

Analyse architecturale des *Baracoffea*, caféiers sauvages endémiques de la côte ouest de Madagascar

Cas de *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis*
Davis & Rakotonasolo (Rubiaceae)

Marie Élodie VAVITSARA

Université de Mahajanga, Madagascar

Rickarlos BEZANDRY

Université de Mahajanga, Madagascar

Sylvie Annabel SABATIER

Cirad, France

Introduction

Madagascar est un sanctuaire de caféiers sauvages. Sur les 124 espèces de caféiers inventoriées dans le monde, 61 sont présentes à Madagascar (DAVIS, 2010, 2011 ; DAVIS *et al.*, 2006, 2011). Le genre *Coffea* est subdivisé en deux sous-genres : le sous-genre *Coffea* (à feuilles persistantes) et le sous-genre *Baracoffea* (à feuilles caduques) (BRIDSON et VERDCOURT, 1988 ; DAVIS *et al.*, 2006). Ce dernier regroupe neuf espèces endémiques xérophytiques ayant des caractéristiques morphologiques d'adaptation à la sécheresse, comme la chute des feuilles pendant la saison sèche. Le sous-genre *Baracoffea* est présent exclusivement dans les forêts sèches de la côte ouest de Madagascar (DAVIS *et al.*, 2008). Il présente ainsi un intérêt économique et botanique potentiel dans le contexte du changement climatique actuel grâce à sa capacité d'adaptation à la sécheresse. En outre les modèles de simulation intégrant l'augmentation de la température prévoient une réduction des surfaces cultivables en caféiers Arabica au cours des cinquante prochaines années (DAVIS *et al.*, 2012).

Par ailleurs, à Madagascar, l'expansion agricole et l'exploitation commerciale du bois ont fortement fragmenté la forêt et modifié considérablement les écosystèmes forestiers naturels (SALVATERRA et UCL, 2017). Ainsi, près de 75 % des espèces malgaches de caféiers, et en particulier le sous-genre *Baracoffea*, sont classées comme vulnérables, menacées ou fortement menacées de disparition selon l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) (DAVIS *et al.*, 2006). De plus, ces caféiers, fortement menacés d'extinction, sont absents de la seule collection vivante de caféiers à Madagascar située à Kianjavato (côte est). Peu de recherches approfondies ont concerné ce groupe de caféier (DAVIS *et al.*, 2006). Il est donc indispensable de mieux comprendre les modes de développement et de croissance de ces ressources biologiques afin d'élaborer des recommandations pour leur conservation. L'analyse architecturale est l'une des méthodes d'étude des modes de croissance et de développement des plantes (HALLÉ *et al.*, 1978).

Cette étude s'intéresse à l'une des espèces du sous-genre *Baracoffea* endémique de la province de Mahajanga – *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis* A. P. Davis & Rakotonasolo – avec comme hypothèse que les modes de croissance et de développement du sous-genre *Baracoffea* sont différents, du fait de son feuillage caduc, de ceux du sous-genre *Coffea*.

Cette recherche a pour objectif de déterminer les modèles architecturaux du sous-genre *Baracoffea*, plus précisément de l'espèce *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis* présente dans le parc national d'Ankarafantsika afin de proposer des stratégies pour sa conservation.

Matériels et méthodes

Zone d'étude

L'étude a été faite dans la partie nord-ouest de Madagascar, notamment dans le jardin botanique A (JBA) du parc national d'Ankarafantsika. Celui-ci se situe dans le district de Marovoay (région Boeny, province de Mahajanga). Le parc national d'Ankarafantsika est situé à 114 km de la ville de Mahajanga et à 450 km d'Antananarivo en suivant la route nationale RN4. Ses coordonnées géographiques se situent entre les latitudes 16°00' et 16°19' Sud et les longitudes 46°34' et 47°17' Est. Son altitude varie de 30 à 380 m. La zone d'étude couvre environ 130 000 ha et sa végétation est caractérisée par une forêt dense sèche, avec un degré d'aridité croissant, du nord au sud.

Matériel biologique

Pour réaliser ce travail, des spécimens de l'espèce *Coffea grevei* ssp. *Mahajangensis* ont été utilisés.

Détermination des traits architecturaux

Les différents traits morphologiques de l'espèce étudiée ont été observés, photographiés et dessinés. Les observations n'ont concerné que la partie aérienne de la plante. Cinq individus à différents stades de développement ont été choisis au hasard pour faire l'objet d'observations. Les critères de description et d'analyse architecturale étaient les suivants : les modes de croissance, les modes de ramification, les différenciations morphologiques des axes et la position de la sexualité, la symétrie des axes, la phyllotaxie.

Détermination des paramètres architecturaux

La détermination des paramètres architecturaux consiste à réaliser des mesures des plantes. La longueur de l'entrenœud est mesurée entre les cicatrices foliaires, son diamètre est mesuré au-dessus de l'insertion des rameaux. La longueur de la feuille se mesure de la base du pétiole jusqu'au sommet de la feuille et la largeur prise en compte est celle la plus importante.

Détermination du modèle architectural

Le modèle architectural se détermine à partir des traits morphologiques principaux : la phyllotaxie, le mode de croissance, le mode de ramification, la différenciation morphologique des axes, la position de la sexualité et la répétition architecturale (HALLÉ et OLDEMAN, 1970 ; HALLÉ *et al.*, 1978 ; JEANNODA-ROBINSON, 1977).

La phyllotaxie

La phyllotaxie est la disposition des feuilles par rapport à l'axe porteur. Les feuilles sont alternes quand une seule feuille est positionnée sur chaque nœud ; elles sont opposées lorsque deux feuilles sont insérées face à face sur un nœud ; elles sont verticillées quand le nœud porte trois feuilles ou plus, disposées en couronne (HEURET *et al.*, 2002).

Le rythme et la modalité de croissance

Le rythme peut être continu ou rythmique et à modalité indéfinie ou définie. La croissance d'un axe est continue s'il n'existe aucune phase de repos durant la période d'allongement. La croissance rythmique d'un axe est caractérisée par une alternance régulière de phases d'activité et de repos. On parle de croissance définie, lorsque le méristème apical d'un axe feuillé à un moment donné de sa vie, se transforme en une structure incapable de poursuivre un fonctionnement végétatif ultérieur (fleur, inflorescence, épine, vrille, tissu parenchymateux, etc.) ou s'il meurt ou avorte. En revanche, si le méristème terminal est capable de garder la potentialité de fonctionner indéfiniment, on parle de croissance indéfinie.

Le mode de ramification

Le mode de ramification peut être terminal ou latéral ; l'axe végétatif aérien peut être ramifié ou non ramifié. La plupart des plantes sont constituées d'un appareil végétatif aérien ramifié. Plusieurs types de ramification existent dans la nature. La ramification terminale résulte de la division du méristème apical en plusieurs parties égales ou inégales. On ne la rencontre que chez les fougères et les mousses. La ramification latérale, adoptée par la majorité des plantes vasculaires, provient du développement du rameau à partir du méristème axillaire à l'aisselle des feuilles.

La ramification résulte ainsi du mode de fonctionnement des méristèmes. Dans le cas d'une ramification latérale et d'une croissance indéfinie des axes, la ramification est dite « monopodiale ». Elle peut être continue ou rythmique. Dans le cas contraire, lorsque la croissance des axes est définie et que les méristèmes latéraux ou axillaires assurent leurs relais, il s'agit d'une ramification « sympodiale ».

La symétrie des axes

La symétrie des axes est définie selon la direction de croissance d'un axe feuillé. Ce caractère est très important dans la stratégie de croissance des végétaux. En fonction de cette direction, on distingue schématiquement des axes orthotropes (direction de croissance verticale) et des axes plagiotropes (direction de croissance horizontale).

La position de la sexualité

Elle est définie selon l'emplacement ou le type du méristème donnant naissance aux fleurs ou aux inflorescences. Deux possibilités de position de la sexualité sont envisagées, latérale ou terminale.

La réitération architecturale

Le modèle architectural initial d'une plante débute avec la germination, suivie de la formation successive et ordonnée d'organes donnant une ramification appelée « ramification séquentielle ». Les méristèmes inactifs au sein du modèle initial peuvent être activés. Leur développement amène à dupliquer le modèle architectural initial chez un même arbre ; ce phénomène est appelé la « réitération du modèle » (OLDEMAN, 1974).

Résultats

Traits architecturaux

Les traits architecturaux qui émergent de cette étude sont résumés dans le tableau 1. Celui-ci présente le diagramme architectural – ou unité architecturale –

de *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis*, qui inclut toutes les caractéristiques de sa croissance et de son développement.

Tableau 1
Unité architecturale de *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis*.

	Tronc (A1)*	Branches (A2, A3, A4)*
Modalité de croissance	Croissance indéfinie	Croissance indéfinie
Symétrie des axes	Symétrie orthotrope	Symétrie plagiotrope, orthotrope
Phyllotaxie	Opposée décussée	Opposée simple
Ramification	Ramification latérale, diffuse, immédiate	Ramification latérale, diffuse, immédiate
	Ramification monopodiale	Ramification monopodiale
Sexualité	Sexualité latérale	Sexualité latérale, terminale
Réitération	Réitération proleptique ou différée	Réitération sylleptique ou immédiate
	Réitération traumatique	Réitération traumatique
	Réitération partielle	Réitération partielle

* A1 : axe principal issu de la germination, A2 : axe latéral (rameau) issu des méristèmes latéraux sur l'axe A1, A3 : est issu de A2, A4 issu de A3, etc. (A2, A3, A4, etc. forment les branches).

Modèle architectural

Le tronc orthotrope présente une ramification latérale, diffuse, immédiate et forme des étages de branches plagiotropes. Le système ramifié est monopodial combinant des branches à axes orthotropes (issus de bourgeons surnuméraires) et plagiotropes. La sexualité est essentiellement latérale. Ainsi, *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis* correspond à un modèle combinant celui de Roux (fig. 1A) et celui d'Attimis (fig. 1B).

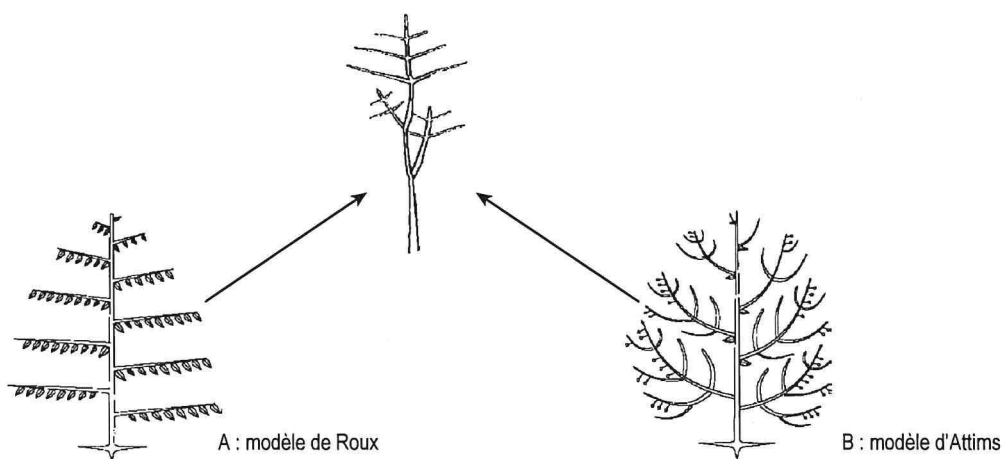


Figure 1

Représentation graphique des traits morphologiques déterminant le modèle architectural de *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis*.

Paramètres architecturaux

Nombre moyen d'entrenœuds selon l'ordre de ramification

Le nombre moyen d'entrenœuds a été compté sur des individus de stade adulte. Ce nombre diffère pour chaque type d'axe d'après les caractéristiques de la figure 2.

Par ordre d'apparition, A1 correspond à l'axe principal issu de la germination ; A2 est un axe latéral (rameau) issu des méristèmes latéraux sur l'axe A1 ; l'axe A3 est issu de A2 et A4 est issu de A3. Les axes A2, A3, A4, etc., forment les branches). Pour ces quatre types d'axe, ce sont les axes d'ordre 2 et 3 (A2 et A3, branches) qui ont un nombre moyen d'entrenœuds le plus important, respectivement 17,20 et 17,40 (fig. 2) ; les axes d'ordre 1 et 4 (A1 et A4) en ont moins (14,40 et 8,75 respectivement). Les axes A2 et A3 sont les plus développés, avec un nombre d'entrenœuds plus élevé.

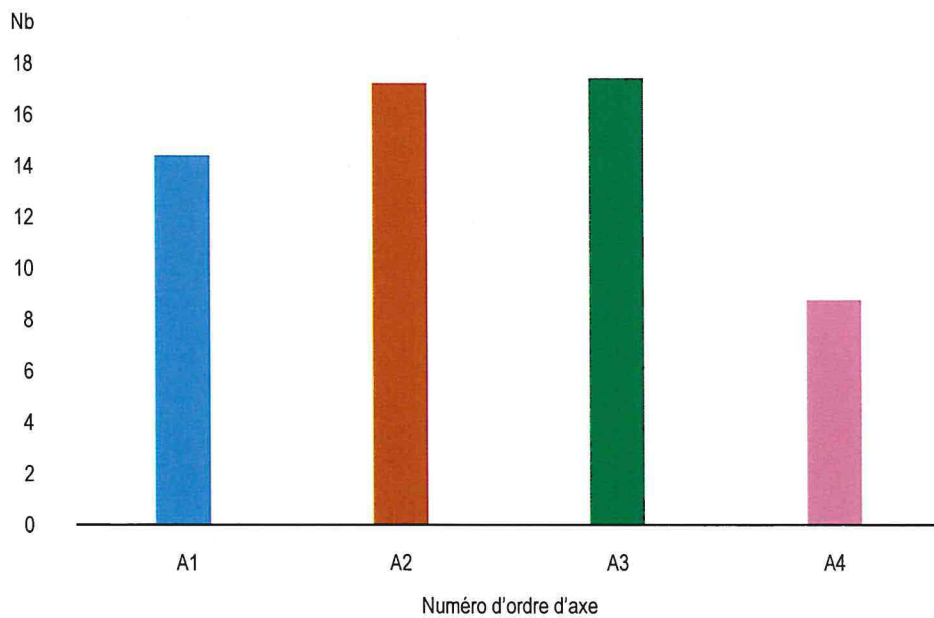


Figure 2

Nombre moyen d'entrenœuds de *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis* selon l'ordre de ramification.

Longueur moyenne des entrenœuds

La longueur moyenne des entrenœuds est liée à deux paramètres : le numéro d'ordre de l'axe et le stade de développement. Pour les cinq individus de *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis* mesurés, la longueur moyenne des entrenœuds varie d'un individu à l'autre. Toutefois, ces longueurs sont influencées par les numéros d'ordre des axes. En effet, les axes d'ordre 1 (A1) ont des longueurs plus importantes par rapport aux axes d'ordre 2 et 3 (A2 et A3) (fig. 3A).

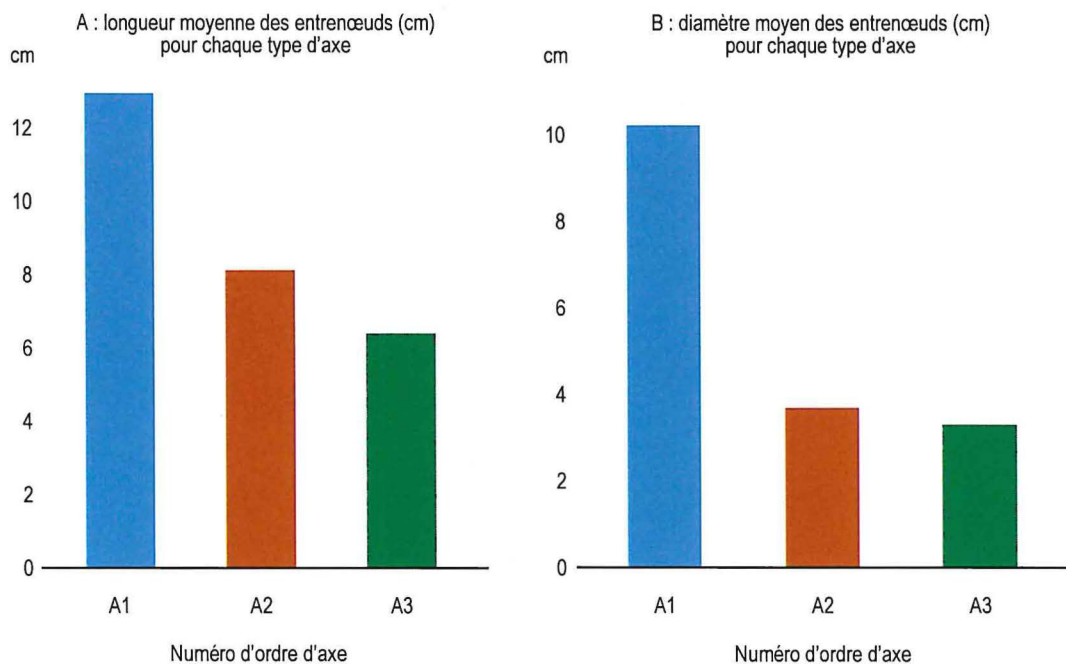


Figure 3
Paramètres architecturaux de *Coffea grevei*.

Diamètre moyen des entrenœuds

La mesure des diamètres des entrenœuds ne se fait qu'à partir des individus à trois ordres de ramification (ou au stade 3 de développement). De ce fait, le diamètre des entrenœuds diminue en fonction de l'ordre de ramification des axes. Quel que soit leur stade de développement, cette distinction est surtout visible pour les axes A1 et A2. Néanmoins, le diamètre moyen des entrenœuds s'accroît en fonction du stade de développement, de sorte que les individus des stades 4 et 5 de développement ont des diamètres plus importants que ceux du stade 3 (fig. 3B). Le diamètre moyen des entrenœuds de l'axe A1 (le tronc) est de 10,21 cm, les branches A2 et les rameaux A3 mesurent respectivement 3,69 cm et 3,30 cm de diamètre.

Longueur et largeur moyennes des feuilles

Les feuilles sont pétiolées, de type simple, avec un limbe pubescent de forme elliptique mesurant en moyenne 10,3 cm de long et 4,3 cm de large. Le limbe est dressé par une nervure principale et des nervures secondaires.

Discussion

Selon BARTHÉLÉMY *et al.* (1989), la structure d'une plante au cours de son développement est le résultat d'interactions entre les processus morphogénétiques

endogènes et les contraintes extérieures. Dans le cas de *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis*, les contraintes externes agissent sur sa structure, en provoquant la mortalité précoce des méristèmes apicaux ainsi que l'orthotropie et la plagiotropie des axes.

La mortalité précoce des bourgeons apicaux sur l'axe principal A1 engendre un système ramifié pseudo-sympodial (BARTHÉLÉMY *et al.*, 1989). Chez *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis*, la mortalité précoce des bourgeons apicaux de l'axe principal A1 donne naissance à plusieurs relais orthotropes dont un seul assurera le relais du tronc à long terme. Lorsque ce phénomène se répète à plusieurs reprises sur le même individu, le développement de *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis* semble, à première vue, sympodial. Pourtant, les résultats d'analyse architecturale de cette espèce indiquent qu'elle a en fait un développement monopodial. En 1996, J. F. LEROY a constaté qu'il existait des espèces de caféiers sauvages à développement sympodial, notamment *Coffea grevei* Drake ex. Chevalier, dans les forêts sèches de l'ouest de Madagascar. Selon cette étude, cette mortalité précoce des méristèmes apicaux pourrait faire suite à des stress environnementaux.

La combinaison des axes orthotropes et plagiotropes est la réponse morphogénétique de l'espèce étudiée lorsqu'elle subit des stress environnementaux. Dans son organisation classique, le tronc a une direction de croissance verticale, tandis que les branches ont exclusivement des directions de croissance horizontale. Suite à un stress, le tronc traumatisé développe un ou plusieurs axe(s) orthotrope(s) à partir des bourgeons axillaires surnuméraires. Il existe ainsi des branches orthotropes et plagiotropes sur l'axe principal. Cette combinaison de modèle est déjà signalée par EDELIN (1981) sur les conifères. Selon ce même auteur, le mode de croissance des conifères correspond généralement à deux modèles : celui d'Attims et celui de Massart.

C. grevei ssp. *mahajangensis* est loin d'être la seule espèce du genre *Coffea* équipée de bourgeons axillaires surnuméraires. Les caféiers sauvages de la section *Mascarocoffea* étudiés par ANDRIANASOLO (2012) développent aussi des bourgeons axillaires surnuméraires dont la fonction est identique à celle décrite ci-dessus. La présence de tels bourgeons est aussi une caractéristique des plantes de la famille des Rhamnaceae (TOURN *et al.*, 1992). Par ailleurs, les traits morphologiques décrits par ANDRIANASOLO (2012) sur les *Mascarocoffea* sont identiques à ceux de *C. grevei* ssp. *mahajangensis*, à savoir un tronc orthotrope à croissance indéfinie, continue, à développement monopodial, à phyllotaxie opposée décussée, à floraison latérale et à élagage des branches à long terme. Le développement de *C. grevei* ssp. *mahajangensis* est donc similaire à celui des *Mascarocoffea*.

Toutes ces structures sont fonctionnelles, c'est-à-dire qu'elles permettent une exploitation optimale du milieu auquel elles sont fixées (THOMPSON, 1992). À titre d'exemple, l'orthotropie de l'axe primaire joue un rôle principal dans l'exploration de l'espace, à savoir l'édification et la disposition des catégories d'axes de la plante dans les territoires inoccupés. La direction de croissance

plagiotrope (branches, rameaux, ramilles, rameaux courts), quant à elle, participe à la colonisation et à l'exploitation de l'espace, permettant de renforcer l'efficacité de la disposition des surfaces assimilatrices (CHARLES-DOMINIQUE, 2011).

Concernant les paramètres architecturaux, une diminution progressive de la dimension et de la longueur des entrenœuds entre entités portées et entités porteuses, est observée. En effet, en allant du tronc vers l'ordre de ramification ultime, la longueur et le diamètre des entrenœuds diminuent progressivement. Toutefois, ces valeurs sont plus importantes selon leur stade de développement. Ce phénomène caractérise aussi le développement des *Mascarocoffea* (ANDRIANASOLO, 2012).

Conclusion

Cette étude a permis de connaître l'architecture des *Baracoffea*, notamment de *Coffea grevei* sbsp. *mahajangensis*. En début de croissance, le modèle architectural correspond au modèle de Roux, avec un tronc orthotrope et des branches exclusivement plagiotropes à croissance indéfinie. Quand la plante subit un stress environnemental (hydrique) et/ou anthropique, le modèle de Roux se combine avec celui d'Attims. Un modèle intermédiaire en résulte, exprimant une combinaison de branches plagiotropes et orthotropes sur un même tronc. En outre, la taille des entrenœuds des différentes catégories d'axe diminue vers la périphérie des axes. Tous ces traits morphologiques sont fonctionnels dans la colonisation, l'exploration et l'exploitation du milieu dans lequel les plantes se développent.

L'hypothèse de départ est donc rejetée, puisqu'il n'existe aucune différence entre les modes de croissance et de développement des sous-genres *Baracoffea* et *Coffea*, et ce malgré la potentialité xérophytique des *Baracoffea*.

Après l'acquisition des traits morphologiques exprimant leur architecture, le développement des arbres de *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis* continue jusqu'à leur mort. Il serait intéressant de réaliser un suivi du développement et de la phénologie de cette espèce afin de compléter les données recueillies et analysées dans cette étude. Par ailleurs, une étude génétique de *Baracoffea* serait nécessaire pour développer la première base de données génétiques de ce sous-genre.

Au terme de ce travail, deux recommandations peuvent être formulées concernant la conservation des *Baracoffea* et l'avenir de la caféiculture à Madagascar.

– Afin de conserver les espèces de *Baracoffea*, il serait nécessaire de les mettre en culture (régénération) *in situ* et *ex situ*. En effet, *Coffea grevei* ssp. *mahajangensis* est menacée dans ses habitats naturels du fait des pressions anthropiques, ce qui impacte sa régénération et ses modes de développement et de croissance (architecture).

– Les surfaces cultivables en caféiers diminuent du fait du changement climatique. Il est donc primordial de sélectionner ou de créer de nouvelles variétés de caféiers adaptées à des conditions climatiques sévères. À ce titre, *Baracoffea* est un bon candidat car les espèces de ce sous-genre sont déjà pourvues des caractères morphologiques d'adaptation à de telles conditions climatiques. Une station de recherche sur les caféiers, identique à celle de Kianjavato, devrait être conçue dans la région ouest de Madagascar. Elle inclurait la collection vivante de toutes les espèces de *Baracoffea*, qui vivent exclusivement dans la forêt sèche de l'ouest de Madagascar, et ce afin de conserver leurs diversités spécifiques et génétiques. Ainsi, Madagascar bénéficierait d'une gamme de caféiers de qualité qui pourraient être cultivés dans l'ensemble de ses régions.

Références bibliographiques

ANDRIANASOLO D. N., 2012

Génétique des populations et modèles d'architecture et de production végétale. Application à la préservation des ressources génétiques des Mascarocoffea. Thèse de doctorat, université de Montpellier II, 208 p.

ANDIAMPARANY M. M., 2014

Étude architecturale d'Adansonia grandidieri Baillon dans la région du Menabe. Mémoire de DEA en Biologie et Écologie végétale, faculté des Sciences d'Antananarivo, 99 p.

BARTHÉLÉMY D., EDELIN C., HALLÉ F., 1989

« Architectural concepts for tropical trees ». In Holm Nielsen L. B., Balslev H. (eds) : *Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity*, Academic Press, London : 89-100.

BRIDSON D., VERDCOURT B., 1988

« Coffea ». In Polhi U K. M. (ed.) : *Flora of tropical East Africa. Rubiaceae (Part 2)*, AA Balkema, Rotterdam : 703-727.

CHARLES-DOMINIQUE T., 2011

Analyse des relations entre plasticité architecturale des buissons et prolifération de leurs populations. Thèse de doctorat, université de Montpellier II, 140 p.

DAVIS A. P., 2010

Six species of *Psilanthus* transferred to *Coffea* (Coffeaceae, Rubiaceae). *Phytotaxa*, 10 : 41-45.

DAVIS A. P., 2011

Psilanthus manni, the type species of *Psilanthus*, transferred to *Coffea*. *Nordic Journal of Botany*, 29 : 471-472.

DAVIS A. P., GOVAERTS R.,

BRIDSON D. M., STOFFELEN P., 2006

An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 152 : 465-512.

DAVIS A. P., RAKOTNASOLO F., 2008

A taxonomic revision of the *Baracoffea* alliance: nine remarkable *Coffea* species from western Madagascar. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 158 : 355-390.

DAVIS A. P., TOSH J., RUCH N., FAY M., 2011

Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 167 : 357-377.

DAVIS A. P., GOLE T. W., BAENA S., MOAT J., 2012

The impact of climate change on indigenous arabica coffee (*Coffea arabica*): predicting future trends and identifying priorities. *Plos One*, 7 (11) : 1-13.

EDELIN C., 1981

Quelques aspects de l'architecture végétative des conifères. *Bulletin de la Société botanique de France. Lettre botanique*, 128 (3) : 117-188. DOI : 10.1080/01811797.1981.10824502.

ENEV, 2017

Le café (Coffea canephora et C. arabica). Atelier national Antananarivo, 20 juil. 2017. Examen national de l'export vert de Madagascar, 26 p.

FAO, 2005

L'irrigation en Afrique en chiffres. Enquête Aquastat 2005. *FAO Rapports sur l'eau*, 29, 652 p.

HALLÉ F., OLDEMAN R. A. A., 1970

Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux.

Masson, Paris, 178 p.

HALLÉ F., OLDEMAN R. A. A.,

TOMLINSON P. B., 1978

Tropical trees and forests. An architectural analysis. Heidelberg, Berlin, Springer-Verlag, 441 p.

HECK L., CROWLEY B., THORÉN S.,

RADESPIEL U., 2016

« Determinants of isotopic variation in two sympatric mouse lemur species from northwestern Madagascar ». In Lehman S., Radespiel U., Zimmermann E. (eds) : *The dwarf and mouse lemurs of Madagascar: biology, behavior and conservation biogeography of the Cheirogaleidae*, Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology, Cambridge University Press : 281-304. DOI : 10.1017/CBO9781139871822.015

HEURET P., BARTHÉLÉMY D., GUÉDON Y.,

COULMIER X., TANCRE J., 2002

Synchronisation of growth, branching and flowering processes on an individual and stand level in the South American tropical tree *Cecropia obtusa* Trécul (Cecropiaceae). *American Journal of Botany*, 89 (7) : 1180-1187.

JEANNODA-ROBINSON V., 1977

Contribution à l'étude de l'architecture des herbes. Thèse de doctorat, université de Montpellier, 170 p.

LEROY J. F., 1996

Quelques grands faits relatifs à la flore angiospermiennne malgache. Biogéographie de Madagascar : 59-71.

OLDEMAN R. A. A., 1974

L'architecture de la forêt guyanaise.

Thèse de doctorat en Sciences naturelles, université de Montpellier II, 212 p.

RAZAFINARIVO J., HAMON P.,

SABATIER S. A., 2013

Genetic structure and diversity of coffee (*Coffea*) across Africa and the Indian Ocean islands revealed using microsatellites. *Annals of Botany*, 111 : 229-248. DOI : 10.1093/aob/mcs283.

SALVATERRA, UCL, 2017

Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar. Livrable 4, rapport de synthèse. SalvaTerra, France/Université catholique de Louvain, 43 p.

THOMPSON D., 1992

On growth and form. Cambridge, Cambridge University Press.

DOI : 10.1017/CBO9781107325852

TOURN G. M., TORTOSA R. D., MEDAN D., 1992

Rhamnaceae with multiple lateral buds: an architectural analysis. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 108 (3) : 275-286.