

Transplantation de deux populations d'orchidées de la sous-tribu des Angraecinae dans l'Est de l'Île de La Réunion (France), *Jumellea recta* (Thouars) Schlechter et *Aeranthès arachnitis* (Thouars) Lindley : retours d'expérience, lignes de conduite et intérêt pour la conservation des orchidées épiphytiques en milieu tropical

Par **Stéphane AUGROS**¹ (s.augros@ecomed.fr)
Julien PAILLUSSEAU²
Dominique HOAREAU¹

¹ Cabinet ECO-MED Océan Indien, F-97400 SAINT-DENIS, Île de La Réunion, France

² Cabinet CYATHEA, F-97400, SAINT-DENIS, Île de La Réunion, France



Abstract

We discussed a transplantation procedure (i.e. a mediated movement of wild individuals from one part of their range to another) as a mean to save epiphytic orchids from destruction by development activities in the East part of La Réunion island (Southwest Indian Ocean area). Our study involved two species from the subtribe Angraecinae: *Jumellea recta* and *Aeranthès arachnitis*. Protocol was early designed considering orchids ecological attributes on its original hosts. A sample of 50 orchids were finally transplanted and monitored for 3 years. At the end of the survey, the mortality rate ranged from 32 % for *J. recta* to 81 % for *A. arachnitis*. We highlighted that *in situ* transplantation is worthy of consideration (where no other alternative remains) but implies random results. Considering our very small sample, the results discussed here must be interpreted cautiously. Guidelines for tropical epiphytic orchids transplantations are finally proposed based on our study and a literature review.

Introduction

Les pratiques de conservation des habitats et des espèces prennent place aujourd'hui dans un contexte où les moyens dédiés sont limités et s'inscrivent quasi-systématiquement dans une urgence relative (PULLIN *et al.*, 2013). En conséquence, les acteurs de la conservation sont amenés à prendre des décisions pragmatiques basées sur une connaissance incomplète de la biologie et de l'écologie des espèces et des écosystèmes (SWARTS & DIXON, 2009a). Il en résulte souvent la nécessité d'intervenir par extrapolations et expérimentations (« learning by doing ») à défaut de disposer de connaissances solides et souvent coûteuses, sur lesquelles s'appuyer.

La mise en œuvre d'un projet de transplantation d'espèces intervient lorsque des populations sont menacées par une modification ou une destruction de leur habitat, pouvant conduire à un déséquilibre de la dynamique de la population, voire concourir à son extinction dans les cas les plus extrêmes (LIU *et al.*, 2012 ; BARET *et al.*, 2012 ; BAIDER *et al.*, 2010). En première intention, la solution la plus adaptée est la transplantation dite *in situ* (SWARTS & DIXON, 2009b). Celle-ci implique :

- i. un prélèvement d'individus en nombre suffisant pour maintenir la population,
- ii. une sélection de sites d'accueil proches, présentant des conditions stationnelles semblables à celles des populations d'origine,
- iii. un suivi des populations transplantées.

D'une manière générale, lors d'un projet de transplantation *in situ*, il est essentiel de prendre en compte la résilience et la résistance des espèces (CORDONNIER, 2004 ; TREMBLAY, 2008). La résilience définit la capacité d'une espèce à s'adapter et

se relever d'une perturbation (PETERSON *et al.*, 1998 ; CARPENTER *et al.*, 2001) alors que la résistance démontre la capacité du système à endurer cette dernière sans nécessairement modifier son fonctionnement (GRIMM & WISSEL, 1997). Ces deux caractères peuvent varier significativement au sein d'une même espèce, par exemple chez les orchidées (TREMBLAY, 2008).

Les orchidées sont les plantes à fleurs les plus représentées dans la flore indigène de La Réunion (25 % de la flore), avec environ 130 espèces réparties dans 35 genres (CORDEMOY, 1895 ; ROBERTS, 2001 ; JACQUEMYN *et al.*, 2005 ; PICOT & LUCAS, 2017). Parmi elles, les épiphytes appartiennent à la sous-tribu des Angraecinae et constituent le groupe le plus important avec 52 espèces réparties en 11 genres (PICOT & LUCAS, 2017) dont trois principaux : *Angraecum*, *Jumellea* et *Aeranthès* (MICHENEAU *et al.*, 2008). Alors qu'il existe très peu de populations d'orchidées épiphytiques qui se maintiennent dans les habitats dégradés de basse altitude à La Réunion (JACQUEMYN *et al.*, 2005), deux populations de *Jumellea recta* (Thouars) Schlechter et *Aeranthès arachnitis* (Thouars) Lindley sont inventoriées sur les berges de la Rivière du Mât (données non publiées, Eco-Med Océan Indien), dans un contexte anthropisé (village de la Rivière du Mât Les Hauts, route départementale de Salazie, seuil hydraulique). L'hypothèse d'une destruction de ces 2 populations est envisagée dans le cadre d'un projet de construction d'un nouvel ouvrage de franchissement en aval du pont ancien de la Rivière du Mât les Hauts. À ce titre, une transplantation expérimentale d'un échantillon représentatif des populations menacées est conduite entre 2013 et 2016 afin d'alimenter la réflexion globale autour du projet, vérifier la cohérence du protocole, mettre en évidence les imprévus

et impondérables et approcher l'efficacité et l'efficacité d'une telle opération à La Réunion.

Dans le cadre de cette étude, nous posons les questions suivantes :

i. La transplantation d'orchidées épiphytiques constitue-t-elle une mesure conservatoire pertinente et efficace à La Réunion et par extension en zone tropicale ?

ii. Parmi les conditions stationnelles, le choix du site de relocalisation, le protocole ou encore le stade ontogénique des individus transplantés, quels sont les facteurs les plus importants à considérer pour mener une telle opération à La Réunion ?

iii. Observons-nous des réponses similaires pour des espèces d'orchidées épiphytiques phylogénétiquement proches ?

Matériels et méthodes

Contexte du périmètre d'étude

L'opération de transplantation a pris place dans la zone Sud-Ouest Océan Indien dans l'Est de l'île de La Réunion (55°39'E; 21°00'S), au lieu-dit La Rivière du Mât Les Hauts, au sein de la zone mégatherme hygrophile (CADET, 1980). Les habitats naturels sur la zone d'étude ont aujourd'hui disparu, remplacés par des forêts secondarisées (STRASBERG *et al.*, 2005 ; LAGABRIELLE *et al.*, 2009) au sein desquelles des reliques de végétation indigène sont encore présentes (ROBERT *et al.*, 2015). Les populations de *J. recta* et d'*A. arachnitis* sont concentrées sur les berges de la Rivière du Mât, en aval et en amont du pont existant (Fig. 1A,C), exclusivement sur des camphriers introduits, *Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl.

Modèles biologiques

À La Réunion, les orchidées angraecoïdes occupent tous les habitats naturels situés entre 100 (0 pour *J. recta* à Saint-Philippe) et 2500 m d'altitude, sur les versants Est et Ouest de l'île (MARTOS, 2010).

BOSSER (dans CADET, 1989) décrit *A. arachnitis* comme une épiphyte ou saxicole, présente en forêt humide de basse et moyenne altitude, commune dans l'Est et le Nord-Ouest. Ses fleurs vertes se situent à l'extrémité de longs pédoncules tombants. La floraison commencerait en novembre et pourrait s'étaler jusqu'en mai. *Jumellea recta* est quant à elle décrite comme une espèce robuste, vivant sur les rochers ou sur la base des troncs en sous-bois clairs, dans la partie sous le vent (CADET, 1989 ; SZELENGOWICZ & TAMON, 2013). Les fleurs sont blanches, de 2 à 5 par plante, et la floraison aurait lieu entre décembre et février (BERNET, 2010).

Les 2 espèces sont réparties entre 0 et 1300 m d'altitude (JACQUEMYN *et al.*, 2005). Présentes à l'île Maurice, elles sont toutes deux endémiques des Mascareignes. La majorité des populations réunionnaises connues de *J. recta* sont réparties dans le Nord-Est de l'île (PICOT & LUCAS, 2017). Les seules populations de l'Est de l'île se situeraient à Sainte-Rose (T. PAILLER, Université de La Réunion, comm. pers.). En conséquence, la population de la Rivière du Mât constituerait l'une des dernières dans cette partie de l'île, formant probablement un écotype à forte valeur écologique.

Étude des micro-habitats

La distribution des orchidées épiphytiques sur leur arbre hôte - le phorophyte - peut être influencée par plusieurs paramètres : le type d'essence, le positionnement dans le houppier, le diamètre des branches, la

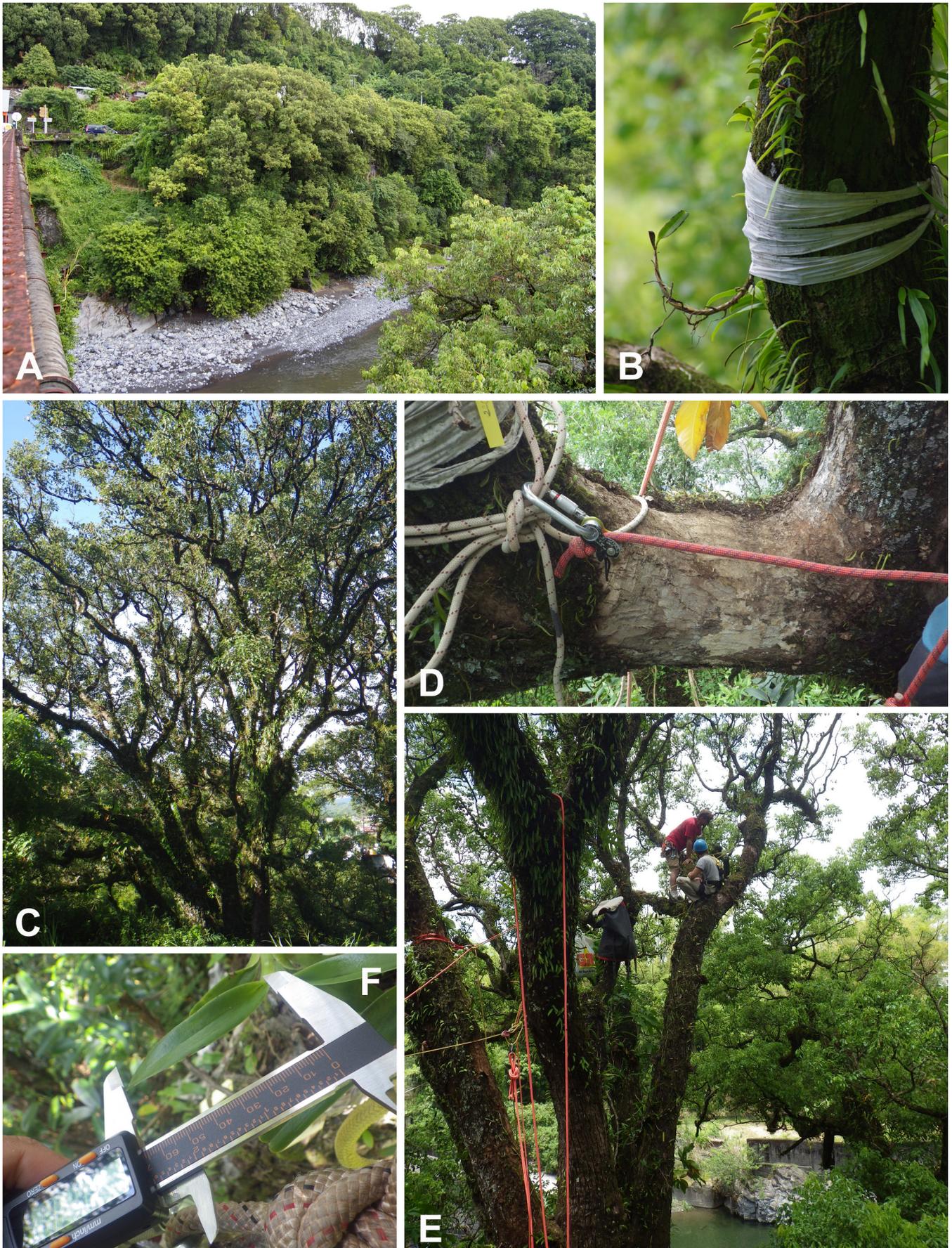


Figure 1.

A) Vue sur les phorophytes abritant les populations d'orchidées sur les berges de la Rivière du Mât ; **B)** Individu de *J. recta* transplanté ; **C)** Vue sur le phorophyte récepteur ; **D)** Illustration des dommages sur les micro-habitats liés aux opérations de transplantation ; **E)** Étude des micro-habitats dans l'un des phorophytes ; **F)** Mesure de la longueur des feuilles lors du suivi des transplants.

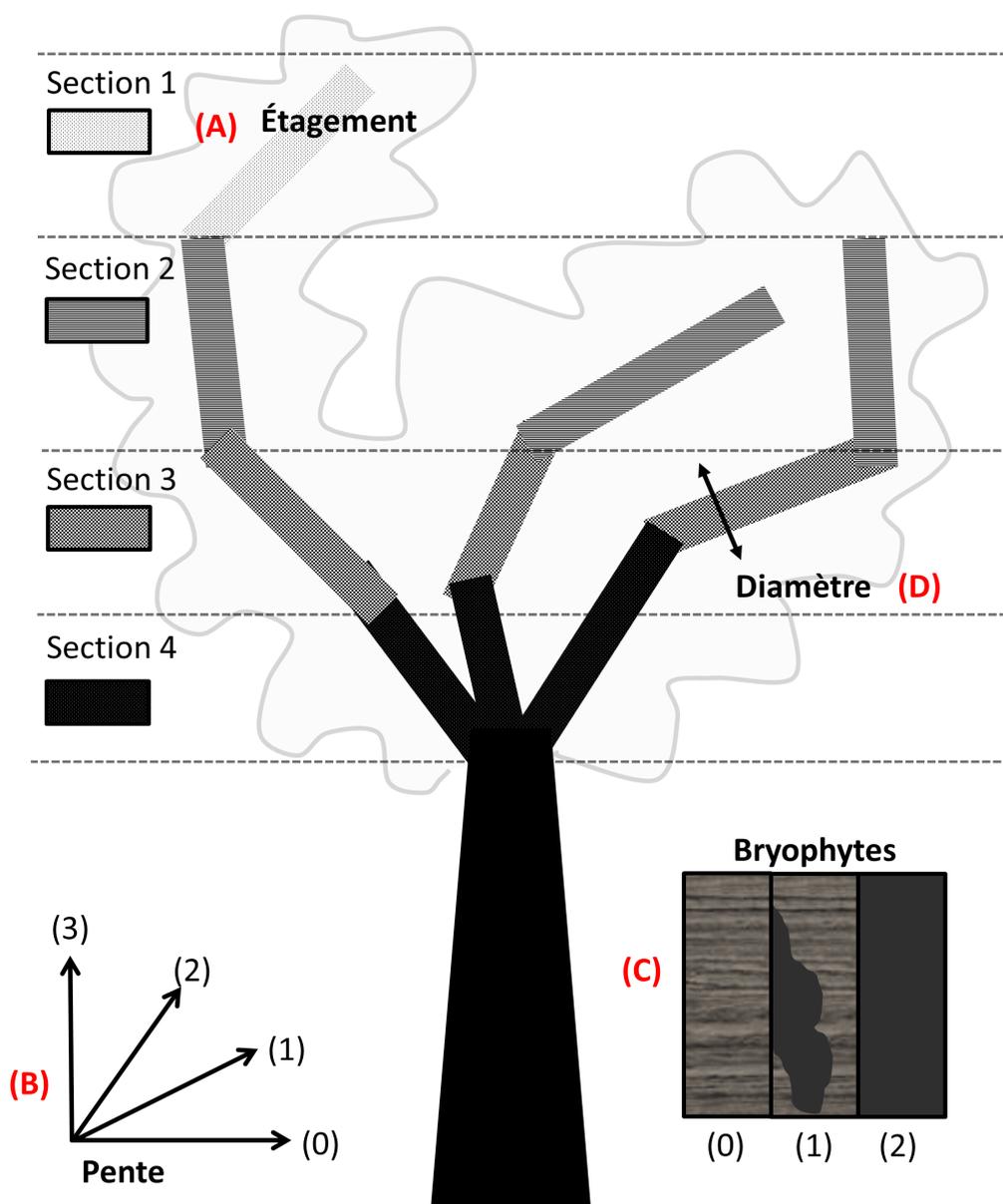
couverture en bryophytes ou encore la présence de champignons mycorrhiziens (PUPULIN *et al.*, 1995 ; ZÖTZ & VOLLRATH, 2003 ; MARTOS, 2010 ; SCHEFFKNECHT *et al.*, 2010 ; CRAIN, 2012). Il semble donc essentiel de prendre en considération la nature des micro-habitats sur le phorophyte car ils influencent très probablement la dynamique de colonisation par les orchidées. Ces dernières se développent parfois au contact de l'écorce mais elles sont, le plus souvent, enracinées dans des micro-habitats formés par la présence de bryophytes ou d'un « pseudo-sol » retenu par la topographie de la branche (MARTOS, 2010 ; YAM *et al.*, 2011).

Une analyse des paramètres stationnels biotiques et abiotiques est réalisée sur une population de 5 camphriers (espèce naturalisée), approximativement de même âge, et montrant une occupation hétérogène en orchidées. Sur chaque arbre, 2 branches accessibles sont entièrement échantillonnées selon les paramètres suivants (Fig. 1E, Fig. 2) :

A. l'étagement de la branche dans le houppier, ce dernier étant divisé en 4 étages de hauteur équivalente codés de (1) à (4), depuis la partie haute du houppier (1) vers la partie basse (4) ;

D. le diamètre des branches abritant des orchidées, obtenu par la mesure du périmètre (en cm) ;

Figure 2. Étude des micro-habitats : illustration des paramètres abiotiques et biotiques mesurés.
A) Étagement dans l'arbre : la section 1 étant la partie haute du houppier et la section 4 la partie la plus basse ;
B) Degré de pente de la branche abritant l'orchidée observée : 0 = 0° ; 1 = 22.5° ; 2 = 45°, 3 = 90° ;
C) Recouvrement ou épaisseur en bryophytes : 0 = absence ; 1 = recouvrement partiel ou épaisseur inférieure à 1 cm ; 2 = recouvrement total, épaisseur > à 1 cm ;
D) Diamètre des branches estimé via la mesure du périmètre.



B. la pente : (0) pour une pente nulle, (1) pour une pente faible (22.5°), (2) pour une pente modérée (45°) et (3) pour une pente forte (90°) ;

C. la présence de bryophytes : (0) pour une absence, (1) pour un recouvrement incomplet et une épaisseur moyenne inférieure à 1 cm d'épaisseur et (2) pour un recouvrement total et une épaisseur supérieure à 1 cm.

Pour chaque branche échantillonnée et chaque étage, le cas échéant, les individus de *J. recta* et d'*A. arachnitis* sont identifiés et comptabilisés. Les données quantitatives et les patrons de distribution sont ensuite analysés par le biais de tableaux et histogrammes.

Transplantation

Sans anticiper sur la réalisation ou non du projet de nouveau franchissement de la Rivière du Mât et donc sur la destruction à terme des orchidées, le prélèvement d'individus a été réalisé exclusivement sur les populations les plus menacées. Le protocole de prélèvement des orchidées épiphytiques a été élaboré selon les principes suivants :

i. se focaliser uniquement sur les 2 phorophytes menacés de destruction par le projet de nouveau franchissement de la Rivière du Mât,

ii. prélever essentiellement des individus situés sur des branches menacées à court/moyen terme par les invasions biologiques, la sénescence naturelle du phorophyte ou par les opérations d'élagage de bord de route et,

iii. ventiler l'échantillonnage, dans la mesure du possible, avec différents stades ontogéniques (adultes, subadultes, juvéniles) de manière à examiner la variabilité de la réponse à la

transplantation. Le stade subadulte a été défini pour des individus présentant une seule tige, sans trace de signe reproductif et dont les feuilles et l'allure globale sont proches de l'état adulte.

Considérant l'importance *a priori* de la relation symbiotique entre les mycorhiziens et les orchidées - les champignons protègent le réseau racinaire et facilitent l'adsorption des nutriments et des éléments minéraux nécessaires à la survie des individus (BAILAROTE *et al.*, 2012 ; MARTOS, 2010 ; SWARTS & DIXON 2009b ; STEWART & KANE, 2007 ; BRUNDRETT *et al.*, 2003) - une attention particulière est accordée, lors du prélèvement, sur la recherche et la préservation des zones de feutrages au niveau des racines. Si des agents pathogènes peuvent être responsables d'une coloration des racines âgées (F. MARTOS, MNHN, com. pers.), ces tâches sombres correspondant généralement à la présence de champignons symbiotiques.

Les individus prélevés sont disposés dans des seaux remplis d'eau afin de limiter la dessiccation entre les phases de prélèvement et de transplantation et sont étiquetés avec un numéro d'accession unique. Le choix du phorophyte récepteur s'est orienté sur un camphrier à proximité offrant une amplitude de conditions stationnelles satisfaisante, situé sur la même berge à environ 80 m en amont de l'arbre donneur (**Fig. 1C**), et abritant déjà des populations d'orchidées épiphytiques et notamment des 2 espèces *A. arachnitis* et *J. recta*. Lors de la réimplantation, le système racinaire est fixé sur le support avec des bandelettes de coton biodégradable (**Fig. 1B**, **Fig. 3**) pour accélérer la recréation de la connectivité racines/mycorhiziens/écorce.

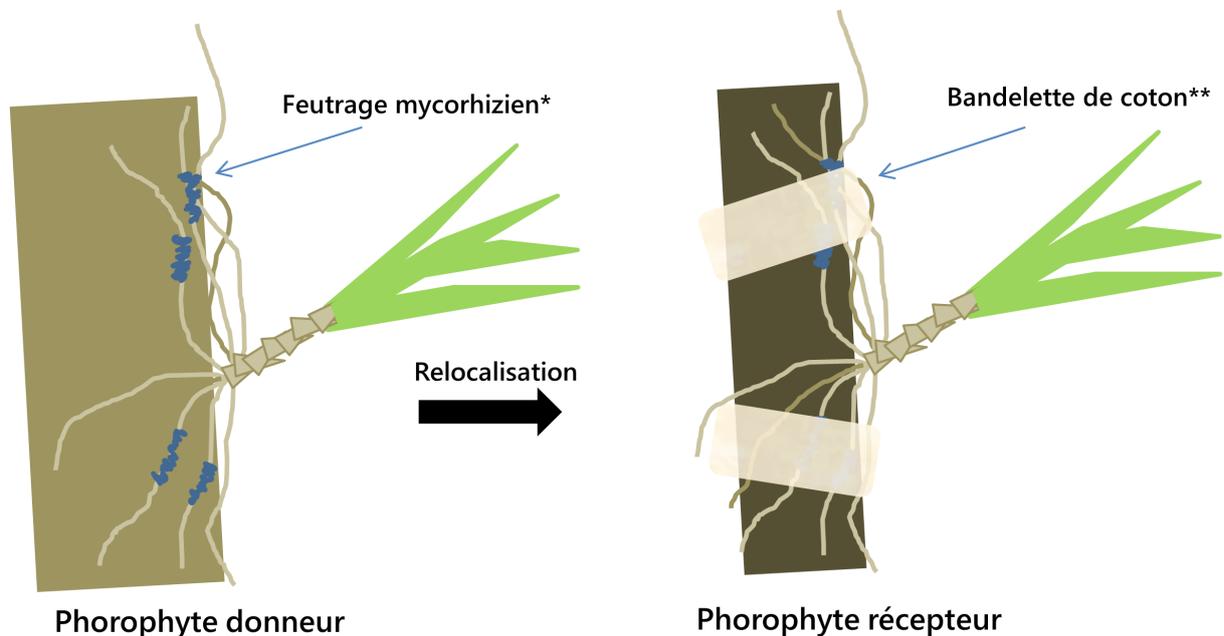


Figure 3.

Illustration de la méthode de transplantation employée.

* *a priori* car des agents pathogènes peuvent également être responsables d'une coloration des racines âgées ; ** ou autre matière biodégradable.

Le protocole de transplantation suit les principes suivants (Fig. 3) :

i. Le système racinaire est plaqué sur l'écorce de l'arbre récepteur avec des bandelettes de cotons (biodégradables) ;

ii. Les bandelettes sont placées en priorité sur les zones où sont présents les champignons symbiotiques de l'orchidée (feutrage brunâtre) ;

iii. Les individus prélevés sont réimplantés le jour même ;

iv. Il est préférable de réimplanter qualitativement plutôt que quantitativement, l'objectif premier étant d'assurer la reprise d'un nombre suffisant d'individus pour maintenir et conserver la population ;

v. Compte-tenu des difficultés d'accès aux différentes branches du phorophyte et afin de minimiser les dommages sur les micro-habitats (bryophytes, écorces) (Fig. 1D), les zones de réimplantation sont réduites au strict nécessaire en nombre et en surface.

vi. Préférer une réimplantation en saison humide, plus favorable à la reprise des systèmes racinaires.

Suivi démographique

Un suivi démographique est réalisé à fréquence annuelle pendant 3 années suivant la transplantation avec pour principal objectif de suivre et mesurer l'évolution du taux de mortalité. Ce dernier s'exprime en pourcentage du nombre d'orchidées vivantes par rapport au nombre d'orchidées transplantées, pour une espèce donnée.

Le suivi biométrique des individus (Fig. 1F) a été écarté dès la première année de suivi compte tenu des mécanismes naturels de défoliation et de perte de tige, visiblement accentués par le stress de la transplantation. Les mesures de longueur de tiges et de surfaces foliaires sont dans ce contexte devenues obsolètes et sources d'interprétations douteuses. Une approche qualitative a cependant permis de collecter des observations ponctuelles sur l'état de croissance des individus transplantés : présence de fleurs, de fruits, reprise du système racinaire.

Prospections et accessibilité dans les phorophytes

L'étude des micro-habitats, les phases de transplantation et les opérations liées au suivi ont systématiquement nécessité des prospections encordées pour visiter le houppier des phorophytes. Un cordiste spécialisé a été sollicité à ce titre pour organiser les accès et cheminements dans les arbres et permettre aux botanistes de se concentrer sur les tâches liées aux orchidées. Une sensibilisation du cordiste a été réalisée au préalable afin de minimiser l'impact de son intervention sur les micro-habitats (piétinements, arrachages de bryophytes, cassage de branches) et la flore patrimoniale en place.

Résultats

Étude des micro-habitats

Au total, 116 individus de *J. recta* et 81 de l'espèce *A. arachnitis* ont été pris en compte pour caractériser la structure des populations au regard des paramètres abiotiques (i à iii) et biotiques (iv). En raison d'un échantillonnage trop limité, nous n'avons pas entrepris une analyse statistique combinée (interactions) des différentes variables. L'analyse indépendante des 4 variables est présentée dans la **figure 4**. L'analyse montre une influence nette de 3 des variables sur la distribution des effectifs des 2 espèces : la couverture en bryophytes, l'étagement dans l'arbre et le diamètre du support. La couverture en bryophytes est déterminante pour la présence des orchidées puisque plus

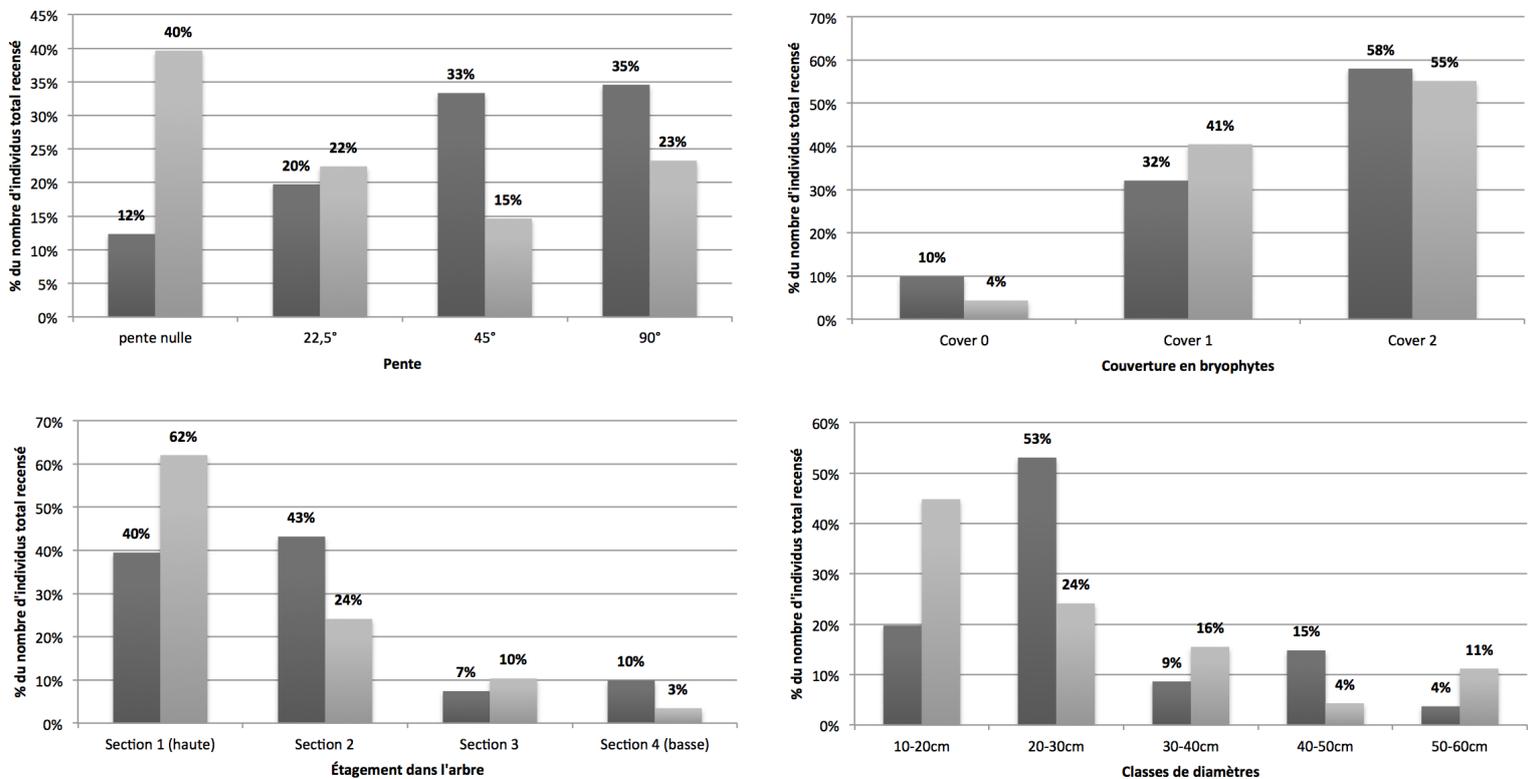


Figure 4.

Distribution des individus recensés sur 5 phorophytes en fonction de la pente des branches hôtes, de la couverture en bryophytes, de l'étagement dans l'arbre et du diamètre des branches. Gris foncé : *Aeranthès arachnitis* (n=81) ; Gris clair : *Jumellea recta* (n=116).

de 90 % des effectifs des deux espèces ont été observés sur des branches colonisées par des mousses. Les 2 taxons montrent également une réponse similaire à l'étagement dans l'arbre avec respectivement 83 et 86 % des effectifs observés pour *A. arachnitis* et *J. recta* dans les deux étages les plus élevés du houppier. Les diamètres entre 20 et 30 cm sont favorables à *A. arachnitis* avec 53 % des effectifs alors que des branches de diamètres légèrement plus faibles (10 à 20 cm) abritent 45 % des effectifs de *J. recta*.

En revanche, l'influence du degré de pente se montre moins significative pour le recrutement des 2 espèces même si 40 % des effectifs de *J. recta* sont observés sur une pente nulle et 2/3 des effectifs de *A. arachnitis* (68 %) sont rapportés sur des pentes modérées à fortes (codes 2 et 3).

Une synthèse des conditions optimales pour la relocalisation de chaque espèce est proposée dans le **tableau 1**.

Transplantation

La transplantation a eu lieu les 5 et 6 novembre 2013 avant la saison humide. Un échantillon de 50 orchidées de différents stades ontogéniques a été prélevé : 34 individus de *J. recta* (10 juvéniles - 11 subadultes - 13 adultes) ; 16 individus d'*A. arachnitis* (5 juvéniles - 7 subadultes - 4 adultes). Compte tenu des difficultés

d'accès aux différentes parties du houppier et de la volonté de minimiser l'impact du piétinement et des cordes sur les micro-habitats et les orchidées déjà présentes (**Fig. 1D, E**), les paramètres stationnels originels des individus n'ont pas toujours été respectés, principalement en ce qui concerne l'étagement. Les orchidées ont finalement été réparties sur 12 branches distinctes (**Fig. 5**), sélectionnées pour se rapprocher au maximum des conditions optimales de chaque espèce (**Tableau 1**).

Suivi démographique

Après la phase de transplantation de novembre 2013, 3 campagnes de suivi annuels ont été réalisées les 04/12/2014, 01/12/2015 et 06/12/2016.

À l'issue des 3 années, le suivi démographique révèle que sur les 50 orchidées transplantées en 2013, 24 d'entre-elles (48 %) n'ont pas survécu. Le taux de mortalité spécifique pour *J. recta* est de 32 % (11 individus morts) et pour *A. arachnitis*, il est de 81 % (13 individus morts).

Concernant *J. recta*, la mortalité inter-annuelle est estimée à 3.2 % en 2014, 6.7 % en 2015 et 14.3 % en 2016. Le taux de mortalité global des juvéniles (40 %) est proche de celui des adultes (38 %). 2016 fut l'année avec le taux de mortalité le plus élevé pour ces deux catégories : soit 25 % pour les juvéniles et 11.1 % pour les

Tableau 1.

Conditions stationnelles optimales relevées pour *J. recta* et *A. arachnitis*.

Paramètres	<i>J. recta</i>	<i>A. arachnitis</i>
Pente	Pente nulle à faible	Pente modérée à forte
Section de la branche	10-20 cm	20-30 cm
Étagement	Étage 1 (la plus haute)	Étages 1 et 2
Bryophytes (recouvrement)	Recouvrement élevé de préférence	



Figure 5.
 Transplantation des 50 spécimens dans le
 phorophyte récepteur.
 En jaune : *A. arachnitis* ; en blanc : *J. recta*.

adultes. Avec un taux de mortalité global de 17 %, les subadultes représentent le stade ontogénique qui a subi le moins de perte (2 sur 2).

Concernant *A. arachnitis*, le taux de mortalité est passé de 27 % en décembre 2014, à 55 % en décembre 2015 et à 40 % en 2016. La totalité des adultes transplantés n'a pas survécu (3 individus) 2 années après la transplantation. À l'instar de *J. recta*, les subadultes représentent la catégorie qui a subi le moins de perte avec un taux de mortalité global de 71 %. Un taux de mortalité des juvéniles de 80 % est observé en 2016 (1 vivant sur les 5 transplantés).

Le suivi annuel n'a pas permis de suivre précisément la phénologie des transplants mais plusieurs observations ponctuelles ont confirmé la présence de fleurs en 2014, 2015 et 2016 respectivement sur 5, 2 et 2 individus distincts de *J. recta*. Une seule floraison a été observée sur un transplant de *A. arachnitis* en 2014.

Discussion

Les deux espèces d'orchidées étudiées partagent le même habitat (syntopie) mais ont des traits de vie singuliers, notamment au niveau des interactions avec les pollinisateurs et leurs associations mycorhiziennes (F. MARTOS, MNHN, com. pers.). Le résultat de la transplantation montre une réponse très différente pour les 2 taxons, avec d'un côté un résultat encourageant pour *J. recta* et de l'autre un résultat médiocre pour *A. arachnitis*. Nous rappelons que la présente étude concerne un faible échantillon (50 orchidées) caractérisé par un déséquilibre numérique entre les taxons ($n=34$ pour *J. recta*, $n=16$ pour *A. arachnitis*) et entre les différents stades ontogéniques. En conséquence,

les résultats obtenus intègrent *de facto* une marge d'erreur et de variabilité et nécessitent d'être interprétés avec la plus grande prudence. Cependant, l'état d'urgence relatif d'une action de conservation en lien avec la réalisation d'un projet d'aménagement impose le choix du mode d'échantillonnage et la composition de l'échantillon, fixant alors une limite forte à l'interprétation des résultats (ex : quelle classe ontogénique supporte mieux la transplantation ? Des espèces proches peuvent-elles répondre différemment au stress d'une transplantation ? Quel protocole est le plus adapté ?...). Dans ce contexte, tout résultat, aussi incomplet et partiel soit-il, doit être partagé et bancarisé de manière à optimiser la réussite des opérations de transplantation futures.

Bilan démographique et facteurs d'influence

Le bilan du suivi démographique réalisé dans notre étude révèle un taux de mortalité de 32 % pour *J. recta* et 81 % pour *A. arachnitis*. En Australie, sur 74 opérations de translocations (réintroduction, transplantation ou introduction) impliquant 66 espèces d'orchidées, dont 38 épiphytes, le taux de survie global a été de 66 % au terme d'une année de suivi (REITER *et al.*, 2016). Des taux de mortalité extrêmement variables (de 0 à 100 %) ont été observés notamment en fonction du choix du site de relocalisation. Alors qu'une forte variabilité de réponse à la transplantation est attendue, nos résultats doivent être relativisés par différents paramètres inhérents au protocole, à la saisonnalité ou encore à la biologie propre des taxons considérés :

i. une période de sécheresse marquée en 2014 et 2015 (MÉTÉO-FRANCE, 2014, 2015) lors de laquelle nous avons constaté

une augmentation importante du taux de mortalité, a pu accentuer la déshydratation et causer le déclin de plusieurs individus, notamment pour *A. arachnitis* ;

ii. le piétinement involontaire des stations transplantées : le suivi encordé a obligé l'écologue et le cordiste à utiliser des appuis sur les branches pour assurer accès et sécurité, entraînant parfois l'altération des micro-habitats (piétinement ponctuel des tapis de bryophytes) et/ou du réseau racinaire des orchidées transplantées (**Fig. 1D**) ;

iii. le respect des conditions écologiques originelles des transplants a été contraint par l'amplitude limitée des conditions stationnelles offertes par le phorophyte récepteur (la couverture en bryophytes notamment) et l'accessibilité réduite aux branches du houppier. Lorsque nous analysons les paramètres stationnels de chaque individu mort de *J. recta*, 3 paramètres sur 4 avaient globalement été respectés : la pente, le diamètre des branches (faible différence) et l'étagement. Un plus fort recouvrement en bryophyte avait cependant été constaté sur le phorophyte récepteur par rapport au phorophyte donneur. Concernant les individus morts de *A. arachnitis*, le même niveau de pente a pu être conservé (modéré). Le recouvrement en bryophyte sur l'arbre récepteur était en revanche inférieur à celui sur l'arbre donneur.

iv. la longévité des bandes de fixation en coton : à l'élaboration du protocole, l'objectif était que les orchidées se fixent naturellement sur les branches au fur à mesure que la bandelette de coton se dégrade. Le coton s'est dégradé rapidement pour avoir quasiment disparu en 2016, au terme du suivi. Il semblerait que certaines orchidées n'aient pas eu le temps de s'ancrer totalement pendant ce laps de temps, en témoigne la disparition

de certains individus (décrochage). Un renouvellement des bandelettes à N +2 ans se serait avéré pertinent.

Phénologie

Le faible nombre d'individus observés en fleurs et en fruit pour *J. recta* (9 individus) et *A. arachnitis* (1 individu) confirment que la transplantation viendrait perturber la reproduction (REITER *et al.*, 2016), au moins lors de la période de stress post-transplantation que nous estimons à 2/3 ans. Les orchidées transplantées ont très probablement mobilisé leur énergie en priorité pour le maintien de leur système racinaire et aérien afin d'assurer leur survie (résilience face aux modifications des conditions stationnelles), avec en corollaire une perturbation (temporaire) du cycle phénologique. Toutefois, le suivi ayant été réalisé lors d'une unique session annuelle en décembre, un biais d'observation sur le nombre de pieds en reproduction est très probable, la floraison s'étalant sur plusieurs mois pour ces espèces (CADET, 1989 ; BERNET, 2010 ; SZELENGOWICZ & TAMON, 2013). Les aléas climatiques sévères (sécheresses fortes de 2014 et 2015) constituent un autre facteur non négligeable susceptible d'avoir influencé les capacités de reproduction des populations d'orchidées, transplantées ou non.

Suivi des transplants

Un suivi biométrique des organes aériens a été tenté pour finalement être abandonné lors de notre opération (**Fig. 1F**). La réalité de terrain a rapidement montré qu'il était trop complexe à mettre en œuvre dans les conditions du suivi (prospections encordées sur des positions instables) et par ailleurs mal approprié dans le contexte d'une opération stressante de transplantation (défoliations et perte de tiges attendues à court terme).

Le suivi du système racinaire (longueur, couleur, ramification, dénombrement) n'a pas été réalisé. À ce titre, il n'a pas été possible d'apporter de réponse quantitative sur la fixation durable des orchidées. D'un point de vue qualitatif, les observations ont mis en évidence un développement racinaire conséquent sur les individus encore vivants au terme du suivi (2016), indiquant de manière certaine une appropriation du phorophyte récepteur par le transplant. *A posteriori*, le suivi du système racinaire pourrait constituer une alternative sérieuse et fiable au suivi biométrique des parties aériennes.

Concernant le suivi, une durée de 3 ans nous est apparue comme satisfaisante, offrant l'opportunité d'observer des reprises et mortalités franches. Sur 47 opérations de ré-introductions d'orchidées en Australie, REITER *et al.* (2016) rapportent des durées de suivi s'échelonnant de 1 mois à 11 ans, avec une durée moyenne de 3 ans.

Prise en compte des associations mycorhiziennes

Au-delà du strict développement racinaire, l'un des facteurs majeur et sous-jacent pour la réussite de la transplantation réside dans la présence de mycorhiziens (SWARTS & DIXON, 2009b). Les partenaires fongiques sont en effet essentiels pour le développement (apports de nutriments) et la reproduction (germination des graines, voir RASMUSSEN, 1995) des orchidées terrestres (SWARTS & DIXON, 2009a) mais également épiphytiques (MARTOS, 2010). Les Angraecinae de La Réunion s'accommodent à différents partenaires fongiques au sein des basidiomycètes (des familles Tulasnellaceae, Serendipitaceae et Ceratobasidiaceae principalement) et favorisent des associations généralistes

chez l'orchidée adulte (voir MARTOS, 2010), laissant imaginer une bonne adaptabilité face aux différents stress comme la remobilisation vers un nouvel arbre hôte. De récents travaux démontrent en effet que le conservatisme phylogénétique entre les orchidées Angraecinae et leurs partenaires fongiques n'est pas nécessairement fort, impliquant une association peu spécifique et une diversité de partenaires potentiels (MARTOS *et al.*, 2009 ; MARTOS, 2010 ; BAILAROTE *et al.*, 2012). Cependant, les associations mycorhiziennes apparaissent plus spécifiques à l'échelle d'une population donnée d'orchidées, et la présence du partenaire fongique adéquat (interaction genotype x environnement) devrait être un facteur déterminant. D'autres auteurs considèrent cependant que l'identification précise des associations fongiques constitue un pré-requis majeur en amont de la transplantation (HANKEY *et al.*, 2016), au même titre que l'identification des pollinisateurs (SWARTS & DIXON, 2009b). Dans notre cas, l'association mycorhizienne a été prise en compte de manière empirique dans le protocole : d'une part, par le choix d'un phorophyte récepteur abritant déjà des individus des 2 espèces d'orchidées visées (impliquant *de facto* la présence des mycorhiziens) et d'autre part, par un prélèvement favorisant un arrachage de l'écorce superficielle plutôt que le décollement des racines *sensu stricto*, de manière à conserver au maximum le feutrage mycélien en vue d'une remobilisation des individus avec leurs partenaires fongiques originels.

Choix de l'arbre hôte et du site de transplantation

Un autre point important se rapportant à notre étude concerne le contexte écologique de la transplantation et le

choix de l'arbre récepteur. En effet, les populations transplantées, bien que spontanées, prennent place au sein d'un écosystème hybride d'origine anthropique, résultant d'un assemblage inédit d'espèces introduites et natives et formant un nouvel habitat original (voir HOBBS *et al.*, 2009, 2014 ; KUEFFER *et al.*, 2013). Notre opération de transplantation a été réalisée au sein de cette même communauté hybride, de manière à optimiser sa réussite (forte probabilité de retrouver les bons partenaires fongiques, les mêmes pollinisateurs...). Par ailleurs, nous sommes partis du postulat, argumenté par YAM *et al.* (2011), qu'un arbre supportant déjà des orchidées épiphytiques était présumé plus favorable pour la réussite de la transplantation (présence *a priori* des mycorhiziens). En outre, le choix d'un arbre âgé semble pertinent pour plusieurs raisons : l'écorce devient généralement plus irrégulière et épaisse avec l'âge (la rendant plus favorable à l'installation des lichens et bryophytes), la présence de crevasses et aspérités favorisent par ailleurs la création de petites poches d'humus (décomposition des feuilles mortes piégées), ces dernières créant alors des conditions favorables pour la germination et l'alimentation d'épiphytes. Les fourches des principales charpentières constitueraient les sites les plus favorables à la réintroduction selon YAM *et al.* (2011).

Une autre option aurait été de sélectionner un système de végétation plus proche de l'habitat originel supposé (forêt hygrophile de basse altitude au vent, voir LACOSTE *et al.*, 2014). Toutefois, se serait alors posées deux problématiques :

i. les secteurs de forêt humide de basse altitude en bon état de conservation se font rares dans l'Est de l'île (STRASBERG *et al.*, 2005 ; LAGABRIELLE *et al.*, 2011), impliquant un effort de recherche important et une

charge administrative supplémentaire (cœur de Parc National) coûteuse en temps, en énergie et en moyens financiers,

ii. de possibles actions négatives sur l'intégrité écologique des sites ciblés - déjà sous pression - à l'image des dommages induits sur le phorophyte récepteur lors de nos opérations (Fig. 1D).

Concernant le mode de transplantation, notre approche aurait idéalement dû être accompagnée d'une récolte, bancarisation et/ou mise en culture de graines *ex-situ* en vue d'une réintroduction ultérieure *in-situ* (voir YAM *et al.*, 2011 ; REITER *et al.*, 2016).

Préconisations pour les futures opérations de transplantation d'orchidées épiphytiques

À la lumière des résultats de notre étude et des apports de la bibliographie, nous proposons ici des lignes directrices permettant de guider les futures opérations impliquant la remobilisation d'orchidées épiphytiques en contexte tropical. Au delà de ces aspects techniques, il convient à chaque porteur de projet de s'assurer de l'obtention de toutes les autorisations nécessaires.

1) En amont de la transplantation :

a. Programmer des opérations de récolte de graines et envisager une croissance *ex situ* et une réintroduction *in situ*.

b. Etudier les conditions stationnelles des orchidées à prélever (micro-habitats : phorophyte, diamètre des branches, recouvrement en bryophytes, pente et tout autre paramètre apparaissant pertinent) et intégrer les principales tendances observées dans une grille de sélection pour le choix des arbres récepteurs ;

c. Prendre en compte les associations fongiques et identifier les souches compatibles, de manière à statuer sur la

plasticité de la ou des espèce(s) face à une relocalisation (mycobiontes généralistes et répandus vs. mycobiontes rares et spécifiques). À défaut, prélever les souches mycorhiziennes avec l'orchidée et privilégier des arbres récepteurs abritant déjà des épiphytes (idéalement de la même espèce) ;

d. Choix du site récepteur :

i. Confirmer la présence du pollinisateur sur le site récepteur (dans le cas où celui-ci soit très éloigné du site donneur) ;

ii. Privilégier plusieurs phorophytes récepteurs pour créer plusieurs sous-populations (HANKEY *et al.*, 2016) dans un environnement proche (50 à 100 m) et des arbres abritant d'ores et déjà des orchidées ou fougères épiphytiques (YAM *et al.*, 2011) de manière à assurer une présence *a priori* de mycorhiziens compatibles ;

iii. S'assurer de la présence de bryophytes sur l'arbre récepteur, ce paramètre étant essentiel pour prévenir la dessiccation et assurer la croissance et la survie des transplants (commensalisme) (CRAIN, 2012) ;

iv. Planifier les accès dans les phorophytes récepteurs (à court, moyen, long terme) et anticiper les emplacements favorables et disponibles à la transplantation en considérant ces derniers ;

v. Contrôler l'absence de parasites sur les individus à transplanter, une contamination du site receveur étant à craindre si des individus de la même espèce (ou phylogénétiquement proches) sont présents (HANKEY *et al.*, 2016).

2) Transplantation (prélèvement) :

a. Prévoir les contenants adaptés pour recevoir et véhiculer les individus prélevés

(contenants plastiques avec un fond d'eau pour éviter la dessiccation, stockage à l'ombre) ;

b. Éviter l'arrachage direct des racines mais favoriser dans tous les cas un prélèvement du feutrage mycorhizien et des bryophytes, voire de l'écorce superficielle du phorophyte ;

c. Elaboration d'une fiche type par individu : numéro d'identifiant unique (ID), espèce, stade, photos de référence, conditions stationnelles sur l'arbre donneur, coordonnées XY de la zone de prélèvement, date du prélèvement... Cette fiche accompagnera le transplant pendant le suivi à long terme.

3) Transplantation (remobilisation) :

a. Prévoir de réaliser la transplantation en début de saison humide, de manière à favoriser la reprise des transplants (novembre/décembre pour La Réunion) ;

b. La remobilisation des orchidées est réalisée idéalement le même jour que le prélèvement ;

c. L'accrochage des orchidées peut être réalisé par des bandes de coton biodégradables, ces dernières devront être renouvelées à + 2 ans en milieu tropical ;

d. Complétion de la fiche de suivi : coordonnées et date de transplantation, conditions stationnelles sur le site receveur, et toute autre information utile ;

e. Organiser le suivi du réseau racinaire : par exemple via la pose de repères (type punaises signalétiques) associés à des photographies à la date des différents suivis ;

f. Un suivi biométrique ou qualitatif des organes aériens peut être envisagé mais il doit tenir compte d'une très probable défoliation et de la perte de tiges entre 2 suivis. Un poinçonnage des feuilles ou un ruban coloré sur les tiges permet de

contourner ces problématiques. En outre, il convient d'anticiper la charge de travail et le coût d'un tel suivi sur le long terme. L'analyse des résultats, seul et unique objectif de ce type de suivi, nécessite un échantillonnage conséquent (minimum de 30 individus par espèce) et doit faire référence à un échantillon témoin de même taille ;

g. Une remobilisation des individus sur des zones visibles depuis la terre ferme pourrait également constituer une alternative pour réduire les coûts et faciliter le suivi. En revanche, une approche visuelle (à l'aide de jumelles) peut uniquement permettre un suivi qualitatif ou semi-quantitatif.

4) Après la transplantation :

a. Programmer un suivi annuel de 3 ans *a minima*, conformément à nos résultats et aux retours d'expérience australiens (REITER *et al.*, 2016). Ensuite, un suivi plus espacé (bi-annuel) est suggéré pour le moyen et long terme, en fonction des moyens affectés au projet ;

b. Communiquer sur les résultats du suivi (connaissances acquises, échecs, taux de mortalité, recrutement...). Cette étape est primordiale et constitue l'objet premier du travail présenté ici.

Nous notons que le Muséum National d'Histoire Naturelle travaille actuellement à la mise en place d'une équipe de recherche appliquée pour développer la multiplication *ex situ* d'orchidées menacées, au regard des programmes de transplantation/réintroduction pilotés par les conservatoires botaniques (F. MARTOS, MNHN, com. pers.). Encore à ses prémices, l'équipe a déjà la volonté d'étendre ce programme dans les départements d'Outre-Mer tel que La Réunion.

Conclusion

Les opérations de transplantation d'orchidées constituent aujourd'hui une mesure d'accompagnement pertinente dans le cas d'une destruction de populations pour des raisons jugées d'intérêt publique (l'extrême variabilité des taux de réussite de ces opérations ne permet cependant pas de les considérer pour le moment comme véritable mesure de réduction d'impact). Le procédé pourrait également offrir, dans un avenir proche, une alternative sérieuse en réponse au changement climatique via la relocalisation de populations d'espèces rares (MINTTEER *et al.*, 2010 ; LIU *et al.*, 2012). La viabilité du procédé en tant qu'outil de conservation a été débattu à plusieurs reprises mais les retours d'expérience sont pauvres ou insuffisamment documentés (LIU *et al.*, 2012). Des opérations de transplantation récentes en Australie montrent toutefois des résultats encourageants, mais issus de suivis souvent trop courts ou d'opérations trop récentes pour en tirer des conclusions définitives (REITER *et al.*, 2016). La principale question qui émerge est de savoir si la ou les espèces ciblées vont réussir à se maintenir et établir de nouvelles populations autonomes (GODEFROID *et al.*, 2011). Notre étude vient démontrer, avec ses limites, que la transplantation constitue à La Réunion une réelle opportunité mais qu'elle s'accompagne de taux de mortalité potentiellement significatifs et très aléatoires en fonction notamment des taxons concernés, même phylogénétiquement proches. Des lignes de conduites sont proposées et devraient permettre d'améliorer la réussite des opérations futures. L'option d'évitement étant toujours la priorité, la transplantation d'orchidées constitue le dernier recours et nécessite en ce sens des moyens pertinents et un suivi sur le long terme.



Aeranthes arachnitis en fleur.
© Stéphane AUGROS

Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement la Communauté Intercommunale de l'Est (CIREST), Thierry Paillet (Université de La Réunion, spécialiste des orchidées), Elodie Dubedat et Quentin Grob (INGEROP) pour leur aide technique et leur soutien au fil de l'eau.

Notre gratitude va également à Julien Michel (PRNAVENTURE),

guide de haute montagne, pour ses compétences, son adaptabilité et sa bonne humeur.

Pour finir, un grand merci à Florent Martos (MNHN) pour sa disponibilité et ses précieux apports qui ont significativement amélioré le travail proposé ici.

Bibliographie

- BAIDER, C., F. B. V. FLORENS, S. BARET, K. BEAVER, D. STRASBERG, & C. KUEFFER. 2010.** Status of plant conservation in oceanic islands of the Western Indian Ocean. *Proceedings of the 4th Global Botanic Gardens Congress*:1–7.
- BAILAROTE, B. C., B. LIEVENS, & H. JACQUEMYN. 2012.** Does mycorrhizal specificity affect orchid decline and rarity? *American Journal of Botany* 99:1655–1665.
- BARET, S., C. LAVERGNE, C. FONTAINE, M. SALIMAN, J. TRIOLO, & B. SAMANTHO. 2012.** Une méthodologie concertée pour la sauvegarde des plantes menacées de l'île de La Réunion. *Revue Écologie (Terre Vie)* 67:85–100.
- BERNET, P. 2010.** Les orchidées de La Réunion. Edité par P. Bernet, Reunion.
- BRUNDRETT, M. C., A. SCADE, A. L. BATTY, K. W. DIXON, & K. SIVASITHAMPARAM. 2003.** Development of in situ and ex situ seed baiting techniques to detect mycorrhizal fungi from terrestrial orchid habitats. *Mycological Research* 107:1210–1220.
- CADET, J. 1989.** Joyaux de nos forêts : les orchidées de La Réunion. Edité par J. Cadet, Saint-Denis, La Réunion, France.
- CADET, T. 1980.** La végétation de l'île de La Réunion - Etude phytoécologique et phytosociologique. Thèse universitaire. Université d'Aix Marseille.
- CARPENTER, S., B. WALKER, J. M. ANDERIES, & N. ABEL. 2001.** From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems* 4:765–781.
- CORDEMOY, E. J. 1895.** Flore de L'île de La Réunion (Phanérogames, Cryptogames vasculaires, Muscinées) avec l'indication des propriétés économiques & industrielles des plantes. Paris : Klincksieck.
- CORDONNIER, T. 2004.** Perturbations, diversité et permanence des structures dans les écosystèmes forestiers. Thèse universitaire. CEMAGREF, Université Paris XI.
- CRAIN, B. 2012.** On the relationship between bryophyte cover and the distribution of *Lepanthes* spp. *Lankesteriana* 12:13–18.
- GODEFROID, S., C. PIAZZA, G. ROSSI, S. BUORD, A. D. STEVENS, R. AGURAIUJA, C. COWELL, C. W. WEEKLEY, G. VOGG, J. M. IRIONDO, I. JOHNSON, B. DIXON, D. GORDON, S. MAGNANON, B. VALENTIN, K. BJUREKE, R. KOOPMAN, M. VICENS, M. VIREVAIRE, & T. VANDERBORGH. 2011.** How successful are plant species reintroductions? *Biological Conservation* 144:672–682.
- GRIMM, V., & C. WISSEL. 1997.** Babel, or the ecological stability discussions: An inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion. *Oecologia* 109:323–334.
- HANKEY, A., K. WODRICH, B. MINCHER, & A. DE CASTRO. 2016.** Proposed WOSA guidelines for the translocation of wild orchids in South Africa. *Wild Orchids Southern Africa 2016 conference 1 proceedings*.
- HOBBS, R. J., E. HIGGS, & J. A. HARRIS. 2009.** Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology and Evolution* 24:599–605.
- HOBBS, R. J., E. HIGGS, C. M. HALL, P. BRIDGEWATER, F. S. CHAPIN, E. C. ELLIS, J. J. EWEL, L. M. HALLETT, J. HARRIS, K. B. HULVEY, S. T. JACKSON, P. L. KENNEDY, C. KUEFFER, L. LACH, T. C. LANTZ, A. E. LUGO, J. MASCARO, S. D. MURPHY, C. R. NELSON, M. P. PERRING, D. M. RICHARDSON, T. R. SEASTEDT, R. J. STANDISH, B. M. STARZOMSKI, K. N. SUDING, P. M. TOGNETTI, L. YAKOB, & L. YUNG. 2014.** Managing the whole landscape: Historical, hybrid, and novel ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12:557–564.

- JACQUEMYN, H., C. MICHENEAU, D. L. ROBERTS, & T. PAILLER. 2005.** Elevational gradients of species diversity, breeding system and floral traits of orchid species on Reunion Island. *Journal of Biogeography* 32:1751–1761.
- KUEFFER, C., K. BEAVER, & J. MOUGAL. 2013.** Case Study: Management of Novel Ecosystems in the Seychelles. Pages 228–238 in C. M. H. RICHARD J. HOBBS, ERIC S. HIGGS, editor. *Novel Ecosystems: Intervening in the New Ecological World Order*. John Wiley & Sons.
- LACOSTE, M., P. DELBOSC, & F. PICOT. 2014.** Typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion, version Octobre 2014. Edité par le Conservatoire Botanique National de Mascarin, Saint-Leu, Réunion, France.
- LAGABRIELLE, E., M. ROUGET, K. PAYET, N. WISTEBAAR, L. DURIEUX, S. BARET, A. LOMBARD, & D. STRASBERG. 2009.** Identifying and mapping biodiversity processes for conservation planning in islands: A case study in Réunion Island (Western Indian Ocean). *Biological Conservation* 142:1523–1535.
- LAGABRIELLE, E., M. ROUGET, T. LE BOURGEOIS, K. PAYET, L. DURIEUX, S. BARET, J. DUPONT, & D. STRASBERG. 2011.** Integrating conservation, restoration and land-use planning in islands — An illustrative case study in Réunion Island (Western Indian Ocean). *Landscape and Urban Planning* 101(2):120–130.
- LIU, H., C.-L. FENG, B.-S. CHEN, Z.-S. WANG, X.-Q. XIE, Z.-H. DENG, X.-L. WEI, S.-Y. LIU, Z.-B. ZHANG, & Y.-B. LUO. 2012.** Overcoming extreme weather challenges: Successful but variable assisted colonization of wild orchids in southwestern China. *Biological Conservation* 150:68–75.
- MARTOS, F., M. DULORMNE, T. PAILLER, P. BONFANTE, A. FACCIO, J. FOURNEL, M. DUBOIS, & M. SELOSSE. 2009.** Independent recruitment of saprotrophic fungi as mycorrhizal partners by tropical achlorophyllous orchids. *New Phytologist* 184:668–681.
- MARTOS, F. 2010.** Structuration écologique et évolutive des symbioses mycorrhiziennes des orchidées tropicales. Thèse de doctorat. Université de La Réunion, Saint-Denis, France.
- MÉTÉO-FRANCE. 2014.** Bulletin climatologique annuel. Consulté le 11/11/2017. http://www.meteo.fr/temps/domtom/La_Reunion/BCA/BCA2014.pdf
- MÉTÉO-FRANCE. 2014.** Bulletin climatologique annuel. Consulté le 11/11/2017. http://www.meteo.fr/temps/domtom/La_Reunion/BCA/BCA2015.pdf
- MICHENEAU, C., B. S. CARLSWARD, M. F. FAY, B. BYTEBIER, T. PAILLER, & M. W. CHASE. 2008.** Phylogenetics and biogeography of Mascarene angraecoid orchids (Vandaeae, Orchidaceae). *Molecular phylogenetics and evolution* 46:908–22.
- MINTEER, B.A., J. P. COLLINS, & S. URL. 2010.** Move it or lose it? The ecological ethics of relocating species under climate change. *Ecological Applications* 20(7):1801–1804.
- PETERSON, G., C. R. ALLEN, G. PETERSON, C. R. ALLEN, & C. S. HOLLING. 1998.** Ecological Resilience, Biodiversity, and Scale. *Ecosystems* 1:6–18.
- PICOT, F., & D. LUCAS. 2017.** Mascarine Cadetiana III, pôle Flore et Habitats du SINP de La Réunion/CBN-CPIE de Mascarin, Saint-Leu (Réunion). Consulté en octobre 2017.
- PULLIN, A., W. SUTHERLAND, T. GARDNER, V. KAPOS, & J. E. FA. 2013.** Conservation priorities: identifying need, taking action and evaluating success. *Key Topics in Conservation Biology* 2:3–22.
- PUPULIN, F., E. BIANCHI, GERMANI, MASSIMO, D. PEDRUZZI, & A. WAGNER. 1995.** Orchid diversity and distribution on a tree at reserva forestal de San Ramon, Costa Rica. *Brenesia* 43:47–54.
- RASMUSSEN, H. N. 1995.** *Terrestrial Orchids from Seed to Mycotrophic Plant*. Cambridge. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

REITER, N., J. WHITFIELD, G. POLLARD, W. BEDGGOOD, M. ARGALL, K. DIXON, B. DAVIS, & N. SWARTS. 2016. Orchid re-introductions: an evaluation of success and ecological considerations using key comparative studies from Australia. *Plant Ecology* 217:81–95.

ROBERT, Y., J. M. TAMON, & H. THOMAS. 2015. Deux nouvelles stations de la fougère menacée *Haplopteris zosterifolia* (Willd.) E. H. Crane découvertes dans le Nord-Est de l'île de La Réunion, implications pour leur conservation. (Polypodiales: Pteridaceae). *Cahiers scientifiques de l'Océan Indien occidental* 6:23–28.

ROBERTS, D. L. 2001. Reproductive biology and conservation of the orchids of Mauritius. University of Aberdeen, UK.

SCHEFFKNECHT, S., M. WINKLER, K. HÜLBER, M. M. ROSAS, & P. HIETZ. 2010. Seedling establishment of epiphytic orchids in forests and coffee plantations in Central Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 26:93–102.

STEWART, S. L., & M. E. KANE. 2007. Symbiotic seed germination and evidence for in vitro mycobiont specificity in *Spiranthes brevilabris* (Orchidaceae) and its implications for species-level conservation. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant* 43:178–186.

STRASBERG, D., M. ROUGET, D. M. RICHARDSON, S. BARET, J. DUPONT, & R. M. COWLING. 2005. An Assessment of Habitat Diversity and Transformation on La Réunion Island (Mascarene Islands, Indian Ocean) as a Basis for Identifying Broad-scale Conservation Priorities. *Biodiversity & Conservation* 14:3015–3032.

SWARTS, N. D., & K. W. DIXON. 2009a. Perspectives on orchid conservation in botanic gardens. *Trends in Plant Science* 14:590–598.

SWARTS, N. D., & K. W. DIXON. 2009b. Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. *Annals of botany* 104:543–56.

SZELENGOWICZ, M., & J. M. TAMON. 2013. Les orchidées des Mascareignes. Printec, Mauritius.

TREMBLAY, R. 2008. Ecological correlates and short-term effects of relocation of a rare epiphytic orchid after Hurricane Georges. *Endangered Species Research* 5:83–90.

YAM, T., F. TAY, P. ANG, & W. SOH. 2011. Conservation and reintroduction of native orchids of Singapore – the next phase. *European Journal of Environmental Sciences* 1(2): 38–47.

ZOTZ, G., & B. VOLLRATH. 2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* - correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *Journal of Tropical Ecology* 19:81–90.

Pour citer cet article :

AUGROS, S., J. PAILLUSSEAU & D. HOAREAU. 2018. Transplantation de deux populations d'orchidées de la sous-tribu des Angraecinae dans l'Est de l'Île de La Réunion (France), *Jumellea recta* (Thouars) Schlechter et *Aeranthes arachnitis* (Thouars) Lindley : retours d'expérience, lignes de conduite et intérêt pour la conservation des orchidées épiphytiques en milieu tropical. *Plume de Naturalistes* 2 : 41-60.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles de Plume de Naturalistes:
www.plume-de-naturalistes.fr