

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. MIRA - Béjaïa
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences biologiques de l'environnement



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Science Biologique

Spécialité : Ecologie

Thème

Etude du rôle potentiel du macaque de Barbarie
(*Macaca sylvanus*) dans la dispersion des graines dans
le Parc National de Gouraya (Béjaïa, Algérie)

Présenté par :

Brahmi Bochera & Keddouh Nadjat

Soutenu le : 19/09/2021

Devant le jury:

RAHMANI A	MCB (Univ. Bejaia)	Présidente
IGUEROUADA M	Pr (Univ. Bejaia)	Encadreur
BELBACHIR F	MAA (Univ. Bejaia)	Examineur
BOUMENIR M	Doctorant (Univ. Liège. Belgique)	Invité
BOUTEKRABT R	Chef de secteur oriental au PNG	Invité

Année universitaire : 2020 / 2021

Remercîments

Notre profonde gratitude et remerciements à notre cher promoteur Mr **Iguerouada Mokran**, professeur à l'Université Abderrahmane MIRA Bejaia, d'avoir accepté de nous encadrer, de nous avoir initié à la recherche et de nous avoir guidé avec ses conseils précieux. Grace à son encadrement on a appris beaucoup de choses sur la recherche. D'ailleurs, on le remercie vivement de nous avoir prêté main forte à chaque fois que nous en avons eu besoin ainsi que pour ses encouragements.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à notre Co-promoteur Mr **Boumenir Mourad** doctorant à UNIV Liège en Belgique. Il a pris le rôle d'un prof, il nous a accompagné le long de ce travail aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire. On tient à le remercier pour sa disponibilité, ses encouragements et surtout ses conseils pour mener au bien ce travail.

On tient à remercier vivement les honorables membres de jury, M. **Belbachir Farid** d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail ; et Mme **Rahmani Amina** pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury, tous nos respect et nos sincères remerciements les plus distinguées.

Nous tenons à remercier également tout le personnel de laboratoire associé en écosystèmes marins et aquacole particulièrement l'ingénieur madame **Ahlem** qui nous a accompagnés durant cette étude. On tient également à remercier l'ensemble du personnels du **PNG** d'avoir accepté de réaliser notre stage et pour leurs accompagnements.

Nous remercions tous les **enseignants** de la faculté des sciences de la nature et de la vie et plus particulièrement ceux du département des sciences biologiques de l'environnement pour les enseignements reçus et le soutien durant notre cursus universitaire.

A toutes les personnes qui ont contribué, de prêt ou de loin, à l'élaboration de ce travail spécialement nos parents et nos amis.

Dédicaces

Je dédie ce présent travail

A mes chers **parents**, maman et papa de m'avoir donnés le courage dans les moments de peurs et les plus difficile, ainsi qu'à votre compréhension. J'aimerais vous remercier aussi car vous ma vais supporter quand je fuser du n'importe quoi. Ce travail n'aura jamais l'être sans vous. J'ai vu à quel point vous faites des efforts pour me rendre heureuse. Un grand merci pour votre amour et votre confiance.

A mes cher **frères** : Bachir, Aissa et Abd rahim d'être toujours présentent à mes côtés vous étiez mon soutien. Merci pour les aller retours que vous avez faits pour moi je me sens si précieuse à vos yeux.

A mon cher fiancé **Mourad**, a celui qui a toujours cru en moi, a celui qui me donne la force de continuer. Merci pour tes conseils, tes encouragements, ton amour, ton soutien et ton aide dans chaque petit pas. Tu m'as appris à se donner à fond dans mon travail et à être réaliste.

A mes **tantes** : Ghania, Khokha, Hacina et louiza. Pour leurs amours. D'avoir toujours pensé à moi et qui me disiez toujours arrêr d'étudier c'est trop. Je me sens toujours que je suis votre fille.

A celle qui ne perd jamais l'espoir ma chère sœur **Hayet**. Tu m'as appris beaucoup de chose sur la réussite et sur la vie. Je me souviens de tes premiers mots quand je suis entrée à l'université, j'oublierai jamais tes conseilles et ta lettre. Merci de m'avoir toujours encouragé de m'avoir donné la force tu m'as appris que rien n'est impossible dans la vie. T'es unique pour moi.

A mes cher **amies** ; Imen, Nesrine et Sara pour leurs soutiens et leurs présence.

A mes cher cousin et cousines, Amina, Amel, Tiziri, Dalal, Ikram, Meriem, Yacine, Athman, Abd raouf, islam ainsi que notre futur bébé.

A ma binome **Nadjet** pour sa présence, de m'avoir toujours donné la force pour qu'on réalise ce travail ensemble.

A notre encadreur monsieur **Igerouada-moukran** ainsi que notre Co encadreur monsieur **Boumenir mourad** de nous avoir encadré, guidés et appris à être de bon chercheur.

 A mes collègues de la section écologie 

A notre adorable troupe de **macaques de Barbarie**  de Cap carbon. « Chita , Fer3eoun, Boumala, Cléo, Fetliwa, Maigra, Sina». Car sans eux rien de cela n'aura lieu.

Bouchra

Dédicaces

Je dédie ce présent travail

A ma chère, ma perle mère, quoi que je dis, quoi que je fasse je n'arriverai pas à te remercier comme il se doit. Ta présence, ton encouragement, tes sacrifices ainsi ton adorable sourire qui me rend la vie aussi belle. Ton bienveillance me guide et ta présence physique et moral ont toujours été ma source de force et d'ambition pour affronter les différents obstacles, mon rêve d'être entre tes bras le jour de ma soutenance, et pour de bout pour voir ma réussite maman ma rose des jardins, mais tout ça est fini par un malheur qui me déchire chaque seconde dans la vie, tu n'es plus là Yemma, Ton Sourire, Mon Avenir. A mon cher père qui ma donner la chance et la confiance dans le but de continuer mes études malgré toutes ces inquiétudes au début de mon parcours universitaire.

A mes chers **Frères** Djamel, Atman, Rabah, Hakim, Mourad et A mes chères **Sœurs** Fatiha, Hayet et Rachida et **Belles sœurs** Mazouza, Katrien, Imen qui étaient toujours à mes côtés.

A mes chers adorables **neveux** Hakim, Amine, Amine, Islam, mon amour Rayen et mes petits Ayoub et Adam. Mes **nièces** Lydia, Wissam, Leila, Yasmine, Shaima.

A tous mes amis Lydia, wissam, Nacima, Sara, Milla, Adada, Mouna, Linda, Ferial, Sofia, Roza, Salema, Farida, Chahinez, Cylia, Assia, Hanan, Ahlem, Amira, Karima, kahina, Lea, Amine, Sofiane, Yacine, Hanan qui ont été toujours à mes côtés.

A ma main droite et le précieux être humain qui m'allume toujours mes sombres **Abdennour** avec ces encouragements, il avait souvent la foi dans ma réussite.

A ma binôme Bouchra pour sa patience ainsi que sa motivation tout le long de cette étude, A notre cher promoteur monsieur **Iguerouada Mokran** d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir guidé dans chaque étape. A notre Co promoteur **Boumenir Mourad** pour son bienveillance et son soutien et promulgué de rigoureux conseils tout le long de notre travail.

A notre adorable troupe de **macaques de Barbarie**  de Cap carbon. « Chita , Fer3eoun, Boumala, Cléo, Maigra, Sina». Car sans eux rien de cela n'aura lieu.



A tous mes collègues de la promotion master II écologie



Nadjet

Table des matières

Liste des figures.....	III
Liste des tableaux.....	V
Liste des annexes.....	VI
Liste des abréviations.....	VII
Introduction.....	1
Chapitre I : synthèse bibliographique	
Section 1 : Généralités sur le macaque de Barbarie (<i>Macaca sylvanus</i>).....	4
1.1 Classification de l'espèce :	4
1.2 La Répartition géographique de l'espèce :.....	4
1.2.1 Répartition au Maroc :.....	5
1.2.3 Répartition en Algérie :	5
1.2 Statut juridique de l'espèce :	6
1.4 Écologie de l'espèce :.....	6
A. Habitat :	6
B. Reproduction :	6
c. Le régime alimentaire :.....	7
1.5 L'impact anthropique sur le macaque de Barbarie :.....	8
Section 2 : Généralités sur les graines et le processus de germination.	9
2.1 Présentation du fruit :	9
2.1.1 Les différentes catégories de fruits :.....	9
2.2 Les constituants de la graine :	10
2.3 La germination :	11
2.3.1. Définition :	11
2.4. Les conditions nécessaires au processus de germination :.....	12
2.4.1 Les conditions externes :	13
2.4.2 Les conditions internes :.....	13
2.5. La dormance des graines :.....	13
2.6. Teste de viabilité :.....	14
2.6.1 Test d'incision (cut test):.....	14
2.6.2 Tetraziluim test :	14
Section 3 : la dispersion des graines	15
3.1. Définition de la dispersion des graines :	15

3.2. Les modes de dispersion des graines :	15
3.3. Les primates et la dispersion des graines :	16
3.3.1. L'importance des primates dans la dispersion des graines :	16
3.3.2. Méthodes d'étude de la dispersion des graines chez les primates :	17
3.3.3. Particularités du genre « <i>Macaca</i> »	19
3.4. L'impact de l'approvisionnement alimentaire sur la dispersion des graines par les primates :	19
3. 5. Les primates et la prédation des graines :	20

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude :	21
II.2. Matériel utilisé :	21
II.2.1. Matériel utilisé au terrain :	21
II.2.2. Matériel utilisé au laboratoire :	23
II.2.3. Les groupes étudiés :	24
II.3. Méthodes :	25
II.3.1. Identification des individus :	25
II.3.2. Etude du comportement :	26
II. 3.3. Collecte des matières fécales :	29
II.3.4. Analyse des matières fécales :	29
- Extraction des graines à partir des matières fécales :	29
- Manipulation des graines :	29
- La germination des graines :	30
II.3.6 Analyse des données :	31

Chapitre III : Résultats

III.1. Etude du comportement :	33
III.2. Analyse des matières fécales :	36
III.3. Test de germination :	41

Chapitre IV : Discussions

IV. 1. Etude du comportement et analyse des matières fécales :	43
IV.2. Test de germination :	47
Conclusion et Perspectives	50

Liste des figures

Figure 1 : Photographie d'un mâle adulte (Fetliwa) de macaques de Barbarie (<i>Macaca sylvanus</i>).....	4
Figure 2 : Principales zones de distribution du macaque de Barbarie en Algérie et au Maroc.	5
Figure 3 : Illustration des fruits de quelques espèces appartenant aux trois catégories de fruits.....	10
Figure 4 : Les différents constituants du fruit et de la graine.....	11
Figure 5 : Courbe théorique des différentes phases de germination d'une graine.....	12
Figure 6 : Localisation des groupes étudiés dans le Parc National de Gouraya.....	22
Figure 7 : Matériel utilisés sur le terrain.....	23
Figure 8 : Matériel utilisés pour l'analyse des matières fécales et la germination.....	24
Figure 9 : Image représentatifs des caractéristiques morphologiques pour l'identification des individus (sur la photo, Fetliwa : mal adult du groupe de cap carbon).....	25
Figure 10 : Les différentes catégories de graines de cactus « <i>Opuntia stricta</i> » utilisées pour la réalisation du test de germination. A : graine déféqués récupérées des matières fécales sèches. B : graines récupérées des matières fécales fraîches. C : graines contrôle sans pulpe. D : graines contrôle avec pulpe.....	31
Figure 11 : Schéma explicatif des différents étapes de traitement de matière fécale jusqu'à la mise en germination des graines de cactus « <i>Opuntia stricta</i> »	31
Figure 12 : Diagramme en bâton représentant le nombre d'espèces de graines crachées, avalées, laissées tombées et détruites par les macaques de Barbarie durant le suivie du comportement.....	33
Figure 13 : Consommation des graines de caroubier par le macaque de Barbarie.....	35
Figure 14 : Destruction des graines d'olivier par le macaque de Barbarie.....	35
Figure 15 : Consommation des glandes de chêne kermès (<i>Quercus coccifera</i>) Par un juvénile demagot	35
Figure 16 : Les graines de cactus et de Nerprun alaterne intactes trouvées dans les matières fécales du magot.....	38
Figure 17 : Graines des espèces non identifiées (grossissement W10X/20).....	37
Figure 18 : Débris d'olivier trouver dans les matières fécales.....	38
Figure 19 : Parties de fourmis (grossissement W10X/20).....	38
Figure 20 : Débris d'aluminium (grossissement W10X/20).....	38

Figure 21 : Diagramme en baton représentant le Pourcentage des graines intactes pour chaque espèce trouvée dans les matières fécales	40
Figure 22 : Courbe représentative l'évolution du nombre de graines de cactus dans les matières fécales suivant la date de collecte.....	40
Figure 23 : Courbe du Suivi temporel du pourcentage de germination des graines du cactus « Opuntia stricta » de différentes catégories (graines de matières fécales sèches « G MF SECHE », graines de matières fécales fraîches « G MF FRAICHE », graines de références avec pulpe « G REF AVEC PULP » et graines de référence sans pulpe « G REF SANS PULP »).....	42
Figure 24 : Les différentes phases de germination des graines de cactus.....	42

Liste des tableaux

Tableau I : Les différentes phases de germination.....	12
Tableau II : Le déclin de la population du macaque de Barbarie du groupe de cap carbon (2008,2020, 2021).	24
Tableau III : Caractéristiques des classes d'âge et de sexe (Ménard, 1985).....	25
Tableau IV : Ethogramme suivie lors de l'étude éthologique.....	27
Tableau V : Tableau détaillant les méthodes de manipulation (handling methods) des graines de chaque espèce à fruit consommée par le macaque de Barbarie.....	344
Tableau VI : Liste des espèces de graines retrouvées dans les matières fécales (n= 69) du magot au niveau du parc national de Gouraya.	39

Liste des annexes

Annexe 1 : Le cycle de dispersion des graines.

Annexe 2 : Synthèse des méthodes de manipulation des graines par les primates.

Annexe 3 : Les étapes de récupération de graines de contrôle de l'espèce « *Opuntia stricta* » jusqu'à la germination.

Liste des abréviations

CITES : Convention sur le Commerce International des Espèces de faune et de flore Sauvage menacées d'Extinction.

G MF FRAICHE : graines de matières fécales Fraîche.

G MF SECHE : graines de matières fécales sèches

G REF AVEC PULP : graines de références avec pulpe

G REF SANS PULP : graines de référence sans pulpe

SDD : distance de dispersion des graines (seed dispersal distance).

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

Introduction





La dispersion des graines est un processus clé pour le maintien des écosystèmes (Andresen *et al.*, 2018). Ce processus permet aux différentes espèces de propager les graines de leurs habitats primaires vers de nouveaux territoires plus au moins éloignés de la plante mère. Un tel éloignement permet aux graines d'échapper aux prédateurs et aux pathogènes, d'atteindre de nouveaux habitats potentiellement propices à leurs développements, de réduire la compétition entre individus et enfin, de propager leurs gènes sur une longue distance favorisant ainsi le brassage génétique entre populations (Albert *et al.*, 2013; Traveset & Rodríguez-pérez, 2018).

Etant des êtres vivants immobiles, les plantes font recours à plusieurs méthodes pour disperser leurs graines. Les méthodes les plus utilisées sont l'anémochorie (dispersion par le vent), l'hydrochorie (dispersion par l'eau), l'autochorie (auto-dispersion par explosion), et enfin, la zoochorie qui désigne la dispersion par les animaux. Cette dernière représente la méthode majeure de dispersion des graines, et donc, la plus importante dans le rétablissement des écosystèmes. Parmi les animaux disperseurs, les mammifères et les oiseaux sont les groupes de vertébrés les plus impliqués dans ce type de dispersion (Vittoz & Engler, 2007; Stoner & Henry, 2009).

Depuis les années 1980, des études sur le rôle des primates dans la dispersion des graines ont été menées en Afrique, en Amérique du sud et en Amérique centrale ainsi qu'en Asie. Ces études montrent le rôle indispensable de ces mammifères dans la dispersion des graines (Tsuji & Su, 2018). En effet, ces études révèlent que les primates sont impliqués dans la dissémination des graines de différentes espèces de plantes en particulier les graines de grandes tailles qui ne peuvent pas être dispersées par les petits animaux (Chaves *et al.*, 2018). Cette dissémination est réalisée via différentes méthodes de manipulation, soit en avalant les graines qui seront par la suite déféquées intactes, soit en les crachant ou en les laissant tomber (Corlett & Lucas, 1990). Cette manipulation des graines peut influencer leur germination de différentes manières. Premièrement, le passage des graines avalées dans le tractus gastro-intestinal peut avoir un effet positif, négatif ou neutre sur le pouvoir germinatif des graines (Traveset, 1998). L'effet positif du passage gastro-intestinal est due principalement à la séparation des graines de leurs pulpes et à la scarification mécanique et /ou chimique de l'enveloppe des graines (Albert *et al.*,



2013). Deuxièmement, les matières fécales peuvent également influencer la germination. Soit en favorisant ou en empêchant le développement des semences (Meyer et Witmet 1998 ; Traveset *et al.* 2001). Finalement, le crachement et le laissé tomber des graines favorisent aussi la germination grâce à l'élimination de la pulpe qui a un effet inhibiteur sur la germination. Par ailleurs, des études ont démontrées que les primates peuvent également détruire les graines qu'ils manipulent en les mastiquant ou en consommant des fruits immatures (Sengupta *et al.*, 2014).

Ne faisant pas exception, plusieurs espèces de macaques s'avèrent être de bons disperseurs de graines (Tsuji & Su, 2018). En effet, des études menées exclusivement en Asie montrent l'importance des espèces du genre « *Macaca* » en tant qu'agent de dispersion de graines dans les régions tropicales et tempérées (Albert *et al.*, 2013; Richard T. Corlett, 2017; Tsuji & Su, 2018; Sengupta *et al.*, 2020). La consommation d'une grande quantité de fruits et de graines, le déplacement journalier sur de longues distances et la semi-terrestrialité sont les particularités qui fond de ces primates, appartenant à la sous famille des cercopithecinae, les principaux disperseurs de graines dans ce continent (review in Tsuji & Su, 2018).

Le macaque de Barbarie, *Macaca sylvanus*, est le seul primate présent au nord d'Afrique. Il est également l'unique représentant du genre « *Macaca* » vivant en dors du continent asiatique (Taub, 1977; J. E. Fa, 1984; Modolo *et al.*, 2005). Cette espèce, en danger d'extinction (Wallis *et al.*, 2020), est actuellement présente que dans quelques aires en Algérie et au Maroc ainsi qu'à Gibraltar en semi captivité (Taub, 1977 ; Modolo *et al.*, 2005). L'espèce colonise différents types d'habitats tels que les maquis, les forêts mixtes de chêne (chêne afâres, chêne vert, chêne liège) et les forêts du cèdre (Fa *et al.*, 1984). A l'instar des autres espèces de macaques, le Magot est connu pour la consommation de graines et de fruits (Ménéard & Vallet, 1986 ; El Alami *et al.*, 2012 ; Maibeche *et al.*, 2015). Il est également connu pour être une espèce semi-terrestre avec un taux de terrestrialité qui varie entre 30 et 100 % suivant les saisons (Ménéard & Vallet, 1986). Enfin, les troupes de Magot occupent des domaines vitaux très larges et peuvent se déplacer sur de longue distance durant une même journée. Dans l'ensemble, ces caractéristiques, communes aux espèces du genre *Macaca*, pourraient faire des macaques de Barbarie de bons disperseurs de graines (Sengupta *et al.*, 2020). Cependant et à notre

Introduction



connaissance, aucune étude n'a investiguée le rôle potentiel de *M.sylvanus* dans la dissémination des graines.

Au regard des lacunes de connaissances citées précédemment, le présent travail vise à étudier pour la première fois le rôle potentiel du macaque de Barbarie dans la dispersion des graines. Plus précisément, nous avons tenté de répondre aux questions suivantes : (i) Quel est le nombre d'espèces de plantes manipulées et/ ou dispersées par les macaques de Barbarie ? (ii) Comment les différentes graines sont-elles manipulées ? (iii) Quel est l'effet du passage des graines dans le tractus gastro intestinal et des matières fécales sur leur succès germinatif ?

Dans cette étude nous n'avons étudié que deux groupes de Magot vivant dans le **Parc National du Gouraya** et sur une période de deux mois.

Ce modeste document est divisé en trois chapitres. Nous présenterons dans le premier chapitre une synthèse bibliographique. Le deuxième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisées durant notre étude. Le chapitre vise à présenter les résultats et la discussion est présentée dans le quatrième chapitre. Enfin, on terminera par une conclusion succincte et des perspectives.

Chapitre I

Synthèse Bibliographiques



Section 1 : Généralités sur le macaque de Barbarie (*Macaca sylvanus*)

1.1 Classification de l'espèce :

La classification systématique et génétique du macaque de Barbarie (Wilson *et al.*, 2000). (Figure 1).

Règne : Animal.

Embranchement : Cordés.

Sous-embranchement : Vertébrés.

Classe : Mammifères.

Sous classe : Theria.

Ordre : primates.

Famille : Cercopithecidae.

Sous famille : Cercopithecinae.

Genre : *Macaca* Lapepède.

Espèce : *Macaca sylvanus*.



Figure 1 : Photographie d'un mâle adulte (Fetliwa) de macaques de Barbarie (*Macaca sylvanus*).

1.2 La Répartition géographique de l'espèce :

Les plus anciennes preuves de la présence du macaque de Barbarie en Europe et au nord d'Afrique datent du pléistocène. Actuellement et depuis les années 1920, la répartition de cette espèce relique en milieu sauvage est limitée à quelques fragments au Maroc et en Algérie (Taub, 1977). Une population introduite et vivant en semi captivité est également présente à Gibraltar (Modolo *et al.*, 2005).

1.2.1 Répartition au Maroc :

La population marocaine représente environ 77 pourcent de la population totale de macaques de Barbarie. Les montagnes du moyen Atlas abritent la majeure partie de la population marocaine du Magot (environ 65%) (Taub, 1977).

1.2.3 Répartition en Algérie :

Vingt-trois pourcent de l'ensemble de la population du Magot est présente en nord de l'Algérie. Cette population algérienne est actuellement sous-étudiée et, par conséquent, partiellement connue. Cependant, des groupes de macaques de Barbarie ont été signalés dans les sites suivants : les gorges de Chiffa au sud de Blida, grande Kabylie (Djurdjura et akefadou et ses environs) et la petite Kabylie (au parc national de Gouraya, kherrata, djebel babor et à Jijel) (Taub, 1977). (Figure2).

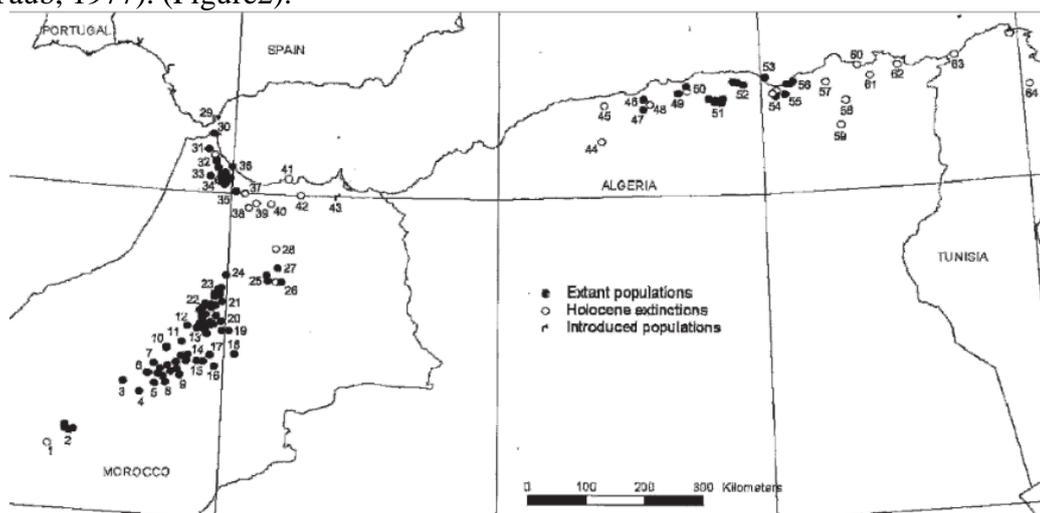


Figure 2 : Principales zones de distribution du macaque de barbarie en Algérie et au Maroc (Fooden, 2007).

1.2 Statut juridique de l'espèce :

Le macaque de Barbarie est classé comme une espèce en danger par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) (Wallis *et al.*, 2020). L'espèce a également été introduite dans l'Annexe I de la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore Sauvage menacées d'extinction (CITES). Les espèces inscrites à l'Annexe I sont les plus menacées de toutes les espèces animales et végétales couvertes par la CITES. Etant menacées d'extinction, la CITES en interdit le commerce international de leurs spécimens sauf lorsque l'importation n'est pas faite à des fins commerciales (CITES, 2016). Ces statuts de protection ont été attribués à *M.sylvanus* en raison de la diminution de plus de 50 % de ses effectifs au cours des trois dernières générations (Ciani *et al.*, 2005; Van Lavieren & Wich, 2010).

En Algérie le macaque de Barbarie est protégé en vertu du décret exécutif n° 12-235 de 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées. Cette loi protège l'espèce des captures, du braconnage, du l'empoisonnement, ainsi que la vente (JORADP, 2012)

1.4 Écologie de l'espèce :

A. Habitat :

Les macaques de Barbarie colonisent différents types d'habitats comme les maquis, les crêtes montagneuses (rocheuses), les forêts mixtes de chêne à feuilles caduques et à feuilles persistantes (chêne afâres, chêne vert, chêne liège) et les forêts du cèdres (Fa *et al.*, 1984). La présence de l'espèce en forte densité dans les forêts de cèdres au Maroc et dans les forêts mixtes de chêne en Algérie est un indicateur d'une préférence de ces types d'habitats par l'espèce (Taub, 1977).

B. Reproduction :

Les macaques de Barbarie vivent dans des groupes multimâles- multifemelles. La maturité sexuelle est atteinte chez les mâles entre 5 et 6 ans et chez les femelles à 4 ans et demi (Roberts, 1978). Le système d'appariement est polygame, un individu adulte peut s'accoupler avec plusieurs partenaires sexuels au cours d'une même saison de reproduction

(Morales & Melnick, 1998 ; Fooden, 2007). La saison de reproduction chez cette espèce varie d'une région à une autre. Cette saisonnalité est intimement liée aux variations saisonnières des précipitations, de la température, de la disponibilité des aliments et de la photopériode (Roberts, 1978). Les résultats de MacRoberts & MacRoberts, (1966) et Ménard *et al.*, (1985) indiquent que les accouplements chez le macaque de Barbarie surviennent quand les températures quotidiennes et la durée du jour diminuent. La durée de gestation varie entre 5 à 6 mois (MacRoberts & MacRoberts, 1966).

c. Le régime alimentaire :

Le macaque de Barbarie est considéré comme une espèce omnivore. Il se nourrit principalement de végétaux (feuilles, fleurs, fruit, graines, écorce, racine), de lichens, de champignons et de proies animales comme les chenilles, les insectes et les araignées. Son régime varie selon les classes d'âge, la saison ainsi que le type d'habitat (Ménard and Vallet, 1986).

Par exemple, la troupe de Tigounatine vivant en forêt sempervirente s'alimente de 126 espèces de végétaux. Dans cet habitat, *M.sylvanus* est essentiellement folivore-granivore. Cette troupe de macaques de Barbarie exploite le fruit de seulement 16 espèces (4 % du temps total d'alimentation) et les graines de 24 espèces (26.7 % du temps total d'alimentation). Ces dernières sont essentiellement des glands de chêne vert et des graines d'asphodèle (Ménard and Vallet, 1986).

En chênaie décidue le Magot est principalement granivore-folivore. Dans cet habitat, le Magot consomme 73 espèces végétales dont 2 espèces de fruits et 10 espèces de plantes à graines. Le régime alimentaire est dominé en été et en automne par la consommation de glands de chêne, de carex et d'asphodèle (Ménard, 1985).

Au niveau du cap Carbon (Parc National du Gouraya), le régime alimentaire du magot est composé essentiellement de végétaux (79 % du temps d'alimentation). Les parties les plus exploitées sont les graines (28 %), les feuilles (26%), les fruits (17%) et enfin, les fleurs (6 %). Parmi les 64 espèces végétales consommées, on retrouve 14 espèces de plantes à fruits et

seulement 4 espèces de plantes à graines. Le taux de consommation des graines et des fruits varie en fonction des mois. La phase granivore est observée en été et en début d'automne. Cette période est caractérisée par la consommation des graines du pin d'Alep, de chêne kermès, et du caroubier. Les taux les plus élevés de consommation de ces graines ont été enregistrés en septembre et octobre (48 % et 45,5 %). Une phase frugivore a été observée en automne suite à l'observation d'un taux élevé de consommation de fruits (principalement des fruits de l'olivier et du *Phillyrea angustifolia*) (Maibeche *et al.*, 2015).

1.5 L'impact anthropique sur le macaque de Barbarie :

A l'instar de la majorité des espèces de primates, le macaque de Barbarie subit une forte pression anthropique conduisant au déclin de ses populations sauvages (Ciani *et al.*, 2005; Van Lavieren & Wich, 2010). Les principales menaces anthropiques qui pèsent sur cette espèce de primate sont : le surpâturage, la perte et la dégradation de l'habitat, le braconnage et le commerce illégal, l'activité touristique et enfin, le conflit homme-macaque.

Le surpâturage, influence négativement d'une manière direct et indirecte l'écologie du macaque de Barbarie à travers quatre facteurs écologiques : l'augmentation de la compétition alimentaire inter-espèces, la réduction de la disponibilité des ressources alimentaire (Une diminution considérablement des ressources dans les zones où la pression du pâturage est élevée), la dégradation de l'habitat et enfin, l'augmentation de la prédation (Camperio ciani *et al.*, 2001; Mehlman, 1989 ; Ménard *et al.*, 2014).

Fragmentation d'habitat, du macaque de Barbarie est également liée aux activités humaines. Cette fragmentation induit une réduction de la surface de son habitat, un isolement de ses populations, une réduction de la densité des populations et enfin, une perte de la connectivité fonctionnelle entre les parcelles (Ménard *et al.*, 2014).

Le braconnage et le commerce illégal, sont parmi les causes majeures du déclin des populations de macaques de Barbarie. En effet, une étude a révélé qu'environ 300 individus du macaque sont acheminés illégalement en Europe chaque année pour différents usages. L'espèce

est utilisée comme animal de compagnie, pour l'organisation des combats et aussi pour le commerce de drogue (Van Lavieren, 2004).

Activité touristique, de nombreuses études ont démontrées que le tourisme induit une augmentation significative de la taille corporelle et du risque de transmission de maladies, une mauvaise qualité de la fourrure, un taux élevé d'alopécies, une augmentation des niveau du stress et enfin, une augmentation de la charge parasitaire chez les macaques de Barbarie (Fuentes, 2006; Borg *et al.*, 2014; Maréchal *et al.*, 2016; Carne *et al.*, 2017). D'autre part, le budget d'activité des macaques de Barbarie est également affecté par la présence des touristes et l'approvisionnement alimentaire qui en découle (Helen & John, 1993 ; El Alami *et al.*, 2012). Enfin, l'habitué des macaques à la présence humaine favorise le braconnage (Van Lavieren *et al.*, 2016).

Section 2 : Généralités sur les graines et le processus de germination.

2.1 Présentation du fruit :

Fruit ou péricarpe, caractérisant les Angiospermes, correspond à la transformation des parois de l'ovaire après fécondation. D'un point de vu anatomique, le fruit est constitué de trois parties : l'épicarpe (qui dérive de l'épiderme externe de l'ovaire), mésocarpe (constitué par le parenchyme médian) et enfin, l'endocarpe (qui correspond à l'épiderme interne de l'ovaire) (Garrone, 2009).

2.1.1 Les différentes catégories de fruits :

Selon le nombre et la soudure éventuelle des carpelles, la nature du fruit (sec ou charnu), on distingue trois types de fruits (Figure 3) :

-Les fruits secs peuvent être déhiscents (exemple gousse) ou indéhiscents (exemple samare).

- **Les fruits charnus** peuvent être des baies (fruits à pépins) où le péricarpe est entièrement charnu (exemple tomate), ou des drupes (fruit à noyau) où l'épicarpe et le mésocarpe sont charnus mais l'endocarpe est lignifié pour former un noyau (exemple cerise).

- **Les fruits complexes** ou faux fruits intègrent d'autres parties de la fleur autre que le carpelle (exemple fraise) (Garrone, 2009).

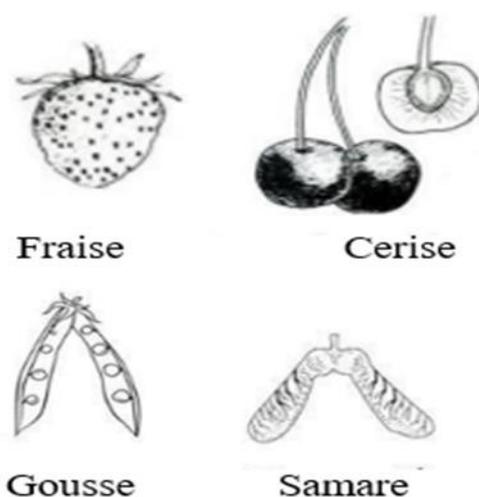


Figure 3 : illustration des fruits de quelques espèces appartenant aux trois catégories de fruits (Anonyme 2020).

2.2 Les constituants de la graine :

La graine est l'organe résultant de la double fécondation de l'ovule. Elle est constituée de 3 parties (Figure 4):

- **Le tégument** désigne un tissu différencié jouant le rôle d'une enveloppe qui entoure les diverses parties de la graine.

- **L'albumen** est l'organe de réserve de la graine. Il est constitué essentiellement d'un tissu de réserves nutritives.

- **L'embryon** est la partie la plus jeune de la graine. C'est un organisme en développement dès les premières divisions cellulaires jusqu'au stade de formation des différentes parties d'une plante (Anonyme, 2020).

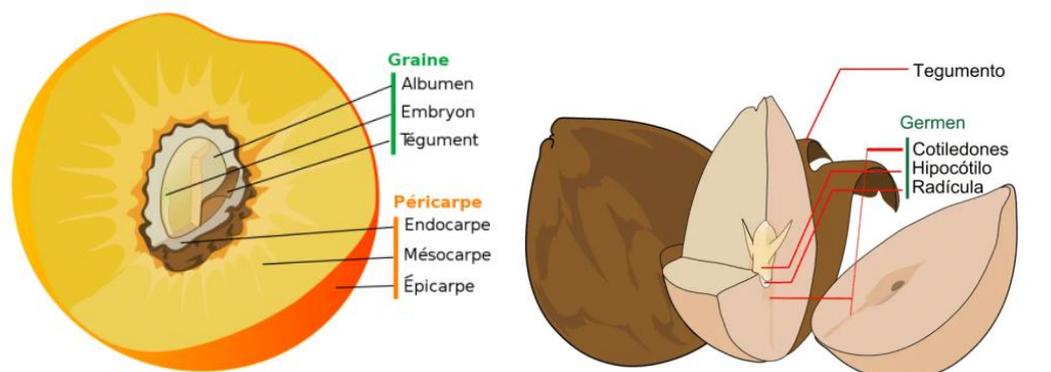


Figure 4 : Les différents constituants du fruit et de la graine (Rambourg, 2018).

2.3 La germination :

2.3.1. Définition :

C'est un processus de développement physiologique de la plante. Elle commence par la vie latente de la graine en développant son embryon jusqu'à la vie active en donnant naissance à une nouvelle plante de la même espèce sous l'effet de certains facteurs favorables (Côme, 1970). La germination commence par l'absorption de l'eau par la graine sèche quiescente et se termine par l'élongation de l'axe embryonnaire (Bewley et Black, 1994). Cette définition, adoptée par les physiologistes, est validée par des mesures d'imbibition et d'activité respiratoire effectuées sur des semences en cours de germination. (Figure 5) (Côme, 1970).

2.3.2. Les différentes phases de germination :

Les trois principales phases de germination sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau I : les différentes phases de germination.

Phases	Particularités
Imbibition (I)	Un mouvement passif et rapide de l'eau, par capillarité vers les enveloppes (Chaussat et Deunff., 1975).
germination au sens strict (II)	Selon Belaidi (2019), la présence de l'eau et de l'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques. C'est une phase très importante car elle conditionne la croissance ultérieure (Côme, 1982).
Croissance post-germinative (III)	Caractérisée par une entrée d'eau et une augmentation de la respiration (Anzala, 2006).

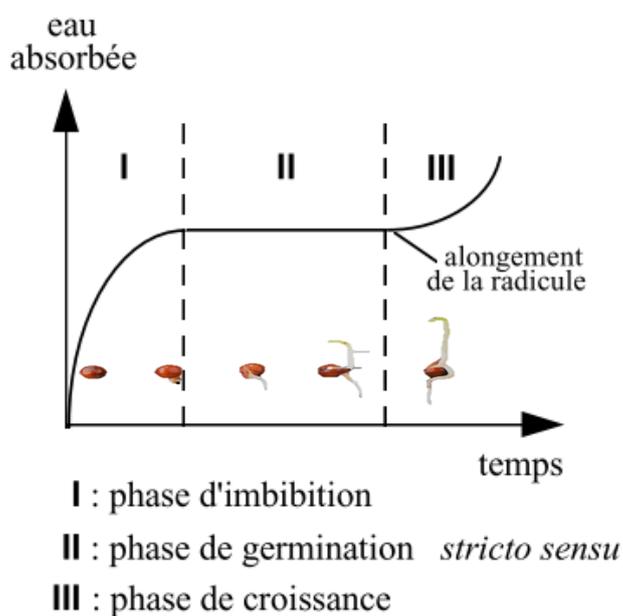


Figure 5 : Courbe théorique des différentes phases de germination d'une graine (Come ,1982).

2.4. Les conditions nécessaires au processus de germination :

Au long de la vie d'une graine, un ensemble de facteurs interviennent lors de la germination. Ces facteurs exercent une influence sur le comportement de la graine durant les activités germinatives (Crosaz, 1995).

2.4.1 Les conditions externes :

A. L'eau : D'après Binet et Brunel (1968), le besoin en eau augmente avec la température. En effet, il est nécessaire à l'hydratation de la graine et à la reprise des activités métaboliques, ainsi que l'O₂ indispensable à la respiration. Par ailleurs l'excès en eau empêche la germination "asphyxie" (Mazliak, 1982).

B. La température :

Elle a un effet direct sur la germination, elle est responsable du mécanisme d'augmentation des réactions biochimiques (Mazliak, 1982). Elle a également un effet indirect via la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (la température augmente la solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue). En outre, les températures élevées peuvent provoquer une dormance embryonnaire (Croza 1995 ; Chaussat *et al.*, 1975).

C. La lumière : Selon Heller (1990) 70% des graines présentes dans la nature présentent une photosensibilité positive (leur germination nécessite la lumière), 25% présentent une photosensibilité négative (germent qu'à l'obscurité) tandis que les 5% restantes sont indifférentes à ce paramètre. (Anzala, 2006).

2.4.2 Les conditions internes : Ces conditions sont définies par l'environnement interne de la graine.

A. La maturité : D'après Heller (1990), les graines doivent être mures pour germer et toutes les parties constitutives doivent être complètement différenciées morphologiquement.

B. La longévité : C'est la durée de vie de chaque graine. Durant cette période, les graines gardent leur pouvoir germinatif. La longévité varie selon les espèces et dépend des conditions de conservation (humidité et température) (Heller, 1990).

2.5. La dormance des graines :

Malgré les nombreuses études réalisées sur la dormance, il n'existe pas une définition univoque du phénomène. Ceci est peut-être due au fait que ce phénomène se manifeste et se

rompt de différentes manières chez différentes espèces (Bewley et Black, 1983 ; Vleeshouwers *et al.*, 1995 ; Lange, 1996). Ainsi, la dormance peut être considérée comme l'incapacité d'une graine viable et intacte à achever sa germination dans des conditions favorables. Cette incapacité peut être liée à une dormance renforcée où les graines ne peuvent pas achever leur germination car l'embryon est contraint par les structures qui l'entourent ou bien à une dormance embryonnaire où les embryons eux-mêmes sont dormants (Bewley 1997).

2.6. Teste de viabilité :

Il existe de nombreuses méthodes permettant de tester la viabilité des graines. Les plus utilisées sont :

2.6.1 Test d'incision (cut test):

C'est la méthode la plus simple où la viabilité des graines est examinée visuellement sous une loupe, en ouvrant chaque semence à l'aide d'un scalpel pour faire apparaître les différents tissus de la graine. En outre, l'observation d'un endosperme fermé, intacte et de couleur blanche claire indique que cette graine est viable (Albert *et al.* 2013 ; Capece *et al.* 2013).

2.6.2 Tetrazilium test :

Cette méthode consiste à utiliser une solution de chlorure de triphényl tétrazolium (TTC) à 2%. Les étapes à suivre pour la réalisation de ce test sont les suivantes : (Zanette *et al.*, 2020)

- Tremper les graines non germées dans l'eau pendant une nuit, puis faire apparaître les tissus germinatifs dont le tégument.
- Réalisation d'une phase d'humidification en mettant les graines entre deux feuilles de papier mouillé pendant 24 h et 35 °C dans l'obscurité.
- Ajout de la solution de TTC dans les mêmes conditions que la phase précédente.
- L'apparition d'une couleur rouge ou violet signifie que les graines sont viables.

Section 3 : la dispersion des graines.

3.1. Définition de la dispersion des graines :

La dispersion des graines est une étape importante dans le cycle de vie des espèces végétales. Grâce à cette dispersion, les différentes espèces de plantes parviennent à coloniser de nouveaux territoires plus au moins éloignés de la plante mère. De cette manière les plantes arrivent à propager leurs gènes sur une longue distance, d'éviter la compétition intra-spécifique (entre les graines de la même espèce) et de réduire la pression liée à la prédation et/ ou aux agents pathogène. Enfin, les nouveaux milieux, qui pourraient être plus appropriés, peuvent augmenter les chances de germination des graines disséminées (Traveset & Rodríguez-pérez, 2018).

L'hypothèse de Janzen-Connell indique que la probabilité de survie des graines et des plantules est maximale quand elles sont à une distance moyenne de la plante mère. Par contre la compétition est maximale quand la densité des graines de la même espèce est élevée (review in Traveset & Rodríguez-pérez, 2018).

3.2. Les modes de dispersion des graines :

Les graines peuvent être disséminées par le biais de nombreux agents de dispersion. Ces agents sont soit abiotiques (l'eau et le vent) ou biotiques (mammifères, oiseaux, les reptiles, les poissons et les insectes) (Schowalter, 2016). Parmi les modes de dispersion on trouve :

A.L'Autochorie : C'est le mode de dispersion qui est effectué sans l'aide des vecteurs externe par l'auto explosion de la plante (Vittoz & Engler, 2007).

B.L'anémochorie : C'est la dispersion des graines par le vent. Ce mode de dispersion est rendu possible grâce à la présence de certains organes spécifique dans la graine tels que les ailes membraneuses ou les poils au tour de la graine, qui augmentent le potentiel de dispersion (Poschlod et al., 2003; Vittoz & Engler, 2007).

C.L'hydrochorie : De nombreuses graines sont capables de flotter sur l'eau. Cette caractéristique leur permet de se déplacer sur l'eau et sur de longues distances, notamment au temps de pluie. Ainsi, l'eau est considérée comme un très bon agent de dispersion des graines (Vittoz & Engler, 2007).

D.La zoochorie : Les animaux sont des disperseurs de graines efficaces. Ces agents de dispersion disséminent les graines par trois modes : l'épichorie, l'endozoochorie et la synzoochorie. L'**épichorie** est un mode involontaire de dispersion des graines par les animaux. Il se produit quand les graines s'accrochent sur le corps de ces animaux (fourrure, pelage, plumes...). L'**endozoochorie** est, quant à elle, un mode de dispersion volontaire. Elle a lieu lorsque les animaux s'alimentent de fruits ou de graines et que ces dernières arrivent à franchir le tractus gastro-intestinal sans dommages (Vittoz & Engler, 2007). Ce passage permet l'élimination de la pulpe du fruit entourant la graine et éventuellement, la scarification (endommagement du tégument) de cette dernière. Par conséquent, les chances de germination des semences augmentent. D'autre part, les graines déféquées présentes dans les fèces sont entourées de différents résidus consommés par l'animal. Ces matières fécales pourraient avoir un effet favorisant la germination ou, *in contrario*, un effet inhibiteur sur la germination des graines (Traveset *et al.*, 2007). Enfin, on désigne par la « **synzoochorie** » un mode de dispersion des graines qui consiste à transporter les graines dans la bouche ou dans les abajoues de l'animal et les craché loin de la plant mère (Gautier, 1984).

3.3. Les primates et la dispersion des graines :

3.3.1. L'importance des primates dans la dispersion des graines :

Plusieurs études ont démontrés que les primates sont d'importants disperseurs de graines. Ce rôle de disperseurs permet le maintien et la propagation de plusieurs espèces végétales dans leurs milieux de vie ainsi que la régénération de divers types d'habitats, notamment les habitat dégradés (Bufalo *et al.*, 2016 ; Andresen *et al.*, 2018). Contrairement aux animaux de petites tailles, les primates font partie des rares agents de dispersion des espèces végétales dont les graines sont grosses ou dont l'enveloppe est dure ou indéhiscence. Cette particularité rend la compensation du rôle des primates dans les écosystèmes difficile (Chaves

et al., 2018). Par conséquent, le déclin des populations de primates dans le monde peut engendrer une diminution du taux de dispersion des graines ce qui peut entraîner une réduction de la diversité des espèces (Stoner *et al.*, 2007). À titre d'exemple, une étude a démontré que le déclin des populations primates dans les forêts amazoniennes est la cause principale de la forte diminution de la biomasse des arbres à grosse graines (Peres *et al.*, 2016).

3.3.2. Méthodes d'étude de la dispersion des graines chez les primates :

L'étude de la dispersion des graines par les primates implique la prise en compte de plusieurs paramètres qualitatifs et quantitatifs. (Annexe 01).

A. Paramètres quantitatifs :

Les paramètres quantitatifs à prendre en compte lors de l'étude de la dispersion des graines chez les primates sont : le nombre d'espèces de fruits consommés, leur proportion dans le régime alimentaire (taux de frugivore), le nombre de graines traités (avaler, laisser tomber cracher et détruire), le nombre de matières fécales contenant des graines ainsi que l'abondance et la diversité des graines dans les matières fécales (Albert *et al.* 2013).

B. Paramètres qualitatif :

Les paramètres qualitatifs indiquent la probabilité qu'une graine dispersée survive à la manipulation par l'agent de dispersion (qualité du traitement dans la bouche et l'intestin) multipliée par la probabilité qu'une graine dispersée viable survive, germe et produit une nouvelle plante adulte (Schupp *et al.*, 2014). Ces paramètres sont :

- Méthode de manipulation :

C'est la manière avec laquelle les primates traitent et manipulent le fruit. Il a été rapporté que la méthode de manipulation d'une graine ou d'un fruit donné dépend de la forme, de la dureté et de la taille de ces derniers (Tsuji & Su, 2018). On peut distinguer quatre différentes méthodes de manipulation. D'une part, les graines manipulées par les primates peuvent être dispersées en les avalants, en les crachant ou en les laissant tomber. Ces différents traitements

augmentent les chances que les graines soient dispersées vers des sites favorables. D'autre part, les primates peuvent aussi détruire les graines par mastication ou par consommation de graines à l'état immature (Tsuji & Su, 2018) (Annexe 02).

- La distance de dispersion :

La distance de dispersion des graines (SDD) est un élément essentiel dans le processus de dispersion. Le dépôt des graines loin de la plante mère favorise la germination, en diminuant la compétition et les risques d'attaques par les prédateurs. La SDD est impactée par trois principaux éléments : le domaine vital (territoire), le temps de rétention des graines dans l'intestin et le parcours quotidien des primates (Fuzessy *et al.*, 2017; Gelmi-Candusso *et al.*, 2019).

- Test de germination :

C'est l'un des paramètres qualitatifs le plus important dans la dispersion des graines. Il représente la probabilité qu'une graine dispersée germe et produit une nouvelle plante adulte (Schupp *et al.*, 2014). Chez les fruits à pulpe, la germination est inhibée par la présence de la pulpe (dormance chimique, attaque des agents pathogènes).

Il est actuellement connu que la méthode de manipulation des graines influence sur la germination des graines. En effet, l'avalement et le passage dans le tractus gastro-intestinal permettent l'élimination de la pulpe, supprimant ainsi son action inhibitrice sur la germination de la graine. De plus, les graines avalées subissent tout d'abord une scarification mécanique dans la bouche (par la mastication) puis une scarification chimique (par les acides gastriques). Ces actions réduisent la dormance des graines et favorisent par conséquent la germination. Enfin, les graines laissées tombées ou crachées peuvent également avoir de meilleures probabilités de germination. Ces deux mécanismes permettent de supprimer la pulpe, et donc, de diminuer le risque d'attaque des pathogènes ce qui permet d'améliorer la germination (review in Albert *et al.*, 2013). *In fine*, il est également admis que le substrat sur lequel est déposée la graine peut influencer la germination et la croissance des plantules en raison des différences de nutrition du sol, de végétation, d'ensoleillement et d'humidité (Daws *et al.*, 2005).

3.3.3. Particularités du genre « *Macaca* »

A l'instar d'autres taxons de primates, des études menées exclusivement en Asie montrent l'importance des espèces du genre « *Macaca* » en tant qu'agent de dispersion de graines dans les régions tropicales et tempérées (Albert, 2013; Corlett, 2017). Ces primates sont ainsi considérés comme les principaux disperseurs de graines dans ce continent (review in Tsuji & Su, 2018).

La plupart des macaques partagent trois caractéristiques qui les rendent d'importants disperseurs de graines. Premièrement, les macaques sont frugivores, ils consomment une grande quantité de fruits et de graines. Cette consommation varie suivant les saisons et la disponibilité des fruits (Lucas et Corlett 1991 ; Hanya 2004). Deuxièmement, les espèces du genre *Macaca* ont un trajet quotidien plus long et des domaines vitaux plus grands que les autres primates asiatiques. Enfin, ces primates sont principalement semi-terrestres ce qui leur permet généralement de déféquer leurs fèces sur le sol (Nishikawa and Mochida 2010; Tsuji *et al.* 2011 ; Albert *et al.* 2013).

Les méthodes de manipulation les plus utilisées par les macaques sont généralement l'avalement et le crachement des graines. La majorité des études réalisées sur les macaques ont révélées la présence de graines dans plus de 80 % de leurs matières fécales. Ainsi, le crachement est généralement observé lors de leurs déplacements (Lucas et Corlett 1998 ; Yumoto *et al.* 1998). La distance médiane de dispersion des graines crachées est de 20 m (gamme : 0-405 m). Par ailleurs, la distance médiane par laquelle les macaques dispersent les graines par défécation est estimée à 259 m (review in Tsuji & Su, 2018). Chez les macaques, le passage des graines dans l'intestin peut avoir un effet négatif, neutre ou positif sur la vitesse et le taux de germination des semences. Cet effet dépend des caractéristiques de l'espèce de plante avalé. (Tsuji & Su, 2018).

3.4. L'impact de l'approvisionnement alimentaire sur la dispersion des graines par les primates :

La dispersion des graines par les primates peut être affectée par l'approvisionnement alimentaire. Une étude réalisée sur les macaques rhésus (*Macaca mulatta*) a prouvé que les

individus approvisionnés se nourrissent de moins de fruit, ce qui réduit le nombre de matières fécales contenant les graines. D'autre part, la taille du domaine vital diminue significativement ce qui entraîne une réduction de la distance de dispersion. Enfin, la majorité des matières fécales des individus alimentés par l'homme sont déposées sur la route, réduisant ainsi leurs chances de germination (Sengupta *et al.* 2015).

3. 5. Les primates et la prédation des graines :

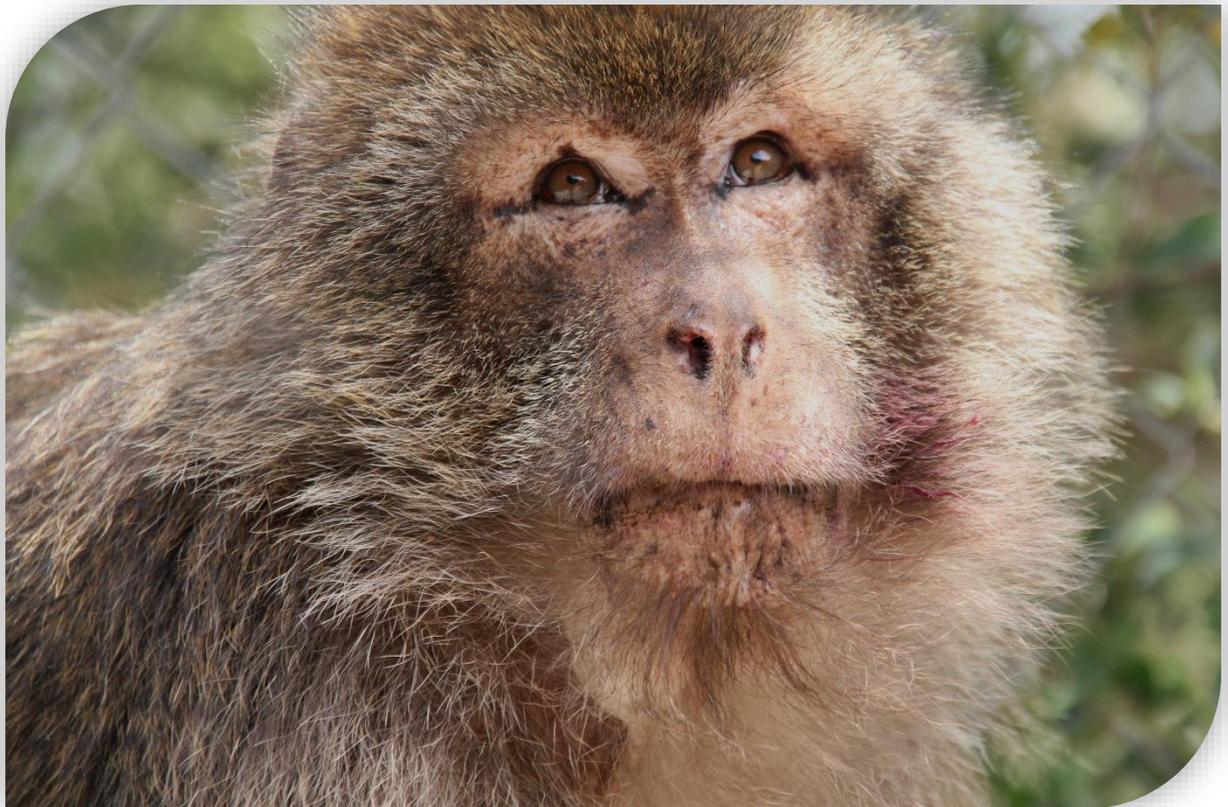
Les prédateurs de graines sont les animaux qui ingèrent les graines soit tout au long de l'année ou en tant que composante saisonnière importante de leur régime alimentaire (Norconk *et al.*, 1998), réduisant ainsi la germination et le taux de dispersion des graines viables (Lazure et Almeida-Cortez, 2006). En effet, ces prédateurs peuvent être divisés en deux groupes, les prédateurs de graine pré-dispersion (on enlevant les fruits mature ou immature de l'arbre et consommant ses graines) et les prédateurs de graine post-dispersion (ingérant les graines mature tomber au sol)(Norconk *et al.*, 1998).

La plupart des primates qui ingèrent les graines présentent des adaptations au niveau de leurs dentitions pour une bonne mastication et de leurs intestins pour digérer les graines (cas des colobinae). La prédation des graines peut causer de nombreux dommages à la graine, en les détruisant mais au même temps elle peut favoriser la dispersion et la germination des graines. De nombreux primates sont des prédateurs de graines malgré cela ils peuvent contribuer à la dispersion des graines par différents modes (Norconk *et al.*, 1998) :

- Dans le cas où les primates ingèrent les graines de fruits immature, et donc les graines mature seront éviter par ces derniers cela permettra aux disperseurs de disséminer des graines matures.
- Quand les graines sont manipulées par les prédateurs en enlevant le tégument ou le péricarpe elles peuvent être laissées tomber ou jetées ce qui favorise leurs germinations.
- Lors de l'alimentation des primates par de petites graines, ces dernières peuvent échapper à la mastication et seront avalées intact, ce qui facilitera leurs dispersions (Norconk *et al.*, 1998).

Chapitre II

Matériel et Méthodes





II.1. Présentation de la zone d'étude :

Le Parc National de Gouraya (PNG) est situé à l'est de l'Algérie, il est bordé par la mer méditerranéenne au nord et par la ville de Bejaia au sud. Sa superficie est de 2080 ha. Ce site est caractérisé par des hivers doux et pluvieux et des étés chauds et secs. En raison de sa richesse spécifique (flore et faune) et d'un taux d'endémismes important, le PNG a été classé comme une réserve de biosphère par l'UNESCO (UNESCO, 2019). La plupart des zones forestières du parc se situent dans la zone orientale du PNG (côté est). Cette zone est dominée par le pin d'Alep « *Pinus halepensis* », le chêne kermès « *Quercus coccifera* », le diss « *Ampelodesmos mauritanus* » et le calicotome « *Calicotome spinosa* » sont des espèces floristiques présentes dans les autres zones du PNG (Yahi *et al.*, 2012).

Le PNG abrite une population importante de macaques de Barbarie (*Macaca sylvanus*). Les groupes de cette population occupent plusieurs zones du parc. Dans la présente étude, uniquement deux groupes ont été suivis. Le premier groupe est situé au niveau du cap Carbon alors que le deuxième se localise au niveau du plateau des ruines. (Figure 6).

II.2. Matériel utilisé :

II.2.1. Matériel utilisé au terrain :

Le matériel utilisé pour l'étude du comportement et la collecte des échantillons de matières fécales de macaque de Barbarie est le suivant. (Figure 7) :

- Une pince en métal.
- Des sacs de congélation.
- Un appareil photo Canon 550D
- Une application mobile Animal Behavior Pro installée sur un iPhone (Newton-Fisher et Nicholas, 2012).



Figure 6 : Localisation des groupes de macaque de Barbarie étudiés durant la présente étude dans le Parc National de Gouraya



Figure 7 : Matériel utilisées sur le terrain.

II.2.2. Matériel utilisé au laboratoire :

L'analyse des matières fécales et la mise en germination des graines ont été effectuées en utilisant le matériel suivant. (Figure 8).

- Un tamis en métal de d'un maille de 1 mm de diamètre.
- Pince en métal.
- Tubes en plastique.
- Ciseaux.
- Marqueur permanent.
- Loupe binoculaire (MOTIC S-10 SERIES grossissement W10X/20).
- Anse en plastique.
- Boîtes de Pétrie.
- Mortier.
- Eau déminéralisé.



Figure 8: Matériel utilisé pour l'analyse des matières fécales et pour le test de germination.

II.2.3. Les groupes de macaques de Barbarie étudiés :

Le groupe du cap Carbon et le groupe du plateau des ruines sont composés respectivement de 13 et de 14 individus. Il est important de signaler la disparition d'un grand nombre d'individus du groupe du cap Carbon par rapport aux études précédentes a été enregistrée (Tableau II).

Tableau II : évolution du nombre d'individus du groupe de macaques de Barbarie du cap carbon (2008,2020, 2021).

Étude	Males adultes	Femelles adultes	Sub-adultes	juvéniles	Nouveau Née	Total
(Maibeck, 2008)	10	15	03	07	05	40
(Boumenir, 2020)	08	11	06	09	03	37
Étude en cours	05	04	01	02	01	13



II.3. Méthodes :

II.3.1. Identification des individus:

Dans le but d'identifier et de différencier les individus de macaques de Barbarie, nous avons eu recours à la réalisation de la typologie de chaque individu. Ainsi, l'identification des individus a été effectuée sur la base de certains indices liés à l'âge (Tableau III), le sexe, la taille du corps; les canines; la barbe et le pelage. D'autres caractéristiques particulières comme les cicatrices, les malformations ou bien des séquelles d'accident et de combat ont également été utilisées pour reconnaître les individus (Merz, 1984) (Figure 9).

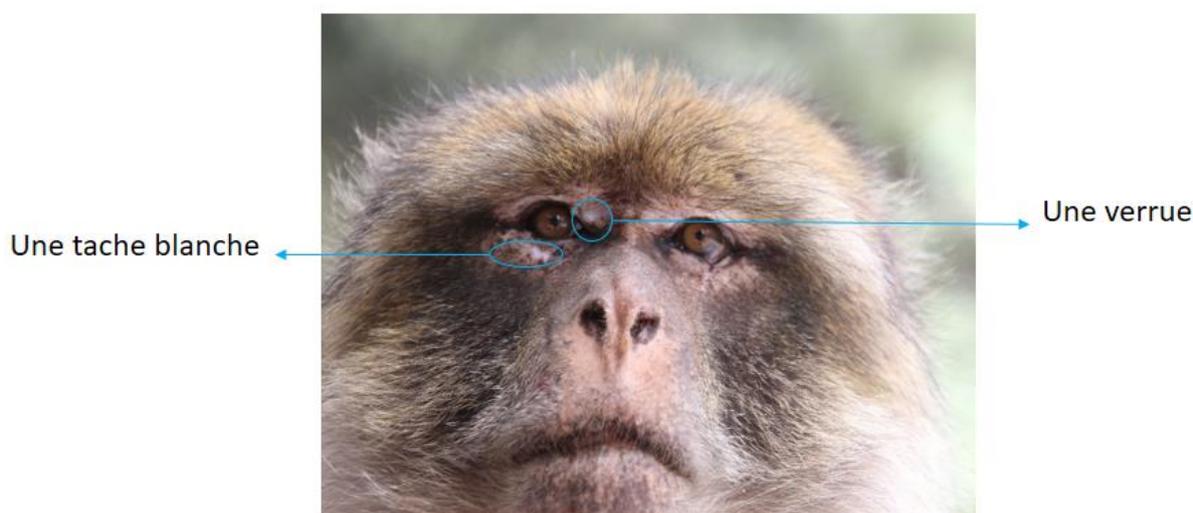


Figure 9: Image représentative des caractéristiques morphologiques utilisées pour l'identification des individus (Sur la photo, Fetliwa : un mâle adulte du groupe du cap Carbon).

Tableau III : Caractéristiques des classes d'âge et de sexe (Ménard, 1985).

Classes	Age (ans)	Caractéristiques morphologiques et comportementales
Bébé	0 – 0,5	Pelage noir. Oreilles roses très apparentes. Doigts et anus roses. Très dépendants de la mère.
Enfant	0,5 – 1	Toujours transportés. Couleur de pelage change varie du gris ou marron. Très proche de la mère.
Juvenile (I)	1 – 2	Fourrure épaissie masquant partiellement les oreilles. Fréquemment avec la mère pour les périodes journalières de repos et d'épouillage. Très rarement transportés.



Juvénile (II)	2 - 3	Passent beaucoup du temps aux jeux. Fréquentent surtout les juvéniles. Les sub-adultes et les adultes mâles et s'éloignent de la mère. Callosités fessières continues chez le mâle et interrompues chez la femelle.
Sub-adulte mâle	3 - 5	Immatures. Apparition de petits testicules. Canines au même niveau que le reste des dents. Ne participent pas aux copulations mais montent les femelles en particuliers en dehors de la saison des copulations. Visage pigmenté ne porte pas de poil.
Sub-adulte femelle	3 - 4	Début du gonflement de la peau sexuelle. Ne participent pas aux copulations. Taille plus petite que les sub-adultes mâles. Pas de poils ni de pigment sur le visage.
Mâles adulte (I)	5 - 7	Canines dépassent le plateau dentaire. Testicules atteignent la taille maximale à la fin de cette période. Pelage fourni, grande taille. Participent aux copulations.
Mâle adulte (II)	7 et +	Plus grand. Pelage très fourni, Visage très pigmenté. Canines très longues. Participent aux copulations.
Femelle adulte (II)	4 - 6	Visage montre quelques pigmentations et même de poils. Petites taille. Mamelles peu étirées. Participent aux copulations.
Femelle adulte (II)	6 et +	Beaucoup de pigmentation sur le visage. Mamelles très étirées. Barbe noire. Participent aux copulations.

II.3.2. Etude du comportement :

L'étude du comportement c'est étalée sur une période de 24 jours (du 25/04/2021 au 19/05/2021). Au cours de cette période nous avons suivi 10 individus (6 femelles et 4 mâles). La méthode d'observation utilisée est « **focal sampling** ». Cette méthode consiste à suivre et à enregistrer tous les comportements d'un seul individu pendant 20 minutes (Altman, 1974). Cette méthode, utilisée par Albert *et al.*, (2013) et Sengupta *et al.*, (2014), nous a permis de collecter des données sur l'espèce de fruit consommée, le stade de maturité de fruit et la méthode de manipulation utilisée (**Handling methods**). La durée importante du focal permis d'augmenter la chance d'observer le moment de défécation et donc de collecter des matières fécales fraîches.

L'encodage des données du comportement a été réalisé grâce à l'application **Animal Behavior Pro** (Newton-Fisher et Nicholas, 2012). La liste des comportements à étudier (éthogramme) a été introduite dans l'application (Tableau IV) un ensemble de 20 focaux a été



réalisé durant la période d'étude. Les données récupérées sont par la suite traitées sur un tableau Excel.

Tableau IV: Ethogramme suivie lors de l'étude éthologique.

Behaviour	Definition (there are 9 general categories)
Locomotion	
- Moving	This include walking (varying from slow to quick steps), running, climbing, dropping or jumping gaps between trees (or objects)
- Traveling	Involving most of the group members , most of the time it is terrestrial and undirected
- Resting	The monkey could be sitting, standing, or lying on a branch (or object), or sleeping, engaged on solitary or social grooming or self-scratching, and not performing any form of locomotors activity and no partner in body contact
Feeding	
- Foraging	Searching for food. The monkey locomotes in a stop and go manner And when it stops, it looks around , moving the head in all directions.
- Consuming food	Ingesting food except fruit, we record the : item consumed (human or naturel food), the plant species (name of the species), the part consumed
- Consuming fruit	Recording the : fruit species and the maturity state of the fruit (rip, unrip or old)
- Swallowing (avaler)	Involves putting the entire fruit into the mouth and swallowing it without masticating the seeds.
- Spit out (recracher)	when the fruit was taken into the mouth, mostly stored in cheek pouches, cleaned of the pulp and the seeds expectorated
- Dropped	Dropping occurs when the seed is cleared from the surrounding pulp and then dropped without entering the mouth entirely
- Destroyed	when seeds were consistently crunched by macaques or if the fruits of those species were consumed in an unripe state



Affiliative behavior	
- Inactive in body contact	Sitting, or lying, in a body contact with 1 partner
- Inactive huddling	More than 1 partner
- Social grooming	One monkey searches the fur of another individual, using fingers or mouth picking out debris
- Carrying	An adult playing or grooming a juvenile
- Playing	Rough or chase play involving 2 partners or more
- Lips smacking	Consist to open and close the mouth and lips rapidly, generally associated with the raise of eyebrows .
Agonistic behavior	
- Physical assault	Include chasing (pursuit a partner), bite, collective fight ,lunge (short run toward a partner .
- Threat	Include staring, displacement, open mouth, bark screaming
- Submission	When the corners of the lips are fully retracted and the upper and lower teeth are shown.
Sexual behavior	
- Copulation	Mounting with intromission, the female may look back, lip smack , producing copulation call
Presenting	Female presenting
Sneffing	Male sniffing the female genitalia
Self-directed behavior	Include self-grooming, solitary playing, and object manipulation
Interaction with human	Interaction between human and macaques, it can initiated by macaques or by humans



defecation	Note the defecation moment and the place of defecation (in the road or in the forest).
-------------------	--

II. 3.3. Collecte des matières fécales :

Les matières fécales ont été collectées de manière opportuniste soit lors du suivi du comportement soit à notre arrivée en cherchant dans les endroits fréquentés par les macaques étudiés. Les matières fécales ont été collectées à l'aide d'une pince en métal dans un sac de congélation en notant la date, le lieu de défécation ainsi que l'identité de l'individu.

Durant la période d'étude, un total de 79 matières fécales fraîches et sèches ont été collectées. 69 échantillons collectés au niveau du cap Carbon (59 fraîche, 10 sèche) et 10 matières fécales fraîches collectées au niveau du plateau des ruines.

II.3.4. Analyse des matières fécales :

Les matières fécales ont été analysées au laboratoire dans les 24 h suivant leur collecte. Elles ont subi les traitements suivants :

- Extraction des graines à partir des matières fécales :

Une fois au laboratoire, chaque matière fécale fraîche a été placée sur un tamis en métal dont les mailles sont d'un diamètre de 1 mm. De l'eau est par la suite versée abondamment par-dessus. Puis à l'aide d'une pince nous avons séparés progressivement les graines du reste des fèces (Figure 11). Dans le cas des matières fécales sèches, un mortier a été utilisé afin de briser les fèces en morceaux et de séparer les graines du reste des matières fécales.

- Manipulation des graines :

Dans un premier temps, les graines récupérées sont laissées sur le papier absorbant le temps de leur séchage. Une fois sèches, les graines ont été regroupées suivant leurs ressemblances morphologiques. Par la suite, une comparaison entre les graines isolées des matières fécales et des graines de référence collectées sur le terrain a été réalisée afin d'identifier l'espèce. En fin, nous avons également séparé les graines détruites de celles intactes à l'aide d'une loupe binoculaire. Le nombre de graines intactes et détruites pour chaque espèce dans chaque matière fécale a été noté. Pour éviter de surévaluer le nombre de graines détruites, nous



avons comptabilisé uniquement les fragments dont la taille est supérieure à 50% de la taille d'une graine intacte. (Figure 10).

Les graines récupérées des matières fécales sèches ont été utilisées seulement pour le test de germination, car il a été difficile d'avoir le nombre exact de graines intactes et détruites.

- La germination des graines de cactus « *Opuntia stricta* » :

Pour évaluer l'effet des matières fécales ainsi que le passage gastro intestinal sur la germination des graines du cactus nous avons mené une expérience de germination sur 4 catégories (figure 10) : graines déféquées récupérées des matières fécales fraîches «G MF FRAICHE » (116 graines), graines déféquées sèches «G MF SECHE »(100 graines), graines contrôle sans pulpe « G REF SANS PULP » (116 graines) et les graines contrôle avec pulpe «G REF AVEC PULP » (90 graines). La germination a été effectuée seulement sur les graines intactes du cactus « *Opuntia stricta* », car l'espèce était abondante dans les matières fécales du magot. Le principe du test consiste à réaliser un comparatif entre les paramètres de germination des catégories étudiées.

Le test de germination a été réalisé dans des boîtes de Pétri tapissées par du papier absorbant humidifié avec de l'eau déminéralisée (6 ml). Dans chaque boîte, 10 graines intactes ont été déposées soigneusement (Figure 11). Les boîtes sont par la suite placées au laboratoire dans un lieu éclairé le jour et à température ambiante. Une fois tous les deux jours, le papier absorbant a été ré humidifié par l'ajout de 1 à 3 ml d'eau déminéralisée. Par la même occasion, une vérification de l'état de germination des graines a été réalisée. La germination a été définie par l'émergence de radicules des graines. Les graines germées sont par la suite retirées des boîtes de pétri afin de réduire leur effet sur la germination des autres graines. Le nombre de graines germées a été noté dans chaque jour de vérification.

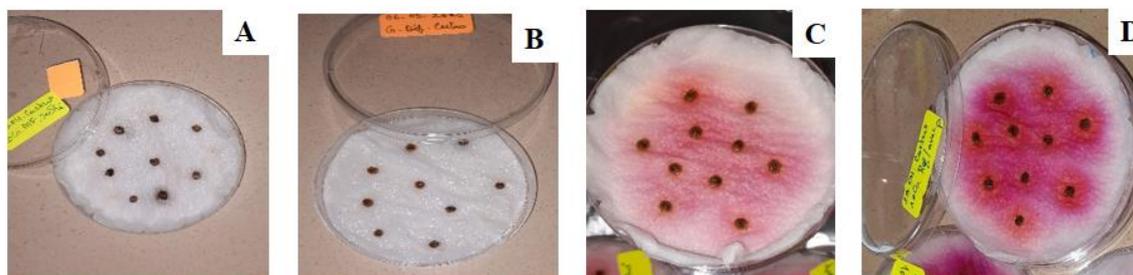


Figure 10 : Les différentes catégories de graines de cactus « *Opuntia stricta* » utilisées pour la réalisation du test de germination. A : graine déféqués récupérées des matières fécales sèches. B : graines récupérées des matières fécales fraîches. C : graines contrôle sans pulpe. D : graines contrôle avec pulpe.

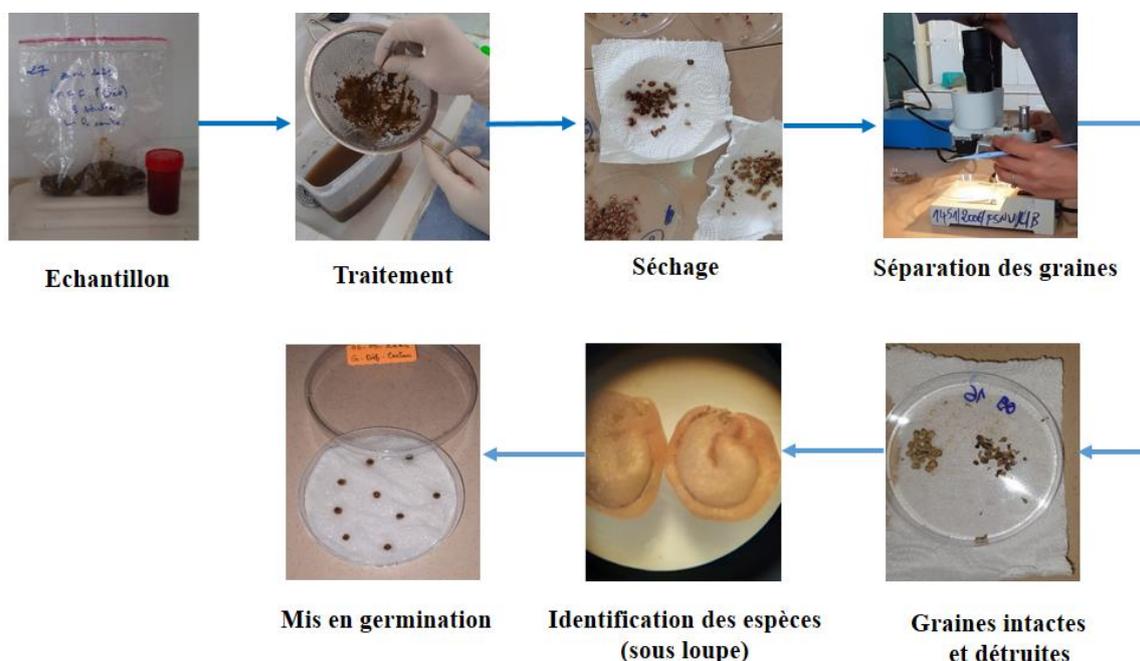


Figure 11 : Schéma explicatif des différents étapes de traitement de matière fécale jusqu'à la mise en germination des graines de cactus « *Opuntia stricta* ».

II.3.5 Analyse des données :

1. Comportement :

Les données récupérées sous forme de fichiers Excel via l'application Animal Behaviour Pro ont été traitées sur Excel. A la fin du traitement, nous avons obtenue des fichiers contenant les méthodes de manipulations des graines, le nombre ainsi que les espèces manipulées par les macaques de Barbarie.



2. Matière fécales :

Après la récupération des graines des matières fécales fraîches, nous avons calculé l'occurrence de chaque espèce, le nombre total de graines intactes et détruites dans les matières fécales et le pourcentage de graines intactes pour chaque espèce en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ de graines intactes pour l'espèce} = \frac{\text{nombre de graines intactes de l'espèce X} \times 100}{\text{nombre total de graines de l'espèce X}}$$

Dans l'objectif d'évaluer la variation du nombre de graines de cactus dans les fèces, nous avons suivi l'évolution du nombre moyen de graines de cactus par matière fécale et par jour. Ce nombre a été calculé via la formule suivante :

$$\begin{aligned} & \text{Nombre moyen de graines de cactus par matière fécale et par jour} \\ & = \frac{\text{la somme du nombre de graines de cactus trouvée dans chaque échantillon}}{\text{le nombre total des échantillons collectées dans une journée}} \end{aligned}$$

3. La Germination :

Pour l'étude de la germination des graines de cactus « *Opuntia stricta* » nous avons calculés les variables suivantes :

- Le temps de latence : qui représente le temps nécessaire pour l'apparition de la première germination.
- Le taux de germination : est calculé comme suit

$$\text{le taux de germination} = \frac{\text{nombre de graines germées d'une catégorie} \times 100}{\text{nombre total des graines de la meme catégorie}}$$

- La vitesse de germination : elle a été calculée à la fin de l'expérimentation.

$$\text{la vitesse de germination} = \frac{\text{nombre total de graines germés d'une catégorie}}{\text{nombre de jours}}$$



Chapitre III

Résultats



III.1. Etude du comportement :

Le suivi du comportement des groupes de macaques de Barbarie dans le Parc National du Gouraya nous a permis d'identifier quatre méthodes de manipulation des graines. Ces méthodes sont : la destruction, l'avalement, le laisser tomber ainsi que le crachement des graines. La méthode de manipulation la plus courante est la destruction des graines (graines de 04 espèces) suivi de l'avalement (02 espèces), le laisser tomber (02 espèce) et enfin le crachement (01 espèce) (Figure 12).

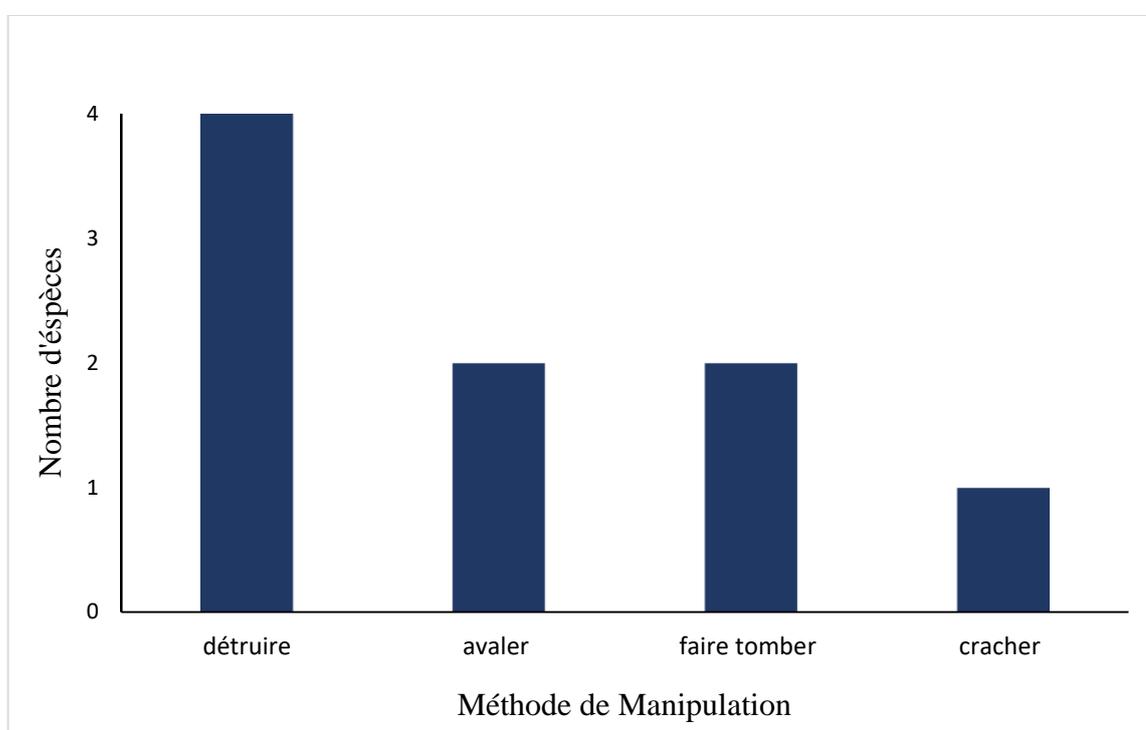


Figure 12 : Diagramme en bâton représentant le nombre d'espèces de graines crachées, avalées, laissées tombées et détruites par les macaques de Barbarie durant le suivi du comportement.

Le suivi du comportement alimentaire nous a également permis d'identifier les différentes espèces manipulées et l'état de maturité du fruit consommé. Les espèces de plantes dont les graines ont été détruites par les macaques de Barbarie sont : l'olivier (*Olea europea*), le caroubier (*Ceratonia stricta*), le chêne kermès (*Quercus coccifera*) (Figure 13, 14, 15).

et enfin, une espèce d'herbacée non identifiée. L'avalement des graines lors de la consommation des fruits s'est limité aux graines des deux espèces suivantes : le cactus (*Opuntia stricta*) et le Nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*). Les macaques de Barbarie laissent également tomber les graines de deux espèces à savoir : le chêne kermès (*Quercus coccifera*) et le caroubier (*Ceratonia siliqua*). *In fine*, uniquement les graines du Nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*) ont été crachées par *M. sylvanus*. Il est important de signaler que les graines de trois espèces suivantes ont été manipulées par deux méthodes : *Rhamnus alaternus* (Avaler et cracher) *Ceratonia siliqua* (détruire et faire tomber), *Quercus coccifera* (détruire et faire tomber) Par ailleurs, parmi les graines des six espèces consommées par les macaques de Barbarie, les graines de seulement deux espèces ont été immatures (*Ceratonia siliqua* et l'espèce d'herbacées non identifiée). (Tableau V).

Tableau V: Tableau détaillant les méthodes de manipulation (handling methods) des graines de chaque espèce à fruit consommée par le macaque de Barbarie.

Espèce	Méthodes de manipulation				Etat de maturité
	Avaler (swallow)	Cracher (spit out)	Détruire (destroy)	Faire tomber (drop)	
<i>Opuntia stricta</i>	X				Mature
<i>Rhamnus alaternus</i>	X	X			Mature
<i>Olea europea</i>			X		Mature
<i>Quercus coccifera</i>			X	X	Mature
<i>Ceratonia siliqua</i>			X	X	Immature
Espèce non identifiée			X		Immature

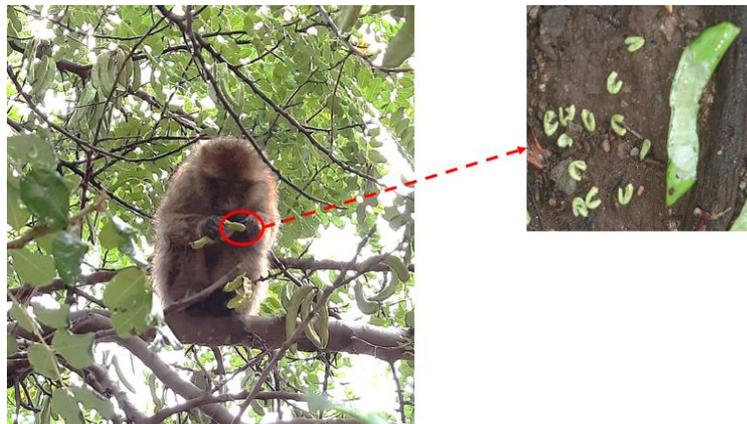


Figure 13 : consommation des graines de caroubier par le macaque de Barbarie

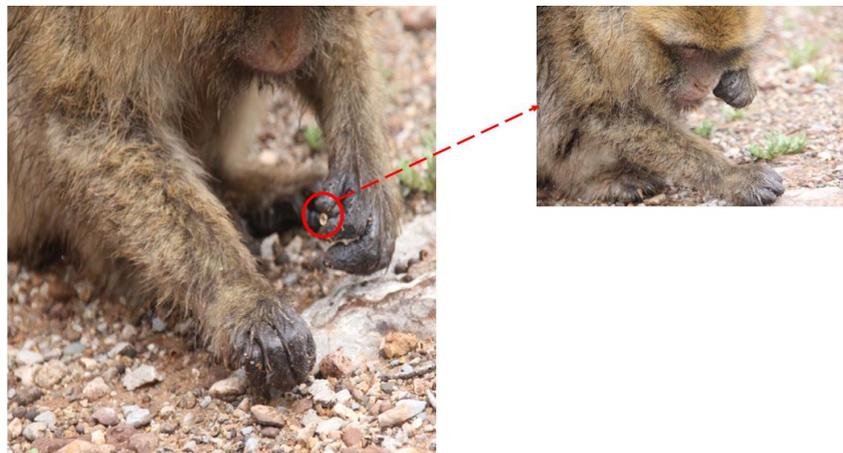


Figure 14 : Destruction des graines d'olivier par le macaque de Barbarie.

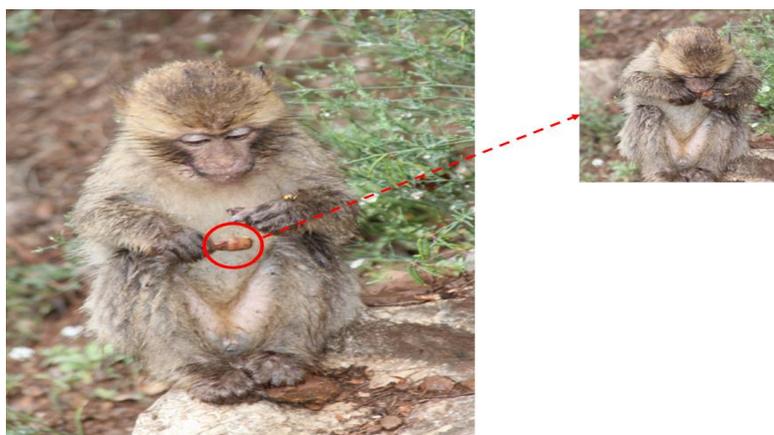


Figure 15 : Consommation des glandes de chêne kermès (*Quercus coccifera*) par un juvénile de magot.

III.1.2. Analyse des matières fécales :

Durant la période d'étude nous avons analysées un total de **69** échantillons de matières fécales fraîches. Les fèces collectées ont été déposées sur plusieurs types de substrats par les macaques de Barbarie. Uniquement 26% des échantillons collectés ont été déposés sur le sol de la forêt. Le reste des échantillons ont été collectés sur la route (32 %), le béton (29 %) et sur les accotements (12%).

L'analyse des fèces a révélé la présence d'au minimum une graine dans la majeure partie des échantillons collectés (86 % des échantillons). Dans l'ensemble, un total de 1593 graines appartenant à 8 espèces de plantes a été extrait des fèces (Tableau VI). Les principales espèces retrouvées été *Opuntia stricta* (827 graines), *Rhamnus alaternus* (714), *malva olbia* (5) (Figure 16). Ainsi que 04 espèces non identifiées (18 graines) (Figure 17). D'autre part, des débris de l'endocarpe des graines de l'olivier ont été isolés à partir de plusieurs échantillons (29 échantillons) (Figure 18).

Il est également important de signaler que des têtes de fourmis ainsi que des débris d'aluminium ont été trouvées dans 7 et 2 échantillons respectivement. (Figure 19, 20).

L'observation sous loupe des graines déféquées a révélé la présence de graines intactes dans 56 échantillons sur les 69 échantillons fraîche collectés. Cette observation a également montré une variation du taux de graines intactes entre espèces. Les taux les plus élevés été ceux des graines des espèces non identifiées SP3 et SP4, du nerprun alaterne et du cactus (100%, 100%, 96 % et 78% respectivement). La proportion de graines intactes de *malva olbia* était de 60 %. Le taux de graines intacte le moins élevé a été observé chez les deux espèces non identifiées SP 1 et SP 2 (50 %) (Figure 21).

Le nombre moyen de graines du cactus par échantillon et par jour trouvées dans les échantillons de matières fécales a connu une variation durant la période d'étude. En effet, la courbe de la figure 22 indique la présence d'une augmentation progressive du nombre moyen de graines entre le 25/04/2021 et le 30/04/2021 (de 5 à 19 graines par échantillons et par jour).

Cette augmentation a été suivie par une diminution progressive du nombre moyen de graines jusqu'à atteindre le zéro (Figure 22).



Figure 16: Les graines de cactus et de Nerprun alaterne intactes trouvées dans les matières fécales du macaque de Barbarie (grossissement W10X/20).



Figure 17 : Graines des espèces non identifiées (grossissement W10X/20).



Figure 18 : Débris d'olivier trouver dans les matières fécales (grossissement W10X/20).



Figure 19: Parties de fourmis (grossissement W10X/20).



Figure 20 : Débris d'aluminium (grossissement W10X/20).

Tableau VI: Liste des espèces de graines retrouvées dans les matières fécales (n= 69) du magot au niveau du parc national de Gouraya.

Espèces	Occurrence dans les fèces	Nombre total de graines	Nombre de graines intactes	Nombre de graines détruites	Période
<i>Rhamnus alaternus</i>	10	714	692	22	Juin
<i>Malva olbia</i>	1	5	3	2	Juin
<i>Opuntia stricta</i>	33	827	716	111	Avril – Mai
<i>Olea europea</i>	29	Débris	/	Débris	Avril – Mai
Espèce non identifiée 1 (sp 1)	6	14	4	10	Avril
Espèce non identifiée 2 (sp2)	3	7	5	2	Avril
Espèce non identifiée 3 (sp3)	3	7	7	0	Avril
Espèce non identifié 4(sp4)	6	19	19	0	Avril – Mai

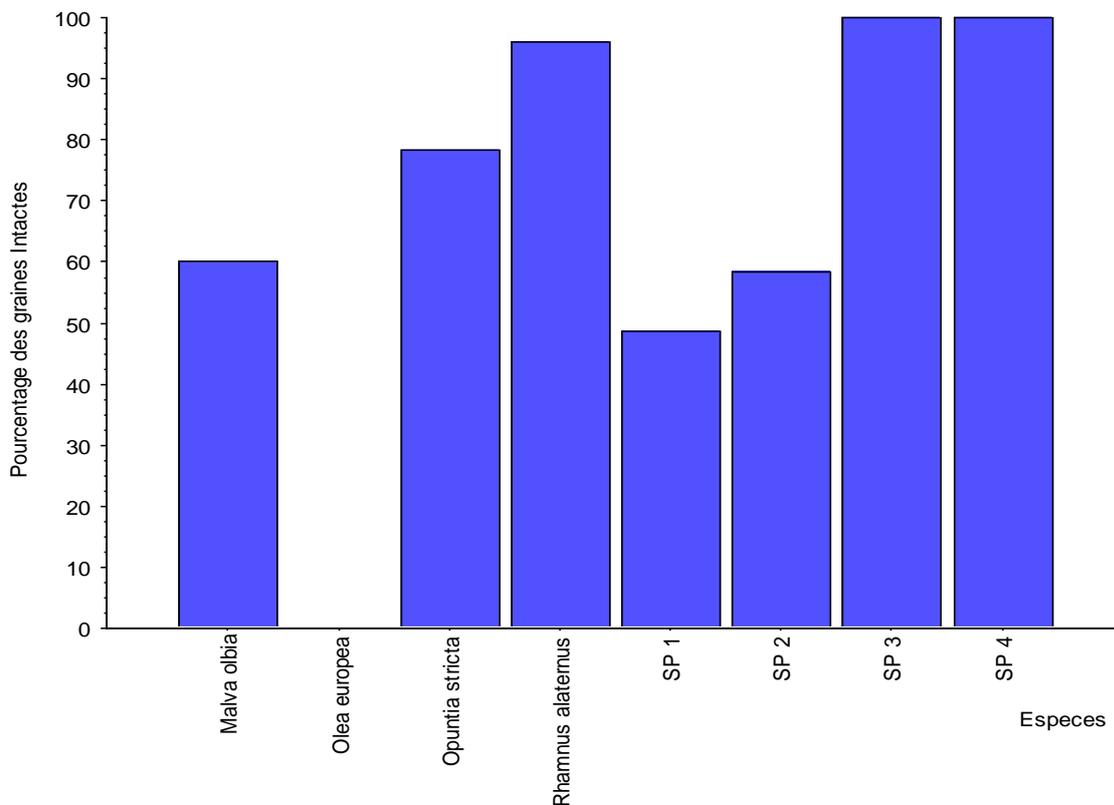


Figure 21 : Diagramme en bâton représentant le pourcentage des graines intactes pour chaque espèce trouvée dans les matières fécales.

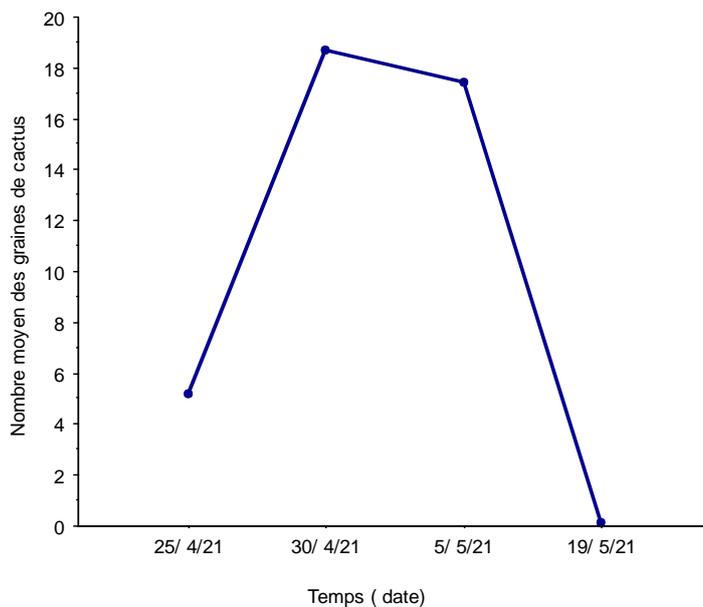


Figure 22 : Courbe représentant l'évolution du nombre de graines de cactus dans les matières fécales suivant la date de collecte.

III.1.3. Test de germination des graines de cactus « *Opuntia stricta* » :

Afin d'évaluer l'effet du passage gastro-intestinal ainsi que l'effet des matières fécales sur la germination des graines, nous avons réalisé un test de germination sur 422 graines de cactus. La date de mise en germination était le 29 avril 2021 alors que la date de la dernière observation des graines mises en germination était le 1 juillet de la même année (soit 63 jours).

Nos résultats indiquent que les graines récupérées des matières fécales sèches présentaient un délai de germination initial (temps de latence) plus court (17 jours) par rapport aux autres catégories de graines (28 jours). En outre, nos résultats montrent également que le taux de germination ainsi que la vitesse de germination diffèrent d'une catégorie à une autre. En effet, les graines récupérées de matières fécales sèches (G MF SECHE) et des matières fécales fraîches (G MF FRAICHE) avaient les taux de germination les plus élevés (61% et 53,45% respectivement). *A contrario*, les graines contrôles avec pulpe et les graines contrôles sans pulpe avaient les taux de germination les plus faibles (41,11% et 18,1% respectivement) (Figure 23). *In fine*, nos résultats démontrent que les graines déféquées fraîches et les graines déféquées sèches avaient des vitesses de germination plus élevées (0,97 g/j et 0,98 g/j respectivement) que les graines contrôles avec pulpe et les graines contrôles sans pulpe (0,59 g/j et 0,33 g/j respectivement).

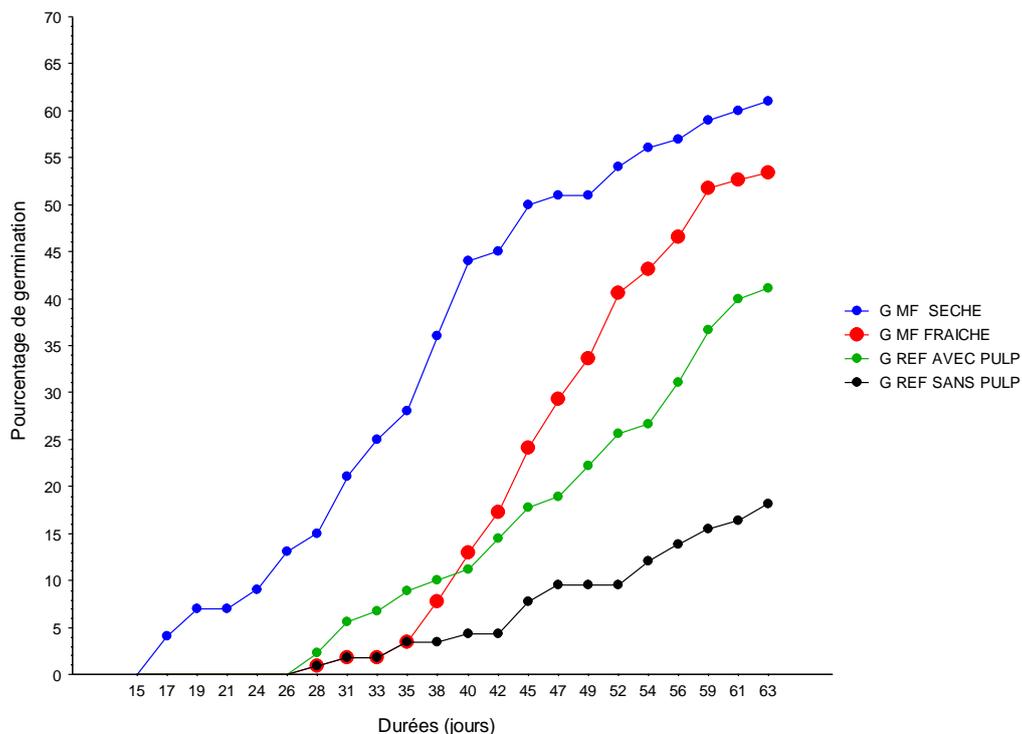


Figure 23: Courbe du Suivi temporel du pourcentage de germination des graines du cactus « *Opuntia stricta* » de différentes catégories (graines de matières fécales sèches « G MF SECHE », graines de matières fécales fraîches « G MF FRAICHE », graines de références avec pulpe « G REF AVEC PULP » et graines de référence sans pulpe « G REF SANS PULP »).

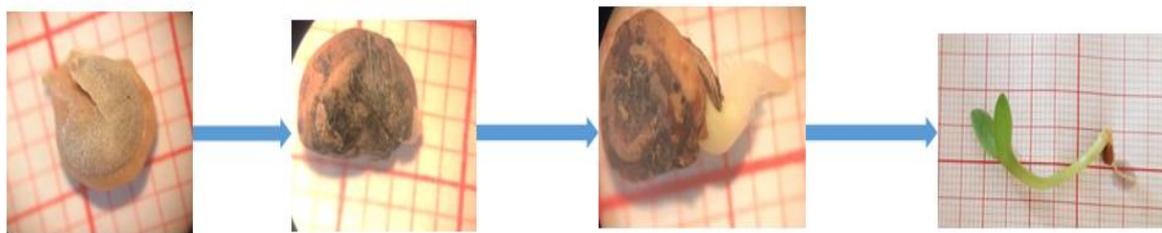
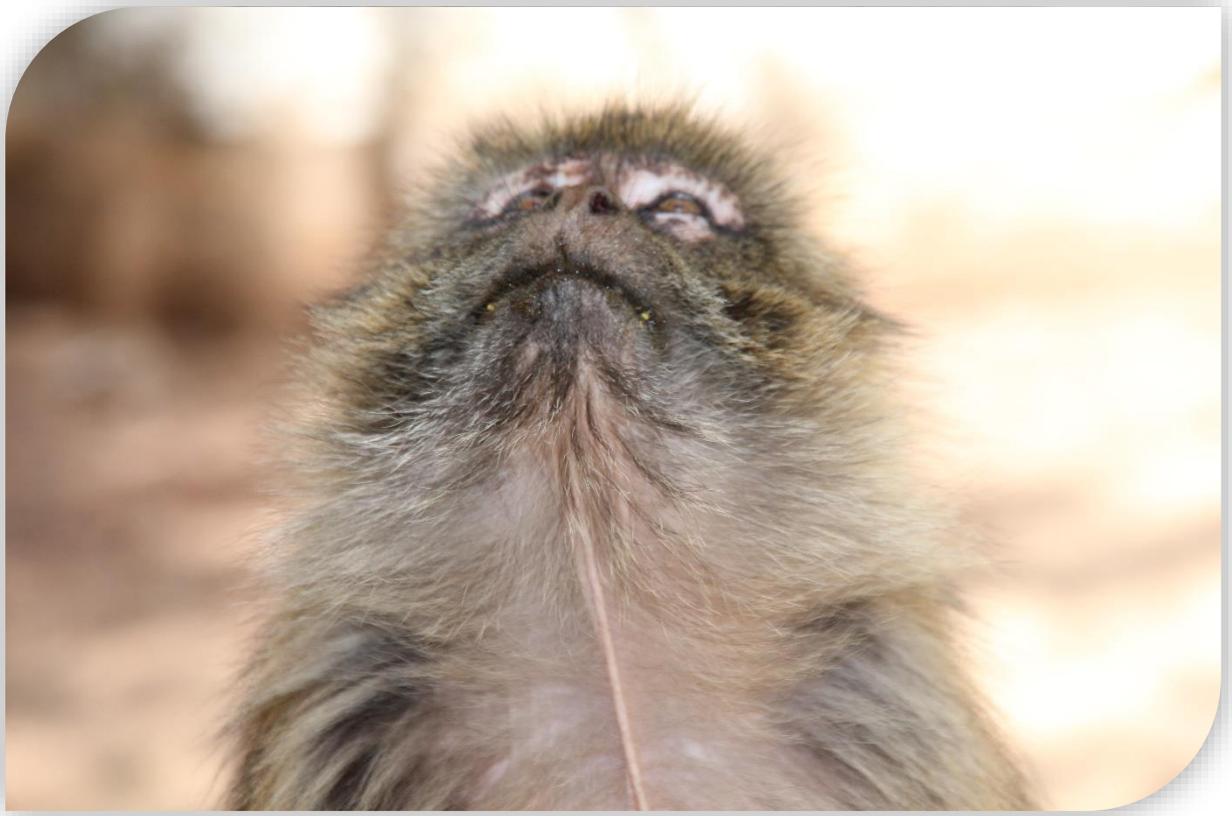


Figure 24 : Les différentes phases de germination.

Chapitre IV

Discussions



Le présent travail visait à étudier le rôle potentiel du Magot dans la dispersion des graines. A cet effet, nous avons réalisé un suivi éthologique afin de déterminer les différentes méthodes de manipulations de graines utilisées par ces primates ainsi que les espèces de plantes à fruits traitées par ces derniers. Nous avons également collecté et analysé les matières fécales de macaques de Barbarie dans le but d'isoler les graines, potentiellement présentes et d'identifier les espèces de plantes auxquelles elles appartiennent. Finalement, nous avons réalisé un test de germination pour étudier l'effet du passage gastro-intestinal et les matières fécales sur la germination.

Les résultats obtenus durant cette étude indiquent que les macaques de Barbarie agissent comme des disperseurs pour certaines graines et comme des destructeurs pour d'autres. En effet, les macaques étudiés ont dispersé les graines de six espèces par différentes méthodes de manipulation. Ces macaques ont également détruit les graines de quatre espèces de plantes. D'autre part, cette étude a démontré que le passage des graines du cactus (*Opuntia stricta*) dans le tractus gastro intestinal ainsi que leurs maintien dans les matières fécales influencent positivement la germination.

1. Etude du comportement et analyse des matières fécales :

L'étude du comportement a démontré que les macaques de Barbarie étudiés manipulent les graines par quatre méthodes différentes : le crachement, l'avalement, la destruction et le laisser tomber. D'autre part, l'analyse des matières fécales nous a permis d'isoler les graines de 8 espèces de plantes. Les résultats de cette analyse confirment ceux des observations comportementales. En effet, les graines de cactus et de Nerprun alaterne, qui ont été avalées par les macaques de Barbarie, ont été détectées dans 33 et 10 échantillons de fèces respectivement. De plus, la destruction des graines de l'olivier par mastication a été confirmée par la présence de débris de l'endocarpe des olives dans 29 échantillons de matières fécales. Par ailleurs, l'absence des graines immatures de caroubier dans les matières fécales nous confirme leurs destructions par les macaques de Barbarie.



Plusieurs auteurs ont mis en évidence un lien entre le choix de la technique de manipulation d'une graine par les primates et certains facteurs intrinsèques tels que les caractéristiques morphologiques des fruits, la dureté des graines et enfin, la qualité nutritive de ces dernières (Kinzey et Norconk 1993 ; Otani et Shibata 2000 ; Tsuji & Su, 2018). Dans notre étude, les fruits « matures » du cactus et du nerprun alaterne consommés par le Magot sont caractérisés par la présence d'une chaire riche en nutriments et par la présence de graines de petites tailles et d'une grande dureté (Izhaki et *al.*, 2002 ; Aguirre & Valiente-banuet, 2006). Par conséquent, Nous suggérons que dans ces deux cas les graines ne constituent pas la cible directe pour ces primates. En effet, ces derniers manipulent ces fruits dans le but d'exploiter leurs chaires. La présence de graines intactes de ces deux espèces dans les fèces et le crachement des graines du nerprun alaterne sont deux preuves pertinentes venant appuyer notre précédente suggestion. Dans l'ensemble des échantillons collectés durant la période d'étude, les graines de cactus et de Nerprun alaterne été les plus abondantes dans les fèces. Cela est probablement dû à l'abondance de leurs graines dans les fruits, à leurs petites tailles ainsi qu'à leurs duretés. Ces caractéristiques leurs ont permis d'échapper à la mastication, de traverser le passage gastro intestinal puis d'être déféquées majoritairement intactes (Yao et *al.*, 2021).. En outre, les espèces non identifiées extraites des matières fécales sont de petites taille ce qui leurs a permis d'échapper à la mastication (Norconk et *al.*, 1998). Vu la tailles de ces graines on peut suggérer que elles appartiennent aux espèces d'herbacés. L'abondance de ces espèces dans les fèces est significativement faible par rapport aux graines du cactus et de l'alaterne. Nos résultats concordent avec ceux rapporté chez d'autres espèces de macaques dont le macaque japonais où uniquement un petits nombre d'espèces de graines été abondant (Otani, 2003).

Par opposé, les graines de l'olivier ainsi que les glands du chêne kermès étaient les cibles directes de destruction par les macaques de Barbarie. La destruction de ces graines se confirme par leurs absences dans les matières fécales. Ces graines de grandes tailles sont connues pour leurs valeurs nutritives importantes. D'ailleurs, les grignons d'olives font actuellement l'objet de plusieurs recherches qui ont démontré l'intérêt de la valorisation de ces sous-produits dans les élevages aviaires pour l'amélioration des performances de croissance et du bien-être (El-Hachemi , 2008). Lucas et Teaford (1994) ont suggérés que la consommation des graines



vient répondre aux besoins nutritifs des primates car elles jouent le rôle d'une petite banque de ressources essentielles tel que les lipides, les sucres, et les protéines. Il est à préciser que les graines de l'olivier et les glands du chêne Kermès ingérées étaient des graines « matures » retrouvées au sol. Nous suggérons par conséquent que les macaques de Barbarie ont agi comme des prédateurs de graine post-dispersion (Norconk et *al.* 1998) pour ces deux espèces durant la période de notre étude. En outre, comme c'est le cas chez d'autres espèces de primates, l'habilité du Magot à détruire ces graines est liée à sa force de morsure qui est largement supérieure à la résistance à la pression de ces graines (Hill et *al.* 1995 ; Otani 2004). En fin, les macaques de Barbarie ont été observés en train de s'alimenter de graines « immatures » du caroubier. Le Magot est, par conséquent, considéré durant cette période d'étude comme un prédateur de graines pré-dispersion (Norconk et *al.* 1998) pour cette espèce de plante.

Les matières fécales collectées durant notre étude ont été déposés majoritairement dans des zones non propices à la germination. Par conséquent le développement et la survie de ces semences peut être empêchés en raison de l'absence d'un substrat favorable à la germination. D'autre part, Sengupta et *al.* (2015) ont supposé que le dépôt des fèces sur les routes peut également engendrer une probabilité de destruction des graines plus élevé en raison du passage des véhicules ce qui minimise les chances de germination des graines.

Nos résultats, qui représentent les premières données sur la dispersion des graines chez le macaque de Barbarie, ont pu confirmer le rôle de dissémination des graines par cette espèce. Cependant, cette étude présente des limites dans le temps et dans l'espace. En effet, dans notre étude la période d'échantillonnage n'a couvert qu'une petite partie de l'année. Par conséquent, l'observation de la méthode de manipulation des fruits et/ ou graines qui apparaissent en dehors de cette période n'a pas pu se faire. D'autre part, la limitation de la zone d'étude au PNG nous laisse supposer que dans d'autres habitats le Magot manipule des graines non présentes dans cette zone. Ainsi, le nombre réduit de graines manipulées par *M. sylvanus* ne peut être comparé à celui d'autres études réalisées sur d'autres espèces de macaques notamment *Macaca mulata*, *Macaca fascicularis* et *Macaca leonina* (Corlett & Lucas, 1990 ; Albert et *al.*, 2013 ; Sengupta et *al.*, 2014) . Nous suggérant, éventuellement que le nombre d'espèce manipulées ou déféquées

intactes par le macaque de barbarie sera plus important entre les saisons, les habitats et entre les années.

2. Test de germination des graines de cactus « *Opuntia stricta* »:

L'effet positif de l'ingestion des graines par certaines espèces de macaques sur leur potentiel germinatif a été rapporté (Traveset et al., 2001; Albert et al., 2013). A titre d'exemple, Albert *et al.*, (2013) ont constatés qu'un taux de germination des graines de deux espèces était plus élevé à celui des graines témoins. Dans la présente étude, un test de germination a été effectué sur les graines de cactus. Ces graines sont caractérisées par la dureté de leurs enveloppes funiculaire et l'imperméabilité du tégument ce qui peut influencer la dormance des graines et limiter le développement de l'embryon (revue in Aguirre & Valiente-banuet, 2006). Les résultats du test indiquent que les graines ingérées représentent un taux et une vitesse de germination plus importante que les graines témoins. Nous supposant que cette différence est liée au passage des graines de cactus dans le tractus gastro intestinal. En effet, des auteurs ont démontrés que l'ingestion des graines affecte la germination par deux processus. Tout d'abord, les graines sont débarrassées de leur pulpe qui a un effet négatif sur la germination, inhibition chimique et augmentation du risque d'infection par les pathogènes (Evenari 1949). Deuxièmement, l'abrasion chimique et physique des semences lors du passage dans le tractus gastro intestinal rend l'enveloppe dure de ces graines plus perméable et donc améliore l'absorption de l'eau et les échanges gazeux (Barnea et al. 1990). Cette amélioration de la perméabilité a permis aux graines déféquées de germer plus rapidement que les graines de références. Par conséquence, cette germination précoce peut être considérée comme une stratégie pour échapper à la prédation et/ou au parasitisme dans leur milieu naturel (Augspurger et Kelly 1984 ; Vazquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1993). D'autre part, cette germination permettra une meilleure croissance des plantules car elles seront les premières à capturer les ressources (Arendt, 1997). Nous concluons que le passage des graines de cactus dans l'intestin du macaque de Barbarie est avantageux pour la germination des graines du cactus (*Opuntia stricta*).



Contrairement à nos résultats, l'ingestion des graines du cactus par les babouins n'a pas amélioré le potentiel germinatif de ces dernières. Cependant, aucun effet négatif n'a également été observé chez cette espèce (Lottf *et al.*, 1999). Par ailleurs, les babouins sont considérés comme les principales causes de l'envahissement de cette espèce exogène dans le parc national de Kruger (Foxcroft and Rejmánek, 2007). Il est à noter que « *Opuntia stricta* » est classé parmi les 100 espèces envahissantes les plus problématiques dans le monde notamment en Tunisie et au Maroc (Lowe *et al.* 2000 ; Observatoire Du Sahara et Du Sahel.2020). Le nombre important de fèces contenant des graines de cactus associé à l'effet positif du passage gastro-intestinal sur la germination nous laisse supposer que « *Opuntia stricta* », suite à une propagation rapide, pourrait devenir une espèce invasive dans le parc national du Gouraya. A cet effet, une étude supplémentaire sur la propagation de l'espèce dans le parc est nécessaire afin de confirmer cette supposition.

Par ailleurs, les semences extraites des matières fécales sèches présentaient le taux de germination le plus élevé et le temps de latence le plus court. Nous suggérons que les matières fécales, entourant les graines pendant plusieurs jours, améliorent la germination des graines. En effet, ces matières fécales jouent un rôle fertilisant favorise la croissance des semis (Traveset *et al.* 2001). Ce rôle est lié principalement à la présence de nutriments et de l'eau, composants essentiels pour la germination, dans les fèces (Valenta & Fedigan, 2009). Par conséquent, ces matières fécales peuvent être considérées comme un microhabitat favorable à la germination. Contrairement à nos résultats, Valenta & Fedigan, (2009) ont démontré que le taux de germination des graines n'a pas été affecté par la présence des matières fécales. De plus, des auteurs ont démontré que la présence des fèces favorise la croissance fongique et bactérienne ce qui pourra à son tour être un facteur défavorable pour la germination des graines (Meyer et Witmet 1998).

Autre résultat inattendu, les graines témoins avec pulpe avaient un taux et une vitesse de germination plus élevé que les graines contrôle sans pulpe. Ce résultat ne correspond pas à ceux d'autres études qui, au contraire, démontrent la présence d'un effet inhibiteur ou neutre de la pulpe sur la germination des graines (Thiry *et al.*, 2019).

Conclusion et Perspectives





L'objectif de ce modeste travail était d'étudier le rôle potentiel du Magot dans la dispersion des graines. Les résultats de cette étude démontrent que le Magot manipule les graines par différentes méthodes. D'autre part, des graines intactes appartenant à huit espèces ont été trouvées dans les matières fécales. Plus intéressant, les graines de cactus récupérées des matières fécales ont eu un succès germinatif supérieur à celui des graines contrôle. Ces données indiquent que *M.sylvanus* remplit un rôle crucial dans les équilibres écologiques et dans le maintien des écosystèmes. Par conséquent, l'extinction ou le déclin des populations de macaques de Barbarie pourrait avoir des répercussions négatives sur l'ensemble des écosystèmes composant son habitat.

La génération d'un maximum d'informations sur le rôle écologique de cette espèce en danger d'extinction, conduira à une meilleure appréciation de son importance fonctionnelle et à sa conservation efficace. A cet effet, la présente étude ouvre la voix à plusieurs autres perspectives de recherche pour améliorer notre compréhension de la dispersion des graines par les macaques berbères. Dans un premier temps, il serait intéressant de reproduire la présente étude, en prenant compte l'ensemble des paramètres qualitatifs et quantitatifs de la dispersion des graines, sur une période couvrant les quatre saisons de l'année et sur différents zones abritant ces macaques. Deuxièmement, l'étude de l'effet du passage gastro-intestinal et des matières fécales sur le pouvoir germinatif des graines de plusieurs espèces de plantes serait également intéressante. Ces expériences de germination peuvent être menées sous des conditions contrôlées de laboratoire ou bien dans le milieu naturel où les fèces ont été déposées. Troisièmement, afin de faciliter l'estimation de la distance de dispersion des graines sur le terrain, il serait nécessaire de mener une étude au préalable pour déterminer le temps nécessaire du passage des graines dans l'intestin (temps de rétention) et voir si les caractéristiques physiques des graines (comme la taille, le poids) ainsi que le taux de consommation de fibres alimentaires peuvent influencer ce passage. *In fine*, il serait également intéressant d'examiner l'impact de l'approvisionnement alimentaire sur la dispersion des graines par le macaque de Barbarie. Pour ce faire, une comparaison du taux de frugivorie, de la présence des graines dans les fèces ainsi que de la distance de dispersion entre la saison touristique et post touristique doit être réalisée.

Conclusion et Perspectives



Une autre voie de recherche intéressante serait l'étude de la dispersion secondaire des graines contenues dans les excréments par d'autres animaux, notamment les bousiers. En effet, l'enlèvement et l'enfouissement des graines par les bousiers pourraient faciliter la germination et empêchent la prédation par les animaux qui consomment les graines. A cet égard, les recherches futures devraient examiner cette relation afin d'évaluer l'implication des bousiers dans la dispersion secondaire des graines déféquées par le macaque de Barbarie.

Références Bibliographiques



- Aguirre, J. R. R., & Valiente-banuet, A. (2006). Reproductive biology of *Opuntia* : A review. 64, 549–585. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.06.018>.
- Albert, A. (2012). Feeding and ranging behavior of northern pigtailed macaques (*Macaca leonina*): impact on their seed dispersal effectiveness and ecological contribution in a tropical rainforest at Khao Yai National Park, Thailand. 1–220
- Albert, A. (2013). The role of *macaca* spp . (primates : cercopithecidae) in seed dispersal networks. 61(1), 423–434.
- Albert, A., Hambuckers, A., Culot, L., Savini, T., & Hunen, M. C. (2013). Frugivory and Seed Dispersal by Northern Pigtailed Macaques (*Macaca leonina*), in Thailand. *International Journal of Primatology*, 34(1), 170–193. <https://doi.org/10.1007/s10764-012-9649-5>.
- Andresen, E., Arroyo-Rodríguez, V., & Ramos-Robles, M. (2018). Primate Seed Dispersal: Old and New Challenges. *International Journal of Primatology*, 39(3), 443–465. <https://doi.org/10.1007/s10764-018-0024-z>.
- Anonyme. (2020). Parts of a Seed and Their Functions. *Science facts*. <https://www.sciencefacts.net/parts-of-a-seed.html>.
- Anonyme. N.d. Glossaire Botanique. *A fleur de Pau*. <http://www.afleurdepau.com/Flore/vocab/fruit.php>
- Anzala, F.J., (2006). Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zeamays*) : étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l’aspartate et recherche de QTLs. Thèse de Doctorat Université d’Angers, 148p.
- Arendt, J. (1997). Adaptive Intrinsic Growth Rates : An Integration Across Taxa Adaptive Intrinsic Growth Rates : An Integration Across Taxa. *May*. <https://doi.org/10.1086/419764>.
- Augspurger, C. K. and Kelly, C. K. 1984. Pathogen mortality of tropical tree seedlings: experimental studies of the effects of dispersal distance, seedling density and light

Références Bibliographiques



- conditions. – *Oecologia* 61: 211 – 217.
- Barnea A, Yom-Tov Y, Friedman J (1990) Differential germination of two closely related species of *Solanum* in response to bird ingestion. *Oikos* 57:222–228.
- Belaidi, F., & Tamerdjiet, K. (2019). L'impact du plomb sur le taux, la vitesse de germination et les paramètres anatomiques de *Moringa oleifera* L : distribution, Biodiversité et environnement. Mémoire de fin d'études. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, P18-25
- Bewley, J.D., and Black, M. (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination*. (New York: Plenum Press).
- Bewley, J. D (1997). Seed germination and dormancy. *The plant cell*, vol. 9, no 7, p. 1055.
- Binet, P., Brunel, J.P., (1968). *Physiologies végétal: Photosynthèse*. ED. Paris, Doin, 793 p.
- Borg, C., Majolo, B., Qarro, M., & Semple, S. (2014). PRINTED IN THE UK Coat Condition and Endoparasite Diversity of Wild Barbary Macaques Exposed to Different Levels of Tourism. 27(1), 49–63.
- Boumenir M., 2020. Etude de l'impact des activités humaines sur les populations de macaque de Barbarie « *Macaca sylvanus* » de la région de Bejaia, au nord-est de l'Algérie. thèse. Université de liege. 34 p.
- Bufalo, F. S., Galetti, M., & Culot, L. (2016). Seed Dispersal by Primates and Implications for the Conservation of a Biodiversity Hotspot, the Atlantic Forest of South America. *International Journal of Primatology*, 37(3), 333–349. <https://doi.org/10.1007/s10764-016-9903-3>.

Références Bibliographiques



- Camperio ciani, A., Martinoli, L., Capiluppi, C., Arahou, M., Mouna, M., (2001). Effects of Water Availability and Habitat Quality on Bark-Stripping Behavior in Barbary Macaques. *Conserv. Biol.* 15, 259–265. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2001.99019.x>.
- Capece, P. I., Aliaga-Rossel, E., & Jansen, P. A. (2013). Viability of small seeds found in feces of the Central American tapir on Barro Colorado Island, Panama. *Integrative Zoology*, 8(1), 57–62. <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2012.00313.x>.
- Carne, C., Semple, S., MacLarnon, A., Majolo, B., & Maréchal, L. (2017). Implications of Tourist–Macaque Interactions for Disease Transmission. *EcoHealth*, 14(4), 704–717. <https://doi.org/10.1007/s10393-017-1284-3>.
- Chaussat, R., Le Deunff, Y., (1975). Microflora and seed deterioration in viability of seed. Ed. Chapman and Hall Londres, p59-93.
- Chaves, Ó. M., Bicca-Marques, J. C., & Chapman, C. A. (2018). Quantity and quality of seed dispersal by a large arboreal frugivore in small and large Atlantic forest fragments. *PLoS ONE*, 13(3), 4–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193660>.
- Ciani, A. C., Palentini, L., Arahou, M., Martinoli, L., Capiluppi, C., & Mouna, M. (2005). Population decline of *Macaca sylvanus* in the middle atlas of Morocco. *Biological Conservation*, 121(4), 635–641. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.06.009>.
- CITES. (2016). Trade Database Report. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
- Côme, D., (1970). Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Ed. Masson et Cie, Paris, 162p.
- Côme, D., (1982). Les semences, organes de survie. In « Conservation et stockage des graines et produits dérivés ». Tec. & Doc., Lavoisier. Ed. Paris, Vol. 4, p 233-253.
- Corlett, R. T., & Lucas, P. W. (1990). Alternative seed-handling strategies in primates: seed-spitting by long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*). *Oecologia*, 82(2), 166–171.



<https://doi.org/10.1007/BF00323531>.

- Corlett, R. T. (2017). Frugivory and seed dispersal by vertebrates in tropical and subtropical Asia: An update. *Global Ecology and Conservation*, 11, 1–22.
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.04.007>.
- Crosaz, Y. (1995). Propriétés germinatives des semences. *Lutte Contre l'érosion Des Terres Noires En Montagne Méditerranéenne*, 11, 28–84.
- Daws, M. I., Pearson, T. R. H., Burslem, D. F. R. P., Christopher, E., & Dalling, J. W. (2005). Effects of topographic position, leaf litter and seed size on seedling demography in a semi-deciduous tropical forest in Panama. 93–105. <https://doi.org/10.1007/s11258-004-5801-4>
- El Alami, A., Van Lavieren, E., Rachida, A., & Chait, A. (2012). Differences in Activity Budgets and Diet Between Semiprovisioned and Wild-Feeding Groups of the Endangered Barbary Macaque (*Macaca sylvanus*) in the Central High Atlas Mountains, Morocco. *American Journal of Primatology*, 74(3), 210–216. <https://doi.org/10.1002/ajp.21989>.
- El-Hachemi, A. (2008) *Physiologie de la Nutrition et de la Sécurité Alimentaire Thème Valorisation du grignon d'olive dans l'alimentation du poulet de des acides gras dans les muscles de la cuisse et du filet*. Thèse. Université d'Oran Es-Sénia. 101p.
- Evenari M (1949) Germination inhibitors. *Bot Rev* 15:153–194.
- Fa J. E, (1984). Habitat distribution and habitat preference in Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *International Journal of Primatology*, 5(3), 273–286
<https://doi.org/10.1007/BF02735762>.
- Fa, J. E, Taub, D. M., Menard, N., & Stewart, P. J. (1984). The distribution and current status of the Barbary macaque in. 1982.
- Fooden, J. (2007). Systematic review of the Barbary macaque, *Macaca sylvanus* (Linnaeus, 1758). In *Systematic review of the Barbary macaque, Macaca sylvanus* (Linnaeus, 1758) Jack Fooden.: Vol. n.s. no.11. Field Museum of Natural History,.



<https://doi.org/10.5962/bhl.title.14256>.

Foxcroft, L. C., & Rejmánek, M. (2007). What helps *Opuntia stricta* invade Kruger national park, south Africa: Baboons or elephants?. *Applied Vegetation Science*, 10(2), 265-270.

Fuentes, A. (2006). Human Culture and Monkey Behavior: Assessing the Contexts of Potential Pathogen Transmission Between Macaques and Humans. *American Journal of Primatology*, 68(September 2006), 880–896. <https://doi.org/10.1002/ajp>.

Fuzessy, L. F., Janson, C. H., & Silveira, F. A. O. (2017). How far do Neotropical primates disperse seeds? *American Journal of Primatology*, 79(7), 1–6. <https://doi.org/10.1002/ajp.22659>

Garrone, B. (2009). Quelques notions essentielles de botanique.

Gelmi-Candusso, T. A., Bialozyt, R., Slana, D., Zárata Gómez, R., Heymann, E. W., & Heer, K. (2019). Estimating seed dispersal distance: A comparison of methods using animal movement and plant genetic data on two primate-dispersed Neotropical plant species. *Ecology and Evolution*, 9(16), 8965–8977. <https://doi.org/10.1002/ece3.5422>

Habibi, Y. (2004). Contribution à l'étude morphologique, ultrastructurale et chimique de la figue de barbarie. Les polysaccharides pariétaux: caractérisation et modification chimique. Thèse. Université Joseph Fourier. 236 p.

Hanya, G. (2004). Diet of a Japanese macaque troop in the coniferous forest of Yakushima. *International Journal of Primatology*, 25, 55–71.

Helen, O., & John, E. F. (1993). Effects of touristes on Barbary macaques at Gibraltar. *Folia Primatol*, 61, 77–91.

Heller, R., (1990). *Physiologie végétale*. Tome 2: Développement. 4ème édition. Paris, Masson, 266p.

Hill DA, Lucas PW, Cheng PY (1995) Bite forces used by Japanese macaques (*Macaca fuscata yakui*) on Yakushima Island, Japan to open aphid-induced galls on *Distylium racemosum*



(Hamamelidaceae). *J Zool* 237:57–63.

Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (JORADP) N° 35 du 10 juin 2012. Décret exécutif n° 12-235 du 3 Rajab 1433 correspondant au 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées, pp. 5-11.

Izhaki, I., Tsahar, E., Paluy, I., & Friedman, J. (2002). Within population variation and interrelationships between morphology, nutritional content, and secondary compounds of *Rhamnus alaternus* fruits. *New Phytologist*, 156(2), 217–223.
<https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2002.00515.x>.

Kinzey WG, Norconk MA (1993) Physical and chemical properties of fruit and seeds eaten by *Pithecia* and *Chiropotes* in Surinam and Venezuela. *Int J Primatol* 14:207–227.

Lang, G.A. (1996). *Plant Dormancy*. (Oxford, UK: CAB International).

Lazure, L., Almeida-Cortez, J.S., 2006. Impact of neotropical mammals on seeds dispersal and predation. *Neotr. Biol. Conserv.* 1, 51e61.

Lottf, Y. V.D., Thatcher, R. L., Rossomy, L., & Reimiardt, C. F. (1999). The influence of baboon prédation and time in water on germination and early establishment of *Opuntia stricta* (Australian pest pear) in the Kruger National Park. In *Koedoe* (Vol. 42, Issue 1, pp. 43–50). <https://doi.org/10.4102/koedoe.v42i1.220>.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2000). 100 Espèces Exotiques Envahissantes parmi les plus néfastes au monde. Une sélection de la Global Invasive Species Database. La Commission de la Sauvegarde des Espèces (CSE), Invasive Species Specialist Group, Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), Gland, Switzerland.

Lucas, P. W., & Corlett, R. T. (1991). Relationship between the diet of *Macaca fascicularis* and forest phenology. *Folia Primatologica*, 57,201–215.

Références Bibliographiques



- Lucas, P.W.; Teaford, M.F. (1994). Functional morphology of colobine teeth. Pp. 173–204 in colobine monkeys: their ecology, behaviour, and evolution. A.G. Davies; J.F. Oates, eds. London, Cambridge University Press.
- MacRoberts, M. H., & MacRoberts, B. R. (1966). The annual reproductive cycle of the Barbary Ape (*Macaca sylvana*) in Gibraltar. *American Journal of Physical Anthropology*, 25(3), 299–304. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330250309>
- Maibeche Y., 2008. Etude de l'habitat et du régime alimentaire chez le magot (*macaca sylvanus*) dans le parc national de gouraya (bejaia). thèse magister, Université A.MIRA de Béjaia, 96 p.
- Maibeche, Y., Moali, A., Yah, N., & Menard, N. (2015). Is diet flexibility an adaptive life trait for relictual and peri-urban populations of the endangered primate *Macaca sylvanus*? In *PLoS ONE* (Vol. 10, Issue 2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118596>.
- Maréchal, L., Semple, S., Majolo, B., & MacLarnon, A. (2016). Assessing the effects of tourist provisioning on the health of wild Barbary macaques in Morocco. *PLoS ONE*, 11(5), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155920>.
- Mazliak P., (1982). Croissance et développement. *Physiologie végétale II*. Hermann Ed, Paris, Collection Méthodes, 465p.
- Mehlman, P.T., (1989). Comparative density, demography, and ranging behavior of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) in marginal and prime conifer habitats. *Int. J. Primatol.* 10, 269–292. <https://doi.org/10.1007/BF02737418>
- Ménard, N., Vallet, D., & Gautier-Hion, A. (1985). Démographie et reproduction de *Macaca sylvanus* dans différents habitats en Algérie. *Folia Primatologica*, 44, 65–81.
- Ménard, N., (1985). Le régime alimentaire de *macaca sylvanus* dans différents habitats d'algerie 1. régime en chenaie decidue. *Rev. d'Ecologie (La Terre la Vie)* 40.
- Ménard, N., & Vallet, D. (1986). Le régime alimentaire de *macaca sylvanus* dans différents habitats

Références Bibliographiques



- d'algerie : ii. - regime en foret sempervirente et sur les sommets rocheux. *Revue d'Ecologie (La Terre et La Vie)*, 41.
- Ménard, N., Rantier, Y., Foulquier, A., Qarro, M., Chillasse, L., Vallet, D., Pierre, J. S., & Butet, A. (2014). Impact of human pressure and forest fragmentation on the Endangered Barbary macaque *Macaca sylvanus* in the Middle Atlas of Morocco. *Oryx*, 48(2), 276–284. <https://doi.org/10.1017/S0030605312000312>.
- Meyer GA, Witmet MC (1998) Influence of seed processing by frugivorous birds on germination success of three North American shrubs. *Am Midl Nat* 140:129–139.
- Modolo, L., Salzburger, W., & Martin, R. D. (2005). Phylogeography of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*) and the origin of the Gibraltar colony. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(20), 7392–7397. <https://doi.org/10.1073/pnas.0502186102>.
- Morales, J. C., & Melnick, D. J. (1998). Phylogenetic relationships of the macaques (Cercopithecidae: *Macaca*), as revealed by high resolution restriction site mapping of mitochondrial ribosomal genes. *Journal of Human Evolution*, 34(1), 1–23. <https://doi.org/10.1006/jhev.1997.0171>.
- Nishikawa, M., & Mochida, K. (2010). Coprophagy-related interspecific nocturnal interactions between Japanese macaques (*Macaca fuscata yakui*) and sika deer (*Cervus nippon yakushimae*). *Primates*, 51, 95–99
- Norconk, M. A., Grafton, B. W., & Conklin-Brittain, N. L. (1998). Seed dispersal by neotropical seed predators. *American Journal of Primatology*, 45(1), 103–126. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2345\(1998\)45:1<103::aid-ajp8>3.0.co;2-%23](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2345(1998)45:1<103::aid-ajp8>3.0.co;2-%23).
- Observatoire Du Sahara et Du Sahel. (2020). *Especies exotiques envahissantes (eee) terrestres au maghreb arabe etat etat des lieux et perspectives pour une strategie sous regionale (Algerie, Libye, Mauritanie, Maroc et Tunisie) Juillet*.
- Otani T, Shibata E (2000) Seed dispersal and predation by Yakushima macaques, *Macaca fuscata yakui*, in a warm temperate forest of Yakushima Island, southern Japan. *Ecol Res*



15:133–144.

Otani, T. (2003). Seed dispersal and predation of fleshy-fruited plants by Japanese macaques in the cool temperate zone of northern Japan. *156*, 153–156.

Otani, T (2004) Effects of macaque ingestion on seed destruction and germination of a fleshy-fruited tree, *Eurya emarginata*. *Ecol Res* 19:495–501.

Otani, T. (2010). Seed Dispersal by Japanese Macaques. *Primate Monographs*.
<https://doi.org/10.1007/978-4-431-53886-8>.

Peres, C. A., Emilio, T., Schiatti, J., Desmoulière, S. J. M., & Levi, T. (2016). Dispersal limitation induces long-term biomass collapse in overhunted Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(4), 892–897. <https://doi.org/10.1073/pnas.1516525113>

Poschlod, P., Bonn, S., & Tackenberg, O. (2003). Assessment of wind dispersal potential in plant species. *Ecological Monographs*, 73(2), 191–205.

Roberts, M. S. (1978). The annual reproductive cycle of captive *Macaca sylvana*. *Folia Primatologica; International Journal of Primatology*, 29(3), 229–235.
<https://doi.org/10.1159/000155842>.

Schowalter, Timothy D. (2016). Pollination, Seed Predation, and Seed Dispersal. *Insect Ecology (fourth edition)*. 445–476. doi:10.1016/B978-0-12-803033-2.00013-3

Schupp, E. W., Jordano, P., Gómez, J. M., & Schupp, W. (2014). Seed dispersal effectiveness revisited: Seed dispersal effectiveness a conceptual review. *New Phytologist*, 188(2), 333–353.

Sengupta, A., McConkey, K. R., & Radhakrishna, S. (2014). Seed dispersal by rhesus macaques *Macaca mulatta* in Northern India. *American Journal of Primatology*, 76(12), 1175–1184.
<https://doi.org/10.1002/ajp.22302>.

Sengupta, A., McConkey, K. R., & Radhakrishna, S. (2015). Primates, provisioning and plants:

Références Bibliographiques



- Impacts of human cultural behaviours on primateecological functions. PLoS ONE, 10(11), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140961>.
- Sengupta, A., Gazagne, E., Albert-Daviaud, A., Tsuji, Y., & Radhakrishna, S. (2020). Reliability of macaques as seed dispersers. *American Journal of Primatology*, 82(5), 1–12. <https://doi.org/10.1002/ajp.23115>.
- Stoner, K. E., Riba-Hernandez, P., Vulinec, K., & Lambert, J. E. (2007). The role of mammals in creating a modifying seed shadows in tropical forests and some possible consequences of their elimination. *Biotropica*, 39, 316–327.
- Stoner, K. E., & Henry, M. (2009). Seed dispersal and frugivory in tropical ecosystems. *Tropical biology and conservation management*, 5, 176-193.
- Taub. (1977). géographique distribution and habitat diversity of Barbary macaque.
- Thiry, V., Bhasin, O., Stark, D. J., Beudels-Jamar, R. C., Vercauteren Drubbel, R., Nathan, S. K. S. S., Goossens, B., & Vercauteren, M. (2019). Seed dispersal by proboscis monkeys: the case of *Nauclea* spp. *Primates*, 60(5), 449–457. <https://doi.org/10.1007/s10329-019-00736-x>.
- Traveset, A. (1998). Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1(2), 151–190. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00057>.
- Traveset A, Bermejo T., & Willson M (2001) Effect of manure composition on seedling emergence and growth of two common shrub species of Southeast Alaska. *Plant Ecol* 155:29–34.
- Traveset, A., Robertson, A. W., & Rodríguez-Pérez, J. (2007). A review on the role of endozoochory in seed germination. *Seed Dispersal: Theory and Its Application in a Changing World*, January, 78–103. <https://doi.org/10.1079/9781845931650.0078>.

Références Bibliographiques



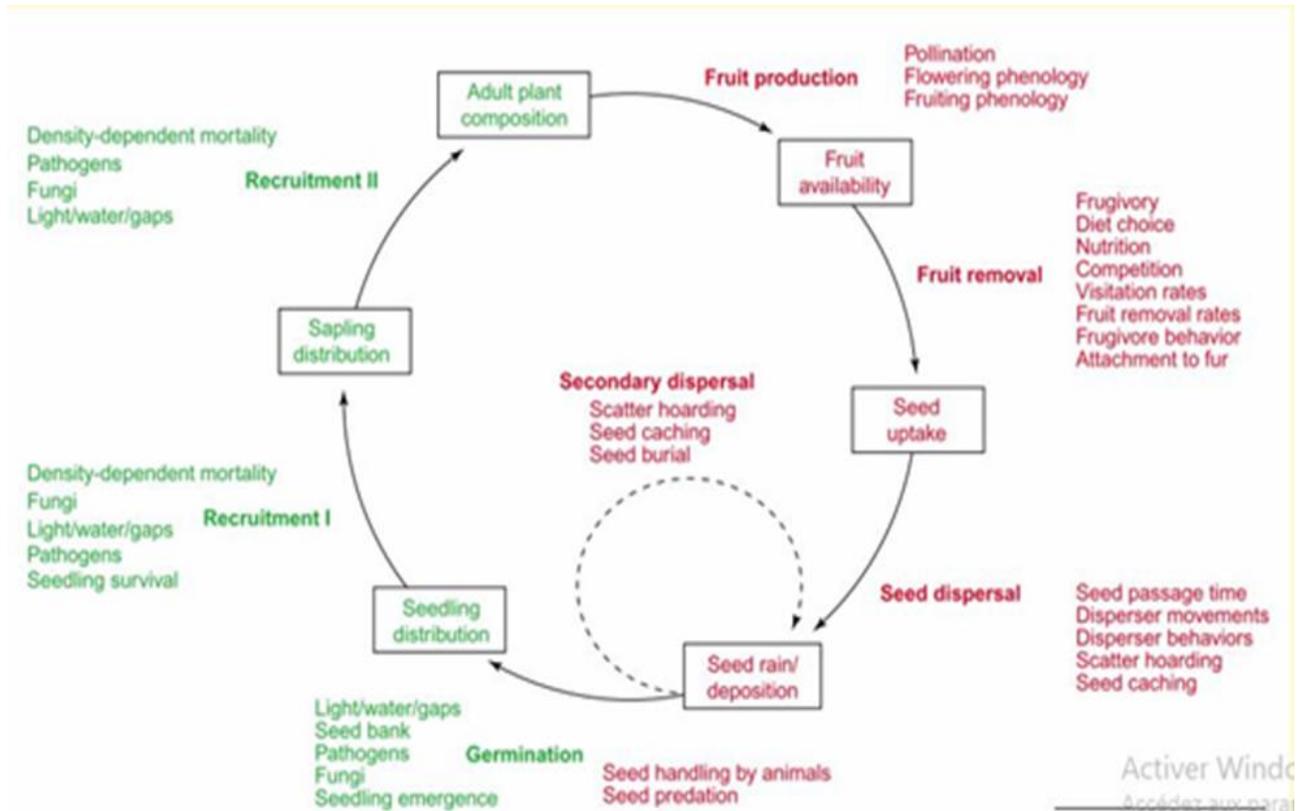
- Traveset, A., & Rodríguez-pérez, J. (2018). Seed Dispersal. In *Encyclopedia of Ecology* 2nd edition (2nd ed., Issue October 2017, pp. 1–8). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10950-9>.
- Tsuji, Y., Sato, K., & Sato, Y. (2011). The role of Japanese macaques (*Macaca fuscata*) as endozoochorous seed dispersers on Kinkazan Island, northern Japan. *Mammalian Biology*, 76, 525–533.
- Tsuji, Y., & Su, H. H. (2018). Macaques as Seed Dispersal Agents in Asian Forests: A Review. *International Journal of Primatology*, 39(3), 356–376. <https://doi.org/10.1007/s10764-018-0045-7>.
- Valenta, K., & Fedigan, L. M. (2009). Effects of gut passage, feces, and seed handling on latency and rate of germination in seeds consumed by capuchins (*Cebus capucinus*). *American Journal of Physical Anthropology*, 138(4), 486–492. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20982>.
- Van Lavieren, E., (2004). The illegal trade in the Moroccan Barbary macaque (*Macaca sylvanus*) and the impact on the wild population. Masters thesis 63.
- Van Lavieren, E., Wich, S. A. (2010). Decline of the Endangered Barbary macaque *Macaca sylvanus* in the cedar forest of the Middle Atlas Mountains, Morocco. *Oryx*, 44(1), 133–138. <https://doi.org/10.1017/S0030605309990172>.
- Van Lavieren, E., Bergin, D., & Nijman, V. (2016). The trade in Barbary macaques and the link to the Moroccan diaspora in Europe Case Study 11 The Trade in Barbary Macaques and the Link to the Moroccan Diaspora in Europe Els van Lavieren , Daniel Bergin , and Vincent Nijman. September, 4–7.
- Vazquez-Yanes, C.; A. Orozco-Segovia, A. (1993). Patterns of Seed Longevity and Germination in the Tropical Rainforest. November 2003. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.000441>.
- Vittoz, P., & Engler, R. (2007). Seed dispersal distances : a typology based on dispersal modes

Références Bibliographiques



- and plant traits. 117, 109–124. <https://doi.org/10.1007/s00035-007-0797-8>.
- Vleeshouwers, L.M., Bouwmeester, H.J., and Karssen, C.M. (1995). Redefining seed dormancy: An attempt to integrate physiology and ecology. *J. Ecol.* 83, 1031-1037.
- Wallis, J., Pilot, M., Majolo, B., & Waters, S. S. (2020). *Macaca sylvanus*, Barbary Macaque the iucn red list of threatened species. October.
- Wang, B. C., Wang, B. C., Smith, T. B., Wang, B. C., & Smith, T. B. (2019). Closing the seed dispersal loop. 5347(August). [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02541-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02541-7).
- Wilson, D.E., and Russell Cole.F, (2000). *Common Names of Mammals of the World*. Smithsonian, institution Press Washington. 204 p.
- Yahi, N., Vela, E., Benhouhou, S., De Belair, G., & Gharzouli, R. (2012). Identifying Important Plants Areas (Key Biodiversity Areas for Plants) in northern Algeria. *Journal of Threatened Taxa*, 04(08), 2753–2765. <https://doi.org/10.11609/jott.o2998.2753-65>.
- Yao, H., Bai, Y., Chen, Y., Chen, H., Yang, W., Ruan, X., & Xiang, Z. (2021). Endozoochorous seed dispersal by golden snub-nosed monkeys in a temperate forest. *Integrative Zoology*, 16(1), 120–127. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12488>.
- Zanette, E. M., Fuzessy, L. F., Hack, R. O. E., & Monteiro-Filho, E. L. A. (2020). Potential role in seed dispersal revealed by experimental trials with captive southern muriquis (*Brachyteles arachnoides*). *Primates*, 61(3), 495–505. <https://doi.org/10.1007/s10329-020-00796-4>.

Annexe 01 : le cycle de dispersion des graines (Wang et al., 2019)

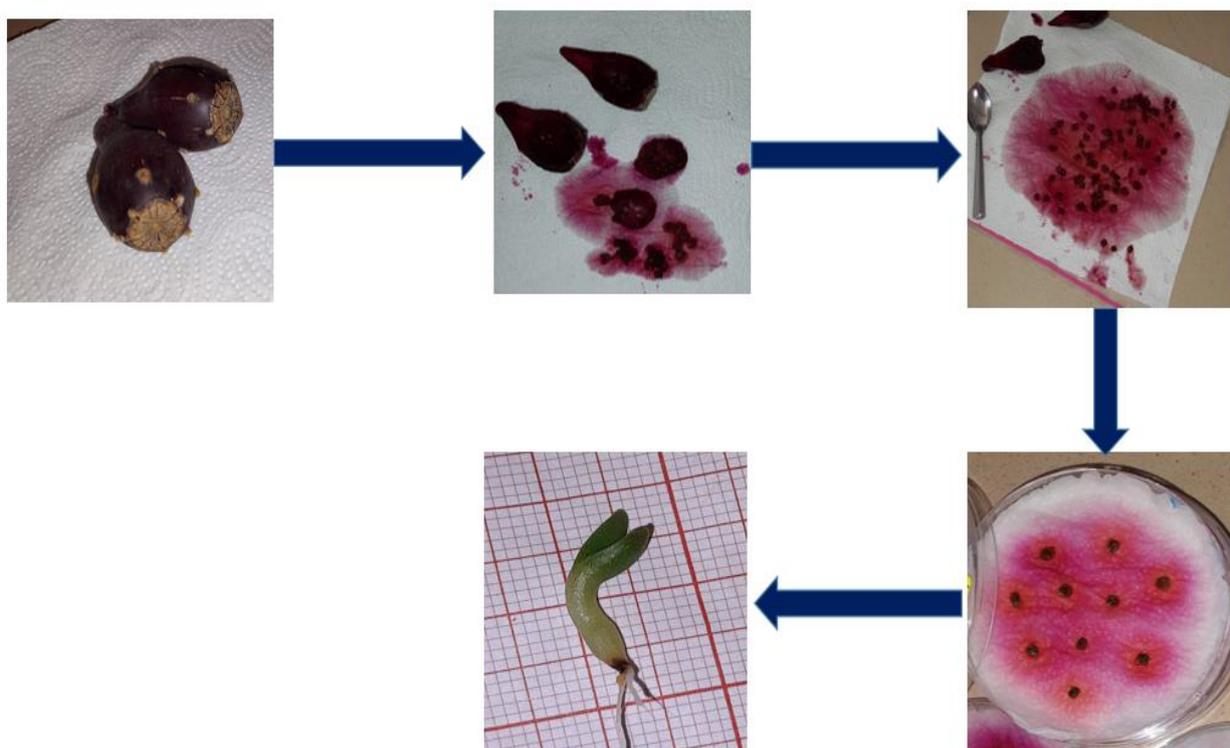


Annexe 02 : synthèse des méthodes de manipulation des graines par les primates.

Méthodes de manipulation (Handling mechanisms)	Definition
Avaler (swallow)	Les graines des fruits ont été ingérées, digérées et ensuite déféquées intactes (Albert et al., 2013).
Cracher (spit out)	Le fruit est placé dans la bouche, principalement stocké dans les abajoues, nettoyé de la pulpe et les graines sont crachées par la suite. Une étude a montré que les macaques peuvent garder les graines dans leurs poches buccales jusqu'à 45 minutes avant de les recracher,

	permettant ainsi une dispersion sur de longues distances. (Albert et al., 2013).
Faire tomber (drop)	La graine est séparée de la pulpe qui l'entoure et qu'elle tombe sans entrer entièrement dans la bouche (Albert et al., 2013).
Détruire (destroy)	Les graines sont détruites par les primates si ces dernières sont mastiquées dans la bouche ou si les fruits de ces espèces étaient consommés dans un état non mûr (Albert et al., 2013).

Annexe 03 : les étapes de récupération de graines de control d'*Opuntia stricta* jusqu'à la germination.



Résumé :

La dispersion des graines est un processus essentiel pour la régénération des plantes et le maintien de la biodiversité. Au cours des deux dernières décennies, plusieurs études ont été menées sur la dispersion des graines chez les primates. Cependant, le macaque de Barbarie n'a jamais fait l'objet d'une étude. Pour cette raison, nous avons examiné le rôle potentiel dans la dispersion des graines chez deux groupes de macaques de Barbarie dans le Parc National du Gouraya à Bejaia. Pour ce faire, nous avons déterminé les méthodes de manipulation des graines, le nombre de graines trouvées dans les fèces et nous avons effectué un test de germination. Un total de 79 échantillons fécaux a été collecté entre avril et juin. Nous avons également réalisé un suivi comportemental suivant la méthode « Focal sampling » (20 focaux réalisés). Les résultats de cette étude indiquent que le Magot manipule les graines par 4 méthodes de manipulation. D'autre part, des graines intactes appartenant à huit espèces ont été trouvées dans 56 échantillons de matières fécales fraîches. Parmi ces espèces *Rhamnus alaternus* et *Opuntia stricta* ont été les plus abondantes, avec un pourcentage de 96 % et 78 % respectivement de graines intactes. En fin, les graines de cactus récupérées dans les matières fécales sèches et fraîches ont un taux de germination plus élevé que les graines de contrôle. Sur la base de ces résultats, nous concluons que les macaques de Barbarie remplissent des fonctions écologiques critiques dans leurs habitats en dispersant les graines de certaines espèces et en améliorant le succès de germination des graines de cactus. Cependant, des études complémentaires doivent être menées pour comprendre au mieux le rôle du Magot dans la dispersion des graines.

Mots clés : dispersion des graines, Parc National du Gouraya, macaque de Barbarie, Méthode de manipulation, test de germination.

Abstract:

Seed dispersal is essential for plant regeneration and the maintenance of biodiversity. However, in the last two decades, there has been an increasing number of studies examining the role of primates as seed dispersers. Although, no research has investigated on the role of the Barbary macaque. For this reason, we examined the potential role of seed dispersal in two groups of Barbary macaques in the Gouraya National Park in Bejaia. This was accomplished by determining the processing methods used, the amount of seeds found in feces, and by conducting a germination test. We collect 79 fecal samples between April and June. A behavioral observations was also carried following the focal sampling method (20 focal observation data was conducted). As a result, we identified 4 handling methods of seeds of which seed destruction is the most common. Intact seeds belonging to eight species were found in 56 fresh fecal samples. Where the most abundant species were *Rhamnus alaternus* and *Opuntia stricta*, accounting for 96 % and 78% undamaged seeds respectively. Our finding, indicate that *Opuntia stricta* seeds recovered from dry and fresh feces had a higher germination rates than control seeds. Based on the results of our study, we conclude that the Barbary macaque fulfill critical ecological functions in their habitat by dispersing seeds of some species and enhancing the germination success of defecated cactus seeds. Therefore these results must be taken into consideration for better conservation strategies.

Key words: seed dispersal, Gouraya National Park, Barbary macaque, handling methods, germination test.

