

Etude du début d'invasion d'un arbre ornemental
***Clusia minor* L. (Clusiaceae) sur l'île de Tahiti**
(Polynésie française)

Maëva DEVAMBE



Rapport de stage réalisé à la Délégation de la Recherche
du 31/05/21 au 30/07/21

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



Photographies de couverture (clichés : J.-Y. MEYER©) de gauche à droite et de haut en bas : boutons floraux, fleur épanouie, fruits mûrs, fruit ouvert avec graines, graines germées au sol, petit arbre poussant en épiphyte.

INTRODUCTION

Le sujet de ce stage réalisé au sein de la Délégation à la Recherche de la Polynésie française du 31/05/2021 au 30/07/2021, avait pour but d'étudier le début d'invasion d'un arbre ornemental, *Clusia minor* (Clusiaceae), sur l'île de Tahiti en Polynésie française.

Une invasion biologique est caractérisée par l'extension d'une espèce animale ou végétale hors de sa zone biogéographique d'origine (Cronk et Fuller, 1995). Une espèce envahissante (ou « invasive ») est une espèce introduite accidentellement ou intentionnellement dans un écosystème où elle n'était pas présente auparavant et dans lequel elle se reproduit et se propage sans l'intervention de l'homme. En Polynésie française une liste de 35 plantes invasives « menaçant la biodiversité » a été établie (Fourdrigniez, 2014). Certaines ont été introduites comme plantes alimentaires, dont le « goyavier de Chine » *Psidium cattleianum* (Myrtaceae), d'autres comme plantes ornementales, dont le miconia *Miconia calvescens* (Melastomataceae) et le tulipier du Gabon *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae). Les plantes invasives peuvent menacer les espèces endémiques et il est important de les répertorier et les cartographier afin de mieux contrôler leur propagation.

La famille des Clusiaceae (ou Guttiferae) appartenant à l'ordre des Malpighiales, comprend trois genres et six espèces en Polynésie française dont *Calophyllum* (incluant le « tāmanu » ou « 'ati » *Calophyllum inophyllum*), *Garcinia* (incluant le mangoustan *Garcinia mangostana*), *Mammea* et *Clusia* (Florence, 2004)¹. Le genre *Clusia* est le plus grand genre des Clusiaceae avec plus de 300 espèces en Amérique tropicale (Mabberley, 2008). On distingue deux groupes selon le type de fruits : ceux à capsule déhiscente plus ou moins charnue et ceux à baie ou drupe indéhiscente (Sastre et Breuil, 2007). Dans son ouvrage sur la Flore de la Polynésie française, le botaniste Jacques Florence ne décrit qu'une seule espèce de *Clusia* présente en Polynésie française, *Clusia minor*, identifiée d'abord comme étant *Clusia rosea*, et qui aurait été introduite avant 1980 comme plante ornementale pour son port et ses fleurs (Florence, 2004 : 119, **Figure 1**).

Figure 1. Echantillon d'herbier collecté par le botaniste J. Florence le 26/09/86 à Tahiti et conservé à l'Herbier de la Polynésie française situé au Musée de Tahiti et des Îles.

Le sujet de ce stage nous a alors amené à nous poser trois questions qui constitueront nos objectifs : quelles espèces du genre *Clusia* sont effectivement présentes en Polynésie française ? Quel est leur statut et leur répartition actuelle sur l'île de Tahiti ? Quelles sont les raisons pour lesquelles l'espèce *Clusia minor* peut devenir une plante envahissante en Polynésie française ?

¹ *Calophyllum* fait actuellement partie de la famille des Calophyllaceae.



MATERIELS ET METHODES

Pour répondre à ces objectifs, nous avons dans un premier temps étudié la taxonomie du genre *Clusia* pour identifier les espèces présentes à Tahiti, puis nous avons cartographié leur répartition sur le terrain, avant d'étudier leur reproduction et tester la germination de leurs graines.

SITE D'ETUDE

La Polynésie française, située dans l'océan Pacifique, est composée de cinq archipels (Tuamotu, Gambier, Société, Marquises, Australes) et d'environ 120 îles dont la plus grande est Tahiti qui mesure 1045 km² de surface terrestre avec un sommet culminant à 2241 m d'altitude. Le climat y est tropical alternant entre une saison chaude et humide et une saison fraîche et sèche (Laurent *et al*, 2019). La flore de l'île comprend 460 plantes indigènes dont 106 sont endémiques de la Polynésie Française (Florence et Moretti, 2006).

TAXONOMIE

Le premier objectif lors de ce stage était de déterminer à quelle espèce appartiennent les plants de *Clusia* majoritairement présent sur Tahiti. Pour cela nous avons d'abord consulté différentes flores et articles scientifiques, afin de trouver les clés de classification existantes pour les différentes espèces de *Clusia*, notamment les espèces cultivées comme ornementales. Nous avons ensuite étudié la morphologie des individus reproducteurs observés sur le terrain : taille et diamètre des arbres, taille et forme de leurs feuilles, types de fleurs, forme et taille des fruits.

REPARTITION

Sur l'île de Tahiti, nous sommes allés sur plusieurs sites localisés dans les communes de Mahina, Faa'a et Puna'auia où deux espèces de l'espèce *Clusia* avaient été récemment signalées (J.-Y. Meyer, M. Fourdrigniez, V. Dubousquet, comm. pers.) : l'une n'a été observée que sur le site du centre commercial Carrefour de Faa'a avec un seul individu ; l'autre espèce, plus commune, est présente dans les jardins et en bordure de route au lotissement Mahinarama, sur la piste des Mille Sources et le sentier de crête menant au mont Mapura (1190 m), et dans les jardins, bords de route et vallons boisés au lotissement Miri à Puna'auia. Nous avons pris les coordonnées géographiques et les altitudes minimales et maximales des individus étudiés grâce à un GPS (Garmin GPSMap®).

REPRODUCTION

Afin d'estimer la capacité de reproduction des deux espèces de *Clusia* présentes à Tahiti, nous avons compté le nombre de boutons floraux, de fleurs et de fruits sur des individus reproducteurs accessibles en bordure de route et sur les talus des pistes, en fonction de leur taille et de leur diamètre. Nous avons également compté le nombre de graines dans des fruits mûrs collectés. Nous avons observé leur système de reproduction en regardant la présence ou non d'étamines (organe mâle) et de pistil (organe femelle) sur des fleurs collectées.

GERMINATION DES GRAINES

Nous avons fait des tests de germination sur les graines des deux espèces présentes à Tahiti afin de connaître le temps nécessaire à la germination et leur pourcentage de germination.

Un fruit de la première espèce a été collecté le 04/06/21 à Carrefour Faa'a et s'est ouvert le 09/06/21 à J+5. Un total de 138 graines a été extrait, toutes de couleur jaunâtre. Les graines ont été disposées dans 5 boîtes de Pétri sur du papier absorbant humidifié chaque jour : 22 graines dans la boîte A, 29 graines dans la boîte B, 27 graines dans la boîte C, 30 graines dans la boîte D et 30 graines dans la boîte E. Les boîtes A, B et C ont été laissées à la lumière en conditions ambiantes et les boîtes D et E ont été placées à l'obscurité dans une armoire fermée afin de tester les capacités de germination à la lumière et à l'obscurité.

Nous avons collecté sept fruits de la seconde espèce aux Mille Sources le 10/06/2021 et cinq se sont ouverts à J+6. Nous avons alors disposé les graines des fruits ouverts en mettant 2 boîtes à la lumière (H et I) et 2 boîtes à l'obscurité (J et K), chacune d'entre elles possédant 30 graines de couleur jaunâtre ou verdâtre.

L'expérience de germination a été renouvelée avec d'autres graines des deux espèces pour combler les données de germination que nous n'avions pas pu avoir durant les week-ends. Pour la première espèce, deux boîtes O et P ont été placées à la lumière et deux boîtes Q et R à l'obscurité avec 30 graines chacune extraites d'un fruit récolté le 11/06/21 et ouvert le 16/06/21. Pour la seconde espèce, deux boîtes L et M ont été mises à la lumière et une boîte N à l'obscurité avec 30 graines chacune extraites des mêmes fruits récoltés le 10/06/21 et ouverts le 16/06/21.

Pour comparer avec une espèce envahissante bien connue, nous avons testé la germination de graines de miconia (*Miconia calvescens*) sachant que ses graines devraient commencer à germer au bout de 15 à 20 jours (Meyer, 1994). Les fruits ont été récoltés à Mahinarama le 10/06/2021 (sur une seule infrutescence contenant 80 fruits mûrs) et les graines d'un seul fruit mûr (n=142) disposées dans deux boîtes de Pétri le 11/06/2021, contenant 65 graines chacune. Une boîte a été mise à la lumière (F) tandis que l'autre était placée à l'obscurité (G).

RESULTATS

TAXONOMIE

Grâce aux différentes clés de classification trouvées dans la bibliographie, nous avons réalisé un tableau mettant en avant les caractéristiques des quatre espèces ornementales pouvant être présentes en Polynésie française (**Tableau 1**) : *Clusia grandiflora*, *C. major*, *C. rosea* et *C. minor* avec l'existence de trois formes différentes, hermaphrodite, apomictique ou dioïque (Hammel, 1986).

Tableau 1 : Critères de détermination des principales espèces ornementales du genre *Clusia*.

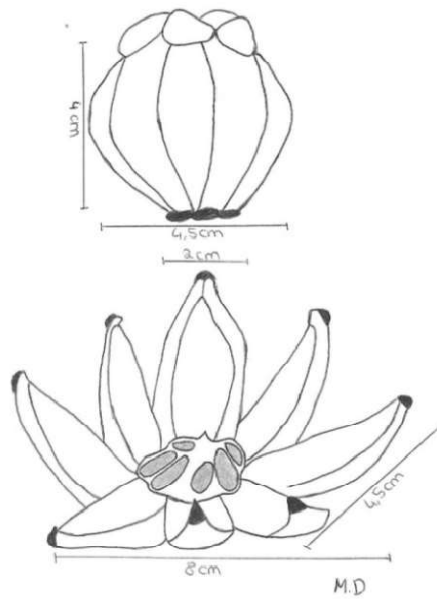
Nom scientifique	Forme biologique	Feuille	Fleur	Fruit	Graines
<i>Clusia grandiflora</i> Splitg.	<ul style="list-style-type: none"> - grand arbre (Maguire, 1966) - taille : 3-6 m (Prain, 1911) - épiphyte (Prain, 1911) 	<ul style="list-style-type: none"> - rassemblées au sommet des tiges, opposées, obovales, coriaces, glabres (Prain, 1911) - apex arrondi (Prain, 1911) 	<ul style="list-style-type: none"> - grandes fleurs à 7-8 pétales blanches (Maguire, 1966) - 2 à 3 fleurs (Prain, 1911) - dioïque (Prain, 1911) : fleur mâle à 6 sépales blancs à rosâtres d'environ 5 cm de long, 500 étamines blanches, avec staminodes ; - fleur femelle à 8 pétales blancs à rosâtres d'environ 5 cm de long, ovaire subglobuleux à 14-15 stigmates (Prain, 1911) 	<ul style="list-style-type: none"> - gros et globuleux à 12-16 loges (Maguire, 1966) - fruit ovoïde, blanc, à 14-15 loges (Prain, 1911) 	<ul style="list-style-type: none"> - nombreuses, enveloppées dans une arille orange (Prain, 1911)
<i>Clusia major</i> L.	<ul style="list-style-type: none"> - parfois épiphyte (Fournet, 2002; D'Arcy, 1980) - taille : 20 m (D'Arcy, 1980; Howard, 1989; Fournet, 2002) 	<ul style="list-style-type: none"> - apex obtus à arrondi ou à pointe émoussée (Fournet, 2002 D'Arcy, 1980) - pétiole 1-2 cm de long (Howard, 1989) - pétiole de 5-15 mm de long (D'Arcy, 1980) - feuilles pétiolées obovales (D'Arcy, 1980) - 15 cm de long et 11 cm de large (D'Arcy, 1980) - presque aussi large que longue (D'Arcy, 1980) - apex obtus ou largement cunéiforme (D'Arcy, 1980) 	<ul style="list-style-type: none"> - 3,5 à 5 cm de diamètre (Fournet, 2002) - jusqu'à 5 cm de diamètre (Howard, 1989) - fleurs mâles nombreuses et étamines libres (Fournet, 2002) - solitaires, rarement triflores (Fournet, 2002 ; Howard, 1989) - pédoncule de 15-25 mm de long (D'Arcy, 1980) 	<ul style="list-style-type: none"> - ellipsoïde rouge-pourpre foncé (Fournet, 2002 ; Howard, 1989) - paraissant indéhiscent (Fournet, 2002 ; Howard, 1989) - 3-4 cm de diamètre et 4-6 cm de long (Howard, 1989) - plus de 2 cm de diamètre (D'Arcy, 1980) 	<ul style="list-style-type: none"> - graines obovoïdes (Howard, 1989) - graines ovoïdes (D'Arcy, 1980) - 6-7 mm de long (Howard, 1989) - rouge (Howard, 1989) - blanc avec enveloppe (D'Arcy, 1980)

<i>Clusia rosea</i> Jacq.	<ul style="list-style-type: none"> - arbre parfois épiphyte (Barwick, 2004 ; Fournet, 2002) - taille : 10 m (Friedmann, 1994; Fournet, 2002), 20 m (Friedman, 1994; Barwick, 2004) 	<ul style="list-style-type: none"> - apex arrondi, tronqué, émarginé (Fournet, 2002 ; Friedman, 1994 ; Hammel, 1986) - obovales 3-4 cm de long (Howard, 1989) 	<ul style="list-style-type: none"> - fleurs unisexuées (Friedmann, 1994) - dioïque : fleurs mâles et femelles sur différentes plantes (Barwick, 2004) - étamines incurvés vers le centre (Barwick, 2004) - fleurs solitaires (Fournet, 2002) - 1 à 3 fleurs - 8-10 cm de diamètre (Fournet, 2002; Howard, 1989) - Large de 6-7 cm (Friedmann, 1994) 	<ul style="list-style-type: none"> - de couleur brune quand mûr (Barwick, 2004) - se divise en 7-9 parties de 8 cm de diamètre (Barwick, 2004) - fruits globuleux jaune, déhiscent (Fournet, 2002; Howard, 1989) 	
<i>Clusia minor</i> L.	<ul style="list-style-type: none"> - parfois épiphyte (D'Arcy, 1980) - Taille : 5m (Florence, 2004), 6 m (Howard, 1989), 7 m (D'Arcy, 1980) 	<ul style="list-style-type: none"> - apex aigu (Howard, 1989 ; D'Arcy, 1980) ou obtus ou arrondi et feuille coriace ou non (D'Arcy, 1980) - plus longues que larges, ovales (D'Arcy, 1980) - inférieure à 4 cm de large (Howard, 1989), compris entre 4,5-8 cm de large (D'Arcy, 1980) - 5-7 cm de long et 2,4-6 cm de large (Howard, 1989) - pétiole de 5-11 mm de long (Howard), inférieur à 1,5 cm de long (D'Arcy, 1980) - veines latérales indistinctes car 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 à 3 fleurs (Fournet, 2002 ; Howard, 1989; Florence, 2004) - ne dépassent pas 3 cm de diamètre (Florence, 2004) - staminées à bourgeons globuleux (D'Arcy, 1980) - pédoncules de 3 à 5 mm de long (D'Arcy, 1980) - fleurs femelles robuste (Florence, 2004) 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 à 1,5 cm de diamètre (Howard, 1989) - déhiscent (Howard, 1989) - verts ou jaunes (Howard, 1989) - ovoïde de 25-35mm de long (D'Arcy, 1980) - non vu (Florence, 2004) 	<ul style="list-style-type: none"> - nombreuses graines (D'Arcy, 1980) - axile (D'Arcy, 1980) - 7 mm de longueur (D'Arcy, 1980)

		trop nombreuses (D'Arcy, 1980)			
<i>C. minor</i> (forme hermaphrodite)		- pétiole de 1 cm de long ou plus (Hammel, 1986)	- Anthères productives de pollen (Hammel, 1986) - épiderme rouge (Hammel, 1986)	- globuleux (Hammel, 1986) - 1-1.5 cm de diamètre (Hammel, 1986)	
<i>C. minor</i> (forme apomictique)		- pétiole de 1 cm de long ou plus (Hammel, 1986)	- stigmate de 4 mm de long (Hammel, 1986) - dépourvues d'anthères (Hammel, 1986) - épiderme brun (Hammel, 1986)	- ovoïde de 2-3 cm de long et 1.5-2cm de diamètre (Hammel, 1986)	
<i>C. minor</i> (forme dioïque)	- plante parfois épiphyte (Hammel, 1986)	- pétiole de 1 cm de long ou plus (Hammel, 1986) - limbe généralement aigu, rarement arrondi à l'apex (Hammel, 1986) - 7-17 cm de long et 3-10cm de large (Hammel, 1986) - apex aigu (Hammel, 1986)	- boutons floraux de moins de 1 cm de diamètre (Hammel, 1986)	- fruits globuleux à largement ovoïde (Hammel, 1986) - sessile ou largement pétiole de moins de 2 mm de long (Hammel, 1986)	

Nos observations effectuées sur l'espèce présente sur le site de Carrefour Faa'a (vers 20 m d'altitude) montrent qu'il s'agit d'un arbre reproducteur mesurant 3 m de hauteur et possédant un tronc de 15 cm de diamètre, non épiphyte et sans racine aérienne. Ses feuilles ont un apex arrondi ou émarginé et mesurent 16 cm de long et 12 cm de large, avec un pétiole mesurant environ 1,5 cm. Il possède des boutons floraux et des grandes fleurs solitaires mesurant jusqu'à 11 cm de diamètre, toutes femelles. Ses fruits de couleur verte ou jaune sont des drupes déhiscentes de forme ovoïde, mesurent en général 4,5 cm de diamètre et 4 cm de haut et se séparent en 8 valves (**Figure 2**). Les graines incluses dans une « masse fibreuse » de couleur rouge-vif sont ovales, de couleur jaune, et mesurent environ 5 mm de long sur 2 mm de large (mesure faite sur une seule graine). Grâce à l'ensemble de ces données nous pouvons conclure qu'il s'agit bien de l'espèce *Clusia rosea*, et plus précisément sa forme apomictique.

Figure 2 : Dessin de fruit fermé et ouvert de *Clusia rosea* collecté à Tahiti.



Sur le site de Mahinarama (entre 440 et 645 m d'altitude), les arbres reproducteurs mesurent entre 2 et 10 m de hauteur et les plus grands possèdent plusieurs troncs atteignant 30 cm de diamètre. Certains individus poussent en épiphyte sur d'autres arbres et possèdent des racines aériennes. Leurs feuilles possèdent un apex aigu à obtus et sont plus longues que larges avec un pétiole mesurant environ 1 cm. Les individus possèdent jusqu'à 5 boutons floraux ou fleurs par inflorescence. Les fleurs mesurent environ 5 cm de diamètre. Les fruits mûrs sont des drupes déhiscentes de forme ellipsoïdes, de couleur vert teinté de rouge-pourpre, pouvant se séparer en 7 à 9 valves et contenant en moyenne 31 graines entourées d'une enveloppe rouge-vif collante (**Figure 3**). Les graines ovales de couleur jaune ou vert et mesurent environ 4,6 mm de long et 2,7 mm de large (mesures faites sur une centaine de graines, **Tableau 2**). Grâce à nos observations, nous pouvons dire qu'il s'agit de l'espèce *Clusia minor*, une espèce originaire d'Amérique centrale et des îles Caraïbes (petites et grandes Antilles).

Figure 3 : Dessin de fruit ouvert et fermé, et de boutons floraux de *Clusia minor* collecté à Tahiti.

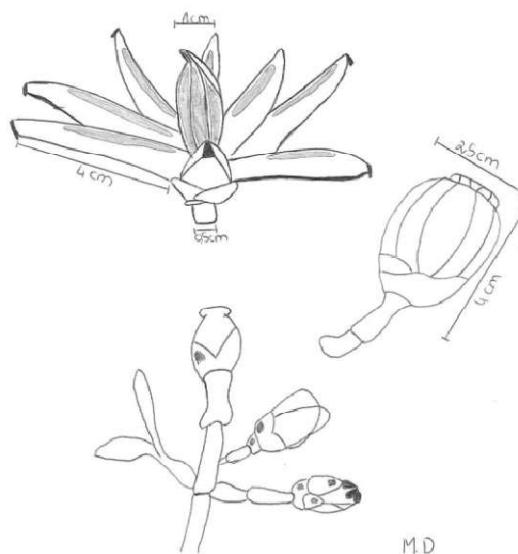


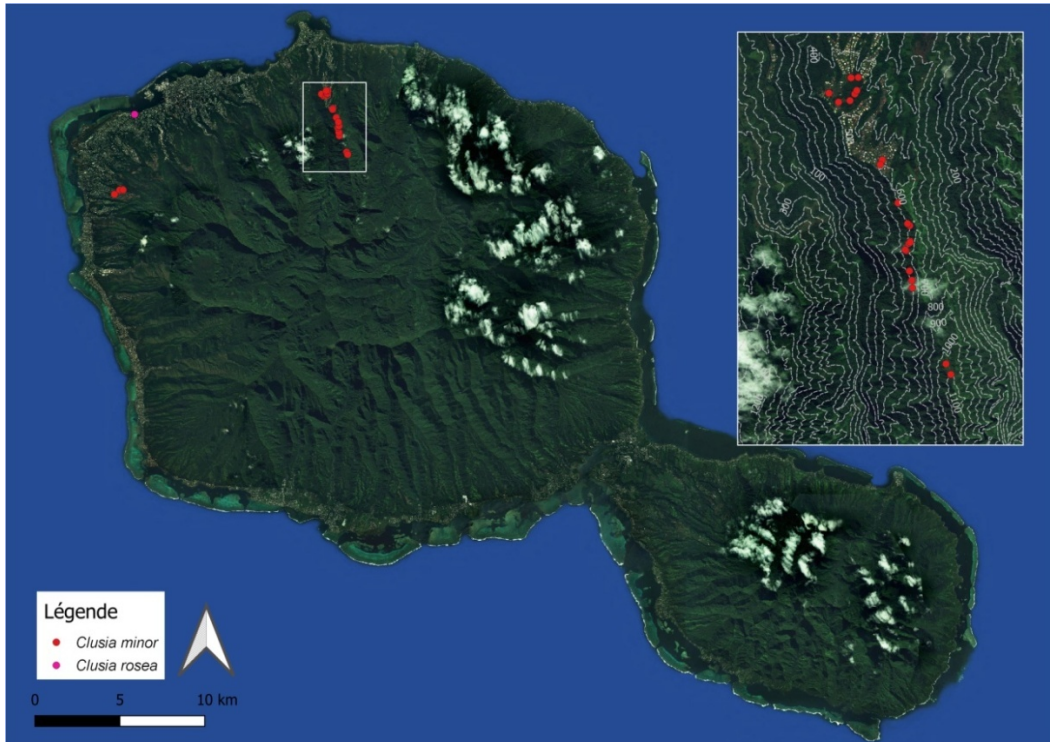
Tableau 2 : Caractéristiques des individus de l'espèce *Clusia minor* étudiés sur Tahiti. NC = non comptabilisé car trop nombreux ou inaccessibles.

N°	Latitude Sud	Longitude Ouest	Altitude (en m)	Hauteur (en m)	Diamètre à la base (en cm)	Nombre de fruits verts et mûrs	Nombre de fruits mûrs ouverts	Nombre de boutons floraux	Nombre de fleurs épanouies
0	17°32.620'	149°28.524'	627	10	30 (multiples troncs)	1098	NC	170	10
1	17°33.046'	149°28.322'	641	6	15	387	0	25	0
2	17°33.055'	149°28.314'	640	5	8	116	0	36	1
3	17°33.167'	149°28.310'	644	6	20	251	0	45	1
4	17°33.234'	149°28.340'	654	3	7	86	0	28	2
5	17°33.446'	149°28.299'	633	4	10	165	0	13	3
6	17°33.499'	149°28.294'	629	3	10	246	11	29	2
7	17°33.380'	149°28.315'	659	6	25	NC	NC	NC	NC
8	17°33.228'	149°28.347'	665	2	5	1	0	0	0
9	17°33.183'	149°28.320'	647	6	NC	NC	NC	NC	NC
10	17°33.174'	149°28.309'	639	4	7	29	0	6	0
11	17°32.894'	149°28.398'	665	4	8	NC	NC	NC	NC
12	17°33.044'	149°28.329'	634	5	20	215	0	27	1
13	17°33.041'	149°28.328'	635	5	20	223	0	18	0
14	17°53.623'	149°48.038'	574	NC	NC	NC	NC	NC	NC
15	17°53.516'	149°48.152'	492	4	NC	418	NC	32	7
16	17°53.516'	149°48.152'	492	5	2,5	123	0	3	0
17	17°53.605'	149°47.902'	500	8	25	NC	NC	NC	NC
18	17°53.484'	149°47.820'	489	NC	NC	NC	NC	NC	NC
19	17°53.329'	149°47.801'	457	NC	NC	NC	NC	NC	NC
20	-	-	-	plantule	NC	0	0	0	0
21	17°58.836'	149°59.367'	283	NC	14	0	0	0	0
22	17°58.836'	149°59.367'	283	2	0	0	0	0	0
23	17°58.832'	149°59.177'	300	1,60	1	0	0	0	0
24	-	-	-	1,80	2	0	0	0	0
25	17°59.079'	149°59.660'	193	5	20 (multiple tiges)	77	NC	0	0

REPARTITION

Clusia minor a été observé entre 193 m et 1190 m d'altitude sur les deux sites d'étude, généralement en bord de piste, et sur les talus en zone ensoleillée mais également dans les vallons boisés et ombragés (**Figure 4**).

Figure 4 : Carte de répartition des individus observés et étudiés de *Clusia minor* sur l'île de Tahiti, avec les courbes d'altitude sur le site de Mahinarama (réalisée par Ravahere TAPUTUARAI d'après nos coordonnées GPS)



REPRODUCTION

Les observations sur le terrain effectuées à Mahinarama entre juin et juillet montrent la présence d'un nombre élevé de fruits et relativement peu de fleurs ouvertes chez *Clusia minor*. Les individus situés à la lumière possèdent plus de fruits que ceux à l'ombre. Les arbres mesurés portent en moyenne 255 fruits, 36 boutons floraux et 2 fleurs. Nous avons compté jusqu'à 1098 fruits, 170 boutons floraux et 10 fleurs sur un seul arbre reproducteur de 10 m de hauteur, 30 cm de diamètre avec de multiples troncs. Le plus petit arbre observé quant à lui mesure 2 m de haut et 5 cm de diamètre et ne possède qu'un seul fruit. Les fleurs mesurent environ 5 cm de diamètre et sont formées de 5 pétales roses et blancs. *C. minor* ne possède aucun individu (sur les 14 arbres mesurés) ayant des fleurs staminées (avec étamines) ou hermaphrodites (avec étamines et pistil), indiquant un système de reproduction apomictique.

L'unique arbre reproducteur de *C. rosea* observé à Faaa ne possède également que des fleurs femelles, et semble moins florifère et fructifère que *C. minor*, avec seulement 13 fruits verts et mûrs pour une hauteur de 3 m et un diamètre de 15 cm.

Nous avons trouvé qu'il y a en moyenne 31 graines par fruit chez *C. minor*. Le plus gros arbre étudié qui porte environ 1100 fruits pourrait donc produire plus de 34 000 graines.

Tableau 2 : Nombre et taille des graines par fruit des deux espèces de *Clusia* à Tahiti

Espèce	Nombre individus étudiés	Nombre graines (moyenne ± écart type)	Min.-Max.	Longueur graines (moyenne ± écart-type)	Largeur graines (moyenne ± écart-type)
<i>C. minor</i>	16	31,06 ± 12,34	15-35	4,59 ± 0,37	2,71 ± 0,26
<i>C. rosea</i>	4	153,5 ± 13,7	141-151	5	2

Nous avons établi une relation entre le nombre de fruits et de fleurs que possède un arbre et leur diamètre à la base ou leur hauteur afin de vérifier si la taille de l'arbre influe sur le potentiel de reproduction de l'espèce qui correspond au nombre de boutons floraux, de fleurs et de fruits verts et mûrs sur un arbre reproducteur. Nous obtenons un coefficient de corrélation $R^2=0,847$ pour le diamètre (**Figure 5**) et de $R^2=0,771$ pour la hauteur (**Figure 6**). La mesure du diamètre à la base permet donc de mieux prédire le potentiel de reproduction de l'espèce.

Figure 5: Relation entre le potentiel de reproduction et le diamètre à la base des arbres reproducteurs étudiés (N=10)

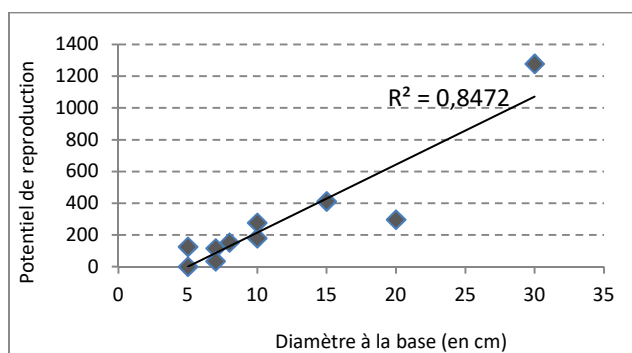
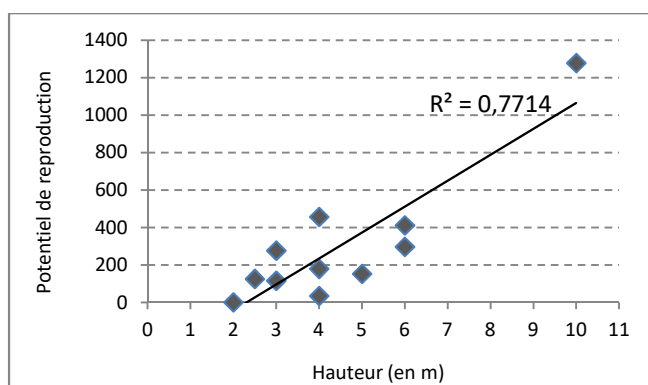


Figure 6: Relation entre le potentiel de reproduction et la hauteur des arbres reproducteurs étudiés (N=11)

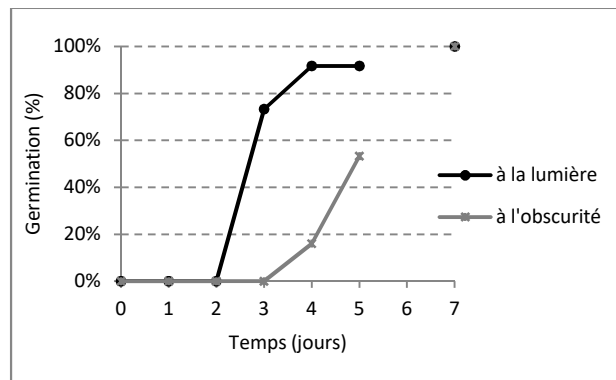


Nous avons pu observer que même si les arbres reproducteurs possèdent en général une grande quantité de fruits, ce sont ceux qui sont à la lumière qui ont un potentiel reproducteur plus important.

GERMINATION DES GRAINES

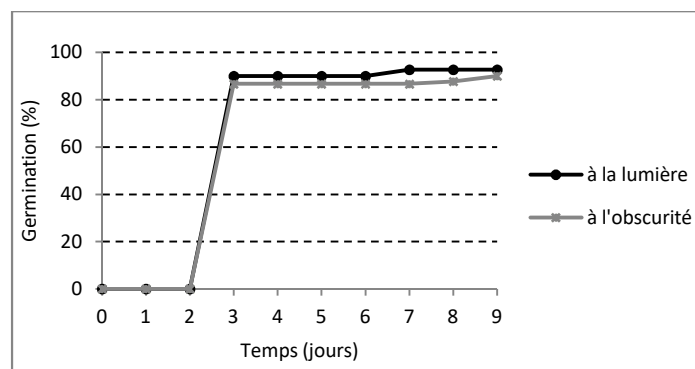
Le premier test de germination des graines de *Clusia rosea* (boîtes A, B, C) montre qu'elles germent seulement deux jours après les avoir mises dans les boîtes de Pétri en condition de lumière ambiante. Toutes les graines ont germé cinq jours après le début de l'expérience. Les graines mises à l'obscurité (boîtes D, E) germent après 4 jours et l'ensemble des graines a germé au bout de 7 jours. Après avoir fait une moyenne de nos deux tests de germination (avec les boîtes O, P, Q, R), nous avons pu constater que plus de 70% des graines sont germées au bout du 3^{ème} jour et que le taux de germination maximum de 100% étant atteint au 7^{ème} jour que ce soit à l'obscurité ou à la lumière (**Figure 7**).

Figure 7 : Evolution du pourcentage du nombre de graines moyens de *Clusia rosea* en fonction du temps. L'absence de donnée correspond au week-end.



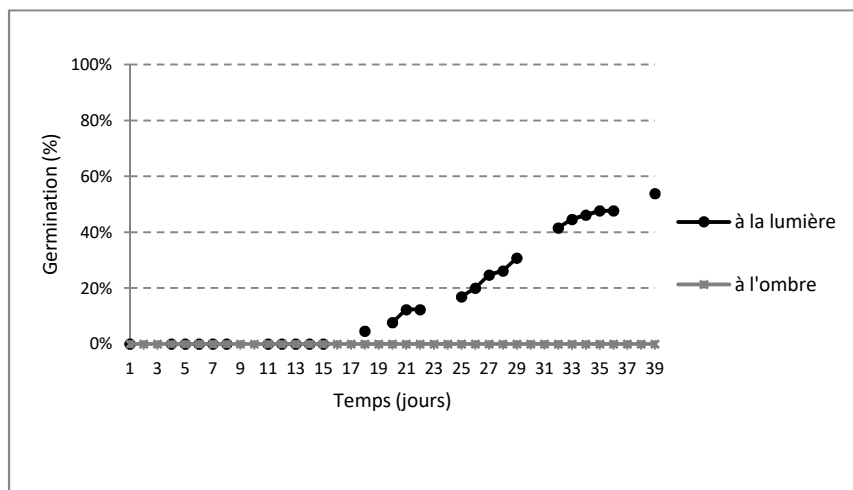
Concernant les graines de *Clusia minor*, (boîtes H, I, J, K, L, M, N) nous avons pu constater qu'une grande partie était déjà germée au bout de 3 jours. Il n'y a pas vraiment de différence de germination entre la lumière et l'obscurité, 90% des graines ont germé au bout du 3^{ème} jour (**Figure 8**). De plus, on peut constater qu'il y a très peu de différence entre la vitesse de germination et le taux de germination final à la lumière et celle à l'obscurité.

Figure 8 : Evolution du pourcentage de nombre de graines moyens de *Clusia minor* en fonction du temps



Par comparaison, les graines de miconia mises à la lumière n'ont commencé à germer qu'au bout du 17^{ème} jour mais en très faible quantité et aucune graine n'a germé à l'obscurité. Au bout de 38 jours, à la fin de notre test, le taux de germination était de 53,85 % (Figure 9).

Figure 9 : Evolution du pourcentage de nombre de graines moyens de miconia germées en fonction du temps. L'absence de donnée correspond aux week-ends.



DISCUSSION

CLUSIA MINOR, UNE PLANTE POTENTIELLEMENT ENVAHISSANTE A TAHITI

Clusia minor est une espèce très peu répertoriée, avec un seul échantillon collecté en 1986 à Papeete à Tahiti et déposé à l'Herbier du Musée de Tahiti et des Iles (obs. pers.) et qui semble être aujourd'hui présente dans plusieurs commune de Tahiti (Mahina, Punaauia). Un seul grand arbre reproducteur avait été noté à Mahinarama à l'entrée de la piste des Mille Sources en 2006 (J.-Y. Meyer, comm. pers.). Il semble en effet que de nombreux habitants en plantent dans leur jardin pour la beauté de ses fleurs et de ses fruits, sous le nom commun de « pua hawaïien » (C. Malinowski, comm. pers.) à cause de sa ressemblance avec le « pua », *Fagraea berteriana* (Gentianaceae), grand arbre indigène présent à Mahinarama et aux Mille Sources.

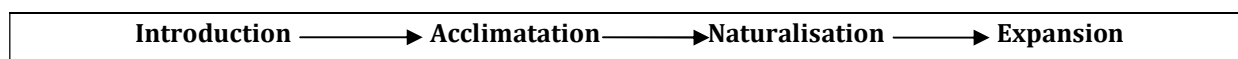
Toutes les fleurs observées sont unisexuées et femelles et produisent des fruits et des graines qui germent rapidement. L'espèce est donc apomictique, un mode de reproduction ne faisant pas intervenir de fécondation et ne nécessitant pas de pollinisateurs. Les plantes apomictiques peuvent coloniser des sites distants avec des individus « célibataires » et constituent donc des plantes envahissantes efficaces (Simberloff et Rejmanek, 2011).

Dans sa région d'origine en Amérique tropicale, les graines entourées d'une enveloppe rouge-vif, comme celles de *Clusia major* (Howard, 1989) sont consommées et disséminées par les oiseaux frugivores (Maguire, 1976). A Tahiti, elles sont probablement disséminées par les oiseaux comme le ptilope de la Société ou « u'upa », *Ptilinopus purpuratus*, pigeon endémique présent sur les sites étudiés de Mahinarama et du lotissement Miri, ou des oiseaux introduits très communs comme le « vini à lunette », *Zosterops lateralis*, et le bulbul à ventre rouge, *Pycnonotus cafer*.

Les graines de *Clusia minor* germent rapidement que ce soit à la lumière ou à l'obscurité, contrairement au *miconia* qui ne germe qu'à la lumière (Meyer, 1994). Nous avons constaté qu'il y avait parfois des milliers de plantules sous chaque arbre reproducteur en relation avec le nombre de graines que possède un fruit et à la rapidité de germination de ces graines.

Le processus d'invasion comporte plusieurs phases : la phase d'introduction, la phase d'acclimatation, la phase de naturalisation puis la phase d'expansion (Richardson *et al.*, 2000, **Figure 10**). Nos observations montrent que *Clusia rosea* est en phase d'acclimatation car il n'est que cultivé et nous ne connaissons qu'un seul pied localisé au centre commercial Carrefour de Faa'a. *Clusia minor* est quant à lui est déjà largement naturalisé avec des arbres et des plantules situées loin de l'arbre-mère. Au vu du grand nombre d'individus et de plantules, nous estimons qu'il est en phase de début d'invasion.

Figure 10 : Graphique synthétique illustrant les différentes phases d'invasion (modifié d'après Di Castri, 1988)



Nous avons recensé une vingtaine d'arbres reproducteurs le long de la piste des Mille Sources vers 600 m d'altitude et une vingtaine d'arbres dans un vallon boisé et ombragé de Mahinarama, le plus bas se trouvant vers 437 m d'altitude. Dans le vallon au lotissement Miri à Punaauia nous avons pu voir quelques arbres et de nombreuses plantules de *Clusia minor*, le plus bas étant situé à 193 m d'altitude. De plus c'est un arbre qui peut pousser en épiphyte sur d'autres arbres et sur des sols peu profonds. Nous avons même vu des plantules poussant sur des tôles dans de l'humus. Des plantules et jeunes plants ont été observés jusqu'à 900 m d'altitude en forêt naturelle hygrophile en mélange avec de nombreuses espèces endémiques comme *Cyrtandra* spp., *Ixora* sp., *Maracanga taitensis*, *Meryta salicifolia*, *Pisonia tahitensis*, *Psychotria tahitensis*, *Sclerotheca oreades*) (Meyer *et al.*, 2020) et jusqu'au sommet du mont Mapura à 1190 m (J.-Y. Meyer, comm. pers.).

Il est intéressant de comparer *Clusia minor* avec d'autres espèces invasives bien connues en Polynésie française. Lors de nos sorties terrain sur la piste des Mille Sources nous avons pu constater que « l'arbre-pieuvre » *Schefflera actinophylla* (Araliaceae) était souvent présent en association avec *Clusia minor* : on peut donc penser qu'ils ont une écologie similaire. *Schefflera actinophylla* est un arbre originaire du Queensland en Australie, de Nouvelle-Guinée et de Java avec des feuilles composées palmées qui, comme *Clusia minor*, peut être épiphyte (Meyer, 1998). Il possède de nombreux petits fruits dispersés par les oiseaux et est trouvé dans les forêts sèches et humides de moyenne altitude jusqu'à 600 m à Tahiti (Fourdrigniez, 2014). Il a été récemment observé jusqu'à 960 m sous le mont Mapura (Meyer *et al.*, 2020) . Son potentiel invasif étant important, il a donc été classé espèce menaçant la biodiversité en Polynésie française dans le Code de l'Environnement (Fourdrigniez, 2014).

Dans son ouvrage sur les fruits de Polynésie française, D. Pardon décrit et illustre l'espèce *Clusia rosea* à Tahiti mais en le nommant *Clusia minor* (Pardon, 2005 : 70). Cette espèce, connue sous le nom commun de « Autograph tree », est naturalisée aux îles Hawaii (Staples et Herbst, 2015) où elle est considérée comme envahissante dans les zones de faible altitude (Wagner *et al.*, 1990). Il serait important de surveiller son comportement sur l'île de Tahiti.

CONCLUSION

Notre étude a montré qu'il existe deux espèces de *Clusia* sur Tahiti mais la plus problématique est *Clusia minor* qui est naturalisée principalement sur Mahinarama et le long de la piste des Mille Sources. *Clusia rosea* quant à lui n'a été observé qu'au site de Carrefour à Faa'a. Ce sont toutes les deux des espèces potentiellement envahissantes car elles produisent un très grand nombre de graines qui germent très rapidement à la lumière ou à l'obscurité.

En raison de cette germination rapide, des centaines de plantules sont trouvées sous chaque arbre reproducteur ou près de ces derniers et disséminées sur de plus grandes distances par des oiseaux frugivores. Les plantules vont par la suite se développer et entrer en compétition avec les plantes indigènes et endémiques.

Pour éviter une invasion inévitable et protéger ces espèces endémiques, nous proposons d'inscrire au moins *Clusia minor* sur la liste des espèces menaçant la biodiversité du Code de l'Environnement afin d'inciter à détruire tous les individus identifiés, d'interdire sa plantation et sa dispersion dans d'autres îles de la Polynésie Française et de détruire tous les individus.

REFERENCES

- 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 Ecosystems*. Chapman & Hall, Royal Botanic Gardens, Kew.
- D'ARCY W.G. (1980) – Family 123. Guttiferae. Pp. 969-1043 in WOODSON R.E.Jr., SSCHERY R.W. *et al.* (éds) *Flora of Panama*. Part VI. Annals of the Missouri Botanical Garden 67.
- DI CASTRI F. (1989) – *History of Biological Invasions with Special Emphasis on the Old World*. Biological Invasions: a Global Perspective, SCOPE 37, John Wiley & Sons, Chichester.
- FLORENCE J. (2004) – *Flore de la Polynésie Française. Volume 2*. IRD Editions, Paris.
- FLORENCE J., MORETTI C. (2006) – Les ressources végétales polynésiennes. Pp. 3-36 in J. GUEZENNEC, C. MORETTI & J.-C. SIMON (éds.) *Substances Naturelles en Polynésie française. Stratégie de Valorisation*. IRD Editions, Paris.
- FOURDRIGNIEZ M. (coord.) (2014)– *Guide Protection des Îles contre les Espèces Envahissantes*. Groupement Espèces Envahissantes, DIREN, Papeete.

- FOURNET J. (2002) – *Flore illustrée des Phanérogames de Guadeloupe et de Martinique, Volume 2*. CIRAD Editions, Montpellier.
- FRIEDMANN F. (1994) – *Flore des Seychelles. Dicotylédones*. Editions de l'ORSTOM, Paris.
- HAMMEL B.E. (1986) – New species of Clusiaceae from Central America with notes on *Clusia* and synonymy in the tribe Clusieae. *Selbyana* 9: 112-120.
- HOWARD R.A. (1989) – *Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands, Volume 5, Dicotyledoneae, Part 2*. Arnold Arboretum, Harvard University, Jamaica Plain, Massachusetts.
- LAURENT V., MAAMAATUAI AHUTAPU K. (2019) – *Atlas climatologique de la Polynésie française*. Direction Inter-régionale Météo France, Papeete.
- MABBERLEY D. J.(2008) —*A Portable Dictionary of Plants, their Classification and Uses, Third Edition*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MAGUIRE B. (1976) – Apomixis in the genus *Clusia* (Clusiaceae). A Preliminary Report. *Taxon* 25(2/3): 241-244.
- MAGUIRE B. (1966) – The genus *Clusia* (Guttiferae) in Suriname. *Acta Botanica Neerlandica* 15: 63-75.
- MEYER J.-Y. (1994) – Mécanismes d'invasion de *Miconia calvescens* DC. en Polynésie Française. Thèse de doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- MEYER J.-Y. (1998) – Mécanismes et gestion des invasions biologiques par des plantes introduites dans des forêts naturelles à Hawaï'i et en Polynésie française : une étude de cas. Rapport d'étude post-doctorale, Délégation à la Recherche, Papeete.
- MEYER J.-Y., TAPUTUARAI R., LESBROS U. (2020) – *Flore et végétation des hauts vallons de Tarureva et Papatiti (commune de Mahina), île de Tahiti (Société)*. Contribution à la biodiversité de Polynésie française N°20, Sites Naturels d'Intérêt Ecologique et Patrimonial IX, Délégation à la Recherche, Papeete.
- PARDON D. (2005) – *Guide des Fruits de Tahiti et ses îles*. Collection Nature et Environnement d'Océanie. Au Vent des Îles éditions, Papeete.
- PRAIN D. (1911) – TAB. 8387. *Clusia grandiflora*. Curtis's Botanical Magazine. Vol VII. London.
- SASTRE C., BREUIL A. (2007) – *Plantes, Milieux et Paysages des Antilles françaises. Ecologie, Biologie, Identification, Protection et Usages*. Biotope, Collection Parthénope, Mèze.
- RICHARDSON D.M. (2000) – Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107
- SIMBERLOFF D., REJMÁNEK M. (2011) – *Encyclopedia of Biological Invasions*. University of California Press, Berkeley.
- STAPLES G.W., HERBST D.R. (2005) – *A Tropical Garden Flora*. Bishop Museum Press, Honolulu.
- WAGNER W.L., HERBST D.R., SOHMER S.H. (1990) – *Manual of the Flowering plants of Hawai'i, Volume 1*. University of Hawaii Press, Bishop Museum Press, Honolulu.

RÉSUMÉ

Ce rapport de stage porte sur l'étude du début d'invasion de l'espèce *Clusia minor*, un arbre ornemental planté sur l'île de Tahiti en Polynésie française. Nous avons étudié la taxonomie du genre *Clusia* pour bien identifier les espèces présentes, puis nous avons cartographié leur répartition sur le terrain avant d'étudier leur reproduction et tester la germination de leurs graines. Nos résultats montrent : (1) la présence de deux espèces à Tahiti, *Clusia rosea* uniquement planté sur un site, et *Clusia minor* naturalisé au moins sur deux sites entre 200 et 1200 m d'altitude ; (2) ces deux espèces ne portent que des fleurs femelles produisant des fruits contenant des graines viables et sont donc apomictiques ; (3) la germination des graines est rapide et elles sont capables de germer à la lumière et à l'obscurité en quelques jours seulement. Le nombre important de graines produites par un seul arbre (jusqu'à 34 000 pour *Clusia minor*), leur dissémination par les oiseaux sur de longues distances, et leur croissance en épiphyte en font une menace sérieuse pour les forêts naturelles et les plantes endémiques. Au vu du fort potentiel d'invasion de *Clusia minor* sur Tahiti, nous recommandons de l'inscrire sur la liste des plantes envahissantes menaçant la biodiversité du Code de l'Environnement afin d'interdire sa plantation et son introduction dans d'autres îles de Polynésie française.

Mots clés : *Clusia*, germination, plante envahissante, reproduction, Tahiti.

SUMMARY

This internship report deals with the study of the early invasion of *Clusia minor*, an ornamental tree planted on the island of Tahiti in French Polynesia. We studied the taxonomy of the genus *Clusia* to properly identify the species which are present, then we mapped their distribution in the field before studying their reproduction and testing the germination of their seeds. Our results show: (1) the presence of two species in Tahiti, *Clusia rosea* only cultivated at one site, and *Clusia minor*, naturalized at least on two sites between 200 and 1,200 m elevation; (2) these two species only bear female flowers producing fruits and viable seeds and therefore are both apomictic; (3) seed germination is fast, and they are able to germinate both in light and darkness within a few days. The large number of seeds produced by a tree (up to 34,000 for *Clusia minor*), their spread by birds over long distances, and their growth as an epiphyte make them a serious threat to native forests and endemic plants. In view of the strong potential of *Clusia minor*'s invasion in Tahiti, we recommend to include it on the list of invasive plant species threatening biodiversity in the Environmental Code in order to prohibit its cultivation and its introduction in other islands of French Polynesia.

Keywords: *Clusia*, germination, invasive plant, reproduction, Tahiti.