



**Analyse biogéographique et écologique du Filao
(*Casuarina equisetifolia* L.)
sur l'île d'Europa
(îles Éparses, canal du Mozambique)**



Janvier 2013



**Analyse biogéographique et écologique du Filao
(*Casuarina equisetifolia* L.)
sur l'île d'Europa
(îles Éparses, canal du Mozambique)**

Données de terrain J. HIVERT* & B. DUMEAU**

Rédaction J. HIVERT*, A. JOUAN***

Cartographie J. HIVERT*

Direction d'étude L. GIGORD****

* : chargé de mission au CBM ; ** : éco volontaire sur la mission Europa 2011 ; *** : stagiaire de BTS GPN au CBM ; **** : directeur scientifique du CBM

Citation :

HIVERT J., DUMEAU B., JOUAN A. & GIGORD L. 2013. – *Analyse biogéographique et écologique du Filao (Casuarina equisetifolia L.) sur l'île d'Europa (îles Éparses, canal du Mozambique)*. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, île de La Réunion, 21 p.

Logos & sigles :

- CBNM-CPIE Mascarin, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin
- DEAL Réunion, Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion
- Taaf, Terres australes et antarctiques françaises

Photo de couverture :

Filaos sur le littoral nord-ouest de l'île d'Europa © CBM - J. HIVERT

SOMMAIRE

1. CONTEXTE D'ETUDE.....	1
1.1 Contexte du stage.....	1
1.2 Présentation du matériel biologique : le Filao (<i>Casuarina equisetifolia</i>).....	1
➤ Fiche d'identité.....	1
➤ Description.....	1
➤ Distribution à l'échelle mondiale.....	2
➤ Écologie générale et impacts du Filao.....	4
➤ Utilisations.....	5
2. MÉTHODES.....	5
2.1 Inventaire de terrain.....	5
2.3 Analyses des données.....	6
3. RÉSULTATS.....	7
3.1 Analyses à l'échelle de la population d'Europa.....	7
➤ Répartition globale.....	7
➤ Analyse par stade.....	8
➤ Analyse par état sanitaire.....	9
➤ Analyse par état phénologique des adultes vivants.....	10
➤ Analyse par statut cultural.....	10
➤ Analyse par classes de hauteur.....	11
➤ Analyse par classes de diamètre.....	12
3.2 Analyses à l'échelle des stations.....	13
➤ Analyse par classe d'effectif et par station.....	13
➤ Analyse par stade et par station.....	14
➤ Analyse par statut cultural et par station.....	15
➤ Analyse des données dendrologiques par station.....	15
4. DISCUSSIONS.....	16
➤ Quel est le statut du Filao sur Europa.....	16
➤ Quelle est la dynamique du Filao sur Europa et quels sont ses impacts potentiels.....	17
➤ Quelles mesures de gestion pourraient être envisagées de manière à contrôler le Filao sur Europa.....	18
5. RECOMMANDATIONS.....	18
BIBLIOGRAPHIE & WEBOGRAPHIE.....	19

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

1.1 Contexte d'étude

L'étude proposée fait suite à une mission de terrain de deux mois réalisée d'octobre à décembre 2011 par l'équipe scientifique du Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin (CBN-CPIE Mascarin) en collaboration avec les Taaf (Terres australes et antarctiques françaises), l'organisme gestionnaire des îles Éparses. L'un des objectifs de cette expédition consistait à effectuer un inventaire de certaines espèces végétales exotiques pouvant poser des problèmes en termes d'invasion sur l'île Europa dont notamment le Filao (*Casuarina equisetifolia* L.).

En effet, le Filao est considéré comme exotique et envahissant au sein de nombreuses régions tropicales à travers le monde et il est à l'origine de divers impacts sur l'environnement naturel. Par le biais de diverses analyses effectuées à partir de recherches bibliographiques et grâce au jeu de données relatif au Filao sur Europa, nous tenterons de répondre aux questions suivantes :

- Quel est le statut du Filao sur Europa (indigène, exotique ou cryptogène) ?
- Quelle est sa dynamique sur Europa et quels sont ses impacts potentiels ?
- Quelles mesures de gestion pourraient être envisagées si besoin ?

L'objectif final de cette étude est de déterminer s'il incombe d'intervenir ou pas sur la gestion du Filao sur Europa.

1.2 Présentation du matériel biologique : le Filao (*Casuarina equisetifolia*)

- Fiche d'identité (CBNM 2011, TROPICOS.ORG, USDA)

Nom scientifique : *Casuarina equisetifolia* L.



Allure générale
© CBM - J. HIVERT

Synonyme : *Casuarina litorea* L. ex Fosberg & Sachet
Infrataxons : *Casuarina equisetifolia* subsp. *equisetifolia*,
Casuarina equisetifolia subsp. *incana* (Benth.)
.A.S.Johnson.

Noms vernaculaires (Mascareignes) : filao, filao du pays

Nom français : pin d'Australie

Nom anglais : river she-oak, beach she-oak, common ironwood

Nom espagnol : pino australiano

- Description (COODE, 1985)

Allure générale : arbre unisexué, monoïque (fleurs mâles et femelles séparées mais présentes sur le même arbre), toujours vert, à port dressé dont l'apparence se rapproche des conifères. Hauteur de 10 à 20 m de haut dans les Mascareignes (50 m au plus haut dans le monde). Écorce à plaques grises à rougeâtres ; celle des jeunes plants, de couleur pourpre brun, luisante, celle des arbres plus âgés

de couleur grise, coriace.

Feuilles : très réduites, en forme d'aiguilles pendantes, longues de 10-20 cm et de 0,6 à 0,8 mm de diamètre. Chute continue des ramilles décidues (feuilles en forme d'aiguilles)

formant une épaisse litière végétale. Jeunes rameaux cylindriques ou angulés, creusés de sillons.



Fleurs femelles
© CBM - J. HIVERT

Fleurs : fleurs mâle en forme de massue pendante, de 2 - 4 cm de long et de 1,5 cm de diamètre, portées sur les rameaux ; fleurs femelles de couleur rosée et longues de \pm 4 mm, souvent portées sur les mêmes rameaux que les mâles.

Fruits et graines : fruits de type akène en forme de cône de 12-19 x 11-17 mm, formé de diverses rangées méridiennes comptant 3-4 valves s'ouvrant à maturité pour libérer de nombreuses et minuscules graines ailées.

Les graines ne présentent pas de problèmes inhérents à leur conservation et à la germination et elles ne montrent pas

de dormance.

La dissémination du filao est anémochore, c'est-à-dire qu'il se propage et se dissémine par le vent, et hydrochore du fait qu'il peut être transporté sur de grandes distances au grès des courants marins.



Fruit
© CBM - J. HIVERT

➤ Distribution à l'échelle mondiale

Avant d'aborder la question de la répartition du Filao à l'échelle mondiale, il nous semble judicieux de rappeler diverses définitions des statuts d'indigénat ou d'introduction.

Indigène : se dit d'une plante native, c'est-à-dire qui a son origine dans le territoire étudié sans aucune implication humaine, ou qui y est arrivée en provenance d'une aire où elle est indigène ou endémique sans intervention intentionnelle ou non intentionnelle de l'homme (BOULLET V. 2007).

Exotique : plante originaire d'une région située en dehors du territoire étudié et dont la présence dans ce territoire implique volontairement ou involontairement l'homme. Il s'agit également d'une plante arrivée par un processus naturel sans implication humaine, mais originaire d'un territoire où elle n'est pas indigène (BOULLET V. 2007).

Exotique envahissant : se dit d'une espèce exotique dominante ou co-dominante dans les milieux naturels ou semi-naturels ayant un impact sur la composition, la structure et le fonctionnement des écosystèmes (BOULLET V. 2007).

Cryptogène : se dit d'une espèce dont il est impossible de statuer sur le caractère indigène ou exotique. Il s'agit de plantes situées dans leur aire de présence dont l'indigénat dans le territoire étudié est a priori possible, mais qui compte tenu des données historiques, des perturbations anthropiques des habitats naturels, de leurs habitats anthropiques préférentiels ou de leur culture et de leur diffusion très anciennes ont aussi pu être introduites volontairement ou involontairement dans ce territoire (BOULLET V. 2007).

La carte ci-dessous présente l'aire de répartition mondiale du filao au travers de la grande zone climatique tropicale et subtropicale en fonction du statut d'indigénat. Elle a été réalisée à partir de localités de présence décrites à travers divers sites spécialisés (USDA, ISSG, TROPICOS.ORG, EOL, TELABOTANICA, CBNM 2011a & b, CBNM 2012a, b, c & d, E.FLORAS, KEW, PROTA) ainsi qu'auprès de flores de références dans la zone océan indien (COODE 1985 ; FORSBERG & RENVOIZE 1980 ; FRIEDMANN 1994 ; WILMOT-DEAR C.M. 1991 ; KOEHLIN & al 1974).



Légendes : ★ = indigène ★ = exotique ★ = exotique envahissante ★ = cryptogène ★ = statut inconnu

1 : États-Unis / 2 : Hawaï / 3 : Mexique / 4 : Belize / 5 : El Salvador / 6 : Nicaragua / 7 : Costa Rica / 8 : Panama / 9 : îles Cayman / 10 : Cuba / 11 : Bahamas / 12 : Bermudes / 13 : îles Turks et Caicos / 14 : Jamaïque / 15 : Haïti / 16 : République Dominicaine / 17 : Porto-Rico / 18 : îles Vierges Britanniques, îles Anegada / 19 : Antilles néerlandaises, Anguilla, Antigua et Barbuda, Saint Kitts et Nevis / 20 : Montserrat, Guadeloupe, Dominique, Martinique, Sainte-Lucie / 21 : Saint Vincent et Grenadines, Grenade, Trinidad et Tobago / 22 : îles Galápagos / 23 : Équateur / 24 : Colombie / 25 : Venezuela / 26 : Guyane Française / 27 : Pérou / 28 : Bolivie / 29 = Brésil / 30 : Polynésie Française / 31 : îles Pitcairn / 32 : îles Australes / 33 : Espagne / 34 : Sainte-Hélène / 35 : Gabon / 36 : Ouganda / 37 : Kenya / 38 : Tanzanie / 39 : Mozambique / 40 : Afrique du Sud / 41 : Europa / 42 : Juan de Nova / 43 : Mayotte / 44 : Les Glorieuses / 45 : Madagascar / 46 : La Réunion / 47 : Maurice et Rodrigues / 48 : Seychelles / 49 : Pakistan / 50 : Inde / 51 : Sri Lanka / 52 : Chine / 53 : Japon / 54 : Myanmar / 55 : Thaïlande / 56 : Vietnam / 57 : Taiwan / 58 : Philippines / 59 : Malaisie / 60 : Indonésie / 61 : îles Cocos (Keeling) / 62 : Palau / 63 : îles Mariannes du Nord / 64 : île Wake / 65 : Micronésie / 66 : îles Marshall / 67 : Papouasie Nouvelle-Guinée / 68 : Australie / 69 : Nauru / 70 : Wallis et Futuna / 71 : Vanuatu / 72 : Nouvelle Calédonie / 73 : Fidji / 74 : îles Cook, Niue, Samoa, Tonga

Au sein de son aire d'indigénat, bien que quelques désaccords apparaissent d'un ouvrage à l'autre en particulier au sein de la zone Océanie, il semblerait que le Filao soit natif de la région Indo-malaise. Il apparait en effet comme indigène dans les pays suivants : l'Inde (50), le Myanmar (54), la Thaïlande (55), le Vietnam (56), la Malaisie (59), les Philippines (58), l'Indonésie (60), la Papouasie Nouvelle Guinée (67), l'Australie (68), de nombreuses îles de l'archipel des Vanuatu (71), la Nouvelle-Calédonie (72) et les îles Fidji (73).

Il convient de savoir que le Filao a été largement transporté à travers le monde en vue de constituer des plantations pour de nombreux usages. Il présente par conséquent une aire d'exotisme particulièrement importante, s'étendant de l'Amérique du Nord, de l'Amérique centrales et les Caraïbes où il est parfois envahissant, en passant par d'autres pays d'Asie, quelques îles du pacifique et de l'Océanie.

De plus, il est considéré comme envahissant au sein d'un certain nombre de territoires.

Pour certains territoires (cas de pays en Amérique du Sud ou du Gabon (35)), le statut du Filao est inconnu (pas d'informations disponibles).

Enfin, une aire cryptogène est présente dans la zone ouest Océan Indien en particulier au niveau des pays de l'Afrique de l'est et à Madagascar. En effet on ne peut pas trancher sur son statut car il se pourrait que cette espèce soit apparue par une introduction volontaire très ancienne, soit par une arrivée naturelle dans ces pays (POLHILL, 1985). Cependant, au sein de cette zone géographique, le Filao est considéré comme exotique à Mayotte (43) (CBNM 2011a) Maurice et Rodrigues (47) (CBNM 2012a), et envahissant à Europa (41) (CBNM 2012d), Juan de Nova (42) (CBNM 2011b), Les Glorieuses (44) (CBNM 2012b), La Réunion (46) (CBNM 2012a) et au sein de diverses îles des Seychelles (48) (USDA).

➤ Écologie générale et impacts du Filao



Juvénile

© CBM - J. HIVERT

Le Filao occupe les milieux côtiers régis par un climat subtropical à tropical, dont les plages de sables fins, ou sables coquilliers, les côtes rocheuses, dunes et les milieux de type estuaire ou mangrove.

La température mensuelle moyenne de l'aire de répartition de *C. equisetifolia* varie de 10 à 30°C mais il préfère des températures annuelles variant de 22°C à 27°C. Il ne tolère pas le gel (NRC US Advisory Committee on Technology Innovation 1980; DUKE 1983; SSNYDER 1992).

Cette espèce pousse du niveau de la mer jusqu'à 1500 m d'altitude. Ses habitats naturels sont caractérisés par des précipitations de 700 à 2000 millimètres/an, souvent avec une saison de sécheresse de six à huit mois, bien qu'il tolère une précipitation annuelle de 640 à 4300 millimètres (Global Invasive

Species Database).

Le Filao tolère un sol calcaire sableux, modérément salé à ph compris entre 5,0 et 7,7. Il grandit lentement sur des sols lourds comme la craie et peut retenir de l'eau et résister à des sols humides. Il préfère aussi des sols à grosse texture (gros sables, cailloux, blocs...) et est très tolérant aux conditions de salinité et aux embruns.

Les racines présentent des nodules fixateurs d'azote (par association microbienne). Ces nodules confèrent aux *Casuarina* la capacité de pousser dans les stations sableuses ou rocheuses de bord de mer et à la Réunion d'être les pionniers à coloniser les laves récentes, et de coloniser des sols pauvres.

Le Filao est une plante à croissance rapide qui produit une ombre dense. Une fois installé *C. equisetifolia* réduit la lumière, la température, la composition chimique du sol et l'hydrologie de l'habitat qu'il colonise. De part la chute importante des feuilles, il produit une épaisse couverture au sol appauvrissant l'habitat par son acidification et à cause de la libération de composés allélopathiques. Cette formation végétale peut tendre à devenir mono spécifique car elle exclue les espèces indigènes aux plages et dunes. De plus l'épaisse couche de feuilles produite par *C. equisetifolia* a une valeur alimentaire réduite pour la faune indigène et détruit l'habitat des insectes et d'autres animaux sauvages (CHAUDDHARI & al 2009).

Les produits chimiques contenus dans les feuilles inhibent la croissance des autres plantes à proximité. Ainsi le sol devient écologiquement stérile par manque de nutriments pour les plantes indigènes. Les racines épaisses et profondes le rendent sensible aux forces des éléments aérogéliques (« soufflage » du vent) causé par les épisodes de grand vent, favorisant l'érosion au niveau des littoraux, et interfèrent de manière négative avec les activités de ponte des tortues marines. Les tortues marines ayant l'habitude de creuser des trous pour la dépose de leurs œufs en amonts des estrans sableux se retrouvent gênées par les racines des filaos et ne peuvent même pas creuser leur trou de ponte. Contrairement à la végétation indigène, *C. equisetifolia* a un système racinaire superficiel et tend à se déraciner et renverser lors de grands vents, ce qui pose un risque important pour les zones côtières (Global Invasive Species Database).

C. equisetifolia pose également un problème d'envergure sanitaire. En effet, son pollen est une source d'irritation des voies respiratoires et peut provoquer des allergies (ELFERS 1988, BINGGELI, 1997).

Le Filao est donc capable d'altérer les habitats, réduire la biodiversité indigène, menacer la survie d'espèces animales et végétales menacées, modifier les systèmes hydrologiques, causer des perturbations physiques et pourrait même représenter une menace sur la santé publique.

➤ Utilisations

Cette plante a été utilisée pour fixer les côtes sableuses et les dunes le long du littoral, notamment pour lutter contre l'érosion. A l'époque où la Réunion possédait un réseau ferroviaire, le Filao a également servi comme combustible des machines à vapeur. Il est aussi employé comme bois de chauffe et de construction.

En Asie, il est utilisé en médecine. En effet, l'extrait d'écorce astringente peut être utilisé comme un remède contre la diarrhée et la dysenterie et pour aider à soulager les maux de gorge.

De plus le Filao permet la lutte contre la désertification, il est également exploité pour son tanin, la fabrication de pâte à papier, de bois (poutres, la construction navale, les poteaux électriques, les clôtures, les meubles, les étais de mine, avirons, pavés, pieux, bardeaux de toiture, manches d'outils, roues de chariot et fourches, etc.) et enfin comme carburant. Il est par ailleurs utilisé en culture de rotation pour rétablir l'azote au sol, les feuilles sont employées dans la préparation de charbon actif par la méthode au chlorure de zinc. Enfin une utilisation mineure des cendres de bois est recourue pour la fabrication du savon, et l'extraction du colorant à partir de son écorce.

2. MÉTHODES

2.1 Inventaire de terrain

L'objectif de l'inventaire de terrain réalisé par le CBN-CPIE Mascarin fin 2011 était de cartographier et de caractériser l'ensemble des populations d'arbres exotiques cultivés et

potentiellement envahissants. Pour ce faire une recherche exhaustive, pied par pied, a concerné entre autres *Casuarina equisetifolia* (Filao) sur l'ensemble de l'île d'Europa.

Pour chaque individu, diverses données ont été relevées :

- date d'observation,
- identité(s) de(s) l'observateur(s),
- localité,
- statut : spontané (= individu installé sans l'aide de l'Homme), planté ou supposé planté (= individu (supposé) mis en place par l'Homme ; ce paramètre est parfois difficile à évaluer malgré la présence de certains indices sur le terrain tels que des alignements d'individus),
- stade : plantule (= individu incapable de se reproduire et de taille inférieure ou égale à 50 cm), juvénile (= individu incapable de se reproduire et de taille strictement supérieure à 50 cm), adulte (= individu capable de se reproduire et de taille strictement supérieure à 50 cm),
- hauteur (estimée en mètres depuis le collet jusqu'à la plus haute branche),
- diamètre (mesuré à l'aide d'un mètre ruban à hauteur de poitrine sur le tronc présentant la plus grosse dimension),
- état phénologique (végétatif, floraison et/ou fructification),
- état sanitaire (mort couché, morts debout, mort penché, sénescence, vivant abimé, vivant couché, vivant couché et abimé, vivant couché et sénescence, vivants debout, et vivants penché).
- coordonnées GPS (référentiel WGS 84/UTM zone 37S).

L'ensemble de ces données est saisi au sein d'un tableur Excel.

2.2 Analyses des données

Diverses analyses ont été effectuées à partir du jeu de données collectées *in situ* et représentées sous la forme de graphiques (élaborés à partir du logiciel Excel) et de cartes (élaborées grâce au logiciel QGis).

Elles ont été réalisées selon deux échelles : à l'échelle de l'île d'Europa (traitement de la population globale de manière à la caractériser) et à l'échelle de chaque station sur Europa (de façon à mettre en évidence la dynamique du Filao).

Au niveau de la population globale, les analyses suivantes ont été réalisées :

- analyse et répartition par stade de l'ensemble des individus en distinguant les stades plantule / juvénile / adulte,
- analyse et répartition par état sanitaire de l'ensemble des individus selon les classes suivantes : vivant en bon état (regroupe vivant couché et vivant debout) / vivant abimé (regroupe vivant couché, vivant abimé, vivant couché et abimé, et vivant couché et sénescence) / sénescence / mort (regroupe mort penché, mort debout et mort couché),
- analyse par stade phénologique de l'ensemble des adultes vivants en distinguant les stades végétatif / floraison / floraison et fructification,
- analyse et répartition par statut cultural de l'ensemble des individus traités par stade de développement et selon les classes suivantes : spontané et supposé planté,
- traitement par classes de hauteur de l'ensemble des individus vivants en distinguant leur stade de développement et selon les classes de hauteur suivantes :
classe 1 = $0 < H \leq 0,5$ m ; classe 2 = $0,5 < H \leq 1,5$ m ; classe 3 = $1,5 < H \leq 2,5$ m ;
classe 4 = $2,5 < H \leq 3,5$ m ; classe 5 = $3,5 < H \leq 4,5$ m ; classe 6 = $4,5 < H \leq 5,5$ m ;
classe 7 = $5,5 < H \leq 6,5$ m ; classe 8 = $6,5 < H \leq 7,5$ m ; classe 9 = $7,5 < H \leq 8,5$ m ;
classe 10 = $8,5 < H \leq 9,5$ m ; classe 11 = $9,5 < H \leq 10,5$ m ; classe 12 = $10,5 < H \leq 11,5$ m ;
classe 13 = $11,5 < H \leq 12,5$ m.

Pour information, le traitement réalisé par classe de diamètre sur l'ensemble des individus vivants n'a pas été pris en compte dans cette étude car peu informatif.

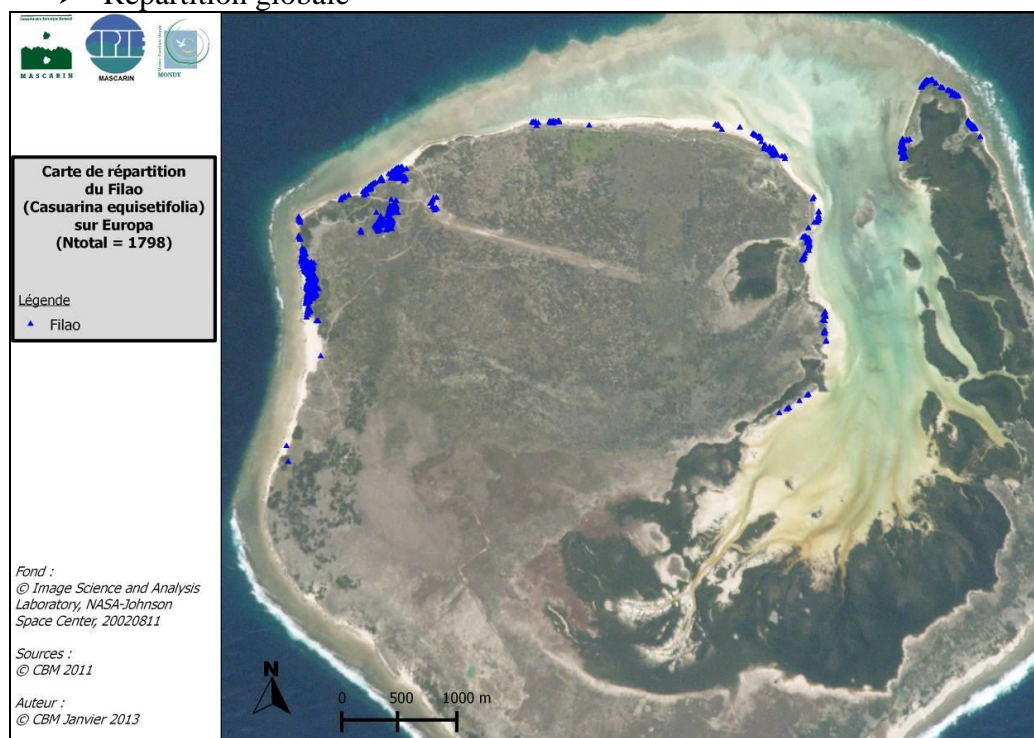
Au sein de chaque station (c'est-à-dire groupement d'individus), les analyses suivantes ont été réalisées :

- identification des stations à partir d'une carte présentant la répartition de l'ensemble des individus cartographiés (chaque station forme une entité géographique distincte des autres),
- analyse et représentation cartographique des classes d'effectif associées à chaque station selon les catégories suivantes : 1 à 25 individus, 26 à 50 individus, 51 à 100 individus, 101 à 200 individus, > 200 individus,
- analyse et représentation cartographique de la proportion de plantule / juvénile / adulte par station,
- analyse et représentation cartographique de la proportion d'individus spontanés et supposés plantés par station,
- analyse sur les données dendrologiques associées aux individus vivants présents au sein de chaque station de manière à préciser pour chacune d'entre elles leur hauteur maximum et moyenne ainsi que leur diamètre maximum et moyen,
- analyse et répartition par état sanitaire de l'ensemble des individus selon les classes suivantes : vivant en bon état (regroupe vivant penché et vivant debout) / vivant abimé (regroupe vivant couché, vivant abimé, vivant couché et abimé, et vivant couché et sénéscent) / sénéscent / mort (regroupe mort penché, mort debout et mort couché),
- analyse par stade phénologique de l'ensemble des adultes vivants en distinguant les stades végétatifs / floraison / floraison et fructification.

3. RÉSULTATS

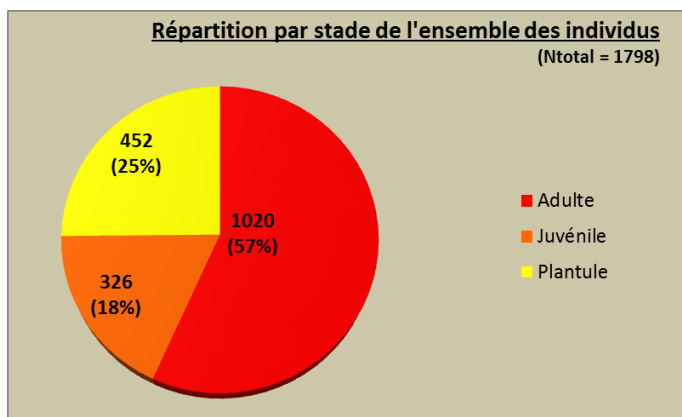
3.1 Analyses à l'échelle de la population d'Europa

➤ Répartition globale



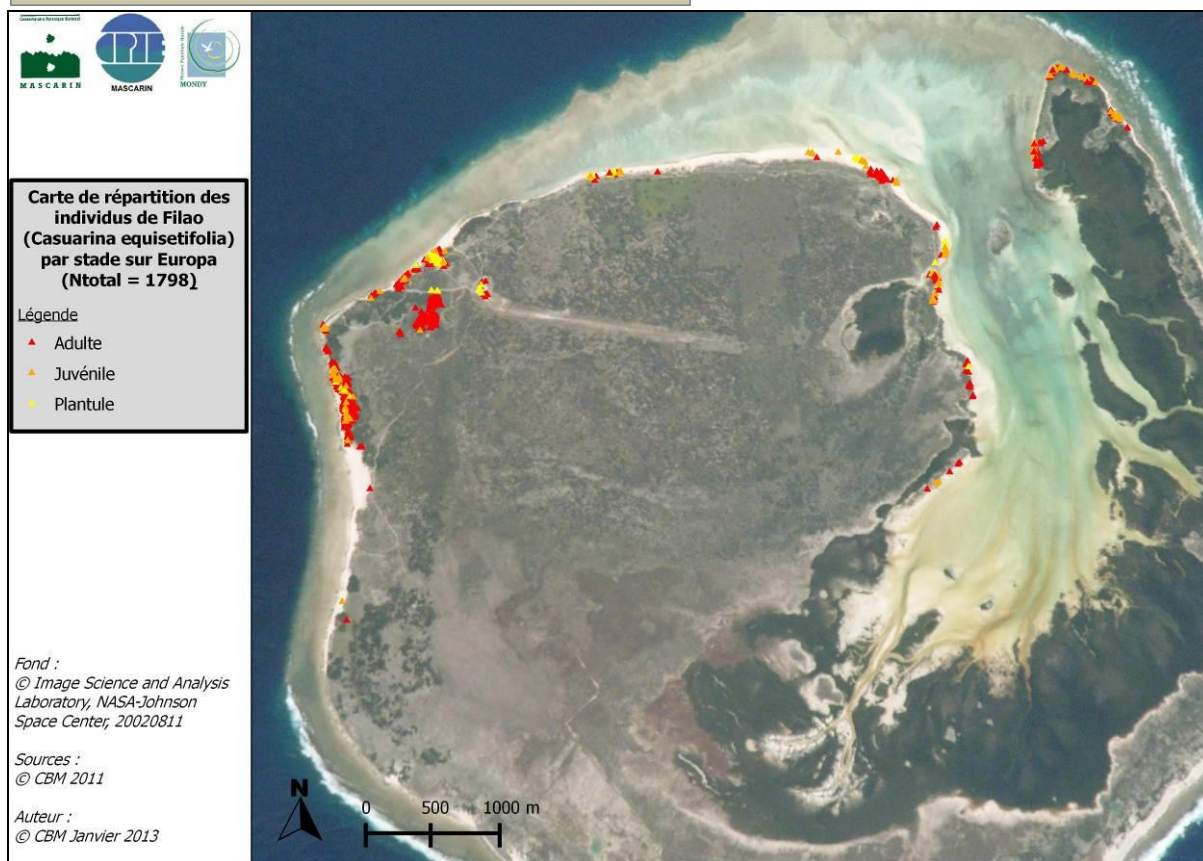
L'analyse de la répartition géographique du Filao sur Europa montre que l'ensemble des individus ($n_{\text{total}} = 1798$) occupe une grande aire couvrant de façon discontinue l'ensemble du littoral nord (depuis le littoral ouest [sud de la Baie des Congres] jusqu'à la Pointe nord-est). On constate également que la majorité des individus sont en situation littorale tandis que quelques-uns sont en position intérieure (cas d'individus situés autour du camp militaire et au sud-ouest de ce dernier). Il semblerait ainsi que le Filao ne puisse s'installer sur les côtes est et sud, sachant que ces dernières sont particulièrement exposées aux alizés et à la houle provenant du sud-est. Peut-être aussi qu'il n'a tout simplement pas eu le temps et l'opportunité de coloniser ces secteurs.

➤ Analyse par stade



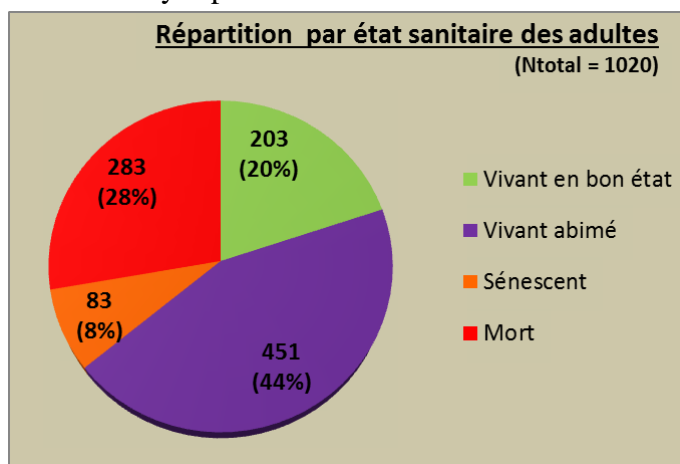
La population globale de Filao se compose de 1798 individus. Parmi ceux-ci, on distingue une majorité d'adultes ($n = 1020$, soit 57 %), tandis qu'un quart sont représentés par des plantules ($n = 452$) et qu'environ 18% sont des juvéniles ($n = 326$).

Cette analyse révèle que le Filao est capable de se régénérer sur Europa (présence de tous les stades de développement).

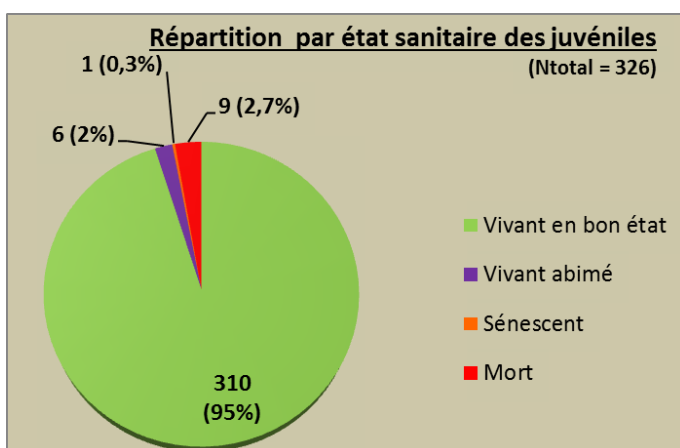


La carte de répartition du Filao par stade de développement indique que les adultes sont présents sur l'ensemble des zones colonisées, preuve d'une relative ancienneté de cette colonisation. D'autre part, ils sont généralement accompagnés par des plantules et/ou des juvéniles.

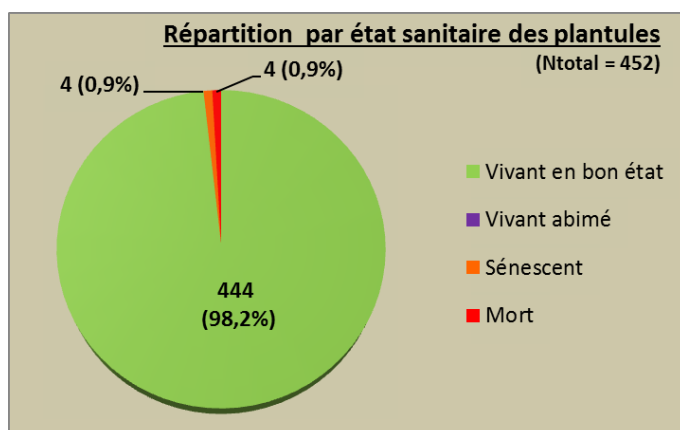
➤ Analyse par état sanitaire



Le graphique ci-contre représente les divers états sanitaires des filaos adultes ($n_{\text{total}} = 1020$) sur Europa. On constate que seuls 20% d'entre eux présentent un bon état. La grande majorité (soit 80%) est en effet soit de type 'vivant abimé' ($n = 451$), soit de type 'sénescent' ($n = 83$), voire 'mort' ($n = 283$).

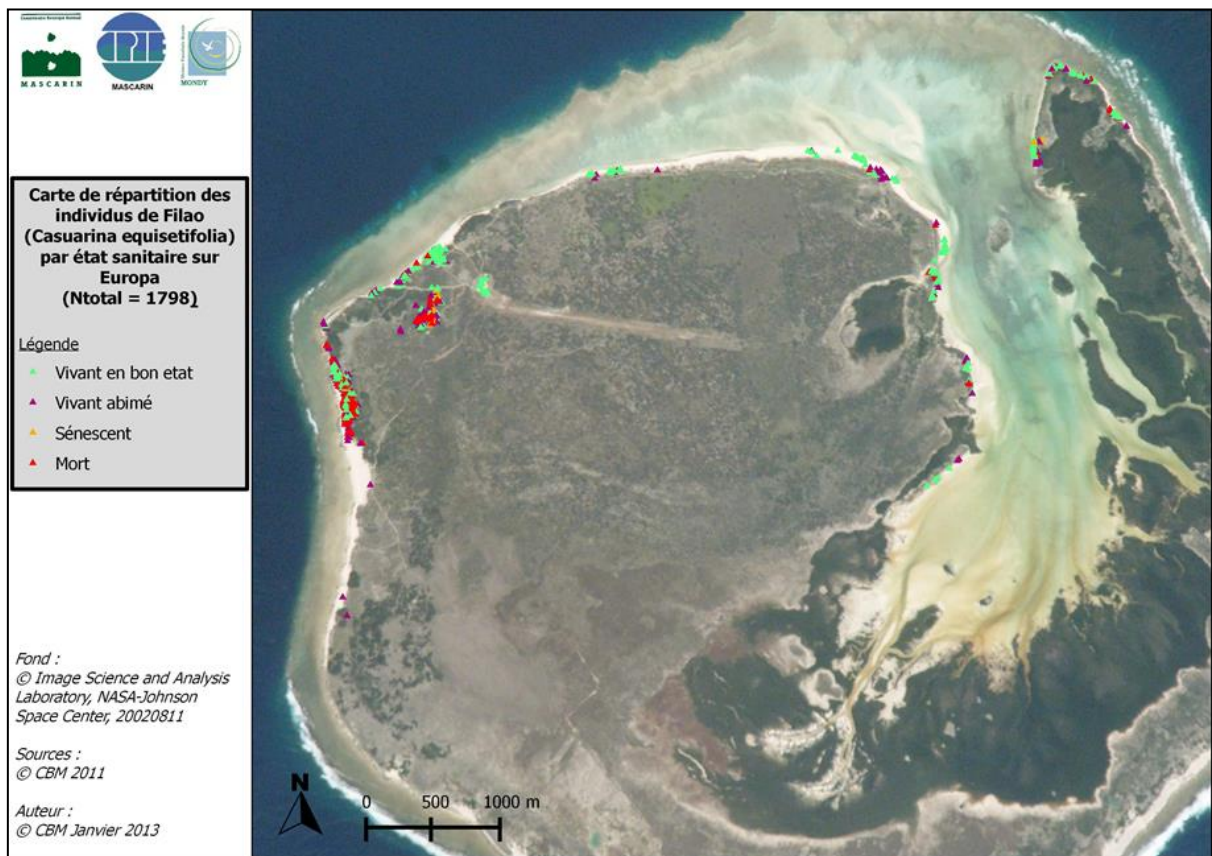


La même analyse réalisée sur les juvéniles ($n_{\text{total}} = 326$) indique qu'ils sont pratiquement tous en bon état. Seuls 5% d'entre eux présentent un état sanitaire peu satisfaisant.



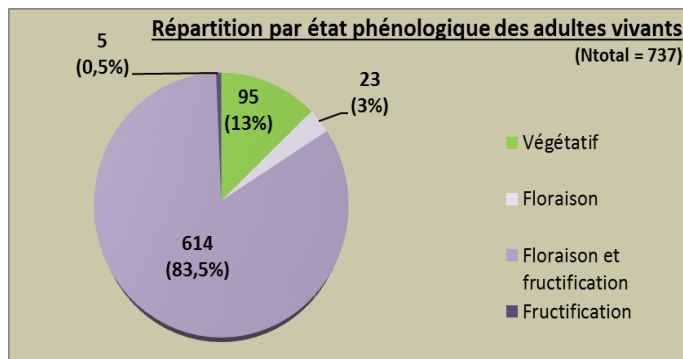
Concernant les plantules ($n_{\text{total}} = 452$), le constat est relativement similaire : la grande majorité d'entre eux ($n = 444$, soit environ 98%) sont en effet en bon état. Quelques rares individus sont sénescents ou mort.

En conclusion, le stade adulte semble par conséquent plus impacté par les conditions climatiques particulièrement rudes sur Europa (passage de cyclones, forts embruns, vents parfois violents, faible pluviométrie) que les stades antérieurs.



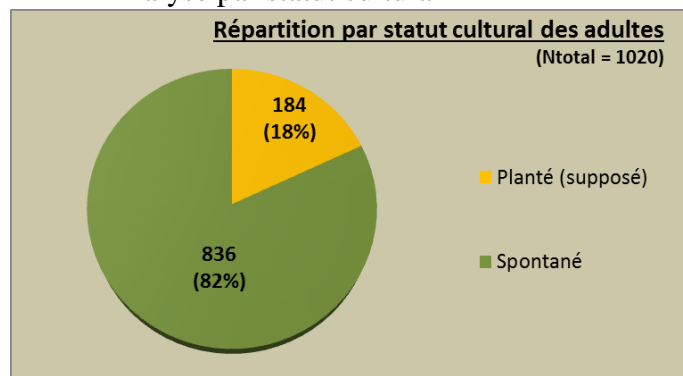
La carte de répartition du Filao par état sanitaire indique que globalement la majorité des individus morts ou sénescents est localisée à l'ouest. Les individus présentant un bon état sanitaire sont quant à eux répartis sur l'ensemble de la population.

➤ Analyse par état phénologique des adultes vivants



L'analyse des stades phénologiques présentés par les adultes vivants ($n_{total} = 737$) montre clairement que la grande majorité (soit 87%) présentent un stade reproductif. En effet 614 individus sont en floraison et fructification, 23 sont uniquement en floraison et 5 sont uniquement en fructification. Ceci indique que les filaos adultes jouent bien leur rôle de semencier.

➤ Analyse par statut cultural

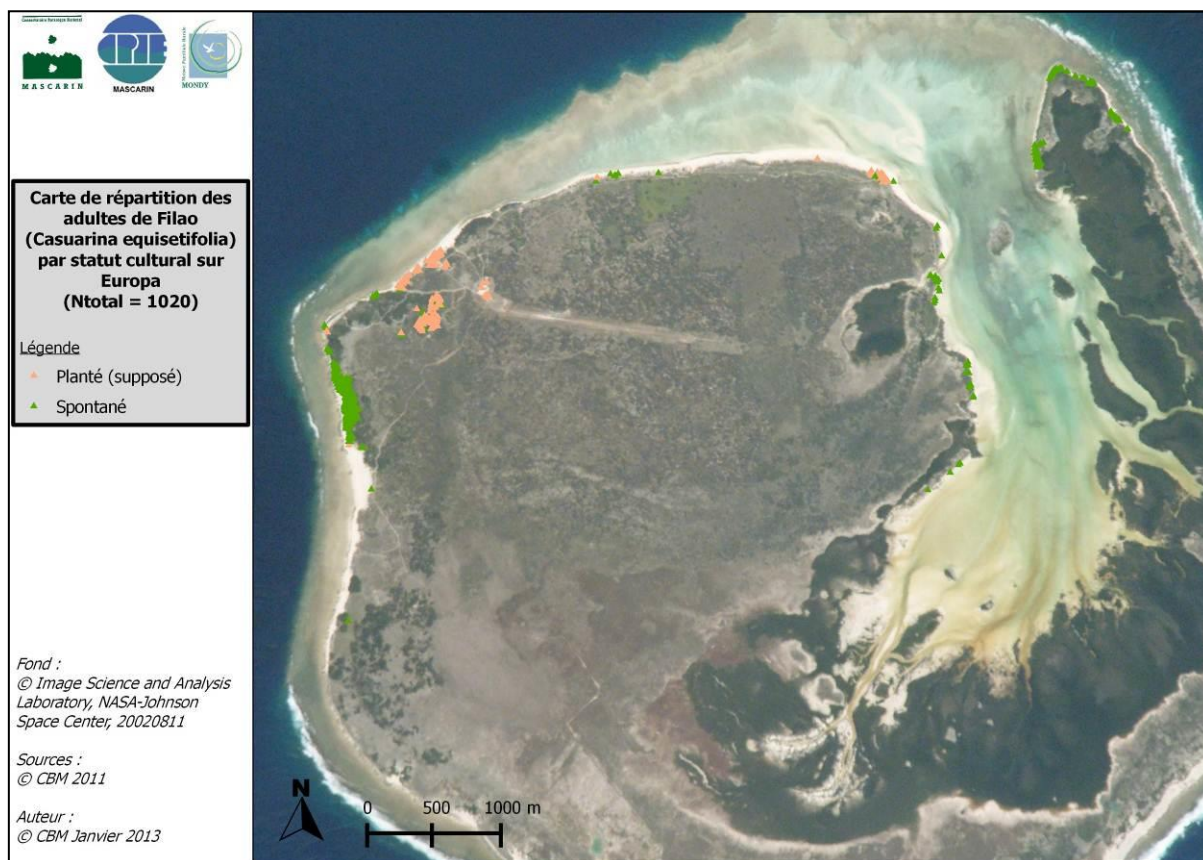


Au niveau de l'ensemble des adultes ($n_{total} = 1020$), on constate que la majorité (soit 82%) sont présents à l'état spontané. Par contre, il semblerait que 184 individus soient présents à l'état planté (plantations en alignements).

Cette même analyse effectuée auprès des juvéniles et des plantules indique que 100% d'entre eux sont présents à

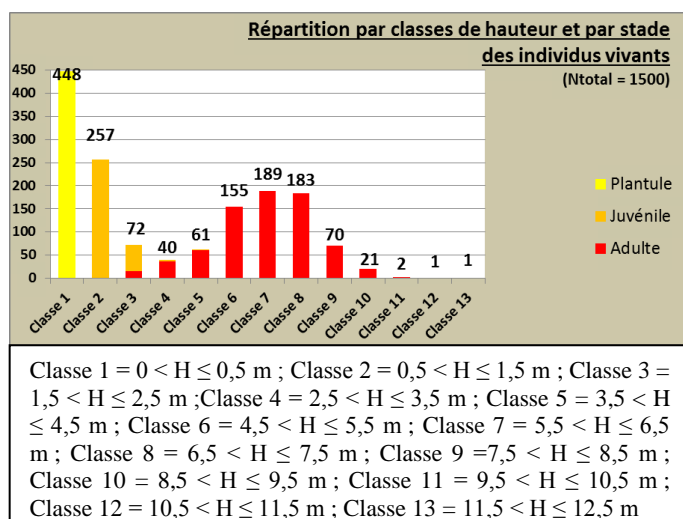
l'état spontané (résultats non représentés dans cette étude).

De tels résultats semblent indiquer que le Filao a bénéficié de l'intervention volontaire de l'Homme qui a favorisé son installation sur Europa. Ces plantations ne paraissent plus être d'actualité.



La carte de répartition des filaos adultes selon leur statut culturel permet d'indiquer que les individus supposés plantés semblent circonscris à certains secteurs tels le nord-ouest et le nord. Ces zones correspondant en effet aux sites anciennement ou encore occupés par l'Homme (camps militaire et météo au nord-ouest et zone d'installation des colons au début du XX^{ème} siècle au nord). Inversement, les secteurs qui n'ont pu être occupés par l'Homme abritent exclusivement des individus spontanés (pointe nord-est, intérieur de la lagune).

➤ Analyse par classes de hauteur



L'analyse de la répartition de l'ensemble des individus vivants et pour lesquels la hauteur a été estimée ($n_{\text{total}} = 1500$) indique que :

- les plantules ($n_{\text{total}} = 448$) présentent une hauteur strictement inférieure à 50 cm (classe 1), ce résultat étant conditionné par la méthode de distinction entre les plantules et les juvéniles,
- les juvéniles ($n_{\text{total}} = 317$) présentent majoritairement ($n = 257$, soit 81% des juvéniles)

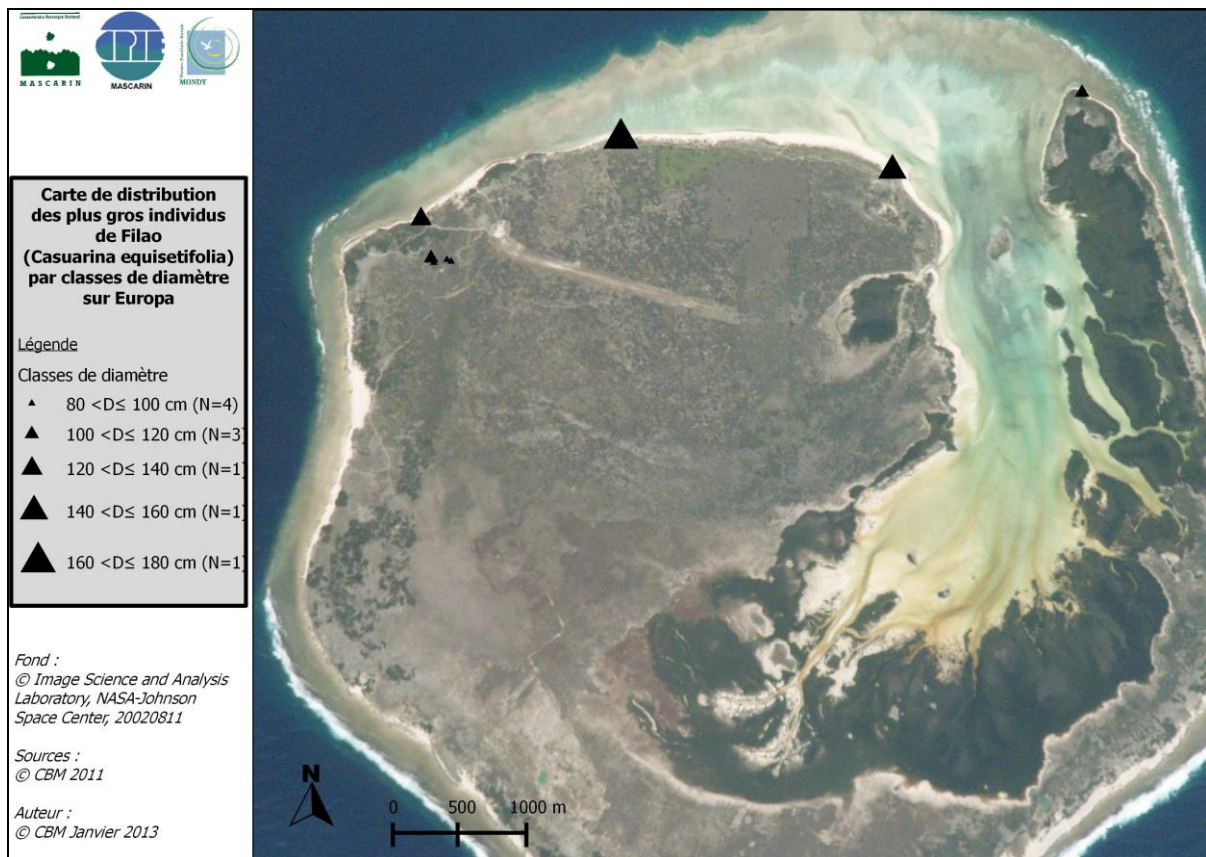
une hauteur comprise entre 50 cm et 1,5 m (classe 2) alors que quelques uns atteignent 2,5 m (classe 3),

- les adultes ($n_{\text{total}} = 735$) sont compris entre 1,5 m (cas d'individus coupés et formant des rejets de tiges) et 12,5 m pour les plus grands. La majorité d'entre eux (soit 72%) présentent une hauteur comprise entre 4,5 m et 7,5 m (classe 6 à classe 8).

On peut donc conclure que peu d'individus présentent une hauteur élevée sur Europa (alors que le Filao peut atteindre environ 50 m ailleurs dans le monde lorsque les conditions sont favorables) ce qui semble indiquer qu'il subit diverses contraintes limitant son développement en hauteur.

➤ Analyse par classe de diamètre

Pour information, l'analyse effectuée sur les classes de diamètre n'est pas présentée dans cette étude car assez peu concluante.

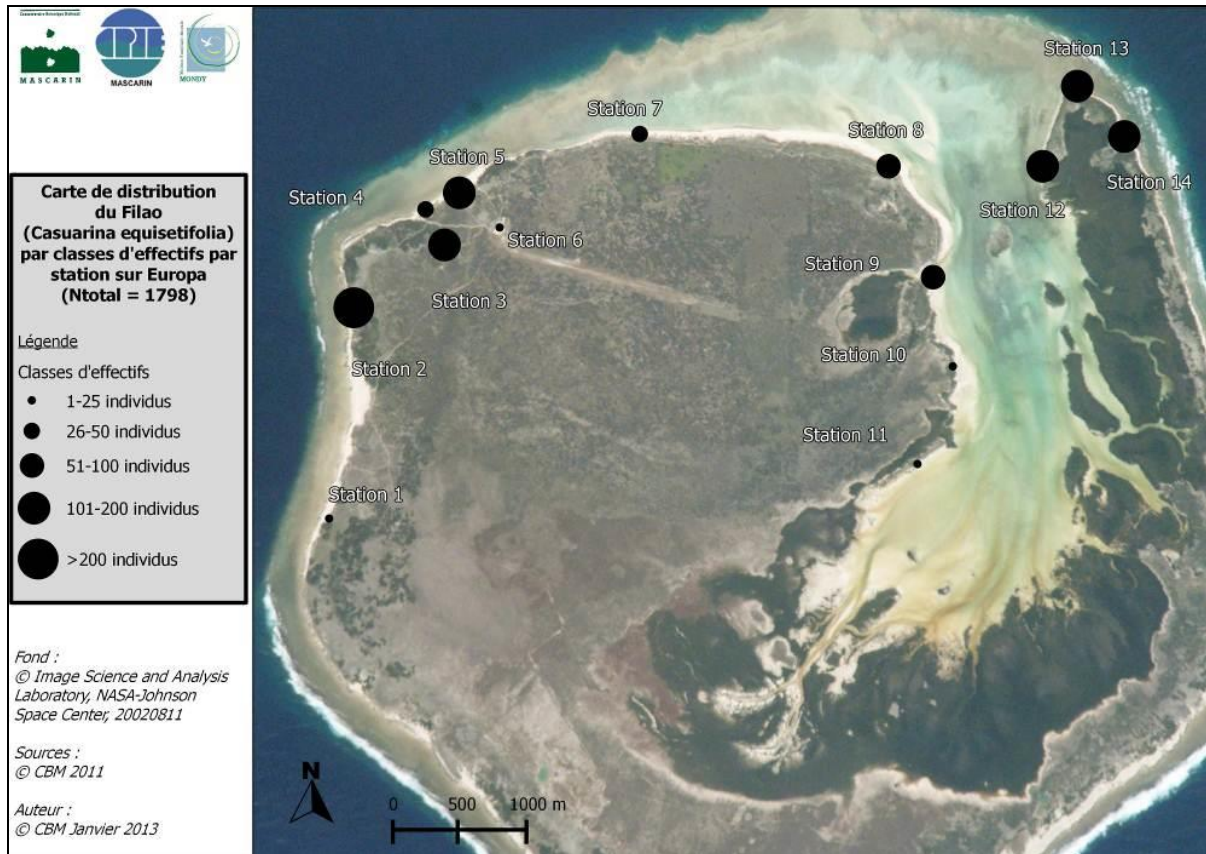


La carte ci-dessus présente la distribution des plus gros adultes de Filao (diamètre > 80 cm), de manière à mettre en évidence les individus les plus âgés et donc à priori à l'origine du peuplement de *C. equisetifolia* sur Europa. On constate que les plus gros individus sont assez peu nombreux (4 ont un diamètre compris entre 80 et 100 cm ; 3 ont un diamètre compris entre 100 et 120 cm ; 1 a un diamètre compris entre 120 et 140 cm ; 1 a un diamètre compris entre 140 et 160 cm ; 1 a un diamètre compris entre 160 et 180 cm) et qu'ils sont localisés soit autour des zones d'habitations (camps militaire et météo au nord-ouest et zone d'installation des colons au début du XX^{ème} siècle au nord), soit sur le secteur nord-est. Le plus gros individu mesuré sur Europa a un diamètre proche de 180 cm, ce qui laisse penser que leur installation doit être relativement ancienne.

3.2 Analyses à l'échelle des stations

A partir des données cartographiques et de l'aggrégation des individus, diverses stations ont été mises en évidence (chaque station formant une entité géographiquement distincte des autres et présentant un certain niveau d'agrégat).

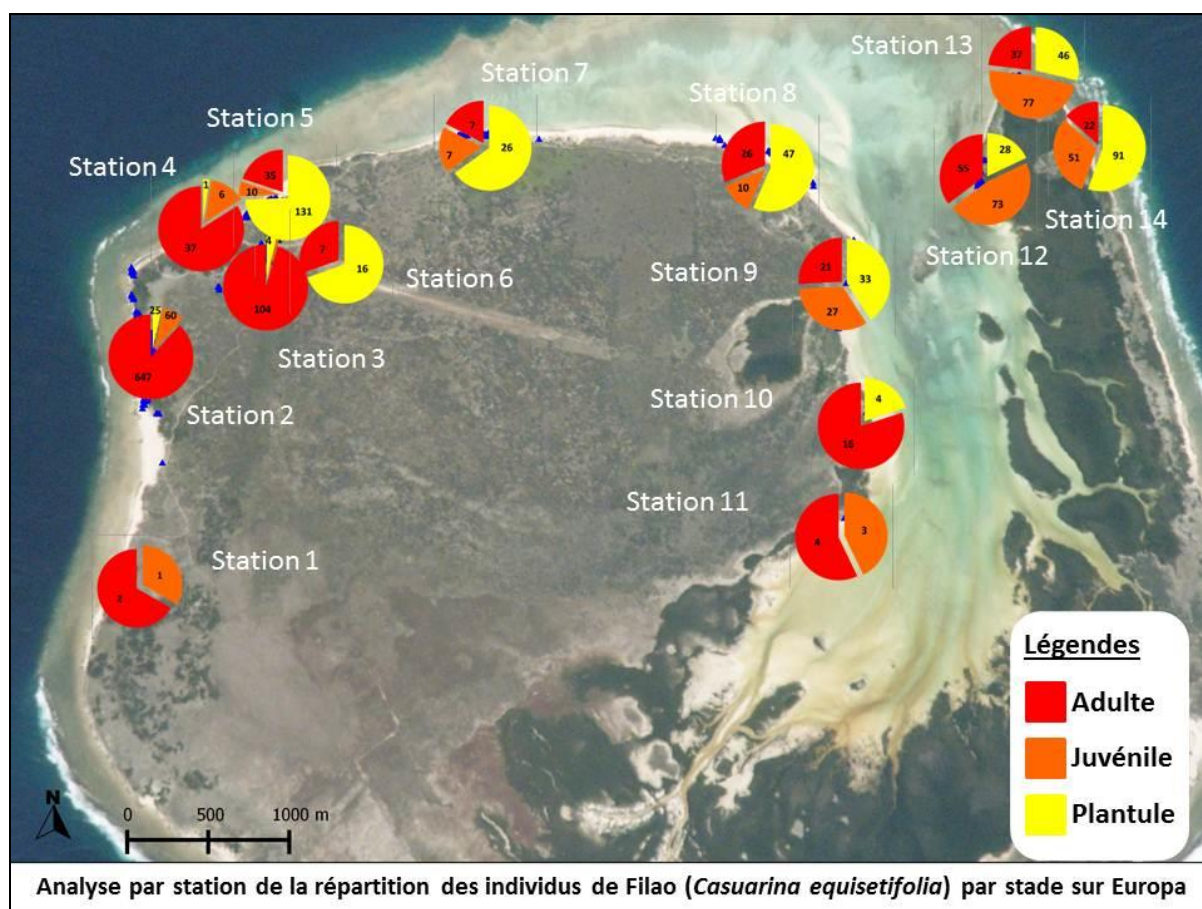
➤ Analyse par classes d'effectif et par station



À partir de la carte de répartition ci-dessus, on observe 14 stations distinctes. Ces stations comportent des effectifs extrêmement variables : la plus importante regroupe 732 individus (station 2) alors que la plus petite rassemble seulement 3 individus (station 1).

Si l'on fait l'hypothèse que les stations présentant les effectifs les plus réduits sont les plus récentes, on peut alors préciser que la dynamique de colonisation du Filao semble suivre deux trajectoires : du nord-ouest (stations 2 et 5) vers l'ouest (station 1) et du nord (stations 8 et 9) et nord-est (stations 2, 13 et 14) vers l'intérieur du lagon (stations 10 et 11).

➤ Analyse par stade et par station

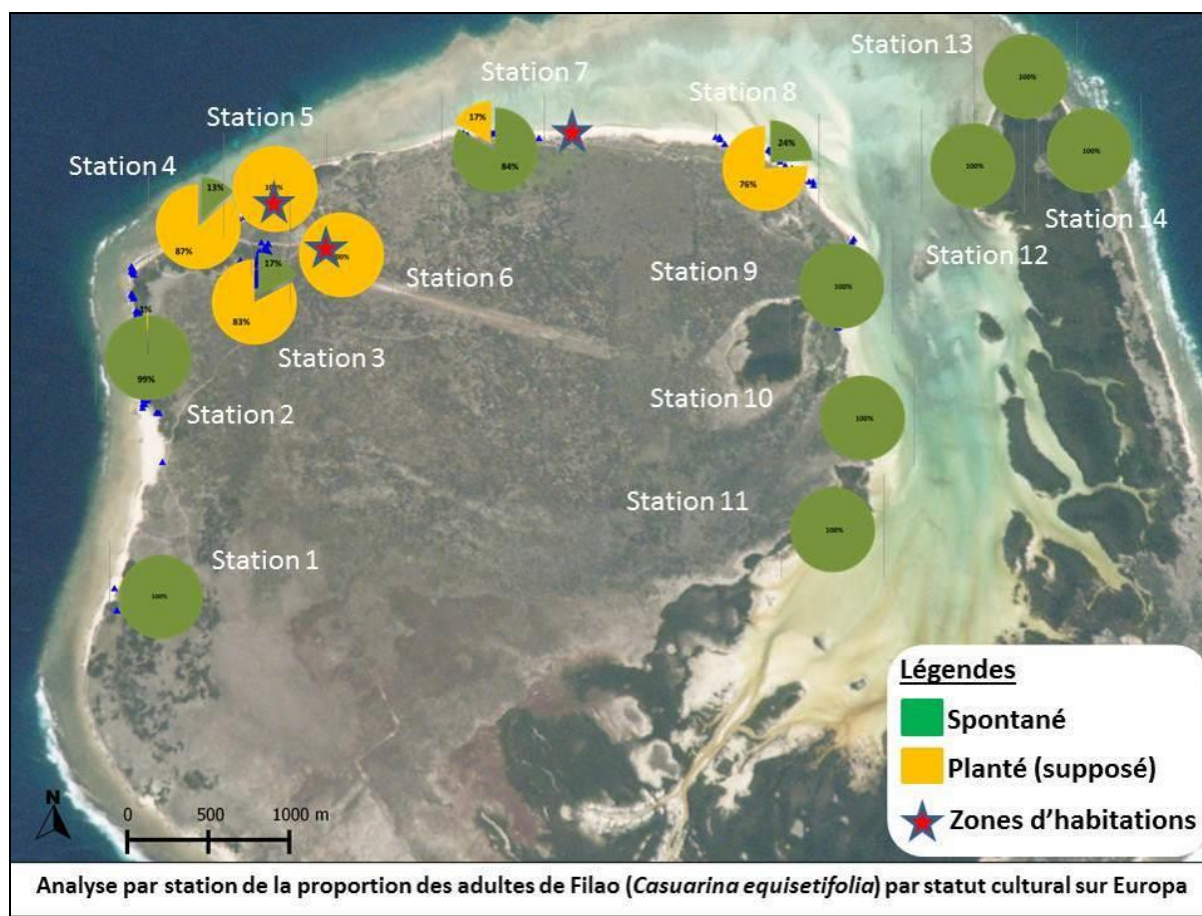


On constate que certaines stations présentent tous les stades de développement du Filao (des plantules aux adultes), preuve de la dynamique de régénération au sein de ces dernières (stations 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13 et 14). La proportion de plantules reste cependant très variable d'une station à l'autre, allant de 2,3% (station 4) à 75% (station 5). Cette variabilité indique des différences en termes de dynamique de régénération d'une station à l'autre.

Les stations 6 et 10 ne présentent pas de stade juvénile. Dans le cas de la station 6, qui est située au niveau du camp militaire, ce résultat peut s'expliquer par le fait qu'il s'agit d'une population artificielle plantée par l'Homme autour des bâtiments (Cf. paragraphe suivant) et qu'elle est régulièrement entretenue par les militaires. Ainsi, tous les individus spontanés atteignant une certaine taille sont éradiqués. Dans le cas de la station 10, qui présente une situation naturelle (plage de sable à l'intérieur du lagon), on peut éventuellement expliquer l'absence de juvénile par le fait que les grandes marées et les épisodes exceptionnels de houle doivent fortement impacter cette station particulièrement exposée et donc entraîner une très forte mortalité des plantules (pas de passage à l'état juvénile). Une autre explication peut venir du fait que les effectifs de cette station sont faibles et que par conséquent leur capacité de régénération s'en trouve amoindrie.

Inversement, les stations 1 et 11, en plus d'abriter un nombre réduit d'individus, ne présentent aucune plantule. Ces dernières semblent en effet ne pas bénéficier de conditions écologiques favorables à leur développement (station 1 battue par le vent et la houle ; station 11 installée sur une plage de largeur très réduite). Par conséquent, ces stations semblent bien témoigner du front d'invasion maximum du Filao sur Europa, la première au niveau de la côte ouest et la seconde à l'intérieur de la lagune.

➤ Analyse par statut culturel et par station



Cette dernière carte présente la proportion d'individus spontanés et supposés plantés par station. Elle montre des résultats relativement similaires à ceux présentés dans l'analyse par statut culturel appliqué à la population globale à savoir que les individus plantés se situent à proximité des zones d'habitations. Ainsi, les stations 5 (à proximité du camp météo) et 6 (autour du camp militaire) semblent abriter uniquement des adultes supposés plantés ce qui indique qu'il s'agit de populations totalement artificielles. D'autre part, les stations 3, 4 et 8 sont majoritairement composées d'individus supposés plantés. La station 3, la seule située à l'intérieur des terres, semble donc avoir une origine artificielle.

A l'inverse, les stations 1, 9, 10, 11, 12, 13 et 14, qui sont les plus éloignées des zones d'habitations, apparaissent entièrement spontanées tandis que les stations 2 et 7 sont majoritairement composées d'adultes spontanés.

➤ Analyse des données dendrologiques par station

STATION	HAUTEUR (m)		DIAMETRE (cm)	
	Maximum	Moyen	Maximum	Moyen
Station 1	7	6,5	38	35
Station 2	9	6,1	78	16,1
Station 3	9	6,3	101	34,3
Station 4	9	6,5	128	31,1
Station 5	10	7,6	65,7	30,4
Station 6	12	8,6	41,3	27
Station 7	8	6	180	55,9
Station 8	8	6	159,1	42,1
Station 9	5	3,5	27	16,3
Station 10	6	4,2	43	16,3
Station 11	4	3,6	22	15
Station 12	8	4,5	34	13,4
Station 13	7	5,4	101	31,9
Station 14	5	3,7	38	22,4

Une analyse succincte des hauteurs (maximales et moyennes) ainsi que des diamètres (maximaux et moyens) associées aux adultes vivants présents dans chaque station permet d'apporter quelques informations sur la dynamique d'installation du Filao sur Europa. Si l'on fait l'hypothèse que les stations présentant les valeurs les plus élevées sont les plus anciennes et qu'inversement les stations présentant les valeurs les plus faibles sont les plus récentes, on peut conclure que :

- les stations les plus anciennes sont les 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 ;

- les stations les plus récentes sont les 9, 10 et 11.

Les stations 13 et 14 peuvent également être considérées comme relativement jeunes compte tenu de leurs dimensions assez réduites, cependant, il convient de pondérer ce résultat par le fait qu'il s'agit des stations les plus exposées au vent qui limite considérablement leur croissance.

Enfin, il est étonnant que la station 1 ne sorte pas clairement comme une jeune station, ce biais étant probablement dû à l'effectif très limité de cette dernière (2 adultes uniquement).

4. DISCUSSIONS

Les diverses analyses commentées ci-dessus vont à présent nous permettre de répondre aux questions posées en introduction de ce rapport.

- Quel est le statut du Filao sur Europa ?

Il apparaît difficile de répondre avec certitude à cette première interrogation. En effet, l'analyse de la distribution mondiale du Filao indique que dans la zone ouest Océan Indien, en particulier sur des territoires limitrophes aux îles Éparses (Madagascar, côtes est de l'Afrique) *C. equisetifolia* est considéré comme cryptogène. En effet, il semble délicat de statuer si ce taxon a été introduit volontairement par l'Homme (nombreux usages associés à cette plante) ou s'il y est arrivé par voies naturelles (fortes capacités de dissémination hydrochore et bonne résistance des graines au passage dans l'eau salée). Cependant, grâce à un entretien effectué durant ce stage, CICCIONE nous a précisé l'hypothèse suivante : le Filao aurait été introduit volontairement par les navigateurs arabes tout le long de la côte est africaine afin de se servir de ces arbres comme repères pour la navigation. Cela aurait eu lieu bien avant la découverte des îles Éparses par les Européens au cours du XVI^{ème} siècle. Cette hypothèse semble plausible sachant que le Filao serait un candidat idéal pour ce type de marquage : il pousse vite, sa germination est aisée et il constituerait une entité originale dans les paysages côtiers indigènes.

D'autre part, il apparaît comme indiscutable que le Filao a été favorisé par l'Homme sur Europa à travers des plantations artificielles. En effet, en plus des relevés de terrain indiquant l'existence d'individus supposés plantés dont les stations semblent fortement corrélés aux zones d'installation humaine, divers documents photographiques réalisés dans les années 1950 par QUILLET et présentés dans l'ouvrage d'Alain HOARAU montrent la présence de jeunes filaos plantés autour de la station météorologique d'Europa maintenus à l'aide de tuteurs et protégés à l'aide de canisses. Ces plantations ont probablement été motivées d'une part pour maintenir les sols face à l'érosion marine (cas de certaines stations littorales) et d'autre part pour un éventuel assèchement des sols au sein de zones exceptionnellement inondables (cas de la station intérieure n°3). Enfin, une plantation relativement récente a probablement été effectuée dans les années 1970 autour du camp militaire, cela dans un but ornemental. Par contre, compte tenu des dimensions particulièrement importantes de certains individus (diamètre pouvant atteindre 180 cm), il apparaît évident que les premiers filaos ont été introduits bien avant ces périodes contemporaines d'installation durable de l'Homme sur Europa.

Face à de tels arguments, le CBN-CPIE Mascarin a décidé d'attribuer au Filao le statut suivant sur Europa : naturalisé (c'est-à-dire exotique devenue spontanée) et cultivé (CBNM 2012d).

- Quelle est la dynamique du Filao sur Europa et quels sont ses impacts potentiels ?

Cette étude a permis de mettre en évidence que le Filao présente une certaine dynamique sur Europa. En effet, sa population est aujourd'hui riche de 1502 individus vivants représentés par divers stades de développement (737 adultes, 317 juvéniles et 448 plantules), preuve que l'espèce est capable de se régénérer sur cette île. De plus, les jeunes individus (plantules et/ou juvéniles) sont présents sur l'ensemble des 14 stations différenciées, ce qui montre que le Filao régénère partout où des adultes sont déjà installés. L'analyse des stades phénologiques observés chez les adultes vivants indique que la grande majorité d'entre eux présentent un stade reproducteur (floraison et/ou fructification) signifiant qu'ils jouent parfaitement leur rôle de semenciers. La présence de plantules révèle que les graines produites sont viables et fertiles.

Cependant, cette dynamique de colonisation semble réduite par certains facteurs. En effet, le Filao n'occupe pas l'ensemble des littoraux d'Europa. La population couvre de façon discontinue l'ensemble du littoral nord (depuis le littoral ouest [sud de la Baie des Congres] jusqu'à la Pointe nord-est) et l'espèce ne semble pas en mesure de s'installer sur les côtes sud et est qui sont particulièrement exposées aux alizés et à la houle en provenance du sud-est. D'autre part, nous avons pu mettre en évidence qu'une forte mortalité affecte spécifiquement le stade plantule, que seulement 20% des adultes présentent un bon état sanitaire et que ces derniers présentent un développement en hauteur relativement faible (hauteur maximale : 12,5 mètres sur Europa alors que l'espèce peut atteindre plusieurs dizaines de mètres lorsque les conditions lui sont favorables). Il convient également de noter que les filaos installés sur le littoral sont particulièrement sensibles aux houles et aux vents cycloniques : verse des plus vieux individus, mise à l'air du système racinaire (HIVERT, comm. pers.). L'ensemble de ces arguments témoignant d'un certain « mal être » du Filao sur Europa tendent également à appuyer l'hypothèse qu'il ne serait pas indigène sur ce territoire.

À partir des analyses portant sur la distribution des plus gros individus et sur la répartition par classes d'effectifs et par stades associés à chaque station, il semblerait que le Filao ait suivi deux directions privilégiées de colonisation dans le temps : du nord-ouest vers l'ouest et du nord vers l'intérieur de la lagune. Bien que son aire d'occupation semble actuellement entièrement occupée (pas ou peu de possibilité de s'installer plus au sud et à l'est (conditions de vent et de houle exacerbées) ou à l'intérieur du lagon (qui est déjà largement occupé par la mangrove), il subsiste une forte probabilité qu'il se densifie au sein des zones actuellement occupées, le risque étant qu'il forme une population continue sur les littoraux nord-ouest, nord et sur les quelques plages de sable à l'intérieur du lagon.

Les recherches bibliographiques ont montré que le Filao, lorsqu'il est exotique, cause de nombreux impacts et bouleversements aussi bien au niveau de la biodiversité animale et végétale indigène que sur la composition et la structuration des habitats naturels, et qu'il modifie même les paramètres abiotiques de son environnement proche. De nombreux cas d'invasion ont également été recensés à travers le monde (MEYER, 2005). Dans le cas d'Europa, divers témoignages permettent de préciser qu'il aurait un rôle néfaste sur la ponte des tortues marines dont *Chelonia mydas* (Tortue verte) en particulier : son système racinaire puissant rend vaine toute tentative de ponte des tortues qui lorsqu'elles butent sur une racine préfèrent renoncer, l'exclusion de la végétation indigène par phénomène d'allélopathie risque de perturber la pluie olfactive générée par les plantes indigènes et dont le rôle serait d'orienter à courte distance les tortues sur leur site de ponte, l'ombre dense générée par les filaos peut totalement modifier les conditions d'incubation des œufs dont le sexe des jeunes dépend pourtant de certaines gammes de température (CICCIONE, comm. pers.). À contrario, le Filao à Europa semble constituer un reposoir apprécié d'oiseaux indigènes tels les frégates (*Fregata ariel* et *Fregata minor*) ou les fous à pieds rouges (*Sula sula*) sachant qu'il n'existe que peu de grands arbres indigènes sur l'île. Cependant, ces oiseaux ne peuvent nicher sur *C. equisetifolia* (HIVERT, comm. pers.).

Fort de ces constatations, le Filao est considéré comme fortement envahissant (niveau d'invasibilité 5) au sein de l'Index de la flore vasculaire d'Europa (CBNM 2012d).

- Quelles mesures de gestion pourraient être envisagées de manière à contrôler le Filao sur Europa ?

Suite à cette étude il semble judicieux d'appliquer des mesures de gestion de manière à contrôler voire éradiquer le Filao sur Europa. Deux types de gestion sont envisageables en fonction des moyens humains, logistiques et financiers consacrés à cette mesure de gestion conservatoire.

La première consisterait à éradiquer l'espèce sur l'ensemble du territoire. Cela signifie que l'ensemble des individus vivants, quel que soit leur stade de développement, devraient être tués soit par méthode d'arrachage manuel (cas des plantules et des juvéniles qui s'arrachent facilement dans le sable), soit par méthode mécanique (tronçonnage des adultes). Concernant la stratégie de gestion, les stations les plus excentrées devront être traitées en priorité de manière à bloquer sa dynamique d'invasion. Inversement, les deux stations situées à l'intérieur devront être traitées en dernier sachant que leurs semences ne peuvent être disséminées par l'eau. Cette méthode de gestion apparaît cependant comme particulièrement complexe à mettre en œuvre (nécessite l'intervention de forestiers spécialisés et de matériel conséquent), elle engendrerait des coûts très élevés et devrait s'étaler sur une longue période. De plus, elle engendrerait des trouées de relativement grande dimension dont la recolonisation par des espèces végétales indigènes nécessitera d'être surveillée voire accompagnée (travaux de restauration écologique).

Une seconde orientation, qui nous semble plus réaliste, consisterait à contrôler uniquement les stades plantule et juvénile en procédant à leur arrachage systématique. Cette méthode, facile à mettre en place et ne nécessitant pas de technicité particulière, permettrait ainsi de réduire considérablement le pool de régénération (futurs adultes) tandis que les adultes, qui sont particulièrement sensibles aux rudes conditions climatiques d'Europa et aux épisodes cycloniques, devraient s'affaiblir et disparaître naturellement au fur et à mesure du temps. De plus, cette méthode relativement douce n'apportera pas de perturbations brutales dans le couvert végétal ce qui devrait favoriser la recolonisation progressive par les espèces végétales indigènes. Là encore, en termes de stratégie de lutte, il serait souhaitable de commencer l'arrachage par les stations les plus excentrées et de terminer par les stations intérieures. Cette méthode présente cependant le désavantage d'être particulièrement longue dans le temps sachant qu'elle nécessitera un suivi régulier de l'ensemble des stations sur plusieurs années afin de contrôler que de nouveaux jeunes filaos ne sont pas en train de s'installer et afin de surveiller la recolonisation indigène.

5. RECOMMANDATIONS

Bien que le Filao semble contraint dans sa dynamique d'expansion sur Europa par des conditions environnementales limitantes et rudes, cette étude démontre très clairement que l'espèce est localement très dynamique. Elle pourrait au fil du temps coloniser durablement des zones plus favorables telles que les berges sableuses de la lagune interne ou le littoral nord-ouest, nord et nord-est où elle est déjà présente sous forme de stations aux effectifs variables. Il est par conséquent fortement recommandé aux gestionnaires, sinon d'engager une stratégie de lutte sur les cohortes de plantules et juvéniles, du moins de suivre de très près les tendances de sa progression dans les années à venir. Il existe, en particulier sur Europa, de très forts enjeux sur la disponibilité en habitats favorables aux pontes des tortues marines.

BIBLIOGRAPHIE & WEBOGRAPHIE

BOULLET V. 2005. Mission îles Glorieuses (10-16 août 2005) – Flore et végétation. Pré-rapport non publié, Conservatoire Botanique National de Mascarin, 7 pages.

BOULLET V. 2006. Mission île Europa (24 mai-3 juin 2006) - Flore et Végétation. Pré-rapport non publié, Conservatoire Botanique National de Mascarin, 11 pages.

BOULLET V. 2007. Notice de l'index de la flore vasculaire de la Réunion – Version 2007.1 (mise à jour du 12 juin 2007). Conservatoire Botanique National de Mascarin, Saint-Leu (Réunion), format numérique Word 2003, 51 p.

BOULLET V. 2008a. Typologie détaillée de la végétation et des habitats de l'île d'Europa. Fascicule 1 : Systèmes de mangroves lagonnaires coralliennes. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique de Mascarin, 12 pages.

BOULLET V. 2008b. Typologie détaillée de la végétation et des habitats de l'île d'Europa - Fascicule 2 : Systèmes de sansouires et des steppes salées coralliennes. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique de Mascarin, 38 pages.

BOULLET V. & HIVERT J. 2010. La flore vasculaire de Juan de Nova. Vers. ter., Conservatoire Botanique de Mascarin, 18 pages.

CACERES S. 2003. Étude préalable pour le classement en réserve Naturelle des Îles Éparses. Mémoire de DESS Sciences et gestion de l'environnement tropical de l'Université de la Réunion. 135 p + 12 annexes. Consulté en janvier 2013.

CHAUDHARI S.A., PRASAD D. & SHANKER K. 2009. Impact of Casuarina Plantations on Olive Ridley Turtle Nesting along the Northern Coast of Tamil Nadu, India. ATREE, Bangalore and MCBT, Mamallapuram, India p. 44. Consulté en janvier 2013.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (BOULLET V. coord.) 2011a. Index de la flore vasculaire de Mayotte (Trachéophytes) : statuts, menaces et protections. Version 2011.1 (mise à jour du 01 août 2011). Conservatoire Botanique National de Mascarin, Antenne de Mayotte – Coconi. Consulté en janvier 2013.

<http://floremaore.cbnm.org>

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (BOULLET V. coord.) 2011b. - Index commenté de la flore vasculaire (Trachéophytes) de Juan de Nova. Version 2011.2, mise à jour du 9 mai 2011. Consulté en janvier 2013

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (BOULLET V. coord.) 2012a. Index de la flore vasculaire de la Réunion (Trachéophytes) : statuts, menaces et protections. Version 2012.1 (mise à jour du 22 mai 2012). Conservatoire Botanique National de Mascarin, La Réunion - Saint-Leu. Consulté en janvier 2013.

<http://flore.cbnm.org>

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (BOULLET V. coord.) 2012b. - Index commenté de la flore vasculaire (Trachéophytes) des Glorieuses. Version 2012.1, mise à jour du 14 septembre 2012.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (BOULLET V. coord.) 2012c. - Index commenté de la flore vasculaire (Trachéophytes) de Tromelin. Version 2012.1, mise à jour du 28 septembre 2012.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (BOULLET V. coord.) 2012d. - Index commenté de la flore vasculaire (Trachéophytes) d'Europa. Version 2012.1, mise à jour du 25 novembre 2012.

COODE M.J.E. 1985. 167. Casuarinacées, *in* BOSSER J., CADET Th., GUEHO J. & MARAIS W. (eds), Flore des Mascareignes – La réunion, Maurice, Rodrigues. 161. Urticacées à 169 bis. Cératophyllacées. MSRI, Mauritius – ORSTOM, Paris – The Royal Botanic Gardens, Kew.

DELÉPINE R., MAUGÉ L. A., & PADOVANI G. 1976. Observations écologiques et climatologiques dans les îles Europa, Glorieuses et Tromelin. Biologie marine et exploitation des ressources de l'océan Indien occidental. Saint Denis, La Réunion, ORSTOM.

DUKE 1983; SNYDER 1992 NRC US Advisory Committee on Technology Innovation 1980; [Duke J. A., 1983 *Casuarina equisetifolia* J.R. & G. Forst., Center for New Crops & Plant Products, Purdue University.](#)

EFLORAS. Consulté au cours du mois de janvier 2013.
<http://www.efloras.org/>

ELFERS S.C. 1988. Element Stewardship Abstract for *Casuarina equisetifolia*. The Nature Conservancy.

EOL. Encyclopedia of Life. Consulté au cours du mois de janvier 2013.
<http://www.eol.org>

FORSBERG F.R. & RENVOIZE S.A. 1980. The Flora of aldabra and neighbouring islands. Kew Bulletin Additional Series VII.

FRIEDMANN F. 1994. Flore des Seychelles, Dicotylédones. ORSTOM Editions.

Global Invasive Species Database. Consulté en janvier 2013.
<http://www.issg.org/database>

HIVERT J., ROCHAT J., GIGORD L., BOULLET V., FONTAINE C., CAZANOVE G. & GASNIER S. 2011. Rapport de mission scientifique du programme inter-organismes « Flore, Végétations et Entomofaune des îles Éparses » dans le cadre de la rotation du Marion Dufresne dans les îles Éparses du 1er au 26 avril 2011. Conservatoire Botanique National de Mascarin, Insectarium de La Réunion, Muséum d'Histoire Naturelle de La Réunion, 29 pages.

HIVERT J., DUMEAU B. & GIGORD L. 2012. Compte-rendu scientifique et technique de mission de longue durée d'étude de la flore et des habitats de l'île d'Europa (Octobre-Décembre 2011). Rapport non publié, Conservatoire Botanique de Mascarin, Terres Australes et Antarctiques Françaises, 78 pages.

HOARAU A. 1993. Les îles éparses : histoire et découverte, Azalées éditions, 240 p.

KEW: Kew Royal Botanical Gardens. Consulté au cours du mois de janvier 2013.

<http://www.kew.org>

KOECHLIN J., GUILLAUMET J.-L. & MORAT P. 1974. Flore et végétation de Madagascar. Eds. Cramer J.

MEYER J.-Y. 2005. - Rapport de mission d'expertise sur l'invasion du 'aito (*Casuarina equisetifolia*) dans l'atoll de Mururoa (Tuamotu) le 20 octobre 2005. Rapport de mission non publié, Délégation à la Recherche, Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Papeete, Tahiti, 11 p.

PROTA : <http://www.prota.org/fr/>

TAAF.FR 2013. Le site des Terres Australes et Antarctiques Françaises, district des îles Éparses. Consulté au cours du mois de janvier 2013.

<http://www.taaf.fr/-Les-iles-Eparses->

TELABOTANICA. Base EFlore : Guadeloupe-Martinique. Consulté au cours du mois de janvier 2013.

<http://www.tela-botanica.org/page:isfgm?langue=fr&format=html>

TROPICOS.ORG. Missouri Botanical Garden. Consulté au cours du mois de janvier 2013.

<http://www.tropicos.org>

USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [Base des Données en Ligne]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/index.pl?language=fr> (26 December 2012). Consulté au cours du mois de janvier 2013.

<http://www.ars-grin.gov>

WILMOT-DEAR C.M. 1991. 159. Casuarinacées, *in* LAUNERT E. & POPE G.V. (Eds), Flora Zambesiaca. Vol. nine part six 154. Ulmaceae à 161. Ceratophyllaceae. Published by the Managing Committee on behalf of the contributors to Flora Zambesiaca.