

Rapport de stage

3^e année de cycle d'ingénieur
Génie biologique et alimentaire
Ecole polytechnique universitaire de Lille

Timothée HAMBLIN

Étude de l'arbre introduit *Alstonia macrophylla* (Apocynaceae), une nouvelle plante potentiellement envahissante à Tahiti (Polynésie française)



réalisé à la Délégation à la Recherche
du 01/06/2023 au 30/06/2023

Sous la direction du Dr. Jean-Yves Hiro MEYER, chargé de recherche

1 Introduction

La Polynésie française, composée de cinq archipels (Australes, Gambier, Marquises, Société et Tuamotu) regroupant environ 120 îles, est située au centre de l’océan Pacifique, à environ 6 600 km de Los Angeles aux Etats-Unis et 4 100 km d’Auckland en Nouvelle-Zélande. Ce contexte insulaire a fait évoluer la biodiversité différemment du modèle continental, la rendant unique au monde avec de nombreuses espèces végétales et animales endémiques. Cette particularité s’accompagne néanmoins d’une grande fragilité face aux perturbations humaines dont les invasions biologiques. Les premiers Polynésiens à être arrivés sur ces îles il y a environ 1000 ans ont apporté avec eux une cinquantaine d’espèces végétales et quelques espèces animales, dont certaines se sont naturalisées. Depuis le 18^{ème} siècle, les premiers occidentaux ont aussi introduit, volontairement et involontairement, plusieurs centaines d’espèces végétales et animales. Aujourd’hui, certaines d’entre elles sont devenues envahissantes mettant en danger plusieurs espèces indigènes et endémiques de la faune et de la flore.

La flore de la Polynésie française est constituée d’environ 870 espèces indigènes dont 460 endémiques (UICN France et al., 2015) comme le célèbre *Sclerotheca* (synonyme *Apetahia*) *raiateensis*, appelé « tiare ‘apetahi ». Elle comporte également plus de 1800 espèces introduites dont 600 sont naturalisées et environ 10% sont qualifiées d’envahissantes comme le miconia, *Miconia calvescens* (Melastomataceae), introduit à Tahiti comme plante ornementale en 1937, ou encore le « goyavier de Chine » *Psidium cattleyanum* (Myrtaceae) introduit comme plante alimentaire (Meyer *et al.* 2007). Une plante envahissante est une plante introduite (ou « exotique ») se reproduisant naturellement (sans l’assistance directe de l’homme) dans un milieu naturel ou semi-naturel, et causant un changement significatif en termes de composition, de structure et de fonctionnement de l’écosystème (Cronk & Fuller, 1995).

Pendant ce stage de courte durée (un mois), nous nous sommes intéressés à un grand arbre introduit à Tahiti, *Alstonia macrophylla* (famille des Apocynaceae), dont seuls quelques individus avaient été observés aux « Jardins d’eau de Vaipahi » en juin 2009 puis un plus grand nombre en février 2023 (J.-Y. Meyer, comm. pers.). Le but de ce stage était d’étudier la capacité de cette espèce à devenir envahissante dans les îles de la Polynésie française. Pour cela, le premier objectif était de vérifier l’identité de cette espèce (et non pas d’une autre espèce voisine du même genre), de vérifier qu’elle est effectivement naturalisée (et non pas simplement plantée) en étudiant sa reproduction (présence de fruits avec des graines viables), la structure de ses populations (présence de plantules, de jeunes plants et d’arbres reproducteurs), sa répartition et dispersion (présence d’individus en dehors du jardin et d’autres populations éloignées de Vaipahi) et enfin d’estimer son potentiel impact sur les plantes indigènes ou endémiques.

2 Matériels et méthodes

Sites d’étude

Tahiti (archipel de la Société) est l’île la plus grande (1042 km²) et la plus haute (2241 m d’altitude) de la Polynésie française. Le climat y est tropical, alternant entre saison chaude (décembre à avril) et une saison fraîche et sèche (mai à novembre) (Laurent *et al.*, 2019). La flore de l’île comprend 254 plantes indigènes dont 106 endémiques de la Polynésie Française (Florence & Moretti, 2006).

Nos mesures, observations et prélèvements de graines ont été effectués dans les « Jardins d'eau de Vaipahi » situés dans la commune de Teva i Uta, commune associée de Mataiea, au sud de l'île de Tahiti, et sur Tevaitau situé au-dessus du « Jardin botanique Harrison Smith » de Papeari (Figure 1). Nous avons parcouru à pied les pistes de ces deux sites (anciennes pistes forestières, entretenues à Vaipahi, abandonnées à Tevaitau) et avons également prospecté les sentiers de crête au-dessus de ces deux sites jusqu'à une altitude d'environ 450 m (Vaipahi) et 380 m (Tevaitau).

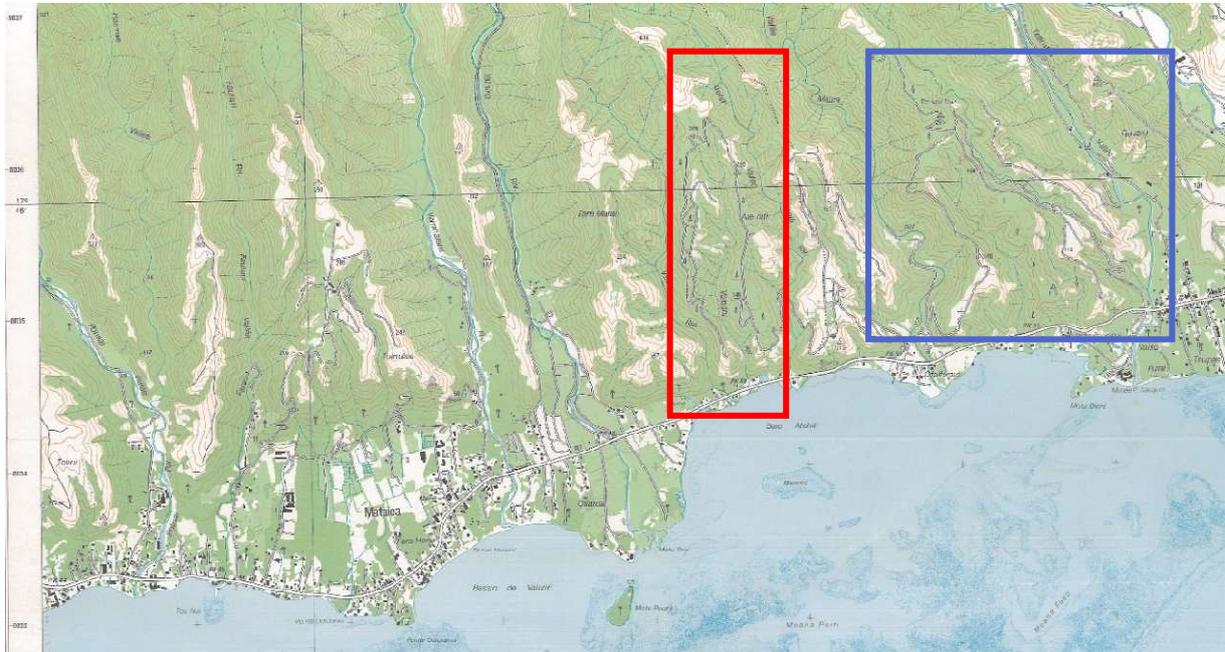


Figure 1 : Localisation des deux sites d'études (en rouge : Vaipahi ; en bleu : Tevaitau) sur la carte topographique de Teva i uta, au 1/20 000ème du Service de l'Urbanisme, d'après des vues aériennes de 1986

Espèce étudiée

Notre premier objectif était d'identifier avec certitude l'espèce observée sur les sites d'étude à Tahiti. Pour cela diverses flores des îles du Pacifique (Cook, Fidji, Hawaii, Samoa, Vanuatu) et de l'océan Indien (Mascareignes, Seychelles) ainsi que des ouvrages et des sites internet sur les arbres tropicaux d'Asie du sud-est et de Malaisie ont été consultés pour trouver des clés d'identification pour *Alstonia macrophylla* et pouvoir le distinguer des espèces voisines.

Afin d'identifier et de décrire l'espèce, des inflorescences, feuilles et fruits ont été prélevés sur les deux sites et les fleurs et graines ont été observées à l'aide d'un stéréomicroscope avec un grossissement allant de x10 à x40 (SMZ-140 Motic).

Étude de la structuration des populations d'*Alstonia macrophylla*

Sur le site de Vaipahi, nous avons mesuré l'ensemble des individus situés des deux côtés de la piste à moins de 2 à 3 m de sa bordure, en estimant à l'œil leur hauteur, en prenant leur diamètre à la base (DB) et le diamètre à 1m30 (« diameter at breast high » ou DBH) de tous les troncs et tiges grâce à un pied à coulisse (ou un mètre ruban lorsque le diamètre était trop grand pour le pied à coulisse) et en notant leur phénologie de l'individu (stérile ou fertile avec la présence de fruits ou de fleurs).

Sur le site de Tevaitau, nous n'avons pas mesuré l'ensemble des individus présents mais que certains individus dans des populations situées le long des pistes forestières et parfois à plus d'une dizaine de mètres. Contrairement à Vaipahi où les pistes sont entretenues, les arbres n'étaient pas coupés et ne présentaient donc pas de multiples rejets à la base.

Impact potentiel sur les plants indigènes et endémiques

Sur le site de Vaipahi, nous avons installé dix placettes circulaires de 10 m de diamètre (soit environ 78,5 m² de surface) centrées autour du plus grand arbre présent et en faisant en sorte de ne pas empiéter sur la piste. Les coordonnées géographiques (latitude, longitude) et l'altitude de chaque parcelle ont été prises grâce à un GPS (GARMIN GPS 73®), la luminosité (en fonction de l'ouverture de la canopée) et la pente (forte, moyenne, faible) ont été estimés (Tableau 1 et Figure 2).

Placette	Altitude (m)	Latitude sud	Longitude ouest	Pente	Ouverture de la canopée
PC1	133	17°45'32.3''	149°23'27.3''	Moyenne	Fermée
PC2	160	17°45'24.9''	149°23'32.0''	Élevée	Semi ouverte
PC3	275	17°44'52.5''	149°23'36.0''	Moyenne	Semi ouverte
PC4	280	17°44'51.6''	149°23'35.6''	Moyenne	Semi ouverte
PC5	295	17°44'50.9''	149°23'35.3''	Moyenne	Semi ouverte
PC6	286	17°44'42.7''	149°23'28.3''	Élevée	Ouverte
PC7	240	17°45'00.0''	149°23'25.3''	Faible	Fermée
PC8	204	17°45'17.4''	149°23'24.0''	Faible	Semi ouverte
PC9	194	17°45'23.2''	149°23'22.1''	Faible	Semi ouverte
PC10	138	17°45'27.8''	149°23'21.2''	faible	Semi ouverte

Tableau 1 : Caractéristiques des placettes circulaires sur le site de Vaipahi. Altitude et coordonnées (système géodésique GWS 84) selon le GPS

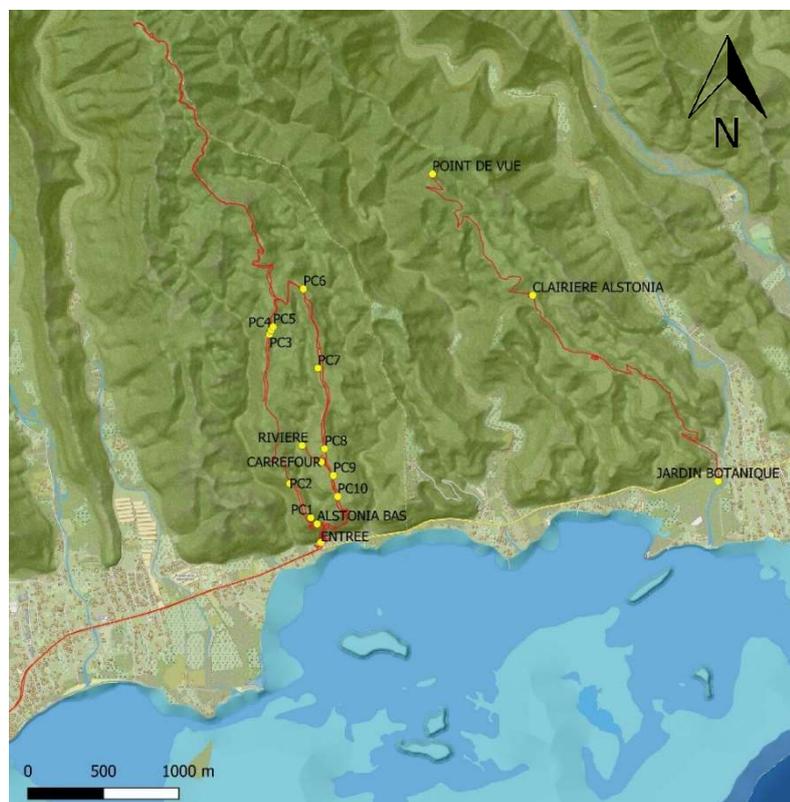


Figure 2 : Carte de répartition des dix parcelles circulaires à Vaipahi (PC1 à PC10) ainsi que différents points de repère à Vaipahi et Tevaitau (réalisée par Ravahere TAPUTUARAI d'après nos coordonnées GPS)

Dans chacune de ces parcelles, outre toutes les mesures effectuées sur *A. macrophylla*, le DBH et le nombre de tiges de tous les individus de plus d'1m30 des autres espèces végétales présentes (introduites, indigènes ou endémiques) ont été mesurés. La surface terrière (en cm²/m²) a été calculée pour chaque espèce de chaque plot selon la formule :

$$SP_{esp.} = \frac{\sum_{k=1}^n \left(\pi \times \left(\frac{DBH_k}{2} \right)^2 \right)}{78,5}$$

Nous avons également estimé à l'œil le taux de recouvrement au sol des espèces d'une hauteur inférieure à 1m30 (plantules de ligneux, fougères, herbacées) selon l'échelle d'abondance/dominance (A/D) de Braun-Blanquet (cité in Mueller-Dombois & Ellenberg, 2002) :

- 5 : pour une couverture ≥ 75% ;
- 4 : ≥ 50-75% ;
- 3 : ≥ 25-50% ;
- 2 : ≥ 5-25% ;
- 1 : ≥ 1-5% ;
- + : <1% ;
- r : très rares individus.

Germination des graines

Afin de tester les capacités de germination des graines de *A. macrophylla*, 130 graines ont été récoltées dans des follicules tombées au sol sur le site de Vaipahi et mises à germer en laboratoire (au bureau) selon les traitements suivants :

- 60 graines mises en lumière ambiante ;
- 30 graines mises à l'obscurité ;
- 30 graines trempées pendant 24h dans de l'eau puis mises à la lumière ;
- 10 graines trempées pendant 24h dans de l'eau puis mises à l'obscurité.

Le milieu de germination était composé de 4 couches de papier absorbant imbibés d'eau du robinet dans une boîte de Pétri. Chaque lot a été humidifié d'eau deux fois par jour, au début et à la fin de la journée, mais pas durant les week-ends. Les graines germées sont comptées chaque jour puis retirées des boîtes (Figure 3A et 3B).



Figure 3A : Boîte de Pétri avec des graines de *A. macrophylla* mise à la lumière ambiante



Figure 3B : Détail d'une graine germée de *A. macrophylla*

3 Résultats

Les espèces du genre *Alstonia*

Le genre *Alstonia* fait partie de la famille des Apocynaceae qui comprend environ 4675 espèces dans le monde réparties en 345 genres. Cette famille comprend des arbres, arbustes et lianes caractérisés par une sève blanche (latex) dans l'écorce et les feuilles. Leurs fleurs regroupées dans des cymes d'inflorescence ont souvent cinq pétales et sépales avec des étamines attachées à la corolle, des ovaires supérieurs et deux carpelles séparés et uni en un seul style (Gardner *et al.*, 2000).

Le genre *Alstonia* comporte environ 41 espèces réparties de l'Afrique tropicale à l'Asie et le Pacifique jusqu'aux Marquises à l'est (Whistler, 2022). Il regroupe essentiellement des arbres et arbustes à latex blanc mais pas de lianes ou d'herbacées. Les fruits sont des follicules, les feuilles sont verticillées avec des nervures secondaires très marquées et leurs graines possèdent des poils (Lorence & Wagner, 2020 ; Sykes, 2016).

Au moins trois espèces d'*Alstonia* sont présentes dans la région Pacifique : une espèce indigène *A. costata* et deux espèces introduites, *A. macrophylla* et *A. scholaris*. Elles présentent des similitudes mais aussi des différences permettant de les identifier (Tableau 1).

Nom scientifique	Forme biologique	Feuille	Fleur	Fruit	Graine
<i>Alstonia costata</i> (G. Forst.) R.Br.	Petit arbre de 2-7 m de hauteur (Sykes, 2016) voire 12 m ou plus (Whistler, 2022), à latex blanc (Lorence & Wagner, 2020) et bois blanc (Grant <i>et al.</i> , 1974)	Feuilles opposés, avec un pétiole de 2-5 cm de long. un limbe elliptique de 8-16,5 cm de long et 3-8 cm de large, coriaces et glabres avec 13-19 nervures secondaires (Grant <i>et al.</i> , 1974) de couleur vert foncé brillant (Sykes, 2016)	Inflorescence sub-terminale en cyme de 12 cm de long et 16 de large avec des fleurs à corolle à gorge poilue, blanche et odorante, de 4,5 mm de long avec des anthères lancéolées de 1,3 mm de long et un style de 0,8mm de long (Grant <i>et al.</i> , 1974)	Fruit sec déhiscent (follicule) (Taputuarai, 2018), par paire, de forme linéaire, cylindrique et incurvé de 9-35 cm de long et 3,5-4,5 mm de diamètre (Lorence & Wagner, 2020)	Graine de couleur marron, elliptique de 6-10 mm de long, ciliée à chaque extrémité (Lorence & Wagner, 2020)
<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br.	Arbre pouvant atteindre 40 m (Monachino, 1949) à tronc droit, marqué d'anneaux, à latex blanc (Gardner <i>et al.</i> , 2000)	Feuilles verticillées par 4 à 8 (Jensen, 2001), glabres et charnues avec des nervures secondaires apparentes et parallèles (Barwick, 2004), limbe oblong à elliptique de 7-28 cm de long et 2-11 cm de large (Jensen, 2001)	Inflorescence compacte formant une cyme paniculée à fleurs blanches à verdâtres (Khyade <i>et al.</i> , 2014), odorantes, au calice légèrement pileux (Jensen, 2001), corolle de 6 à 10 mm, pileuse à l'extérieur (Monachino, 1949)	Follicules filiformes (Jensen, 2001), par paire, de 50 cm de long et 0,2-0,3 cm de large (Gardner <i>et al.</i> , 2000)	Graine oblongue, de 6 à 8 mm de long avec des poils marrons sur les côtés (Khyade <i>et al.</i> , 2014)

<i>Alstonia macrophylla</i> Wall. ex G.Don	Arbre pouvant atteindre les 30 m (Gardner <i>et al.</i> , 2000) au tronc droit, à écorce gris clair et lisse (Friedmann, 1994), à latex blanc (Khyade <i>et al.</i> , 2014)	Feuilles pileuses, verticillées en 3 ou 4, de 10-30 cm de long et 2,5-9 cm de large, avec 18-25 nervures secondaires (Monachino, 1949) et un pétiole long de 1-1,5 cm (Friedmann, 1994)	Inflorescence plus petite que <i>A. scholaris</i> (Gardner <i>et al.</i> , 2000), à fleurs blanches, pileuse à l'intérieur (Friedmann, 1994), glabre à l'extérieur, pétales entre 3,5 et 7 mm de long avec un calice <1,5 mm de long et pileux, sépales d'environ 1 mm de long (Monachino, 1949)	Follicule, linéaire ou filiforme, par paire, de 20-50 cm de long, glabre (Khyade <i>et al.</i> , 2014, Friedmann, 1994)	Graine oblongue, de couleur marron de 5-6 mm de long, (Khyade <i>et al.</i> , 2014) avec une touffe de poils roux aux deux extrémités (Friedmann, 1994)
---	---	---	--	---	---

Tableau 1 : Caractéristiques et critères de détermination de trois espèces d'*Alstonia* présentes dans les îles du Pacifique

Caractéristiques de l'espèce étudiée à Tahiti

Sur nos sites d'étude de Vaipahi et Tevaitau, le plus grand individu observé a une hauteur d'environ 25 m et un DBH d'environ 37 cm. Les feuilles sont verticillées par 3 ou 4, un peu pileuses, à forme oblongue avec un apex pointu et de couleur vert clair.

Les fleurs sont parfaites (hermaphrodites), blanches, odorantes et regroupées en grandes inflorescence. Le calice est vert, pileux et composé de 5 sépales. La corolle est glabre à l'extérieur et pileuse à l'intérieur, avec 5 pétales soudés ensemble par le tube corollaire. Les cinq étamines ont des anthères en forme de pointe de lance. Les deux carpelle sont séparés et unis avec un ovaire par carpelle contenant deux loges ovariennes avec de nombreux ovules. Les ovaires sont supères et entourés à mi-hauteur par une membrane (Figure 4).



Figure 4A : Fleurs coupées longitudinalement à la loupe binoculaire (grossissement x40)

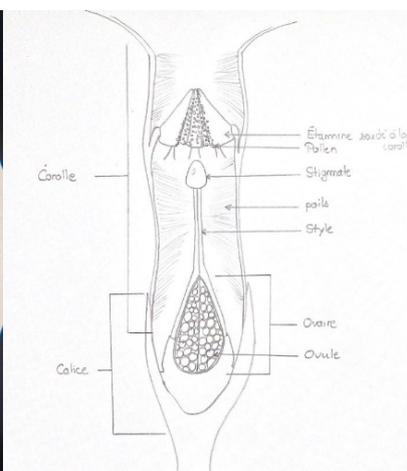


Figure 4B : Schéma d'une fleur coupée longitudinalement (x40)

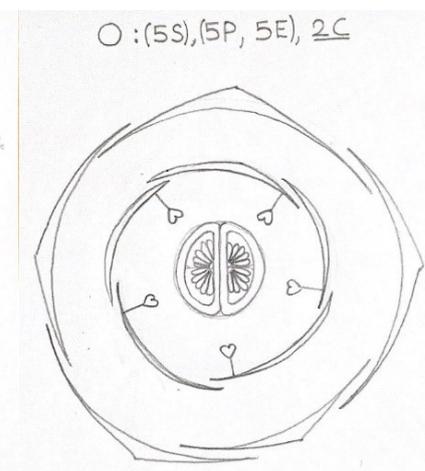


Figure 4C : Diagramme et formule florale

Les fruits sont de longs follicules en paire, glabres et filiformes, s'ouvrant longitudinalement à maturité (déhiscent), de couleur marron foncé à l'extérieur et marron clair voire beige à l'intérieur. Les graines également de couleur marron sont oblongues et minces, avec de nombreux poils roux aux deux extrémités et s'envolent avec le vent. Les différentes mesures prises sur les différentes parties de l'espèce dans nos deux sites d'étude (Tableau 2) démontrent qu'il s'agit bien de *A. macrophylla*.

Organes	Unité	Moyenne	Maximum	Minimum	Nombre
Pétales de la fleur	Longueur (mm)	70 ± 7	80	60	27
	Largeur (mm)	30 ± 4	40	20	27
Feuilles	Longueur (cm)	35,1 ± 4,07	41	28	21
	Largeur (cm)	11 ± 1,43	13,7	8,8	21
Graines	Longueur (mm)	50 ± 8	70	30	60
	Largeur (mm)	16 ± 4	20	10	60
Follicules	Longueur (cm)	33,9 ± 7,66	46,2	16,5	58
	Largeur (cm)	0,95 ± 0,16	1,8	0,3	58
Inflorescence	Nombre de fleurs	474,3 ± 101,54	567	333	3

Tableau 2 : Mesures effectués sur les différents organes de *A. macrophylla* sur les deux sites étudiés à Tahiti

Sur nos sites d'étude de Vaipahi et Tevaitau, l'individu le plus bas se trouvait à environ 60 m d'altitude et le plus haut à environ 380 m d'altitude. L'espèce a été observée majoritairement en sous-bois des plantations de pins des Caraïbes *Pinus caribaea* où la luminosité était forte à moyenne. Les quelques individus trouvés en milieu à luminosité basse était soit assez grand pour dépasser la végétation, soit de petits individus ne dépassant pas les trois mètres de hauteur.

Étude de la structuration des populations d'*Alstonia macrophylla*

Un total de 362 individus a été mesuré en bordure de piste sur la totalité de la grande boucle et de la petite boucle de Vaipahi, et 103 individus ont été mesurés le long des pistes de Tevaitau. La majorité des individus mesurés était des arbres de taille inférieure ou égale à 7 m pour Vaipahi (Figure 5) alors que le site de Tevaitau comprend de nombreux petits individus de moins de 3 m et de très grands arbres de plus de 15 m (Figure 6). Le site de Vaipahi comporte beaucoup plus d'individus à nombreuses tiges, avec une moyenne de $2,22 \pm 1,94$ tiges et un maximum de 14 tiges pour un individu alors qu'à Tevaitau le nombre moyen de tige est de $1,12 \pm 0,52$ m, plus en accord avec les descriptions de l'espèce décrivant *A. macrophylla* comme un arbre possédant un seul tronc droit.

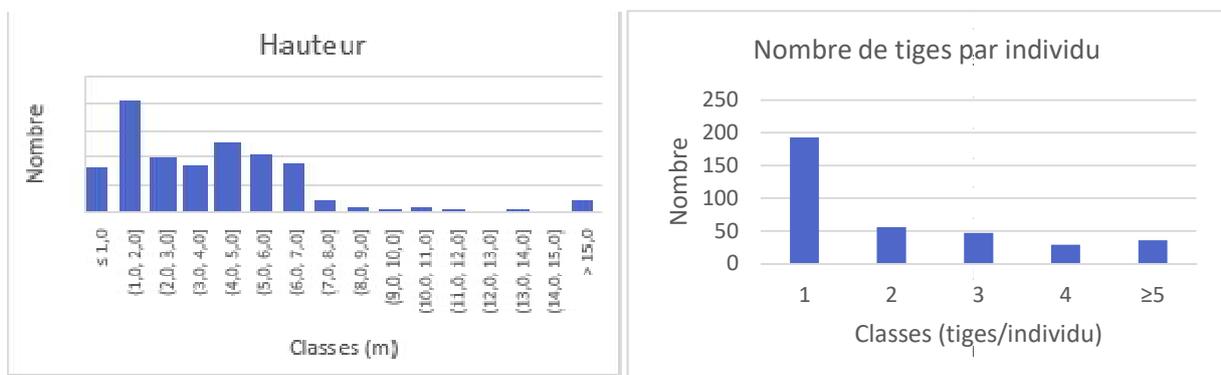


Figure 5 : Répartition des individus en fonction de leur hauteur (à gauche) et du nombre de tiges par individu (à droite) dans la population étudiée sur le site de Vaipahi (N=362)

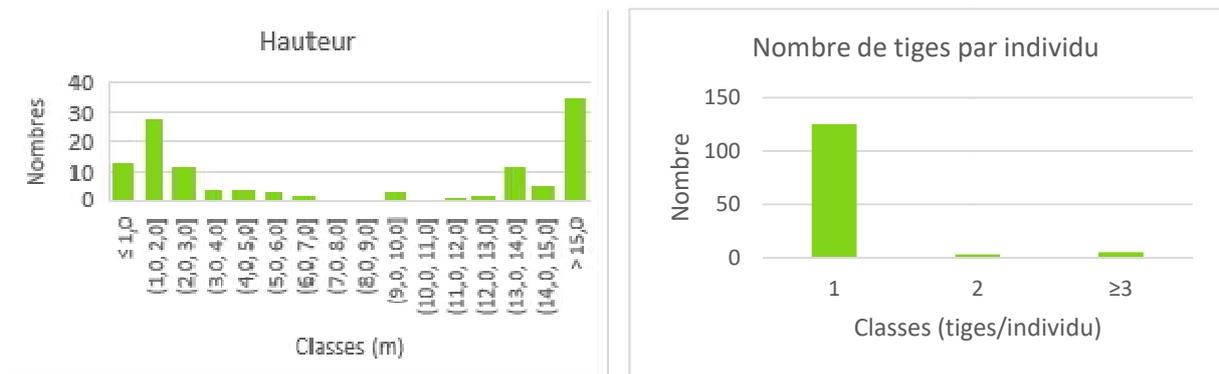


Figure 6 : Répartition des individus en fonction de leur hauteur (à gauche) et du nombre de tiges par individu (à droite) dans la population étudiée sur le site de Tevaitau (N=103)

Nos mesures prises sur les individus montrent qu'il existe une relation entre le diamètre à la base (DB) et le diamètre à 1m30 (DBH), ainsi qu'entre la hauteur des troncs et le DBH sur le site de Tevaitau avec des coefficients de corrélation R^2 proches de 1 (Figure 7 et Figure 8). Pour le site de Vaipahi, les coefficients de corrélation sont plus faibles (entre 0,5 et 0,6), probablement en raison des nombreux rejets de souche (nombreuses tiges de plus de 1m30) d'arbres coupés le long des pistes.

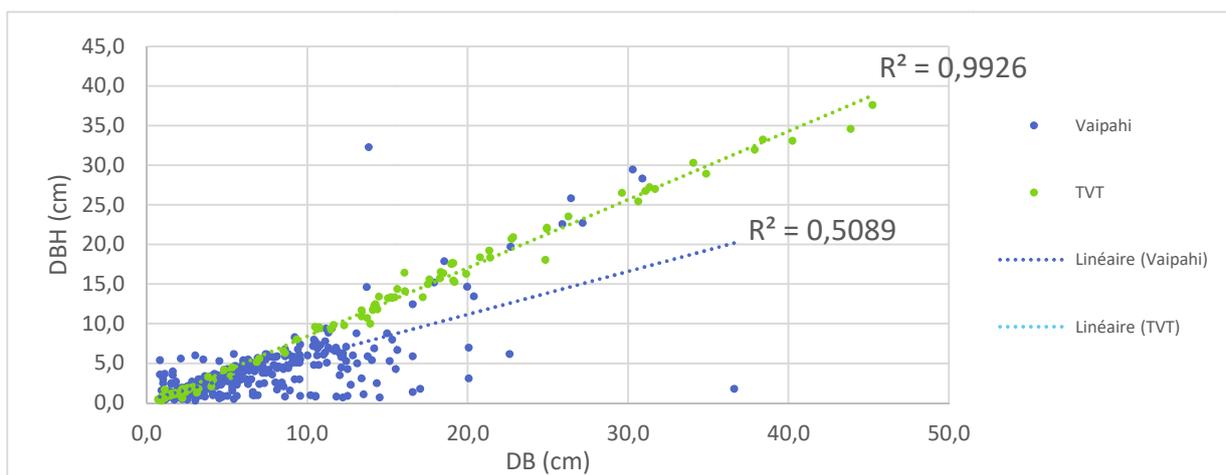


Figure 7 : Comparaison de la relation entre le diamètre à la base (DB) et le diamètre à 1m30 (DBH) de *A. macrophylla* dans les sites de Vaipahi (N=316) et Tevaitau (N=103)

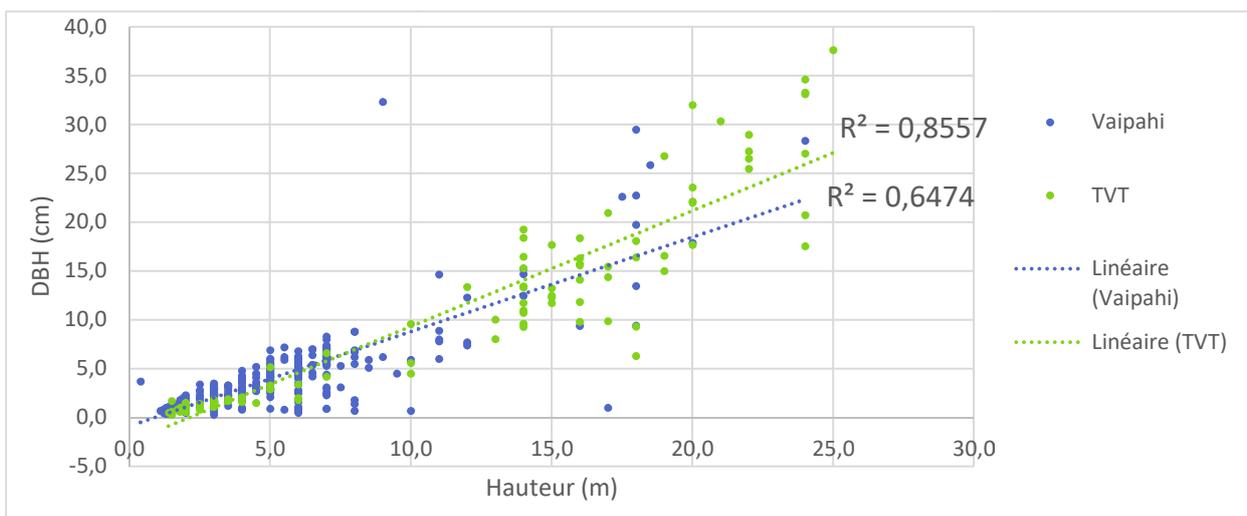


Figure 8 : Comparaison de la relation entre la hauteur et le diamètre à 1m30 (DBH) de *A. macrophylla* dans les sites de Vaipahi (N=316) et Tevaitau (N=103)

En regardant la relation entre le DBH et la hauteur et en notant la fertilité des individus, c'est-à-dire la présence de fleurs ou de fruits, un arbre serait fertile à partir de 14 m de hauteur, avec une exception à 9 m sur le site de Vaipahi (Figure 9). Tous les arbres observés ayant une hauteur supérieure ou égale à 20 m étaient fertiles. Nous pouvons alors estimer une hauteur minimale de fertilité des arbres à $18 \pm 2,17$ m. Le plus petit DBH observé sur un arbre fertile est de 13,3 cm sur le site de Tevaitau, et tous les arbres observés ayant un DBH supérieur ou égal à 20,72 cm étaient fertiles, nous pouvons estimer un DBH minimal de fertilité à $16,8 \pm 2,02$ cm.

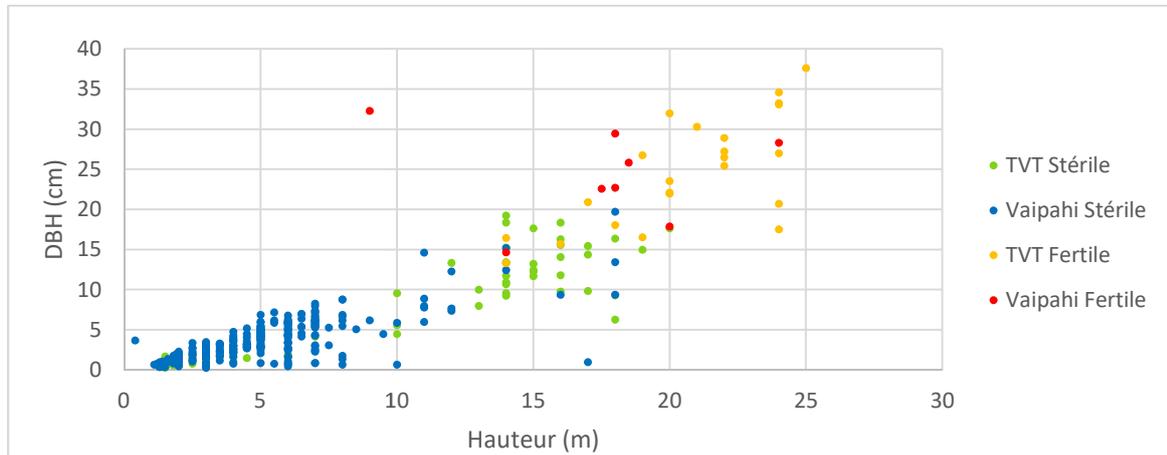


Figure 9 : Comparaison de la relation entre la hauteur et le diamètre à 1m30 (DBH) de *A. macrophylla* et fertilité des individus dans les sites de Vaipahi (N=316) et Tevaitau (N=103)

Impact potentiel sur les plants indigènes et endémiques

Les pins des Caraïbes *Pinus caribbaea* représentent 84,3 % de la surface terrière totale dans les dix parcelles circulaires sur le site de Vaipahi qui était une ancienne pinède. Lorsque les pins sont exclus, *A. macrophylla* occupe plus de la moitié de cette surface (51,5%) devant *Eucalyptus* sp. planté (13,3%) et les plantes ligneuses envahissantes *Syzygium floribundum* (8,9%), *Cecropia peltata* (6,1%), *Ardisia elliptica* (5,3%), *Falcataria moluccana* (3,6%), *Psidium cattleyanum* (3,2%) et *Miconia calvescens* (2,4%) (Figure 10). Les cinq plantes ligneuses indigènes et endémiques, *Homalanthus nutans*, *Fagraea berteriana*, *Rhus taitensis*, *Tarenna sambucina* et *Talipariti tiliaceum* (synonyme *Hibiscus tiliaceus*), ne représentent que 5,6 % de la surface terrière totale.

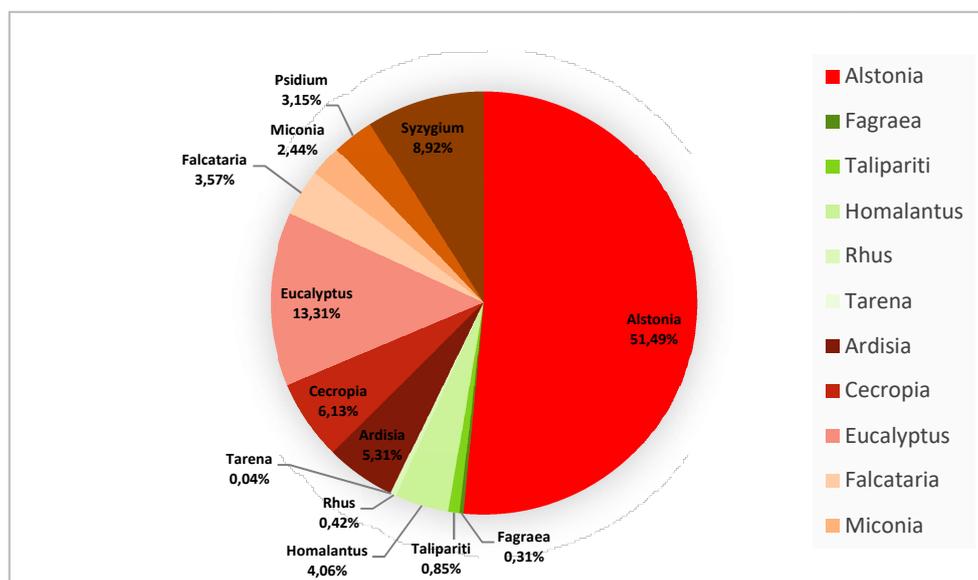


Figure 10 : Proportion de la surface terrière des différentes espèces dans les dix parcelles de Vaipahi (sans *Pinus*)

Si l'on regarde le nombre d'individus ou de tiges mesurées à plus d'1m30 (Figure 11), *A. macrophylla* n'arrive qu'en troisième position après *Syzygium floribundum* et *Ardisia elliptica* et devant *Cecropia peltata*, *Miconia calvescens* et *Psidium cattleyanum*, le pin des Caraïbes n'étant représenté que par quelques grands arbres.

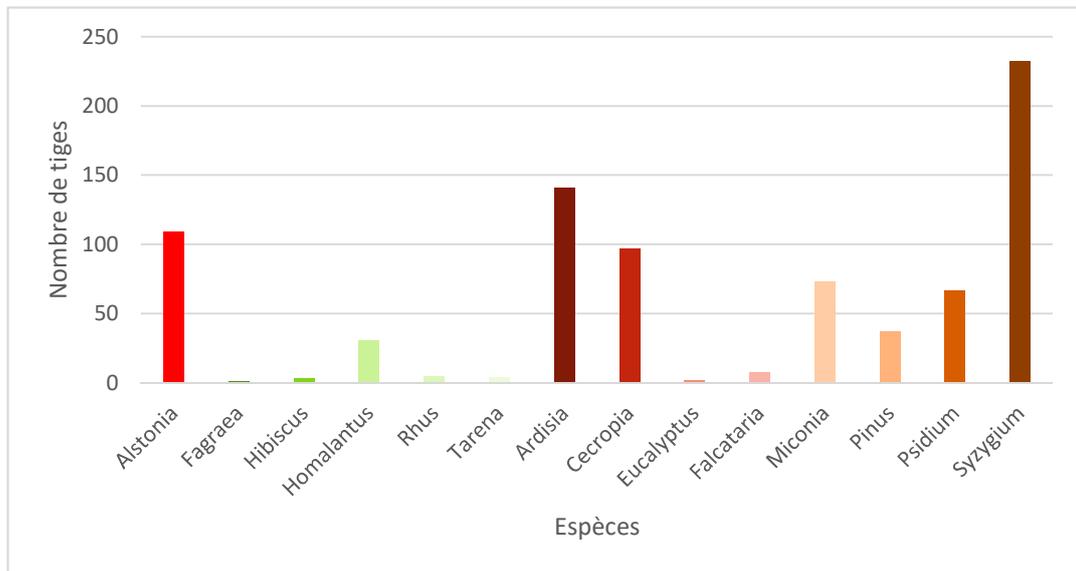


Figure 11 : Nombre de tiges par espèce dans les dix parcelles de Vaipahi

L'étude de l'abondance/dominance (A/D) des espèces présentes dans la strate herbacée montre que les plantules d'*A. macrophylla* ne sont pas présentes dans toutes les parcelles alors que celles de *Syzygium floribundum* et *Ardisia elliptica* sont observées dans quasiment toutes les parcelles. Les fougères indigènes *Dicranopteris linearis*, *Histiopteris incisa* et *Nephrolepis hirsutula* sont parfois très abondantes en sous-bois.

	Espèces introduites									Espèces indigènes								
	Als.	Ard.	Cec.	Mic.	Mik.	Pas.	Psi.	Sch.	Syz.	Ble.	Dav.	Dic.	His.	Lyg.	Micr.	Nep.	Rhu.	Tar.
PC1	-	+	-	-	-	-	-	1	-	-	+	+	-	-	1	1	-	-
PC2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	2	+	1	-	-	+	+	-	-
PC3	-	+	1	1	1	2	-	-	1	-	-	-	3	-	-	1	+	-
PC4	-	1	+	1	1	+	-	-	1	-	-	-	+	-	-	3	-	+
PC5	-	+	+	1	-	1	-	-	2	-	+	-	+	-	-	2	-	+
PC6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	5	-	-	-	+	-	-
PC7	1	1	-	-	-	-	+	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PC8	1	1	-	-	-	-	-	-	2	-	+	1	-	1	-	-	-	-
PC9	1	1	-	-	-	-	2	-	2	-	1	-	-	-	-	1	-	-
PC10	+	+	-	-	-	-	1	1	1	-	1	2	-	-	1	1	-	-

Tableau 4 : Recouvrement (A/D) des plantules de ligneux, des fougères et des herbacées dans les parcelles circulaires : Als.=*Alstonia macrophylla* ; Ard.=*Ardisia elliptica* ; Ble.=*Blechnum orientale* ; Cec.=*Cecropia peltata* ; Dav.=*Davallia solida* ; Dic.=*Dicranopteris linearis* ; His.=*Histiopteris incisa* ; Lyg.=*Lygodium reticulatum* ; Mic.=*Miconia calvescens* ; Micr.=*Microsorium grossum* ; Mik.=*Mikania scandens* ; Nep.=*Nephrolepis hirsutula* ; Pas.=*Paspalum conjugatum* ; Psi.=*Psidium cattleyanum* ; Rhu = *Rhus taitensis* ; Sch.=*Schefflera actinophylla* ; Syz.=*Syzygium floribundum* ; Tar.=*Tarena sambucina* ; **en gras : A/D > 25%**.

Germination des graines

Les premières germinations ont été observées entre 8 et 10 jours dans les différents lots de graines mises à germer pour les traitements « à la lumière » et « à la lumière + trempage dans de l'eau pendant 24h » (Figure 12). Le trempage n'accélère donc pas la germination des graines d'*A. macrophylla*. Le taux de germination atteint les 80% au bout de 16 jours. Aucune graine n'a germé à l'obscurité pendant toute la durée d'expérimentation (30 jours) montrant que les graines sont photosensibles.

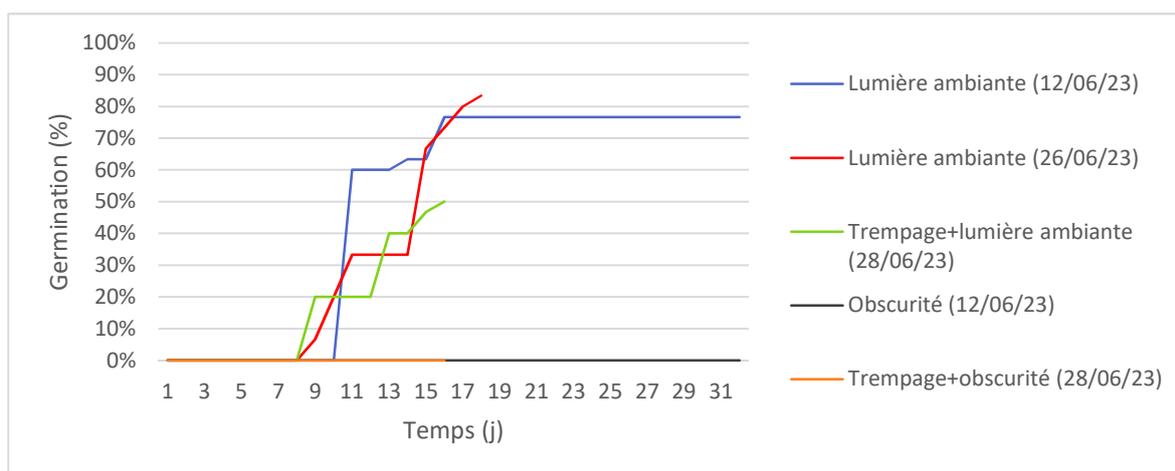


Figure 12 : Évolution du pourcentage de germination des graines d'*A. macrophylla* en fonction du temps et des différents traitements

4 Discussion

Abondance d'*Alstonia macrophylla* sur les sites d'étude à Tahiti

Nous avons dénombré 365 individus en bordure de piste sur la totalité de la grande boucle et de la petite boucle de Vaipahi, soit une distance totale de 7515 m représentant une densité d'environ 0,05 individu par mètre linéaire. La zone d'étude s'étendant sur environ 2 m de part et d'autre de la piste, la superficie totale de la zone d'étude est d'environ 30 060 m², soit une densité de 0,012 individu/m² ou 120 individus/ha.

Sur nos deux sites d'étude, l'individu le plus bas se trouvait à environ 60 m d'altitude et le plus haut à environ 390 m en bordure de sentier, loin des pistes forestières. La majorité des individus ont été observés en sous-bois de plantation de pins des Caraïbes, mais certains se sont implantés en zone ouverte dans les forêts mésophiles à hygrophiles de moyenne altitude (Figure 13).

Sur le site de Vaipahi, la plupart des arbres présentaient un nombre élevé de tiges partant à la base du tronc, probablement lié à la coupe régulière des arbres (Figure 14). En effet, ce site touristique est très fréquenté depuis son ouverture vers 2009 et une entreprise privée (« Espace Natura ») est chargée d'entretenir régulièrement les pistes (Moeata Juventin, Service du Tourisme, comm. pers. 2023). Le site de Tevaitau situé au dessus du jardin botanique semble beaucoup moins fréquenté car son accès n'est pas indiqué et les arbres ne sont pas coupés d'où un nombre élevé d'arbres à un seul tronc de plus de 15 m de hauteur.



Figure 13 : Jeune plant de *A. macrophylla* sur une crête vers 380 m d'altitude sur le site de Tevaitau (crédit photo : J.-Y. MEYER©)



Figure 14 : *A. macrophylla* taillé à la base avec de nombreux rejets de souche sur le site de Vaipahi

Alstonia macrophylla, une plante potentiellement envahissante à Tahiti

Pour qu'une plante introduite puisse se naturaliser et devenir envahissante dans un nouvel environnement, deux « barrières » doivent être surmontées : la première est une barrière abiotique comprenant les conditions climatiques et édaphiques et la seconde est une barrière biotique qui concerne l'absence de partenaire sexuel, de pollinisateurs, d'agents disséminateurs et la présence d'espèce compétitrice ou d'ennemis comme des prédateurs et des herbivores (Mack, 1996).

Alstonia macrophylla fleurit de septembre à décembre dans son habitat d'origine en Asie du Sud-Est (Monachino 1949 ; Barwick, 2004 ; Khyade *et al.*, 2014). La majorité des individus fertiles que nous avons observés étaient en fruits et quelques-uns étaient en fleurs pendant la durée de notre étude réalisée en juin, c'est-à-dire en saison sèche en Polynésie française. Quelques insectes de la famille des diptères et des hyménoptères ont été observés sur les fleurs blanches et odorantes laissant supposer une pollinisation entomophile. La morphologie des graines, légères avec de longs poils aux extrémités, laisse penser que leur dissémination est effectuée par le vent, potentiellement sur de longues distances.

Les graines contenues dans les follicules trouvées au sol étaient viables avec un temps de germination relativement court, d'environ 1 semaine (à comparer avec les 2 jours pour *Clusia minor* et 17 jours pour *M. calvescens*, Devambe, 2021) et un taux de germination atteignant 80% en conditions de laboratoire.

Malgré le nombre élevé de fleurs par inflorescence et l'abondance de fruits (follicules) produits par les arbres reproducteurs, le nombre de plantules était peu élevé autour des arbres fertiles sur nos deux sites d'étude. Ce faible recrutement a également été observé à Hawaii où *Alstonia macrophylla* produit de nombreuses graines mais sans plantule observée aux alentours des deux arbres répertoriés (KISC, 2017). Nous pouvons donc supposer que la survie des plantules après la germination des graines est faible dans le milieu naturel.

La compétition avec d'autres espèces envahissantes, classées « espèces menaçant la biodiversité en Polynésie française » par le Code de l'Environnement telles que *Ardisia elliptica*, *Cecropia peltata*, *Psidium cattleianum* et *Syzygium floribundum*, très abondantes sur les deux sites d'étude, pourraient également ralentir la propagation de *A. macrophylla*.

L'impact de *A. macrophylla* sur les plantes indigènes ou endémiques est difficile à évaluer car celui-ci est actuellement essentiellement observé en plantation forestière et en forêt « secondaire ». Sa grande taille (jusqu'à 25 m), son diamètre (DBH atteignant 40 cm) ainsi que sa densité pourrait néanmoins menacer la composition, la structure et le fonctionnement des forêts naturelles de basse et moyenne altitude. Aux Seychelles, l'espèce fait ainsi partie du « top 10 » des plantes les plus envahissantes et est connue pour être envahissante au Sri Lanka dans les forêts de pins (Jayawardhane & Gunaratne, 2022). est également naturalisée sur trois îles de l'archipel hawaïien (Hawai'i, Kaua'i et O'ahu) où elle est considérée comme à « fort risque d'invasion » (KISC, 2017).

Trois scénarios sont possible pour les espèces introduites : (1) l'espèce ou sa descendance ne survit pas ; (2) l'espèce introduite se naturalise mais ne prolifère pas ; (3) l'espèce se naturalise et reste peu abondante pendant un certain temps, puis sa population augmente rapidement (Mack, 1996). Il est possible que *A. macrophylla* se trouve dans une « période de latence » avant une phase d'invasion (Meyer, 1998) qui serait bien plus longue que celle de *Miconia calvescens*, introduit comme lui en 1937 au jardin botanique de Papeari en provenance du Sri Lanka (J.-Y. Meyer, données non publiées) et devenu la pire des plantes envahissantes à Tahiti et d'autres îles de la Société (Meyer & Florence, 1996). Il s'agit donc d'une plante à surveiller avec beaucoup d'attention dans les prochaines années.

Remerciements

Je remercie particulièrement le Dr Jean-Yves Hiro MEYER pour son encadrement scientifique, Ravahere TAPUTUARAI pour la réalisation de la carte avec les points GPS, Solène FABRE BARROSO pour l'aide sur le terrain sur le site de Tevaitau et Bruno JORDAN, chef du Service du Tourisme de la Polynésie française, pour l'autorisation d'étudier les populations de *Alstonia macrophylla* dans les « Jardins d'eau de Vaipahi ».

Bibliographie

- BARWICK, M. 2004. *Tropical & Subtropical Trees, an Encyclopedia*. Timber Press, Portland.
- CRONK, Q. C. B & FULLER, J. L. 1995. *Plant Invaders, The Threat to Natural Ecosystem*. Chapman & Hall, Royal Botanic Gardens, Kew.
- DEVAMBE, M. 2021. Etude du début d'invasion d'un arbre ornemental *Clusia minor* L. (Clusiaceae) sur l'île de Tahiti. Rapport de stage Licence Science de la Vie, Université de la Polynésie française, Délégation à la Recherche, Papeete.
- MEYER, J.-Y., BUTAUD, J.-Y. & WAN, V.(2007. *Les Plantes Envahissantes en Polynésie française. Guide illustré d'identification*. Direction de l'Environnement, Délégation à la Recherche, Papeete. <https://www.service-public.pf/diren/wp-content/uploads/sites/17/2019/05/Guide-plantes-envahissantes-07.pdf>

- FLORENCE, J. & MORETTI, C. 2006. Les ressources végétales polynésiennes. In GUEZENNEC, J., MORETTI, C. & SIMON, J.-CF. (coord.), *Substances Naturelles en Polynésie française*, IRD éditions, Paris.
- FRIEDMANN, F. 1994. *Flore des Seychelles, Dicotylédones*. Editions de l'ORSTOM, Paris.
- GARDNER, S., SIDISUNTHORN, P. & ANUSARNSUNTHORN, V. 2000. *A Field Guide to Forest Trees of Northern Thailand*. Kobfai Publishing Project, Bangkok.
- GRANT, M. L., FOSBERG, F. R., SMITH, H. M. 1974. *Partial Flora of the Society Islands: Ericaceae to Apocynaceae*. Smithsonian Institution Press, Washington,
- JAYAWARDHANE, J., & GUNARATNE, A. 2022. Influence of *Alstonia macrophylla* spread on the restoration success of pine conversion programs in Sri Lanka. *Journal of Tropical Forest Science* 34(3) : 285-295.
- JENSEN, M. 2001. *Trees and Fruits of Southeast Asia, An Illustrated Field Guide*. Orchid Press, Bangkok.
- KHYADE, M. S., KASOTE, D. M. & VAIKOS, N. P. 2014. *Alstonia scholaris* (L.) R. Br. and *Alstonia macrophylla* Wall. Ex G. Don: A comparative review on traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology* 153 : 1-18.
- KISC, 2017. *Alstonia macrophylla* - Kauai Invasive Species Committee Plant Early Detection Program 2015-2017, APPENDIX C: Prioritization Reports C3. https://www.kauaiisc.org/wp-content/uploads/C3-Alstonia-macrophylla_Prioritization-Assessment.pdf
- LAURENT, V. & MAAMAATUAIAHUTAPU, K. 2019. *Atlas Climatologique de la Polynésie française*. Direction Inter-régionale Météo France, Papeete.
- LORENCE, D. H. & WAGNER, W. L. 2020. *Flora of the Marquesas, Volume 2 : Dicots*. Smithsonian National Museum of Natural History, Washington, National Tropical Botanical Garden, Lanai.
- MACK, R. N. 1996. Predicting the identity and fate of plant invaders: emergent and emerging approaches. *Biological Conservation* 78 : 107-121.
- MEYER, J.-Y. & FLORENCE, J. 1996. Tahiti's native flora endangered by the invasion of *Miconia calvescens* DC. (Melastomataceae). *Journal of Biogeography* 23(6) : 775-783.
- MEYER, J.-Y. 1998. *Mécanismes et gestion des invasions biologiques par des plantes introduites dans des forêts naturelles à Hawai'i et en Polynésie française : une étude de cas*. Rapport d'étude postdoctorale, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Délégation à la Recherche, Papeete.
- MONACHINO, J. 1949. A revision of the genus *Alstonia* (Apocynaceae). *Pacific Science* 3(2) : 133-182.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 2002. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. The Blackburn Press, New Jersey.
- SYKES, W. R. 2016. *Flora of the Cook Islands*. National Tropical Botanical Garden, Lanai.
- TAPUTUARAI, R. 2018. *Guide de Reconnaissance des Arbres, Arbustes et Arbrisseaux Indigènes de Polynésie française*. Direction de l'Environnement, Papeete.
- UICN-France, MNHN & DIREN Polynésie française 2015. *La Liste Rouge des Espèces Menacées en France-Chapitre Flore vasculaire endémique de Polynésie française*. Paris.

Résumé

L'objectif de ce rapport de stage était d'étudier les caractéristiques bio-écologiques et capacités d'invasion d'un grand arbre introduit à Tahiti (Polynésie française), *Alstonia macrophylla* (Apocynaceae), dans deux sites du sud de l'île (Vaipahi et Tevaitau). La structure des populations a été étudiée sur Vaipahi en mesurant la hauteur, le diamètre à la base et le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) ainsi que la phénologie de tous les individus situés des deux côtés des pistes. Son impact sur les plantes indigènes a été évalué dans dix placettes circulaires de 10 m de diamètre. Des graines ont été récoltées sur le terrain pour tester leur vitesse et taux de germination en laboratoire. Nos résultats ont montré que : (1) la majorité des individus mesurés à Vaipahi étaient de petite taille avec de nombreuses tiges car probablement régulièrement coupés, par rapport à Tevaitau avec un nombre élevé de grands arbres. Les arbres fertiles mesuraient en moyenne 18 m de hauteur avec un DBH moyen de 17 cm ; (2) Malgré un recouvrement important en surface terrière, l'impact de *A. macrophylla* sur la flore indigène est difficile à estimer en raison de la présence de nombreuses autres plantes envahissantes sur les sites étudiés (3) Les graines de *A. macrophylla* germent uniquement en présence de lumière au bout d'une semaine et avec un taux de germination atteignant 80%. Les arbres reproducteurs produisent un nombre important de follicules contenant des graines légères dispersées par le vent. Tous ces traits contribuent à considérer cette espèce comme potentiellement envahissante à Tahiti, c'est pourquoi il est nécessaire de surveiller attentivement sa propagation dans les années à venir.

Mots-clés : flore, germination des graines, île, invasion biologique, structure des populations

Summary

The goal of this internship report was to study the bio-ecological characteristics and invasion capacity of *A. macrophylla* (Apocynaceae), a large tree introduced to Tahiti (French Polynesia), in two sites located on the South side of the island (Vaipahi and Tevaitau). The population structure was studied in Vaipahi by measuring the height, the basal diameter and the DBH (Diameter at Breast Height), as well as the phenology of all individuals located along both sides of the paths. Its impact on native plants was assessed in ten circular plots (10 m in diameter). Seeds were collected from the field to test their germination speed and rate in laboratory conditions. Our results showed that: (1) the majority of the individuals in Vaipahi were small and with several stems probably because they were regularly cut, compared to Tevaitau with a high number of large trees. Fertile trees have an average height of 18 m and mean DBH of 17 cm; (2) Although *A. macrophylla* has an important cover in basal area, its impact on the native flora was difficult to assess due to the presence of numerous other invasive plant species on the studied sites; (3) *A. macrophylla* seeds germinate after one week in light conditions only with a germination rate reaching 80%. Reproductive trees produce a high number of follicles containing light seeds that are dispersed by the wind. All these traits contribute to the potential of this species to become potentially invasive in Tahiti, making it necessary to monitor its spread closely in the next years.

Key words: biological invasion, island, flora, population structure, seed germination