

Morphométrie des fruits et des graines de *Ficus* (Moraceae) de la forêt sèche de la Réserve Spéciale d'Ankarana, Madagascar

Judith Vololona^{1,2} & Steven M. Goodman^{2,3}

¹ Mention Biologie et Ecologie Végétales, Domaine Sciences et Technologie, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar
E-mail : vololonaj@gmail.com

² Association Vahatra, BP 3972, Antananarivo 101, Madagascar

³ Field Museum of Natural History, 1400 South Lake Shore Drive, Chicago, Illinois 60605, USA
E-mail : sgoodman@fieldmuseum.org

Résumé

A Madagascar, comme dans les tropiques du Nouveau Monde et de l'Ancien Monde, les fruits du genre *Ficus* constituent une ressource essentielle pour les animaux frugivores durant la période de pénurie des fruits. Afin de faciliter l'identification au niveau de l'espèce, les *Ficus* consommés par les animaux frugivores malgaches, une étude morphométrique des fruits et des graines de sept espèces de *Ficus* de la forêt sèche de la Réserve Spéciale d'Ankarana a été effectuée. Durant la saison sèche de novembre 2016, des fruits mûrs ont été collectés sur les pieds d'arbres échantillonnés, puis conservés dans l'éthanol. Dix fruits et 50 graines par arbre ont été mesurés. Les résultats montrent une variation intraspécifique et interspécifique de la taille des fruits et des graines de *Ficus antandronarum*, *F. grevei*, *F. lutea*, *F. polita*, *F. politoria*, *F. reflexa* et *F. tiliifolia*. Basée sur la morphologie et la taille des fruits et des graines de ce genre, certaines espèces ont été distinguées. Cette étude sert un document de référence pour l'identification des graines de *Ficus* contenus dans les matières fécales des animaux frugivores, en particulier ceux du nord de Madagascar.

Mots clés : *Ficus*, morphométrie, frugivorie

Extended abstract

The fruits of the genus *Ficus* have been proposed to constitute a keystone plant resource for frugivorous animals in tropical forests, and on Madagascar, as elsewhere in the New and Old World tropics, fruits of this genus often form a critical resource during

periods of low fruit availability. In order to facilitate the identification of *Ficus* spp. consumed by Malagasy frugivorous animals, the fruits of seven species were collected during the dry season (November 2016) in the Ankarana Special Reserve. The eastern portion of the Ankarana Massif, where this study was conducted, is largely composed of karst limestone with complex cave systems, and dominated by different forms of dry deciduous vegetation. For each *Ficus* tree, which were identified on the basis of voucher specimens, fruits were collected and preserved in ethanol and 10 fruits and 50 seeds per tree were measured. The results demonstrate intraspecific and interspecific variation in fruit and seed size of *F. antandronarum*, *F. grevei*, *F. lutea*, *F. polita*, *F. politoria*, *F. reflexa*, and *F. tiliifolia*; however, several species can be differentiated on the basis of fruit and seed morphology and size. *Ficus antandronarum* and *F. reflexa* have small fruit; *F. polita*, *F. politoria*, *F. lutea*, *F. grevei*, and *F. reflexa* have medium size fruit, and *F. tiliifolia* have large fruit. Based on seed size, the studied *Ficus* spp. fall into three groups: *F. antandronarum*, *F. polita*, and *F. politoria* with small seeds; *F. lutea*, *F. grevei*, and *F. reflexa* with medium seeds; and *F. tiliifolia* with large seeds. These results are intended as a reference for the identification of *Ficus* seeds contained in the feces of frugivorous animals, particularly those from northern Madagascar.

Key words: *Ficus*, morphometry, frugivory

Introduction

Dans la forêt tropicale, les espèces végétales appelées « espèces clés de voûtes » jouent un rôle primordial dans la nutrition des communautés des animaux frugivores pendant les périodes de pénuries de fruits (Utzurum, 1984 ; Terborgh, 1986 ; Mills *et al.*, 1993 ; Bond, 1994). Le genre *Ficus* (famille des Moraceae), caractérisé par des taux élevés des productions de fruits, une période de fructification prévisible et la qualité nutritionnelle des fruits, est connu comme l'un de ces ressources clés (Gautier-Hion & Michaloud, 1989 ; Bleher *et al.*, 2003 ; Kattan, 2013).

A Madagascar, les fruits de *Ficus* sont particulièrement importants dans le régime alimentaire des animaux tels que les oiseaux et les lémuriers (Goodman *et al.*, 1997 ; Dew & Wright, 1998 ; Birkinshaw, 2001 ; Shanahan *et al.*, 2001) et constituent une ressource majeure pour les chauves-souris frugivores (Raheriarisena, 2005 ; Ratriomanarivo, 2007 ; Andrianaivoarivelo *et al.*, 2012). Dans la révision taxonomique des espèces de *Ficus*, 24 espèces sont connues à Madagascar, dont 20 ou 83 % sont endémiques (Rafidison *et al.*, 2011).

Les animaux frugivores sélectionnent les fruits de *Ficus* en fonction de la taille, de la couleur, de la phénologie et de la qualité nutritionnelle (Thomas, 1984 ; Wendeln *et al.*, 2000). Pourtant, aucune étude morphométrique des fruits et des graines de *Ficus* malgache n'a été effectuée. L'objectif de la présente étude est de déterminer la taille des fruits et des graines de sept espèces de *Ficus* malgaches afin de fournir un document de référence permettant de répondre au choix des animaux frugivores par rapport à la taille des fruits et d'identifier les graines contenus dans les fèces des animaux frugivores malgaches, en particulier dans la partie nord de l'île. Les variations intraspécifique et interspécifique de la

taille des fruits et des graines de ces espèces sont évaluées.

Méthodologie

Site d'étude

Cette étude a été menée dans la forêt sèche de la Réserve Spéciale d'Ankarana, du 15 au 30 novembre 2016, période correspondante à la saison sèche et à la fructification de *Ficus* dans la région (Bardot-Vaucoulon, 1991). Ce site, d'une superficie de 25 354 ha, est situé dans la partie nord de Madagascar entre 12°50' – 13°01'S et 49°01' – 49°14'E, 0-750 m d'altitude (Figure 1) et reçoit une précipitation moyenne annuelle d'environ 1012 mm et une température moyenne entre 21,1 et 30,9 °C (Goodman *et al.*, 2018). La collecte des données a été effectuée dans la partie est du site où la végétation naturelle est formée d'une forêt dense sèche caducifoliée, d'une forêt xérophyte, d'une forêt dense humide semi-décidue, des fourrés secondaires à bambous, des savanes, ainsi que dans des végétations modifiées aux alentours.

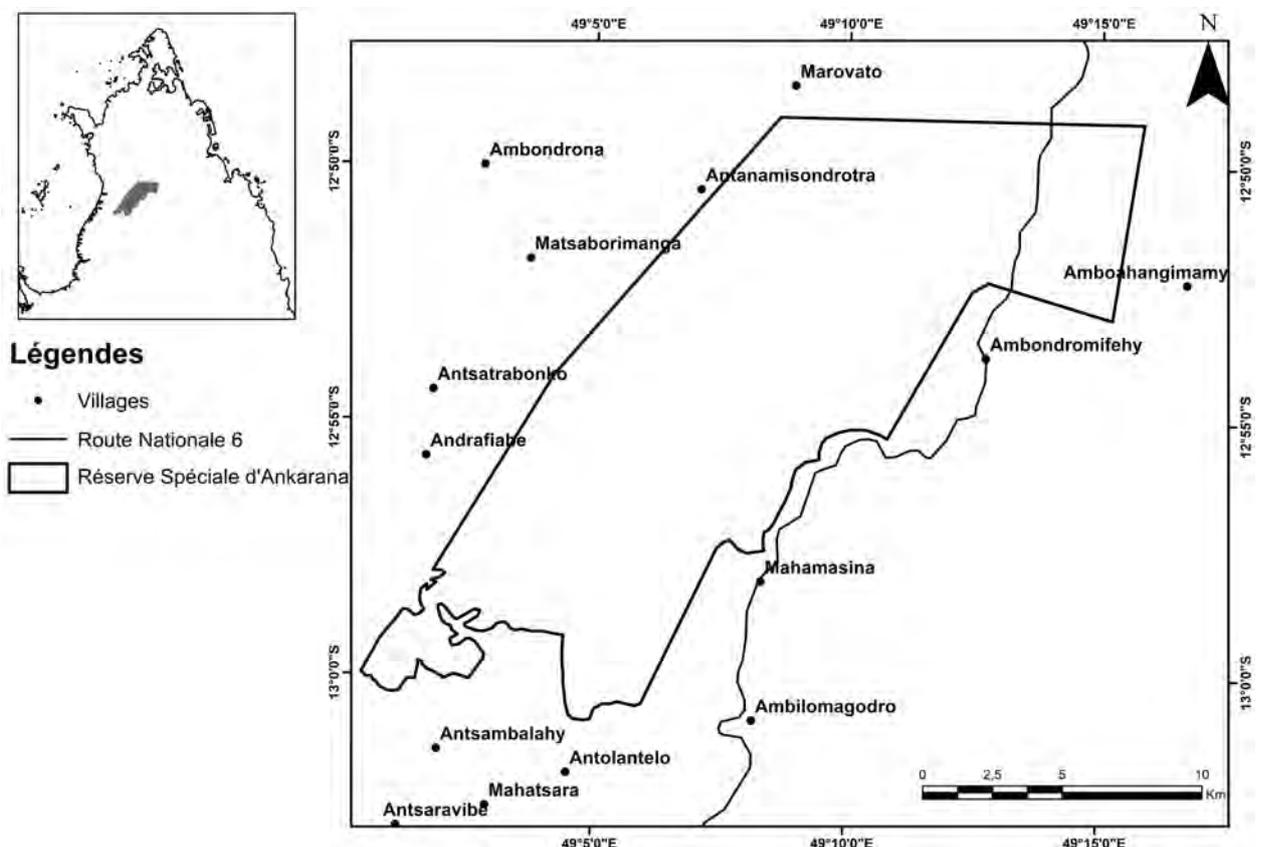


Figure 1. Localisation de la Réserve Spéciale d'Ankarana. Source : BD 500 FTM. Projection : WGS 198, UTM Zone 38S.

Collecte des fruits

Sept espèces de *Ficus*, ayant des fruits mûrs ont été inventoriées durant la période d'étude. La collecte des fruits a été effectuée sur cinq pieds d'arbres de *Ficus tiliifolia*, quatre de *F. grevei*, trois de *F. polita* et *F. reflexa*, deux de *F. politoria* et un seul de *F. antandronarum* et *F. lutea*. Des fruits ont été collectés sur chaque arbre échantillonné, photographiés (Figure 2), puis conservés dans un sac en plastique

« whirl-bag » contenant de l'éthanol (70°). Des spécimens d'herbiers ont été ainsi collectés, identifiés sur la base de données de Madagascar Catalogue (2017), puis déposés dans l'herbarium de Foibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiharina amin'ny Fampanandrosoana ny eny Ambanivohitra (FOFIFA TEF) comme des échantillons de références. Les paramètres biologiques (port de la plante, DBH, hauteur) et les coordonnées géographiques de chaque récolte ont été enregistrées.

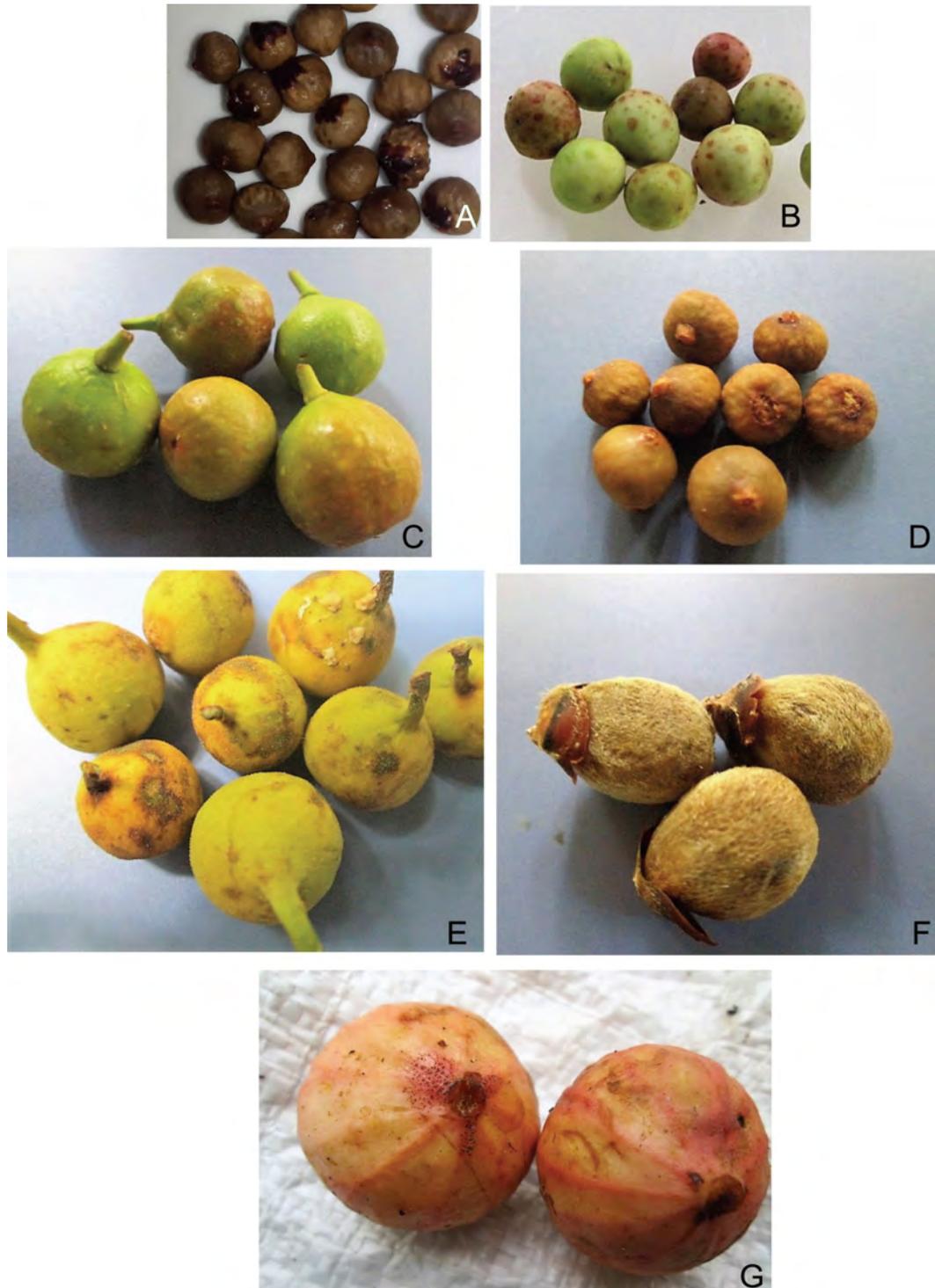


Figure 2. Fruits de *Ficus* : (A) *F. antandronarum*, (B) *F. reflexa*, (C) *F. grevei*, (D) *F. politoria*, (E) *F. polita*, (F) *F. lutea* et (G) *F. tiliifolia*.

Mesure des fruits et des graines

Afin d'évaluer la variation intraspécifique et interspécifique de la taille des fruits et des graines de *Ficus* échantillonnés, des mesures de fruits et de graines ont été effectuées. Dix fruits par arbre ont été utilisés. La longueur (mm), la largeur (mm) et la circonférence (mm) de chaque fruit ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse numérique. La longueur est prise du point d'attache du fruit au pédoncule jusqu'à l'extrémité du fruit et la largeur a été mesurée au niveau du plus grand diamètre du fruit. L'évaluation de la taille des graines a concerné cinq fruits par arbre et 10 graines par fruits. La longueur (mm) et la largeur (mm) de chaque graine ont été mesurées à l'aide d'un microscope photonique étalonné d'un micromètre objet. La mesure ne couvre pas la longueur totale de la graine, mais seule la longueur standard.

Analyses statistiques des données

La statistique descriptive a été utilisée pour analyser les données morphométriques. Les paramètres utilisés sont les moyennes de la mensuration accompagnées de l'écart-type, ainsi que les valeurs minimale et maximale. Une comparaison interspécifique des tailles de graines et de fruits de différentes espèces étudiées a été effectuée. La comparaison intraspécifique n'a été faite que sur les espèces dont le nombre de pieds échantillonnés excède deux.

Résultats

Variation intraspécifique de la taille des fruits

Le Tableau 1 montre les mensurations des fruits de *Ficus* de chaque arbre échantillonnés. Une grande

variation intraspécifique jusqu'à 8 mm a été constatée pour les fruits de *F. tiliifolia*. Par contre, une très faible variation n'excède pas 1 mm a été noté pour les fruits de *F. reflexa*. Les fruits de *F. grevei* et *F. politoria* présentent une faible variation intraspécifique de 3 et 2 mm, respectivement.

Variation interspécifique de la taille des fruits

La comparaison des tailles de fruits de différentes espèces étudiées est donnée dans le Tableau 2. Basé sur la taille des fruits, certaines espèces de *Ficus* peuvent être différenciées (Figure 3). *Ficus antandronarum* se distingue par ses fruits relativement de petite taille dont la longueur varie de 3,9 à 5,1 mm et la circonférence n'excède pas 17 mm. Les fruits les plus volumineux correspondent à ceux de *F. tiliifolia*. Cette dernière est distincte de toutes les autres espèces étudiées par ces longs fruits mesurant de 23 à 41 mm et le diamètre qui peut atteindre plus de 100 mm.

Ficus reflexa est reconnu par ses fruits de petite taille mais nettement plus gros que *F. antandronarum* ; la longueur est comprise entre 5,7 et 10,3 mm et la circonférence de 21 à 37 mm. *Ficus polita* est distincte par ses fruits de tailles moyennes, plus gros que ceux de *F. antandronarum* et d'une longueur variant de 10,5 à 13,1 mm. *Ficus lutea*, ayant également des fruits de tailles moyennes, se distingue par la longueur de ses fruits comprise entre 13,7 et 16,7 mm, plus longue que ceux de *F. polita*. Par contre, *F. grevei* et *F. politoria* sont difficiles à distinguer ; la longueur des fruits de ces deux espèces est comprise entre 13,4 et 21,8 mm et la circonférence de 43 à 75 mm.

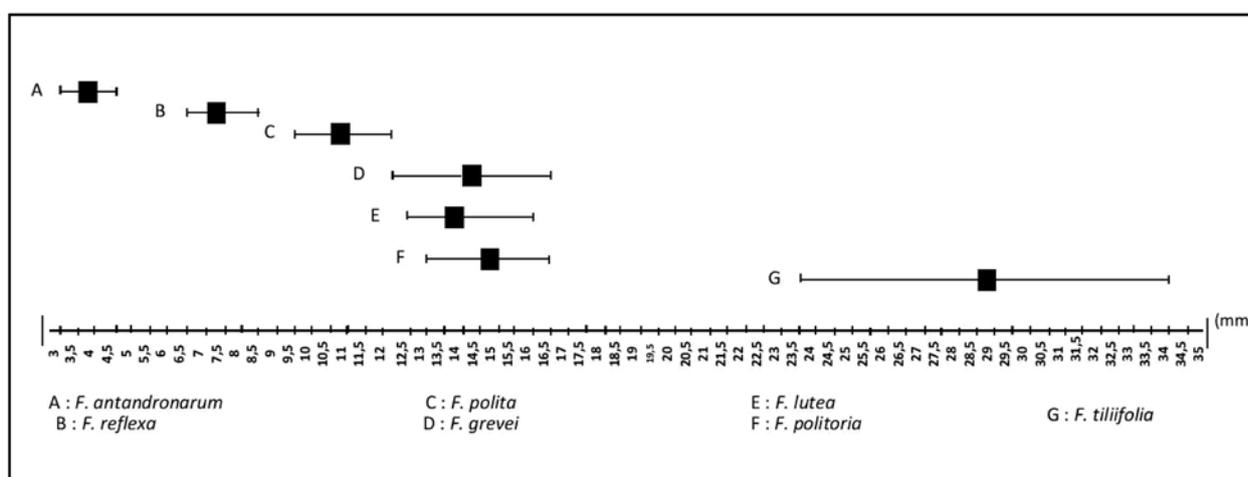


Figure 3. Longueur moyenne \pm écart-type des fruits de différentes espèces de *Ficus*.

Tableau 1. Mensuration des fruits de *Ficus*. Les chiffres présentent les moyennes \pm écart-type, minimale-maximale et le nombre de fruits mesurés (*n*).

Numéro de récolte	Espèce	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Circonférence (mm)	n
JUD074	<i>Ficus antandronarum</i>	4,5 \pm 0,4 (3,9-5,1)	4,9 \pm 0,2 (4,4-5,1)	15 \pm 1 (13-17)	10
JUD073	<i>Ficus grevei</i>	14,4 \pm 1,0 (13,1-16,3)	13,7 \pm 0,7 (12,7-15,1)	48 \pm 3 (43-53)	10
JUD084	<i>Ficus grevei</i>	15,0 \pm 1,0 (13,1-16,3)	15,0 \pm 0,7 (14,2-16,6)	51 \pm 3 (46-58)	11
JUD085	<i>Ficus grevei</i>	15,2 \pm 0,9 (13,5-16,5)	14,5 \pm 0,9 (13,6-16,14)	49 \pm 3 (45-52)	10
JUD082	<i>Ficus grevei</i>	17,5 \pm 1,1 (15,7-18,8)	16,1 \pm 1,1 (14,1-17,8)	54 \pm 3 (51-59)	9
JUD077	<i>Ficus lutea</i>	15,9 \pm 1,3 (13,7-18,2)	11,7 \pm 0,8 (10,2-12,8)	40 \pm 2 (39-47)	10
JUD078	<i>Ficus polita</i>	11,8 \pm 0,9 (10,5-13,1)	9,9 \pm 0,6 (9,2-10,9)	36 \pm 1 (35-38)	8
JUD075	<i>Ficus polita</i>	12,2 \pm 1,1 (10,2-13,6)	12,2 \pm 1,8 (8,5-14,4)	43 \pm 3 (40-50)	9
JUD109	<i>Ficus politoria</i>	15,5 \pm 2,3 (13,4-19,3)	15,4 \pm 2,7 (12,5-20,7)	53 \pm 9 (44-70)	10
JUD116	<i>Ficus politoria</i>	16,5 \pm 1,0 (15,2-17,6)	14,2 \pm 1,0 (12,2-15,6)	48 \pm 3 (45-75)	10
JUD108	<i>Ficus politoria</i>	17,8 \pm 2,3 (14,8-21,8)	19,0 \pm 2,7 (15,2-22,8)	62 \pm 8 (51-75)	10
JUD072	<i>Ficus reflexa</i>	7,5 \pm 1,4 (5,7-9,9)	6,7 \pm 1,3 (4,7-9,2)	27 \pm 3 (21-31)	10
JUD087	<i>Ficus reflexa</i>	8,0 \pm 0,9 (6,4-9,1)	7,1 \pm 0,6 (6,2-8,2)	28 \pm 3 (25-35)	10
JUD088	<i>Ficus reflexa</i>	8,9 \pm 0,8 (7,6-10,3)	8,1 \pm 0,6 (7,2-9,3)	34 \pm 2 (30-37)	10
JUD126	<i>Ficus tiliifolia</i>	24,1 \pm 0,6 (23,2-25,2)	26,0 \pm 1,5 (24,1-27,8)	81 \pm 5 (71-88)	10
JUD100	<i>Ficus tiliifolia</i>	28,0 \pm 2,7 (23,9-33,1)	26,2 \pm 2,6 (21,6-30,1)	83 \pm 8 (69-92)	10
JUD096	<i>Ficus tiliifolia</i>	29,0 \pm 2,1 (26,4-33,7)	28,4 \pm 2,3 (25,2-32,3)	90 \pm 7 (80-97)	10
JUD098	<i>Ficus tiliifolia</i>	32,1 \pm 2,3 (29,1-35,7)	26,7 \pm 2,3 (23,0-29,5)	85 \pm 5 (78-93)	10
JUD101	<i>Ficus tiliifolia</i>	36,9 \pm 3,1 (32,4-41,2)	33,7 \pm 2,5 (29,8-36,9)	107 \pm 8 (95-117)	10

Tableau 2. Comparaison des tailles (longueur, largeur et circonférence) de fruits de *Ficus*. Les chiffres présentent les moyennes \pm écart-type, minimal-maximal, le nombre de pieds d'arbre échantillonnés (*np*) et le nombre de fruits mesurés (*n*).

Espèces	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Circonférence (mm)
<i>Ficus antandronarum</i> <i>np</i> = 1	4,5 \pm 0,4 (3,9-5,1 ; <i>n</i> = 10)	4,9 \pm 0,2 (4,4-5,1 ; <i>n</i> = 10)	15 \pm 1 (13-17 ; <i>n</i> = 10)
<i>Ficus reflexa</i> <i>np</i> = 3	8,4 \pm 1,0 (5,7-10,3 ; <i>n</i> = 30)	7,5 \pm 0,9 (4,7-9,3 ; <i>n</i> = 30)	30 \pm 4 (21-37 ; <i>n</i> = 30)
<i>Ficus polita</i> <i>np</i> = 2	12,0 \pm 0,9 (10,5-13,1 ; <i>n</i> = 16)	11,0 \pm 1,7 (9,2-14,4 ; <i>n</i> = 16)	40 \pm 4 (35-50 ; <i>n</i> = 16)
<i>Ficus grevei</i> <i>np</i> = 4	15,6 \pm 2,3 (13,4-18,8 ; <i>n</i> = 39)	14,9 \pm 2,5 (13,1-17,8 ; <i>n</i> = 39)	50 \pm 4 (43-59 ; <i>n</i> = 39)
<i>Ficus lutea</i> <i>np</i> = 1	15,6 \pm 1,3 (13,7-16,5 ; <i>n</i> = 10)	11,7 \pm 0,8 (10,2-12,8 ; <i>n</i> = 10)	40 \pm 2 (39-47 ; <i>n</i> = 10)
<i>Ficus politoria</i> <i>np</i> = 3	16,6 \pm 2,1 (13,4-21,8 ; <i>n</i> = 31)	16,2 \pm 3,1 (12,5-22,8 ; <i>n</i> = 31)	54 \pm 09 (44-75 ; <i>n</i> = 31)
<i>Ficus tiliifolia</i> <i>np</i> = 5	30,3 \pm 4,7 (23,2-41,2 ; <i>n</i> = 46)	28,2 \pm 3,7 (21,6-36,9 ; <i>n</i> = 46)	89 \pm 11 (69-117 ; <i>n</i> = 46)

Variation intraspécifique de la taille des graines

Les mensurations de la taille des graines des espèces de *Ficus* étudiées sont données dans le Tableau 3. Dans l'ensemble, une faible variation intraspécifique de la taille des graines a été constatée. La variation la plus importante a été observée chez les graines de *F. tiliifolia*, d'un écart jusqu'à 0,4 mm de longueur, alors que la plus faible variation a été notée chez les fruits de *F. politoria*, dont l'écart n'excède pas 0,1 mm. Peu de variation a été constatée chez les graines de *F. grevei* et *F. reflexa*. L'écart entre les différents arbres est à environ 0,2 mm.

Tableau 3. Mensuration des graines de *Ficus*. Les chiffres présentent les moyennes de la longueur x la largeur (minimale-maximale) et le nombre de graines mesurées (*n*).

Numéro de récolte	Espèce	Taille (mm)	<i>n</i>
JUD074	<i>Ficus antandronarum</i>	1,0 x 0,6 (0,8-1,3 ; 0,5-0,9)	50
JUD081	<i>Ficus grevei</i>	1,3 x 0,9 (1,2-2,2 ; 0,8-1,2)	50
JUD085	<i>Ficus grevei</i>	1,3 x 1,0 (1,0-1,8 ; 0,8-1,2)	50
JUD076	<i>Ficus grevei</i>	1,3 x 1,0 (1,0-1,5 ; 0,7-1,1)	50
JUD082	<i>Ficus grevei</i>	1,4 x 0,9 (0,9-1,8 ; 0,6-1,2)	50
JUD073	<i>Ficus grevei</i>	1,5 x 1,0 (1,1-1,8 ; 0,8-1,3)	50
JUD077	<i>Ficus lutea</i>	1,3 x 1,0 (1,0-1,5 ; 0,8-1,2)	50
JUD078	<i>Ficus polita</i>	1,0 x 0,7 (0,8-1,2 ; 0,6-0,9)	50
JUD075	<i>Ficus polita</i>	1,2 x 0,9 (1,0-1,5 ; 0,8-1,1)	50
JUD115	<i>Ficus politoria</i>	1,1 x 0,8 (0,9-1,2 ; 0,6-0,9)	50
JUD111	<i>Ficus politoria</i>	1,2 x 0,8 (1,0-1,3 ; 0,7-1,0)	40
JUD116	<i>Ficus politoria</i>	1,2 x 0,9 (1,0-1,6 ; 0,7-1,1)	50
JUD108	<i>Ficus politoria</i>	1,3 x 0,9 (0,9-1,4 ; 0,8-1,3)	50
JUD072	<i>Ficus reflexa</i>	1,3 x 1,0 (1,0-1,7 ; 0,8-1,4)	50
JUD087	<i>Ficus reflexa</i>	1,5 x 1,1 (1,2-1,8 ; 0,8-1,5)	50
JUD088	<i>Ficus reflexa</i>	1,7 x 1,2 (1,3-2,3 ; 0,9-1,5)	50
JUD101	<i>Ficus tiliifolia</i>	1,4 x 1,0 (1,0-1,6 ; 0,9-1,2)	50
JUD099	<i>Ficus tiliifolia</i>	1,5 x 1,0 (1,0-2,0 ; 0,6-1,3)	50
JUD126	<i>Ficus tiliifolia</i>	1,6 x 1,0 (1,1-2,0 ; 0,7-1,2)	50
JUD097	<i>Ficus tiliifolia</i>	1,7 x 1,0 (1,2-2,2 ; 0,8-1,4)	50
JUD100	<i>Ficus tiliifolia</i>	1,8 x 1,2 (1,4-2,3 ; 1,0-1,6)	50

Variation interspécifique de la taille des graines

La comparaison des mensurations de graines d'espèces de *Ficus* étudiées est présentée dans le Tableau 4. Dans l'ensemble, la taille moyenne des graines est comprise entre 1,1 et 1,8 mm de longueur et 0,7 à 1,2 mm de largeur. Par rapport à la longueur moyenne, certaines espèces peuvent être différenciées. Pourtant, des chevauchements de valeurs minimales et maximales ont été notés (Figure 4).

Tableau 4. Comparaison des mensurations de graines de *Ficus*. Les chiffres présentent les moyennes de la longueur x la largeur (minimale-maximale), le nombre de pieds d'arbre échantillonnés (*np*) et le nombre de graines mesurées (*n*).

Espèces	Taille (mm)	<i>n</i>
<i>Ficus antandronarum</i> <i>np</i> = 1	1,1 x 0,7 (0,9-1,3 ; 0,5-1,0)	50
<i>Ficus polita</i> <i>np</i> = 2	1,2 x 0,9 (1,0-1,5 ; 0,7-1,2)	100
<i>Ficus politoria</i> <i>np</i> = 3	1,3 x 0,9 (1,0-1,5 ; 0,7-1,1)	190
<i>Ficus lutea</i> <i>np</i> = 1	1,5 x 1,1 (1,3-1,6 ; 0,9-1,4)	50
<i>Ficus grevei</i> <i>np</i> = 5	1,5 x 1,0 (1,1-2,0 ; 0,7-1,5)	250
<i>Ficus reflexa</i> <i>np</i> = 3	1,6 x 1,2 (1,0-2,4 ; 0,9-1,6)	150
<i>Ficus tiliifolia</i> <i>np</i> = 5	1,8 x 1,2 (1,1-2,5 ; 0,9-1,8)	250

En se basant sur la longueur des graines, trois groupes ont été distingués. *Ficus antandronarum*, *F. polita* et *F. politoria* forme un groupe à graine de petite taille, dont la longueur varie de 1,1 à 1,3 mm. Parmi eux, *F. antandronarum* ont les plus petites graines. Les graines de *F. polita* et *F. politoria* sont quasiment de la même taille, mais un peu plus longues que celles de *F. antandronarum*.

Ficus grevei, *F. lutea* et *F. reflexa* représentent les espèces à graines de taille moyenne et forme un deuxième groupe. Les moyennes de la longueur des graines de *F. lutea* et *F. grevei* sont similaires, mais ils existent des écarts entre les valeurs minimales et maximales. La taille des graines de ces espèces est un peu plus grande de celle du premier groupe, mais présentent des chevauchements.

Ficus tiliifolia forme un troisième groupe avec des graines de grandes tailles d'une longueur moyenne de 1,8 mm. Basé sur la taille des graines, *F. tiliifolia* est distincte du groupe de *F. antandronarum*, *F. polita* et *F. politoria*, mais elle présente des chevauchements avec *F. grevei*, *F. lutea* et *F. reflexa*.

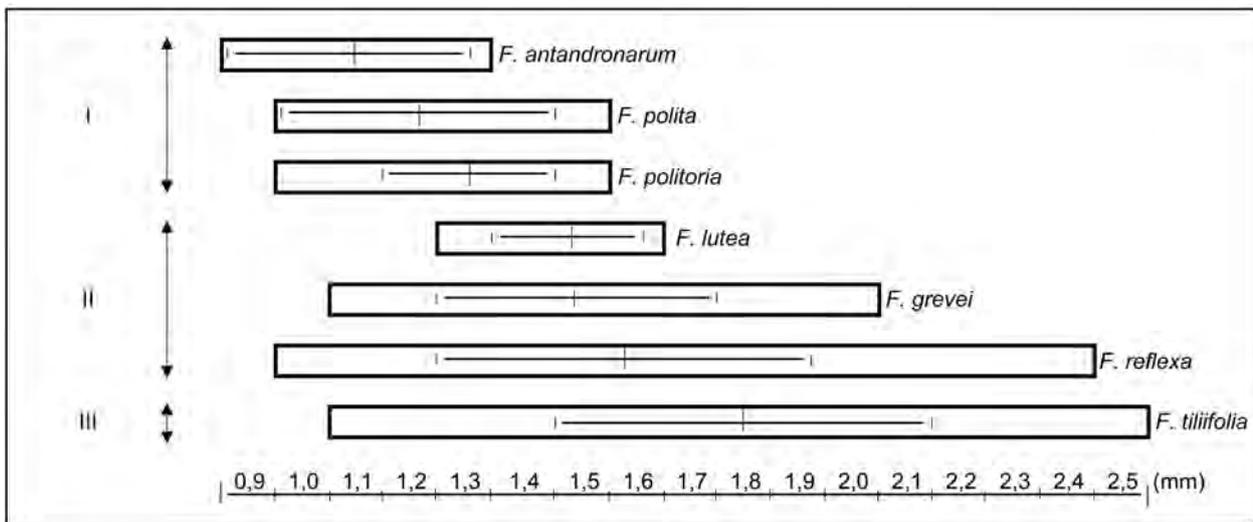


Figure 4. Longueur des graines de *Ficus* : valeur minimale-maximale et moyenne \pm écart-type.

Conclusion

La présente étude a permis d'avoir une base de données quantitative sur la taille des fruits et des graines de sept espèces de *Ficus* malgaches. Basé sur la taille des fruits, certaines espèces de *Ficus*, *F. antandronarum*, *F. reflexa*, *F. polita* et *F. tiliifolia*, sont nettement distinctes entre elles. *Ficus antandronarum* et *F. reflexa* ont des fruits de petites tailles ; *F. polita*, *F. politoria*, *F. lutea*, *F. grevei* et *F. reflexa* possèdent des fruits de taille moyenne et *F. tiliifolia* ont des fruits de grande taille. Par rapport à la taille des graines, les espèces de *Ficus* étudiées sont difficiles à différencier mais elles forment trois groupes : *F. antandronarum*, *F. polita* et *F. politoria* à graine de petite taille ; *F. lutea*, *F. grevei* et *F. reflexa* à graine de taille moyenne et *F. tiliifolia* à graine de grande taille. Ces informations contribuent à faire avancer les études sur l'écologie alimentaire des animaux frugivores malgaches. Ce travail concerne à environ un tiers des espèces de *Ficus* répertoriés à Madagascar. Des travaux supplémentaires sur les autres espèces de *Ficus* restent à faire que ce soit en forêt sèche ou en forêt humide malgache.

Remerciements

Nous remercions la Direction Régionale des Forêts et le Directeur de la Réserve Spéciale d'Ankarana, Nicolas Salo, d'avoir autorisé l'échantillonnage pour cette étude. Nos vifs remerciements à Jörg Ganzhorn pour avoir apporté les commentaires instructifs à ce manuscrit. Ce travail, faisant partie de la thèse de Judith Vololona, a été financé par Leona B. & Harry B. Helmsley Charitable Trust et par Bob & Gail Loveman.

Références bibliographiques

- Andrianaivoarivelo, A. R., Petit, E. J., Razafindrakoto, N. & Racey, P. A. 2012. Alimentation et dispersion de graines chez *Rousettus madagascariensis* G. Grandidier 1928, dans le Nord-ouest de Madagascar. *Revue d'Ecologie*, 67: 179-191.
- Bardot-Vaucoulon, M. 1991. Analyse floristique et mise en évidence des groupes écologiques sur faciès karstique dans le massif de l'Ankarana (zone du lac vert). Mémoire de DEA, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
- Birkinshaw, C. 2001. Fruit characteristics of species dispersed by the black lemur (*Eulemur macaco*) in the Lokobe Forest, Madagascar. *Biotropica*, 33: 478-486.
- Bleher, B., Potgieter, C. J., Johnson, D. N. & Bohning-Gaese, K. 2003. The importance of figs for frugivores in a South African coastal forest. *Journal of Tropical Ecology*, 19: 375-386.
- Bond, W. J. 1994. Keystone species. In *Biodiversity and ecosystem function*, eds. E. D. Schulze & H. A. Mooney, pp. 237-253. Springer, Heidelberg.
- Dew, L. & Wright, P. 1998. Frugivory and seed dispersal by four species of primates in Madagascar's eastern rain forest. *Biotropica*, 30: 425-437.
- Gautier-Hion, A. & Michaloud, G. 1989. Are figs always keystone resources for tropical frugivorous vertebrates? A test in Gabon. *Ecology*, 70: 1826-1833.
- Goodman, S. M., Ganzhorn, J. U. & Wilmé, L. 1997. Observation at a *Ficus* tree in Malagasy humid forest. *Biotropica*, 29: 480-488.
- Goodman, S. M., Raherilalao, M. J. & Wohlhauser, S. 2018. *Les aires protégées terrestres de Madagascar: Leur histoire, description et biote*. Association Vahatra, Antananarivo.
- Kattan, G. H. & Valenzuela, L. A. 2013. Phenology, abundance and consumers of figs (*Ficus* spp.) in a tropical cloud forest: evaluation of a potential keystone resource. *Journal of Tropical Ecology*, 29: 401-407.

- Madagascar Catalogue. 2017.** Catalogue of the vascular plants of Madagascar. Missouri Botanical Garden, St. Louis and Antananarivo. Accessible à <http://www.efloras.org/madagascar>.
- Mills, L. S., Soulé, M. E & Doak, D. F. 1993.** The Keystone-species concept in ecology and conservation. *Bioscience*, 43: 219-224.
- Rafidison, V. M., Rabevohitra, R., Aumeeruddy-Thomas, Y., Hossaert-McKey, M., Rasplus, J.-Y. & Kjellberg, F. 2011.** Notes taxonomiques et identifications des *Ficus* malgaches. *Acta Botanica Gallica*, 158: 453-472.
- Raheriarisena, M. 2005.** Régime alimentaire de *Pteropus rufus* (Chiroptera: Pteropodidae) dans la région sub-aride du sud de Madagascar. *Revue d'Ecologie*, 60: 225-264.
- Ratrimomanarivo, F. H. 2007.** Etude du régime alimentaire d'*Eidolon dupreanum* (Chiroptera: Pteropodidae) dans la région anthropisée des Hautes Terres du centre de Madagascar. *Revue d'Ecologie*, 62: 229-244.
- Shanahan, M., So, S., Compton, S. & Corlett, R. 2001.** Fig-eating by vertebrate frugivores: A global review. *Biological Review*, 76: 529-572.
- Terborgh, J. 1986.** Keystone plant resources in the tropical forest. In *Conservation biology. The science of scarcity and diversity*, ed. M. Soulé, pp. 330-344. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Thomas, D. W. 1984.** Fruit intake and energy budgets of frugivorous bats. *Physiological Zoology*, 57: 457-467.
- Utzurum, R. C. B. 1984.** Fig fruit consumption and seed dispersal by frugivorous bats in the primary tropical rain forest of Lake Balinsasayao, Negros Oriental, Philippines. Ph.D. thesis, Silliman University, Dumaguete.
- Wendeln, M. C., Runkle, J. R. & Kalko, E. K. V. 2000.** Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. *Biotropica*, 32: 489-501.