1982) a été utilisée afin d'estimer la production de fruits des individus relevés sur le terrain (Tableau 3). Ce qui permet de prioriser d'abord les arbres les plus productifs pour la récolte des espèces à semer. Cinq prospections ont été réalisées quelques semaines avant la récolte du matériel afin que les données sur les fruits récoltés soient les plus cohérentes avec la réalité du terrain.

Note	1	2	3	4
Signification	Aucune/très faible production de fruits	Faible production de fruits	Production de moyenne fruits	Forte production de fruits

Figure 10 : Tableau de notation de l'estimation de la production en fruits des espèces prospectés pour le semis indirect

Les zones privilégiées pour trouver ces espèces furent les zones dégradées ainsi que les zones ouvertes telles que les bords de routes ou les aires de pique-niques. Les espèces héliophiles pionnières étant les premières espèces à coloniser les zones de trouées et les zones dégradées (Elliott *et al.*, 2013).

Le site de Providence et la zone de forêt se situant autour ont d'abord été prospectés en se basant sur les indications de l'étude de Mike Hélion (2023), puis les zones de recherches se sont élargies sur différents sites du cœur du PNG.

La reconnaissance des espèces s'est fait sur base des connaissances botaniques de Evens Delannay et de mes recherches bibliographiques personnelles, mises en pratique lors des différentes sorties en forêt.

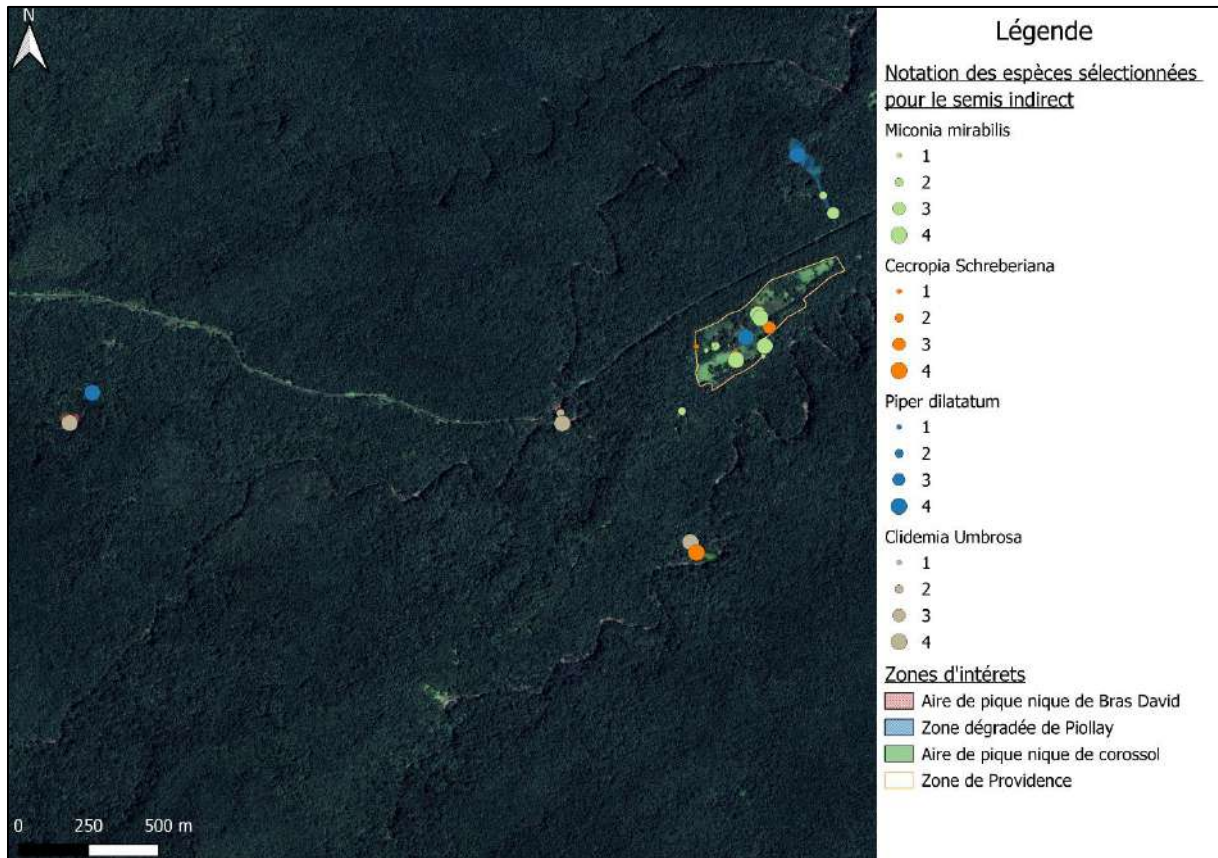


Figure 11 : Carte de prospection des espèces choisies pour le semi indirect (Source : google satellite 2023 ; Wilshire Jérémie 2023 ; Evens Delannay 2021)

Ce travail de prospection n'a pas pu être réalisé sur les sauvageons pour la transplantation à cause du manque de temps pour réaliser cette méthode. Les zones pour récupérer les sauvageons sont basées sur les connaissances des agents du PNG.

II.3.2. LA ZONE DE TEST : PEPINIÈRE IN SITU ET MATERIEL

Pour mener les différents tests sur les méthodes de multiplication des espèces précédemment listées, une pépinière a été érigée sur le site de Providence. La pépinière a l'avantage de pouvoir convenir à la fois au semis et à la transplantation. Elle permet de contrôler une partie des facteurs environnementaux qui peuvent s'avérer limitant dans le développement des plantules tel que le soleil et la pluie. De plus il s'agit d'une volonté du projet de mettre en place une



Figure 12 : Photo de l'installation de la pépinière sur le site de Providence

pépinière sur le site afin d'éviter aux futures plantules des voyages trop importants entre la zone de multiplication et la zone de replantation.

La pépinière a été montée à l'entrée du site de Providence, sur une zone à nu de remblais d'environ 200 m². Cette zone a été choisie car c'est la seule zone nue de cette envergure se situant sur le site et dont l'accès est aussi simple.

Sa taille est de 64 m², définie comme étant suffisante pour réaliser cette étude et à la fois laisser de l'espace sur le site pour la venue des véhicules des ouvriers du PNG lors de travaux de nettoyage.

Compte tenu de la difficulté et du manque d'approvisionnement des magasins spécialisés, la structure de la pépinière a entièrement été construite en Bambou (*Bambusa vulgaris*). Cette espèce étant considérée comme EEE par l'OFB (OFB, 2021), nous avons pu nous en servir comme matériel de construction malgré le contexte de cœur de parc dans lequel se trouve le site.

Le choix de l'ombrière était d'une importance capitale pour la construction de la pépinière, d'après le retour d'expérience d'Elonore Mira, Docteure en Ecologie fonctionnelle et écophysologie végétale, nous a conseillé d'utiliser une ombrière de 70% (soit 30% de lumière traverse l'ombrière). On retrouve ce type d'ombrière dans des projets de germination d'espèces ripicoles héliophiles en Guadeloupe (Beuve, 2020).

Si trop de lumière traverse, alors les plantules risquent d'être fortement endommagées tandis qu'une trop grande captation de lumière ralentira le développement de plantules héliophiles.

Du géotextile a été utilisé comme couverture du sol de la pépinière, il s'agit d'un tissu en plastique foncé limitant l'entrée de lumière, limitant le développement des herbacées ce qui permet de limiter l'entretien de la pépinière.

Un retard de livraison pour des tables de cultures nous a imposé la mise en place de l'ensemble du matériel végétal directement sur le géotextile.

II.4. MISE EN PLACE DES TESTS DE MULTIPLICATION PAR SEMIS INDIRECT

Afin de vérifier l'efficacité de cette méthode et les différents paramètres à respecter pour que celle-ci fonctionne, nous avons décidé de mettre en place une expérimentation *in situ* sur la germination des espèces choisies pour la multiplication par semis indirect. Deux facteurs ont été testés, le substrat et les prétraitements germinatifs.

Afin de réaliser cette expérimentation dans les meilleures conditions et pour que celle-ci soit reproductible par la suite, un protocole a été réalisé (Annexe 3)

II.4.1. CHOIX DES PRETRAITEMENTS GERMINATIFS

Les prétraitements germinatifs permettent de favoriser la germination de certaines espèces dites dormantes. Une graine viable est qualifiée de dormante lorsqu'elle n'a pas la capacité de germer dans des conditions environnementales qui devraient apparemment permettre la germination (L'huillier, Wulff & Gateblé, 2010).

Ces traitements peuvent également accélérer et maximiser le processus de germination (Elliott *et al.*, 2013).

Les prétraitements à appliquer aux espèces ont été déterminés en fonction des résultats sur les taux de germination tirés de la bibliographie. Les prétraitements pour lesquels des résultats au-dessus de 60 % de taux de germination ont été gardés, définis comme valeurs seuils pour juger que les résultats obtenus sont " bons ". Il a été écarté les prétraitements dont la réalisation n'est pas faisable avec les moyens disponibles par le PNG.

Espèces	Code espèce	Prétraitement germinatif	Taux germination	Références
Cecropia schreberiana	CECSCH	Aucun traitement	80-90%	(Brokaw, 1998)
Clidemia Umbrosa	CLIUMB	Aucun traitement	100%-79%	KEW Sid
Miconia mirabilis	MICMIR	No data	No data	No data
Piper dilatatum	PIPDIL	Aucun traitement	80%	(Pearson <i>et al.</i> , 2002)

Figure 13 : Tableau des données sur la germination des différentes espèces pour le semis indirect

Parmi toutes nos espèces, *Cecropia schreberiana*, *Clidemia umbrosa* et *Piper dilatatum* ont déjà été testés avec des taux de germination obtenus de plus de 60 % sans aucun prétraitement germinatif appliqué. De ce fait, nous avons choisi de mettre en semis ces espèces sans prétraitement, seuls les tests de substrats seront effectués sur ces espèces.

Cependant, *Miconia mirabilis* ne présente aucune donnée de germination. Afin de trouver le prétraitement le plus efficace pour cette espèce, nous avons décidé d'en tester trois. Les moyens humains, financiers, d'espace ne permettaient pas d'envisager la mise en place de plus de tests. Ces derniers ont été nommés de la sorte :

- T0 – témoin : les graines seront semées sans aucun prétraitement
- T1 – Trempage : les graines ont été placées dans de l'eau à température ambiante pendant 48h

- T2 – Scarification : le tégument de la graine est frotté à l'aide de papier abrasif

D'après Jaenicke (2006), parmi les méthodes les plus communes de traitement préalable des graines, on retrouve le trempage et la scarification. On retrouve également ces méthodes de levée de dormance dans beaucoup de guides de restauration de forêts, où ces techniques sont conseillées ((L'huillier et al., 2010 ; Elliott et al., 2013 ; Daïnou et al., 2021). De plus, ce sont les traitements les plus simples à mettre en œuvre dans le cadre du projet au vu du matériel facilement accessible pour leur réalisation.

Pour simplifier la suite de la méthode, nous avons classé ces espèces en deux catégories, en fonction de la nature des prétraitements identifiés :

- E1 : espèces sans prétraitement germinatif appliqué et dont les taux de germination sont corrects, à savoir *Cecropia schreberiana*, *Clidemia umbrosa* et *Piper dilatatum*.
- E2 : espèce sans donnée sur la germination recensée, à savoir *Miconia mirabilis*

II.4.2. TESTS DE SUBSTRAT

Le substrat joue un rôle important dans la croissance des plantules (Wightman, 2006), il peut impacter le développement racinaire (Pepin et al., 2011) mais aussi d'autres paramètres comme la hauteur, la largeur du collet (Ammari et al., 2007).

La texture du sol peut fortement impacter la germination notamment à cause de sa capacité de rétention d'eau et la quantité d'air contenue dans ce dernier (Lebrun, 1956). Il est donc important de choisir le bon substrat pour avoir une germination optimale.

En raison de contraintes techniques et humaines, les plantules issues du semis indirect passeront plus de temps que nécessaire dans leurs pots de semis avant d'être repiquées. Pour le moment peu de personnes travaillent sur le projet, les contraintes de temps et de main-d'œuvre ne nous permettent pas de réaliser des actions de repiquage fréquentes. Les plantules vont donc germer et se développer directement dans le substrat de semis le temps que des actions de repiquage se mettent en place.

L'objectif à long terme est de pouvoir replanter les espèces semées sur les sites ZE1 et ZE2, pour avoir un aperçu de leur potentiel de développement sur ces zones, nous avons utilisé de la terre de ces sites comme composante principale des substrats.

Mon étude portant uniquement sur la partie germination, la croissance sera étudiée plus tard par le PNG.

Il est donc intéressant de tester des substrats contenant la terre de ces sites afin de savoir s'il est possible de les utiliser pour la germination, facilitant la mise en place du semis indirect en prélevant directement la terre dans le milieu et limitant ainsi les coûts des composants pour la fabrication de substrat. De plus, cela peut donner une idée sur la réaction de la germination de ces espèces face à un substrat contenant la terre des sites sur lesquels elles vont être replantées. L'ensemble des substrats a été testé sur chaque espèce.

II.4.2.1. Détermination de la terre du site à utiliser

Afin de savoir s'il était nécessaire de tester les deux sites (ZE1 et ZE2), un test a été réalisé afin de savoir s'il existait une différence entre ces deux sols ou s'il était identique.

En effet, ce qui nous intéresse dans le cadre de l'étude est la texture du sol, impactant directement la germination des espèces.

Nous avons donc réalisé des tests de texture du sol en se basant sur le diagnostic de fertilité du sol réalisé par l'IT2 de Guadeloupe pour le projet Solorga. Il s'agit d'un outil normalement utilisé pour caractériser les parcelles agricoles, cependant cet indicateur est intéressant pour nous dans le cadre du projet.

Nous avons prélevé différentes carottes de terre à l'aide d'une terrière dans chacune des deux zones qui nous intéressent (ZE1 et ZE2). Nous avons ensuite suivi le protocole présenté par l'IT2. Le test consiste à verser dans une bouteille le mélange de terre prélevée puis de rajouter de l'eau pour homogénéiser. Il suffit ensuite de laisser décanter le mélange quelques jours puis de mesurer chaque strate (argile, limon et sable) pour connaître leur proportion dans chaque zone.

Grace au triangle des textures (Annexe 4), nous avons pu déterminer que les deux sols ont des textures identiques, à savoir argileuses. Cependant, le type de sol est différent, ZE1 est de type argilo-sableux et ZE2 de type limon argileux fin. Ces deux sols étant différents, ils ont été intégrés comme composantes pour les substrats à utiliser lors de l'expérimentation.

II. 4.2.2. Composition des substrats

Trois substrats différents ont été utilisés pour la mise en place des tests. Deux substrats sont composés des terres des deux sites ZE1 et ZE2 dont les résultats des tests montrent une différence notable de leurs caractéristiques physiques. Un troisième substrat dit " classique " servira de témoin.

Les compositions de substrats sont les suivantes :

S1	65% terre de ZE1	25% terreau bio	5% lombricompost	5% sable
S2	65% terre de ZE2	25% terreau bio	5% lombricompost	5% sable
S3	70% Terreau bio	20% Lombricompost	10% sable	

Figure 14 : Composition des substrats pour l'expérimentation sur la germination des espèces cibles

Les différents substrats ont été nommés S de 1 à 3 afin de les reconnaître lors de leur préparation.

Les compositions choisies ont été élaborées par Evens Delannay, qui d'après son expérience en composition de substrat a recommandé ces compositions.

Pour permettre à la future plantule de pouvoir se développer correctement nous avons décidé de rajouter, en plus de la terre des zones dégradées, des composants permettant de favoriser la croissance de la plante.

Utiliser 100 % de terres de ces sites pourrait nuire fortement au développement des futures plantules, car on ne connaît pas les caractéristiques physiques et chimiques de ces sols.

Du terreau biologique a été ajouté afin de permettre d'enrichir le sol en nutriments et de favoriser l'ancrage des racines dans le substrat. Le terreau favorise également la germination et augmente les chances de survie des jeunes plantules (Crosaz, 1994). Certains substrats peuvent contenir des pesticides et autres traces de produits chimiques, l'expérimentation se déroulant en cœur de parc le terreau biologique était une nécessité pour ne pas apporter de produits chimiques dans la zone.

Le sable pour améliorer le drainage et aérer le substrat ainsi que du lombricompost comme fertilisant naturel pour apporter des nutriments.

II.4.3. NOMBRE D'INDIVIDUS ET MODALITE

Beaucoup de graines ont été nécessaires pour la réalisation de l'expérimentation, 1500 graines environ.

En se basant sur d'autres expérimentations réalisées in situ (Wilian, 1992 ; Elliott et al., 2013) un total de 100 individus par modalités a été récolté. Soit 4 répétitions de 25 individus.

Les espèces E1 (*Piper dilatatum*, *Clidemia umbrosa* et *Cecropia schreberiana*) sont expérimentées sur les trois substrats choisis, aucun prétraitement germinatif ne leur est appliqué. Un total de 300 graines pour chacune des espèces de cette catégorie a été récolté pour réaliser l'expérimentation.

L'espèce E2 est expérimentée avec trois prétraitements germinatifs et trois substrats, nous avons récolté 900 graines de *Miconia mirabilis* pour mettre en place l'expérimentation.

Cas particulier : *Clidemia Umbrosa*

Cette espèce possède des graines difficilement visibles à l'œil nu et le comptage un à un est impossible. Afin de réaliser des tests, le lot de 25 graines a été remplacé par l'ensemble des graines contenues dans un fruit, soit un fruit par répétition. S'agissant d'une espèce E1, 12 fruits ont été nécessaires au lieu de 300 graines.

Les données qui seront récoltées puis analysées seront donc à l'échelle d'un fruit.

Espèces	Code espèce	Catégorie espèce	Modalités testées	Quantité de matériel végétal récolté
<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	E1	S1/S2/S3	300 (graines)
<i>Clidemia umbrosa</i>	CLIUMB	E1	S1/S2/S3	12 (fruits)
<i>Miconia mirabilis</i>	MICMIR	E2	T0S1/T0S2/T0S3/T1S1/ T1S2/T1S3/T2S1/T2S2/ T2S3	900 (graines)
<i>Piper dilatatum</i>	PIPDIL	E1	S1/S2/S3	300 (graines)

Figure 15: Récapitulatif des modalités testées et de la quantité de matériel végétal récolté

II.4.4. RECOLTE DU MATERIEL VEGETAL

Pour mettre en place des essais de germination, plusieurs moyens sont possibles pour obtenir des graines, notamment l'achat de semences. Cependant, il n'existe pas de filières de graines forestières indigènes en Guadeloupe, la récolte en milieu naturel est donc obligatoire.

La récolte s'est effectuée en une journée avec l'aide du personnel du PNG.



Figure 16 : Photo de récolte de fruit de *Miconia mirabilis* à l'aide d'une perche télescopique (Source : Jérémie Wilshire 2023)

II.4.4.1. Les sites de récoltes

Avant d'aller prélever le matériel végétal sur le terrain, certains paramètres sont à prendre en compte afin de favoriser au mieux le développement des espèces.

La variabilité génétique est indispensable pour la survie des espèces dans un environnement changeant. La conservation de la diversité génétique est donc une considération importante dans tout programme de restauration visant à conserver la biodiversité (Elliott *et al.*, 2013). Cette diversité génétique permet également d'augmenter les capacités de survie de certains individus face aux maladies (Daïnou *et al.*, 2021).

Celons Wilkinson (2014) il faudrait échantillonner sur 50 populations différentes afin de récolter l'ensemble de la diversité génétique, dans le cadre de Providence nous ne pourrions pas repérer autant de populations différentes dans la zone de forêt hygrophile. D'après E.Mira (2020) en citant Falk & Holsinger (1991), Neel & Cummings (2003) un échantillonnage sur 5 populations pourrait comprendre entre 67 et 83% des allèles.

En basant sur les travaux de E. Mira (2020) du projet PROTEGER, 3 populations par espèces ont été retenues.

A l'instar de Providence, la caractérisation de la diversité génétique des espèces cibles n'est pas un objectif du projet.

Les populations sont considérées comme des groupes d'individus espacés d'au moins 5km.

Des données sur les populations d'arbres et la quantité d'individu prélevée ont été relevées à l'aide des fiches de récolte (Annexe 5).

Connaître le nombre d'arbres fruitiers par population permet d'aider à la planification de la future récolte en estimant la quantité de matériel disponible dans la zone.

Ces données sur le milieu prélevé serviront de base de données pour le PNG, ce sont des données intéressantes pour planifier des récoltes et aussi pour comparer l'évolution des zones de prélèvement dans le temps.

Les zones favorisées sont les bords de route, les aires de pique-nique, les routes forestières ou les sentiers de randonnée. Des zones ouvertes ou la présence d'essences pionnières telles que les espèces ciblées sont favorables comme dans la zone dégradée de Piollay (figure 11).

Il a cependant été difficile de respecter la diversité génétique dans cette étude, certains fruits ont été prélevés à moins de 5km entre chaque individu car le temps imparti pour réaliser la récolte ne permettait pas de faire de grandes distances. De plus, seulement un fruit de *Cecropia schreberiana* a pu être récolté car trop difficile à trouver.

II.4.4.2. Marquage des arbres

Il est important pour la suite du projet de pouvoir retrouver plus tard les arbres semenciers qui ont été choisis dans les différents lots de populations identifiés grâce aux prospections sur le terrain. Cela permettra également de limiter l'impact sur la ressource en sachant quels arbres ont déjà été prélevés en fruit.

Pour marquer les semenciers nous avons utilisé des étiquettes en aluminium ainsi que des clous pour maintenir les étiquettes sur le tronc. Les positions GPS de chacun d'entre eux ont été relevées sur Oruxmap.

Le code de marquage choisi pour différencier les semenciers est inspiré du guide de NOE sur la restauration de sites miniers en Nouvelle Calédonie (Ducouret, Gouzerh & Nervers, 2022) :

CODE ESPECE – NUMERO INDIVIDU

Le code espèce correspond à une diminution du nom scientifique de l'espèce en prenant les 3 premières lettres du nom de genre et les 3 premières lettres du nom d'espèce. Exemple, pour le premier individu de *Cecropia schreberiana* prélevé le code de marquage sera « CECSCH1 ». Le numéro d'individu est attribué en fonction du nombre de populations d'arbres semenciers prélevés, de manière à distinguer chaque lot de population.

Dans chaque lot de population, un seul arbre a été marqué pour représenter l'ensemble de la population d'arbre prélevée.

II.4.4.3. Sélection des fruits et récolte

Du fait que nous prélevons le matériel végétal en forêt, il est important de respecter les populations des espèces récoltées. De ce fait, nous n'avons pas récolté plus de 20% des graines d'une population, ce qui permet d'impacter le moins possible la régénération naturelle ((L'huillier et al., (2010) et (Sweedman & Merritt, 2006)).

Nous avons utilisé des perches pour récolter les fruits des espèces de strate arborée. *Cecropia schreberiana* pouvant atteindre 20 mètres de haut en moyenne (Rollet, 2010) et *Miconia mirabilis* 15 mètres (Rollet, 2010).

Les fruits récoltés ont été placés dans sachets en kraft sous les conseils de E. Mira, le plastique pouvant favoriser le pourrissement des fruits.

Pour reconnaître les sachets, le code marquage a été noté sur chacun d'entre eux.

Les fruits ont été récoltés à maturité de préférence pour s'assurer que la graine est à maturité et donc prête à germer (ENSCONET, 2009).

Nous avons prélevé uniquement les fruits se détachant facilement de la plante mère (ENSCONET, 2009).

Dans le cas de *Cecropia schreberiana* nous n'avons pu récolter que des fruits au sol car les arbres étaient trop grands.

Pour vérifier l'absence de pourrissement des graines, nous avons recherché la présence d'un embryon ou d'un endosperme (Elliott et al., 2013). Le prélèvement des fruits au sol peut impacter la germination (ENSCONET, 2009) cette information sera prise en compte dans les résultats.

Les fruits que nous avons récoltés sont tous des fruits charnus (Annexe 6), pour affirmer la maturité du fruit il suffit de voir si ce dernier a changé de couleur par rapport aux autres fruits présents sur l'arbre.

La donnée clé pour pouvoir organiser la récolte est le nombre de graines contenues dans les fruits de ces espèces.

Aucune donnée n'a été trouvée pour ces espèces. Nous avons donc récolté le plus de fruits possibles pour pouvoir atteindre nos objectifs de nombre de graines

II.4.4.4. Préparation des graines

1) Extraction des graines

Nous avons commencé l'extraction des graines immédiatement après la récolte. Les fruits charnus devant être dépulpés le plus rapidement possible pour éviter la fermentation et abimer les graines ((Wilian, 1992), (Elliott et al., 2013)) .

Espèces	Code espèce	Type de fruit	Taille des graines	des	Références
<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	Sec indéhiscent (¹) (Akène)	2-4 mm (²)		(Fournet, 2002) (Brokaw, 1998)
<i>Clidemia umbrosa</i>	CLIUMB	Fruit charnu (baie)	0,3 – 0,4 mm		(Fournet, 2002) (Judd, Ionta & Majure, 2018)
<i>Miconia mirabilis</i>	MICMIR	Fruit charnu (baie)	1-1,5 mm		(Fournet, 2002) (Davidse & Sousa Sanchez, 1994)
<i>Piper dilatatum</i>	PIPDIL	Fruit charnu (drupe)	1 mm		(Fournet, 2002)

Figure 17 : Tableau de caractérisation des fruits et graines de chaque espèce choisie pour le semis indirect

Les méthodes d'extraction des graines peuvent changer en fonction du type de fruit, nous avons choisi d'utiliser la même technique d'extraction en prenant en compte la taille des graines.

Les fruits récoltés contiennent des graines de petites tailles, nous avons passé la pulpe des fruits à travers un tamis pour récupérer les graines sur les mailles. Cette technique est largement utilisée pour permettre de récolter les graines de petite taille (Elliott et al., 2013) (Stein & Slabaugh, 1974; Seeber & Agapao, 1976). Un tamis de 1mm de largeur de maille a été utilisé pour PIPDIL, MICMIR et CECSCH puis un tamis de 0,5mm pour CLIUMB.



Figure 18 : Photo d'un fruit de de *Piper dilatatum*



Figure 19 : Photo des graines de *Piper dilatatum*

2) Nettoyage et tri

Les graines extraites ont été nettoyées à l'aide de papier essuie tout (Annexe 7) afin de retirer le plus de pulpe possible autour de la graine pour éviter les développements fongiques et leur altération ((Elliott *et al.*, 2013; Daïnou *et al.*, 2021)).

Certaines des gaines extraites ne sont pas viables, pour cause la prédation ou bien des graines creuses qui ne se développeront jamais. Pour éliminer ces graines, nous les avons triées.

Dans un premier temps les graines extraites ont été laissées dans de l'eau pendant au moins 1h, les graines flottantes sont considérées mortes et les graines pleines vont absorber l'eau et couler au fond (Wilian, 1983).



Figure 20 : Photo du tri des graines de *Cecropia schreberiana*

3) Mise en sachet

Les graines triées et nettoyées ont été mises en sachet par lots de 25 graines par espèce. Chaque sachet est étiqueté du code de récolte ainsi que de la répétition à laquelle ce lot de graine appartient.

Les graines ont ensuite été stockées une nuit au réfrigérateur pour pouvoir réaliser le semis et les traitements le lendemain.

II.4.5. CONSERVATION DES GRAINES

Les graines extraites et mises en sachet ont été conservées afin de mettre en semis l'ensemble des graines en même temps. Pour savoir comment conserver ces graines, nous nous sommes basés sur l'écologie de ces dernières, car la conservation dépend intrinsèquement de la nature des graines récoltées.

Certaines espèces végétales produisent des graines dites orthodoxes, ces graines peuvent être séchées jusqu'à ce que leur teneur en eau soit assez faible pour être conservées à de basses températures ((Krishnapillay, 2001) en citant (Roberts, 1973)). Il existe une autre catégorie de graines dites récalcitrantes, ces dernières ne tolèrent pas la dessiccation et ne restent viables une fois extraite du fruit que peu de temps, allant de quelques jours à quelques semaines (Krishnapillay, 2001).

Espèces	Code espèce	Nature des graines	Références
<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	Orthodoxe	(Brokaw, 1998)
<i>Clidemia Umbrosa</i>	CLIUMB	Orthodoxe	Kew SID
<i>Miconia mirabilis</i>	MICMIR	No data	No data
<i>Piper dilatatum</i>	PIPDIL	Orthodoxe	Kew SID

Figure 21 : Tableau de la nature des graines des espèces choisies pour le semis indirect

Nous avons conservé ces graines 1 jour au réfrigérateur, vu qu'aucune donnée n'est disponible sur la nature des graines de *Miconia mirabilis*, nous avons choisi de mettre en place le semis au plus vite et de garder le moins de temps possible les graines en conservation.

Le surplus de graines a été placé au réfrigérateur afin de servir pour de futures expérimentations ou plantations.

II.4.6. DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET REALISATION DES TESTS

Il a été remarqué, sur le site de la pépinière, une hétérogénéité de lumière à l'intérieur de la pépinière.

La pépinière a été placée le long de roses de porcelaine (*Etilingera elatior*) qui atteignent les 5m de hauts. Cette haie naturelle crée un ombrage assez conséquent et empêche la lumière de passer complètement dans la pépinière.

Cette différence de lumière peut avoir une incidence sur la germination, car la lumière joue un rôle sur l'hydratation des semences et donc influence la germination (Rollin, 1964).

La différence de lumière pénétrant dans la pépinière n'a pas pu être mesurée.

Pour pallier ce biais, nous avons réalisé un dispositif en bloc aléatoire complet ou RCBD (Randomized Complete Bloc Design).

Le RCBD sépare les effets dus à la variabilité environnementale de ceux des modalités testées (Elliott *et al.*, 2013), les « blocs » sont les répétitions des différentes modalités de l'expérimentation.

Chaque modalité est représentée, de manière aléatoire, à l'intérieur de chacun des blocs.

Ces blocs sont disposés côte à côte le long du « gradient d'hétérogénéité » (Naudin, 2007), dans notre cas, c'est le gradient de lumière allant de la zone la plus lumineuse à la zone moins lumineuse.

Ce modèle permet de contrôler l'hétérogénéité du milieu et de réduire les erreurs expérimentales liées à ce biais (ISRA, 2001).

Pour reconnaître les différents blocs entre eux, il a été ajouté sur chacun des pots le numéro de bloc auxquelles ils appartiennent avec les initiales du nom d'espèce (exemple : pour le premier bloc de *Cecropia schreberiana* : BCS 1)

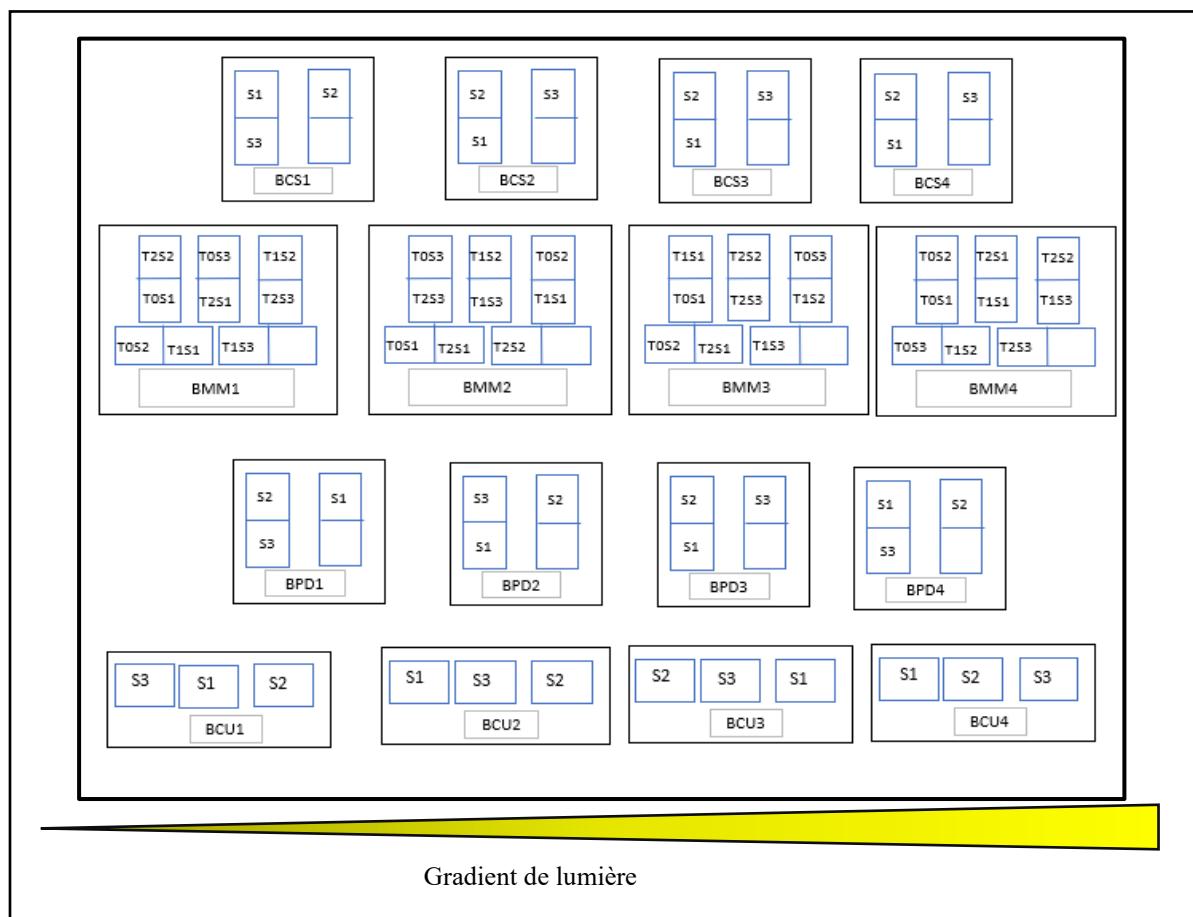


Figure 22 : Schéma du dispositif expérimental

II.4.7. DONNEES RELEVES ET SUIVI

Les relevés de données sur la germination ont été réalisés sur des fiches de suivi (Annexe 8) qui ont été faites sur base des travaux et conseils d'Eléonore Mira, mais aussi des travaux de Elliott et al (2013). Le suivi a été réalisé sur 1 mois avec un passage tous les deux jours pour avoir une précision optimale.

Douze passages ont pu être réalisés sur les 14 prévus en raison des problèmes météorologiques et des inondations sur la route menant à la pépinière.

Différents paramètres ont été relevés durant l'expérimentation.

Ce que nous voulons savoir c'est si la graine a germé ou non, de ce fait, il a été noté à la date du relevé si la germination a eu lieu.

La germination stricto sensu est considéré comme l'apparition de la radicule (Malavasi & Malavasi, 2004; Jaouadi *et al.*, 2010; Okeyo *et al.*, 2020).

La mesure de la radicule est possible dans le cas de germination sur boîte de pétri, la radicule étant la partie de l'axe de l'embryon qui en se développant formera les racines (CNRTL, 2012). Elle n'est donc pas réalisable lorsque la germination se fait en substrat.

Dans le cadre de l'expérimentation, la germination a été considérée comme l'apparition des premières feuilles cotylédonaire, on retrouve ce paramètre de relevé dans différents projets de restauration (Mapongmetsel *et al.*, 1999; Amani *et al.*, 2015).

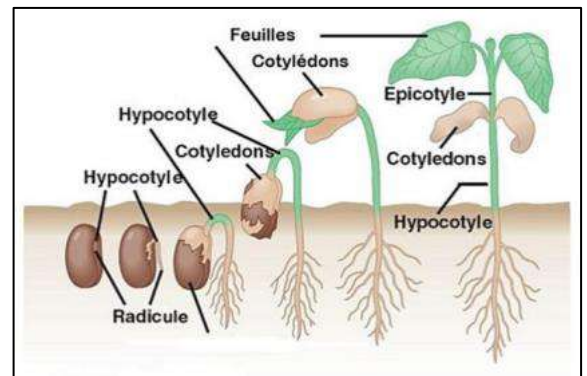


Figure 23 : Schéma de la germination de graine dicotylédone Source : Bouzid S. 2022

Nous avons relevé l'état des pots, afin de savoir s'ils avaient subi des dégâts pouvant altérer les données de germination. Nous avons donc pris en compte lorsque le pot était vide à cause de la perte du substrat à travers les trous du pot ou lorsque les pots étaient complètement engorgés d'eau. Ces informations pouvant servir d'indicateur pour la qualité du substrat, mais aussi pour la gestion de la pépinière et de possibles modifications à effectuer.

II.4.8. PARAMETRES CALCULES

II.4.8.1. Le taux de germination

Dans le cadre de la mission et pour répondre à l'objectif de cette expérimentation, nous avons choisi le taux de germination comme la donnée la plus importante à prendre en compte.

Le taux de germination nous permet d'apprécier la quantité de graines viables et donc de pouvoir planifier le nombre de graines à semer pour obtenir une quantité de plantules définie.

Le taux de germination correspond au quotient du nombre de graines germées par le nombre total de graines (Edondoto *et al.*, 2020).

Le calcul est le suivant :

$$TG = G/N * 100$$

Avec :

G : nombre de graines germées

N : nombre total de graines semées

Cas particulier de *Clidemia Umbrosa* :

Comme vu en partie II.4.3, nous avons mis en semis *Clidemia Umbrosa* sans compter le nombre de graines, car ces dernières sont trop petites (figure 17). Seul le nombre total de graines germées sera relevé et le taux de germination ne pourra pas être calculé. Les résultats porteront sur le nombre de graines germées par rapport à un fruit.

C'est sur base de cette donnée que nous avons choisi les différents facteurs à prendre en compte pour avoir la germination la plus efficiente.

II.4.8.2. Le temps moyen de germination

Le temps moyen de germination est considéré comme la durée moyenne d'incubation (Czabator, 1962), soit le temps moyen nécessaire à la germination maximale d'un lot de semences (Ranal & Santana, 2006). Il reflète donc la rapidité à laquelle le lot de graines de la modalité choisie germe.

Les données récoltées seront également utilisées à des fins de gestions, permettant ainsi de prévoir les dates de repiquage des plantules ainsi que le temps de passage en pépinière pour chaque espèce.

$$\text{TMG} = \frac{\sum n \cdot D}{\sum n}$$

Avec :

n : Nombre de graines nouvellement germées au temps *D*

D : Nombre de jours depuis le début du test de germination

$\sum n$: Nombre de graines ayant germé le dernier jour

II.4.8.3. Le temps de latence et durée de germination

Le temps de latence représente le temps entre la date de mise en semis et la date de première germination (Rakoto *et al.*, 2022). Cet indicateur nous permet de savoir si la germination est induite rapidement après semis ou non.

La durée de germination correspond à la durée entre la première et la dernière germination, indiquant le temps total de germination d'une espèce.

Ces deux indicateurs nous sont utiles pour approfondir nos résultats et connaître mieux l'écologie et le comportement des graines lors de la germination en complément du TMG. Ces informations nous permettront de mieux planifier les mises en germination pour le projet.

II.4.9. ANALYSES STATISTIQUES

Le taux de germination est le seul paramètre qui a fait l'objet d'analyses statistiques car c'est sur base des résultats de ce paramètre que seront décidés quels facteurs garder pour la réalisation du semis indirect sur chaque espèce.

Pour cela, nous avons analysé les taux de germination de chaque modalité à l'aide d'une ANOVA.

Ce test statistique permet comparer les variances entre les moyennes de différents groupes, soit les moyennes des différents taux de germination de chaque modalité. Ainsi l'ANOVA permet de savoir s'il existe des différences significatives entre les moyennes (Elliott *et al.*, 2013). Il est intéressant d'utiliser l'ANOVA dans notre cas car elle nous permet de savoir, parmi les variables appliquées, lesquelles ont une incidence sur le facteur indiqué. Donc de déterminer si le taux de germination est influencé par le substrat et/ou le prétraitement germinatif appliqué.

Avant la réalisation d'une ANOVA, il est important de vérifier que nos données à analyser répondent aux différentes hypothèses suivantes :

- Indépendance des observations : Les observations au sein de chaque échantillon doivent être indépendantes les unes des autres. Cela signifie que la performance ou la valeur d'une observation ne devrait pas influencer ou être influencée par une autre observation.

Dans notre cas cette hypothèse est respectée car la valeur de la germination mesurée ne peut pas influencer les autres observations.

- Homoscédasticité (égalité des variances) : La variance des résidus doit être à peu près égale, si un groupe a une variance beaucoup plus grande que les autres cela peut fausser les résultats.
Pour vérifier cette hypothèse, nous avons réalisé un test de Levene.
- Normalité des résidus : Les résidus (c'est-à-dire les écarts entre les observations et celles prédites par le modèle) doivent suivre une distribution normale au sein de chaque groupe.
Pour vérifier cette hypothèse nous avons réalisé un test de Shapiro-Wilk

Différentes ANOVA ont été réalisées en fonction des espèces car le nombre de facteurs appliqués lors de l'expérimentation est différent :

- Espèces E1 *Miconia Mirabilis* : Deux facteurs ont été appliqués à cette espèce (substrat et prétraitement germinatif) de ce fait nous avons réalisé une ANOVA bidirectionnelle à deux facteurs. Examinant l'effet du substrat et des prétraitements germinatifs sur le taux de germination.
- Espèce E2 (PIPDIL, CLIUMB, CECSCH) : Un facteur a été appliqué à ces espèces (substrat) de ce fait nous avons réalisé une ANOVA à un facteur. Examinant l'effet du substrat sur le taux de germination.

Dans le cas où l'ANOVA désigne des différences significatives sur l'un des facteurs, alors un test de Tuckey a été réalisé afin de savoir quel traitement parmi le facteur significatif est différent. Le test de Tuckey compare les traitements entre eux afin de trouver lequel ou lesquels sont significativement différents entre eux. De ce fait il nous permet de savoir quel traitement a un effet positif, négatif ou aucun effet.

L'ensemble des analyses statistiques ont été réalisées sur le logiciel RStudio.

Une fois la modalité la plus efficiente trouvée, alors nous avons calculé différents paramètres liés à la germination appliquée à cette modalité.

II.5. MISE EN PLACE DES TESTS PAR TRANSPLANTATION DES SAUVAGEONS

Le test de transplantation a pour objectif de savoir l'efficacité de cette méthode pour chacune des espèces testées.

L'objectif principal de ce test est donc :

Quelle est l'efficacité de cette méthode de multiplication sur les différentes espèces cibles testées ?

II.5.1. NOMBRE D'INDIVIDUS

La quantité de plantules transplantées dépend de la place restante dans la pépinière après semis ainsi que du peu de temps que nous avons à disposition pour récupérer le matériel végétal.

Nous avons récupéré 20 sauvageons pour chaque espèce, sauf pour *Miconia mirabilis* dont le nombre de sauvageons trouvés est de 10.

II.5.2. RECOLTE DU MATERIEL VEGETAL

II.5.2.1. Les sites de récoltes

Les sites de récolte ont été déterminés sur base des connaissances du site de mon maître de stage Evens Delannay, les prospections d'identification des zones de régénération naturelle n'ayant pas pu être organisées

Les paramètres de diversité génétique sont trop compliqués à mettre en place pour ce type de méthode et aucune information sur la quantité de plantules à récolter pour améliorer la diversité génétique n'a été trouvée. De plus, ces sites de régénération sont assez rares.

Ce principe n'a donc pas été pris en compte lors de la récolte.

Les données environnementales prises lors de la récolte des fruits pour le semis indirect ont également été relevées lors de la récolte des sauvageons (Annexe 9)

II.5.2.2. Choix des plants à transplanter

Nous avons choisi les sauvageons portant au moins 2 à 4 feuilles (Verheij, 2005), différentes tailles ont été prélevés de manière aléatoire et sans règles précises.

L'état des sauvageons prélevés est important, il est préférable de prélever les sauvageons dans le meilleur état possible c'est-à-dire sans trace de prédation, de cassure ou de maladie. Des paramètres pouvant induire la mort des plantules.

Pour respecter la régénération naturelle des forêts nous avons prélevé seulement 5% des plantules d'une population (Ducouret *et al.*, 2022).

II.5.2.2. Méthode de récolte

A l'instar de la récolte des fruits, il est important de ne pas se tromper d'espèce lors de la récolte des sauvageons, pour cela l'utilisation de la Flore illustrée de Guadeloupe par Fournet (2002) a permis l'identification de chaque espèce.

Les sauvageons avec motte de racine sont déterrés en créant d'abord une fente d'un angle de 45° sur deux côtés du plant en utilisant une pelle ou une pioche. Le plant est alors soulevé sur la pelle, en tenant la tige de l'autre main, puis retiré avec une motte de racine intacte (Verheij, 2005). Cela évite aux racines d'être à nu et de se dessécher avec le soleil (Roelens & Vallauri, 2010).

Les sauvageons récoltés sont marqués à l'aide d'étiquettes en aluminium et accrochés à la base du plant en suivant le code suivant, basé sur celui utilisé lors de la récolte des fruits pour le semis indirect.

Exemple pour *Cecropia schreberiana* : CECSCH-T-1 (le T pour transplantation).

II.5.3. PREPARATION DES SUBSTRATS ET TRANSPLANTATION

Le substrat utilisé pour la transplantation des plantules est de même composition que celui utilisé comme substrat dit « classique » pour le semis indirect.

Soit 70 % de terreau bio, 20% de lombricompost et 10% de sable.

Cette base de substrat est identique aux compositions de substrats en semis indirect.

L'ensemble des plants ont été transplantés dans des sacs de culture de 3L avec ce même substrat.

II.5.4. PARAMETRES RELEVES ET SUIVI

Le suivi a été réalisé une seule fois au bout de trois semaines après transplantation.

L'objectif étant de déterminer quelles sont les plantules qui ont survécu à cette méthode de déterminer la cause d'une mort éventuelle afin de proposer des solutions pour maximiser la survie.

Pour cela, nous avons relevé la vitalité des plantules.

Une plantule est considérée comme morte lorsqu'après avoir gratté la tige l'intérieur est marron ou noir. Si l'intérieur est vert, cela signifie que la plante est en vie malgré un état de santé extérieur paraissant dégradé.

Pour les plantes mortes, nous avons déterminé l'état lors de la mort afin de trouver la cause potentielle. Trois causes principales ont été considérées :

- La prédation : lorsque la plantule est retrouvée morte avec la tige coupée nette, les fourmis manioc (*Acromyrmex octospinosus*) sont incriminées, car elles peuvent s'attaquer aux plantules et les couper.
- Le dessèchement : lorsque les feuilles ainsi que le tronc des plants est sec et cassant
- La blessure : lorsque le plant a une tige cassée par un quelconque effet mécanique provoquant sa mort.

Afin de réaliser ce relevé de données, une fiche de suivi a été réalisé (Annexe 10)

II.5.5. ANALYSE DES RESULTATS

Pour chacune des cinq espèces transplantées nous avons calculé le taux de reprise, indice déterminé sur base du taux de germination :

$$TR = PV*100/PT$$

Avec :

PV : Nombre de plantules vivantes

PT : Nombre de plantules totales

Ainsi que l'état des plantules lorsque ces dernières ont été considérées comme mortes, cet indice est calculé en pourcentage par rapport aux différentes causes de mort trouvées. Ce qui nous donne la répartition des causes de la mort en pourcentage :

$$\text{Répartitions des causes de mort} = C*100/TM$$

Avec :

C : Nombre de plantules mortes avec une des causes

TM : Nombre total de plantules mortes

III. RESULTATS

III.1. LISTE PRELIMINAIRE DES ESPECES CIBLES

Pour donner suite à la sélection de nos conditions dans le choix des espèces, nous avons sélectionné les espèces suivantes :

Famille	Espèces	Nom vernaculaire	Strate
Malpighiaceae	<i>Byrsonima spicata</i>	Bois tendre	Arborescente moyenne
Malpighiaceae	<i>Byrsonimia trinitensis</i>	Mauricif patagon	Arborescente moyenne
Urticaceae	<i>Cecropia schreberiana</i>	Bois canon	Arborescente moyenne
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Fromager	Arborescente dominante
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus iquaco</i>	Icaque	Arbustive
Melastomataceae	<i>Clidemia umbrosa</i>	Cœur de boeuf	Arbustive
Boraginaceae	<i>Cordia sulcata</i>	Maho bré	Arborescente moyenne
Boraginaceae	<i>Cordia reticulata</i>	Mapou lélé / bois siffleur	Arborescente moyenne
Cyatheaceae	<i>Cyathea arborea</i>	Fougère arborescente	Arborescente moyenne
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis americana</i>	Mahot piment	Arbustive
Moraceae	<i>Ficus citrifolia</i>	Figuier maudit	Arborescente dominante
Moraceae	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	Figuier blanc	Arborescente dominante
Rubiaceae	<i>Gonzalagunia hirsuta</i>	Bois colibris	Arbustive
Fabaceae	<i>Inga ingoides</i>	Pois doux gris	Arborescente dominante
Melastomataceae	<i>Miconia impetioilaris</i>	Krékré rouge	Arbustive
Melastomataceae	<i>Miconia mirabilis</i>	Bois côtelette blanc	Arbustive
Myrtaceae	<i>Myrcia deflexa</i>	Goyavier montagne	Arborescente inférieur
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Bois flot	Arborescente dominante
Piperaceae	<i>Piper dilatatum</i>	Queue de rat	Arbustive
Arecaceae	<i>Prestoea montana</i>	Palmiste	Arborescente moyenne
Rubiaceae	<i>Psychotria berteriana</i>	Café marron grand bois	Arbustive
Phyllanthaceae	<i>Richeria grandis</i>	Bois bandé/Marbri	Arborescente moyenne

Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>	Bois la glue	Arborescente moyenne
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Acajou blanc	Arborescente dominante
Malvaceae	<i>Sterculia caribaea</i>	Mapou baril	Arborescente dominante
Primulaceae	<i>Stylogyne lateriflora</i>	Abricot grandes feuilles	Arborescente inférieur

Figure 24 : Liste des espèces cibles pour la restauration du site de Providence

Les noms vernaculaires dans le tableau ci-dessus sont les noms principaux utilisés pour chaque espèce, cependant en raison de leur pluralité et afin d'éviter les confusions, la nomenclature scientifique sera privilégiée dans cette étude.

Cette liste compte 26 espèces respectant l'ensemble des critères présentés en partie II.2. Elle est constituée des principales espèces recensées par les livres botaniques de la flore de Guadeloupe utilisés.

Cette liste d'espèces a été présentée puis validée par deux experts en botanique, Eléonore Mira et Jacque Beauchêne qui ont jugé les espèces comme respectant les critères de sélection appliqués.

La plupart de ces espèces produisent des fruits, une donnée importante pour le projet, car la production de fruits induit qu'une récolte pour effectuer le semis de ces espèces est envisageable. Excepté pour *Cyathea arborea*, une fougère dont la multiplication ne peut être faite que par reproduction végétative.

Dans un souci de concision et de temps, les espèces testées dans cette étude ont fait l'objet de recherches approfondies sur leur écologie et leurs caractéristiques.

Parmi les espèces choisies pour être multipliées dans cette étude (II.3.1 et II.3.2), deux espèces sont particulièrement intéressantes pour la restauration de leur capacité de dissémination. En effet, *Piper dilatatum* et *Cecropia schreberiana* sont deux espèces dont les fruits sont consommés par les disperseurs de graines. Une étude menée par Masson *et al.* (1994) a montré que *Cecropia schreberiana* est dispersé par au moins trois espèces de chauve-souris que l'on retrouve en forêt hygrophile, mais aussi par cinq espèces d'oiseaux. C'est également le cas de *Piper dilatatum* qui lui est disséminé par au moins une espèce de chauve-souris et une espèce d'oiseau.

Ces espèces peuvent donc attirer les disperseurs, cela pourra engendrer une multiplication naturelle de ces espèces, mais aussi favoriser la présence de la faune pour recréer, potentiellement, des habitats pour cette faune.

Inga Ingoides est également une espèce à retenir, elle fait partie de la famille des Fabaceae, favorisant notamment la disponibilité en azote du sol (Wilson *et al.*, 2021). Ceci peut être bénéfique pour le développement des autres espèces à planter, mais aussi pour améliorer de manière générale les conditions du sol.

Les espèces de strates inférieures, arbustives, tel que *Clidemia umbrosa* sont utiles pour leur capacité de couvert végétal. En effet *Clidemia umbrosa* possède de larges feuilles, créant un ombrage au sol et limitant la pousse des EEE dans la zone replantée.

De manière générale, il est compliqué de trouver des informations sur les autres espèces sélectionnées. Peu de documentation est disponible et c'est en partie pour cela qu'il est intéressant de les étudier.

III.2. LA GERMINATION DES ESPECES CIBLES

Des modifications des conditions expérimentales ont été remarquées lors du suivi. Une partie des individus avait perdu la totalité de leur substrat entre les trous des pots et certains pots étaient gorgés d'eau.

Ces modifications des conditions expérimentales peuvent avoir un impact sur la germination et de ce fait biaiser les données. L'objectif est d'obtenir des résultats les plus fiables possibles dans des conditions expérimentales similaires. De ce fait, nous avons donc décidé de retirer de l'analyse tous les individus ayant subi ces perturbations liées à des facteurs externes. L'analyse sera plus précise et nous pourrons ainsi apprécier au mieux les résultats.

III.2.1. MICONIA MIRABILIS

Pour la réalisation de l'ANOVA des taux de germination de *Miconia mirabilis* en fonction des différents facteurs substrats et prétraitements germinatifs, la validité de la réalisation de l'ANOVA par le test de Shapiro et de Levene a été faite.

Les données respectent le test de Shapiro (normalité) et le test de Levene (homoscédasticité) avec des valeurs de P-value au-dessus du seuil de 0,05 (Annexe 11), les données suivent donc bien une loi normale et les variances des groupes sont égales. Ce qui nous permet d'affirmer que les résultats de l'ANOVA sont fiables.

1) Prétraitement germinatif

Dans un premier temps, nous avons regardé les interactions entre les prétraitements germinatifs et les taux de germination.

Nous avons deux hypothèses pour les résultats de l'analyse statistique :

H0 (hypothèse nulle) : les moyennes des modalités du facteur prétraitement germinatif sont égales.

H1 : les moyennes des modalités du facteur prétraitement germinatif diffèrent entre elles.

Pour valider ou non les hypothèses posées, nous avons réalisé une ANOVA à un facteur entre prétraitement germinatif et taux de germination.

	Degré de liberté	Somme des Carrés	Carré moyen	Ratio F	Valeur p
Substrat	2	251	125.3	0.619	0.54605

Figure 25 : Résultats de l'ANOVA entre prétraitement germinatif et taux de germination de *Miconia mirabilis*

De tous les paramètres de l'ANOVA nous allons nous intéresser à la Valeur p ou p-Value, celle-ci est de 0.54605 ce qui est supérieur au seuil de confiance de 0,05. De ce fait, nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle.

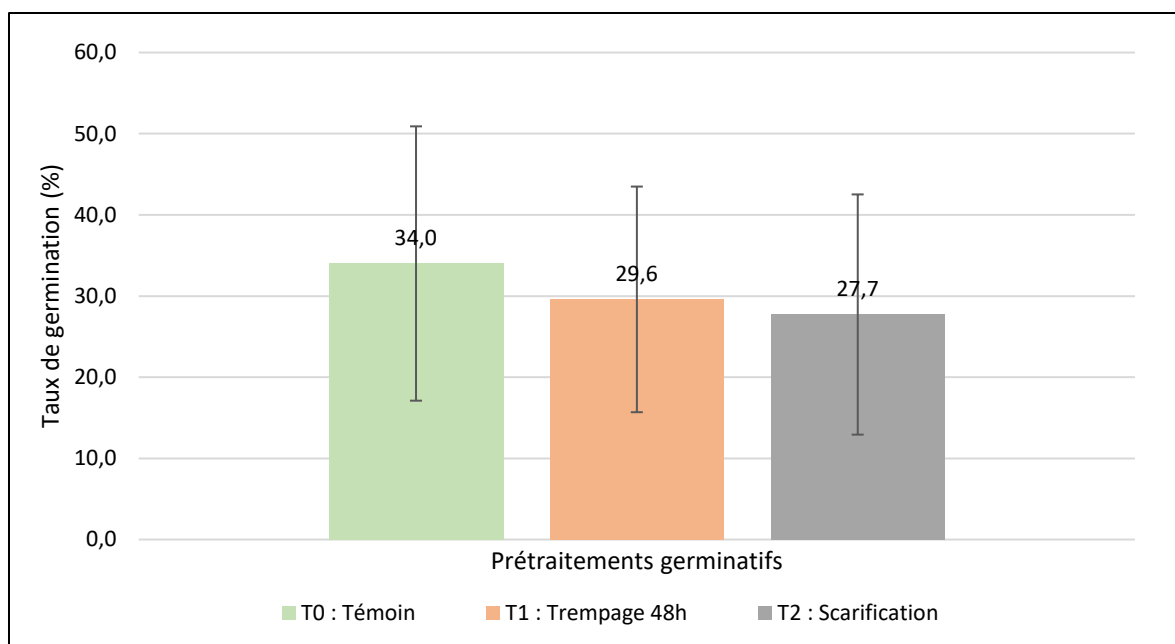


Figure 26 : Taux de germination de *Miconia mirabilis* en fonction des prétraitements germinatifs

Les taux de germination obtenus pour chaque prétraitement sont montrés via la figure 26. On remarque que T0 a un taux de germination (34%) par rapport à T1 (29,6%) et T2 (27,7%). Les différences entre ces taux de germination ne sont pas significatives d'après les résultats de l'ANOVA.

De ce fait les moyennes des prétraitements germinatifs sont considérées comme égales, aucun des prétraitements germinatifs n'exerce une influence sur le taux de germination.

Traitements	Paramètres de germination des graines		
	Temps de latence (jours)	Durée de germination (jours)	Temps moyen de germination (jours)
T0 : Témoin	3	31	19
T1 : Trempage 48H	3	31	17
T2 : Scarification	3	31	19

Figure 27 : Paramètres de germination de *Miconia Mirabilis* en fonction des prétraitements germinatifs

D'après la figure 27 on remarque que le temps de latence ainsi que la durée de germination sont les mêmes pour chaque substrat. Cependant, on remarque les temps moyens de germination sont différents. En effet, le prétraitement témoin a un TMG similaire à la scarification (19 jours), indiquant que les deux lots de graines de ces prétraitements sont aussi rapides à germer. Le prétraitement de trempage pendant 48h est plus lent à germer avec un TMG de 17 jours.

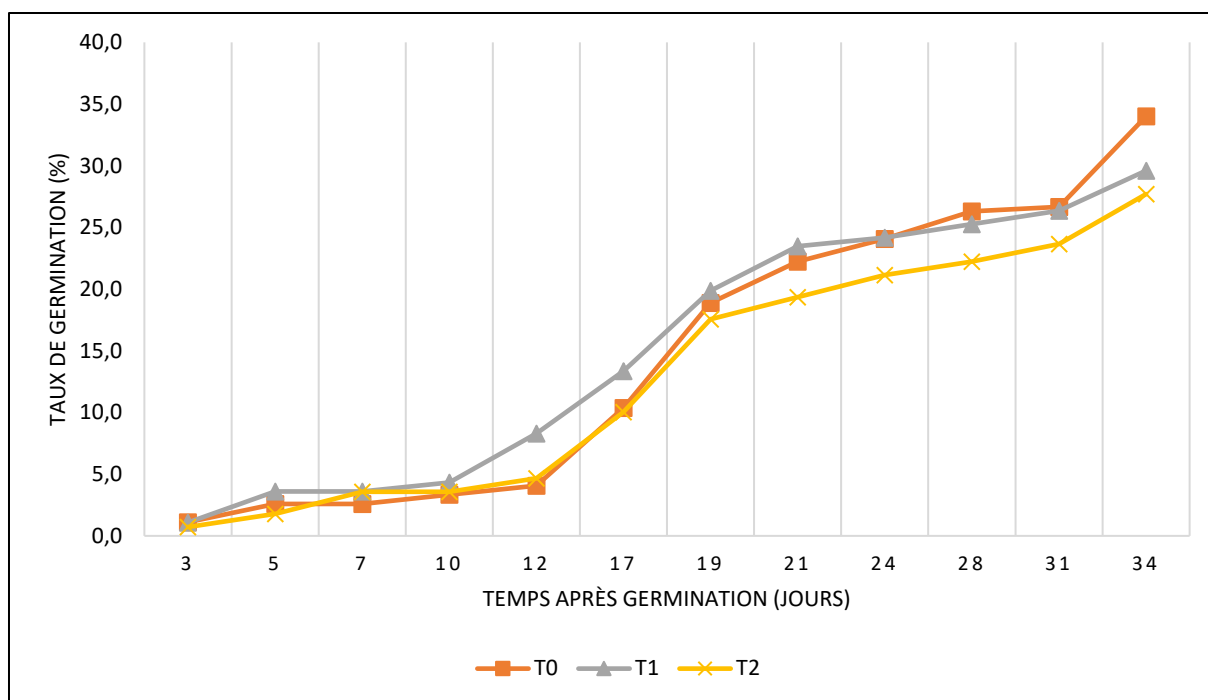


Figure 28 : Evolution des taux de germination de *Miconia mirabilis* en fonction des prétraitements germinatifs

L'évolution des taux de germination (figure 28) permet d'apprécier les résultats obtenus par l'ANOVA et les autres paramètres de germination. On remarque que les taux de germination évoluent de manière quasi identique tout au long du suivi.

2) Substrat

Pour l'analyse des substrats nous avons émis deux hypothèses :

H0 (hypothèse nulle) : les moyennes des modalités du facteur substrat sont égales

H1 : les moyennes des modalités du facteur substrat diffèrent entre elles

Afin de valider les hypothèses, nous avons obtenu les résultats de l'ANOVA suivant :

	Degré de liberté	Somme des Carrés	Carré moyen	Ratio F	Valeur p
Substrat	2	2549	1274	6.294	0.00571

Figure 29 : Résultat de l'ANOVA entre les substrats et le taux de germination pour *Miconia mirabilis*

L'ANOVA donne une p value de 0.00571 ce qui est en dessous du seuil de confiance de 0,05. De ce fait, nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et admettre qu'il existe une différence significative entre les substrats sur le taux de germination.

Les résultats du test de Tuckey nous permettent d'apprécier les différences significatives entre les différents substrats utilisés.

Comparaison	Diff	lwr	upr	P- value
S2-S3	15.11667	1.581670	28.65166	0.0258972
S1-S3	19.69167	6.156670	33.22666	0.0031296
S1-S2	4.57500	-8.959996	18.11000	0.6876832

Figure 30 : Résultats du test de Tuckey entre les substrats sur le taux de germination pour *Miconia mirabilis*

La comparaison entre S1 et S2 indique une p-value de 0,6876832, ce qui est inférieur à 0,05 (seuil de confiance). Indiquant ainsi qu'il n'y a pas de différences significatives entre valeurs moyennes de taux de germination pour ces deux substrats.

Cependant, on remarque que les comparaisons entre S2-S3 (0,0258972) et S1-S3 (0.0031296) ont des p values inférieures au seuil de confiance de 0,05. Ce qui indique des différences significatives entre S1 et S3 mais aussi entre S2 et S3.

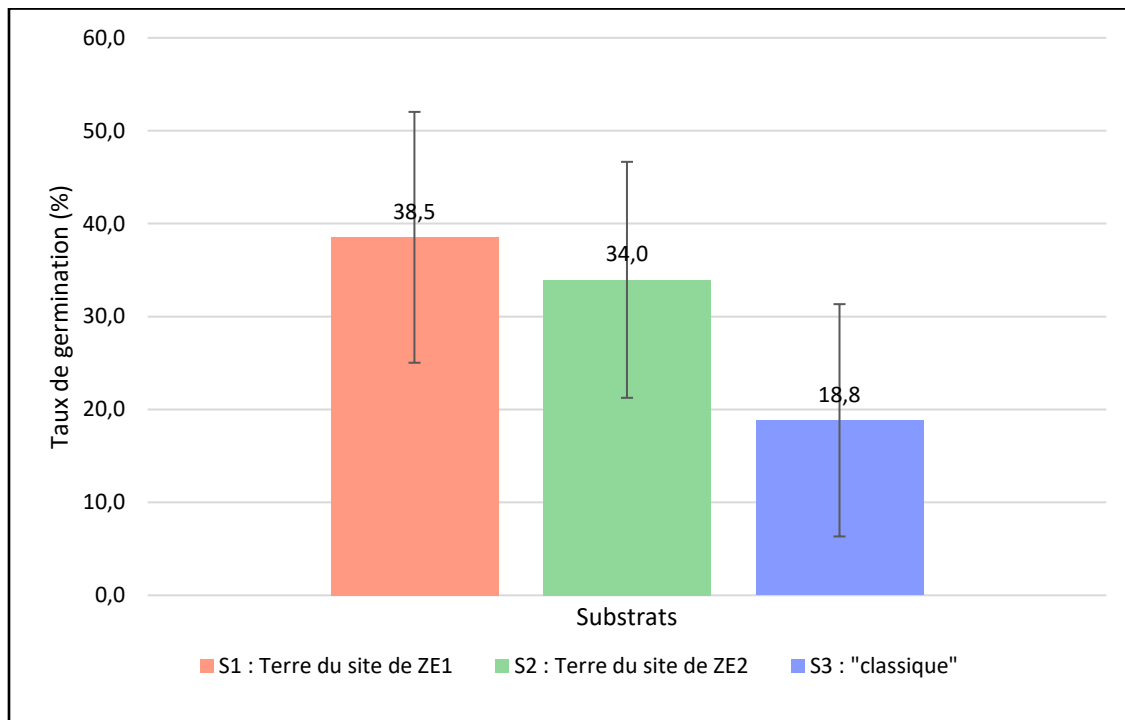


Figure 31 : Diagramme des taux de germinations de *Miconia Mirabilis* en fonction du substrat

Les différences de substrats entre S1 (38,5%) et S2 (34%) ne sont pas significatives d'après le résultat du test de Tuckey, cependant S3 (18,8%) est significativement différents de S1 et S2 avec des différences respectives de 19,7% et 15,2%.

De ce fait les taux de germination obtenus avec le substrat « classique » sont significativement moins performants qu'avec les substrats issus de terre du site ZE1 et ZE2. Les différences entre S1 et S2 ne peuvent être prouvées statistiquement.

Traitements	Paramètres de germination des graines		
	Temps de latence (jours)	Durée de germination (jours)	Temps moyen de germination (jours)
S1 : Terre du site ZE1	3	31	21
S2 : Terre du site ZE2	3	31	20
S3 : « classique »	3	31	14

Figure 32 : Paramètre de germinations de *Miconia mirabilis* en fonction du substrat

La figure 32 nous permettent de voir que le temps de latence et la durée de germination est identique pour chaque substrat. Cependant, les temps de moyen de germination sont plus courts pour le substrat « classique » (14 jours) que pour les substrats composés de terre des sites ZE1

(21 jours) et ZE2 (20 jours). Ce qui indique que la germination est plus courte avec le substrat S3.

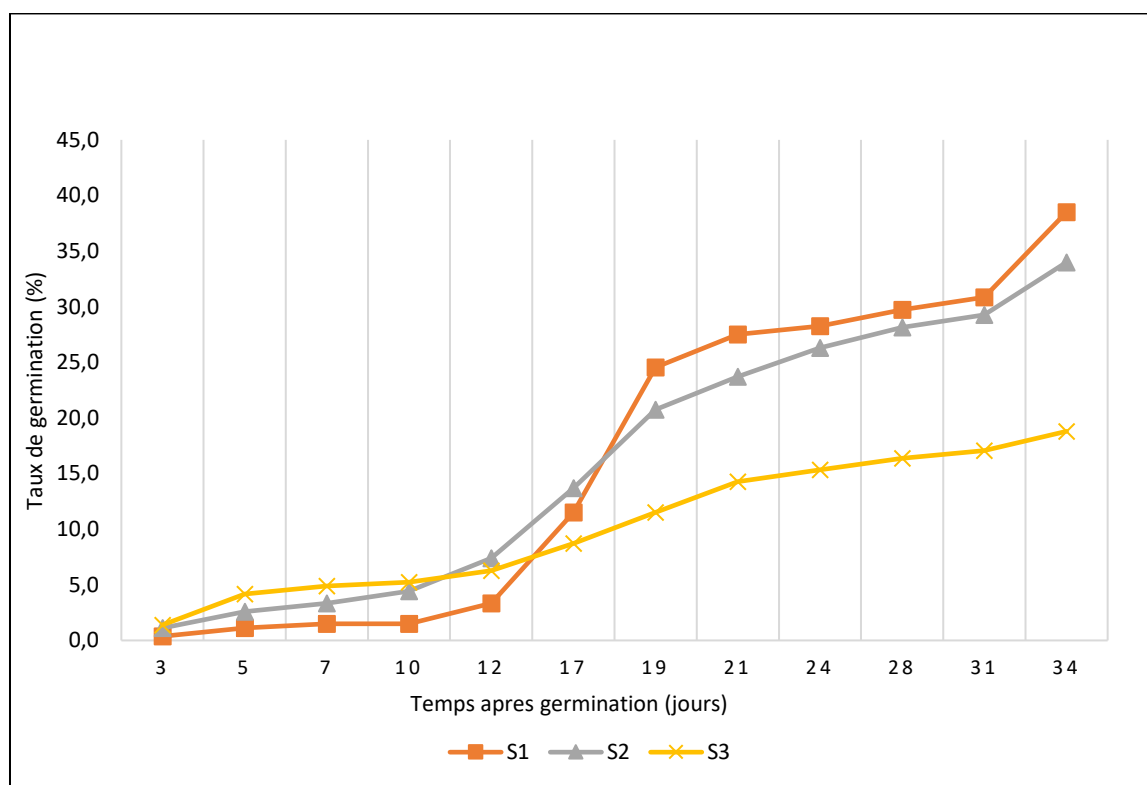


Figure 33 : Evolution des taux de germinations de *Miconia mirabilis* en fonction du substrat

D'après les résultats obtenus, on remarque grâce à la figure 33 que le substrat S3 suit une évolution des taux de germination plus faible que les substrats S1 et S2, avec des taux de germination journaliers assez constants, mais faibles, coïncidant avec les résultats finaux obtenus pour les taux de germination.

III.2.2. PIPER DILATATUM

L'analyse des résultats de *Piper dilatatum* n'a été réalisée que sur l'effet du substrat sur le taux de germination. En effet, aucun prétraitement n'a été appliqué.

Nous avons émis deux hypothèses afin de savoir si le substrat a un effet sur le taux de germination :

H0 (hypothèse nulle) : les moyennes des modalités du facteur substrat sont égales

H1 : les moyennes des modalités du facteur substrat diffèrent entre elles

Afin de vérifier ces hypothèses, nous avons réalisé une ANOVA à un facteur :

	Degrés de liberté	Somme des Carrés	Carré moyen	Ratio F	Valeur p
Substrat	2	2549	1274	6.294	0.00571

Figure 34 : Résultats de l'ANOVA entre le taux de germination et le substrat pour *Piper dilatatum*

Les résultats de l'ANOVA (figure 34) nous donnent une p value de 0,00571, ce qui est inférieur au seuil de confiance de 0,05. De ce fait, nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et admettre qu'il existe une différence significative entre les moyennes des taux de germination par rapport aux substrats.

Les tests de Levene et de Shapiro ont montré des résultats de P-value au-dessus du seuil de 0,05 (Annexe 12), indiquant que les données respectent les règles de l'ANOVA. Les résultats sont donc fiables.

Les résultats du test de Tuckey (figure 35) indiquent des p values inférieur à 0,05 pour l'ensemble des comparaisons entre S1-S3 (0,0035601), S2-S3 (0,0000640) et S2-S1 (0,0204762). Les taux de germination sont significativement différents entre les 3 substrats.

Comparaison	Diff	lwr	upr	P value
S2-S3	15.11667	1.581670	28.65166	0.0258972
S1-S3	19.69167	6.156670	33.22666	0.0031296
S1-S2	4.57500	-8.959996	18.11000	0.6876832

Figure 35 : Résultats du test de Tuckey entre les différents substrats par rapport au taux de germination de *Piper dilatatum*

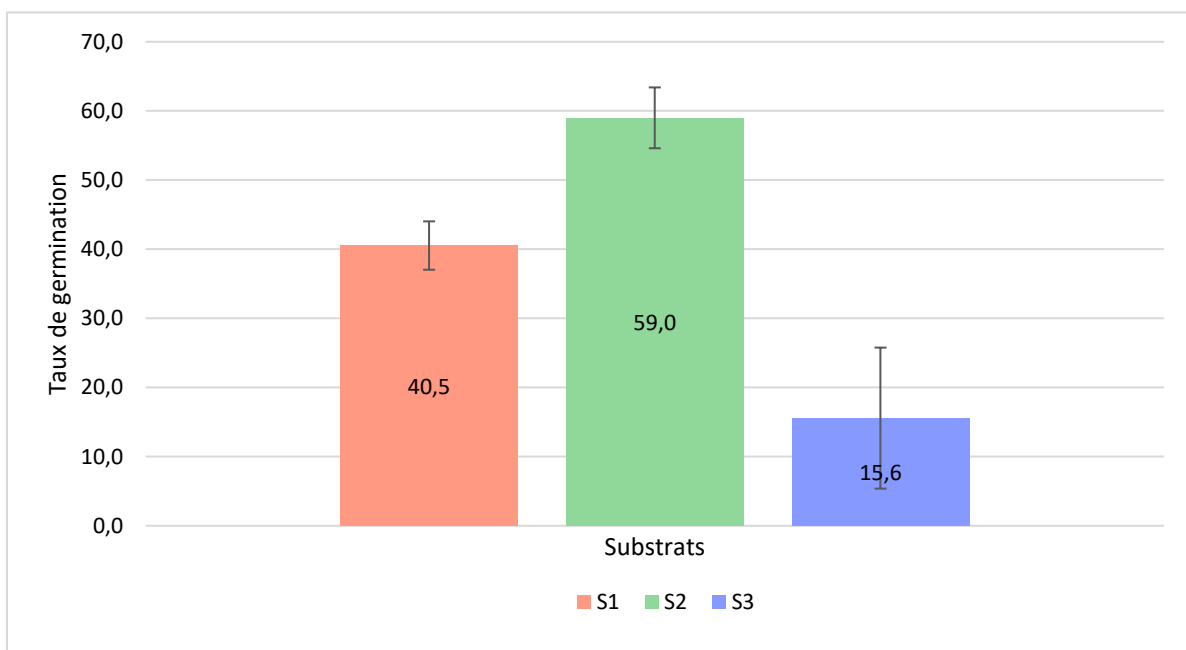


Figure 36 : Diagramme du taux de germination de *Piper dilatatum* en fonction du substrat

On remarque des différences de taux de germination obtenues entre chacun des substrats, S3 a un taux de germination de 15,6% soit 24,9% de moins que S1 (40,5%) et 43,4% de moins que S2 (59%). Ces différences étant significatives par le test de Tuckey cela indique que le substrat « classique » obtient les moins bons résultats de taux de germination.

Les différences significatives entre S1 et S2 sont de 18,5% et nous indique que le substrat 2 composé de terre du site de ZE2 obtient de meilleurs résultats de taux de germination pour *piper dilatatum*.

Traitementq	Paramètres de germination des graines		
	Temps de latence (jours)	Durée de germination (jours)	Temps moyen de germination (jours)
S1 : Terre du site ZE1	12	19	19
S2 : Terre du site ZE2	5	26	18
S3 : « classique »	7	24	19

Figure 37 : Paramètres de germination des graines de *Piper dilatatum*

Le temps moyen de germination est identique pour les substrats issus de terre du site ZE1 et le substrat « classique » (19 jours). Tandis que la germination en substrat S2 est plus rapide (18 jours).

On remarque que le temps de latence est plus court pour S2 (5 jours) et S1 (7 jours) tandis qu'il est à 12 jours pour S3.

Les durées de germinations ne sont donc pas les mêmes, la durée de germination de S1 est de 19 jours, tandis que cette durée de germination est de 26 jours pour S2 et 24 jours pour S3.

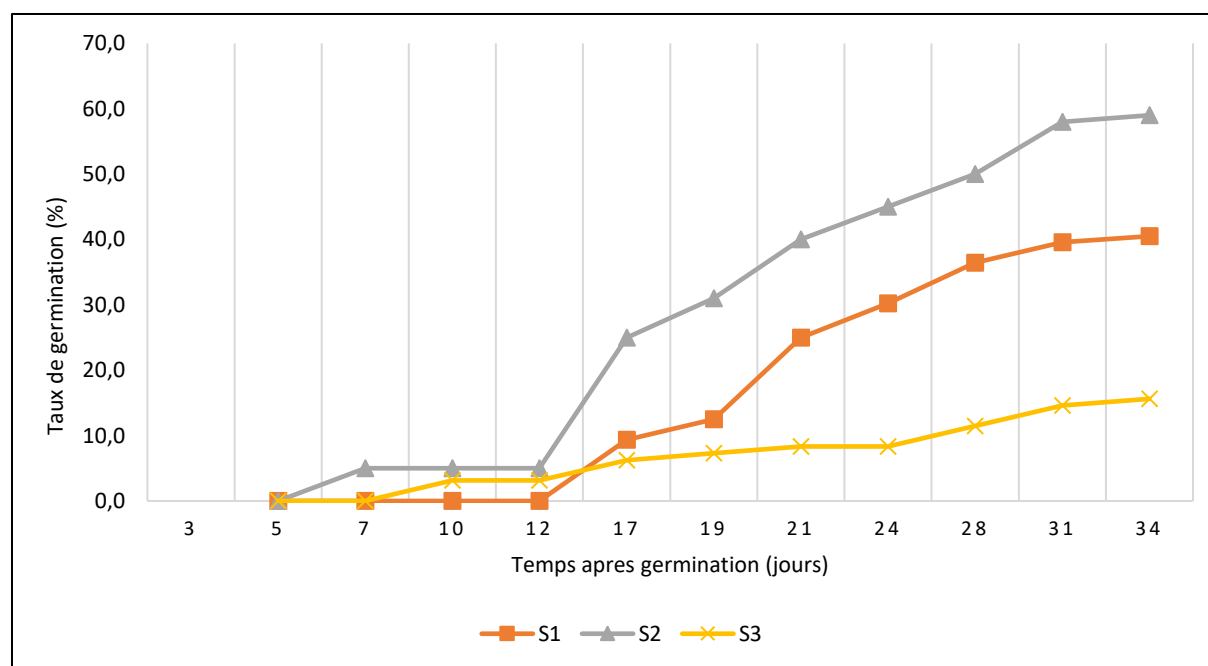


Figure 38 : Evolution du taux de germination de *Piper dilatatum* en fonction du substrat

D'après la figure 38, on remarque que l'évolution des taux de germination dans le temps est différente en fonction des substrats. On observe une forte augmentation des germinations entre le 12^e et 17^e jour pour S1 et S2 alors que la courbe de S3 stagne. Confirmant ainsi les résultats obtenus pour la germination de *Piper dilatatum*.

III.2.3. CECROPIA SCHREBERIANA

Tout comme *Piper dilatatum*, *Cecropia schreberiana* a été classé comme espèce E1, sans prétraitement germinatif appliqué.

Nous cherchons à savoir quels sont les effets du substrat sur le taux de germination

Afin de répondre à cette question, nous avons émis deux hypothèses :

H0 (hypothèse nulle) : les moyennes des modalités du facteur substrat sont égales

H1 : les moyennes des modalités du facteur substrat diffèrent entre elles

	Degré de liberté	Somme des Carrés	Carré moyen	Ratio F	Valeur p
Substrat	2	3800	1900.1	31.56	8.57 ^e -05

Figure 39 : Résultat de l'ANOVA entre le substrat et le taux de germination de *Cecropia schreberiana*

L'ANOVA a un facteur nous donne une p value de 8.57e-05 ce qui est largement inférieur à l'intervalle de confiance de 0,05. De ce fait, nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et admettre qu'il existe une différence significative entre les moyennes des taux de germination par rapport aux substrats utilisés.

Les tests de Levene et de Shapiro ont donné des résultats de P value au-dessus du seuil de 0,05 (Annexe 13), indiquant que les données respectent les règles de l'ANOVA. Les résultats obtenus sont donc fiables.

Le test de Tuckey indique des p values inférieures au seuil de confiance de 0,05 pour les comparaisons entre S1-S3 (0.0068202) et entre S2-S3 (0.0049611). Cependant, il n'y a pas de différences significatives entre S1-S2 (0.9739562).

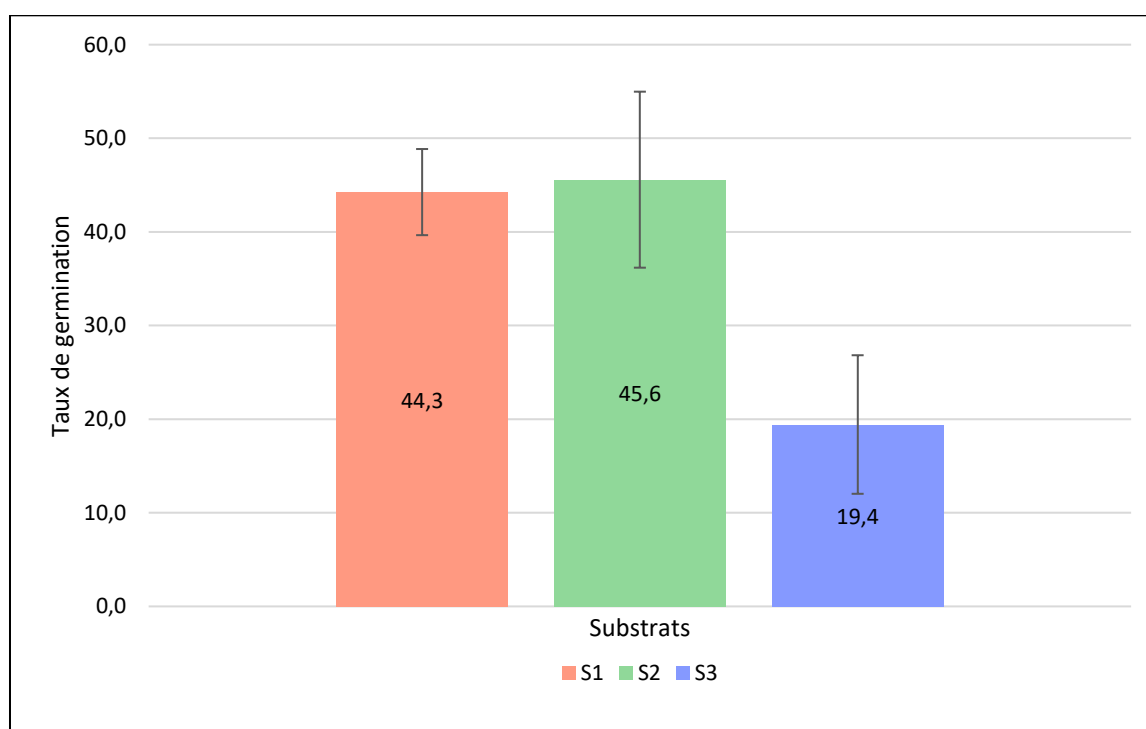


Figure 40 : Diagramme des taux de germination de *Cecropia schreberiana* en fonction du substrat

Avec la figure 40 on remarque des différences de taux de germination entre S1 (44,3%) et S2 (45,6%) de 1,3%, d'après le test de Tuckey ces différences ne sont pas significatives car la p value obtenue en comparant ce test est au-dessus du seuil de confiance de 0,05 (P value = 0.9739562). On ne prend pas en compte les différences entre ces deux substrats.

Traitements	Paramètres de germination des graines		
	Temps de latence (jours)	Durée de germination (jours)	Temps moyen de germination (jours)
S1 : Terre du site ZE1	12	19	19
S2 : Terre du site ZE2	5	26	19
S3 : « classique »	7	24	20

Figure 41 : Paramètres de germination de *Cecropia schreberiana* en fonction du substrat

Les différents paramètres de germination nous montrent que le temps de latence du substrat S1 est plus tardif (12 jours) que le substrat S2 (5 jours) et S3 (7 jours).

Les durées de germination sont également plus courtes pour S1 (19 jours) et plus longues pour S2 (26 jours) et S3 (24 jours).

En s'intéressant au temps moyen de germination, on remarque que celui-ci est assez homogène, S1 et S2 sont identiques (19 jours) et S3 plus long (20 jours)

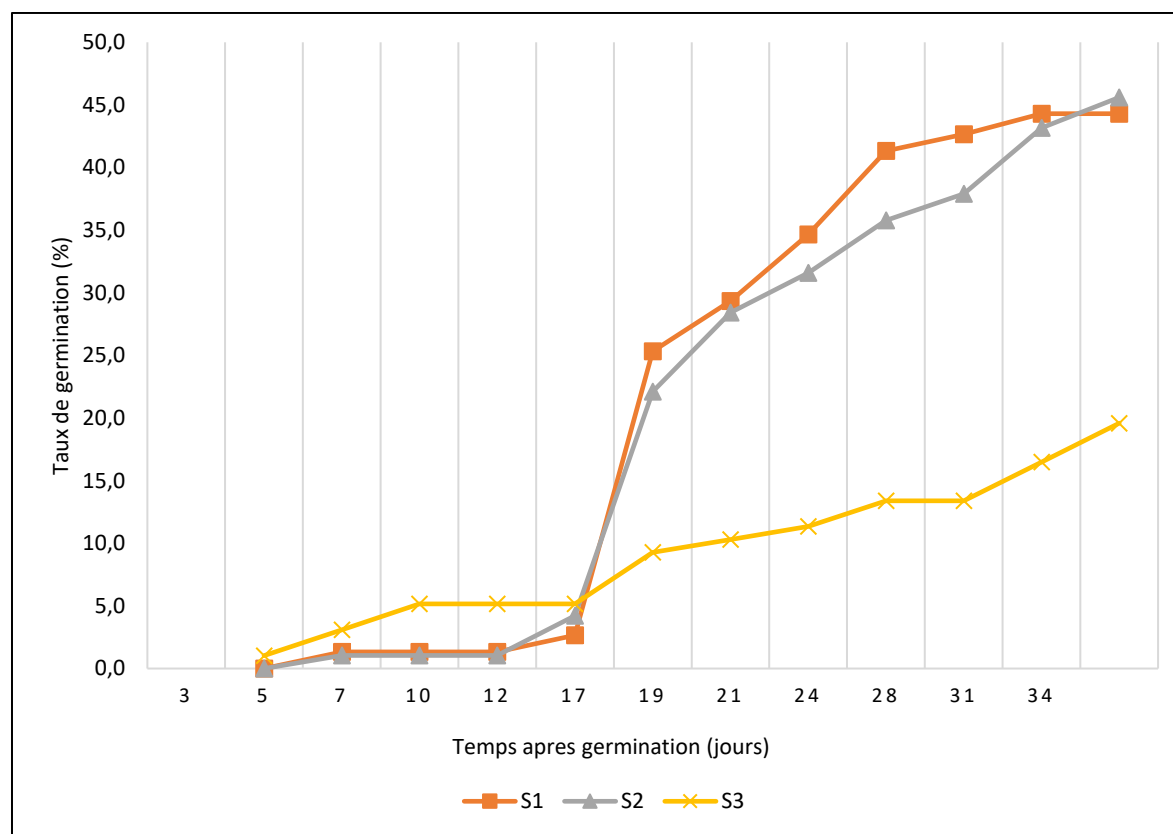


Figure 42 : Evolution des taux de germination de *Cecropia schreberiana* en fonction du substrat

En se penchant sur la figure 42, on remarque que le substrat S3 a une tendance stagnante comparée au substrat S1 et S2. Mettant bien en exergue le fait que ce substrat induit de faibles taux de germination. En lien avec les résultats obtenus, les substrats S1 et S2 suivent une tendance presque identique, permettant de mettre en avant le fait qu'aucune différence significative existe entre ces substrats pour le taux de germination.

III.2.4. CLIDEMIA UMBROSA

Pour rappel, nous n'avons pas compté le nombre de graines semées pour *Clidemia umbrosa*, le calcul du taux de germination n'a pu être fait. Ainsi l'ANOVA a été faite sur les résultats obtenus pour le nombre de graines germées par fruit.

Nous avons émis deux hypothèses afin de déterminer si le substrat exerçait une influence sur le nombre de graines germées par fruit :

H0 (hypothèse nulle) : les moyennes des modalités du facteur substrat sont égales

H1 : les moyennes des modalités du facteur substrat diffèrent entre elles

	Degré de liberté	Somme des Carrés	Carré moyen	Ratio F	P value
Substrat	2	570	285.2	1.994	0.192

Figure 43 : Résultats de l'ANOVA entre le substrat et le nombre de graines par fruits pour *Clidemia umbrosa*

Les résultats de l'ANOVA indiquent une p value de 0,192, ce qui est supérieur au seuil de confiance de 0,05. Signifiant qu'il n'y a pas de différences significatives entre chaque substrat malgré les différences observées.

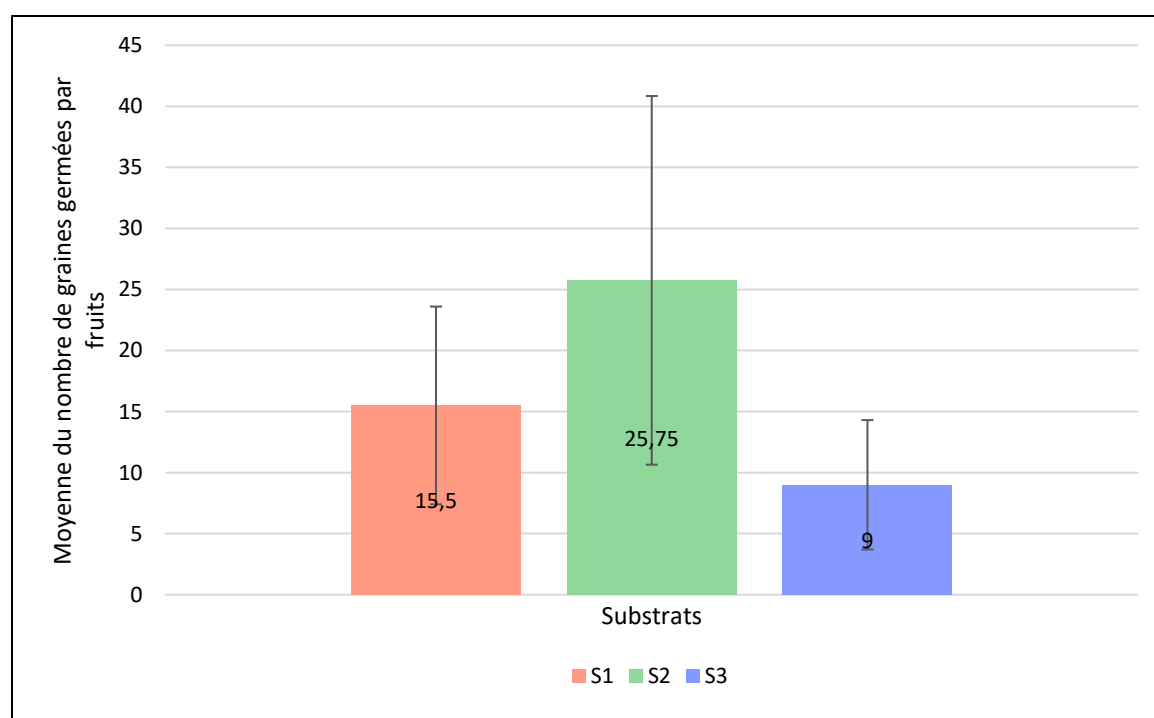


Figure 44 : Diagramme du nombre de graines germées par fruit de *Clidemia umbrosa* en fonction du substrat

Grace à la figure 44, on remarque que le substrat « classique » S3 (9) a des différences de 16,75 graines germées avec S2 (25,75) et une différence de 6,5 graines germées avec S1 (15,5). Le substrat S1 et S2 ont une différence de graines germées de 10,25. Cependant, aucune de ces différences n'est significativement différente d'après l'ANOVA.

Les p values des tests de Levene et de Shapiro sont supérieures au seuil de 0,05, indiquant que les résultats de l'ANOVA sont fiables (Annexe 14)

On ne peut pas prendre en compte les différences observées, car l'hypothèse nulle n'est pas rejetée. On admet donc qu'aucun des substrats n'a un effet sur le nombre de graines germées de *Clidemia umbrosa*.

Traitements	Paramètres de germination des graines		
	Temps de latence (jours)	Durée de germination (jours)	Temps moyen de germination (jours)
S1 : Terre du site ZE1	5	29	21
S2 : Terre du site ZE2	5	29	20
S3 : « classique »	7	27	18

Figure 45 : Paramètres de germination de *Clidemia umbrosa* en fonction du substrat

Les paramètres de germination nous montrent que les temps de latence pour les substrats S1 et S2 (5 jours) sont identiques alors qu'il est plus tard pour S3 (7 jours). La durée de germination suit la même pour les substrats S1 et S2 (29 jours) tandis qu'elle est plus courte pour le substrat dit « classique » S3 (27 jours).

Le temps de germination quant à lui nous permet de savoir quels sont les lots de graines parmi les 3 substrats, qui ont été le plus rapide à germer. La première chose à noter est que le substrat S3 (« classique ») présente le temps moyen de germination le plus court, avec 18 jours, suivi de près par S2 (Terre du site ZE2) avec 20 jours, et enfin S1 (Terre du site ZE1) avec 21 jours.

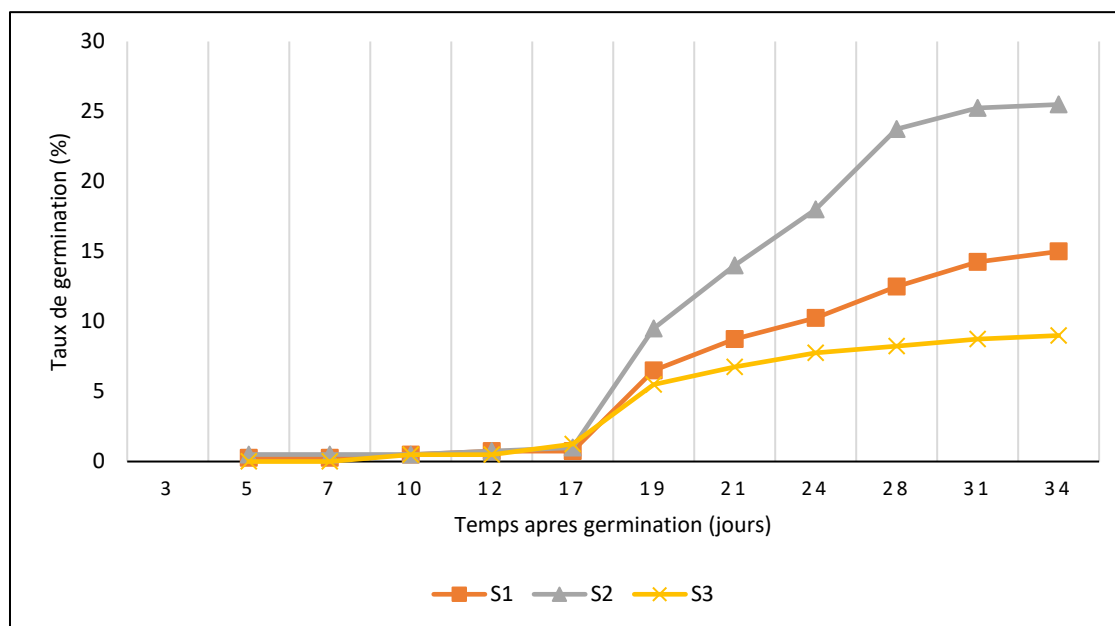


Figure 46 : Evolution du nombre de graines germées par fruit pour *Clidemia umbrosa* en fonction du substrat

On remarque des différences entre l'évolution des taux de germination pour chaque substrat, avec le substrat S3 donnant des taux de germination journaliers plus faibles que S1 et S2. Ce qui est cohérent au vu des taux de germination obtenus et des paramètres de germination calculés.

III.3. REPRISE DES TRANSPLANTATION

Dans cette section, nous allons vous présenter les résultats des taux de reprise obtenue pour chaque espèce.

Ces données ont été récoltées sur le terrain après avoir déterminé la mort ou non des sauvageons transplantés.

Un des sauvageons transplantés de *Richeria grandis* ayant disparu après transplantation, nous avons décidé de retirer cette donnée de l'analyse, car issue d'un facteur externe à l'étude. De ce fait, nous avons considéré seulement 19 des 20 plants issus de la transplantation.

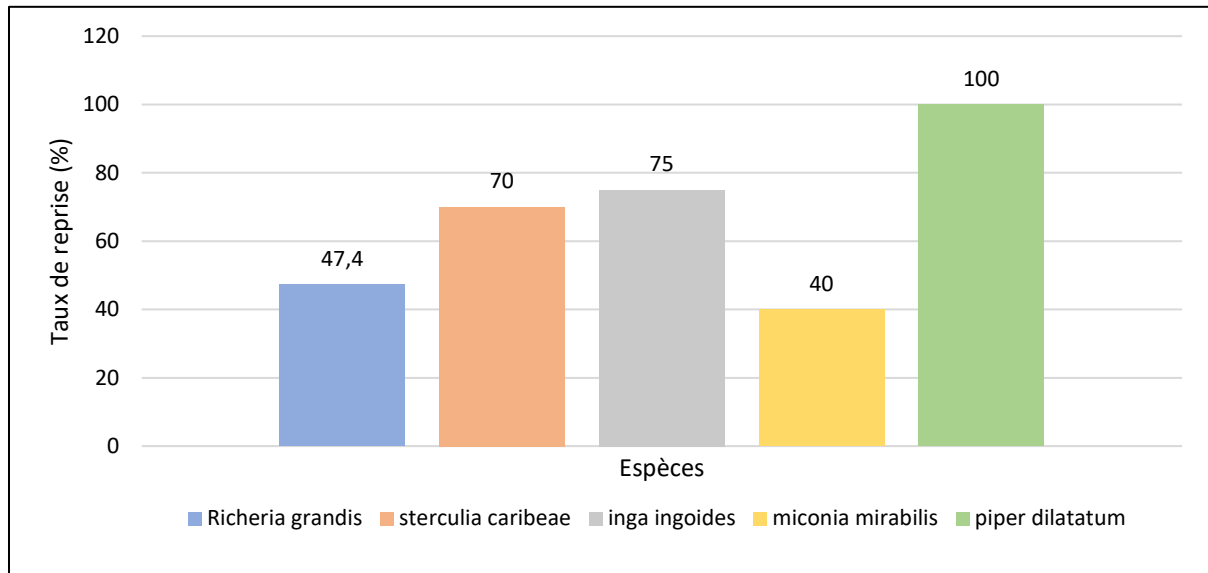


Figure 47 : Taux de reprises des espèces mises en transplantation

D'après la figure 47, un éventail de taux de reprise a été observé parmi les cinq espèces étudiées : *Richeria grandis*, *Sterculia caribeeae*, *Inga ingoides*, *Miconia mirabilis* et *Piper dilatatum*.

Parmi elles, *Sterculia caribeeae* et *Inga ingoides* ont présenté des taux de reprise plus élevés, atteignant respectivement 70% et 75%, indiquant leur meilleure adaptation aux conditions contrôlées de la pépinière. D'autre part, *Miconia mirabilis* a affiché un taux de reprise de seulement 40%, mettant en évidence la nécessité d'approches plus spécifiques pour favoriser son adaptation.

A l'exception de *Piper dilatatum* dont nous n'avons relevé aucune perte, la mortalité des plants est due à 100% à la dessiccation, toutes espèces confondues.

IV. DISCUSSION

IV.1. LA LISTE DES ESPECES

Afin de répondre aux objectifs généraux du projet Providence, il était important de proposer une liste d'espèces clés nécessaires aux expérimentations qui seront mises en place par la suite. Ces expérimentations auront pour but de limiter le nombre d'espèces de cette liste d'espèces en ne gardant que les espèces qui arrivent à être multipliées de manière efficace.

Même en limitant cette liste, le PNG aura du mal à réaliser des expérimentations sur autant d'espèces, l'avis d'experts de la restauration écologique sera indispensable pour valider leur pertinence dans le contexte de la zone qui va être restaurée.

Cela permettra d'affiner petit à petit le choix des espèces sur la base de cette liste raccourcie et d'effectuer des expérimentations simplifiées.

En effet, notre critérisation pour la sélection des espèces n'est pas basée sur des critères écologiques comme c'est le cas dans de nombreux projets de restauration présentés par Elliott, Blakesley & Maxwell (2006) ou Wilson *et al.* (2021).

Ces deux méthodes de restauration consistent à choisir les espèces en fonction de caractéristiques écologiques propres à chacune et d'intérêt vis-à-vis du contexte de la zone à restaurer. On retrouve par exemple le taux de croissance rapide et des arbres fruitiers.

Dans le cas du projet Providence, le paramètre le plus important est la capacité de multiplication de l'espèce, obtenir les meilleurs résultats pour avoir une maîtrise complète des méthodes de multiplication des espèces choisies.

Ensuite, d'autres critères pour la replantation sont à prendre en compte tels qu'un taux de croissance rapide pour pouvoir croître plus vite que les EEE de la zone et rapidement mettre en place une canopée.

Avoir des espèces avec un grand houppier permet d'augmenter l'ombrage au sol et ainsi limiter le développement des EEE héliophiles présentes sur les deux zones. Certaines zones du site contenant du remblai calcaire comme c'est le cas sur partie de ZE2, des espèces capables de tolérer des sols compacts ou pouvant décompacter ce type de sols seraient intéressants.

Compte tenu du peu de données disponibles sur ces espèces nous avons initié l'étude sur des critères plus généraux, socle indispensable pour la suite du projet et dont les données sont disponibles.

Pour la plupart des espèces choisies, nous ne disposons que de très peu de données liées à leur croissance et à leur rapidité de développement lors de la replantation, voire aucune donnée pour certaines.

De ce fait, nous avons préféré prendre en compte toutes les espèces et ne pas passer à côté d'une espèce intéressante.

Ces caractères liés à l'écologie des espèces pourront être mesurés lors de la replantation sur site via différentes méthodes comme les normes minimales présentées par Elliott *et al.* (2013). Il nous présente une méthode simple pour catégoriser les espèces en fonction de différents critères importants pour nous (taux de survie après replantation, croissance ...) afin de savoir quelles sont les espèces les mieux adaptées à la zone d'étude.

Cette méthodologie nous permet d'obtenir des données propres à chaque espèce sur leur développement sur la zone d'étude.

Certaines données liées à l'écologie des espèces peuvent énormément varier en fonction du milieu dans lequel l'espèce évolue, il est donc difficile de se baser sur des données récoltées dans des conditions environnementales différentes de la zone dans laquelle nous allons replanter.

IV.2 EXPERIMENTATION PAR MULTIPLICATION EN SEMIS INDIRECT

Pour rappel, l'objectif de cette expérimentation est de savoir quelles sont les espèces pour lesquelles le semis indirect en condition *in situ* fonctionne et quels sont les facteurs à prendre en compte pour obtenir la germination la plus efficiente.

Les résultats obtenus pour *Miconia mirabilis* montrent que les prétraitements germinatifs appliqués n'ont eu aucun effet sur le taux de germination malgré les différences observées.

Dans la cadre du projet Providence, il est optimal de mettre en place les méthodes les plus simples possibles dans la mesure d'une efficacité optimale. En effet, la multiplication de cette espèce, comme des autres espèces, sera reproduite à grande échelle. Avoir des méthodes simples facilite grandement la gestion de la multiplication et sa mise en place. De ce fait, nous pouvons dire que le prétraitement germinatif témoin (T0) est le prétraitement optimal pour cette espèce.

En ce qui concerne le substrat, le substrat « classique » S3 est défini par l'ANOVA et le test de Tuckey comme étant moins efficace en termes de taux de germination, ce qui nous pousse à l'exclure des substrats à choisir.

Pour les substrats composés de terre du site de ZE1 (S1) et ZE2 (S2), il n'y a aucune différence significative du taux de germination. La réalisation de ces substrats et les paramètres de complexité de réalisation sont identiques. Nous ne pouvons pas choisir entre les deux, ces deux substrats sont donc considérés comme favorables pour la multiplication par semis indirect de *Miconia mirabilis*.

Afin de connaître le taux de germination en prenant en compte ces facteurs, nous avons calculé la moyenne de ces derniers ce qui nous donne un taux de 35,5%, en prenant en compte le prétraitement témoin et les substrats S1 et S2.

Aucun autre document ou article n'a été trouvé sur les taux de germination de *Miconia mirabilis*, aucune comparaison n'est possible.

En ce qui concerne *Piper dilatatum*, on remarque que le substrat " classique " S3 est significativement plus bas que les autres traitements. Cependant, le substrat composé de terre du site de ZE2 est significativement plus performant pour le taux de germination.

Le substrat S2 est donc défini comme le meilleur substrat à utiliser pour effectuer du semis indirect sur *Piper dilatatum* avec un taux de germination de 59 %.

Une étude menée sur la germination des espèces pionnières réalisée par Pearson *et al.* (2002), obtient des taux de germination de 80% pour *Piper dilatatum* dans des conditions de laboratoire avec une luminosité contrôlée. Il démontre que la lumière a une réelle incidence sur la germination de cette espèce. Pour son étude, aucun prétraitement germinatif n'a été appliqué et le substrat utilisé est du papier absorbant humide. Bien que les conditions expérimentales soient différentes et le substrat utilisé aussi, la différence de taux de germination est importante (29,3%). Avec cette étude, on peut se demander si les substrats utilisés n'ont pas impacté négativement le taux de germination de *Piper dilatatum*, d'autres expérimentations pourraient être faites avec de nouveaux substrats.

Les conditions *in situ* dans lesquelles ont été réalisées les expérimentations peuvent également avoir eu un effet négatif sur la germination.

En effet, les fortes pluies ainsi que les variations de température impactent la germination plus que dans un environnement contrôlé comme un laboratoire.

Ces taux de germination assez faibles pourraient venir donc des conditions expérimentales. En l'état, mon étude ne permet pas de trouver des solutions pour augmenter les taux de germination de *Piper dilatatum*.

L'étude des taux de germination obtenus pour *Cecropia schreberiana* validé par l'ANOVA et le test de Tuckey montre que le substrat « classique » est également significativement différent des autres substrats avec des taux de germination plus bas.

On retire donc le substrat « classique » des choix possibles pour multiplier *Cecropia schreberiana*. Il nous reste alors les deux substrats de composition issus de terre du site ZE1 (S1) et ZE2 (S2) pour lesquels aucune différence significative n'a été déterminée. Nous ne pouvons donc pas déterminer quel substrat est le plus efficace.

En réalisant la moyenne des taux de germination obtenus pour ces deux substrats, on obtient la moyenne de taux de germination des paramètres retenus suivante, 44,9%. Représentant la moyenne des taux de germination entre le substrat S1 et S2.

D'après une revue botanique réalisée sur *Cecropia schreberiana*, Brokaw (1998) en citant Silander & Lugo (1990) des taux de germination de près de 80% ont été obtenus dans des conditions dites favorables avec une lumière contrôlée, mais sans plus de détails.

Le même document nous informe que de 18% des graines d'un fruit de *Cecropia Schreberiana* sont viables.

Aucune information n'est disponible afin de savoir comment reconnaître la viabilité en dehors des tests que nous avons réalisés. De plus, le fruit utilisé pour effectuer les tests de *Cecropia schreberiana* a été ramassé au sol or d'après l'ENSCONET (2009) il n'est pas recommandé de ramasser les fruits au sol, car si ce dernier pourrit les graines peuvent être endommagées et perdre en viabilité. Il serait intéressant de réessayer ces tests en utilisant des fruits récoltés sur l'arbre afin de comparer avec les taux de germination obtenus dans cette étude.

Dans une autre étude, celle-ci plus proche de nos conditions d'expérimentation réalisées par Guzman-Grajales & Walker (1991) sont comparés les taux de germination de *Cecropia schreberiana* par rapport à différents substrats en condition in situ.

Les taux de germination obtenus varient entre 80,8%, 85,7% et 77,8%. Les substrats utilisés sont de la litière remuée, des agrégats de litière et de la litière seule.

Les substrats utilisés sont différents, mais sont issus du milieu, de plus cette expérimentation a été réalisée dans la forêt sans pépinière pour contrôler les paramètres environnementaux. Nous pouvons remettre en question les résultats de taux de germination obtenus et donc que de meilleurs résultats sont possibles en modifiant certains paramètres de l'expérimentation comme le substrat ou la qualité des fruits récoltés.

Regardons enfin les résultats obtenus pour *Clidemia umbrosa*, cette analyse est spéciale car les taux de germination n'ont pu être calculés à cause de la petite taille des graines, le choix d'un calcul du nombre de graines germées par fruit est assumé.

Les résultats de l'ANOVA ont montré que le substrat n'avait pas de différence significative sur le nombre de graines germées par fruit, de ce fait, on ne peut pas choisir quel substrat sera mieux pour multiplier cette espèce, cela dépendra des personnes souhaitant mettre en place la multiplication. Le substrat classique demande une plus grande quantité de composant tandis que les substrats issus de terre des sites (S1 et S2) nécessitent de grandes quantités de terre à aller chercher sur zone.

Quand on fait la moyenne des résultats obtenus sur l'ensemble des substrats, on obtient le nombre de graines germées par fruit de 16,7. Ce qui signifie que pour un fruit, en moyenne, 17 plantules peuvent être obtenues. Il est difficile de savoir si ce résultat est bon ou non car aucune donnée similaire n'a été retrouvée dans la documentation.

Cependant, on peut remettre en cause la pertinence de ce résultat en se penchant sur l'étude réalisée par Prévost (1983) dans laquelle il montre que pour certaines espèces de fruits de petite taille contenant des petites graines, la quantité de graines contenues dans un fruit peut varier du simple au triple pour certaines espèces. Le nombre de graines semées par fruit dans notre étude peut donc être biaisé si la quantité de graines par fruit est différente.

On ne retrouve pas *Clidemia umbrosa* dans la liste d'espèces étudiées, il est possible que ce soit le cas également pour cette espèce.

Il serait donc intéressant de vérifier le nombre de graines contenues dans chacun de ces fruits à l'aide de personnes disposant du matériel nécessaire pour valider la véracité des résultats obtenus.

Le taux de germination est notre paramètre clé et c'est sur base de ce paramètre que nous avons jugé de la réussite du semis indirect sur les espèces.

Un seuil de 60% de taux de germination a été fixé, indiquant que pour que le semis indirect fonctionne, il nous faut avoir un taux de germination supérieur à 60%.

Ce seuil a été choisi en prévision des futures campagnes de multiplication d'espèces. Le but sur le long terme est de pouvoir déterminer, à partir du taux de germination, le nombre de graines dont on a besoin pour obtenir une quantité donnée de plants de cette espèce. Un taux de germination en dessous de 60% a été jugé comme trop faible pour que ce soit viable sur de grandes quantités de plants à obtenir, le nombre de graines à récolter sera trop grand pour peu de résultats concluants.

Sur l'ensemble des espèces testées aucune ne dépasse ce seuil, indiquant que la méthode par semis indirect n'a pas fonctionné dans les conditions mises en place.

Plusieurs possibilités sont à envisager suite à ces résultats :

- Mettre en œuvre la multiplication par semis indirect vis-à-vis des résultats obtenus : dans le cas où aucune autre méthode ne fonctionne et que l'espèce en question doit être absolument être multipliée pour être replantée sur site.
- Abandonner la multiplication par semis indirect pour ces espèces : d'autres méthodes de multiplication peuvent être expérimentées sur ces espèces pour connaître la méthode à utiliser permettant d'avoir les meilleurs résultats de multiplication.

Pour chacune des espèces, excepté *Clidemia umbrosa*, le substrat « classique » S3 qui nous servait de substrat témoin pour l'expérimentation a été rejeté par le test de Tuckey ce qui est inhabituel, car il s'agit normalement d'un substrat favorable pour la germination par rapport aux deux autres substrats composés de terre issus des sites de Providence.

L'analyse des sols a établi que ZE1 et ZE2 ont un sol argileux tandis que les sols sableux ont tendance à favoriser la germination (Silue *et al.*, 2017), l'argile ayant tendance à donner des sols moins aérés et donc plus compactes.

Le problème principal lors de la récolte des données a été l'apparition de germination d'espèces qui n'était pas celles semées, appelé germinations « parasites ». Elles sont dues à l'ajout de la terre des sites dans laquelle il devait se trouver des graines d'autres espèces, celle-ci ayant germé une fois mise en pot et dans des conditions plus favorables. Nous avons cependant retrouvé ces germinations « parasites » dans le substrat « classique » car le terreau utilisé n'était pas neutre.

Il est donc complexe d'identifier parmi les différentes graines germées, laquelle provient de l'espèce semée. Le moyen que nous avons mis en place pour collecter les données les plus fiables possibles a été d'attendre que les premières vraies feuilles apparaissent sur les espèces germées. A partir de ce stade, nous avons retiré les espèces qui ne correspondaient pas aux descriptions botaniques des feuilles.

Cependant, la durée assez courte pour le relevé de données ne m'a pas permis d'attendre que toutes les espèces atteignent le stade des premières vraies feuilles, il est donc possible qu'une partie de ces données soit faussée par la prise en compte de germination « parasite ». Il serait donc préférable pour de futures expérimentations d'éviter l'utilisation de terre ou de terreau non neutre. Le cas échéant, cette problématique devra être prise en compte pour la récolte des données.

L'un des objectifs de cette expérimentation était aussi d'avoir des indications sur la gestion de la pépinière et comment l'améliorer. Savoir combien de temps chaque espèce doit passer en pépinière est une donnée précieuse qui est amorcée par la durée de la germination de chaque espèce. Cette donnée peut ensuite être complétée par le temps entre la germination et le

repiquage pour connaître au mieux les périodes où des actions dans la pépinière devront être réalisées.

En prenant en compte les paramètres retenus pour la multiplication de chacune des espèces, on arrive à avoir une moyenne de la durée que peut prendre la germination.

Pour *Miconia mirabilis*, on obtient un TMG moyen de 20 jours, ce qui signifie que cette espèce met en moyenne 20 jours pour germer. De plus, la germination commence en moyenne 3 jours après le semis pour une durée de 31 jours.

Pour *Piper dilatatum*, on obtient un TMG de 18,5 jours ce qui signifie que cette espèce met environ 18 jours et demi pour germer. La germination commence en moyenne 8,5 jours après le semis et avec une durée de germination de 22,5 jours.

Pour *Cecropia schreberiana* on obtient un TMG de 19 jours indiquant que cette espèce met environs 19 jours à germer, la germination commence en moyenne 8,5 jours près le semis et une durée de germination de 22,5 jours.

Enfin avec *Clidemia umbrosa* le TMG est de 20 jours, elle met donc en moyenne 20 jours pour germer avec une germination qui commence en moyenne au bout du 5^e jour après semis et dont la durée totale est de 29 jours.

Les temps moyens de germination calculés vont permettre d'avoir une base de données pour chacune des espèces testées, indiquant ainsi les espèces dont la germination est rapide ou non. Ce qui permet aux personnes qui voudront semer ces espèces de savoir combien de temps en moyenne la germination va durer et les moyens à mettre en place sur ces périodes.

Les données de latence qui indiquent donc au bout de combien de jours la germination commence permet, dans notre cas, de savoir pour les futurs gestionnaires de pépinières que c'est à partir de cette date qu'il va falloir être vigilant et observer si les graines ont germé ou non.

Si aucune graine n'a germé durant ce délai, cela est normal.

La durée de germination permet de planifier le moment où les relevés sur la croissance de ces espèces pourront être réalisés. L'objectif sur le long terme du projet étant d'avoir le plus d'informations possibles sur ces espèces.

Un autre point important sur la gestion de la pépinière est l'environnement de mise en place des semis. Comme expliqué dans l'introduction de la partie III.2, une partie des données ont été retirées à cause de la fuite du substrat des pots ou de l'engorgement des pots en eau. Ces données écartées représentent environ 10% de l'ensemble des pots semés, ce qui est une quantité non négligeable.

La cause de ces perturbations des conditions expérimentales est liée au passage de l'eau à travers l'ombrière de la pépinière. L'ombrière choisie pour la pépinière n'est pas ombrière adaptée. Il s'agit plutôt d'une brise vue dont les mailles sont assez écartées, ce qui laisse passer de l'eau en grande quantité et a causé des dommages sur les pots.

De plus, lors du montage de la pépinière et de la mise en place de l'ombrière sur la toiture, nous avons accroché les différentes bandes de l'ombrière entre elles en laissant à certains endroits des trous entre les bandes que nous ne pouvions pas fermer. Laissant ainsi l'eau s'écouler à travers et également endommager les pots.

Pour lutter contre cela, il serait intéressant de pouvoir changer l'ombrière et de choisir un modèle plus adapté pour servir d'ombrière à des fins de culture de plantes. Choisir de plus grandes dimensions permettrait aussi de minimiser les accroches entre chaque bande et limiter les trous.

IV.3 LA TRANSPLANTATION

L'objectif de la transplantation était simplement de voir si cette technique fonctionne. Tout comme le semis indirect, nous nous sommes fixé le même seuil de 60% pour le taux de reprise. Ce seuil est encore plus important pour la transplantation, car cette méthode demande beaucoup plus de moyens et d'organisation si des grandes quantités de plants doivent être multipliées.

Seul *Miconia mirabilis* et *Richeria grandis* ont des taux de reprise inférieurs au seuil de 60%. Aucune étude de ce genre n'a été trouvée pour ces espèces, donc aucun comparatif n'est possible.

Les résultats obtenus peuvent être dus à différents facteurs liés à la transplantation. Le substrat utilisé ne convient peut-être pas à ces espèces et il faudrait réessayer avec de nouveaux. Les conditions de transplantation n'étaient pas favorables à la reprise, la plupart des espèces ont été retirées du milieu avec des racines nues au lieu de garder la motte de terre pour protéger les racines du soleil et de la dessiccation.

Les plantules sont restées près de 3h avec les racines à nu avant d'être replantées, ce qui a pu avoir un effet sur leur survie.

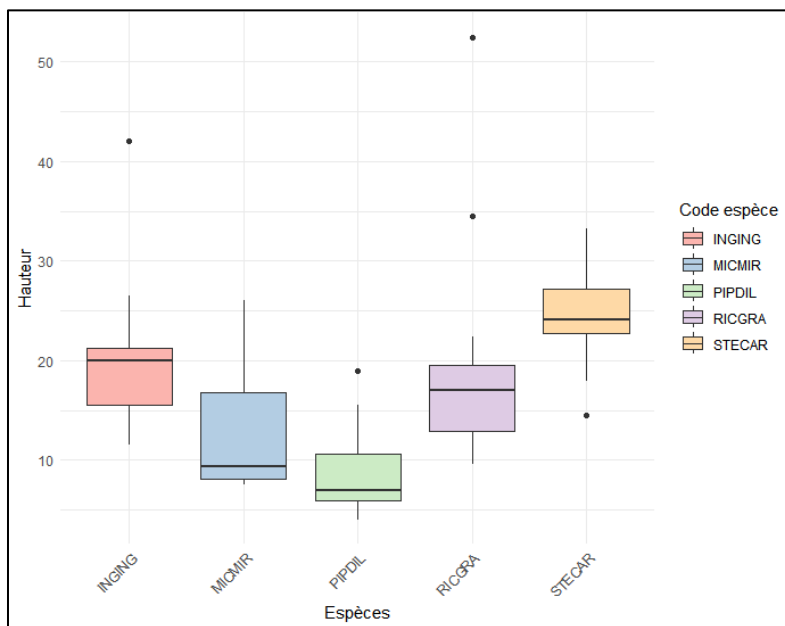
Il est donc difficile de savoir si les résultats obtenus sont réellement dus à un mauvais taux de reprise de ces espèces ou si cela est dû aux erreurs de manipulation. Compte tenu des résultats assez proches du seuil de 60% il serait intéressant de mettre en place de nouveaux tests en prenant soin de garder la motte de terre autour des racines lors du prélèvement de sauvageons et les replantant directement en pot.

Pour le reste des espèces transplantées, les résultats obtenus sont au-dessus du seuil de 60%. Ce qui nous indique que la transplantation est efficace dans les conditions mises en place pour *Sterculia caribaeae*, *Inga ingoides* et *Piper dilatatum* malgré les erreurs de manipulation.

Cette différence de résultats peut également être expliquée par les différences au niveau des sauvageons prélevés.

Aucune règle n'a été appliquée quant aux caractéristiques des sauvageons à récolter, la taille peut fortement impacter la survie des sauvageons transplantés.

En se référant à la figure 48, on remarque que les hauteurs de sauvageons récoltés ne sont pas homogènes, avec des grands écarts comme c'est le cas pour *Miconia mirabilis* dont un



sauvageon mesurant 7,5 cm pour le plus petit et 26 cm pour le plus grand. On remarque également certaines valeurs aberrantes avec parfois des sauvageons pouvant mesurer jusqu'à 52,5 cm pour *Richeria grandis*. Il est souvent conseillé de prélever les sauvageons quand ils sont jeunes, en ne dépassant pas les 25 cm de préférence (Smith *et al.*, 2012).

Figure 48 : Boîte à moustache des différentes hauteurs de sauvageons récoltés

Ces résultats ne sont donc malheureusement pas totalement représentatifs de la survie de ces espèces face à la transplantation, en effet le suivi a été effectué sur 1 mois, or d'après un document de la Direction régional de l'environnement et du développement durable (2022) certaines plantules peuvent passer 5 mois en pépinière avant d'être replantées. Les mesures devraient donc être faites jusqu'à la date de replantation pour s'assurer que les résultats obtenus correspondent au taux de reprise de chaque espèce jusqu'à sa replantation.

En termes de gestion des sauvageons transplantés, 100% des sauvageons morts sont desséchés. Ce dessèchement peut être causé par de nombreux facteurs qui sont indéterminables pour nous, nous excluons cependant la sécheresse, au vu des fortes précipitations de la zone. Cependant, il se peut que ce dessèchement découle de la forte exposition des racines à l'air et au soleil durant la période de transition des sauvageons. Nous ne pouvons pas déduire la nature du dessèchement des sauvageons transplantés et donc la cause exacte de la mort.

Dans le cadre du projet global de Providence, il serait intéressant de multiplier les expérimentations afin d'avoir le plus d'informations possibles pour la maîtrise des transplantations.

Cette méthode pourrait être réalisée en parallèle de semis afin de maximiser le nombre de plantules viables pour le projet.

Des expérimentations sur le substrat pourraient être réalisées en essayant différents substrats et en mesurant dans un premier temps le taux de reprise de ces espèces puis dans un second temps mesurer différents paramètres liés à la croissance tels que le diamètre au collet et la hauteur afin de voir si les substrats influencent sur la croissance de ces espèces.

Une autre technique de transplantation pourrait également être mise en place afin d'éviter le choc et le stress des sauvageons qui sont déplacés vers un milieu différent. Déplacer les sauvageons crée un stress pour la plante qui peut entraîner sa mort. En Guadeloupe, certains forestiers ou pépiniéristes ont tendance à prélever les sauvageons dans le milieu, les mettre en pot puis les laisser quelques jours à l'endroit du prélèvement. Cette technique a plusieurs avantages, premièrement elle évite de faire de grands déplacements avec un sauvageon tout juste prélevé, pouvant participer à la dégradation des racines et une exposition au soleil trop importante mais cela permet aussi de moins stresser les sauvageons en les laissant s'habituer à leur nouveau pot et substrat dans leur milieu naturel.

Aucune donnée d'efficacité de cette technique n'a été trouvée, c'est pourquoi il serait intéressant de l'expérimenter.

En dehors de l'expérimentation ces données sont importantes afin de savoir le taux de croissance de ces espèces et donc de savoir combien de temps ces espèces vont passer en pépinière avant d'être replantées.

IV.4. COMPARAISON DES DEUX METHODES

Ce n'est pas l'objectif initial de l'étude, cependant deux espèces ont été testées à la fois en semis indirect et en transplantation *Miconia mirabilis* et *Piper diltatum*. Il me paraissait donc intéressant de comparer, dans la mesure du possible, ces deux méthodes pour ces espèces.

Dans un objectif de maîtrise des techniques de multiplication d'espèces de forêt hygrophile de Guadeloupe, comprendre quelles sont les techniques qui marchent le mieux pour chaque espèce est important. Si une technique ne marche pas, alors il faut en essayer une autre.

Les résultats de transplantation de *Piper dilatatum* (100% de reprise) comparé à son taux de germination (59 %) soit quasiment le double tandis que pour *Miconia mirabilis* les résultats sont proches, 35,5 % de taux de germination et 40% de taux de reprise.

On pourrait penser que la transplantation est la meilleure option, car les résultats sont plus intéressants, cependant chacune de ces méthodes a des avantages et des inconvénients à moduler en fonction des objectifs du projet et des ressources à disposition.

Comme vu à travers la méthodologie détaillée plus haut, le semis indirect demande beaucoup de moyens pour récolter les fruits, car ces derniers peuvent vite se trouver dans des zones compliquées d'accès ou en hauteur. Les graines de ces espèces étant de petite taille l'extraction de cette dernière doit être faite de manière précise et minutieuse afin d'éviter d'en perdre ou de les abîmer. Leur mise en pot également devient un travail de précision, car les graines sont souvent de petite taille.

Tout ceci peut donc prendre énormément de temps et demander de la main d'œuvre. Cependant, ces fruits contiennent une très grande quantité de graines et donc une diversité spécifique plus importante malgré des résultats peu probants. En se basant sur ces résultats, il faudra une grande quantité de graines pour atteindre des objectifs de plantules viables.

Pour la transplantation, les conditions de récupération du matériel végétal sont différentes, les sauvageons doivent être directement placés en terre après récolte ce qui demande une grosse organisation si de nombreux sauvageons doivent être transplantés. En dehors de la difficulté pour replanter directement beaucoup de sauvageons après récolte, cela peut devenir extrêmement long et compliqué de prélever de grandes quantités de sauvageons, car certaines espèces comme *Miconia mirabilis*, par exemple, sont assez rares sous forme de sauvageons transplantables car souvent de trop grandes tailles, ce qui explique pourquoi seulement une dizaine ont pu être récupérées.

Il est donc important en compte ces éléments avant choisir quelle méthode est la meilleure pour chaque espèce, cela dépend à la fois des moyens humains et financiers disponibles, mais également de l'objectif final. Ces deux méthodes peuvent également être mises en place conjointement sur la même espèce pour maximiser les rendements de plantules viables.

Par ailleurs, d'autres méthodes de multiplication pourraient être envisageables pour le projet.

IV.5. OUVERTURE

Afin d'apporter de nouveaux éléments à cette étude et de donner des pistes d'amélioration, de nouvelles méthodes de multiplication peuvent être mises en place afin de maximiser les chances d'obtenir des résultats satisfaisants.

Les résultats obtenus ne sont pas suffisamment satisfaisants pour multiplier efficacement les espèces testées.

Une des méthodes que l'on retrouve souvent dans différents projets de restauration est le bouturage. C'est la méthode de multiplication végétative la plus utilisée (Sbay & Lamhamedi, 2015) et qui présente de nombreux avantages quand on veut faire de la multiplication d'espèces. En effet, le bouturage permet de copier à l'identique les caractéristiques du pied mère sur lequel il est prélevé pour permettre une résistance en cas de maladie, mais aussi elle présente

l'avantage de pouvoir être réalisée à grande échelle sur un grand nombre d'arbres sans tenir compte de la capacité fructifère et donc des périodes de fructification dans le cas du semis. Le principal problème du semis indirect est la capacité de fructification des espèces, certaines d'entre elles ne produisant que peu de fruits, voire des fruits avec une seule graine comme *Richeria grandis*, ce qui est incompatible avec une production à grande échelle.

En termes d'organisation, le bouturage est considéré comme la technique la moins onéreuse (Sbay & Lamhamedi, 2015) mais pour cela il faut qu'au moins 50% des boutures reprennent pour que cette méthode soit considérée comme économiquement viable (Biotope, 2019).

Cette technique avait été écartée dès le début du projet et des expérimentations de mon étude en raison de la capacité d'enracinement liée au bouturage. L'une des craintes du PNG pour le projet Providence avec cette technique est l'arrachage des plantules issues de bouturage lors de la replantation sur site lors des périodes cycloniques. Les boutures auraient tendance à avoir un moins bon réseau racinaire que des plantules issues de semis ou de transplantations. De plus, le bouturage nécessite d'avoir des espèces dont la multiplication végétative fonctionne sans utilisation de produits tels que des hormones ou des engrais chimiques.

Dans notre cas, certaines espèces présentent des résultats peu convaincants vis-à-vis de cette méthode de multiplication. *Chrysobalanus icaco* présente des résultats de taux d'enracinement de 10% sans utilisation d'hormones de bouturages (Vargas Simon, Orellano Ostoa & Soto Hernandez, 1999). Certaines espèces n'ont pas pu être multipliées comme c'est le cas pour *Ficus citrifolia* où Santos *et al.* (2011) avait mené des expérimentations de multiplication par bouturage de cette espèce sans réussite. Cependant on retrouve des espèces pour lesquelles le bouturage peut s'avérer intéressant. Des taux de survie de bouturage de 100% ont été obtenus sur *Clidemia hirta* (Mira *et al.*, 2020), une *Melastomataceae* proche de *Clidemia umbrosa*.

Il me paraît important de prendre en compte cette technique de multiplication dans le cadre du projet Providence malgré les potentiels risques liés au déracinement. Elle est utilisée dans de nombreux projets de restauration tels que PROTEGER qui ont déjà mis en place des expérimentations sur la capacité de reprise des boutures de certaines espèces.

Il serait donc intéressant pour le projet d'essayer de mettre en place le plus de technique possible pour voir comment réagissent les différentes espèces. Le but étant d'avoir au moins une technique dont les chiffres de viabilité de l'espèce multipliée soient bons et reproductibles par d'autres personnes.

Il existe tout un panel de techniques tel que le marcottage ou le greffage, moins utilisé mais qui pourrait s'avérer utile pour certaines espèces plus compliquées à multiplier.

V. CONCLUSIONS

L'étude réalisée au sein du Parc National de Guadeloupe dans le cadre du projet Providence nous a permis, dans un premier temps, de créer une première liste d'espèces qui permettra de mettre en place le premier cycle de succession pour la restauration du site une fois les méthodes de multiplications maîtrisées.

La mise en place des expérimentations menées sur le site nous a permis de créer un protocole pour l'ensemble des étapes à suivre afin de multiplier ces espèces.

Ce document pourra être adapté aux différentes espèces qui doivent être multipliées, il pose les bases d'un vrai travail de recherche autour de la multiplication d'espèces pour la restauration

de Providence, mais aussi pour tous les autres projets de restauration de forêt hygrophile qui seront menés par la suite.

Les résultats obtenus pour le semis indirect ne sont pas concluants avec des taux de germination ne dépassant pas les 60%.

En prenant en compte les paramètres gardés pour chaque espèce, nous avons 35,5 % pour *Miconia Mirabilis*, 49,7% pour *Piper dilatatum*, 44,9 % pour *Cecropia schreberiana*. Pour *Clidemia umbrosa*, les résultats obtenus pour le nombre de graines germées par fruit nous permet de savoir combien de graines en moyenne vont germer par fruit, avec un chiffre de 16,6 %.

En prenant en compte les biais liés à la réalisation de telles expérimentations sur le site dans les conditions expliquées, ces résultats sont discutables et de meilleurs taux de germination pourrait être obtenus dans de meilleures conditions.

Il est donc important de prendre en compte ces paramètres avant de prendre des décisions sur la poursuite ou non du semis dans le cas des espèces testées dans cette étude. De nouveaux tests peuvent être réalisés afin de comparer les résultats avec ceux obtenus.

Les résultats de cette étude donnent un premier aperçu du temps nécessaire à de telles expérimentations et ainsi permettre au PNG d'anticiper les coûts en temps et en main d'œuvre nécessaires pour une réalisation rigoureuse, favorisant de bons résultats. Ces résultats ne sont pas définitifs et ne signifient pas que le semis indirect est une mauvaise méthode, les résultats obtenus sont néanmoins à prendre en compte dans le cas d'une multiplication de ces espèces dans les mêmes conditions.

Les résultats pour la transplantation sont assez surprenants, au vu de la littérature et des avis d'experts sur le sujet, de bons résultats ont été obtenus sur la reprise de *Piper dilatatum* notamment avec 100% de taux de reprise, 70% pour *Sterculia caribae* et 75% pour *Inga ingoides* en utilisant un mélange de substrat « classique ». Démontrant que la méthode de multiplication par transplantation peut être une solution pour le projet.

Grâce à cette étude, nous avons pu répondre en partie à la question de base qui était de savoir quelles sont les espèces à utiliser pour un projet de restauration de forêt hygrophile et comment multiplier ces dernières en prenant en compte le contexte de la zone d'étude. Cependant, de nouvelles questions émergent pour donner suite à cette étude.

Comment peut-on améliorer les résultats obtenus pour le semis indirect tout en gardant une simplicité de réalisation ?

Quelles autres techniques de multiplications utilisables sur les espèces sélectionnées et sont-elles fonctionnelles ?

Au vu de l'ampleur du projet et de son évolution future, il serait intéressant de travailler sur ces questions afin d'acquérir plus de connaissances à la fois sur les espèces choisies pour restaurer le site de Providence, mais aussi plus de données.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amani A., Inoussa N.N., Dan Guimbo I., Mahamane A., Saadou M., Lykke A.M.** 2015. Germination et croissance de quatre espèces de Combretaceae en pépinière. *TROPICULTURA*
- Ashton M.S., Gunatilleke C.V.S., Singhakumara B.M.P., Gunatilleke I.A.U.N.** 2001. Restoration pathways for rain forest in southwest Sri Lanka: a review of concepts and models. *Forest Ecology and Management*, **154** (3) : 409-430. doi: 10.1016/S0378-1127(01)00512-6.
- Beuve J.** 2020. La colonisation des berges par les plantes à graines minimes : Que peut-on attendre des processus naturels en Guadeloupe ?
- Biotope** 2019. Restauration écologique de forêt sempervirente saisonnière dans les Monts Caraïbes sur la commune de Gourbeyre (Guadeloupe)
- Brokaw N.V.L.** 1998. Cecropia schreberiana in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *The Botanical Review*, **64** (2) : 91-120. doi: 10.1007/BF02856580.
- Cabidoche Y. M.** 2011. Sols tropicaux des Outre-mer français tropicaux : une diversité ordonnée par la géochimie de l'altération des roches.
- Chazdon R.L., Lindenmayer D., Guariguata M.R., Crouzeilles R., Benayas J.M.R., Chavero E.L.** 2020. Fostering natural forest regeneration on former agricultural land through economic and policy interventions. *Environmental Research Letters*, **15** (4) : 043002. doi: 10.1088/1748-9326/ab79e6.
- Civam** 2020. Fonctionnement du sol. FD Civam 30.
- Colmet Daage F.** 1969. Aperçu sur les sols des Antilles. 7e Congrès Annuel de l'Association inter-caraïbe des plantes alimentaires
- Czabator F.J.** 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*,
- Daïnou K., Tosso F., Bracke C., Bourland N., Forni E.** 2021. GUIDE PRATIQUE DES PLANTATIONS D'ARBRES DES FORÊTS DENSES HUMIDES D'AFRIQUE
- Davidse G., Sousa Sanchez M.** 1994. Flora Mesoamericana
- Direction régional de l'environnement et du développement durable Sofia** 2022. Proposition de plan de gestion, prunus africana, Region Sofia
- Ducouret E., Gouzerh A., Nervers T.** 2022. Guide du pépiniériste
- Ducrey M., Labbé P.** 1985. Etude de la régénération naturelle contrôlée en forêt tropicale humide de Guadeloupe I. - Revue bibliographique, milieu naturel et élaboration d'un protocole expérimental. *Annales des sciences forestières*, **42** (3) : 297-322.
- Dupont L.** 2014. Le changement climatique et ses implications économiques sur le secteur touristique à la Guadeloupe et à la Martinique (Petites Antilles). *Études caribéennes*, (26) : doi: 10.4000/etudescaribeennes.6750.
- Edondoto S.S., Okungo A.L., Nshimba H.I., Risasi R.E.L.** 2020. Germination des graines et croissance des plantules d'*Azelia bipindensis* Harms (Fabaceae) en RD Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, **8** (2)
- Elliott S., Blakesley D., Hardwick K.** 2013. Restauration de forêts tropicales, un guide pratique

Elliott S., Blakesley D., Maxwell J.F. 2006. How to Plant a Forest: The Principles and Practice of Restoring Tropical Forests

ENSCONET 2009. Manuel de Collecte de Graines POUR LES ESPÈCES SAUVAGES

Espèce utilisable en génie végétal : Piper dilatatum 2023.

Fournet J. 1978. Illustrated flora of the Phanerogamae of Guadeloupe and Martinique. *Illustrated flora of the Phanerogamae of Guadeloupe and Martinique.*, [consulté le 13 août 2023] url: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19786729136>.

Fournet J. 2002. Flore illustré des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique

Gorts-Van Rijn A.R.A., Maas P.J.M. 1985. Flora of the Guianas : 192. Musaceae (incl. 190. Strelitziaceae and 191. Heliconiaceae) - 193. Zingiberaceae (incl. 194. Costaceae) - 195. Cannaceae. D-6240 Koenigstein. Federal Republic of Germany, : Koeltz Scientific Books, 80 p.

Grossnickle S., Ivetic V. 2017. Direct Seeding in Reforestation-A Field Performance Review. *REFORESTA*, doi: 10.21750/REFOR.4.07.46.

Guzman-Grajales S.M., Walker L.R. 1991. Differential Seedling Responses to Litter After Hurricane Hugo in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica*, **23** (4) : 407. doi: 10.2307/2388259.

ISRA 2001. Atelier de formation en biométrie

Jaouadi W., Hamrouni L., Souayeh N., Larbi Khouja M. 2010. Étude de la germination des graines d'Acacia tortilis sous différentes contraintes abiotiques. *BASE*

Judd W.S., Ionta G.M., Majure L.C. 2018. Taxonomic studies in the miconieae (Melastomataceae). XIV. Species of Miconia section Sagraea that occur in the greater antilles and additionally in the lesser antilles and/or continental regions. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, **12** (2) : 831-847.

Krishnapillay D.B. 2001. ESSAIS DE CONSERVATION DE GRAINES RÉCALCITRANTES EN MALAISIE. *Institut malaisien de recherches forestières, Kepong, Malaisie*

Lacroix E., Carodenuto S. 2016. Restauration des Paysages Forestiers à Madagascar Evaluation des potentialités

LE DICTIONNAIRE - Dictionnaire français 2023

L'huillier L., Wulff A., Gateblé G. 2010. La restauration des sites miniers. IAC. 412 p. (Coll. Mines et Environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration

Lombricompostage : définition - Eisenia, Association de lombricompostage à Lyon depuis 2013 2013.

Magnin H. 2018. Le Parc national de la Guadeloupe : un territoire insulaire unique dédié à la protection de la biodiversité. *Études caribéennes*, (41) : doi: 10.4000/etudescaribeennes.13187.

Malavasi U.C., Malavasi M. de M. 2004. Dormancy breaking and germination of Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong seed. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **47** : 851-854. doi: 10.1590/S1516-89132004000600003.

Mapongmetsel P.M., Daguma B., Nkongmeneck B.A., Selegny E. 1999. Germination des semences, développement et croissance de quelques essences locales en zone forestière

- Masson D., Breuil A., Breuil M., Leboulenger F., Leugé F., Masson C.** 1994. La place des chiroptères dans la dissémination, par endophytosporie, des plantes forestières de la Guadeloupe
- Mira E.** 2019. Germination des espèces cibles : synthèse bibliographique
- Mira E.** 2020. Protocole expérimental de germination
- Mira E., Evette A., Labbouz L., Robert M., Rousteau A., Tournebize R.** 2020. INVESTIGATION OF THE ASEXUAL REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF NATIVE SPECIES FOR SOIL BIOENGINEERING IN THE WEST INDIES. *Journal of tropical forest science*,
- Miyawaki A.** 1993. Restoration of native forests from Japan to Malaysia. In: Lieth H., Lohmann M. (eds). *Restoration of Tropical Forest Ecosystems: Proceedings of the Symposium held on October 7–10, 1991*. Dordrecht : Springer Netherlands : p. 5-24 (Coll. Tasks for vegetation science).
- Naudin K.** 2007. Expérimentations agronomiques, conduites et plans des essais Guide méthodologique pour les antennes TAFA
- OFB** 2021. ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES Les nouvelles obligations des établissements de recherche et de conservation en Guadeloupe
- Okeyo M.M., Obwoyere G.O., Makanji D.L., Njuguna J.W., Atieno J.** 2020. Promotion of *Terminalia brownii* in reforestation by development of appropriate dormancy breaking and germination methods in drylands; Kenya. *Global Ecology and Conservation*, **23** : e01148. doi: 10.1016/j.gecco.2020.e01148.
- ONF** 2023. ONF - Le plan d'action régional pour la biodiversité en Guadeloupe
- Parrotta J.A., Knowles O.H., Wunderle Jr J.M.** 1997. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration on a bauxite mined site in Amazonia
- Pearson T.R.H., Burslem D.F.R.P., Mullins C.E., Dalling J.W.** 2002. Germination ecology of neotropical pioneers: Interacting effects of environmental conditions and seed size. *Ecology*, **83** (10) : 2798-2807. doi: 10.1890/0012-9658(2002)083[2798:GEONPI]2.0.CO;2.
- Pleva J.R.** 1973. Some remarks to seed procurement in Tanzania. In "Seed Processing",
- Pl@ntNet identify** 2023.
- Prévost M.F.** 1983. Les fruits et les graines des espèces végétales pionnières de Guyane Française. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*, **38** (2) : 121-145. doi: 10.3406/revec.1983.5083.
- Rakoto F.N.J., Randrianirina V.A.T., Randriambanona H., Andrianandrasana M.D., Baohanta R.H., Randriatafika F., Ramanamanjato J.B., Razakatiana T.E., Rakotoarimanana V., Ramanankierana H.** 2022. Chapitre 43. Traitement de scarification pré-germinatif des graines pour une restauration écologique des zones dégradées : Cas de *Millettia taolanaroensis* Du Puy & Labat (Fabaceae) de Madagascar. In: Ardila-Chauvet S., Billot C., Couteron P., Delmas M., Grandcolas P., Kokou K., Muller S., Profizi J.-P., Rana A.S., Ranarijaona H.L.T., Sonke B., Hanh Diep T.M. (eds). *Biodiversité des écosystèmes intertropicaux : Connaissance, gestion durable et valorisation*, container-title: Biodiversité des écosystèmes intertropicaux : Connaissance, gestion durable et valorisation. Marseille : IRD Éditions : p. 637-647 (Coll. Synthèses).
- Ranal M.A., Santana D.G. de** 2006. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica*, **29** (1) : 1-11. doi: 10.1590/S0100-84042006000100002.

RENAN KOBAL de O.A.C. 2016. FENOLOGIA E BIOLOGIA FLORAL DE *Sapium glandulosum* (L.) MORONG 1893 (EUPHORBIACEAE) E SUAS INTERAÇÕES ECOLÓGICAS COM ARTRÓPODES DURANTE PERÍODO REPRODUTIVO EM UMA ÁREA DE CERRADO

Roberts E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, **1** : 499-514.

Roelens J.-B., Vallauri D. 2010. Restauration des paysages forestiers Cinq ans de réalisations à Fandriana-Marolambo (Madagascar)

Rollet B. 2010. Arbres des Antilles. Description des espèces. 913 p.

Rollin P. 1964. Remarques concernant l'action de la lumière sur la germination. *Canadian Journal of Botany*, **42** (4) : 463-471. doi: 10.1139/b64-046.

San Marcos Growers 2023. Tibouchina heteromalla, Silver leafed Princess Flower, Shrub, [Pleroma heteromallum, T. grandifolia, Hort.]

Santos J. de P. dos, Davide A.C., Teixeira L.A.F., Melo A.J.S., Melo L.A. de 2011. Enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais. *CERNE*, **17** : 293-301. doi: 10.1590/S0104-77602011000300002.

Sbay H., Lamhamedi S. 2015. Guide pratique de multiplication végétative des espèces forestières et agroforestières

Schmidt L. 2008. A review of direct sowing versus planting in tropical afforestation and land rehabilitation / Lars Schmidt. *SERBIULA (sistema Librum 2.0)*,

Seeber, Agapao A. 1976. Manual of reforestation and erosion control for the Philippines. (*No Title*), [consulté le 05 août 2023] url: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000794033215744>.

Sierra J., Desfontaines L. 2018. Les sols de la Guadeloupe : Génèse, distribution et propriétés

Silander S.R., Lugo A.E. 1990. Yagrumo hembra, trumpet tree

Silue P.A., Kouassi K.É., Koffi K.A.D., Soro D. 2017. Qualités germinatives des graines et croissance des plantules de *Isobertinia* spp. en milieu contrôlé (pépinière). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **11** (1) : 93-106. doi: 10.4314/ijbcs.v11i1.8.

Smith E., Kuria A., Muthuri C., Roeland K., Sinclair F. 2012. MANUEL DE TERRAIN POUR LA SELECTION ET LA GESTION DES ARBRES

Stein W.I., Slabaugh P.E. 1974. Agriculture Handbook. Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 916 p.

Sweedman L., Merritt D. 2006. Australian Seeds: A Guide to Their Collection, Identification and Biology. Csiro Publishing, 275 p.

Triolo J. 2005. Guide de la restauration écologique de la végétation indigène

Useful Tropical Plants 2023.

Vargas Simon G., Orellano Ostoa G., Soto Hernandez R. 1999. ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ICACO (*Chrysobalanus icaco* L.) SOMETIDAS A APLICACIONES DE AUXINAS

Verheij E. 2005. Multiplier et planter des arbres

Wilian R.L. 1992. Guide de manipulation des semences forestières

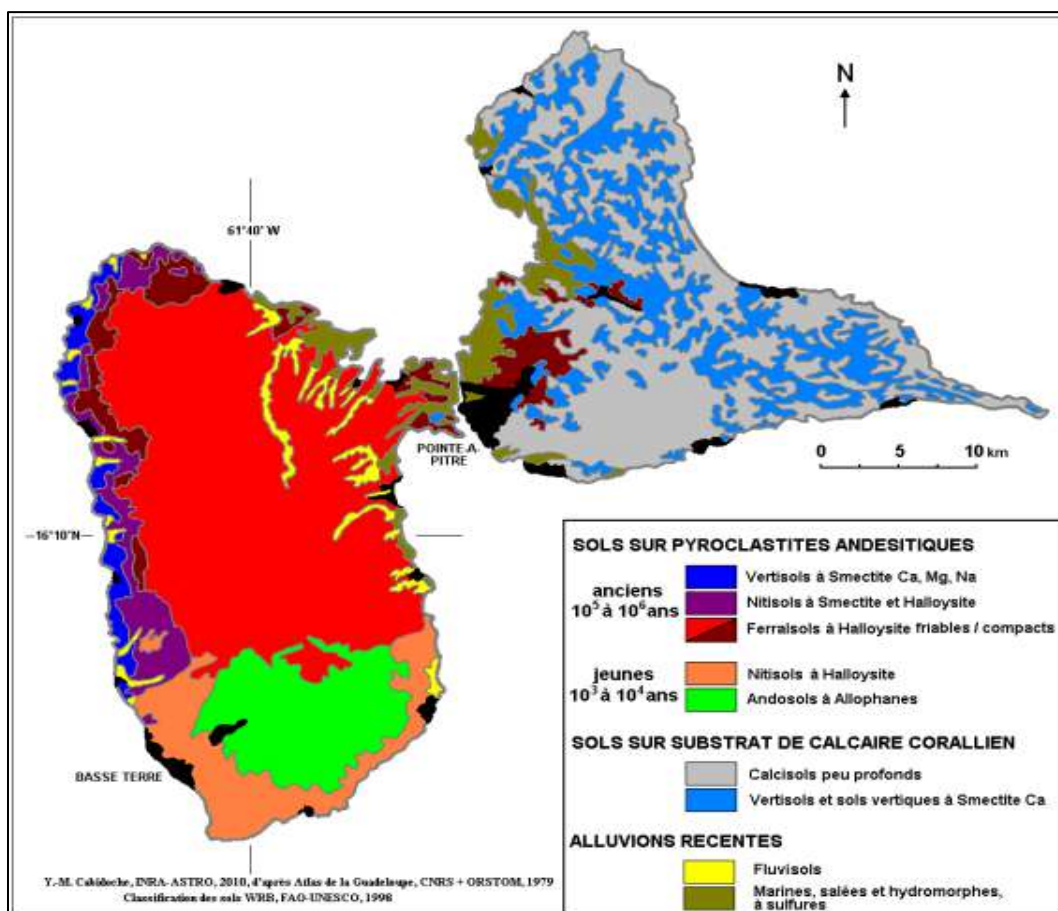
Wilson S., Alexandre N.S., Holl K., Leighton reid J., Zahawi R., Celentano D., Sprenkle-Hyppolite S., Werden L. 2021. Guide sur la restauration par la nucléation appliquée pour les forêts tropicales

VII. TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Carte pédologique de la Guadeloupe	74
Annexe 2 : Tableau des périodes de fructification des espèces cibles	75
Annexe 3 : Protocole expérimental de multiplication des espèces cible.....	77
Annexe 4 : Schéma du triangle des textures du sol (Source : Civam, 2020)	97
Annexe 5 : Fiche de récolte de fruit pour le semis indirect.....	98
Annexe 6 : Photo des fruits récoltés des espèces pour le semis indirect.....	99
Annexe 7 : Photo des graines des fruits récoltés pour le semis indirect	99
Annexe 8 : Fiche de suivi de germination pour <i>Cecropia schreberiana</i>	100
Annexe 9 : Fiche de récolte pour la transplantation des sauvageons	106
Annexe 10 : Fiche de suivi des transplantations de sauvageons	107
Annexe 11 : Résultats des tests de validité de l'ANOVA (Shapiro et Levene) pour <i>Miconia mirabilis</i>	110
Annexe 12 : Résultats des tests de validité de l'ANOVA (Shapiro et Levene) pour <i>Piper dilatatum</i>	110
Annexe 13 : Résultats des tests de validité de l'ANOVA (Shapiro et Levene) pour <i>Cecropia schreberiana</i>	110
Annexe 14 : Résultats des tests de validité de l'ANOVA (Shapiro et Levene) pour <i>Clidemia umbrosa</i>	111

VIII. ANNEXES

Annexe 1 : Carte pédologique de la Guadeloupe



Annexe 2 : Tableau des périodes de fructification des espèces cibles

Espèces	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Source
<i>Byrsonima spicata</i>			■	■	■								(« Pl@ntNet identify », 2023)
<i>Byrsonimia trinitensis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010)
<i>Cecropia schreberiana</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010)
<i>Ceiba pentandra</i>				■	■								(Rollet, 2010)
<i>Chrysobalanus iquaco</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010) (« Pl@ntNet identify », 2023)
<i>Clidemia umbrosa</i>						■	■	■		■	■	■	(« Pl@ntNet identify », 2023) Observation terrain
<i>Cordia sulcata</i>							■	■	■				(Rollet, 2010)
<i>Cordia reticulata</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010)
<i>Cyathea Arborea</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Daphnopsis americana</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010) (« Pl@ntNet identify », 2023)
<i>Ficus citrifolia</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010) (« Pl@ntNet identify », 2023)
<i>Ficus nymphaeifolia</i>				■	■								(Rollet, 2010)
<i>Gonzalagunia hirsuta</i>	■	■	■	■									(« Pl@ntNet identify », 2023)
<i>Inga ingoides</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Mira, 2019)
<i>Miconia impetolaris</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(« Useful Tropical Plants », 2023)

<i>Miconia mirabilis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Rollet et coll, 2010 (« Pl@ntNet identify », 2023)
<i>Myrcia deflexa</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010) (« Useful Tropical Plants », 2023)
<i>Ochroma pyramidale</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010) (« Pl@ntNet identify », 2023)
<i>Piper dilatatum</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(« Espèce utilisable en génie végétal : Piper dilatatum », 2023)
<i>Prestoea montana</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010)
<i>Psychotria berteriana</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010)
<i>Richeria grandis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010)
<i>Sapium glandulosum</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010) (RENAN KOBAL, 2016)
<i>Simarouba amara</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010)
<i>Sterculia caribaea</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010)
<i>Stylogyne lateriflora</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	(Rollet, 2010)

■	Fructification certaine
■	Fructification incertaine
■	Pas de fructification

Annexe 3 : Protocole expérimental de multiplication des espèces cible

Protocole expérimental de multiplication d'espèces sélectionnées pour la restauration du site de Providence

Description du protocole de test de multiplication

Le présent protocole a pour but de déterminer si **le semis indirect est une méthode de multiplication efficace**.

Pour ce faire, nous devons savoir, pour chaque espèce, quelles sont les paramètres qui permettent d'obtenir la germination la plus efficace.

Deux variables vont être testées afin de voir leurs influences sur ces paramètres, à savoir le **substrat et le prétraitement germinatif**. Ainsi, nous pourrons savoir, pour chaque espèce :

Quel substrat est le plus efficient ?

Quel prétraitement est le plus efficient ?

Ceci nous permettra de développer les connaissances sur la multiplication des espèces cibles du projet et ainsi de prévoir les coûts et l'organisation pour une mise en pépinière de l'ensemble des espèces sélectionnées.

Pour réaliser ce protocole nous nous sommes basés sur les travaux effectués par E.Mira sur le projet PROTEGER et les travaux de SOLICAZ tous deux dans le cadre de projet de restauration. Nous avons adapté la méthode au contexte du projet Providence et aux objectifs de ce dernier.

La mise en place du protocole nécessite la présence d'au moins deux personnes, les informations d'organisation et de matériel ont été pensées en conséquence.

Une première cession de plantation avec 4 espèces a été réalisée en 2023 pour permettre l'élaboration de ce protocole.

Méthodologie

1. Récolte des fruits

Matériel :

La quantité de matériel choisi dépend du nombre de personnes présentes lors de la récolte ainsi que du nombre d'espèces choisi pour l'expérimentation et du nombre de fruits à récolter.

La liste suivante est basée sur la première expérimentation réalisée sur les 4 espèces choisies dans le cadre de la mise en œuvre du projet en 2023.

Matériel	Quantité
Marteau	1
Clous	50
Sachet kraft/sachet de congélation	50
Étiquette aluminium/tige aluminium	50
Fiche de récolte	50
Perche de cueillette	1
1 stylo	1
1 téléphone avec Oruxmap ou autre logiciel de relevé de coordonnées GPS	1
Sac à dos	1

Méthode

- 1) Une fois les espèces ciblées pour l'expérimentation choisie, procéder à la récolte des fruits
- 2) Déterminer en avance le nombre de graines nécessaire à l'expérimentation pour en déduire le nombre de fruits nécessaire à récolter sur chaque espèce. En se référant aux données sur les espèces (Annexe 2).
- 3) Pour réaliser une expérimentation, 100 graines par modalité doivent être récoltées pour réaliser 4 répétitions de 25 individus. Modalités par espèce décrite dans la partie (Annexe 6)
- 4) Choisir les zones de récolte en fonction des cartes réalisées lors de terrain de prospection, si les prospections n'ont pas été réalisées alors privilégier les zones ouvertes proche du site d'étude et former des groupes de deux personnes, dont une pouvant reconnaître ces espèces
- 5) Choisissez au moins 5 populations ou sites différents afin de respecter une diversité génétique importante.
- 6) Repérer si des fruits mûrs sont présents sur l'arbre :
 - Dans le cas de fruits charnus, les fruits mûrs se décrochent facilement de l'arbre et leur texture est souvent molle. Une différence de couleurs plus foncées peut caractériser la maturité.
 - Dans le cas de fruits secs déhiscents, la maturité peut se traduire par l'ouverture partielle du fruit.
 - Dans le cas de fruits secs indéhiscents la maturité peut être défini avec le détachement facile du fruit sur l'arbre ou un changement de couleur
- 7) Assurez-vous qu'il s'agit bien de l'espèce souhaitée.
- 8) Ramassez ensuite les fruits, de préférence sur l'arbre à l'aide de la perche télescopique ou à la main. Éviter d'endommager les arbres prélevés. Les fruits peuvent également être prélevés au sol, notamment dans le cas d'espèces trop grandes.

Ne prélevez pas plus de 20 % de la ressource en fruit de l'arbre.

- 9) Marquer le nom de code de récolte de l'individu sur une étiquette en aluminium et le clouer au tronc de l'arbre. Dans le cas d'une espèce avec un tronc trop fin alors entourer l'étiquette avec les tiges en aluminium à la base de l'arbre.

Le code récolte doit être inscrit de la sorte :

Trois premières lettres de l'espèce-troisième lettre du genre – numéro de population :

Exemple Cecropia schreberiana prélevé : CECSCH1

- 10) Les fruits récoltés sur une même population doivent être placés dans le même sachet kraft/sac de congélation
- 11) Noter sur le sachet Kraft le code récolte inscrit sur l'étiquette de l'arbre semencier
- 12) Placer soigneusement les sachets notés et fermés dans un sac à dos
- 13) Inscrivez ensuite les informations sur la fiche de récolte. (Annexe 1)
- 14) Passer au prochain individu en répétant l'opération jusqu'à avoir le nombre de fruits souhaités

2. Préparation des graines

Passez à cette étape une fois que tous les fruits ont été récoltés et que l'ensemble des groupes de collecteurs (si groupe il y a) sont rentrés.

Matériel :

Matériel	Nombre
Table pliable	1
Tamis de tailles différentes	2
Seau	2
Marqueurs	2
Plateau en aluminium	2
Essuie-tout	2
Feutre indélébile	2
Pince à épiler	2
Stylo	2

Méthode :

- 1) Récupérer un sachet de fruits en vérifiant que le sachet est bien codé
- 2) Les fruits d'une population d'espèce doivent être préparés ensemble pour ne

pas être mélangés avec les fruits d'autres populations de mêmes espèces. Cela permettra de suivre la provenance de l'individu.

3) Selon le type de fruit (annexe 1) procéder à la méthode suivante :

- Fruit charnu :
 - Presser la pulpe du fruit dans un seau avec un fond d'eau puis mélanger le tout pour délier la pulpe des graines
 - Verser le mélange sur un tamis, la taille du tamis doit être choisi pour laisser la chair passer tout en retenant les graines au-dessus (Annexe 1)
 - Une fois toute la chair retirée, placer toutes les graines sur le plateau recouvert de papier absorbant, cette opération peut être faite à l'aide d'une pince à épiler sur les graines sont trop petites.
 - Essuyer au maximum les graines pour retirer le plus d'eau possible
- Fruits secs :
 - Retirer les graines contenues dans les fruits
 - Placer ces dernières sur un plateau avec du sopalin pour retirer toute trace d'eau qui pourrait être présente sur la graine

Il est possible que certaines espèces pourtant dénommées comme fruits secs (*Cecropia schreberiana*, *Richeria grandis*, *Sapium glandulosum*) possèdent une partie charnue entourant la graine. Cette partie peut être enlevée en suivant la méthode utilisée dans le cas de fruits charnus.

- 4) Trier les graines, placer les graines extraites des fruits dans un récipient d'eau puis attendre au moins 20 minutes. Les graines qui flottent à la surface sont alors considérées vides et jetées. Si les graines sont assez grosses pour pouvoir être observées attentivement, alors jeter toutes les graines présentant des traces de prédatations d'insectes (trous, cavités) ainsi que de développement fongique.
- 5) Les graines conservées peuvent sécher avec du papier essuie-tout, si celles-ci sont trop humides, elles peuvent être placées au soleil le temps que l'humidité parte. Éviter de laisser les graines à la lumière du soleil trop longtemps.

Mise en sachet :

- 1) Une fois les graines séchées, faire des lots de 25 graines
- 2) Placer ces lots de graines dans des pochons en plastique enveloppés dans du papier essuie-tout, la taille des pochons dépend de la taille des graines des espèces choisies.
- 3) Sur chaque pochon doit être inscrit le code de récolte ainsi que le nombre de graines par sachet.

Si trop peu de graines sont récoltées pour réaliser les différentes modalités. Les graines extraites peuvent être stockées le temps de récoltés le nombre de graines manquantes. Faire attention à la nature des graines pour le stockage (Annexe 2)

- Si graines récalcitrantes : ne supporte pas le stockage, à stocker au réfrigérateur le moins de temps possible. (Max 2 jours)
 - Si graines orthodoxes : les graines peuvent être stockées sans problème dans le réfrigérateur.
- 4) Ranger ensuite les pochons annotés dans des plus grands sachets par modalités et par espèces.

3. Mise en expérimentation

Pour chaque espèce il sera expérimenté différentes modalités, chaque modalité correspond à un substrat et un prétraitement germinatif.

Au mieux réaliser la mise en culture de toutes les espèces en même temps (en fonction de la capacité de stockage de la pépinière). Si ce n'est pas possible, les graines peuvent être stockées en attendant en prenant en compte la nature des graines.

a) Jallonnage du dispositif expérimental

Réaliser un schéma global pour la réalisation d'un dispositif en bloc aléatoire complet ou RCBD pour éviter les biais d'ombrage dans la pépinière.

Pour chaque espèce :

- 1) Un bloc représente une répétition : chaque modalité (T0S1, T0S2...) doit être représentée dans chaque bloc.
- 2) Placer les blocs les uns à côtés des autres le long du gradient de lumière
- 3) Disposer les pots dans les blocs de manière que tout rentre dans la pépinière. (celle-ci ayant une surface de 64 m²)
- 4) Le placement des modalités dans les blocs doit être randomisé. Laisser un passage d'au moins 80 cm pour passer entre les espèces et entre les blocs

Exemple de schéma en Annexe 5.

b) Préparation des substrats tests

Pour réaliser l'expérimentation, trois substrats vont être préparés. Avant cela, il est important de connaître les quantités de substrats totales nécessaires. Pour cela, il faut connaître au volume des pots utilisés pour chaque espèce (Annexe 4).

En prenant en compte les dimensions, réaliser les mélanges de substrats suivant :

S1	65% terre du site ZE1	25% terreau bio	5%	5% sable
-----------	-----------------------	-----------------	----	----------

			lombricompost	
S2	65% terre du site ZE2	25% terreau bio	5% lombricompost	5% sable
S3	70% terreau bio	20% Lombricompost	10% Sable	

Matériel

Matériel	Nombre
Pelles	2
Pioche	2
Barre à mine	1
Brouettes	1
Seaux	2
Différents pots (en fonction des espèces choisies)	(Dépend des espèces choisies et du nombre)
Lombricompost	Dépend du nombre d'espèces testées
Sable	
Terreau bio	

Méthode

- 1) Aller chercher les bonnes quantités de terre sur les deux sites, si ces derniers ne sont pas connus alors se baser sur la carte de zonage de Providence
- 2) Faire deux tas puis mélanger chaque substrat avec les compositions définies
- 3) Mélanger de manière à avoir des substrats homogènes
- 4) Noter sur chaque pot le code de récolte de l'espèce en ajoutant le numéro d'individu pour chaque répétition de modalité (de 1 à 25) ainsi que le numéro de bloc (1 à 4) le code substrat (S1, S2, S3)
- 5) Remplir les pots et tasser le substrat

Pour les plaques de semis de 54 trous attention de respecter la randomisation du dispositif expérimental (sur une même plaque, on retrouve 2 modalités -> 25 et 25)

c) Réalisation des prétraitements et semis

Matériel	Nombre
Pots en plastique refermables	Dépend du nombre d'espèces en trempage- > 1 pot / modalité de trempage
Pinces	2
Scalpels	2
Papier abrasif 120	2
Essuie-tout	1
Eau	15L
Plateau	2
Javel 1L	1
Réchaud	1
Casserole	1
Loupe	2

Les prétraitements à réaliser pour chaque espèce sont définis en Annexe 6.

1) Appliqués les différents prétraitements germinatifs par espèces en suivant le déroulé :

T0 : Témoin	La graine est mise directement en germination sur le substrat correspondant.
T1 : Trempage	<ol style="list-style-type: none"> 1) Chaque lot de graine sera mis à tremper dans un pot différent. 2) Noter sur chaque pot le code inscrit sur le pochon 3) Ajouter suffisamment d'eau pour recouvrir les graines, en veillant à ce qu'il y ait environ 2 à 3 fois plus d'eau que de graines. 4) Mélanger doucement pour s'assurer que toutes les graines sont immergées. 5) Laisser tremper les graines pendant 24 h 6) Après le temps de trempage, sortir et égoutter les graines 7) Étaler les graines sur du papier absorbant pour qu'elles sèchent complètement.
T2 : Scarification	<p>Note : évaluer la méthode de scarification adaptée à l'espèce (en fonction de la taille de la graine, l'épaisseur du tégument).</p> <p>Protocole de scarification par frottage (plutôt petites graines) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mettre un lot de graine sur un premier papier de verre

	<ol style="list-style-type: none"> 2) Repartir les graines de façon à avoir toutes les graines sur la surface sablonnée 3) Recouvrir d'un autre papier de verre ou surface plane 4) Frotter délicatement les deux parties (papier de verre et surface du dessus) 5) Réaliser l'action jusqu'à apercevoir un changement de couleur (endosperme) 6) Regarder à la loupe de temps en temps pour vérifier l'avancer <p>Note : changer de papier entre chaque espèce pour limiter la contamination</p> <p>Protocole de scarification par entaillage (plutôt grosses graines) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Désinfecter l'outil de scarification (alcool) 2) Inciser le tégument de la graine du côté opposé à la radicule, sans endommager le cotylédon
T3 : Scarification par levé de l'endocarpe	<ol style="list-style-type: none"> 1) Désinfection du matériel de scarification 2) La graine est pincée légèrement pour ouvrir l'endocarpe. 3) Découpage de l'endocarpe avec l'aiguille de dissection au niveau du raphé 4) Séparation de l'endocarpe et de la graine 5) Mise en milieu humide et/ou hermétique de la graine pour éviter la dessiccation en attendant de la semer ou de semer directement
T4 : Trempage dans la javel	<ol style="list-style-type: none"> 1) Effectuer un mélange aqueux avec une concentration de 10 % en Javel 2) Plonger les graines dans le mélange 3) Mélanger doucement pour que toutes les graines entrent en contact avec le liquide 4) Laisser poser 5 minutes 5) Retirer la structure de couverture de la graine 6) Rincer et sécher les graines
T5 : Ebullition	<ol style="list-style-type: none"> 1) Faire bouillir de l'eau à la bouilloire 2) Après ébullition, laisser refroidir l'eau et contrôler lorsque la température atteint les 80°C 3) Lorsque l'eau atteint les 80°C, versez la dans un récipient contenant les graines, on veut à peu près 2 à 3 fois plus d'eau de graines 4) Mélanger doucement pour que toutes les graines soient immergées 5) Laisser reposer jusqu'à ce que l'eau atteigne la température

	ambiante 6) Sortir les graines, les égoutter et les sécher
--	---

Attention : Si les semis veulent être réalisés le même jour alors mettre les graines en trempage (T1) et conserver les autres graines en attendant de les semer.

2) Une fois, toutes les graines pré traités, placer soigneusement une graine dans chaque pot en les enfonçant à une profondeur équivalente à une demi-phalange.

3) Si le substrat est sec alors arrosé, le substrat doit être humide sans être trop gorgé d'eau.

Organisation type sur une journée :

Récolte et préparation :

Celons le nombre de personnes disponibles, cette étape peut s'avérer plus ou moins longue. L'organisation suivante est basée sur une sortie terrain avec quatre personnes :

Matinée : récolte des fruits

- Pour 4 espèces une trentaine de fruits récoltés en 4 h environ.
- 2 personnes par groupe et chaque personne s'occupent de la cueillette d'une espèce.

Après-midi : préparation des graines

- 1 personne par espèce

Le temps de préparation des graines peut être assez long si la graine est de petite taille, il ne faut pas dépasser la matinée pour la récolte des fruits. Sinon conserver les fruits pour les préparer le lendemain.

Mise en culture :

Matinée : préparation des substrats

- Formez deux groupes de 2 personnes, chaque groupe ira chercher la terre sur un site différent de Providence (ZE1 et ZE2).
- Une fois la terre rapportée alors un groupe s'occupera de mélanger et de préparer les substrats tandis qu'un autre notera les codes sur tous les pots en fonction du dispositif expérimental.
- Ensuite, tout le monde remplira les pots avec le substrat correspondant.

Après-midi : semis

- Chaque personne s'occupe des prétraitements à réaliser pour une espèce.

- Une fois le prétraitement réalisé, la personne assignée à une espèce peut la semer.

Annexe :

Nom de l'espèce (scientifique) :					
Code de récolte/arbre	Code d'espèces (3 premières lettres du nom de genre et d'espèce) :			N° d'individu :	
Point GPS	Long :			Lat :	
Type d'habitat	Bord de route	Zone dégradé (troués...)	Forêt	Autre :	
Type de milieu	Hygrophile	Mésophile	Xérophile	Marécageux	
Nombre d'individus par population	1	Nombre d'individus prélevés par population	1	Nombre de matériel récolté	
	2-5		2		
	5-10		3		
	10-25		4		
	25-50		5		
	50-100		+5		
	100-1000				
	+1000				
Type de matériel récolté	Fruits	Graines	Autres		
	<input type="checkbox"/> Mûr				
	<input type="checkbox"/> Immature				
Etat du matériel récolté	Bonne état	Prédation	Maladies	Déformation	Autre
Collecte effectué	Au sol			Sur l'arbre	
Date de collecte	Nom du/des collecteur(s) :			Lieu de récolte (commune, lieu-dit) :	

Annexe 1 : Fiche de récolte

Espèce	Type de fruit	Taille des fruits	Taille des graines	Nombre de fruits par graines	Référence
<i>Byrsonima spicata</i>	Charnu (Drupe)	10-15mm (Ø)	10 mm	1	<p>Taille des graines : Rollet (2010)</p> <p>Type de fruit/Taille des fruits : Fournet (2002)</p> <p>Nombre fruits par graines : Martínez, M., et al. (2013)</p>
<i>Byrsonima trinitensis</i>	No data	No data	No data	No data	No data
<i>Cecropia schreberiana</i>	Fruit sec indéhiscent (Akène)	3-6 cm (L)	2-4 mm	Beaucoup	<p>Type de fruit : Fournet (2002)</p> <p>Taille des graines : Brokaw and al, (1998)</p> <p>Nombre de graines par fruits : Observation terrain</p>
<i>Ceiba pentandra</i>	Fruit sec déhiscent (Capsule)	>10 cm (L)	5-6 mm	Beaucoup	<p>Type de fruit/Taille des fruits : Fournet (2002)</p> <p>Taille des graines : Fournet (2002)</p> <p>Nombre de graines par fruits : Observation terrain</p>
<i>Chrysobalanus icaco</i>	Fruit charnu (Drupe)	2-4 cm (L)	1-1,5 cm (L)	1	Fournet (2002)

<i>Clidemia umbrosa</i>	Fruit charnu (Baie)	6-8 mm	0,3-0,4 mm	Beaucoup	Taille des graines : Judd et al (2018) Type de fruits/Taille des fruits : Fournet Nombre de graines par fruits : Observation terrain
<i>Cordia sulcata</i>	Charnu (Drupe)	6-8 mm (Ø)	No data	1	Fournet (2002)
<i>Cordia reticulata</i>	Charnu (Drupe)	15 mm (L)	No data	1	Fournet (2002)
<i>Daphnopsis americana</i>	No data	6-7,5 mm (L)	4-6 mm (L)	1	Fournet (2002)
<i>Ficus citrifolia</i>	Charnu (Figue)	8 mm (Ø)	No data	Beaucoup	Rollet (2010)
<i>Ficus nymphaeifolia</i>	Charnu (Figue)	8 mm (Ø)	No data	Beaucoup	Rollet (2010)
<i>Gonzalagunia hirsuta</i>	Charnu (Drupe)	3-4 mm (Ø)	0,5 (L)	No data	Type de fruit/Taille des fruits : Rollet (2010) Taille des graines : Worldfloraonline
<i>Inga ingoides</i>	Fruit sec déhiscent (Gousse)	15-25cm (L) 1-1,5cm (l)	1 cm (L)	6-8	Type de fruit/Taille des fruits/ Taille des graines : Fournet (2002) Nombre de graines par fruits : Observation terrain
<i>Miconia impetolaris</i>	Fruit charnue	4,5-7 mm (Ø)	No data	No data	Fournet (2002)

	(Baie)				
<i>Miconia mirabilis</i>	Fruit charnue (Baie)	5-9 mm (Ø)	1-1,5 mm	Beaucoup	Type de fruit/Taille des fruits : Fournet (2002) Taille des graines : Davidse (1994) Nombre de graines par fruits : Observation terrain
<i>Myrcia deflexa</i>	Fruit charnue (Baie)	10-15 mm (L) 8-10 mm (Ø)	No data		Fournet (2002)
<i>Ochroma pyramidale</i>	Fruit sec déhiscent (Capsule)	15-30 cm (L)	3-4 mm	Quelques graines	Type de fruit/Taille des fruits/Taille des graines : Fournet (2002) Nombre de graines par fruits : Observation terrain
<i>Piper dilatatum</i>	Fruit charnu (Drupe)	No data	<1mm – 1mm	Beaucoup	Type de fruit : Fournet (2002) Taille des graines : Beuve, 2020
<i>Prestoea montana</i>	Fruit charnu (Drupe)	10-12 mm (Ø)	No data	No data	Fournet (2002)
<i>Psychotria berteriana</i>	Fruit charnu	3-4 mm (Ø)	No data	2	Taille des fruits/ Nombre de graines par fruits : Rollet (2010=)
<i>Richeria grandis</i>	Fruit sec déhiscent (Capsule)	15 mm	7 mm	1	Moura et al (2020)

<i>Sapium glandulosum</i>	Fruit sec déhiscent (Capsule)	5-6 mm (L)	4-6,5 mm (Ø)	No data	Type de fruit : Fournet (2002) Taille des fruits/tailles de graines : Rollet (2010)
<i>Simarouba amara</i>	Fruit charnu (Drupe)	1-1,5 cm (L) 10 mm (Ø)	10 mm	1	Fournet (2002)
<i>Sterculia caribea</i>	Fruit sec déhiscent (Follicule)	4-7,5 cm (L) 3-5 cm (l)	20 mm (L)	2-6	Type de fruit/Taille des fruits/ Nombre de graines par fruit : Fournet (2002) Taille des graines : Rollet (2010)
<i>Stylogyne lateriflora</i>	Fruit charnu (Baie)	6-7 mm (Ø)	No data	1 (d'après sp de même famille)	Type de fruit : Rollet (2010) Taille des fruits : Fournet (2002)

Annexe 2 : tableau récapitulatif du nombre de graines par fruits

Espèce	Type de graines Orthodoxe ou Récalcitrante	Référence
<i>Byrsonima spicata</i>	Récalcitrante	Francis, 1993
<i>Byrsonima trinitensis</i>	No data	No data
<i>Cecropia schreberiana</i>	Orthodoxe	N. Brokaw, 1998
<i>Ceiba pentandra</i>	Orthodoxe	Egbewole et Clement, 2015
<i>Chrysobalanus</i>	Récalcitrante	Lorenzi, 1998

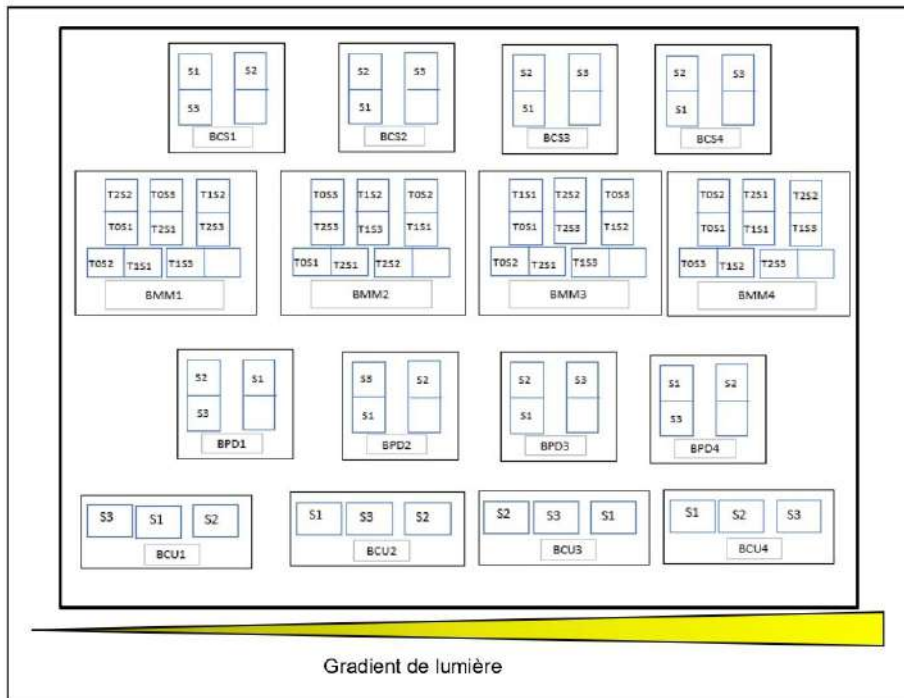
<i>icaco</i>		
<i>Clidemia umbrosa</i>	Orthodoxe	Kew SID
<i>Cordia sulcata</i>	Récalcitrante	Francis and al, 2000
<i>Cordia reticulata</i>	No data	No data
<i>Daphnopsis americana</i>	No data	No data
<i>Ficus citrifolia</i>	Orthodoxe	Kew SID
<i>Ficus nymphaeifolia</i>	No data	No data
<i>Gonzalagunia hirsuta</i>	No data	No data
<i>Inga ingoides</i>	Récalcitrante	Laime et al, 2010
<i>Miconia impetolaris</i>	No data	No data
<i>Miconia mirabilis</i>	No data	No data
<i>Myrcia deflexa</i>	No data	No data
<i>Ochroma pyramidale</i>	Orthodoxe	Kew SID
<i>Piper dilatatum</i>	Orthodoxe	Kew SID
<i>Prestoea montana</i>	No data	No data
<i>Psychotria berteriana</i>	No data	No data
<i>Richeria grandis</i>	Récalcitrante	De Moura and al, 2020
<i>Sapium glandulosum</i>	Orthodoxe	Sautu and al, 2006
<i>Simarouba amara</i>	Récalcitrante	Corbinau et Come, 1989
<i>Sterculia caribea</i>	Orthodoxe	Base de données sur les plantes tropicales, Ken Fern.
<i>Stylogyne lateriflora</i>	Orthodoxe	Base de données sur les plantes tropicales, Ken Fern.

Annexe 3 : Nature des graines pour le stockage

Code sp	Echelle taille de graines	Type de contenant
BYRSPI	5<15	Pot 9x9 cm
BYRTRI	5<15	Pot 9x9 cm
CECSCH	1<5	Plaque de semis 54 trous
CEIPEN	1<5	Plaque de semis 54 trous
CHRICA	1<5	Plaque de semis 54 trous
CLIUMB	<1	Barquette de culture (15x20cm)
CORSUL	5<15	Pot 9x9 cm
CORRET	5<15	Pot 9x9 cm
DAPAME	1<5	Plaque de semis 54 trous
FICCIT	1<5	Plaque de semis 54 trous
FICNYM	1<5	Plaque de semis 54 trous
GONHIR	<1	Barquette de culture (15x20cm)
INGING	5<15	Pot 9x9 cm
MICIMP	1<5	Plaque de semis 54 trous
MICMIR	1<5	Plaque de semis 54 trous
MYRDEF	5<15	Pot 9x9 cm
OCHPYR	1<5	Plaque de semis 54 trous
PIPDIL	<1	Barquette de culture (15x20cm)
PREMON	5<15	Pot 9x9 cm
PSYBER	1<5	Plaque de semis 54 trous
RICGRA	5<15	Pot 9x9 cm
SAPGLA	1<5	Plaque de semis 54 trous
SIMAMA	5<15	Pot 9x9 cm
STECAR	15<20	Pot 5L

STYLAT	1<5	Plaque de semis 54 trous
--------	-----	--------------------------

Annexe 4 : Tableau des pots en fonction de la taille des graines

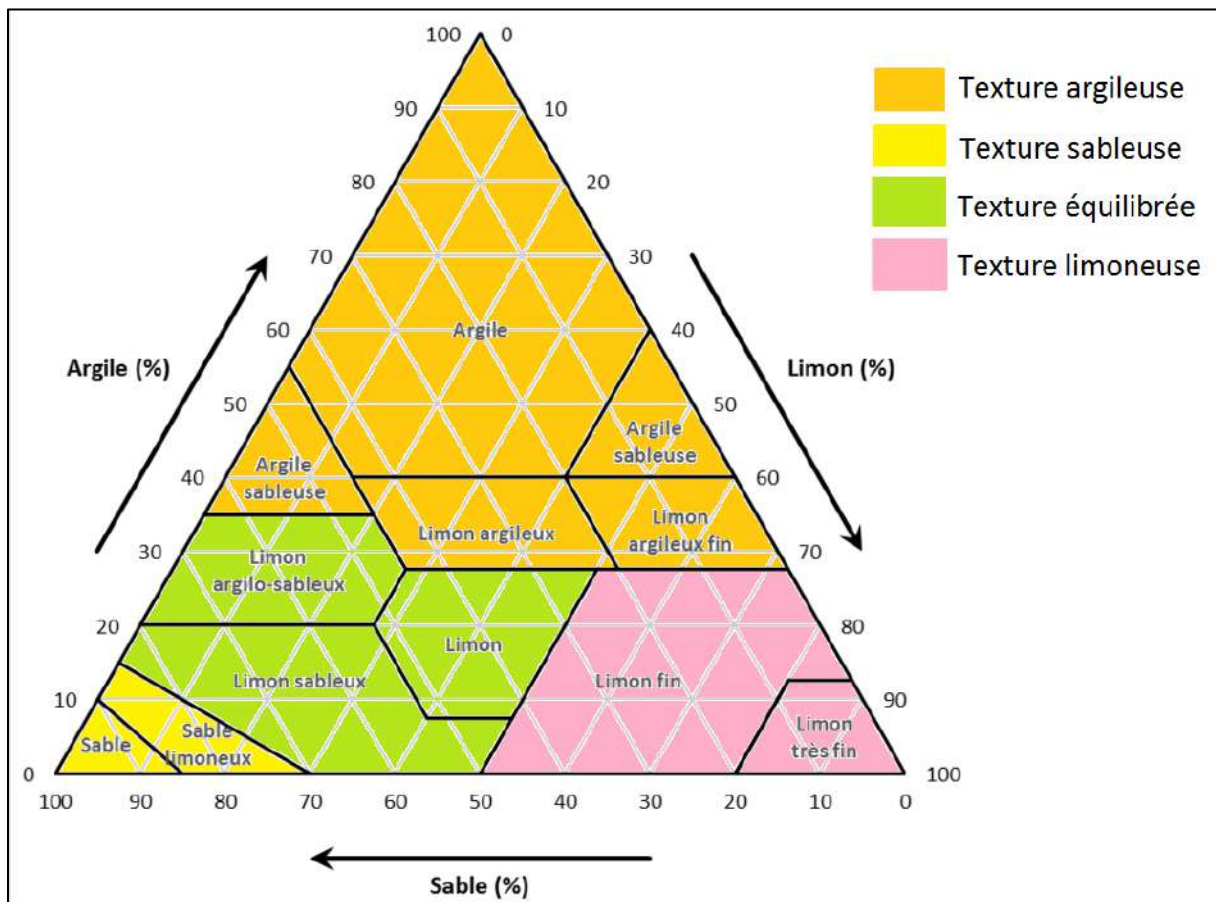


Annexe 5 : Schéma du dispositif expérimentale utilisé pour 4 espèces

Code espèce	Modalités	Nombre de graines requises
BYRSPI	T3xS1, T3xS2, T3xS3	300
BYRTRI	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
CECSCH	T0xS1, T0xS2, T0xS3	300
CEIPEN	T4xS1, T4xS2, T4xS3	300
CHRIKA	T1xS1, T1xS2, T1xS3	300
CLIUMB	T0xS1, T0xS2, T0xS3	300
CORSUL	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
CORRET	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
DAPAME	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
FICCIT	T0xS1, T0xS2, T0xS3	300
FICNYM	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
GONHIR	T2xS1, T2xS2, T2xS3	300
INGING	T0xS1, T0xS2, T0xS3	300
MICIMP	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
MICMIR	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
MYRDEF	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
OCHPYR	T5xS1, T5xS2, T5xS3	300
PIPDIL	T0xS1, T0xS2, T0xS3	300
PREMON	T0xS1, T0xS2, T0xS3	300
PSYBER	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
RICGRA	T0xS1, T0xS2, T0xS3	300
SAPGLA	T0xS1, T0xS2, T0xS3	300
SIMAMA	T0xS1, T0xS2, T0xS3	300
STECAR	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900
STYLAT	T0xS1, T0xS2, T0xS3, T1xS1, T1xS2, T1xS3, T2xS1, T2xS2, T2xS3	900

Annexe 6 : Tableau des modalités par espèces

Annexe 4 : Schéma du triangle des textures du sol (Source : Civam, 2020)



Annexe 5 : Fiche de récolte de fruit pour le semis indirect

Nom de l'espèce (scientifique) :					
Code de récolte/arbre	Code d'espèces (3 premières lettres du nom de genre et d'espèce) :			N° d'individu :	
Point GPS	Long :			Lat :	
Type d'habitat	Bord de route	Zone dégradé (troués...)	Forêt	Autre :	
Type de milieu	Hygrophile	Mésophile	Xérophile	Marécageux	
Nombre d'individus par population	1	Nombre d'individus prélevés par population	1	Nombre de Matériel récolté	
	2-5		2		
	5-10		3		
	10-25		4		
	25-50		5		
	50-100		+5		
	100-1000				
	+1000				
Type de matériel récolté	Fruits	Graines	Autres		
	Mûr				
	Immature				
Etat du matériel récolté	Bonne état	Prédation	Maladies	Déformation	Autre
Collecte effectué	Au sol			Sur l'arbre	
Date de collecte	Nom du/des collecteur(s) :			Lieu de récolte (commune, lieu-dit) :	

Annexe 6 : Photo des fruits récoltés des espèces pour le semis indirect



Fruit de *Miconia mirabilis*



Fruit de *Cecropia schreberiana*

Annexe 7 : Photo des graines des fruits récoltés pour le semis indirect



Graines de *Miconia mirabilis*



Graines de *Cecropia schreberiana*



Graines de *Clidemia umbrosa*

Fiche de suivi de germination pour le semis indirect

Nom de l'espèce :

Date de collecte :

N° espèce :

Date de semis :

Nombre total de graines semées :

Nombre de modalités :

Nombre de graines par répétitions :

- **Le numéro de lot correspond au lot de population inscrit sur chaque plaque de semis.**
- **Le jour et le mois doivent être inscrits dans la date pour chaque jour de suivi.**
- **Dans chaque case doit être inscrite l'état de chaque graine avec le codesuivant :**
 - **PG : graine non germée**
 - **C : graine germée avec cotylédons apparents**
 - **M : graine morte en indiquant la cause : Prédation (P), Maladie (M), Sortie de la terre des pots par battante (S) ou gorgée d'eau**

La fiche suivante doit être remplie à chaque passage par l'état des graines au moment de la réalisation du suivi.

Modalité	N°lot	Date																				
		N°indiv																				
BLOC 1	T0S1	CECSCH 1	1																			
			2																			
			3																			
			4																			
			5																			
			6																			
			7																			
			8																			
			9																			
			10																			
			11																			
			12																			
			13																			
			14																			
			15																			
			16																			
			17																			
			18																			
			19																			
			20																			
			21																			
			22																			
			23																			
			24																			
			25																			
	T0S2		1																			
			2																			

		CECSCH 1	3																				
			4																				
			5																				
			6																				
			7																				
			8																				
			9																				
			10																				
			11																				
			12																				
			13																				
			14																				
			15																				
			16																				
			17																				
			18																				
			19																				
			20																				
			21																				
			22																				
			23																				
			24																				
			25																				
				T0S3	CECSCH 1	1																	
						2																	
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							

		13																							
		14																							
		15																							
		16																							
		17																							
		18																							
		19																							
		20																							
		21																							
		22																							
		23																							
		24																							
		25																							
TOS2	CECSCH 1	1																							
		2																							
		3																							
		4																							
		5																							
		6																							
		7																							
		8																							
		9																							
		10																							
		11																							
		12																							
		13																							
		14																							
		15																							
		16																							
		17																							

		18																							
		19																							
		20																							
		21																							
		22																							
		23																							
		24																							
		25																							
TOS3	CECSCH 1	1																							
		2																							
		3																							
		4																							
		5																							
		6																							
		7																							
		8																							
		9																							
		10																							
		11																							
		12																							
		13																							
		14																							
		15																							
		16																							
		17																							
		18																							
		19																							
		20																							
		21																							
		22																							

		23																					
		24																					
		25																					

Annexe 9 : Fiche de récolte pour la transplantation des sauvageons

Nom de l'espèce (scientifique):					
Code de récolte/arbre	Code d'espèces (3 premières lettres du nom de genre et d'espèce) :		Initiales récolteurs :	N° d'individu :	
Point GPS	Long :		Lat :		
Type d'habitat	Bord de route	Zone dégradée (trouée...)	Forêt	Autre :	
Type de milieu	Hygrophile	Mésophile	Xérophile	Marécageux	
Nombre d'individus par population	1	Nombre d'individus prélevés par population	1	Nombre de Matériel récolté	
	2-5 5-10 10-25 25-50 50-100 100-1000 +1000		2 3 4 5 +5		
Date de collecte :	Météo :	Nom du/des collecteur(s) :	Lieu de récolte (commune, lieu- dit) :		

Fiche suivie de transplantation de sauvageon

Guide de remplissage :

- Etat : cocher la case M si mort et V si vivant. Les signes de reprise de plantule sont nombreux : apparitions de nouvelles feuilles, bourgeon apical vert...
Pour reconnaître que les plantules sont mortes, il faut gratter la tige. Si cette dernière est verte alors la plantule est considérée comme vivante, si l'intérieur est noir/marron alors elle est considérée comme morte.
- Si la plantule est morte alors seulement remplir la partie remarque pour décrire l'état de la plantule morte, ces données serviront à expliquer en partie la cause de la mort
- Hauteur : mesurer la hauteur de la base de la tige jusqu'au bourgeon apical sans redresser la plantule, cette mesure est à prendre seulement lors du premier jour de récolte.

Code espèce	Numéro individus	Date	M	V	Hauteur	Remarque
RICGRA	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
STECAR	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
INGING	1					
	2					
	3					
	4					

	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
MICMIR	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
PIPDIL	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				

Annexe 11 : Résultats des tests de validité de l'ANOVA (Shapiro et Levene) pour Miconia mirabilis

Test de normalité : Test de Shapiro

W	P-value
0,97614	0,6145

Test d'homoscédasticité : Test de Levene

	DF	F value	P-value
Groupe	8	0,4027	0,9091
	27		

Annexe 12 : Résultats des tests de validité de l'ANOVA (Shapiro et Levene) pour Piper dilatatum

Test de normalité : Test de Shapiro

W	P-value
0,93038	0,3841

Test d'homoscédasticité : Test de Levene

	DF	F value	P-value
Groupe	2	0,8056	0,756
	9		

Annexe 13 : Résultats des tests de validité de l'ANOVA (Shapiro et Levene) pour Cecropia schreberiana

Test de normalité : Test de Shapiro

W	P-value
0,91874	0,2757

Test d'homoscédasticité : Test de Levene

	DF	F value	P-value
Groupe	2	0,4353	0,66
	9		

Annexe 14 : Résultats des tests de validité de l'ANOVA (Shapiro et Levene) pour Clidemia umbrosa

Test de normalité : Test de Shapiro

W	P-value
0,97126	0,9236

Test d'homoscédasticité : Test de Levene

	DF	F value	P-value
Groupe	2	2.7992	0.1134
	9		