

**UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département des Sciences Biologiques**

Année : 2015/2016

N° d'enregistrement :

/...../...../...../...../



**THESE**

**Pour l'obtention du diplôme de Doctorat**

**en Sciences Biologiques**

**Rôle du dromadaire dans la régénération et la  
prolifération du couvert floristique des parcours du  
Sahara septentrional algérien**

**Présentée et soutenue publiquement**

**Par : TRABELSI Hafida**

Le : 16/02/2016

<b>BISSATI-BOUAFIA Samia</b>	<b>Professeur</b>	<b>U.K.M. Ouargla</b>	<b>Présidente</b>
<b>CHEHMA Abdelmadjid</b>	<b>Professeur</b>	<b>U.K.M. Ouargla</b>	<b>Promoteur</b>
<b>SENOUSSI Abdelhakim</b>	<b>Professeur</b>	<b>U.K.M. Ouargla</b>	<b>Copromoteur</b>
<b>KHALDOUN Mounira</b>	<b>Maitre de Conférences A</b>	<b>U.S.T.H.B. Alger</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>BENNIUOU Ramdane</b>	<b>Maitre de Conférences A</b>	<b>U.M.B. M'sila</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>BOUALLALA M'hammed</b>	<b>Maitre de Conférences A</b>	<b>U.A.D. Adrar</b>	<b>Rapporteur</b>

## Remerciements

*Une thèse, tant nominative soit elle, est avant tout un travail de réflexion collective, donc au terme de ce travail, il m'est à la fois un plaisir et un devoir de remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation.*

*J'adresse mes vifs remerciements à*

*Mon Directeur de thèse, le Prof. CHEHMA A. Directeur du laboratoire Bioressources à l'université Kasdi Merbah-Ouargla, a bien voulu, malgré ses nombreuses occupations, consacrer de nombreuses entrevues pour discuter le travail, m'apporter des conseils précieux, faire des remarques et critiques pertinentes et constructives dans la réalisation de ce travail.*

*Je suis extrêmement reconnaissante au Prof. SENOUSSI A. Vice recteur chargé de la pédagogie à l'Université Kasdi Merbah- Ouargla pour l'intérêt soutenu qu'il a porté à ce travail malgré ses nombreuses obligations et d'avoir accepté d'être Co-promoteur.*

*Mes remerciements les plus sincères sont aussi à l'ensemble des rapporteurs qui ont bien voulu me faire part de leurs pertinentes critiques et suggestions et m'ont fait l'honneur d'être dans mon jury*

- *Mme BISSATI Samia Professeur à l'Université Kasdi Merbah- Ouargla, non seulement pour avoir présidé le jury et d'évaluer ce travail, mais aussi pour l'intérêt scientifique qu'elle a toujours accordé à mon travail ;*
- *Mme KHALDOUN M. Maitre de Conférences « A » à l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene - Alger;*
- *Mr BENNIOU R. Maitre de Conférences « A » à l'université Mohammed Boudiaf-M'sila;*
- *Mr BOUALLALA M. Maitre de Conférences « A » à l'université Ahmed Draya-Adrar.*

*Ma profonde gratitude et mes remerciements vont particulièrement à Mr FAYE Bernard (dans le cadre du projet CMEP-TASSILI, 09 MDU 754), pour ses jugements très pertinents et son appuis scientifique,*

*Mes sincères remerciements et tous mes respects s'adressent au Professeur NEFATTI Mohamed, Directeur du laboratoire d'Ecologie pastorale à l'IRA (Tunisie) pour avoir mis à ma disposition sa documentation personnelle. J'ai beaucoup profité de son expérience et de ses larges connaissances écologiques des zones arides.*

---

---

*Mes remerciements chaleureux vont à Mr CHAABENA Ahmed pour l'aide qu'il a toujours su m'apporter et surtout m'avoir aidé à faire les analyses statistiques sans oublier Mr KHERRAZ de CRSTRA et Mr BELAROUSSI de l'UKMO pour leur précieuse aide.*

*Un grand merci à mes chers frangins (Kamel, Farouk et Azeddine) pour leurs aide et garde sur terrain sans oublier mes neveux (Mohammed et Youcef) qui ont largement contribué à la collecte des fèces et des graines.*

*Je remercie chaleureusement tout le personnel du Laboratoire Bioressources sahariennes, préservation et valorisation, je leurs assure ma respectueuse considération.*

*Nesrine SALHI ma conseillère, je la remercie infiniment pour les instants inoubliables que nous avons partagés et sa discussion fructueuse.*

*Un grand merci à Safia KACI et Amina HANNANI qui m'ont souvent dépanné.*

*Je dois également exprimer ma gratitude au:*

*Personnel du laboratoire pédagogique à la faculté des sciences biologiques, Université Kasdi Merbah- Ouargla, notamment Mr. BEGGARI Laaiche et KHANGAOUI Amina*

*Personnel du laboratoire Elevage et Faune sauvage à l'Institut des Régions Arides (Tunisie), particulièrement le Professeur HAMMADI Mohamed et le Professeur KHORCHANI Touhami.*

*Personnel du laboratoire Ecologie Pastorale à l'Institut des Régions Arides (Tunisie), notamment Boutheina, Abdelmadjid et Hadjer.*

*Enfin, que ceux et celles m'ont fourni encouragements, conseils et informations, soient assumés de ma perpétuelle gratitude et de ma profonde sympathie.*

---

---

## *Liste des photographies*

<i>Photo</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
1	Prélèvement des graines	10
2	Identification des espèces sous serre	12
3	Graines d' <i>Argyrolobium uniflorum</i> ( <i>Fabaceae</i> )	35
4	Graines d' <i>Astragalus ghsensis</i> ( <i>Fabaceae</i> )	35
5	Graine d' <i>Astragalus cruciatus</i> ( <i>Fabaceae</i> )	35
6	Graines d' <i>Helianthemum lippii</i> ( <i>Cistaceae</i> )	35
7	Graines d' <i>Asphodelus tenuifolius</i> ( <i>Liliaceae</i> )	35
8	Graines de <i>Lotus roudairi</i> ( <i>Fabaceae</i> )	35
9	Graines de <i>Plantago ciliata</i> ( <i>Plantaginaceae</i> )	36
10	Graines de <i>Bassia muricata</i> ( <i>Amaranthaceae</i> )	36
11	Graines de <i>Fagonia glutinosa</i> ( <i>Zygophyllaceae</i> )	36
12	Graines de <i>Zygophyllum album</i> ( <i>Zygophyllaceae</i> )	36
13	Graines d' <i>Echium trygorrhizum</i> ( <i>Boraginaceae</i> )	36
14	Graines de <i>Moltkia ciliata</i> ( <i>Boraginaceae</i> )	36
15	Graine germée de l'espèce <i>Astragalus gysensis</i> ( <i>Fabaceae</i> )	41
16	Graine germée de l'espèce <i>Astragalus cruciatus</i> ( <i>Fabaceae</i> )	41
17	Graine germée de l'espèce <i>Bassia muricata</i> ( <i>Amaranthaceae</i> )	41
18	Graine germée de l'espèce <i>Helianthemum lippii</i> ( <i>Cistaceae</i> )	41
19	<i>Argyrolobium uniflorum</i> ( <i>Fabaceae</i> )	44

20	<i>Astragalus ghysensis</i> (Fabaceae)	44
21	<i>Fagonia glutinosa</i> (Zygophyllaceae)	44
22	<i>Helianthemum lippii</i> (Cistaceae)	44
23	<i>Astragalus cruciatus</i> (Fabaceae)	45
24	<i>Bassia muricata</i> (Amaranthaceae)	45
25	<i>Zygophyllum album</i> (Zygophyllaceae)	45

### ***Liste des Figures***

<i>Figure</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
1	Distribution des espèces disséminées en fonction des classes	22
2	Contribution des espèces en fonction des familles	23
3	Contribution des espèces en fonction des catégories biologiques	24
4	Contribution des espèces en fonction des types de flore	25
5	Répartition des espèces par saisons de collecte	26
6	Répartition temporelle des graines disséminées	28
7	Nombre total des graines disséminées	29
8	Formes des graines disséminées par le dromadaire	33
9	Proportions de distribution de couleur des graines	34
10	Représentation graphique (F1-F2) de l'ACP des taux de germination des graines issues des fèces)	40
11	Germination comparative des graines sans passage (T0) et après passage dans le tube digestif du dromadaire (T1)	50

## *Liste des Tableaux*

Tableau	Titre	Page
1	Périodes des sorties (annuelles) de collecte des fèces	08
2	Espèces disséminées dans les fèces du dromadaire	19
3	Liste des graines germées issues des fèces	38
4	Inventaire des espèces obtenues sous serre	42
5	Taux de germination des espèces étudiées	48
6	Effet de traitement sur le taux de germination des espèces étudiées	51

# *Table des matières*

Liste des photographies

Liste des figures

Liste des tableaux

Abstract

ملخص

Résumé

**INTRODUCTION** 02

## *Partie I : Matériel et méthodes*

**Chapitre 1: Sites de collecte des fèces** 07

I.1. Critères de choix des sites 07

I.2. Présentation des régions de collecte 07

I.3. Collecte des échantillons fécaux 07

**Chapitre II: Etude des graines récoltées des fèces** 10

II.1. Identification des graines 10

II.1. 1 Etude au laboratoire 10

II. 1. 1. 1 Recherche des graines 10

II .1. 1. 2 Identification des graines 11

II.1. 2 Etude sous serre 11

II. 2. 2. 3 Identification des espèces 12

II.2. Germination des graines 12

II.2.1 Germination des graines issues des fèces 13

II. 2. 1. 1 Mise à germination des graines au laboratoire 13

II. 2. 1. 2 Mise en culture des fèces sous serre	13
II. 2. 1. 2. 1 Préparation et mise en culture des échantillons	13
II. 2. 1. 2. 2 Suivi de germination	14
II.2.2 Germination des graines collectées sur terrain	14
II.2.2.1 Espèces retenues	14
II. 2. 2.2 Collecte des graines	15
II. 2. 2.3 Conditions expérimentales de germination	15
II. 2.3 Expression des résultats	15
II. 2.3.1 Taux de germination	15
II.2.3.2 Fréquence relative de germination	16
II.2.3.3 Analyse en composantes principales	16
I.II.2.3.4 Analyse de variance (ANOVA)	16

## ***Partie 2: Résultats et discussion***

<b><i>Chapitre I : Espèces disséminées par le dromadaire</i></b>	19
I.1. Identification des graines des espèces disséminées	19
I.2. Diversité des graines disséminées	21
I.2. 1 Analyse des espèces disséminées en fonction des classes	22
I.2. 2 Analyse des espèces disséminées en fonction des familles	23
I.2. 3 Analyse des espèces disséminées en fonction des catégories biologiques	24
I.2. 4 Analyse des espèces disséminées en fonction de type de flore	25
I.3.5 Distribution temporelle des espèces disséminées	26
I.4. Quantité de graines disséminées	28
I.4 .1 Distribution temporelle des graines	28
I.4 .2 Nombre total des graines disséminées	28



I.5. Morphologie des graines disséminées	31
I.5.1 Taille des graines disséminées	31
I.5.2 Forme des graines disséminées	33
I.5.3 Couleur des graines disséminées	34
<b>Chapitre II : Germination des graines</b>	<b>38</b>
II.1 Graines viables dans les fèces	38
II.2 Effet des fèces sur la germination des graines et la croissance des plantules	42
II.3 Relation entre la morphologie des graines et leur germination	46
II.4 Germination des graines collectées sur terrain	47
II.5 Efficacité de dispersion du dromadaire	49
<b>DISCUSSION GENERALE</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>73</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>86</b>

# The Role of the camel in flora covered regeneration and proliferation in northern Algerian Sahara rangelands

## Abstract

The Saharan milieu contains floristic acclimatized resources, surviving with adaptations forms, and are, essentially, valued by the camel, only livestock species adapted to this environment and living in extensive mode. The aim of this study is to understand the impact of the camel in the persistence and regeneration of the desert ecosystem and, by identifying, quantifying and by germinating the seeds of the species that can be dispersed by this animal defecation. In this sense, we have made the samples fecal collection of this animal through six different types of rangelands Saharan camels and analyze their contents in seeds for submission to the germination tests (in the laboratory) compared with seeds directly collected from mothers species in pasture. So as to study and quantify its role in the seeds dispersal and germination after passing in his digestive tract, in addition, a portion of the collected feces was cultivated in pots at greenhouse, in order to know the effect of gut passage on the germination and seedling growth. The floristic study allowed to identify 31 of 39 species from faeces, divided into 15 perennial and 16 ephemeral belonging to 18 botanical families, which was in good condition. Although the analysis of the seeds quantity dispersed by the dromedary and their temporal distribution shows that the summer is the most represented season because it coincides with the general maturation of seeds produced in large numbers. The examination of morphological seeds traits shows that the majority of species dispersed by dromedary with small seeds, a very light weight, brown and yellow color, and usually spherical shape. What appears a very effective mechanism of species adaptation in dry lands. The germination study indicates that 22 species have retained their ability to germinate after passing through digestive tract, owned 9 botanical families, 50% of which are ephemeral against 32% perennials and 18% undetermined. Indeed, we report that the camel has the potential and the dispersion capacity of 4 highly appreciated species, improving and stimulating 3 of the *Fabaceae* family (*Argyrolobium uniflorum*, *Astragalus cruciatus* and *Astragalus ghysensis*) and only one of the *Cistaceae* family's (*Helianthemum lippii*). The dromedary, share of their food behavior and dispersion seeds over long distances, remains unique ecological species of the vast Saharan environments.

**Keyword:** Rangeland Sahara, Seeds, Camel, Endozoochory, Germination, Regeneration.

# دور الجمل في نشر و تجديد الغطاء النباتي لمراعي شمال الصحراء الجزائرية

## ملخص

يضم الوسط الصحراوي موارد نباتية تتعاضد على حسب نظم تكيف مختلفة, و تعتبر مئمة اساسا من طرف الابل, باعتباره الحيوان الوحيد المستأنس و المتأقلم لتثمين الغطاء النباتي الصحراوي, على غرار الحيوانات المستأنسة الأخرى. انطلاقا من هذا المفهوم, يهدف عملنا على جمع براز الإبل في كل الفصول لمدة ثلاث سنوات متتابة من خلال ستة أنواع لمراعي الإبل, و استخراج البذور منها بغرض وضعها تحت اختبار الإنبات " في المختبر " مقارنة مع مثيلاتها من البذور التي تم جمعها مباشرة من النباتات البرية في الصحراء من جهة, و من جهة أخرى وضع عينات من البراز للاستنبات في البيوت البلاستيكية بغرض معرفة تأثير الجهاز الهضمي على القدرة الانتاشية للبذور. سمحت لنا الدراسة النباتية على تصنيف 35 من اصل 39 نوع نباتي منقولة وجدت في الفضلات, تنقسم الى 15 نوع دائم و 16 نوع مؤقت و تنتمي الى 18 فصيلة نباتية, مع العلم أنها كانت معظمها في حالة جيدة. كما دلت الدراسة الكمية و التوزيع الزمني للبذور المنتشرة عن طريق الجهاز الهضمي للجمل على أن فصل الصيف هو الأكثر تمثيلا للبذور لأنه يتزامن مع فترة نضج أعداد كبيرة منها. أوضحت الخصائص المورفولوجية للبذور المنشورة ان الغالبية العظمى منها صغيرة الحجم, خفيفة الوزن, بنية و صفراء اللون و كروية الشكل تمثل في أغلبيتها آلية جد فعالة للتكيف في المناطق الجافة. كما أوضحت دراسة إنبات البذور تعداد 22 نوع نباتي تنتمي إلى 9 فصائل نباتية حافظت على قدرتها الانباتية بعد مرورها بالجهاز الهضمي , حيث أن 50% تمثل نوع مؤقت مقابل 32% منها دائم و 18% لم يتم تصنيفها. كما استنتجنا ان للجمل القدرة الفعالة لتحسين و تحفيز البذور على الانتاش لثلاثة انواع من الفصيلة البقولية و نوع واحد من الفصيلة القريضية , و منه يبقى الجمل في سلوكه الرعوي, نشره للبذور و حفاظه على التنوع النباتي الحيوان الايكولوجي المتناسب مع الصحراء الشاسعة.

**الكلمات البالة :** مراعي الإبل الصحراوية, بذور, جمل, نشر البذور عن طريق الجهاز الهضمي, انتاش, إنبات.

# Rôle du dromadaire dans la régénération et la prolifération du couvert floristique des parcours du Sahara septentrional algérien

## Résumé

Le milieu Saharien renferme des ressources floristiques survivant avec des formes d'adaptations et sont, essentiellement, valorisées par le camelin, seule espèce d'élevage adaptée à ce milieu et vivant en mode extensif. Le but de cette étude est de mieux comprendre l'impact du dromadaire dans la persistance et la régénération de l'écosystème saharien et ce, en identifiant, en quantifiant et en faisant germer les graines des espèces qui peuvent être dispersées par endozoochorie. Dans ce sens, nous avons collecté des rejets fécaux de cet animal durant trois années, à travers les six différents types de parcours camelins sahariens existants, en analysant leur contenu en graines dans le but de les soumettre à des tests de germination (au laboratoire), comparativement aux graines directement prélevées des espèces mères sur terrain. Afin d'étudier et de quantifier le rôle du dromadaire dans la dispersion et la germination des graines après être passée dans son tractus digestif. Par ailleurs, une partie des fèces récoltées a été mise en culture, sous serre, afin de connaître l'effet du passage des graines dans le tube digestif du dromadaire sur la germination et la croissance des plantules. A partir de cela, l'étude floristique nous a permis d'identifier 31 espèces sur les 39 issues des fèces (en bon état). Divisées en 15 vivaces et 16 éphémères appartenant à 18 familles botaniques. L'analyse de la quantité des graines dispersées par le dromadaire ainsi que leur distribution temporelle montre que l'été reste la saison la plus représentée du fait qu'elle coïncide avec la maturation générale des graines, produites en grand nombre. L'examen de traits morphologiques des graines montre que la majorité des espèces dispersées par le dromadaire sont des graines de petite taille, d'un poids très léger et de couleur brune et jaune, et de forme, généralement, sphérique, ce qui démontre un mécanisme très efficace d'adaptation des espèces en zones arides. La dispersion est considérée comme efficace si elle est suivie par la reproduction de l'individu. En effet, l'étude de la germination fait apparaître que 22 espèces appartenant à 9 familles botaniques (dont 50% sont éphémères contre 32% vivaces et 18 % indéterminées) ont conservé leur pouvoir de germination après passage dans le tube digestif. En outre, les fèces dans lesquels les graines sont entreposées et dispersées dans l'environnement offrent un microclimat favorable à la germination et un microsite très différent des graines qui sont dispersées par le vent et qui tombent directement au sol. En plus, ces fèces représentent une source non négligeable de matière organique favorisant la croissance des plantules. En effet, nous signalons que le dromadaire a le potentiel et la capacité de disperser 4 espèces, en améliorant et en stimulant la germination de 3 espèces de la famille des *Fabaceae* (*Argyrolobium uniflorum*, *Astragalus cruciatus* et *Astragalus ghysensis*) et l'unique espèce de la famille des *Cistaceae* (*Helianthemum lippii*). Enfin, nous pouvons déduire que le dromadaire, de part son comportement alimentaire et sa dispersion des graines sur de longues distances, demeure l'unique espèce écologique des vastes milieux sahariens.

**Mots-clés:** Parcours sahariens, Graines, Dromadaire, Endozoochorie, Germination, Régénération.

# *Introduction*

---

## Introduction

Les plantes et les animaux dépendent les uns des autres pour la survie de leurs populations. D'une part, les animaux sont mobiles, doivent ingurgiter leur nourriture pour produire leur énergie et possèdent des comportements variés qui leur permettent de répondre rapidement à un stimulus extérieur, c'est à dire vivre et survivre. D'autre part, une étape dans la vie des plantes nécessite leur mobilité, est la dispersion des graines qui représente une stratégie répandue de propagation ainsi qu'une composante essentielle d'un meilleur taux de survie des progénitures car, étant dispersées, elles ont plus de chance d'échapper au taux de mortalité élevé que l'on retrouve près des parents (HOWE, 1986).

En effet, de nombreuses espèces végétales ont besoin des animaux pour la dispersion de leurs graines (zoochorie) loin du pied parent (HOWE et SMALLWOOD, 1982; WILLSON, 1992 ; COUSENS et *al.*, 2008) et en particulier la dispersion des graines après leur passage dans le tractus digestif des animaux (l'endozoochorie) (RAMOS et *al.*, 2006), en s'alimentant et en distribuant les graines incorporées aux crottins excrétés dans de nouveaux habitats (BRUUN et *al.*, 2008). En bonus de cette mobilité, certaines graines ayant passé dans le système digestif de leur disperseur ont une germination facilitée par le traitement subi. TRAVESET (1998) a révisé plusieurs recherches sur le sujet et a relevé que dans la moitié de 200 cas, la germination était affectée, parfois positivement et parfois négativement.

Dans tous les cas, si la graine n'est pas détruite, le temps du transit permet la dispersion loin du semencier, agissant ainsi au moins indirectement sur le succès de la germination TRAVESET (1998).

L'endozoochorie a été largement étudiée dans le passé, et a récemment pris un nouveau gain particulièrement dans les deux dernières décennies (PICARD, 2014). En effet, le rôle des mammifères herbivores comme disséminateurs endozoochores des graines a été récemment mis en évidence (WILLSON, 1993; PAKEMAN et *al.*, 2002), et plusieurs études ont prouvé la présence des graines dans le fumier des herbivores sauvages et domestiques (MANZANO et *al.*, 2005; RAMOS et *al.*, 2006; KUITERS et HUISKES, 2010; DE LA VEGA et GODINEZ-ÁLVAREZ, 2010; MANCILLA-LEYTON et *al.*, 2011; MANCILLA-LEYTON et *al.*, 2012). Cela revient à dire qu'à travers l'endozoochorie, un grand nombre de graines des plantes sont potentiellement dispersés et réussiraient la germination via les excréments des animaux.

Par conséquent, l'importance de la dispersion des graines par les animaux qui consomment les fruits (endozoochorie) tend à diminuer dans les habitats secs (HOWE et SMALLWOOD, 1982) et est relativement rare dans les régions à climat aride (ELLNER et SHMIDA, 1981; VAN RHEEDE VAN OUDTSHOORN et VAN ROOYEN, 1999). Néanmoins, l'endozoochorie ne se produit que de 22% des espèces en zones arides d'Australie centrale (JURADO *et al.*, 1991) ; seul 14,8% à Namaqualand (VAN ROOYEN *et al.*, 1990) et 14% au Karoo en Afrique du Sud (HOFFMAN et COWLING, 1987); un pourcentage est encore inférieur de 1,8% des plantes autochtones dans le Sahara palestinien (ELLNER et SHMIDA, 1981).

Bien que les plantes au Sahara soient représentées par un petit nombre de taxons eu égard à la surface disponible, ce qui pourrait laisser supposer que leur pouvoir de colonisation est faible, elles peuvent cependant se propager sur de vastes distances; la dispersion des graines est facilitée par le vent et aussi par les migrations humaines et animales (OZENDA, 2004).

En Algérie, le Sahara occupe plus de 85% de la surface de pays, est caractérisé par un maigre couvert floristique survive avec des formes d'adaptations extraordinaires aux conditions de vie où la faible disponibilité en eau et les fortes températures sont caractéristiques (OZENDA, 1991; MONOD, 1992; CHEHMA, 2005). Ces plantes sont divisées en deux catégories : vivaces capables de supporter les périodes de sécheresse prolongées, contrairement aux plantes éphémères qui sont capables de germer, croître et fleurir seulement immédiatement après la pluie (OZENDA, 1991; CHEHMA *et al.*, 2005). Or, en dépit de l'apparente homogénéité des faciès désertiques, plusieurs auteurs ont souligné la richesse et la diversité floristique existantes sur les différents parcours dont profite en priorité le cheptel camelin (LE HOUEROU, 1990; CHEHMA *et al.*, 2005 et 2008).

Dans un tel contexte, les petits et grands ruminants éprouvent d'énormes difficultés pour vivre et extérioriser leurs potentialités productives. Par contre, le camelin est par excellence l'unique espèce d'élevage à s'adapter à la rudesse du milieu, sa présence est un atout dans la préservation et l'utilisation durable des espaces arides et semi-arides. Vu sa grande capacité de transformation des ressources alimentaires médiocres (notamment les plantes halophyles et épineuses) en produits comestibles qui sont souvent inexploitable pour d'autres espèces animales d'élevage (LONGO *et al.*, 2007). Sa morphologie et sa physiologie particulière lui permettent de conserver son énergie (WILSON, 1984), se priver de boire pendant de nombreuses semaines, recycler son azote (KANDIL, 1984) et se contenter d'une alimentation médiocre (CHEHMA et LONGO, 2004). Au égard de sa polyvalence et son

aptitude, non seulement à survivre, mais encore à produire de la viande, du lait, des poils et de la peau, voire à travailler dans les dures conditions, que le dromadaire doit être considéré comme un animal idéal dans les déserts (CHEHMA et FAYE, 2009). Bien que cet animal soit sélectif, il ne cause pas de dégradation aux parcours; sa présence est indispensable à l'équilibre écologique (LONGO et *al.*, 2007); il se comporte en solitaire sur les parcours ce qui évite la surcharge engendrant une dégradation de la végétation et du milieu. Il est capable de stabiliser son apport nutritif annuel malgré les fluctuations temporelles causées par l'irrégularité climatique de son milieu (CHEHMA et FAYE, 2009). Le dromadaire est, sinon utile pour lutter contre la désertification, du moins ne la favorise-t-il pas vu le caractère extensif de son élevage traditionnel, à l'inverse des troupeaux de bovins, de caprins et d'ovins, beaucoup plus destructeurs de couvert végétal (piétinement, broutage, etc.) (FAYE, 1997; SLIMANI, 2015).

Dans le Sahara septentrional, les études récemment menées par CHEHMA (2005) ; CHEHMA et *al.* (2004); CHEHMA et *al.* (2005) ; CHEHMA et *al.* (2008a) ; CHEHMA et *al.* (2008b); CHEHMA et YOUCEF (2009); CHEHMA et *al.* (2010) ; CHEHMA et *al.* (2011) et SLIMANI (2015) ont permis d'avoir des données de base sur la richesse floristique, la production, la productivité, la valeur nutritive des principales espèces, l'estimation de la capacité de charge par type des parcours camelins, ainsi que le régime alimentaire et le comportement écologique du dromadaire dans son milieu. Cependant, jusqu' à ce jour, les études menées sur le rôle écologique du dromadaire dans la dispersion endozoochore sont très limitées et nouvellement étudiées (TRABELSI, 2010; TRABELSI et *al.*, 2012; TRABELSI et *al.*, 2014), alors que très peu de données, part ailleurs, dans le monde sont disponibles. De ce fait, les connaissances sur le rôle écologique du dromadaire dans la régénération et la prolifération des espèces autochtones du milieu saharien sont indispensables pour la connaissance, l'évaluation et la gestion de la biodiversité.

Dans ce sens, notre travail doit répondre aux interrogations suivantes :

- 1- Quelle est l'importance du dromadaire dans la dispersion des graines des plantes spontanées du Sahara?
- 2- Quel est l'effet du passage des graines dans le tractus digestif du dromadaire sur leur germination ?

Pour ce faire, notre travail se base sur l'analyse et la mise à germination des graines prélevées dans les fèces du dromadaire collectées dans les différents parcours suivant les quatre saisons de trois années d'étude.



*Partie I*  
*Matériel et méthodes*

*Chapitre 1*  
*Sites de collecte des fèces*

## **I. Sites de collecte des fèces**

### **I.1 Présentation des régions de collecte**

Nous avons retenu trois régions représentatives des différents parcours camelins (Dépressions, Erg, Hamadas, lits d'Oueds, Reg et Sols salés) à savoir :

- La première région de Ghardaïa: Située dans le transect Ouargla-Ghardaïa; regroupant les parcours, type : Dépressions, Hamadas, lits d'Oued à fond sableux et rocailleux.
- La deuxième région de Touggourt: Située dans le transect Touggourt-Masaad; regroupant les parcours, type : Regs, Sols sableux.
- La troisième région d'El-oued: Située dans le transect Djamaa- El-oued; regroupant les parcours, type: Sols salés, Sols sableux et Erg.

### **I.2 Critères de choix des sites d'étude**

Notre étude a été faite dans les parcours camelin du sud-est du Sahara septentrional algérien.

Le choix des sites de collecte s'est basé essentiellement sur la:

- Représentativité des six Parcours sahariens (Erg, Reg, Hamada, Lit d'oued, Sol salé, Dépression), offrant la seule ressource alimentaire disponible pour le dromadaire (CHEHMA, 2005; CHEHMA et *al.*, 2008; SLIMANI et *al.*, 2013);
- Fréquentation des animaux dans les sites (présence de fèces fraîches).

### **I.3 Collecte des échantillons fécaux**

Les prélèvements des fèces ont eu lieu sur les différents sites de pâture des camelins à travers la collecte des crottes éparpillées sur le sol selon un choix raisonné basé sur l'observation des crottes fraîches de la période. On sous entend par crottes fraîches toutes les crottes n'ayant pas des signes de dessèchement. Elles doivent être lisses et brillantes, généralement de couleur plus sombre et les moins friables.

La collecte a été faite sur une période de 03 ans (2010 – 2013), à raison de quatre collectes par an, de telle sorte à couvrir les quatre saisons de l'année (Tableau 1).

**Tableau 1: Périodes des sorties (annuelles) de collecte des fèces**

Saison	Eté	Automne	Hiver	Printemps
Période des sorties	15 juillet- 30 aout	25octobre-08 novembre	25 décembre-08 janvier	25 mars-08 avril

La constitution de l'échantillon final est faite sur la base de prélèvement de crottes de plusieurs individus (différents sexes et d'âges). Et dans ce sens, un échantillon global d'environ 01 kg a été prélevé et emballé dans des sacs en papier pour les analyses ultérieures.

***Chapitre II***  
***Etude des graines dans***  
***les fèces***

## II Etude des graines dans les fèces

Pour avoir une idée sur l'effet du passage des graines dans le tube digestif du dromadaire sur leurs propriétés morphologiques et comportement germinatif, nous avons eu recours à leur identification par espèce et à leur germination.

### II.1 Identification des graines par espèce

Par manque de référentiel de graines des plantes spontanées sahariennes, nous avons procédé à identifier les graines par deux méthodes complémentaires:

#### II.1.1 Etude au laboratoire

Cette méthode « Directe » prend en compte toutes les graines présentes dans les fèces (excepté quelques unes très minuscules et très difficiles à détecter sous loupe). Elle comporte principalement la recherche et le prélèvement des graines; ensuite leur identification. Par ailleurs, cette méthode ne permet que peu de précision sur les graines très minuscules (< 0,5 mm), pour lesquelles il n'existe une bonne possibilité de détection que lorsqu'elles sont nombreuses. Il est en effet probable que ce tri manuel laisse ignorer la présence de quelques espèces à petites graines, peu représentées.

##### II. 1. 1. 1 Recherche des graines

La taille des graines ne permet pas leur identification à l'œil nue. A cet effet, une quantité de 3Kg de fèces, soit environ 1200 crottes, choisie au hasard des échantillons, a été nettoyée, pesée et émietlée manuellement pour la recherche des graines à l'aide d'une loupe binoculaire (Gr×18) (Photo 1). Toutes les graines qui s'y trouvent ont été inventoriées, mesurées et catégorisées.



Photo 1 : Prélèvement des graines à partir des fèces

### II.1. 1. 2 Identification des graines

L'identification des espèces végétales auxquelles appartiennent les graines trouvées dans les fèces, a été effectuée suite à une comparaison morphologique avec celles collectées sur terrain et obtenues à partir de les plantes provenant des parcours camelins, en se basant sur les critères suivants : forme, taille (longueur, largeur et diamètre) et couleur des téguments. Les informations suivantes ont été enregistrées pour chaque espèce :

- Forme : la forme des graines est un caractère géométrique et est calculé suivant quatre catégories qui dérivent de trois principales dimensions perpendiculaires (Longueur, Largeur et Auteur) (HINTZE et *al.*, 2013):

1. Sphérique (Longueur/Largeur <3, Largeur / Hauteur <3 et Longueur/Largeur+ Largeur / Hauteur < 4,5);
2. Allongée (Longueur/Largeur  $\geq$ 3 et Largeur / Hauteur <3);
3. Plate (Largeur / Hauteur  $\geq$ 3 et Longueur/Largeur <3);
4. Allongée-plate (Longueur/Largeur + Largeur /Hauteur  $\geq$  4,5)

Enfin, nous avons déterminé la forme de chaque espèce et calculé le pourcentage de chaque groupe de forme.

- Couleur: La présence de couleur par espèce a été évaluée sur la base du code Munsell (2009) pour la caractérisation des couleurs des végétaux, nous avons ensuite déterminé la couleur des graines de chaque espèce et calculer le pourcentage de chaque groupe de couleur.

Quant au reste des graines indéterminées où leur identification n'était pas encore possible, elles ont été comptées et codifiées selon leur ressemblances morphologiques et conservées jusqu'à utilisation.

### II.2. 2 Etude sous serre

Cette méthode « Indirecte » permet de connaître (ou d'évaluer) les graines existantes et viables après mise en culture des fèces. Cette méthode consiste à mettre en culture les échantillons de fèces sous serre et d'en compter les plantules qui y apparaissent. Ces dernières correspondent ainsi aux graines présentes dans les échantillons (Photo 2).



**Photo 2 : Identification des espèces sous serre**

### **II. 2. 2.1 Identification des espèces**

Devant la difficulté d'identification des espèces végétales au stade plantule, nous avons procédé comme suit :

Dans un premier temps, nous avons marqué les plantules sur la base de la ressemblance morphologique pour nous permettre de faire le dénombrement de ces espèces sur le plan qualitatif et quantitatif.

Dans un second temps, et après floraison, l'identification des espèces rencontrées a été réalisée par les guides d'identification suivants :

- Nouvelle flore d'Algérie (QUEZEL et SANTA, 1962-1963) ;
- Flore du Sahara (OZENDA, 1991) ;
- Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien (CHEHMA, 2006).

### **II.2 Germination des graines**

Pour avoir une idée sur l'effet du passage des graines dans le tractus digestif du dromadaire sur leur pouvoir germinatif, nous avons procédé à deux tests de germination :

1. Germination des graines issues des fèces
2. Germination des graines collectées sur terrain



## **II.2.1 Germination des graines issues des fèces**

Afin d'évaluer la faculté de germination des graines rejetées par le dromadaire à travers ses crottes et tester ainsi l'hypothèse selon laquelle ces graines ne perdent pas leur aptitudes à germer, nous avons adopté deux méthodes qui sont couramment utilisées (KUTZKE, 1998; AMIAUD *et al.*, 2000; COSYNS, 2004; RAZANAMANDRANTO *et al.*, 2004; SEMAN, 2007; HAARMEYER *et al.*, 2010; VIGNOLIO *et FERNANDEZ*, 2010; ANDRIANAIVOARIVELO, 2012; GRANDE *et al.*, 2013) qui sont:

1. Mise à germination des graines au laboratoire.
2. Mise en culture des fèces sous serre.

### **II. 2. 1. 1 Mise à germination des graines au laboratoire**

Ce test consiste à semer les graines de toutes les espèces extraites des fèces dans des boîtes de pétri contenant deux disques de papier filtre imbibés d'eau distillée (4ml); toutes les boites ont été placées à l'obscurité dans un phytotron à une température optimale ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ), établies pour stimuler la germination. A chaque date de suivi, les papiers filtres ont été humectés au besoin.

L'état de graines a été suivi tous les deux jours pendant une période de 15 jours et toutes les graines germés des différentes boites de pétri ont été inventoriées. Une graine a été considérée comme germée lorsqu'elle commence à réhydrater et termine la sortie de sa radicule (COME, 1970).

### **II. 2. 1. 2 Mise en culture des fèces sous serre**

#### **II. 2. 1. 2. 1 Préparation et mise en culture des échantillons**

Quatre répétitions de 250g de fèces ont été extraites de chaque échantillon représentant une saison de collecte. A cet effet, une quantité globale de 12 Kg de fèces du dromadaire a été nettoyée (afin d'éviter la contamination éventuelle par des graines non ingérées, présentes au sol ou disséminées), pesées et trempée pendant une nuit dans l'eau (à raison de 10 g de fèces dans 50 ml d'eau) pour faciliter à émietter les fèces. Le lendemain, les échantillons humides ont été déposés sur une couche de terreau. Cette préparation a été déposée sur une couche de gravier (afin de faciliter l'évacuation d'excès d'eau d'irrigation) dans des pots en plastiques (15cm de largeur× 32cm de longueur× 10cm de profondeur).

Tous les pots ont été installés sous abri serre de l'exploitation de la faculté SNV et arrosés avec de l'eau filtrée tous les jours afin de faciliter la germination d'un maximum de graines. La température de la serre oscillait entre 15 et 35°C (maximum 45°C) par jour, qui se rapproche de l'amplitude thermique naturel de notre milieu d'étude.

### **II. 2. 1. 2. 2 Suivi de germination**

Nous avons utilisé la levée des semis comme un indicateur de la germination des graines, car la présence des fèces entravé d'enregistrer l'émergence des racines.

Le dénombrement des graines germées a été effectué tous les 2 jours, et la détermination des plantules par espèce a été facilitée par un repiquage lorsque nécessaire. Le comptage des plantes a été réalisé dès que l'identification des espèces végétales a été possible. Celles identifiées et dénombrées ont été prélevées afin de faciliter les futures germinations.

### **II.2.2 Germination des graines collectées sur terrain**

Dans l'objectif de faire comparaison entre la germination des graines prélevées de fèces du dromadaire et celles collectées directement des plantes sur terrain, nous avons procédé aux essais de germination des graines naturellement collectées.

#### **II.2.2.1 Espèces retenues**

L'étude comparative de germination des graines (issues des fèces et celles collectées sur terrain), a porté sur 13 espèces (*Bassia muricata*, *Cornulaca monacantha*, *Moltkia ciliata*, *Echium trigorizum*, *Helianthemum lippii*, *Argyrolobium uniflorum*, *Astragalus ghyzensis*, *Astragalus cruciatus*, *Erodium glaucophyllum*, *Plantago ciliata*, *Limoniastrum guyonianum*, *Fagonia glutinosa* et *Zygophyllum album*) parmi 30 espèces identifiées dans notre travail. Elles doivent être intactes après le test sous loupe. Pour l'étude comparative, le même nombre de graines d'une espèce végétale des deux catégories (témoins et celles issues des fèces) a été mis en germination.

La non étude de la germination des 17 autres a été dictée par diverses raisons, à savoir :

- Impossibilité d'identifier toutes les espèces rencontrées dans les fèces;
- Insuffisance de quantité de graines pour le reste des espèces issues des fèces;
- Non disponibilité de quantité suffisante sur terrain de graines de l'espèce *Lotus roudairei* ce qui n'a pas permis l'étude comparative de cette espèce.

### II. 2. 2.2 Collecte des graines

Les graines doivent être collectées au stade de maturité optimal (la collecte anticipée peut fournir des graines immatures). En effet, la détermination de ce stade s'est basée sur quelques aspects morphologiques, tels que le changement de couleur et la taille des fruits.

Les graines des espèces retenues et considérées comme morphologiquement mûres, doivent être intactes ayant une forme, une couleur et une taille considérée comme caractéristiques des espèces étudiées. Celles cassées ou présentant une anomalie de taille ou bien de forme, ont été systématiquement éliminées lors des comptages manuels des graines.

### II. 2. 2. 3 Conditions expérimentales de germination

Les graines de chaque espèce retenue ont été mises à germer dans des boîtes de Pétri en verre de 9cm de diamètre, où étaient disposées sur deux couches de papier filtre humectées avec 4ml de l'eau distillée, à 25°C et à l'obscurité (NEFFATI, 1994). Tous les deux traitements (témoin et issues des fèces) ont comporté quatre répétitions portant chacune 25 graines.

La durée des essais pour les deux traitements a été de 15 jours, au cours desquels, des comptages des graines germées ont été effectués tous les deux jours. Une graine a été considérée comme germée lorsqu'elle commence à réhydrater et termine la sortie de sa radicule (COME, 1970).

### II.2.3 Expression des résultats

Compte tenu de la finalité de notre étude et des objectifs visés à travers les recherches sur le rôle endozoochoridore du dromadaire, qui consistent à comparer les espèces avant et après passage dans le tractus digestif du dromadaire, nous nous sommes limités, dans un souci de simplification, à l'utilisation des paramètres suivants :

**II. 2.3.1 Taux de germination :** c'est le pourcentage des semences capables de germer dans des conditions bien définies (COME, 1970). On ne parle que de ce paramètre puisque nos essais se sont déroulés dans des conditions bien définies, mais pas forcément les plus favorables à la germination, c'est-à-dire celles permettant à toutes les semences d'exprimer leur pouvoir germinatif. Le taux de germination est calculé par la formule suivante:

$$TG = NI * 100 / NT$$

- NI = nombre de graines germées ;
- NT = nombre de graines semées

### **II.2.3.2 Fréquence relative de germination**

La fréquence relative de germination des graines de chaque espèce dans les fèces est relative au nombre total de graines germées, en effet, le nombre total de graines germées dans les fèces doit être égale à 100% (BONN, 2004).

### **II.2.3.3 Analyse en Composantes Principales (ACP)**

Afin de mieux visualiser et analyser les interactions entre les caractéristiques morphologiques des graines décrites, à savoir la forme, la taille, le poids et la couleur avec le profil de germination, nous avons utilisé l'analyse en composantes principales (ACP) à l'aide de XLSTAT (2009).

### **II.2.3.4 Analyse de variance (ANOVA)**

Nous avons fait une analyse de la variance (ANOVA) par XLSTAT (2009) dans le but à déterminer s'il existe une différence significative entre les deux traitements, autrement dit voir l'efficacité de l'effet du passage des graines sur le taux de germination en comparaison avec le témoin (graines sans passage). A cet effet, nous avons adopté l'ANOVA à un facteur (effet du dromadaire) puisque le nombre de répétitions est le même pour les différents groupes.

*Partie II*  
*Résultats et*  
*discussion*

*Chapitre I*

*Espèces disséminées par*

*le dromadaire*

## I Espèces disséminées par le dromadaire

### I.1 Identification des graines des espèces disséminées

L'identification des graines disséminées dans les échantillons des fèces étudiées (15 Kg, soit 6000 crottes) par les deux méthodes directe « par prélèvement directe des fèces » et indirecte « suite à la mise en culture des fèces », nous a permis d'inventorier 39 espèces. Parmi lesquelles: 31 ont pu être identifiées, divisées en 15 vivaces et 16 éphémères, réparties sur 18 familles botaniques; le reste 08 espèces ont été demeurées indéterminées (tableau 2).

**Tableau 2 : Espèces disséminées dans les fèces du dromadaire**

Classe	Famille	Espèce	Méthode D'identification
Monocotylédones	<i>Arecaceae</i>	<i>Phoenix dactylifera L.</i>	Directe
	<i>Liliaceae</i>	<i>Asphodelus refractus Boiss.</i>	Directe
	<i>Poaceae</i>	<i>Cutandia dichotoma (Forsk.) Trab.</i>	Indirecte
		<i>Hordeum sp</i>	Directe
		<i>Phragmites communis Trin.</i>	Indirecte
		<i>Sphenopus divaricatus (Gouan) Rchb.</i>	Indirecte
		<i>Espèce indéterminée 1</i>	Indirecte
Dicotylédones	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus hybridus L.</i>	Indirecte
		<i>Bassia muricata (L.) Asch.</i>	Indirecte
		<i>Chenopodium murale L.</i>	Indirecte
		<i>Cornulaca monacantha Del.</i>	Directe
		<i>Sueda fruticosa Forsk.</i>	Directe
	<i>Asclepiadaceae</i>	<i>Pergularia tomentosa L.</i>	Directe
	<i>Asteraceae</i>	<i>Rhanterium adpressum Desf.</i>	Directe
		<i>Stephanochilus omphalodes Coss. Et DR.</i>	Directe
		<i>Boraginaceae</i>	<i>Moltkia ciliata (Forsk.) Maire</i>
	<i>Echium trygorrhizum Pomel.</i>		Directe

<i>Brassicaceae</i>	<i>Oudneya africana R.Br.</i>	Directe
<i>Cariophyllaceae</i>	<i>Spergularia salina (Ser.)</i>	Indirecte
<i>Cistaceae</i>	<i>Helianthemum lippii (L.) Pers.</i>	Indirecte
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus conglomeratus Rottb.</i>	Directe
<i>Fabaceae</i>	<i>Argyrolobium uniflorum Jaub. et Spach</i>	Indirecte
	<i>Astragalus ghyzensis Del.</i>	Indirecte
	<i>Astragalus cruciatus Link.</i>	Indirecte
	<i>Lotus roudairei Bonnet.</i>	Indirecte
<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium glaucophyllum L'Her.</i>	Indirecte
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago ciliata Desf.</i>	Directe
<i>Plumbaginaceae</i>	<i>Limoniastrum guyonianum Dur.</i>	Directe
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Ziziphus lotus (L.) Desf.</i>	Directe
<i>Resedaceae</i>	<i>Randonia africana Coss.</i>	Directe
<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Fagonia glutinosa Delile</i>	Indirecte
	<i>Zygophyllum album L.</i>	Indirecte
<i>Espèce indéterminée 2</i>		Directe
<i>Espèce indéterminée 3</i>		Directe
<i>Espèce indéterminée 4</i>		Directe
<i>Espèce indéterminée 5</i>		Directe
<i>Espèce indéterminée 6</i>		Directe
<i>Espèce indéterminée 7</i>		Directe
<i>Espèce indéterminée 8</i>		Directe

Les graines déféquées à travers les crottes montrent que l'ingestion, la rumination et le passage dans le transit intestinal du dromadaire ne détruisent pas ces particules. Donc l'effet



du processus mécanique, de la nature enzymatique et de la durée de séjours: de 48 à 72heures (RICHARD,1985; FAYE, 1997) n'affectent pas généralement les caractéristiques morphologiques des graines ingérées.

Ces résultats montrent que malgré son efficacité digestive très réputée pour la dégradation des aliments les plus lignocellulosiques (caractéristique d'adaptation des espèces sahariennes), le dromadaire laisse passer les graines intactes dans ses fèces et représente, ainsi, un agent de dissémination de graines des plantes spontanées. Son comportement alimentaire ambulatoire lui permet de transporter ces graines sur un rayon pouvant atteindre 50 à 70Km par jour (GHAUTHIER- PILTERS, 1965; NEWMAN, 1979; RICHARD, 1985; SLIMANI et *al.*, 2013). En effet, même si de nombreuses études indiquent que les ruminants peuvent disperser de grandes quantités de semences de beaucoup espèces végétales (WELCH, 1985, MALO et SUAREZ 1995b) par endozoochorie sur des distances de plusieurs kilomètres (STENDER et *al.*, 1997; PAKEMAN, 2001; PAKEMAN et *al.*, 2002, VELLEND et *al.*, 2003; BONN, 2004); tel que les bovins (GARDENER, 1993; DEVINEAU, 1999; AMIAUD et *al.*, 2000; BRUUN et POSCHLOD, 2006; ZHANG et *al.*, 2012), les caprins (ROBLES et *al.*, 2005) et les ovins (DANTHU et *al.*, 1996; FREDRICKSON et *al.*, 1997; ZHANG et *al.*, 2012). Il faut noter que le rôle particulier du dromadaire dans la dissémination des graines est lié au fait que, comparativement aux autres animaux d'élevage, ce dernier vit dans un milieu saharien très rude et très contraignant caractérisé par un couvert floristique très maigre, très lignifié et coriacé, dont il est la seule espèce d'élevage capable d'exploiter et de bien valoriser (JOUANY et KAYOULI, 1989; CHEHMA et *al.*, 2008). En plus, l'aspect physique des ses crottes (consistance et dureté) permet une meilleure conservation des graines pendant de très longues durée, jusqu'à que les conditions soient favorables à leur germination (TRABELSI et *al.*, 2012).

## **I.2 Diversité des graines disséminées**

L'inventaire des plantes broutées par le dromadaire montre que son régime alimentaire est diversifié et basé essentiellement sur les plantes spontanées éphémères, ceci confirme les travaux de FAYE et TISSERAND (1988), qui rapportent que sur le plan botanique, le dromadaire consomme des espèces très variées. D'autres travaux ont montré que le dromadaire, comparé aux autres animaux d'élevage, se caractérise par une plus grande diversité des plantes consommées (RUTAGWENDA et *al.*, 1989; CHEHMA, 2005; SLIMANI et *al.*, 2013).

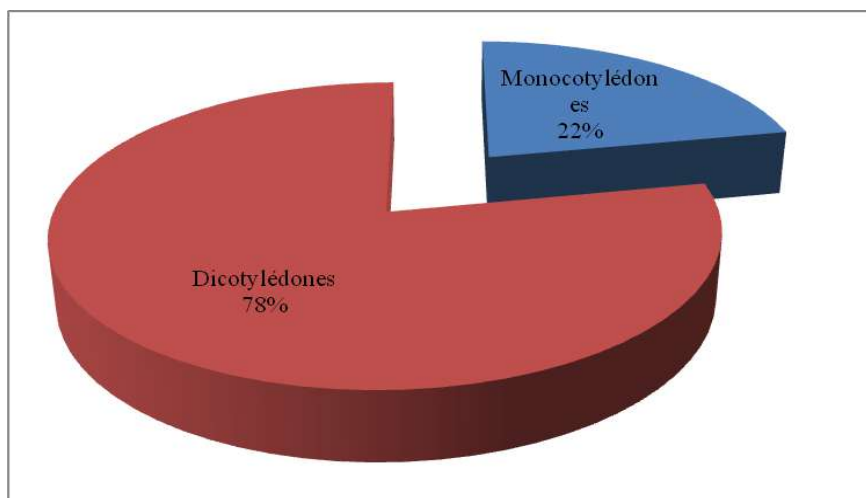
Le nombre de 39 espèces broutées par le dromadaire au niveau des 6 types de parcours camelins pendant les 3 ans d'étude paraît peu important si nous le comparons au nombre total d'espèces recensées dans les mêmes types de parcours exploités par le dromadaire. A ce titre CHEHMA et al. (2005) ont inventorié 74 espèces divisées en 30 plantes vivaces et 44 éphémères. Ceci peut être expliqué par :

- Sélectivité des espèces broutées par le dromadaire, où le dromadaire ne broute pas toutes les espèces présentes dans le même parcours, ça peut être lié au comportement alimentaire du dromadaire qui sélectionne les espèces suivant ses besoins (NEWMAN, 1979; GAUTHIER- PILTERS et DAGG, 1981; YAGIL, 1985; FAYE et TISSERAND 1989). En effet, même si le fourrage est abondant, cet animal pâture en marchant et ne broute généralement que peu de chaque plante (FOLLEY et MUSSO, 1925; MERES, 1959; GHAUTHIER-PILTERS, 1965; SLIMANI et al., 2013).

- Disponibilité fourragère des parcours : dont elle est très variable suivant les parcours. Cette variabilité de la composition floristique est caractéristique des parcours sahariens et est tributaire des conditions edapho-climatiques de ces formations (OZENDA, 2001; CHEHMA et al., 2005).

### I.2. 1 Analyse des espèces disséminées en fonction des classes

Parmi les 32 espèces identifiées, la classe des dicotylédones est la plus représentée avec 78,12% (25 espèces), par rapport à la classe des Monocotylédones qui ne représente que 21,78% (07 espèces) au niveau de la flore recensée dans les fèces du dromadaire (fig. 1).

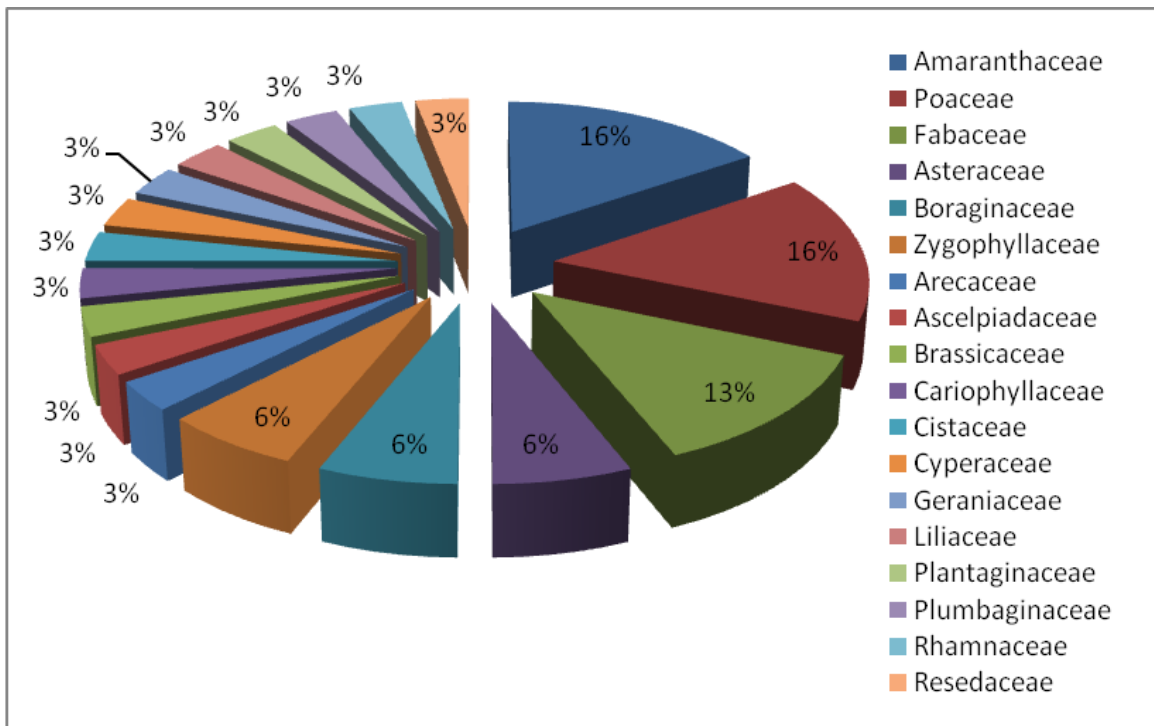


**Figure1 : Contribution des espèces disséminées en fonction des classes**

Cela peut être expliqué par le fait que l'ensemble des travaux réalisés sur les parcours camelins montrent que la classe des Dicotylédones est la plus contributive que celle des Monocotylédones (OZENDA, 1991; CHEHMA, 2005).

### I.2. 2 Analyse des espèces disséminées en fonction des familles

Il faut noter que sur les 18 familles recensées, 02 familles représentent le plus grand nombre, soit 05 espèces pour chacune. Ce sont respectivement: les *Amaranthaceae* et les *Poaceae*, suivi par les *Fabaceae* avec 04 espèces, ensuite les *Asteraceae*, les *Boraginaceae* et les *Zygophyllaceae* avec 02 espèces chacune. Cependant, les 12 autres familles ne sont représentées que par une seule espèce (Fig. 2).



**Figure 2 : Contribution des espèces en fonction des familles**

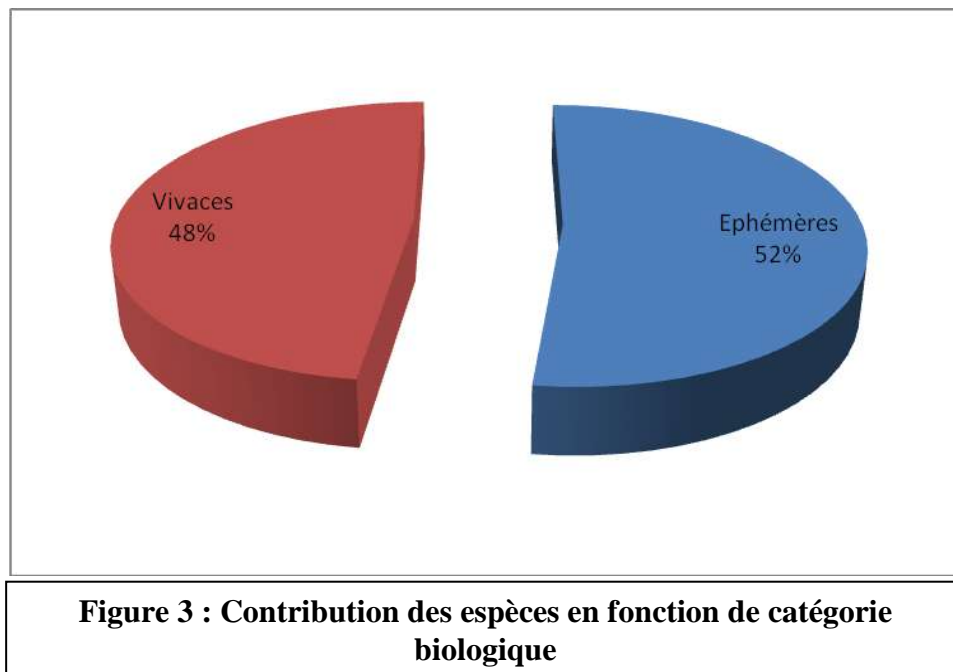
Ces résultats rejoignent d'une part, ceux de SLIMANI (2015) qui a montré que la composition floristique du régime alimentaire du dromadaire est diversifiée et est basée essentiellement sur les espèces appartenant aux familles des *Amaranthaceae* et des *Poaceae*.

D'autre part, nos résultats corroborent ceux de MONOD (1992) qui a indiqué que dans la flore désertique, il y a à peu près partout la dominance des *Amaranthaceae*, des *Asteraceae*, des *Poaceae* et des *Fabaceae*. En effet, cette représentation quantitative des familles est similaire à celle qui ressort de l'étude floristique du Sahara septentrional algérien (CHEHMA, 2005; CHEHMA et YUCEF, 2009).

En outre, le nombre de 31 espèces (au stade graine) broutées par le dromadaire peut éventuellement expliquer que le dromadaire est capable de disséminer autant d'espèces que de familles, puisque les travaux de CHEHMA et *al.*, (2005) et CHEHMA et YUCEF (2009) montrent que sur les 28 familles recensées dans les types de parcours, 17 ne sont représentées que par une seule espèce.

### I.2.3 Analyse des espèces disséminées en fonction des catégories biologiques

L'analyse des espèces disséminées en fonction des catégories biologiques a permis de recenser 02 groupes essentiels : les éphémères avec 16 espèces et les vivaces avec 14 espèces (Fig. 3).



La contribution des éphémères est due à leur appétence, de telle sorte qu'elles sont très appréciées, très recherchées et très appréciées par les dromadaires à cause de leur bonne valeur nutritive; elles sont surtout utilisées pour l'engraissement des animaux (CHEHMA, 1987; LONGO et *al.*, 2007; CHEHMA et *al.*, 2008).

En effet, malgré leur vie capricieuse et leur dépendance directe de la pluviosité qui fait que leur disponibilité reste très faible et très irrégulière, les plantes éphémères ont de

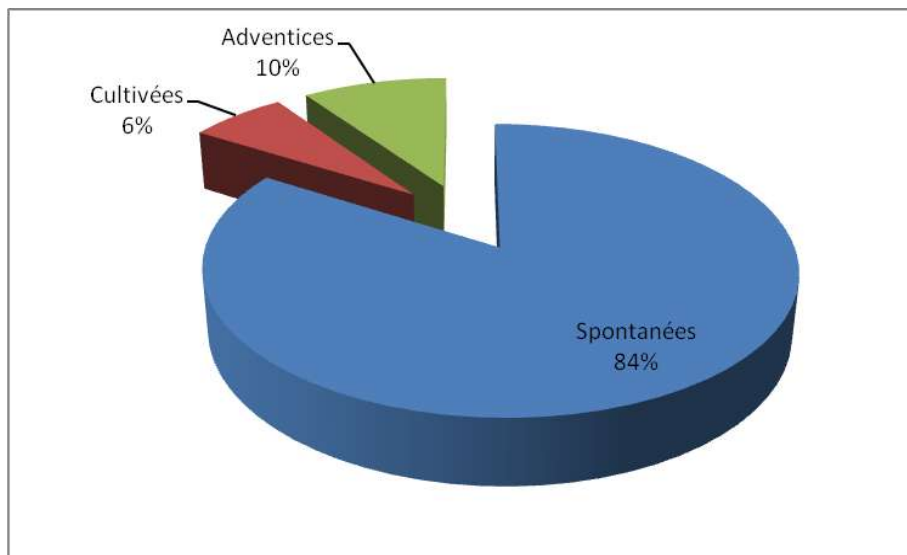
meilleures valeurs nutritives que les plantes vivaces des parcours sahariens (CHEHMA et al., 2008).

Les plantes éphémères (achebs) sont beaucoup moins lignifiées (lignine de 7 à 9% de la MS) que les vivaces (jusqu'à 17%), et que leur teneur en matière azotée atteint 12% de la MS contre à peine 4 à 5% pour les vivaces. Ces teneurs affectent directement leur digestibilité : 45 à 59% pour les plantes éphémères contre 22 à 37% pour les vivaces (LONGO et al., 2007; CHEHMA et al., 2008).

Les plantes vivaces persistent toute l'année quelles que soient les conditions du milieu et s'adaptent à la sécheresse en durcissant leurs tissus (engendrant une lignification) et en diminuant au maximum la surface et le nombre de feuilles (ce qui se traduit par une diminution de la matière azotée totale) (OZENDA, 1991; CHEHMA et al., 2010).

#### I.2. 4 Analyse des espèces disséminées en fonction de type de flore

L'analyse des espèces disséminées en fonction de type de flore montre que le dromadaire s'est basé essentiellement sur l'alimentation des plantes spontanées (84%), arrivent ensuite les adventices et les cultivées en faible proportion, soit 10% et 6% respectivement (Fig. 4).



**Figure 4 : Contribution des espèces en fonction de type de flore**

La nette prédominance des espèces spontanées disséminées dans les fèces du dromadaire est expliquée par la richesse et la diversité floristique existant sur les différents parcours dont profite en priorité le cheptel camelin (GAUTHIER PILTERS, 1965 ; LE HOUEROU, 1990; CHEHMA et al., 2005 et 2008b). Dont plusieurs auteurs ont souligné que l'élevage camelin

s'appuie essentiellement sur l'utilisation de cette flore spontanées (CHEHMA et LONGO, 2004; LONGO et *al.*, 2007; CHEHMA et YUCEF, 2009).

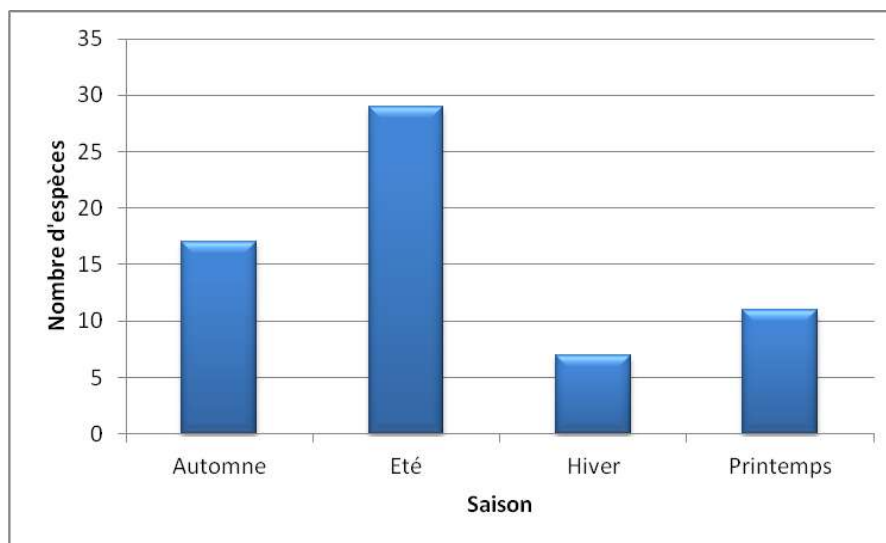
La diversité et la richesse des parcours en espèces, ayant des degrés de palatabilité différents offre pour le dromadaire un choix alimentaire considérable. En effet, le dromadaire par son comportement, valorise mieux les ressources fourragères disponibles dans son milieu et contribue efficacement à la conservation de la biodiversité (PYERE DE FABREGUES, 1989 ; FAYE, 2009 ; CHEHMA et FAYE, 2011).

A cet effet, plusieurs travaux soulignent que le choix des plantes par le dromadaire est lié à ces facultés comportementales et digestives particulières (GHAUTIERS-PILTERS, 1965 ; FAYE, 1997; CHAIBOU, 2005; CORRERA, 2006; CHEHMA et *al.*, 2010).

La mineure proportion des adventices et des cultivées est probablement expliquée par le passage du dromadaire par des agrosystèmes lors de ses déplacements.

### I.3 Distribution temporelle des graines des espèces disséminées

Les 7709 graines recensées nous donnent le nombre 39 espèces broutées au stade graines réparties d'une façon temporelle différente (Fig. 5).



**Figure 5 : Répartition des espèces par saisons de collecte**

Le nombre total des espèces recensées dans les fèces du dromadaire est de 39 espèces répartis différemment suivant les 4 saisons, à cet effet, la saison d'été est la plus représentée avec 74% (29 espèces), tandis que pendant les autres saisons, la répartition est de l'ordre de 44% en automne (17espèces), 28% en printemps (11 espèces) et 18% en hiver (07 espèces).

Les travaux floristiques réalisés sur les mêmes types de parcours (CHEHMA et *al.*, 2005; CHEHMA et *al.*, 2008) indiquent une richesse floristique de 74 espèces, ce qui nous

donne un taux de dissémination presque 53% des espèces broutées au stade graines par le dromadaire.

La prédominance des espèces en été indique la phase reproductive des espèces et leur disponibilité en graines, dont la majorité des plantes sahariennes commencent leurs phase végétative en fin hiver (période la plus pluviale), fleurissent pendant le printemps et atteignent leur maximum (fructification) au début de l'été (QUEZEL et SANTA, 1963 ; OZENDA, 1991; CHEHMA, 2006), donc la maturation générale des graines coïncide et est favorisée en été, saison caractérisée par des conditions climatiques défavorables à la germination des graines.

A cet effet, elles restent conservées dans les crottes dans cette période de l'année en les protégeant éventuellement contre le dessèchement provoqué par les très fortes températures et l'absence presque totale de l'humidité.

De son côté NEFFATI (1994) rajoute que dans les zones arides, c'est surtout le facteur hydrique qui agit d'une façon décisive sur l'apparition et la localisation dans le temps des différents stades du cycle de vie des végétaux. Sous climat méditerranéen, la combinaison de la disponibilité en eau avec les faibles températures d'une part et du déficit hydrique avec les températures élevées, d'autre part, pose des problèmes particuliers pour la croissance et le développement des plantes

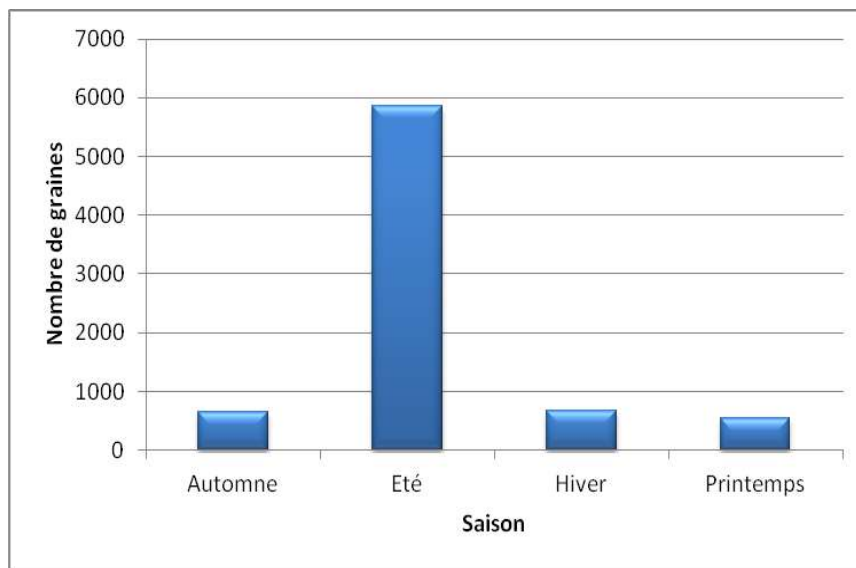
C'est le printemps et l'automne qui sont principalement les périodes de croissance, alors que le repos hivernal ne fait que ralentir ou stopper momentanément et réversiblement la croissance. L'arrêt estival lié surtout au traumatisme dû à la sécheresse qui peut perturber une croissance génétiquement prédéterminée (BENDALI, 1987). La réaction des plantes aux facteurs climatiques (disponibilité en eau du sol, température, photopériode, ...etc), qui agissent comme des signaux externes pour provoquer le passage d'un stade phénologique au suivant (FOURNIER, 1990), diffère selon leurs caractéristiques biochimiques, physiologique et anatomiques.

#### **I.4 Quantité des graines disséminées**

##### **I.4 .1 Distribution temporelle des graines**

Nous avons recensé un total de 7709 graines représentant 39 espèces répartis différemment suivant les 4 saisons. La saison d'été est la plus dominante avec 5861graines,

suivie par la saison d'hiver avec 667 graines, arrive ensuite la saison d'automne avec 644 graines et la saison de printemps avec 537 graines (Fig.6).



**Figure 6 : Répartition temporelle des graines disséminées**

La variabilité saisonnière du nombre de graines recensées est directement liée à la variabilité de la phase reproductive des plantes (stade graines) dans les parcours broutés. En conséquence, la densité de graines élevée en été est une suite logique de la disponibilité de plantes au stade fleur au printemps et au stade graine à la saison suivante.

A cet effet, GUETERMAN (1993) montre que pour la majorité des plantes hemicryptophytes et geophytes au Sahara du Néguev (Palestine), les graines arrivent à leur maturité et se dispersent au début d'été. Les graines des pérennes tel que *Zygophyllum* et les espèces d'*Helianthemum*, atteignent leur maturité entre Juillet et Aout. En effet, presque toutes les graines des espèces qui sont dispersées pendant l'été sont de très petite taille, produites en grand nombre.

#### **I.4 .2 Nombre total des graines disséminées**

L'étude des graines dans les fèces du dromadaire nous a permis d'inventorier 7709 graines regroupées d'une façon différente en 39 espèces broutées au stade graines, parmi lesquelles l'espèce *Astragalus ghyzensis* et l'*Helianthemum lippii* représentent le plus grand nombre de graines disséminées par le dromadaire, soit 1920 (25%) et 1412 (18%) graines respectivement, suivies par *Plantago ciliata* avec 794 (10%) et *Erodium glaucophyllum* avec 631 (8%) (Fig. 7).



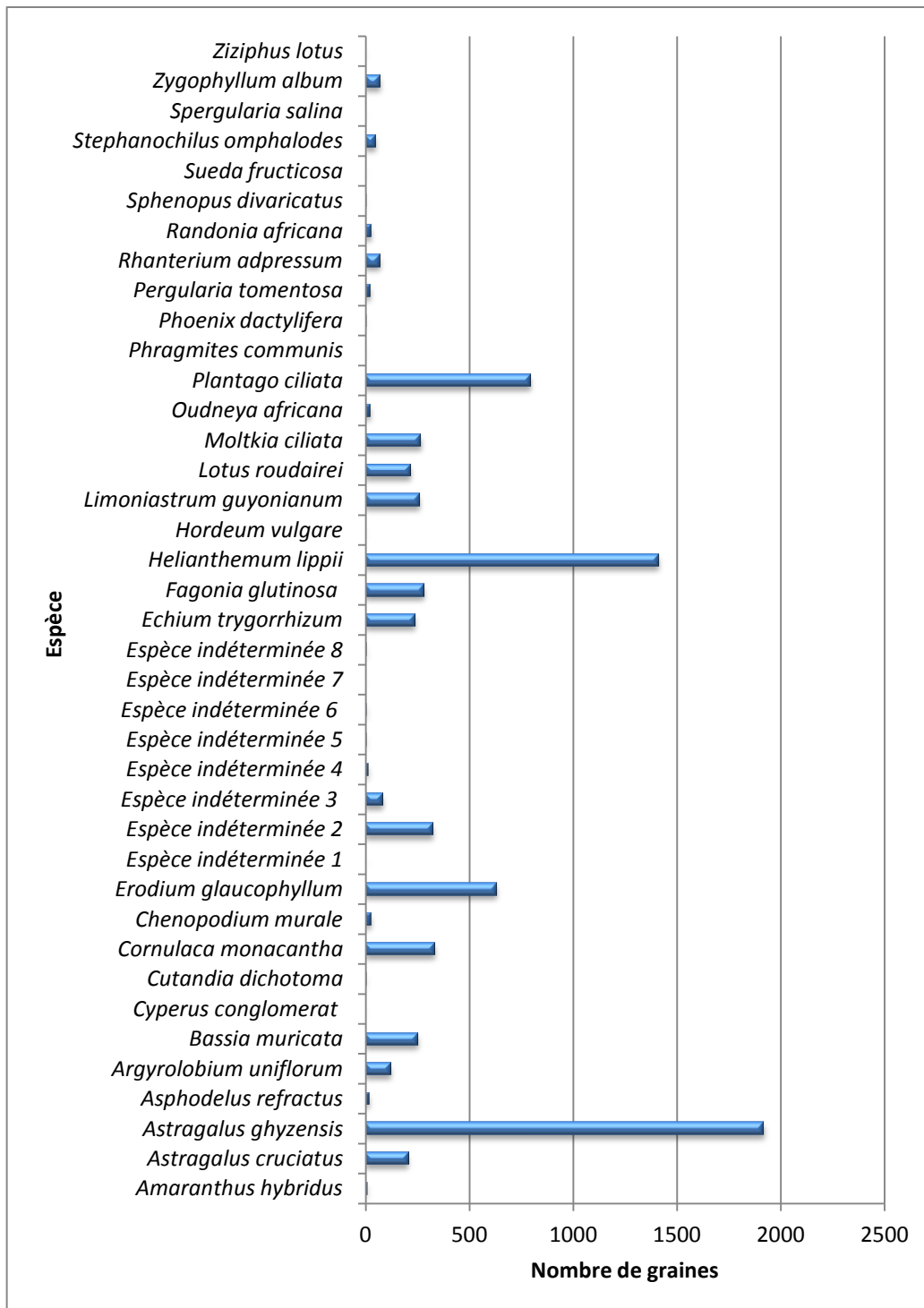


Figure 7 : Nombre total des graines disséminées

La quantité totale de semences dispersées est, généralement, affectée par le nombre de prise qui est à son tour influencé par l'abondance des espèces végétales et le régime alimentaire de l'animal (SCHUPP, 1993).

La variabilité de la quantité de graines retrouvées dans les fèces semble être liée au comportement alimentaire du dromadaire, d'une part et la production en graines des espèces broutées, d'autre part.

En effet, le dromadaire est connu pour sa sélectivité, dont il a tendance à grappiller une grande variété de plantes plutôt que de consommer une espèce particulière, fut-elle de meilleure valeur nutritionnelle (CHEHMA et *al.*, 2010). Du fait de la dispersion des ressources fourragères dans un espace assez vaste, le dromadaire au pâturage ne cesse de marcher lorsqu'il broute. L'importance du déplacement dépend bien sûr de la densité des ressources. En zone extensive, il se déplace à raison de 1 ou 2 km par heure. Mais même lorsque les pâturages sont abondants, il ne perd pas l'habitude de se déplacer sans arrêt, en prélevant un peu de tout en fonction de ses besoins (FOLLEY et MUSSO, 1925; MARES, 1959; GAUTHIER PILTERS, 1965; CHAÏBOU et *al.*, 2009; SLIMANI et *al.*, 2013). Le choix des dromadaires semble donc s'appuyer sur la recherche d'un optimum (adéquation aux besoins de vie) plutôt que de celui d'un maximum (maximisation de la densité des nutriments) (CHEHMA et *al.*, 2010).

L'importante quantité de graines des espèces *Astragalus ghyzensis* et celle de l'*Helianthemum lippii* est due au fait qu'elles sont, très appréciées et très recherchées par le dromadaire (CHEHMA, 2006). Elles sont considérées par LE HOUEROU et IONESCO (1973) comme étant très appréciées. Par ailleurs, l'appétibilité de cette espèce varie avec la saison et le stade phénologique, en général, elle est plus consommée au printemps et en automne lorsqu'elles sont au stade de floraison et de fructification (WEACHTER, 1982). L'espèce *Plantago ciliata* est considérée, aussi, comme une bonne espèce pastorale à production assez régulière d'une année à l'autre à bonne valeur fourragère (EL HAMROUNI et SARSON, 1974, WEACHTER, 1979) et bien appréciée (LE HOUEROU et IONESCO, 1973); l'espèce *Erodium glaucophyllum* est également signalée comme espèce très appréciée par le dromadaire (CHEHMA, 2006).

Pour ce qui est de l'aspect lié au potentiel de production en graines des espèces broutées, il faut souligner que c'est une caractéristique propre aux espèces végétales (taille de

la graine et nombre de graines produites par plante) dans le sens où les espèces à capacité reproductrice très élevée sont généralement des espèces à petites graines (NEFFATI, 1994; JAKOBSSON et ERIKSSON, 2000) et, par conséquent, augmente la probabilité des graines à être ingérées accidentellement par les ruminants (BRUUN et POSCHLOD, 2006).

A cet effet, NEFFATI (1994) a signalé que la capacité reproductrice de l'espèce *Helianthemum lippii* est élevée et estimée de 15 900 graines/individu à cause de sa taille microscopique.

Notons, qu'il n'y a que très peu d'informations disponibles dans la littérature, relatives à la phénologie et la morphologie des graines des espèces spontanées du Sahara Algérien. A cet effet, nous avons, calculé la capacité reproductrice pour l'espèce *Astragalus ghysensis*, qui varie de 20 à 80 graines/individu. Elle est beaucoup moins importante (de 125 fois), à l'espèce *Helianthemum lippii* qui dépasse 10 000 graines/individu. Alors que, l'abondance des graines d'*Astragalus ghysensis* dans les fèces du dromadaire peut être due au fait qu'elle est éphémère, très appréciées par les dromadaires à cause de sa bonne valeur nutritive (CHEHMA et al., 2008).

### **I.5. Morphologie des graines disséminées**

La dispersion à longue distance des graines est un processus extrêmement difficile à observer ou à quantifier directement (BRUUN et POSCHLOD, 2006). Si la capacité de dispersion des graines est liée à des caractéristiques de graines ou de plantes mères (ERIKSSON et JAKOBSSON, 1999; POSCHLOD et al., 2004), la dispersion des graines à longue distance sera prévisible par approximation indirecte en utilisant les traits faciles pour la mesurer.

La première méthode d'identification des graines, celle après prélèvement des fèces, nous a permis de montrer que, généralement, les graines ne sont pas modifiées morphologiquement (couleur, taille et forme) dont la quasi-totalité était en bon état après leur passage dans le tube digestif du dromadaire (Photo 3-14).

### I.5.1 Taille des graines disséminées

Plusieurs caractéristiques morphologiques des graines peuvent fonctionner avec la dispersion par endozoochorie par les ruminants, la taille des graines est, en effet, identifiée d'être un tel trait clé dans la capacité de dispersion des graines (BRUUN et POSCHLOD, 2006).

Exprimée par le poids de 1000 graines (NEFFATI, 1994), la taille des graines disséminées par le dromadaire est très variable.

L'espèce *Spergularia salina* possède les graines les plus minuscules avec un poids de 0,06g pour 1000 graines et environ 17 millions de graines pour 1 Kg.

A l'opposé, pour les espèces *Ziziphus lotus* et *Phoenix dactylifera* pèsent 169g et 699g respectivement.

La variabilité de la taille des graines des espèces pastorales a été mentionnée par BOGDAN (1977) qui rapporte que chez les espèces tropicales 1Kg de graines peut contenir entre 75000 et 40 millions de graines. Chez certaines espèces pastorales australiennes, PEARSON et ISON (1987) rapportent que, ce nombre varie entre 4000 et 1900 000 graines. De leur côté ELEBERSE et BREMAN (1989) mentionnent que chez les graines des espèces sahéennes, le rapport de poids entre les semences les plus lourdes et les plus légères est de 100. A cet effet, ce rapport est supérieur à 699 pour les espèces étudiées dans notre travail, ce qui traduit une plus grande variabilité de taille chez les graines de nos espèces que celles du sahel.

D'une façon générale, les graines des espèces étudiées sont plutôt d'un poids très léger et de petite taille, puisque le poids de 1000 graines est égale ou inférieure à un gramme chez presque la majorité d'entre elles, soit 27 sur 39 espèces (*Amaranthus hybridus*, *Argyrolobium uniflorum*, *Astragalus cruciatus*, *Astragalus ghyzensis*, *Bassia muricata*, *Chenopodium murale*, *Cutandia dichotoma*, *Cyperus conglomerat*, *Echium trygorrihizum*, *Erodium glaucophyllum*, *Espèce indéterminée 3*, *Espèce indéterminée 4*, *Espèce indéterminée 5*, *Espèce indéterminée 6*, *Espèce indéterminée 7*, *Espèce indéterminée 8*, *Helianthemum lippii*, *Lotus roudairei*, *Moltkia ciliata*, *Phragmites australis*, *Plantago ciliata*, *Randonia africana*, *Rhanterium suaveolens*, *Sphenopus divaricatus*, *Stephanochilus omphalodes*, *Sueda fruticosa* et *Spergularia salina*).

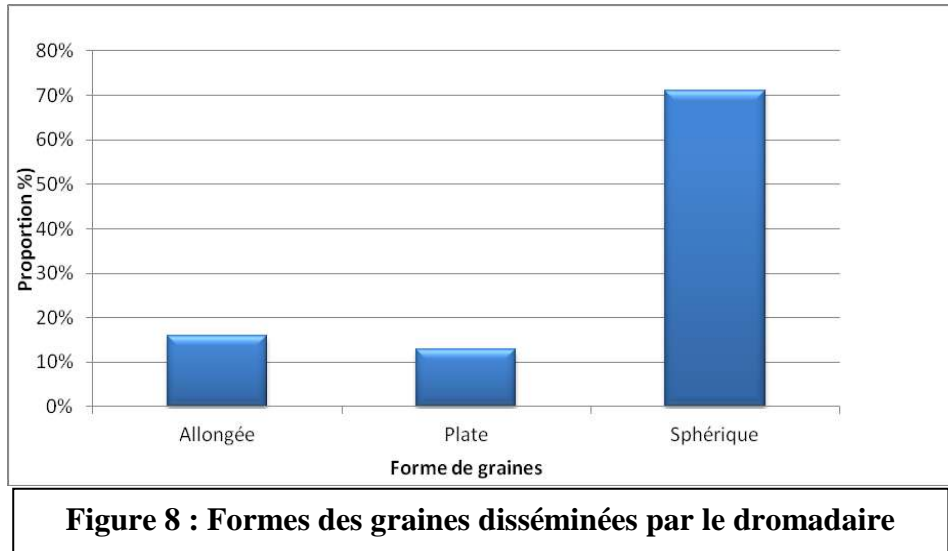
En effet, nos résultats rejoignent ceux de NEFFATI (1994) qui a signalé que généralement les graines des espèces spontanées des zones arides de Tunisie sont de petite taille puisque le poids de 1000 graines n'excède pas un gramme. Ce résultat est en accord avec ce qui a été mentionné par GOMEZ-CAMPO (1985) qui fait remarquer que les espèces endémiques méditerranéennes sont, en majorité, caractérisées par des semences de petite taille.

La taille est, cependant, importante chez les graines des deux Phanérophytes (*Phoenix dactylifera* et *Ziziohus lotus*) qui corroborent les résultats mentionnés par WESTOBY et al. (1992) qui indiquent que la taille des semences est en rapport avec le type biologique de l'espèce, les arbres et les arbustes ont généralement des semences plus grosses que les annuelles et les herbacées pérennes.

En outre, la taille des graines varie non seulement d'une espèce à l'autre mais également au niveau des individus d'une même espèce voire sur le même individu. Cette variabilité qui peut, selon SILVERTOWN (1989), être attribuée à une différence de vigueur des plantes mères due aux conditions du milieu plus ou moins favorables (pluviométrie, conditions édaphiques ...), peut être due à la position de la graine sur la plante mère ou à sa position dans le fruit ou à l'âge de la plante mère (GUTTERMAN, 1992a ; GUTTERMAN, 1992b). Elle peut également être une caractéristique génétique beaucoup plus qu'un caractère contrôlé par les conditions du milieu (IBPGR, 1985). La taille des graines peut donc être définie, à la fois, par les conditions écologiques et les caractéristiques génétiques (BAZZAZ et ACKERLY, 1992).

### I.5.2 Forme des graines disséminées

Les résultats obtenus nous ont permis de dégager 3 différentes formes des graines étudiées, à savoir sphérique (71%), allongée (16%) et plate (13%) (Fig. 8).

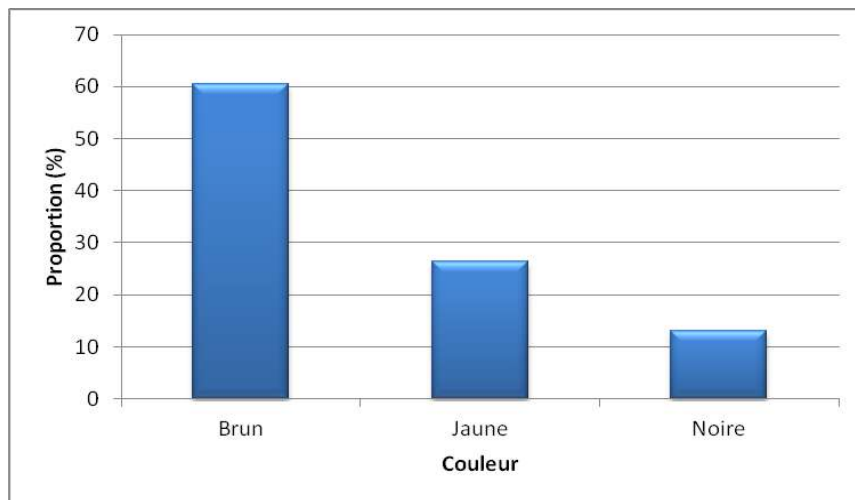


Notre étude montre la dominance de la forme sphérique des graines disséminées. De son côté, THOMSON et *al.* (1993) montrent que la forme des graines tend à être ronde ou ellipse, elle favorise la formation d'une banque de graine de sol persistante, alors que les graines grandes, aplatis, ou allongées sont susceptibles de former une banque de graines du sol transitoires.

En raison d'une faible quantité de nourriture dans de nombreux déserts, un nombre considérable de semences peuvent être consommés par les animaux locaux, en particulier les fourmis, les principaux prédateurs des graines dans les zones désertiques (GUTTERMAN, 2002).

### I.4.3. Couleur des graines disséminées

A l'aide des cartes de Munsell, 23 couleurs ont été détectées parmi les graines, dont trois grands groupes de coloration se dessinent : le brun « Brown », le jaune « Yellow », et le noire « Black ». Signalons qu'elles appartiennent aux quatre différents ton de Munsell (2,5YR; 7,5 YR; 2,5Y et 10YR). Le brun et le jaune sont les couleurs dominantes des téguments (Fig. 9).



**Figure 9: Proportions de distribution de couleur des graines**

La dominance du brun et du jaune est probablement liée à la couleur de la surface du sol. La couleur des graines qui est près de sable pourrait les aider d'éviter à être mangé par les fourmis (LIU et *al.*, 2014). La prédation par les fourmis, les petits mammifères et les oiseaux est la majeure cause de la mortalité des graines dans les milieux désertiques (BROWN et DAVIDSON, 1977; DAVIDSON, 1977), consommant plus de 90% de la production totale en graines (ELLNER et SHMIDA, 1981).



Photo 3 : Graines d'*Argyrolobium uniflorum*  
(*Fabaceae*)



Photo 4 : Graines d'*Astragalus ghyssensis*  
(*Fabaceae*)



Photo 5 : Graine d'*Astragalus cruciatus*  
(*Fabaceae*)



Photo 6 : Graines d'*Helianthemum lippii*  
(*Cistaceae*)



Photo 7 : Graines d'*Asphodelus refractus*  
(*Liliaceae*)



Photo 8 : Graines de *Lotus roudairi*  
(*Fabaceae*)





Photo 9 : Graines de *Plantago ciliata*  
(*Plantaginaceae*)



Photo 10 : Graines de *Bassia muricata*  
(*Amaranthaceae*)



Photo 11 : Graines de *Fagonia glutinosa*  
(*Zygophyllaceae*)



Photo 12 : Graines de *Zygophyllum album*  
(*Zygophyllaceae*)



Photo 13 : Graines d'*Echium trygorrhizum*  
(*Boraginaceae*)



Photo 14 : Graines de *Moltkia ciliata*  
(*Boraginaceae*)

***Chapitre II***  
***Germination des graines***

## II Germination des graines

Il ne suffit pas que la graine soit dispersée par l'animal pour assurer sa régénération, encore faut-il qu'elle n'ait pas perdu ses capacités de germination lors du transit intestinal (CAMPOS et OJEDA, 1997; JALAO SHO et *al.*, 2006).

### II.1 Graines viables dans les fèces

Afin d'évaluer la faculté de germination des graines rejetées par le dromadaire à travers les fèces et tester ainsi l'hypothèse selon laquelle ces graines ne perdent pas leur aptitudes à germer, nous avons mis en place deux tests de germination, à savoir, au laboratoire (phytotron) et sous serre.

A ce propos, les résultats obtenus (pour les deux tests de germination) nous ont permis de montrer que 56,41% des espèces déféquées dans les fèces du dromadaire sont restées intactes et ont pu conserver leur pouvoir germinatif (tableau 3).

**Tableau 3: Liste des graines germées issues des fèces**

Famille	Espèce	Germination	
		Au laboratoire	Sous serre
Poaceae	<i>Cutandia dichotoma</i>		+
	<i>Sphenopus divaricatus</i>		+
	<i>Phragmites communis</i>		+
	<i>Espèce indéterminée 1</i>		+
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	+	+
	<i>Bassia muricata</i>	+	+
	<i>Chenopodium murale</i>	+	+
	<i>Cornulaca monacantha</i>	+	
Asteraceae	<i>Rhanterium adpressum</i>		+
Cariophyllaceae	<i>Spergularia salina</i>		+
Cistaceae	<i>Helianthemum lippii</i>	+	+
Fabaceae	<i>Argyrolobium uniflorum</i>	+	+
	<i>Astragalus ghyzensis</i>	+	+

	<i>Astragalus cruciatus</i>	+	+
	<i>Lotus roudairei</i>	+	+
Geraniaceae	<i>Erodium glaucophyllum</i>	+	+
Plumbaginaceae	<i>Limoniastrum guyonianum</i>		+
Zygophyllaceae	<i>Fagonia glutinosa</i>		+
	<i>Zygophyllum album</i>	+	+
<i>Espèce indéterminée 2</i>		+	
<i>Espèce indéterminée 3</i>		+	
<i>Espèce indéterminée 5</i>		+	
Total 22 espèces		14	18

Les résultats obtenus nous ont permis de déduire que, d'une façon générale, le passage des graines dans le tractus digestif du dromadaire n'affecte pas négativement leur pouvoir de germination (Photo 15-18) et qu'il peut même être un facteur stimulateur.

A cet effet, les travaux de BARKOUDAH et VAN DER SAR (1982) confirment que les graines d'*Acacia raddiana* restent intactes et viables dans les crottes du dromadaire.

De nombreuses études ont fait l'objet de collecte du fèces excrétées par les animaux au pâturage où de nombreuses espèces végétales sont capables de survivre au passage dans le tube digestif des ruminants (GARDENER et *al.*, 1993; MALO et SUÁREZ 1995; STENDER et *al.*, 1997; AMIAUD et *al.*, 2000; PAKEMAN et *al.*, 2002 et BONN, 2004).

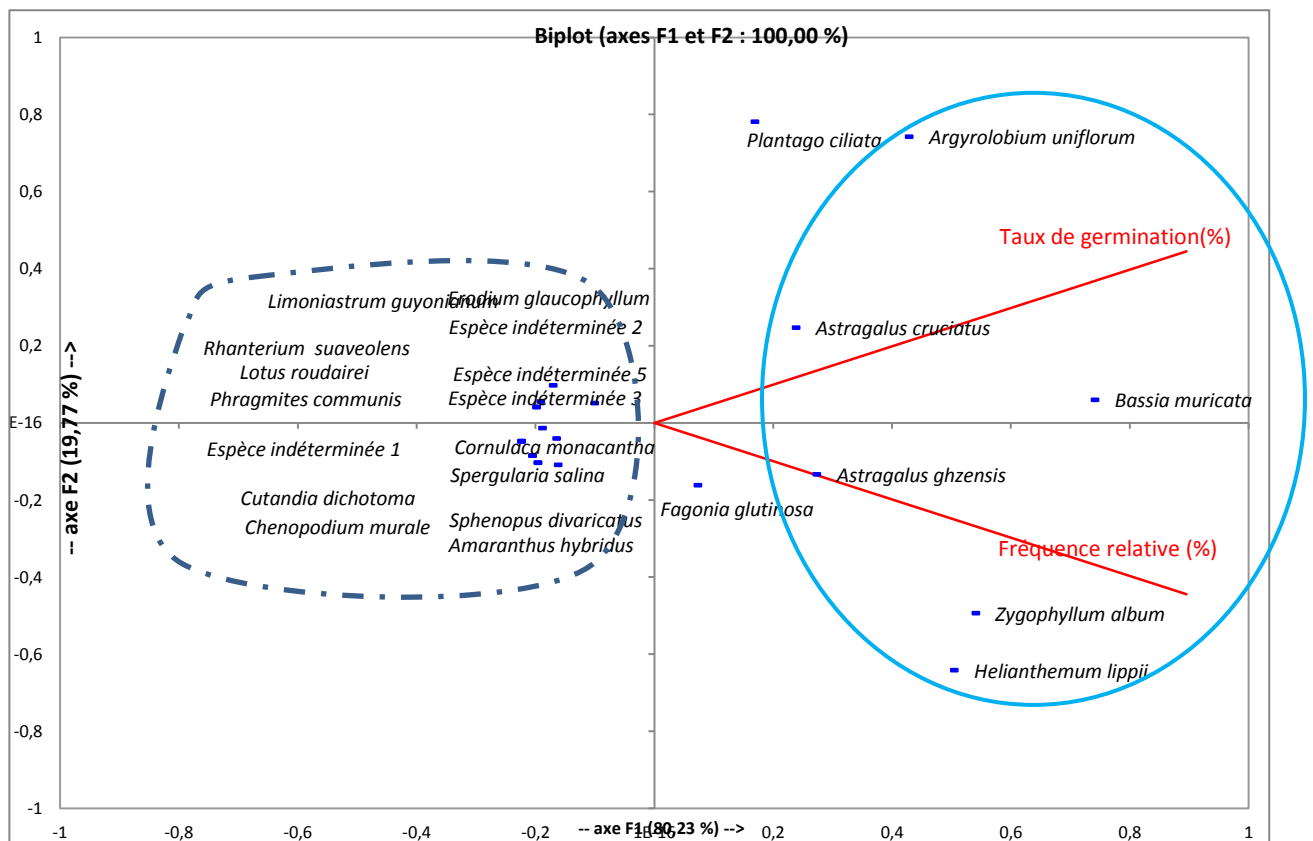
En plus, la germination peut être modifiée par les actions abrasives, mécaniques et chimiques de l'ingestion (TRAVESET, 1998) mais également par les traits morphologiques des semences tels que la dureté ou l'imperméabilité du péricarpe (TASSIN, 2009), la taille et la forme des graines (NORTON et *al.*, 1989; GARDENER et *al.*, 1993). En effet, ce sont les graines les plus petites qui ont une plus grande probabilité d'échapper à la destruction par la mastication (CAMPOS et OJEDA, 1996; NOGALES et *al.*, 2005; GÖKBULAK, 2006 ).

Donc nous pouvons admettre qu'après leur passage dans le tractus digestif, le pouvoir de la germination des graines déféquées dans les fèces du dromadaire est conservé et peut même être stimulé. En effet, ROBLES et *al.* (2005) signalent que les téguments de la graine peuvent être érodés et ramollis au cours de la digestion, sinon, peut être rompu

pendant la mastication, où les téguments semblent être assez dur pour résister à la digestion.

Chez les ruminants, l'environnement du tractus intestinal est hostile à la survie des semences. Les dents peuvent écraser complètement les graines ou au moins endommager les téguments protecteurs. Le jus du rumen contient la flore microbienne et des enzymes qui attaquent la matière organique (BRUUN et POSCHLOD, 2006). Par conséquent, à court temps de passage dans le tractus intestinal devrait être déterminant à la survie des semences (JANZEN, 1984). Au cours de la rumination, la matière ingérée est triée et la fraction grossière est mâchée de nouveau, tandis que la fraction fine est généralement passée en avant (WARNER, 1981; MURPHY et al., 1989; BRUUN et POSCHLOD, 2006).

En revanche, afin de dégager aisément les applications possibles et l'intérêt de cette étude, nous avons eu recours à l'analyse en composantes principales (ACP) qui divise la capacité germinative des espèces en deux groupes (Fig.10).



**Figure 10 : Représentation graphique (F1-F2) de l'ACP des taux de germination des graines issues des fèces)**

---

La représentation des espèces sur le plan factoriel 1-2 de l'ACP sur la germination (Figure 10) montre une variabilité importante : les espèces sont bien dispersées sur les 2 axes et laissent apparaître la présence de deux regroupements.

Le 1<sup>er</sup> axe est un axe de germination sur lequel nous trouvons le taux et la fréquence relative de germination les plus élevés à droite, formé par les espèces ayant une germination très importante, dont ces deux variables sont très corrélées entre elles. Nous observons une opposition entre le groupe (à droite) et le groupe (à gauche) présentant le taux et la fréquence relative de germination les plus faibles.

Le premier axe regroupe six espèces où leur capacité germinative est plus élevée, allant de 41,5% à 100% (*Argyrolobium uniflorum*, *Astragalus ghysensis*, *Astragalus cruciatus*, *Bassia muricata*, *Helianthemum lippii* et *Zygophyllum album*); tandis que le deuxième regroupe 15 espèces germés mais avec des faibles taux de germination allant de 0,36% à 16,50% (*Amaranthus hybridus*, *Cornulaca monacantha*, *Chenopodium murale*, *Erodium glaucophyllum*, *Espèce indéterminée 2*, *Espèce indéterminée 3*, *Espèce indéterminée 5*, *Lotus roudairei*, *Rantherium adpressum*, *Cutandia dichotoma*, *Espèce indéterminée 1*, *Limoniasrum guyonianum*, *Phragmites communis*, *Sphenopus divaricatus* et *Spergularia salina*).

## II.2 Effet des fèces sur la germination des graines et la croissance des plantules

Suite à la mise en culture des fèces sous serre, les graines de 18 espèces ont germé directement des fèces (tableau 4), soit 86,36% du total des espèces qui ont réussies leur germination (Photo 19-25). Parmi elles, 17 espèces ont pu être identifiées, bien que la dix-huitième n'ait pas pu l'être du fait que sa croissance n'était pas encore assez avancée à la fin de l'expérience (de six mois). Certaines espèces, comme *Helianthemum lippii*, *Zygophyllum album* et *Bassia muricata*, ont pu germer avec un plus grand nombre, de l'ordre de 56, 54 et 50 plantules produites respectivement.

**Tableau 4 : Inventaire des espèces obtenues sous serre**

Famille	Espèce	Nombre de plantules poussées	Fréquence relative de germination (%)
<i>Poaceae</i>	<i>Cutandia dichotoma</i>	04	1,44
	<i>Sphenopus divaricatus</i>	03	1,08
	<i>Phragmites communis</i>	01	0,36
	<i>Espèce indéterminée 1</i>	04	1,44
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>	06	2,16
	<i>Bassia muricata</i>	50	18,05
	<i>Chenopodium murale</i>	04	1,44
<i>Asteraceae</i>	<i>Rhanterium adpressum</i>	03	1,08
<i>Cariophyllaceae</i>	<i>Spergularia salina</i>	01	0,36
<i>Cistaceae</i>	<i>Helianthemum lippii</i>	56	20,21
<i>Fabaceae</i>	<i>Argyrolobium uniflorum</i>	15	5,41
	<i>Astragalus ghyzensis</i>	30	10,83
	<i>Astragalus cruciatus</i>	18	6,49
	<i>Lotus roudairei</i>	02	0,72
<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium glaucophyllum</i>	05	1,80
<i>Plumbaginaceae</i>	<i>Limoniastrum guyonianum</i>	01	0,36
<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Fagonia glutinosa</i>	20	7,22
	<i>Zygophyllum album</i>	54	19,49
Nombre total des espèces		18	
Nombre total des plantules		277	
Quantité de fèces (kg)		12	
Nombre de plantules par kg de fèces		23	

Plusieurs travaux se sont intéressés à l'impact des animaux sur la dispersion des graines par leurs fèces (WICKLOW et ZAK, 1983; JANZEN, 1984). Ces études ont démontré que les petites graines d'herbacées consommées lors du broutage étaient capables de survivre le passage à travers le système digestif de ces animaux et germer directement des crottes.

Les résultats obtenus nous ont permis de déduire que le dromadaire est considéré comme un disséminateur efficace. Il transporte et dépose les graines plus loin que leur lieu d'origine et les défèque convenablement de manière aléatoire en petites quantités un peu partout. Les fèces dans lesquels les graines sont entreposées et dispersées dans l'environnement offrent un microclimat et un microsite très différent des graines qui sont dispersées par le vent et qui tombent directement au sol. Les fèces représentent une source non négligeable de matière organique, favorable à la germination et à la croissance des plantules. Etant donné que les graines peuvent rester dans le système digestif durant des périodes relativement longues, chaque défécation contient probablement des graines provenant de diverses espèces, ce qui va favoriser leur propagation des espèces concernées. Cela contribuerait à les régénérer dans d'autres microsites favorables à la germination et même d'enrichir les milieux pauvres en espèces.

Bien en plus, ses crottes constituent un milieu favorable à la conservation et la protection des graines contre les aléas climatiques, leur permettant ainsi, de germer quand les conditions redeviennent favorables (TRABELSI et *al.*, 2012). En effet, NEFFATI (2004) a montré que, généralement, le séchage des graines et leur conservation à l'abri de l'air soit dans les conditions ambiantes, à faible température permettent de prolonger la viabilité des graines et que ces conditions sont également indispensables pour une conservation à long-terme des ressources phylogénétiques.





Photo 19: *Argyrolobium uniflorum* (Fabaceae)



Photo 20: *Astragalus ghysensis* (Fabaceae)



Photo 21: *Fagonia glutinosa* (Zygophyllaceae)



Photo 22: *Helianthemum lippii* (Cistaceae)



Photo 23: *Astragalus cruciatus* (Fabaceae)



Photo 24: *Bassia muricata* (Amaranthaceae)



Photo 25: *Zygophyllum album* (Zygophyllaceae)

### II.3 Germination des graines collectées sur terrain

Des tests de germination effectués sur les graines de 13 espèces collectées sur terrain à différentes périodes comme témoin, ont permis de constater que la capacité germinative de certaines d'entre-elles reste faible même lorsqu'elles sont placées dans des conditions de germination favorable à leur germination (Tableau 5).

**Tableau 5: Taux de germination des espèces retenues**

Espèce	Taux cumulé de germination (%)
<i>Astragalus cruciatus</i>	10,00 ±5,16
<i>Astragalus ghyzensis</i>	12,75 ±5,85
<i>Argyrobium uniflorum</i>	4,00 ±3,26
<i>Bassia muricata</i>	100,00 ±00
<i>Cornulaca monacantha</i>	18,00 ±2,44
<i>Erodium glaucophyllum</i>	16,00 ±5,65
<i>Echium trygorrhizum</i>	2,00 ±2,30
<i>Fagonia glutinosa</i>	20,00 ±2,82
<i>Helianthemum lippii</i>	5,00 ±2,00
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	11,00 ±2,00
<i>Moltkia ciliata</i>	2,00 ±2,30
<i>Plantago ciliata</i>	69,50 ±9,98
<i>Zygophyllum album</i>	68,25 ±2,75

Cette faible aptitude à la germination est peut être due, soit à l'embryon et l'on parle de dormance, soit aux téguments et on parle alors d'inhibition tégumentaire (ROBERTS, 1972; COME, 1968; CHAUSSAT et LE DEUNFF, 1975; PEARSON et ISON, 1987).

La dormance des semences, qui d'après GOMEZ-CAMPO (1985), existe chez 15% des espèces méditerranéennes, est aujourd'hui considérée comme étant un des principaux mécanismes d'adaptation des plantes au climat méditerranéen caractérisé par une succession de saisons sèche et humide (PEARSON et ISON, 1987).

Les premiers cas de dormance observés chez certaines des espèces spontanées du Sahara, ont été mentionnés par M'CHAREK (1980) qui a constaté que la capacité germinative de *Plantago albicans*, *Argyrobium uniflorum* et *Rhanterium adpressum* n'excédait pas un taux de 40%. De leur côté LE FLOC'H et al. (1989) ont constaté que *Rhanterium suaveolens* ne germe qu'en une année exceptionnellement pluvieuse. A ce titre, après immersion des semences de ces espèces (*Astragalus cruciatus*, *Astragalus ghyzensi*, *Argyrobium uniflorum*, *Cornulaca monacantha*, *Erodium glaucophyllum*, *Echium trygorrhizum*, *Fagonia glutinosa*, *Helianthemum lippii*, *Limoniastrum guyonianum* et *Moltkia ciliata*) dans l'eau distillée pendant 24 heures, la taille d'un grand nombre de graines restait inchangée, ce test a montré des proportions de graines dures atteignant encore de 90 à 100% chez *Argyrobium uniflorum* et 80% chez *Helianthemum lippii* (NEFFATI, 1994).

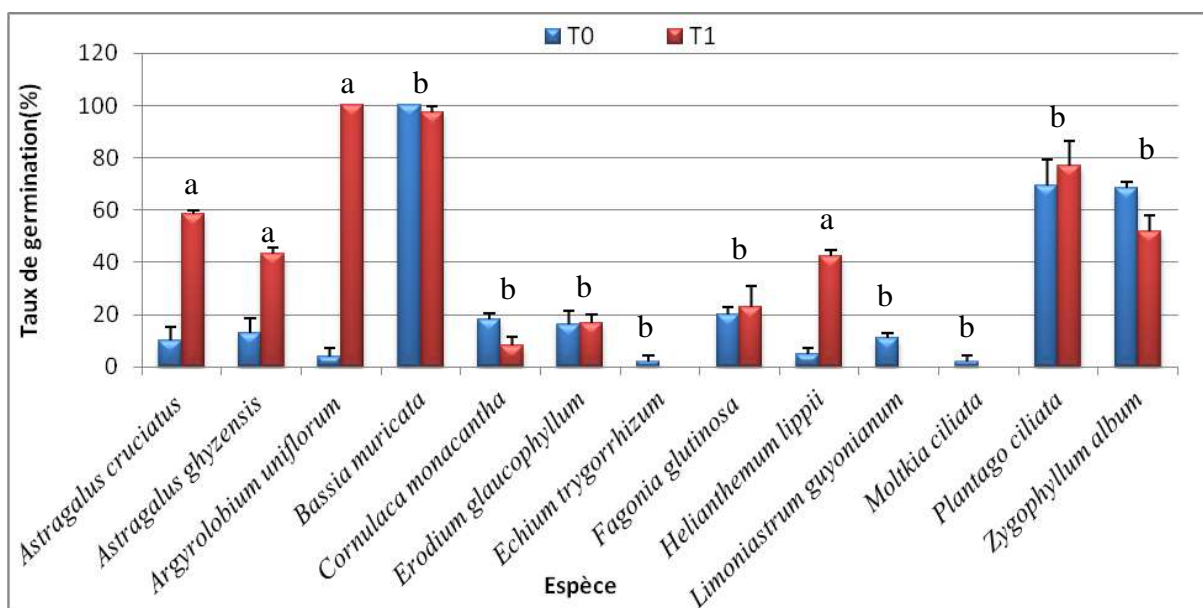
L'utilisation pour la régénération des parcours, des graines dormantes ou présentant une inhibition tégumentaire, ne peut être intéressante que si les graines ont subi au préalable un prétraitement permettant de lever ces obstacles à la germination (NEFFATI, 2004). En revanche, dans la nature la levée de dormance et d'inhibition, qui s'effectue graduellement dans le temps, est assurée par différents mécanismes (PEARSON et ISON, 1987) :

- La stratification ou exposition des semences humides à l'effet du froid. Ce mécanisme agit surtout chez les *Poaceae* des zones tempérées;
- Le lessivage, par l'eau de pluie, des substances inhibitrices de germination se trouvant au niveau des enveloppes séminales;
- L'abrasion des téguments durs sous l'effet du vent, de l'eau courante, de l'attaque par les microorganismes du sol, l'alternance de température ou bien du transit à travers l'appareil digestif des animaux.

## **II.5 Efficacité de dispersion des graines par le dromadaire**

Afin de tester l'hypothèse selon laquelle le passage des graines de certaines espèces broutées dans le tube digestif du dromadaire simule leur germination, nous avons procédé à l'étude comparative de germination des graines prélevées des fèces du dromadaire (considérée comme traitement) et celles collectées directement des plantes sur terrain

(Témoin). Les résultats concernant le comportement germinatif des espèces en terme de taux cumulé de germination apparaissent dans la Figure 12.



**Figure 12: Germination comparative des graines sans passage (T0) et après passage dans le tube digestif du dromadaire (T1) (à l'aide du test de Newman-Keuls au seuil de 5%)**

L'analyse des données de cette figure permet de déduire que les treize espèces réagissent différemment vis-à-vis du facteur traitement au moment de leur germination. En effet, le taux de germination des graines de l'espèce *Bassia muricata* est nettement supérieur et presque similaire au témoin (100%), qu'après passage dans le tube digestif du dromadaire (97,5%). Bien qu'il est nettement supérieur chez les espèces *Astragalus cruciatus*, *Astragalus ghyzensis*, *Argyrolobium uniflorum*, *Erodium glaucophyllum*, *Fagonia glutinosa* et *Helianthemum lippii*, soit 58,25%, 43,5%, 100%, 16,5% 23% et 42,5% respectivement contre le témoin. Contrairement, il est inférieur chez les espèces *Cornulaca monacantha*, *Limoniastrum guyonianum* et *Zygophyllum album*, soit 18%, 11% et 68,25% respectivement. Alors qu'il est presque null au témoin, soit 2% et au traitement, soit 0% chez les deux espèces *Echium trygorrhizum* et *Moltkia ciliata*.

Ceci démontre que, généralement, la germination des graines des espèces broutées n'était pas négativement affectée, malgré la réputation de l'efficacité de la digestion (biologique et chimique) du dromadaire et le temps de rétention assez long. Cependant il peut même être un facteur stimulateur pour les graines de trois *Fabaceae* (*Astragalus*

*cruciatus*, *Astragalus ghyzensis* et *Argyrolobium uniflorum*) ainsi que pour la *Cistaceae* (*Helianthemum lippii*).

Un tel résultat a pu être confirmé par l'analyse de variance (ANOVA) (tableau 6) qui montre un effet traitement (passage dans le tube digestif du dromadaire) très hautement significatif ( $P < 0,0001$ ) au seuil de 5% sur le taux cumulé de germination de ces espèces.

**Tableau 6: Effet du traitement sur le taux de germination des espèces étudiées**

Source de variation	d.d.l	Somme des		Valeur F	Pr > F
		carrés	Carré moyen		
Traitement	1	5279,625	5279,625	131,474	< 0,0001
Espèce*Traitement	12	23867,250	1988,938	49,529	< 0,0001

L'analyse de la variance (ANOVA) montre l'effet traitement très hautement significatif du traitement ( $P < 0,0001$ ) au seuil de 5% sur le taux de germination des semences, ainsi qu'un effet très hautement significatif entre les deux facteurs espèce et traitement ( $P < 0,001$ ) sur la capacité germinative des espèces étudiées.

Au vue de démontrer davantage l'effet du passage des graines dans le tube digestif du dromadaire, nous avons procédé à l'analyse de variance de l'effet du passage comparativement au témoin (T0 et T1) sur l'effet du passage sur le taux de germination des différentes espèces considérées séparément. Les résultats montrent que chez certaines espèces l'effet du passage (T1) sur le taux de germination est significatif, hautement significatif et très hautement significatif, alors que chez d'autres il n'est plus significatif.

Dans la première catégorie d'espèces figurent *Cornulaca monacantha*, *Limoniastrum guyonianum* et *Plantago ciliata*. La deuxième catégorie d'espèce est représentée seulement par *Zygophyllum album*; bien que la troisième par les trois *Fabaceae* : *Astragalus cruciatus*, *Astragalus ghyzensis* et *Argyrolobium uniflorum* et la *Cistaceae*: *Helianthemum lippii*. Alors que la quatrième catégorie d'espèce est indiquée par *Bassia muricata*, *Erodium glaucophyllum*, *Echium trygorrhizum*, *Fagonia glutinosa* et *Moltkia ciliata* où l'effet scarificateur du passage par le tractus digestif du dromadaire est à peu près nul.

---

Cependant, depuis les travaux plus anciens de BECQUEREL (1907), il est très largement démontré que les graines des *Fabaceae* ont des téguments imperméables à l'eau et à l'oxygène et nécessitent une scarification permettant l'imbibition et la germination (HANNA, 1984). Cette dormance d'origine tégumentaire, ou plus exactement cette inhibition tégumentaire, puisque l'embryon, débarrassé du tégument de la graine, est apte à germer (CÔME, 1970), peut différer la germination d'une graine pendant plusieurs années (CLEMENS et al., 1977; TYBIRK et al., 1994). L'imperméabilité des graines est due en grande partie, aux cellules palissadiques constituées d'hémicellulose et de pectine qui deviennent dures et hydrophobes dans les derniers stades de maturation des graines (TRAN et CAVANAGH, 1984). L'inhibition tégumentaire des graines constitue un facteur adaptatif important pour la survie de l'espèce, puisqu'elle permet le maintien d'un stock de graines viables dans le sol (COE et COE, 1987; TYBIRK, 1991). Ces graines peuvent survivre ainsi plusieurs années, passer sans dommage des périodes défavorables (sécheresse) à la germination (TYBIRK, 1991). La dureté de ces graines, est une adaptation aux conditions écologiques régnant en zone sèche (GUTTERMAN, 1993).

En effet, nous pouvons noter que le traitement du passage dans le tube digestif a un effet scarificateur très étroit en dégradant efficacement les couches palissadiques des téguments. Bien que, DANTHU et al. (1996 a); DANTHU et al. (1996 b) rapportent que l'ingestion et l'excrétion par les mammifères des graines d'*Acacia raddiana* n'améliorent pas leur aptitude à germer, ce passage par le tractus digestif représente un facteur de dissémination important, puisque les graines peuvent séjourner plus de cinq jours dans le tractus digestif des animaux et ainsi être transportées le long des parcours sur des distances importantes estimées entre 50 et 80 km.

En outre, compte tenu de l'absence des travaux sur l'effet du passage des graines des plantes spontanées dans le tube digestif du dromadaire sur leur germination, nous ne pouvons faire les comparaisons qu'avec les autres espèces animales. A cet effet, plusieurs auteurs ont envisagé le passage de graines dans le tractus digestif des animaux comme un moyen possible de hâter et/ou d'augmenter la germination des espèces considérées, les travaux de AMIAUD et al., (2000) rapportent que plus les graines transitent longuement dans le système digestif de bovin, plus elles germent rapidement et en grand nombre. Une amélioration du taux de germination de *Biserrula pelecinus* est aussi décrite par MALO et SUAZER (1995) après transit dans le système digestif des bovins. En plus, RUSSI et al.,

(1992) signalent une forte augmentation du taux de germination de trèfle après passage dans le tractus digestif d'ovin.

L'action des sucs digestifs lors du transit intestinal a pour effet de détruire partiellement les téguments et d'attaquer les enveloppes protectrices des semences, et peut favoriser leur germination dans le cas des espèces à graines dures, comme par exemple la plupart des espèces d'Acacia (RUSSI *et al.*, 1992; CARRIERE et TOUTAIN, 1995).

Dans les systèmes échantillonnés des zones tempérées, RUSSI *et al.*, (1992); GARDENER *et al.*, (1993) rapportent que la dureté des semences, notamment des *Fabaceae*, est un bon prédicateur de la survie au passage dans le tube digestif du bovin.

La qualité de dispersion des graines est affecté par la qualité du traitement qui est le résultat soit de la destruction ou bien le passage de la graine intacte à travers le tube digestif et du disperseur, toute modification du pourcentage de graines en germination ou leur taux de germination (SCHUPP, 1993). Les différentes espèces d'animaux peuvent avoir un effet sur le pourcentage de germination et peut également modifier le taux de germination.

En conséquence, nous pouvons déduire que le dromadaire est potentiellement de bon agent de dispersion des graines, dont certaines espèces ont besoin de passer par son tube digestif pour acquérir une meilleure capacité de germination. Autrement dit, le passage des graines au niveau des tubes digestifs a des effets probablement bénéfiques sur l'amélioration de la germination des graines (CHAPMAN et CHAPMAN, 1996; POULSEN *et al.*, 2001).

Les graines disséminées par le dromadaire ont donc une faculté de maintenir leur capacité germinative (*Bassia muricata*, *Zygophyllum album* et *Plantago ciliata*) ou de l'accélérer (*Astragalus cruciatu*, *Astragalus ghysensis*, *Argyrolobium uniflorum* et *Helianthemum lippii*).



# *Discussion générale*

## Discussion générale

En milieu aride, le dromadaire est un animal domestiqué, au même titre que d'autres ruminants (zébu, mouton et chèvre), pour ses productions. Sa contribution aux ressources d'un milieu à faible productivité, ses mises-bas, son lait, sa viande, ses poils et son travail sont très appréciés par son éleveur, dont la vie en dépend dans le milieu désertique (FAYE, 1997; CHEHMA, 2002; ADAMOU, 2008). En effet, le dromadaire est particulièrement adapté à ces types de milieux, qui, en dépit des maigres ressources alimentaires et des conditions éco-climatiques très hostiles, s'avèrent productifs. Les atouts du dromadaire ne se limitent pas seulement à la sphère socio-économique, car cet animal joue aussi un rôle écologique dans les zones arides et semi-arides.

Cependant nos connaissances sur le comportement et le régime alimentaire du dromadaire d'une part, les caractéristiques bio-écologiques des graines des plantes spontanées face aux conditions climatiques extrêmes, et leurs propriétés germinatives d'autre part, sont relativement limitées. Ce travail présente un premier pas sur le thème «Rôle du dromadaire dans la régénération et la prolifération du couvert floristique des parcours sahariens». C'est pourquoi le cadrage du questionnement scientifique s'est révélé difficile. Par ailleurs, il a fallu soit une étude « spatio-temporelle » basée sur des observations sur terrain du comportement alimentaire du dromadaire suivant la ou les saisons de fructification des espèces, ou encore un inventaire et une description des graines des espèces spontanées sur le plan botanique, physiologique et écologique qui était un préalable nécessaire à l'étude de l'effet du passage des graines dans le tube digestif du dromadaire.

En revanche, ce travail de thèse a été mis en place dans le but de répondre aux questions posées sur le rôle écologique que peut jouer le dromadaire dans le maintien et la préservation des ressources floristiques dans l'immense espace saharien à travers la dispersion et la germination des graines.

Nos résultats font ressortir que le dromadaire participe à la dissémination des graines de 39 espèces par endozoochorie. Cependant les familles les mieux représentées sont les *Amaranthaceae*, les *Poaceae* et les *Fabaceae*, Ce résultat corrobore ceux de VAN RHEEDE VAN OUDTSHOORN et VAN ROOYEN (1999) qui ont montré qu'en zones arides, la zoochorie produit, notamment, dans certaines familles, entre autres: les *Amaranthaceae*

(PEAKALL et *al.*, 1993), les *Fabaceae* (IRELAND et ANDREW, 1995), les *Poaceae* (MILTON et *al.*, 1990) et les *Zygophyllaceae* (BANSAL et SEN, 1981).

Il est important de noter que les graines, malgré qu'elles aient été soumises à l'efficacité réputée d'un long processus d'ingestion, de rumination, de digestion microbienne et chimique du dromadaire, n'ont pas été endommagées, la plupart des graines des espèces broutées étaient en bon état. Donc l'effet de processus mécanique, de la nature enzymatique, de l'efficacité de la microflore microbienne et de la durée de rétention des petites particules dans ses estomacs  $25 \pm 2$  heures (RUTAGWENDA et *al.*, 1989) n'affectent pas les caractéristiques morphologiques des graines ingérées puis déféquées à travers les fèces.

L'examen de la diversité floristique laisse apparaître que le dromadaire dissémine le tiers des espèces inventoriées dans son milieu, le nombre d'espèce est relativement faible puisque la plus grande partie de espèces, soit 88 des 112 recensées par CHEHMA (2005) est dans la catégorie biologique des plantes éphémères, qui ne peuvent être présentes que lors de périodes très succinctes de l'année, lorsque les conditions climatiques, et plus spécialement pluviométriques le permettent (BARRY et *al.*, 1981; MACKENZIE et *al.*, 2000; OZENDA, 1991; CHEHMA, 2005). Nonobstant, que sur le plan botanique, le régime alimentaire du dromadaire est varié, s'appuyant essentiellement sur l'utilisation de la flore spontanée (84%), particulièrement les éphémères.

Comparativement aux autres animaux d'élevage, le dromadaire se caractérise par une plus grande diversité des plantes consommées (FAYE et TISSERAND, 1988; RUTAGWENDA et *al.*, 1989; CHEHMA, 2005; SLIMANI et *al.*, 2013). L'importance des éphémères est due à leur appétence (CHEHMA, 1987; LONGO et *al.*, 2007, CHEHMA et *al.*, 2008), à cause de leur bonne valeur nutritive que les plantes vivaces des parcours sahariens (CHEHMA et *al.*, 2008).

Vu la caractéristique du comportement alimentaire du dromadaire connu par sa pratique d'un pâturage ambulante (FOLLEY et MUSSO, 1925; MERES, 1959; GHAUTHIER PILTERS, 1965; ASAD, 1970), et par le fait qu'il peut parcourir quotidiennement de 20 à 50 km même en cas de disponibilité de grandes quantités d'aliment (NEWMAN, 1979; SLIMANI et *al.*, 2013), Il nous est impossible d'établir avec fidélité des liens entre fèces

---

émises et sites des fèces récoltées, ce qui nous oblige à omettre le facteur parcours (espace) et prendre en considération l'effet de saison (temps) sur la distribution des graines disséminées.

Bien que, l'analyse de la quantité des graines dispersées est une première étape essentielle et précieuse vers la compréhension de l'efficacité de la dispersion (SCHUPP, 1993). En effet, les résultats obtenus montrent que l'été reste la saison la plus représentée (TRABELSI et *al.*, 2012) en espèces atteignant leur fructification et la maturation de leurs graines. De son côté NEFFATI (1994) rapporte que, malgré les différences évoquées dans le comportement phénologique des espèces pastorales de la Tunisie aride, due aux conditions édapho-climatiques du milieu et l'origine du matériel végétal, il s'avère que la phase de végétation active se déroule, pour la majorité d'entre elles, au printemps et/ou en automne, périodes favorables du point de vue hydrique et thermique. La date de maturation des graines est plus ou moins avancée avant la fin d'été, et ce résultat est sur le point apparenté à celui du climat tempéré. Certaines espèces tels que *Argyrolobium uniflorum* et *Helianthemum lippii* sont même susceptibles de produire des graines en automne en cas de pluies précoces (BENDALI, 1987). Bien que les graines de la grande majorité des annuelles, hémicryptophytes et géophytes dans le désert du Néguev, mûrissent et sont dispersées au début de l'été. Presque toutes les espèces végétales dont les graines sont dispersées pendant l'été ont de très petites graines produites en grand nombre, qui se propagent de risque (GUTTERMAN, 1994). A cet effet, elles restent conservées dans les fèces du dromadaire dans cette période de l'année en les protégeant éventuellement contre le dessèchement provoqué par les très fortes températures et l'absence presque totale de l'humidité.

La distribution temporelle des graines disséminées montre que l'été est le plus dominant en nombre de graines. Cela est dû au premier lieu, à la capacité reproductive en graines variant entre les espèces, entre les pieds de la même espèce, et également d'un site à un autre. Elle reflète, en effet, l'hétérogénéité des conditions édapho-climatiques (CCE, 1993). L'abondante production de semences dans le Sahel (GROUZIS, 1992) constitue une bonne adaptation à la forte variabilité de la pluviométrie. Elle permet de faire face aux accidents climatiques en assurant la levée lors des événements pluvieux qui se succèdent au cours de la période de pluies irrégulières. En second lieu le comportement ambulatoire du dromadaire, dont il ne perd pas l'habitude de se déplacer sans arrêt, en prélevant un peu de tout en fonction de ses besoins (FOLLEY et MUSSO, 1925; MARES, 1959; GAUTHIER PILTERS, 1965; CHAÏBOU et *al.*, 2009; CHEHMA et FAYE, 2009; SLIMANI, 2015).

L'importante quantité des graines dispersées montre que les espèces *Astragalus gyzensis* et *Helianthemum lippii* représentent le plus grand nombre de graines disséminées par le dromadaire, ce qui traduit d'une part, par leur appréciation par le dromadaire (LE HOUEROU et IONESCO, 1973; CHEHMA, 2006) particulièrement au stade de floraison et de fructification (WEACHTER, 1982). D'autre part, par leur capacité de production (NEFFATI, 1994) dans le sens où les espèces à capacité reproductive très élevée sont généralement des espèces à petites graines (JAKOBSSON et ERIKSSON, 2000).

L'endozoochorie est partiellement déterminée par les traits morphologiques des graines tels que la taille, la forme, la couleur et le poids (COSYNS et *al.*, 2005; PECO et *al.*, 2006). Toutefois, la majorité des espèces consommées par le dromadaire qui peuvent être dispersées par leurs fèces sont des graines de petite taille, d'un poids très léger et de couleur brune et jaune. Les formes sont diversifiées car elles se retrouvent allongée et plate avec la dominance de la forme sphérique. Ces différentes caractéristiques des graines formant différentes stratégies adaptées des plantes dans le désert, sont étroitement liées à la période végétative, les syndromes de dispersion et l'écotype, et elles ont permis aux plantes de s'adapter à des environnements extrêmes du désert (LIU et *al.*, 2014).

Lors de la maturation, les plantes dispersent rapidement leurs graines et elles seront plus facilement enterrés et plus susceptibles de tomber dans les fissures du sol ou être lavées par l'eau de pluie (PEART, 1984), ce qui aide les petites graines de former une banque de semences persistante ou transitoire et donc de s'échapper les prédateurs (TOMPSON et *al.*, 1993). Généralement, les petites graines contribuent davantage à la formation de banque de semences (TOMPSON et *al.*, 1993) et de dispersion à longue distance (ELLNER et SHMIDA, 1981). En effet, et suivant les résultats obtenus de notre étude, nous pouvons suggérer que les plantes spontanées du Sahara ayant les graines de forme sphérique sont susceptibles d'être dispersées à long distance et favorisent, probablement, la formation d'une banque de graines du sol persistante, tandis que celles aplaties ou allongées sont, probablement, susceptibles de former une banque de semences du sol transitoire. De plus, les graines de nos espèces sont beaucoup plus petites par rapport aux autres de la flore tempérée (LEISHMAN et *al.*, 1995). Ce résultat est, probablement, en accord avec la conclusion selon laquelle, la sélection naturelle favorise les espèces en petites graines dans le désert (JURADO et *al.*, 1991; HAREL et *al.*, 2011).

---

Une évidente corrélation existe entre la couleur des graines et de la couleur du sol (GUTTERMAN, 1993). Dans le sud des déserts californiens des vallées côtières, les couleurs (gris-brun et brun-rouge) des graines de *Salvia columbariae* correspond étroitement à la gamme de couleur du sol dans l'habitat local de chaque écotype (GUTTERMAN, 1993). Cependant les graines étudiées dans notre travail sont de couleur brune et jaune, ce qui traduit par la couleur de la surface du sol dans les parcours sahariens au stade de maturation. D'ailleurs, les téguments des graines sont élaborés pour ressembler à des particules de sol, les graines ayant des couleurs plus cryptiques survivent dans des endroits où les oiseaux se nourrissent intensivement, mais seulement peu survivent dans des zones où les fourmis qui collectent les graines. D'autre part, les études sur l'avenir de la dispersion des graines par les fourmis montrent que les semences qui ne sont pas recueillies par les fourmis sont consommés dans les quelques heures par d'autres animaux (GUTTERMAN, 1993). Vu que, plus de 70% de la production de semences est recueillie et mangée par les granivores tels que les mammifères, les oiseaux et les insectes (principalement les fourmis) dans certaines zones arides (GUTTERMAN, 1982b; BAR et al., 1984).

Le poids des graines et leurs formes sont, en revanche, susceptibles d'être des caractéristiques écologiques pivots pour l'établissement des plantules, la formation d'une banque de graines persistante et la dispersion (LIU et al., 2014). Trois avantages possibles de graines de petite taille dans les déserts sont (i): la réduction du risque d'être mangées par des prédateurs (HULME, 1994) et (ii): de tomber dans les fissures du sol et (iii): d'éviter la détection par les prédateurs (GUTTERMAN, 2002). Ainsi, les petites graines pourraient constituer une banque de semences à long terme dans le désert, ce qui assure la survie de l'espèce en situation de stress de prédation ainsi que dans des conditions extrêmes du désert (GUTTERMAN, 1993; LIU et al., 2014). Dans les déserts, où environ 70% ou plus de la population des graines matures sont consommées chaque année, principalement, par les fourmis, comme le cas de *Scorzonera papposa*; la production d'un grand nombre de petites graines est peut-être l'une des stratégies d'évasion. La grande majorité des graines des espèces végétales du désert du Néguev trouvent leur maturité au début ou au cours de l'été, lorsque l'activité des granivores et les collecteurs des semences est à son maximum, seule une minorité d'espèces végétales dispersent leurs graines en hiver, bien que les graines de quelques espèces ne se dispersent pas du tout et germent *in situ* (GUTTERMAN, 1993). Effectivement, de 50 à 90% de la production totale des graines des zones arides sont prélevées par les prédateurs (NEFATTI, 1994), et surtout celles des espèces les plus appréciées par les

animaux domestiques, sont très recherchées par les rongeurs (TBIB, 1982). Les espèces végétales peuvent être divisées en cinq principaux groupes en fonction du temps de maturation, temps de dispersion et stratégies de dispersion (GUTTERMAN, 1993): (i). Maturation et dispersion au début ou pendant l'été; (ii). Maturation au début de l'été et dispersion par les pluies en hiver; (iii). Maturation des graines en été et germination in situ en hiver; et (iv). Maturation et dispersion en hiver.

Le grand nombre de petites graines, ainsi que leur viabilité, sont le résultat de la pression sélective de la prédation des semences sous des quantités imprédictibles de la pluie, et la courte saison de croissance. Ce mécanisme de survie, très important, concerne l'évasion des animaux granivores et d'insectes, ce qui est particulièrement important pour les plantes annuelles qui renouvèlent leurs populations d'une année à l'autre à partir des graines (GUTTERMAN, 1993).

Globalement, les résultats du volet morphologique des graines nous autorisent de dire que les trois caractéristiques (forme et couleur des graines plus la capacité productive de l'espèce) sont étroitement liées et forment un mécanisme très efficace d'adaptation des espèces en zones arides pour minimiser les effets néfastes de la prédation sur leurs graines, en produisant des graines minuscules, de couleur cryptique avec un nombre assez important. Alors qu'elles sont consommées involontairement par le dromadaire et demeurent protégées dans ses fèces contre la prédation et les fortes températures de l'été, sachant que se figure le premier groupe des espèces cité par GUTTERMAN (1993) approprié à nos résultats. Ceci pourrait aussi signifier que les graines restent protégées contre une éventuelle dispersion secondaire par les prédateurs comme les fourmis et les bousiers exploitant les graines qu'ils trouvent dans les matières fécales (ESTRADA et COATES-ESTRADA, 1986), étant donné que les fèces du dromadaire demeurent consistantes à plus longues périodes.

En outre, la consommation des graines est bien sûr la caractéristique importante pour étudier le rôle possible du dromadaire en tant que disperseur des graines dans son milieu. Tous ces aspects descriptifs des graines, ajoutés à l'épaisseur des téguments, à leur perméabilité et aussi à leur contenu riche en énergie sont importants (BATZLI et COLE, 1979; BATZLI, 1985), car ils permettront, peut être, d'identifier des caractères facilitant leur passage et leur survie à travers le système digestif du dromadaire. En effet, le succès de germination des plantules à partir des fèces est déterminé par trois facteurs principaux;

D'abord, les graines doivent être mangées par l'animal. Cela est déterminé par la forte appétence ou accidentellement quand un herbivore consomme les graines avec des feuilles ou des plantes appréciées selon la théorie de JANZEN (1984) "*Foliage is the fruit*" (PAKEMAN et al., 2002). Ensuite, les graines doivent survivre le système digestif (COSYNS et al., 2005). Troisièmement, selon l'espèce, où la dormance des graines peut avoir besoin d'être rompue, et les exigences de germination doivent être remplies (MALO, 2000).

La richesse du contenu des fèces en graines germées enregistre que 56,41% des espèces déféquées dans les fèces du dromadaire sont restées intactes et ont pu conserver leur pouvoir germinatif, dont la germination a été enregistré chez 14 espèces au laboratoire et 18 espèces sous serre. Cela confirme aussi que le dromadaire contribue au maintien de la diversité et de la propagation de son couvert floristique reconnu très succéptible et très maigre. Nous signalons, principalement, que 50% des espèces germées sont éphémères contre 32% vivaces. Cet important résultat nous a permis de mieux apprécier le rôle du dromadaire, du sorte qu'il préserve au mieux cette catégorie biologique reconue fort capricieuse, incapable de suporter la sècheresse, se renouveler qu'à partir des graines et n'occupant que sporadiquement et fugacement le terrain (OZENDA, 1991; MONOD, 1992; CHEHMA, 2005).

Bien que, la diversité du comportement phénologique et l'efficacité des agents de dispersion des graines dépend du nombre et de la qualité des graines dispersées. Cela revient à dire que, l'efficacité de la dispersion par l'animal est à la fois une composante quantitative et qualitative (SCHUPP, 1993). Le même auteur a, également, expliqué que la quantité de dispersion des graines dépend du nombre de prélèvements effectués dans une plante et de nombre des graines ingérées par prélèvement. De même, la qualité de dispersion des graines dépend de la qualité de traitement donné à la graine au niveau de la bouche/ tube digestif, les habitudes du déplacement de l'animal, le microsite particulier dans lequel les graines déposées, la qualité du dépôt et les conditions de défécation (SCHUPP, 1993).

En effet, la dispersion efficace des graines par le dromadaire à d'autres sites de pâturage implique certain nombre de phases, à savoir: l'ingestion de graines, le passage à travers le tube digestif, la survie, la germination des graines et l'établissement des plantules. Dans ce sens, nous avons enregistré 86% des plantules seines émergées directement des fèces arrivant même au stade de fructification à la fin de l'expérience.

Ceci pourrait signifier que le dromadaire est, considérée comme agent efficace de dispersion des graines des plantes spontanées, dont il transporte et dépose les graines plus loin



que leur lieu d'origine et les défèquent convenablement de manière aléatoire en petites quantités un peu partout, étant donné que les graines peuvent rester dans le système digestif pour des périodes relativement longues. Chaque défécation va probablement contenir des graines provenant de plusieurs différentes espèces, ce qui va favoriser leur propagation, et par là créer l'avantage de se régénérer dans d'autres microsites favorables à la germination et même d'enrichir les milieux plus pauvres en espèces.

Le nombre et la viabilité des graines dans les fèces des ruminants varient en fonction de l'espèce végétale pâturée, des caractéristiques des semences (taille, forme et dureté des téguments), de l'espèce animale, de la proportion de les graines dans l'alimentation et de la qualité du régime alimentaire du disperseur (JONES et SIMAO NETO, 1987).

Le temps de rétention des semences dans le tube digestif des disséminateurs est un facteur affectant la germination, et contribue à expliquer la variation de la réponse des semences observée chez les espèces végétales, et même à l'intérieur d'une espèce. En plus, les sucs digestifs peuvent modifier le tégument des graines, en affectant ainsi la germination. Les enzymes digestifs et les acides de l'estomac servent à briser les aliments vers le bas, y compris les graines. Le traitement des graines peut également être affecté par des bactéries et des protozoaires symbiotiques, qui peuvent digérer les polymères de structure de la paroi cellulaire pendant la fermentation (TRAVESET, 1998).

Plusieurs phénomènes entrent en jeu lorsqu'on parle de dispersion des graines par les animaux. Premièrement, lorsqu'un animal ingère des graines, celles-ci doivent vaincre certains obstacles avant de se retrouver dans les excréments de l'animal. Les graines peuvent être moulues par les molaires (STILES, 1992), digérées à n'importe quelle position entre l'estomac et le colon, scarifiées par l'acide stomacal gastrique ou simplement retenues dans le tractus digestif pour une période donnée qui peut varier beaucoup d'un animal à l'autre (JANZEN, 1984). Bien que les traits morphologiques et chimiques des graines ingérées affectent également le temps de rétention. Par exemple, chez des bovins, GARDENER et *al.* (1993) ont observé un transit plus rapide pour les grosses graines à tégument fin. Certaines graines contiennent aussi des composés chimiques qui peuvent avoir un effet laxatif ou astringent (WAHAJ et *al.*, 1998). Ainsi, la durée de rétention des graines n'est pas simplement fonction des caractéristiques physiologiques du vecteur animal, mais dépend aussi des traits des graines ingérées, et donc de l'interaction entre les traits du vecteur et des graines (PICARD, 2014).

Bien que, le dromadaire est réputé pour sa capacité à digérer totalement les plantes dont le bol alimentaire remonte 40 à 50 fois dans la bouche pour la remastication (AÇOINE, 1985). Ses pré-estomacs sont connus pour leur particularité physiologique originale, à savoir la présence de cellules aquifères dans le rumen, celles-ci formant des petites poches, recouvertes par une muqueuse glandulaire produisent 20 à 30 litres de liquide qui joueraient un rôle de fluidification du contenu ruminal permettant ainsi la digestion. Ce liquide ruminal contient parfois des enzymes microbiennes, en plus du temps de séjour des particules alimentaires dans les pré-estomacs du dromadaire qui est plus important que chez d'autres ruminants (WILSON, 1989; LECHNER-DOLL et al., 1991; KAYOULI et al., 1993), et est en moyenne de 41 heures pour les petites particules et de 57 heures pour les grosses particules (WILSON, 1989). Par ailleurs, chez le dromadaire la plus grande production de salive a des conséquences importantes sur l'utilisation digestive des aliments grâce à des sécrétions contenant du bicarbonate et du phosphate. Cela permet la stabilité des conditions physico-chimiques (pH) dans le compartiment 1 favorable à la dégradation microbienne de la cellulose d'où une meilleure digestion ruminale (KAYOULI et al., 1995, CHEHMA et al., 2008b). Donc, au dépit de toutes ces particularités digestives, le dromadaire permet, le passage et la défécation des graines dans ses crottes intactes, sans être endommagées, pouvant acquérir au passage leur pouvoir germinatif.

Cependant, d'autres facteurs sont également importants, par exemple, le type de nourriture ingérée avec les fruits peut affecter la germination par son influence sur l'abrasion mécanique ou chimique des téguments de la graine. Les caractéristiques de graines telles que la structure ou l'épaisseur des téguments peuvent eux-mêmes être responsables de certaines variations du temps de rétention des graines (TRAVESET, 1998).

Les caractéristiques de germination des graines des plantes spontanées du Sahara algérien, ne sont pas encore, suffisamment bien étudiées, c'est pour cette raison que nous avons jugé nécessaire d'aborder dans le présent travail une étude de germination des graines de 13 espèces des deux catégories (témoins et celles issues des fèces), afin de mettre en évidence l'effet du passage sur leur capacité germinative. A cet effet, nous avons enregistré que la capacité germinative de certaines d'entre elles restait la même entre les deux traitements (nulle pour *Echium trygorrhizum* et *Moltkia ciliata* et maximale chez *Bassia muricata*), bien qu'elle augmente, considérablement, chez les espèces (*Astragalus cruciatus*,

---

*Astragalus ghyzensis*, *Argyrobolium uniflorum*, *Erodium glaucophyllum*, *Fagonia glutinosa* et *Helianthemum lippii*) issues des fèces.

De ce fait, l'inhibition induite par la dureté des téguments et leur imperméabilité à l'eau a été mentionnée chez des espèces de plusieurs familles juste après la récolte (Dormance post-récolte): les *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Géraniaceae* et *Convolvulaceae* (Dormance physique). Tandis que les *Amaranthaceae*, les *Asteraceae*, les *Poaceae*, les *Plantaginaceae* et les *Boraginaceae* sont caractérisées par une dormance physiologique (NEFFATI, 1994; BASKIN et BASKIN, 2010). Cette dormance est considérée comme étant un des principaux mécanismes d'adaptation des plantes au climat méditerranéen, caractérisé par une succession de saisons sèche et humide (PEARSON et ISON, 1987). A cet effet, la levée de dormance est assurée, dans la nature, par différents mécanismes, parmi lesquelles, le transit à travers l'appareil digestif des animaux (PEARSON et ISON, 1987; NEFFATI, 1994).

En revanche, ce résultat indique que le passage des graines de 6 espèces (reconnues très recherchée et appréciées) dans le tube digestif du dromadaire a un effet positif en améliorant et stimulant, éventuellement, leur germination. Cependant, dans le but de mieux confirmer ces résultats, nous avons procédé à l'analyse de variance ANOVA à l'aide du test Kruskal Wallis au seuil de 5%, nous avons signalé que l'effet du passage est très hautement significatif pour 04 espèces (*Astragalus cruciatus*, *Astragalus ghyzensis*, *Argyrobolium uniflorum* et *Helianthemum lippii*). Cela montre bien que le dromadaire disperse efficacement les graines des 5 vivaces et 3 éphémères par endozoochorie. Donc, une relation a pu être trouvée entre le potentiel de dispersion du dromadaire par endozoochorie et l'épaisseur des téguments des graines, tel est le cas chez les trois espèces *Fabaceae* et la seule espèce *Cistaceae*.

En outre, les mammifères de pâturage peuvent constituer un vecteur de dispersion important pour de nombreuses espèces de plantes traditionnellement classés comme «non spécialisée» (BRUUN et POSCHLOD, 2006). A cet effet, GUTTERMAN (1994) atteste que les graines d'*Accacia raddiana* ont mieux germé après avoir été enlevé des fèces des gazelles. POLAK et al., (2014) montrent que l'oryx est, aussi, un disperseur clé de germination des graines d'*Accacia raddiana*. Bien en plus, VISSER et al. (2011) rapportent que chez beaucoup de légumineuses pâturées, l'endozoochorie est un mécanisme de dispersion important chez l'espèce *Argyrobolium uniflorum*, comme il est judicieux de se servir de l'endozoochorie de cette espèce. L'endozoochorie permet, en effet, de produire du fumier

riche en graines scarifiées, et qui apporte en même temps les ressources nécessaires à la croissance rapide des plantules. Toutefois, le traitement à l' $H_2SO_4$ , déjà très agressif par rapport aux normes appliquées aux *Fabaceae* en général, tue très probablement les graines issues de génotypes à téguments plus perméables. En plus de son statut de conservation relativement favorable, l'endozoochorie d'*Argryolobium uniflorum* implique qu'il existe déjà un processus naturel de scarification douce et variable des graines au cours du transit intestinal des petits ruminants (RUSSI et al., 1992). La production délibérée de fumier riche en graines des *Fabaceae* résoudrait le conflit apparent entre la nécessité écologique de conserver une variation de dureté des téguments et le besoin agronomique d'obtenir une densité et une taille de plantules acceptables au plus tard quelques mois après une opération de semis (VISSER et al., 2011).

La présence du dromadaire a, donc, un impact important sur le maintien, la régénération et la prolifération de la composition et la structure végétale retrouvées dans cet écosystème saharien. De plus, en permettant à ces animaux de se déplacer de milieux diversifiés en espèces à des milieux pauvres, étant donné que les graines demeurent relativement longtemps dans le système digestif, les fèces laissées dans les milieux pauvres peuvent apporter de nouvelles espèces et donc enrichir le milieu. Un autre aspect positif de la dispersion provient du fait que, les graines qui tombent au sol par autochorie, sur une courte distance, peuvent rester dormantes pendant plusieurs années. Par conséquent, leur descendance, peut être, plus faible à cause du risque accru de mortalité et de la perte de générations potentielles due à la prédation par les fourmis (NEFFATI, 2008), si nous comparons ces mêmes graines à celles qui peuvent être dispersées et s'implanter dans un site favorable à leur germination rapidement (JANZEN, 1984). Toutefois, pratiquement tous les systèmes de dispersion tuent la majorité des graines en les plaçant à des endroits qui ne sont pas appropriés pour la germination. Les graines qui se trouvent dans les fèces peuvent avoir autant plus de chance de survivre et devenir des plantules viables que celles dispersées par le vent et par l'eau (JANZEN, 1983).

D'après plusieurs études, les herbivores influencent la composition végétale des communautés de plantes dans lesquelles ils se nourrissent (HUNTLY, 1991; DAVIDSON, 1993; OSTFEID et CANHAM, 1993; CHAMBERS et MACMAHON 1994; HULME, 1996; OLFF et RITCHIE, 1998). Les résultats de notre étude, confirment l'importance du dromadaire dans la régénération et la succession des plantes spontanées du milieu saharien.

Les interactions qui existent entre les plantes et les herbivores vont avoir un impact important autant sur les végétaux que sur les herbivores (BATZLI et COLE, 1979) car la disponibilité des plantes consommées par les herbivores va affecter l'abondance et la distribution de ces animaux (BATZLI, 1968).

Dans le Sahara, la majorité des graines sont petites (GUTTERMAN, 1993), le vent est probablement le principal facteur de dispersion des graines (OZENDA, 1991), le taux de réussite de dispersion par le vent va dépendre de certaines caractéristiques comme sa vitesse et sa direction ainsi que la hauteur de la plante par rapport aux autres plantes qui l'entourent. Comme le montre la présente étude, les graines ayant été dispersées par le dromadaire étaient de petites tailles mais provenaient aussi la plupart du temps de plantes éphémères, ceci peut donc représenter d'avantage la dispersion par le dromadaire.

De plus, il semble que le succès de dispersion des espèces qui utilisent le vent ne soit pas bien connu. Certaines espèces pourraient même être plus avantagées par une dispersion dans le temps que dans l'espace et c'est là où le dromadaire serait apte à influencer positivement la dispersion de certaines espèces à travers les fèces qu'il dépose au niveau du sol. La dispersion des graines par le vent peut aussi être influencée par des vents dominants dans un endroit donné. Ceci a donc pour conséquence de favoriser une dispersion directionnelle, ce qui n'est pas la situation des graines dispersées par le dromadaire. Il est donc raisonnable de supposer que les deux facteurs de dispersion, le vent et le dromadaire vont se combiner pour améliorer le succès de dispersion des graines à l'intérieur des parcours de même qu'entre divers parcours éloignés les uns des autres. De plus, il n'y a pas d'apport de nutriments pour la germination.

La dispersion des graines à une distance donnée de la plante-mère est un moyen pour les gènes de pouvoir se déplacer à l'intérieur d'une population ou de pénétrer d'autres populations. Le patron de dispersion des graines contribue à la structure génétique des populations et au potentiel de brassage génétique (WILLSON, 1992). Même un passage occasionnel des gènes d'une population à une autre ou entre des populations qui sont proches génétiquement est important pour maintenir la diversité génétique de la population récipiendaire (SLATKIN, 1987). Le dromadaire pourrait ainsi participer au brassage génétique de certaines plantes, en particulier lors de ses déplacements journaliers des parcours pour se rendre dans de nouveaux. Toutefois, il est difficile de comparer la présente étude avec celles que l'on retrouve dans la

littérature, car l'information disponible sur le sujet est souvent générale. En effet, Le pourcentage, relativement, élevé (soit 44%) de mortalité des graines passant par le système digestif du dromadaire peut suggérer plusieurs hypothèses, vu que la dispersion des graines est un sujet complexe, car plusieurs paramètres écologiques, comportementaux et physiologiques, tant sur le plan animal que sur le plan végétal, peuvent intervenir dans le taux de survie des graines dispersées TRAVESET (1998), de son part, a révisé plusieurs recherches sur le sujet et a relevé que dans la moitié de 200 cas, la germination était affectée, parfois positivement, parfois négativement.

De ce fait, ce résultat peut être lié à maintes facteurs tel que :

- L'âge des graines et leur maturité physiologique, constituant une étape critique lors du broutage;
- Les graines des différentes espèces végétales diffèrent fortement dans leur réponse germinative après passage, au sein de même famille et même au sein des espèces;
- Les conditions environnementales dans lesquelles la germination prend lieu, la morphologie des graines et la saison où les graines sont produites;
- la méconnaissance des mécanismes de dispersion des graines des plantes spontanées et de leurs conditions écophysologiques.

Comme les résultats ont démontré, nous pouvons, maintenant, affirmer que le dromadaire peut, non seulement, préserver son milieu écologique par son comportement alimentaire spécifique, mais aussi par sa dispersion des graines viables présentes dans ses fèces. En effet, l'importance écologique de nos résultats met en évidence que le dromadaire a le potentiel de disperser les graines sur de longues distances. Ceci est, d'ailleurs, une des caractéristiques qui fait le dromadaire une espèce importante dans la persistance des vastes milieux hostiles.

# *Conclusion*

## **Conclusion**

Notre travail s'intéressait à l'étude de l'interaction, qui existe entre les plantes spontanées du Sahara algérien et le dromadaire, représentant le principal animal d'élevage adapté à la valorisation du couvert floristique saharien; nos travaux ont permis d'apporter des réponses aux différentes questions de recherches posées en amont.

Les principaux résultats nous ont donc confirmé que le dromadaire participe, à la dispersion des graines de plusieurs espèces spontanées dans son milieu, tant sur le plan qualitatif que quantitatif, divisées en 15 vivaces et 16 éphémères, réparties sur 18 familles botaniques, en plus de 8 espèces qui demeuraient indéterminées. Ces espèces semblent être reconnues comme faisant partie de son alimentation et préférées dans la composition des parcours sahariens. Ces espèces présentent, cependant, des stratégies d'adaptations au climat désertique non seulement sur le plan morphologique, anatomique et physiologique, mais également sur le plan écologique de leurs graines, en produisant, souvent, un plus grand nombre de graines, de très petite taille, de poids assez léger, de couleur dissimulée et atteignent leur maturité en été. Ceci leur permet de minimiser la prédation et de persister par la formation d'une banque de graines au sol assurant, ainsi, la survie des espèces. Bien en plus, l'existence d'autres mécanismes physiologiques: inhibition, dormance et/ou postmaturation des graines, évite ou limite la levée de germination dans des conditions très défavorables, telles que pluies tardives à la fin de la saison des pluies (octobre) ou pluies exceptionnelles qui précèdent la saison de végétation (février/mars). Ces mécanismes, qui constituent des stratégies de survie des espèces, permettent d'attendre les meilleures conditions de température et d'humidité.

Les résultats de notre étude montrent un important potentiel de dispersion des graines par le dromadaire, information qui est strictement nécessaire pour mieux comprendre l'impact global de cet animal sur le maintien de la diversité végétale de ce type de milieu reconnu hostile, assez maigre et fragile.

Un autre point important à souligner vient du fait que dépendant, probablement, de la dispersion zoochore à longue distances, les graines ; (i) étant éloignées du pied parent, échappent la mortalité dépendante de la densité et (ii) et étant dissimulées dans les fèces après défécation, elles sont protégées contre des autres prédateurs des graines. De plus, les graines



de certaines espèces ont mieux germé dans les fèces, qui représentent un apport appréciable dans la germination de ces graines.

En dispersant les graines dans les parcours et favorisant ainsi à la germination et la régénération naturelle, nous pouvons donc suggérer que, parmi les animaux du milieu saharien, le camelin, peut être considéré comme une espèce clé dans les phénomènes de régénération rapide des plantes autochtones «Camelochores» en tant que transitant disperseur des graines. La Camelochorie permet en effet de produire du fumier riche en graines variablement scarifiées, fumier qui apporte en même temps les ressources nécessaires à la croissance rapide des plantules. Il joue, ainsi, un rôle crucial dans la conservation et le maintien de son milieu et de sa diversité floristique, en tant que disséminateur de graines sur de longues distances, notamment dans les aires menacées par la désertification.

### **Perspectives**

Pour une meilleure exploitation des résultats de cette étude qui offre des données de base sur l'importance des interactions plantes-animal dans le milieu Saharien, il serait nécessaire d'avoir

- (i) une meilleure connaissance sur la bioécologie des graines du Sahara, et leur caractéristiques écophysologiques ;
- (ii) une étude expérimentale sur le comportement alimentaire du dromadaire suivant le stade de fructification des graines à travers les parcours sahariens ;
- (iii) un élargissement de cette étude aux petits ruminants (caprins et ovins) utilisant partiellement ces parcours sahariens (par le broutage de la flore éphémère), afin de situer le degré d'importance que joue le dromadaire dans le maintien de la diversité floristique.

*Références  
bibliographiques*

---



---

**Références bibliographiques**

- AÇOINE A. (1985) : Le dromadaire au Maroc. Thèse de Doctorat vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. 21.122 p.
- ADAMOUCHE A. (2008): L'élevage camelin en Algérie: quel type pour quel avenir? *Sécheresse*. 19 (4): 253-260.
- ADRIAENS D., HONNAY O. et HERMY M. (2007) : Does seed retention potential affect the distribution of plant species in highly fragmented calcareous grasslands? *Ecography*. 30. 505-514.
- ALVES-COSTA C. et ETEROVIK P.C. (2007) : Seed dispersal services by coatis (*Nasua nasua*, Procyonidae) and their redundancy with other frugivores in southeastern Brazil. *Acta Oecologica*. 32: 77-92.
- ANDRIANAIVOARIVELO R. (2012): Ecologie et population de *Rousettus madagascariensis* G. (Pteropodidae). Thèse de Doctorat. Université Rennes 1. France.162p.
- AUGER J. (1994) : Viability and germination of seeds from seven fleshy-fruited shrubs after passage through the American black bear (*Ursus americanus*). MS thesis, Brigham Young University. USA.
- AYERBE L. et CERESUELA J.L. (1982) : Germinacion de especies endemicas. Anales Inst. Nac. Invest. Agrarias. Madrid. (6). 2-41.
- BANSAL R.P., SEN D.N. (1981) : Dispersal strategies in plants of the Indian Desert. *Journal of Arid Environments*. (4): 3-14
- BAR Y, ABRAMSKY Z et GUTTERMAN Y. (1984) : Diet of gerbilline rodents in the Israeli desert. *Journal of Arid Environments*. (7). 371-376.
- BARRY J.P, CELLES J.C. et MANIERE R., (1981): Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques du Sahara algérien. III-analyse de la végétation de la région de d'In Salah et de Tamanrasset (Sahara central et Sahara méridionale). *Naturalia monspelensia*. sér. bot. (44). 1- 48.
- BASKIN C.C. et BASKIN J.M. (2010): Seeds : Ecology, Biogeography and Evolution of dormancy and germination. Academic Press. New york. USA. 266p.
- BATZLI G.O. (1968) : Dispersion patterns of mice in California annual grassland. *Journal of Mammalian*. (49). 239-250.
- BATZLI G.O. (1985) : Nutrition. Pp. 779-81 1 *In* Biology of New World *Microtus*. Éditeur : R.H. Tamarin. Spec. Publ. *Am. Soc. Mammal*. 8. Massachusetts, 893 p.
- BATZLI G.O. et COLE F.R. (1979) : Nutritional ecology of microtine rodents : digestibility of forage. *J. Mamm*. 60 : 740-750.
- BAZZAZ F.A. et ACKERLY D.O (1992) : reproductive allocation and reproductive effort in plants. *In* « SEEDS, the Ecology of Regeneration in Plant Communities » Michael FENNER C.A.B International. 1-26.
- BECQUEREL P.O. (1907) : Recherches sur la vie latente des graines. *Ann. 5c. Nat Bot*. 13 .193-311.
- BEHAEGHE T. et BLOUARD R. (1962) : Amélioration des semences et selection des plantes prairiales au Congo, au Rwanda et au Burundi. *Bulletin d'Information de l'INEAC*. XI. 4 (6). 307-338.
- BENDALI F. (1987) : Dynamique de la végétation et mobilité du sable en Jeffara tunisienne. Thèse de Doctorat USTL. Montpellier France. 243p.
- BOGDAN A.V. (1977) : Tropical pasture and fodder plants (grasses and legumes).great Britain by Whitstable litho Ltd. Whitstable. Kent. 475p.

- BONN S. (2004) : Dispersal of plants in the Central European landscape- dispersal process and assessment of dispersal potential exemplified for endozoochory. Ph.D. Thesis. University of Regensburg. 152p.
- BROWN J.H. et DAVIDSON D. (1977) : Granivory in Desert Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. (10). 201- 227.
- BRUUN H.H. et POSCHLOD P. (2006) : Why are small seeds dispersed through animal guts: large numbers or seed size per se? *Oikos* 13, 402-41.
- BRUUN H.H., LUNDGREN R. et PHILIPP M. (2008): Enhancement of local species richness in tundra by seed dispersal through guts of muskox and barnacle goose. *Oecologia*. (1)155. 101-110
- CAMPOS C.M. et OJEDA R.A. (1997): Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. *Journal of Arid Environments*. (35). 707-714.
- CARRIERE M. et TOUTAIN B. (1995): Utilisation des terres de parcours par l'élevage et interactions avec l'environnement. Outils d'évaluation et indicateurs. Maisons-Alfort cedex- France © SEMG/CIRAD-EMVT. 93p.
- CCE (1993) : Etablissement de nouvelles formations steppiques en Tunisie grâce à l'introduction d'espèces spontanées et exotiques. Rapport final. IRA (Médénine-Tunisie), CEFÉ/CNRS (Montpellier-France) et ORSTOM (Paris-France). 181p.
- CHAIBOU M. (2005) : Productivité zootechnique du désert: le cas du bassin laitier d'Agadez au Niger. Thèse Doctorat. Université de Montpellier II. 379p.
- CHAÏBOU M., FAYE B. et LAPEYRONIE A. (2009) : Pastoral productivity of Niger arid regions and their valorisation by dromedary. Second conference of the ISOCARD. Djerba (Tunisia). 12-14 mars 2009.
- CHAMBERS J.C. et MACMAHON J.A. (1994) : A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. (25). 263-292.
- CHAPMAN C.A. et CHAPMAN L. (1996) : Frugivory and the fate of dispersed and non-dispersed seeds of six African tree species. *Journal of Tropical Ecology*. (12). 491-504.
- CHAUSSAT R. et LE DEUNFF Y. (1975) : la prédétermination physiologique des semences. In « la germination des semences ». Ouvrage collectif. Gauthier-villars : 219- 232.
- CHEHMA A. (1987) : Contribution à la connaissance du dromadaire dans quelques aires de distribution en Algérie. Mémoire d'ingénieur INA El Harrach. 83p.
- CHEHMA A. (2002) : Le développement de l'élevage camelin en Algérie. Problème et perspectives. *Synthèse*. Université Badji Mokhtar. Annaba. (11). 94-99.
- CHEHMA A. (2005): Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Cas des régions de Ouargla et Ghardaia. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. 178 p. [http://camelides.cirad.fr/fr/science/these\\_chehma.html](http://camelides.cirad.fr/fr/science/these_chehma.html)
- CHEHMA A. (2006) : Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides (Université Kasdi-Merbah Ouargla). Edi. Dar El Houda Ain Melila. 137p.
- CHEHMA A. et FAYE B. (2009): Spatial and seasonal variation of chemical composition of desert plant and camel faeces. Second conference of the ISOCARD. Djerba from 12<sup>th</sup> to 14 march 2009.
- CHEHMA A. et FAYE B. (2011) : Facultés digestives du dromadaire face aux contraintes alimentaire du milieu saharien. *Revue des BioRessources*. 1 (1). 26-

30. [http://www.ouargla-univ.dz/Pagesweb/ PressUniversitaire/ doc/08% 20Bio%20recourses/ B0101/B010104.pdf](http://www.ouargla-univ.dz/Pagesweb/PressUniversitaire/doc/08%20Bio%20recourses/B0101/B010104.pdf)
- CHEHMA A. et LONGO H.F. (2004) : Bilan azoté et gain de poids chez le dromadaire et le mouton, alimentés à base de sous produits de palmier dattier, de Drinn "*Stipagrostis pungens*" et de paille d'orge. *Cahiers Agricultures*. 13 (2). 221-226.
- CHEHMA A. et YOUCEF F. (2009) : Variations saisonnières des caractéristiques floristiques et de la composition chimique des parcours sahariens du Sud-Est algérien. *Sécheresse*. 20 (4). 373-381. <http://www.jle.com/e-docs/00/04/51/6A/article.phtml>
- CHEHMA A., BOUZEGAG L. et CHEHMA Y. (2008a) : Productivité de la phytomasse éphémère des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien. *Fourrages*. 194. 253-56.
- CHEHMA A., DJEBAR M.R., HADJAJI F. et ROUABEH L., (2005) : Etude floristique spatio-temporelle des parcours sahariens du sud-est algérien. *Sécheresse*. 16(4). 275-285. © John Libbey Eurotext.
- CHEHMA A., FAYE B. et BASTIANELLI D. (2010) : Valeurs nutritionnelles des plantes vivaces des parcours sahariens Algériens pour dromadaire. *Fourrages*. 204 : 263-268. <http://www.afpf-asso.org/index/action/page/id/33/title/Les-articles/article/1818>
- CHEHMA A., OULD EL HADJ M. D. et RAACHI C. (2008a) : Physicochemical (pH) study and microbial composition of the rumen fluid of the one-humped camel in his natural habitat. *Livestock Research for Rural Development*. 20 (11). <http://www.lrrd.org/lrrd20/11/cheh20180.htm>
- CHEHMA A., FAYE B. et DJEBAR M. R. (2008b) : Productivité fourragère et capacité de charge des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien. *Sécheresse*. 19(2). 115-21. [http://www.jle.com/fr/revues/agro\\_biotech/sec/e-docs/00/04/3F/7E/article.phtml](http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/sec/e-docs/00/04/3F/7E/article.phtml)
- CLATWORTHY J.N. (1984) : Recherche sur les pâturages de Zimbabwe. Recherche sur l'amélioration des pâturages en Afrique orientale et australe. Comptes rendus d'un atelier tenu à Harara, Zimbabwe, du 17 au 21 sep 1984. Publication du *CRDI Canada*. 25-61.
- CLEMENS J.O, JONES P.J. and GILBERT N.H. (1977) : Effeec of seed treatments on germination in *Acacia*. *Australian Journal of Botany*. 25 : 269-276.
- COE M. and COE C. (1987) : Large herbivores, *Acacia* trees and bruchid beetles. *South African Journal of Science*. 83. 624-635.
- COME D. (1968) : problème de terminologie posées par la germination et ses obstacles. *Bull. Soc. fr. physiologie végétale*. 14(1) : 3-9.
- COME D. (1970) : les obstacles à la germination. Masson et Cie, Paris, 162p.
- CORRERA A. (2006) : Dynamique de l'utilisation des ressources fourragères par les dromadaires des pasteurs nomades du parc national du Banc d'Arguin (Mauritanie). Thèse Doctorat. Museum National d'Histoire Naturelle de Paris (France). 256p.
- COSYNS E. et HOFFMANN M. (2004) : Horse dung germinable seed content in relation to plant species abundance, diet composition and seed characteristics. *Basic and Applied Ecology*. 6. pp: 11-14. [www.elsevier.de/baae](http://www.elsevier.de/baae).

- COSYNS E., DELPORTE A., LENS L., HOFFMANN M. (2005) : Germination success of temperate grassland species after passage through ungulate and rabbit guts. *Journal of Ecology*. 93, 353-361.
- DANTHU P., GAYE A., ROUSSEL J. and SARR A. (1996a) : Long-term conservation of seed pretreated by sulfuric acid ». In : *Innovation in tropical tree seed technology*, Copenhagen, Danida Forest Seed Centre: 37-44.
- DANTHU P., ICKOWICZ A., FRIOT D., MANGA D. and SARR A. (1996b) : Effet du passage par le tractus digestif des ruminants domestiques sur la germination des graines de légumineuses ligneuses des zones tropicales sèches. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 49 : 235-242.
- DANTHU P., ROUSSEL J., DIA M. and SARR A. (1992) : Effect of different pretreatments on the germination of *Acacia senegal* seeds. *Seed Science and Technology*. 20: 111-117.
- DAVIDSON D.W. (1977) : Foraging Ecology and community organization in Desert seed-eating ants. *Ecology*. 58 :725-737.
- DAVIDSON, W.D. (1993) : The effects of herbivory and granivory on terrestrial plant succession. *Oikos* 68 : 24-35.
- DE La VEGA G .S. et GODINEZ-ÁLVAREZ H. (2010) : Effect of gut passage and dung on seed germination and seedling growth: donkeys and a multipurpose mesquite from a Mexican inter-tropical desert. *Journal of Arid Environment*. 74: 521-524.
- EL HAMROUNI A. et SARSON M. (1974) : valeur alimentaire de certaines plantes spontanées ou introduites en Tunisie. Note de recherche. INRF. Ariana. Tunisie.
- ELEBERSE W.TH. et BREMAN H. (1989): Germination and establishment of sahelian rangeland species : I. Seed properties. *Oecologia*, 80 : 477-484.
- ELLNER S. et SHMIDA A. (1981) : Why are adaptations for long-range seed dispersal rare in Desert plants ? *Oecologia* 51. 133-144.
- ERIKSSON O. and JAKOBSSON A. (1999) : Recruitment tradeoffs and the evolution of dispersal mechanisms in plants. *Evolution and Ecology*. 13: 411-423.
- ESTRADA A. et COATES-ESTRADA R. (1986) : Fruiting and frugivores at a strangler fig in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 2 (04). 349-357.
- FAYE B. (1997) : Guide de l'élevage du dromadaire. Ed. SANOFI. Santé Nutrition Animale. 126 p.
- FAYE B. (2009): L'élevage des grands camélidés : vers un changement de paradigme. Rencontre Recherche Ruminants. 16 : 345-48.
- FAYE B. et TISSERAND J.L. (1989): Problème de la détermination de la valeur alimentaire des fourrages prélevés par le dromadaire. *Option méditerranéenne* série séminaires. 2. 61-65.
- FAYE B., BENGOU MI M. (2003) : Le dromadaire face à la sous-nutrition minérale: un aspect à son adaptabilité aux conditions désertiques. *Sécheresse*. 11 : 155-61.
- FOLLEY H. et MUSSO J. (1925): Les plantes du Sahara; toxiques pour les animaux. Arch. Inst. Past. Alger. Tome 3. 39p.
- FOURNIER A. (1990) : Variation de la dynamique foliaire chez les graminées pérennes le long d'un gradient climatique en Afrique de l'Ouest. Mitt. Inst. Allg. Bot. Hamburg. Band 23b, pp 823-839. Comptes rendu de la XII réunion plénière de l'AETFAT.
- FREDRICKSON E. L., ESTELL R. E., HAVSTAD K. M., KSIKSI T., VANTOL J.C, REMMENG M. D. (1997) : Effects of ruminant digestion on germination of Lehmann love-grass seed. *Journal of Range Management*. 50 : 20-26.

- GARDENER C.J. (1993) : The colonisation of a tropical grassland by *Stylosanthes* from seed transported in cattle faeces. *Australian Journal Agricultural Research*. 44 : 299-315.
- GARDENER C.J., MCIVOR J.G. et JANSEN A., (1993): Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology* 30. pp: 63-74.
- GARDENER C.J., MCIVOR J.G. et JANSEN A., (1993a): Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology* 30. pp: 63-74.
- GARDENER C.J., MCIVOR J.G. et JANSEN A., (1993b): Survival of seeds of tropical grassland species subjected to bovine digestion. *Journal of Applied Ecology* 30. 75-85.
- GAUTHIER PILTERS H., (1965)., Observation sur l'écologie du dromadaire dans l'ouest du Sahara. Bull. I.F.A.N. Série A (4). pp. 1534 - 1608.
- GAUTHIER PILTERS H., DAGGA.L. (1981) The camel: its evolution, écologie, behavior and relation ship to man. The univ of chicago press. 35 - 77.
- GÖKBULAK F., (2006): Recovery and Germination of Grass Seeds Ingested by Cattle. *Journal of Biological Sciences*. 6 (1).: 23-27. © Science Publications.
- GOMEZ-CAMPO C. (1985) : Seed banks as an emergency conservation strategy. *In plant conservation in the Mediterranean area* Dr.W. Junk Publishers. Dordrecht. ISBN 906193 5237.
- GRANDE D., LEYTON J.M.M., DELGADO-PERTIÑEZ M. et VICENTE Á. M. (2013): Endozoochorous seed dispersal by goats: recovery, germinability and emergence of five Mediterranean shrub species. *Spanish journal of agricultural research*. 2. 347-355.
- GRENOT C., (1968): Adaptation des plantes au climat désertique chaud. *Revue de la société des amis du Muséum. Science Nature*. 18-28.
- GROUZIS M. (1987): structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'oursi, Bukina Faso). Thèse d'Etat. Université de Paris Sud, Centre d'Orsay. 335p.
- GROUZIS M. (1992): Germination et établissement des plantes annuelles sahéliennes. *In « L'aridité, une contrainte au développement »*. LE FLOC'H E. ; GROUZIS M.; CORNET A. et BILLE J.C. eds. Editions ORSTOM, Paris collection Didactiques : 267-282.
- GUTTERMAN Y. (1982): Survival mechanisms of desert winter annual plants in the Negev highlands of Israel. *In: Mann HS (ed) Scientific reviews on arid zone research*. 1. Scientific Publishers. Jodhpur
- GUTTERMAN Y. (1992a) : Maternal effects on seeds during development *In « Seeds, The Ecology of Regeneration in Plant Communities »*. M. FENNER. Edition C.A.B International, 27-59.
- GUTTERMAN Y. (1992b) : Maturation dates affecting the germinability of *Lactuca serriola* L. Achenes collected from a natural population in the Negev desert highlands. Germination under constant temperatures. *Journal of Arid Environments*: 353-362.
- GUTTERMAN Y. (1993) : Seed Germination in Desert Plants : Adaptations of Desert Organisms. Springer- Verlag Berlin. Germany. 253 p

- GUTTERMAN Y. (1994): Strategies of seed dispersal and germination in plants inhabiting deserts, *Botanical Review*, vol. 60, no. 4, 373-425.
- GUTTERMAN Y. (2002): *Survival Strategies of Annual Desert Plants*, Springer, Heidelberg, Germany.
- HAARMEYER D.H., BOSING B.M., SCHMIEDEL U. et DENGLER J. (2010) : The role of domestic herbivores in endozoochorous plant dispersal in the arid Knersvlakte, South Africa. *South African Journal of Botany*. 76. 359-364. [www.elsevier.com/locate/sajb](http://www.elsevier.com/locate/sajb).
- HANNA P.J. (1984) : Anatomical features of the seed coat of *Acacia kempeana* (mueller) wich relate to increased germination rate induced by heat temperature. *New Phytologist*. 96. 23-29.
- HINTZE C., HEYDEL F., HOPPE C., CUNZE S., KÖNIG A. et TACKENBERG O. (2013): D3: The Dispersal and Diaspore Database – Baseline data and statistics on seed dispersal. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 15. 180-192. <http://www.elsevier.com/locate/ppees>
- HOFFMAN M.T., COWLING R.M. (1987): Plant physiognomy, phenology and demography. In: COWLING R.M., ROUX P.W. (eds) *The Karoo Biome: a preliminary synthesis, part 2: Vegetation and history*. South African Nat Sci Progr Rep 142: 1-34
- HOWE H.F. et SMALLWOOD J. (1982): Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* . 13. 201-228.
- HOWE H.F. (1986) : Fruit-eating birds and mammals. In « Seed dispersal ». D. R. Murray. Florida. 123-189.
- HULME P.E. (1996) : Herbivory, plant regeneration, and species coexistence. *Journal of Ecology*. 84 : 609-615.
- HULME P.H. (1994) : Post-dispersal seed predation in grassland: its magnitude and sources of variation. *Journal of Ecology*.. 82(3). 645–652.
- HUNTLEY N., (1999): Le rôle du Campagnol des champs (*Microtus pennsylvanicus*) dans le transport, la dissémination et la germination des graines. Université de SHERBROOKE.CANADA.75p.
- HUNTLY N.J. (1991) : Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 22 : 477-503.
- IBPGR (1985) : Handbooks for Genabanks n°1. The design of seed storage Facilities for Genetic Conservation. International Board for Plant Genetic Ressources. Rome-Italy.
- IRELAND C., ANDREW M.H. (1995) : Ants remove virtually all western myall (*Acacia papyrocarpa* Benth.) seeds at Middleback, South Australia. *Australian Journal of Ecology*. 20:565-570
- IZHAKI I., KORINE C. et ARAD Z., (1995): The effect of bat (*Rousettus aegyptiacus*) dispersal on seed germination in eastern Mediterranean habitats. *Oecologia*.101. 335-342.
- JAKOBSSON A. et ERIKSSON O., (2000): A comparative study of seed number, seed size, seedling size and recruitment in grassland plants. *Oikos*.88. 494-502.
- JALAO SHO A.O., OLANITE J.A., ONIFADE O.S. et OKE A.O. (2006): Seed in the faeces of ruminant animals grazing native pastures under semi-intensive management in Nigeria Tropical Grasslands. Vol. 40. 79-83.
- JANZEN D.H. (1983) : Dispersal of seeds by vertebrate guts. Pp. 232-262. In *Coevolution*. Éditeurs: D. J. Futuyma et M. Slatkin. Massachusetts, 555 p.
- JANZEN D.H. (1984) : Dispersal of small seeds by big herbivores-foilage is the fruit. *American Naturalist* 123. 338–353.



- JOUANY J. P. et KAYOULI C. (1989): La digestion microbienne chez les camélidés. Opt. Médit. Série Séminaires. n° 2. 89-96.
- JURADO E., WESTOBY M. et NELSON D. (1991) : Diaspore weight, dispersal, growth form and perenniality of central Australian plants. *Journal of Ecology*. 79:811-830
- KANDIL H.M (1984) : Studies on camel nutrition. Ph.D.Thesis. Fac. Agri. Ain Shams. Univ. 115 p.
- KAYOULI C., DARDILLAT C. et JOUANY J.A., (1995): Particularités physiologiques du dromadaire: conséquences sur son alimentation- Opt. Médit- sér. B. Etudes et recherché. 13. 143-155.
- KAYOULI C., JOUANY J.P., DEMEYER D.I., ALI-ALI, TAOUEB H. et DARDILLAT C., (1993): Comparative studies on the degradation and mean retention tissue of solid and liquid phases in the forestomachs of dromedaries and sheep fed on low-quality roughages from Tunisia. *Animal Feed Science and Technology*. 40. 343-355.
- KUITERS A.T., HUISKES H.P.J. (2010) : Potential of endozoochorous seed dispersal by sheep in calcareous grasslands: correlations with seed traits. *Applied Vegetation Science*. 13: 163-172.
- KUTZKE R. (1998): Experimentelle und vegetationskundliche Untersuchungen zur Keimung und Etablierung von Kalkmagerrasenarten auf Ackerbrachen nach Einführung von Schafbeweidung. Thèse de Doctorat, Université de Marburg. Allemagne. 67 p.
- LE FLOC'H E., SCHOENENBERGER A., NABLI M.A. et VALDEYRON G. (1989) : Biologie et Ecologie des principaux taxons in « Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisienne : I. Elements de botanique et de phytoécologie » M.A. NABLI ed. 51-193.
- LE HOUEROU H.N. et IONESCO T. (1973) : Appétabilité des espèces végétales de la Tunisie steppique. 68p.
- LE HOUEROU H.N. (1990): Définition et limites bioclimatiques du Sahara. *Sècheresse*. 1 (4). 246-259.
- LECHNER-DOLL M., KASKE M. et ENGELHARDT W.V., (1991): Factors affecting the mean retention time of particles in the forestomach of ruminants and camelids. In: T. Tsuda, Y. Sasaki, R. Kawashina (eds), *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. 455-482. Academic Press. San Diego. California.
- LEISHMAN M. R., WESTOBY M., and JURADO E. (1995) : Correlates of seed size variation: a comparison among five temperate floras. *Journal of Ecology*. 83(3). 517-530.
- LEVEY D.J., GRAJAL A. (1991): Evolutionary implications of fruitprocessing limitations in cedar waxings. *The American Naturalist* .138. 171-189.
- LIU H. L., ZHANG D. Y., DUAN S. M., WANG X. Y. and SONG M. F. (2014) : The relationship between diaspore characteristics with phylogeny, life history traits, and their ecological adaptation of 150 species from the cold desert of northwest china. *The Scientific World Journal* . 1-19p. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/510343>
- LONGO H. F., SIBOUKEUR O., CHEHMA A. (2007) : Aspects nutritionnels des pâturages les plus appréciés par *Camelus dromedarius* en Algérie, *Cahiers Agriculture*.16 (6). 477 - 483.
- M'CHAREK A. (1980) : Ecophysiologie de la germination, mémoire de fin d'études de cycle technicien supérieur I.R.A Médenine, 54p.
- MACKENZIE A., BALL A. et VIRDEE S. (2000) : L'essentiel en écologie. Ed : Berti. Paris. 261-265.
- MALO J.E. (2000) : Hardseededness and the accuracy of seed bank estimates obtained through germination. *Web Ecology*. 1. 70-75.

- MALO J.E. and SUAREZ F. (1995b) : Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. *Oecologia*. 104:246-255.
- MANCILLA-LEYTON J.M., FERNANDEZ-ALES R. et MARTIN VICENTE A. (2011) : Plant-ungulate interaction: goat gut passage effect on survival and germination of Mediterranean shrub seeds. *Journal of Vegetation Science*. 22: 1031-1037.
- MANCILLA-LEYTON J.M., FERNANDEZ-ALES R. et MARTIN VICENTE A. (2012) : Low viability and germinability of commercial pasture seeds ingested by goats. *Small Ruminant Research*. 107: 12-15.
- MANZANO P., MALO J.E. et PECO B. (2005) : Sheep gut passage and survival of Mediterranean shrub seeds. *Seed Science Research*. 15. 21-28.
- MERES R.G., (1959): Introduction to animal husbandry in tropics. 424 - 430.
- MILTON S.J., SIEGFRIED W.R., DEAN W.R.J. (1990) : The distribution of epizoochoric plant species: a clue to the prehistoric use of arid Karoo rangeland by large herbivores. *Journal of Biogeography*. 17:25-34
- MONOD T., (1992). Du désert. *Sécheresse*, 3(1). pp. 7-24.
- MURPHY M. R., KENNEDY P. M. and WELCH J. M. (1989) : Passage and rumination of inert particles varying in size and specific gravity as determined from analysis of faecal appearance using multicompartmental models. *British Journal of Nutrition*. 62. 481- 492.
- NEFFATI M. (1994) : Caractérisation morpho-biologique de certaines espèces végétales nord-africaines. Implication pour l'amélioration pastorale. Thèse de Doctorat Université Gent Belgique. 264p.
- NEWMAN D.M.R., (1979): The feeding habit of old and new world camels as related to their futur role as productive ruminants. Proceeding on works hop on camel I.F.S. 171- 200.
- NOGALES M., NIEVES C., ILLERA J. C., PADILLA D. P. et TRAVESET A., (2005) : Effect of native and alien vertebrate frugivores on seed viability and germination patterns of *Rubia fruticosa* (Rubiaceae) in the eastern Canary Islands. *Functional Ecology*. 19. 429-436.
- NORTON B.W., WHITFORD C. et STAPLES I.B., (1989): Digestion of seed from hard-seeded selection of *Macrotyloma uniflorum* (horse gram) by cattle. *Tropical Grasslands*. 23. 219-24. © British Ecological Society
- OLFF H. et RITCHIE M.E. (1998) : Effects of herbivores on grassland plant diversity. *TREE* 13 : 261-265.
- OSTFELD R.S., CANHAM C.D. et PUGH S.R. (1993) : Intrinsic density-dependant regulation of vole populations. *Nature*. 3 (66). 259-261.
- OZENDA P., (1991) Flore de Sahara. 3eme édition mise à jour et augmentée, Ed C.N.R.S., Paris. 662 p.
- OZENDA P., (2004): Flore et végétation du Sahara. 3<sup>eme</sup> édition. Ed. C.N.R.S.Paris. 622p.
- PAKEMAN R.J. (2001) : Plant migration rates and seed dispersal mechanisms. *Journal of biogeography*. 28. 795-800.
- PAKEMAN R.J., DIGNEFFE G. et SMALL J.L. (2002) : Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology*. 16. 296-304.
- PEAKALL R, OLIVER I, TURNBULL CL, BEATTIE A.J (1993) : Genetic diversity in an ant-dispersed chenopod *Sclerolaena diacantha*. *Australian Journal of Ecology*. 18. 171-179
- PEAKALL R., OLIVER I., TURNBULL C.L., BEATTIE A.J. (1993) : Genetic diversity in an ant-dispersed chenopod *Sclerolaena diacantha*. *Australian Journal of Ecology*. 18. 171-179

- PEARSON C.J. et ISON R.L. (1987) : Agronomy of grassland systems. Cambridge University Press. 169p.
- PEART M.H. (1984) : The effects of morphology, orientation and position of grass diaspores on seedling establishment. *Journal of Ecology*. 72:437-453
- PECO B., LOPEZ-MERINO L., ALVIR M. (2006) : Survival and germination of Mediterranean grassland species after simulated sheep ingestion: ecological correlates with seed traits. *Acta Oecologica*. 30. 269-275.
- PEYER DE FABREGUES B. (1989) : le dromadaire dans son milieu naturel. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 42 (1). 127-132.
- PICARD M. (2014) : Influence de la dispersion endozoochore sur la composition des communautés végétales : une approche fonctionnelle basée sur trois ongulés sauvages. Thèse de Doctorat. Université d'Orléans. France. 271p.
- POLAK T., GUTTERMAN Y., HOFFMAN I. and SALTZ D. (2014) : Redundancy in seed dispersal by three sympatric ungulates: a reintroduction perspective. *Animal Conservation*. 17(6). 565-572.
- POLLUX B.J.A., DE JONG M., STEEGH A., OUBORG N.J., VAN GROENENDAEL J.M., KLAASSEN M. (2006). The effect of seed morphology on the potential dispersal of aquatic macrophytes by the common carp (*Cyprinus carpio*). *Freshwater Biology*. 51: 2063-2071.
- POSCHLOD P., TACKENBERG O. and BONN S. (2004): Plant dispersal potential and its relation to species frequency and coexistence. In: VAN DER MAAREL. E. (ed.) *Vegetation Ecology*. London: Blackwell. 147-171.
- POULSEN J.R., CLARK C.J., and SMITH T.B. (2001). Seed dispersal by a diurnal primate community in the Dja Reserve, Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*. 17. 787-808.
- PROCTOR V.W. (1968) : Long distance seeds by retention digestive tract birds. *Science* .160: 321-322.
- PYERE DE FABREGUES B. (1989): Le dromadaire dans son milieu naturel. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire en Pays Tropicaux.*, 42 : 127-32.
- QUEZEL P. et SANTA S., (1962) : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. 7eme édition. Ed. C.N.R.S. Paris. 565 P.
- QUEZEL S. et SANTA S. (1963) : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris.
- RAMOS M.E., ROBLES A.B. et CASTRO J. (2006) : Efficiency of endozoochorous seed dispersal in six dry-fruited species (Cistaceae): from seed ingestion to early seedling establishment. *Plant Ecology*. 185: 97-106.
- RAZANAMANDRANTO S., TIGABU M., NEYA S. et ODEN P. (2004) : Effects of gut treatment on recovery and germinability of bovine and ovine ingested seeds of four woody species from the Sudanian savanna in West Africa. *Flora*. 199. 389-397. <http://www.elsevier.de/flora>.
- ROBERTS E.H. (1972) : Viability of seeds. Chapman and Hall L.T.D II NewPetter Lane London EC4, 448p.
- RUSSI L., COCKS P.S. and ROBERTS E.H. (1992) : the fate of legume seeds eaten by sheep from a Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology*. 29. 722-778.
- RUSSI L., COCKS P.S. et ROBERTS E.H. (1992). The fate of legume seeds eaten by sheep from Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology*. 29: 772-8.
- RUTAGWENDA T., LECHNER-DOLL M., KASKE M., ENGELHARDT W. V., SCHULTKA W., SCHWARTZ H. J., (1989) : Adaptation strategies of camels on a thornbush savannah pasture, comparison with other domestic animals. *Options Méditerranéennes*. Série Séminaires 2, CIHEAM. 69-73.

- SCHUPP E.W. (1993) : Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107. 108: 15-29.
- SEMAN R. (2007) : DUNG SEED BANK OF LIVESTOCK IN WEBERI ADDIS ABABA, ETHIOPIA. Mémoire de Master. Université Addis Ababa, Ethiopie. 69p. <http://hdl.handle.net/123456789/1123>
- SILVERTOWN J. (1989) : The paradox of seed size and adaptation. *Tree*, vol 4, n°1, 24-26.
- SIMAO NETO M. et JONES R.M. (1987) : Recovery of pasture seed ingested by ruminants. Digestion of seed in sacco and in vitro. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27. 247-251.
- SLATKIN M. (1987) : Gene flow and the geographic structure of natural populations. *Science* 236. 787-792.
- SLIMANI N., CHEHMA A., FAYE B., HUGUENIN J. (2013): Régime et comportement alimentaire du dromadaire dans son milieu naturel désertique en Algérie. *Livestock Research for Rural Development* 25 (12). <http://www.lrrd.org/lrrd25/12/slim25213.htm>
- SLIMANI N. (2015) : Impact du comportement alimentaire du dromadaire sur la préservation des parcours du Sahara septentrional algérien. Cas de la région de Ouargla et Ghardaïa. Thèse de Doctorat. Université Kasdi Merbah. Ouargla. 107p.
- STENDER S., POSCHLOD P., VAUK-HENZELT E. and DENEDDE T. (1997) : Die Ausbreitung von Pflanzen durch Galloway-Rinder. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*. 27. 173-180.
- STILES E.W. (1992) : Animals as seed dispersers. In FENNER M. Seeds: The ecology of regeneration in plant communities. Wallingford. 366 p.
- TACKENBERG O., RÖMERMANN C., THOMPSON K., POSCHLOD P. (2006) : What does seed morphology tell us about external animal dispersal? Results from an experimental approach measuring retention times. *Basic and Applied Ecology*. 7. 45.58.
- TASSIN J. (2009): Les cheminements de semences (dispersion, immigration, introduction) : esquisses pour une «Seed Movement Ecology». Mémoire de synthèse H.D.R. Montpellier Cedex 5. 83p.
- TASSIN J., RIVIERE J.N. et CLERGEAU P. (2007) : Reproductive versus vegetative recruitment of the invasive tree *Schinus terebenthifolius*: implications for restoration on Reunion Island. *Restoration Ecology*. 15(3): 412-419.
- TBIB A. (1982) : Etude de quelques espèces de rongeurs et leur rôle dans un écosystème aride. Les cahiers de l'institut des régions arides. 2. 20p.
- THOMPSON K., BAKKER J. P., BEKKER R. M., and HODGSON J. G. (1998) : Ecological correlates of seed persistence in soil in the northwest European flora, *Journal of Ecology*. vol. 86 (1). 163-169.
- THOMPSON K., BAND S.R., HODGSON J.G. (1993) : Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*. 7. 236-241.
- THOMSON E.F., REHAVI S., COCKS P.S., OSMAN A.E. et RUSSI L. (1990) : Recovery and germination rates of seeds of Mediterranean medics and clover offered to sheep at a single meal or continuously. *Journal of Agricultural Science Cambridge*. 88: 295-299.
- TRABELSI H. (2010) : Rôle du dromadaire dans le transfert des graines des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Magistère Ecologie environnement. Université d'Ouargla. Ouargla. Algérie, 142 p.
- TRABELSI H., SENOUSI A., CHEHMA A., (2012) Etude de la dissémination des graines des plantes spontanées dans les fèces du dromadaire dans le Sahara

- septentrional Algérien. *Sécheresse*. 23 (2):94-101. [http://www.jle.com/fr/revues/agro\\_biotech/sec/e-docs/00/04/78/EA/resume.phtml](http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/sec/e-docs/00/04/78/EA/resume.phtml)
- TRABELSI H., CHEHMA A., BEN YUCEF S. et TLIBA B. (2014) : Effet de l'incubation (digestion biologique) des graines de quelques plantes pastorales sahariennes dans le jus de rumen du dromadaire, sur leur pouvoir germinatif. *Révue des BioRessources*. 4 (1). 41-46.
- TRAN V N. et CAVANAGH A. K. (1984) : Structural aspect of dormancy. *Seed physiology* : 1-44.
- TRAVESET A. (1998) : Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. ½. 151-190
- TRAVESET A., RIERA N., MAS R.E. (2001) : Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. *Functional Ecology* 15. 669-675.
- TRAVESET A., VERDÚ M. (2001) : A metaanalysis of gut treatment on seed germination. *Frugivores and Seed Dispersal: Ecological, Evolutionary and Conservation Issues* (eds D. Levey, M. Galetti & W. Silva). CAB International, Wallingford, UK.
- TYBIRK K, SCHMIDT L. H. and HAUSER T. (1994) : Notes on soil seed banks of African Acacias. *African Journal of Ecology*. 32 : 327-330.
- TYBIRK K. (1991) : Régénération des légumineuses ligneuses du Sahel. University of Aarhus. Botanical Institute. AAU Reports.28. 86 p.
- VAN RHEEDE VAN OUDTSHOORN K. et VAN ROOYEN M.W. (1999) : *Seeds Biology in Desert Organisms*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 242p.
- VAN ROOYEN M.W., Theron G.K., Grobbelaar N. (1990) : Life form and dispersal spectra of the flora of Namaqualand, South Africa. *Journal of Arid Environments*. 19: 133-145
- VELLEND M., MYERS J.A., GARDESCU S., MARKS P.L. (2003) : Dispersal of Trillium seeds by deer: implications for long-distance migration of forest herbs. *Ecology* 84:1067-1072
- VIGNOLIO O.R. et FERNANDEZ O.N. (2010) : Cattle dung as vector of spreading seeds of exotic species in the Floodind Pampa grasslands (Buenos Aires, Argentina). *Annali Botanici Fennici*. 47. 14-22.
- VISSER M., AMELOOT P., NEFFATI M. et BELGACEM A.O. (2011) : Patrons de pigmentation des graines d'*Argyrolobium uniflorum* : déterminisme et implications pour la réhabilitation des terres arides dégradées. *Sécheresse*. 22 : 3-12.
- VORA R.S. (1989) : Seed germination characteristics of selected native plants of the Lower Rio Grande Valley. Texas. *Journal of range management*. 42 (1) : 36-40.
- WAHAJ S.A., LEVEY D.J., SANDERS A.K. et CIPOLLINI M.L. (1998) : Control of gut retention time by secondary metabolites in ripe *Solanum* fruits. *Ecology*. 79. 2309-2319.
- WARNER, A. C. I. (1981) : Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutrition abstracts review*. 51 : 789-820
- WEACHTER P. (1979) : Essais de comportement et de collection de plantes pastorales et fourragères des zones arides chaudes. *Cahiers de l'IRA*.1. 37p.
- WEACHTER P. (1982) : Etude des relations entre les animaux domestiques et la végétation dans les steppes du Sud de la Tunisie. Thèse de Doctorat. USTL Montpellier. 293p.

- WELCH D. (1985) : Studies in the grazing of heather moorland in North-East Scotland. IV Seed dispersal and plant establishment in dung. *Journal of Applied Ecology*, 22, 461-472.
- WESTOBY M., JURADO E., and LEISHMAN M. (1992) : Comparative evolutionary ecology of seed size, *Trends in Ecology and Evolution*. 7(11). 368-372.
- WICKLOW D. T. et ZAK J. C. (1983) : Viable grass seeds in herbivore dung from a semi-arid grassland. *Grass Forage Science*. 38:25-26.
- WILLSON M.F. (1992) : The ecology of seed dispersal. In: Fenner M (ed) Seeds. The ecology of regeneration of plant communities. Cab International. Wallingford. 61-85
- WILSON R .T (1984) : The Camel. The print house Pte. LTD. Singapour. 223 p.
- WILSON T. R. (1989) : The nutritional requirements of camel. *Options Méditerranéennes* . Série Séminaires. 2: 171-179
- WOOD, J.A., KNIGHTS, E.J., HARDEN, S., CHOCT, M. (2012) : Milling performance and other quality traits affected by seed shape in isogenic lines of Desi Chickpea (*Cicerarietinum* L.). *J. Agric. Sci.* 4.
- YAGIL R., (1985): The desert camel: Comparative physiological adaptation. Comparative animal nutrition. Basel (CHE). Karger. 164 p.
- ZHANG X., YANG Y., LI H. et TIAN X. (2012): Potential role of endozoochory by cattle and sheep as an important dispersal mechanism of *Zoysia japonica* seeds. *African Journal of Agricultural Research* 8(29), 3967-3972. <http://www.academicjournals.org/AJAR>

# *Annexes*

**Annexe 1 Test de comparaisons multiples pour la variable Espèce\*Traitement**

Espèce\*Traitement / Newman-Keuls (SNK) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	100,000	22,317	3,815	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	100,000	22,317	3,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	100,000	22,317	3,771	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	98,000	21,871	3,747	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	98,000	21,871	3,722	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	96,000	21,424	3,696	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	95,000	21,201	3,668	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	92,000	20,532	3,639	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	90,000	20,085	3,608	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	89,000	19,862	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	87,250	19,472	3,540	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	84,000	18,746	3,503	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	83,500	18,635	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	82,000	18,300	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	80,000	17,854	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1	77,000	17,184	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium	57,500	12,832	3,257	< 0,0001	Oui



uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1					
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1	56,500	12,609	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1	48,000	10,712	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1	41,750	9,317	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0	36,000	8,034	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0	31,750	7,086	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1	23,000	5,133	2,625	< 0,0001	Oui
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1	2,500	0,558	2,389	0,843	Non
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T1 vs Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0	0,000	0,000			Non
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	100,000	22,317	3,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	100,000	22,317	3,771	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	100,000	22,317	3,747	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	98,000	21,871	3,722	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	98,000	21,871	3,696	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	96,000	21,424	3,668	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	95,000	21,201	3,639	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	92,000	20,532	3,608	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	90,000	20,085	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	89,000	19,862	3,540	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	87,250	19,472	3,503	< 0,0001	Oui

Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	84,000	18,746	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	83,500	18,635	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	82,000	18,300	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	80,000	17,854	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1	77,000	17,184	3,257	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1	57,500	12,832	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1	56,500	12,609	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1	48,000	10,712	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1	41,750	9,317	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0	36,000	8,034	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0	31,750	7,086	2,625	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1	23,000	5,133	2,389	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T0 vs Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1	2,500	0,558	1,991	0,578	Non
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	97,500	21,759	3,771	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	97,500	21,759	3,747	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	97,500	21,759	3,722	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	95,500	21,313	3,696	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	95,500	21,313	3,668	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Argyrobium uniflorum*Traitement-T0	93,500	20,866	3,639	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum	92,500	20,643	3,608	< 0,0001	Oui

lippii*Traitement-T0					
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	89,500	19,974	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	87,500	19,527	3,540	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	86,500	19,304	3,503	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	84,750	18,914	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	81,500	18,188	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	81,000	18,077	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	79,500	17,742	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	77,500	17,296	3,257	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1	74,500	16,626	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1	55,000	12,274	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1	54,000	12,051	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1	45,500	10,154	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1	39,250	8,759	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Plantago ciliata*Traitement- T0	33,500	7,476	2,625	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0	29,250	6,528	2,389	< 0,0001	Oui
Espèce-Bassia muricata*Traitement-T1 vs Espèce-Plantago ciliata*Traitement- T1	20,500	4,575	1,991	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	77,000	17,184	3,747	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	77,000	17,184	3,722	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement- T1	77,000	17,184	3,696	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1	75,000	16,738	3,668	< 0,0001	Oui

vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0					
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	75,000	16,738	3,639	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	73,000	16,291	3,608	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	72,000	16,068	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	69,000	15,399	3,540	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	67,000	14,952	3,503	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	66,000	14,729	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	64,250	14,339	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	61,000	13,613	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	60,500	13,502	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	59,000	13,167	3,257	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	57,000	12,721	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1	54,000	12,051	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1	34,500	7,699	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1	33,500	7,476	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1	25,000	5,579	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1	18,750	4,184	2,625	0,000	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0	13,000	2,901	2,389	0,013	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0	8,750	1,953	1,991	0,054	Non
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	68,250	15,231	3,722	< 0,0001	Oui

Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	68,250	15,231	3,696	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	68,250	15,231	3,668	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	66,250	14,785	3,639	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	66,250	14,785	3,608	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	64,250	14,339	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	63,250	14,115	3,540	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	60,250	13,446	3,503	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	58,250	13,000	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	57,250	12,776	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	55,500	12,386	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	52,250	11,661	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	51,750	11,549	3,257	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	50,250	11,214	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	48,250	10,768	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1	45,250	10,098	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1	25,750	5,747	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1	24,750	5,523	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1	16,250	3,626	2,625	0,003	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1	10,000	2,232	2,389	0,072	Non

Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T0 vs Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0	4,250	0,948			Non
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	64,000	14,283	3,696	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniasstrum guyonianum*Traitement-T1	64,000	14,283	3,668	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	64,000	14,283	3,639	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	62,000	13,836	3,608	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	62,000	13,836	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Argyrobium uniflorum*Traitement-T0	60,000	13,390	3,540	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	59,000	13,167	3,503	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	56,000	12,497	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	54,000	12,051	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniasstrum guyonianum*Traitement-T0	53,000	11,828	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	51,250	11,437	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	48,000	10,712	3,257	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	47,500	10,601	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	46,000	10,266	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Fagonia glutinosa*Traitement-T0	44,000	9,819	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Fagonia glutinosa*Traitement-T1	41,000	9,150	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1	21,500	4,798	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1	20,500	4,575	2,625	0,000	Oui
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Zygophyllum	12,000	2,678	2,389	0,024	Oui

album*Traitement-T1					
Espèce-Plantago ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1	5,750	1,283	1,991	0,203	Non
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	58,250	13,000	3,668	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	58,250	13,000	3,639	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	58,250	13,000	3,608	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	56,250	12,553	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	56,250	12,553	3,540	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	54,250	12,107	3,503	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	53,250	11,884	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	50,250	11,214	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	48,250	10,768	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	47,250	10,545	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	45,500	10,154	3,257	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	42,250	9,429	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	41,750	9,317	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	40,250	8,983	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	38,250	8,536	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1	35,250	7,867	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1	15,750	3,515	2,625	0,004	Oui
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-	14,750	3,292	2,389	0,004	Oui

Astragalus ghyzensis*Traitement-T1					
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T1 vs Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1	6,250	1,395	1,991	0,167	Non
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	52,000	11,605	3,639	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	52,000	11,605	3,608	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	52,000	11,605	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	50,000	11,158	3,540	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	50,000	11,158	3,503	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	48,000	10,712	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	47,000	10,489	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	44,000	9,819	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	42,000	9,373	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	41,000	9,150	3,257	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	39,250	8,759	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	36,000	8,034	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	35,500	7,923	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	34,000	7,588	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	32,000	7,141	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1	29,000	6,472	2,625	< 0,0001	Oui
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1	9,500	2,120	2,389	0,092	Non
Espèce-Zygophyllum album*Traitement-T1 vs Espèce-	8,500	1,897			Non



Astragalus ghyzensis*Traitement-T1					
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	43,500	9,708	3,608	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	43,500	9,708	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	43,500	9,708	3,540	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	41,500	9,262	3,503	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	41,500	9,262	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	39,500	8,815	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	38,500	8,592	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	35,500	7,923	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	33,500	7,476	3,257	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	32,500	7,253	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	30,750	6,862	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	27,500	6,137	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	27,000	6,026	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	25,500	5,691	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	23,500	5,244	2,625	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1	20,500	4,575	2,389	< 0,0001	Oui
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1	1,000	0,223	1,991	0,824	Non
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	42,500	9,485	3,575	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-	42,500	9,485	3,540	< 0,0001	Oui

Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1					
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	42,500	9,485	3,503	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	40,500	9,038	3,462	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	40,500	9,038	3,418	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	38,500	8,592	3,369	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	37,500	8,369	3,316	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	34,500	7,699	3,257	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	32,500	7,253	3,191	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	31,500	7,030	3,115	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	29,750	6,639	3,027	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	26,500	5,914	2,922	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	26,000	5,802	2,793	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	24,500	5,468	2,625	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	22,500	5,021	2,389	< 0,0001	Oui
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1	19,500	4,352	1,991	< 0,0001	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	23,000	5,133	3,540	0,000	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	23,000	5,133	3,503	0,000	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	23,000	5,133	3,462	0,000	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	21,000	4,687	3,418	0,001	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia	21,000	4,687	3,369	0,001	Oui

ciliata*Traitement-T0					
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Argyrobium uniflorum*Traitement-T0	19,000	4,240	3,316	0,003	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	18,000	4,017	3,257	0,005	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	15,000	3,348	3,191	0,032	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	13,000	2,901	3,115	0,086	Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	12,000	2,678			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	10,250	2,287			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	7,000	1,562			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	6,500	1,451			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	5,000	1,116			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T1 vs Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0	3,000	0,670			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	20,000	4,463	3,503	0,002	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	20,000	4,463	3,462	0,002	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	20,000	4,463	3,418	0,002	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	18,000	4,017	3,369	0,007	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	18,000	4,017	3,316	0,006	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Argyrobium uniflorum*Traitement-T0	16,000	3,571	3,257	0,020	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	15,000	3,348	3,191	0,032	Oui
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	12,000	2,678	3,115	0,145	Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	10,000	2,232			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-	9,000	2,009			Non

T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0					
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	7,250	1,618			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	4,000	0,893			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	3,500	0,781			Non
Espèce-Fagonia glutinosa *Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0	2,000	0,446			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	18,000	4,017	3,462	0,009	Oui
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	18,000	4,017	3,418	0,008	Oui
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	18,000	4,017	3,369	0,007	Oui
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	16,000	3,571	3,316	0,024	Oui
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	16,000	3,571	3,257	0,020	Oui
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	14,000	3,124	3,191	0,060	Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	13,000	2,901			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	10,000	2,232			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	8,000	1,785			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	7,000	1,562			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	5,250	1,172			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	2,000	0,446			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T0 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1	1,500	0,335			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	16,500	3,682	3,418	0,023	Oui

Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	16,500	3,682	3,369	0,020	Oui
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	16,500	3,682	3,316	0,017	Oui
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	14,500	3,236	3,257	0,053	Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	14,500	3,236			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	12,500	2,790			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	11,500	2,566			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	8,500	1,897			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	6,500	1,451			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	5,500	1,227			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	3,750	0,837			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T1 vs Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0	0,500	0,112			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	16,000	3,571	3,369	0,028	Oui
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	16,000	3,571	3,316	0,024	Oui
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	16,000	3,571	3,257	0,020	Oui
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	14,000	3,124	3,191	0,060	Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	14,000	3,124			Non

Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	12,000	2,678			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	11,000	2,455			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	8,000	1,785			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	6,000	1,339			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0	5,000	1,116			Non
Espèce-Erodium glaucophyllum*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0	3,250	0,725			Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Echium trygorrhizum*Traitement-T1	12,750	2,845	3,316	0,161	Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Limoniastrum guyonianum*Traitement- T1	12,750	2,845	3,257	0,140	Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Moltkia ciliata*Traitement-T1	12,750	2,845	3,191	0,119	Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Echium trygorrhizum*Traitement-T0	10,750	2,399			Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Moltkia ciliata*Traitement-T0	10,750	2,399			Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	8,750	1,953			Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Helianthemum lippii*Traitement-T0	7,750	1,730			Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Cornulaca monacantha*Traitement-T1	4,750	1,060			Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Astragalus cruciatus*Traitement-T0	2,750	0,614			Non
Espèce-Astragalus ghyzensis*Traitement-T0 vs Espèce- Limoniastrum guyonianum*Traitement- T0	1,750	0,391			Non
Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0 vs Espèce- Echium trygorrhizum*Traitement-T1	11,000	2,455	3,257	0,309	Non

Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	11,000	2,455	3,191	0,270	Non
Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	11,000	2,455			Non
Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	9,000	2,009			Non
Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	9,000	2,009			Non
Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	7,000	1,562			Non
Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	6,000	1,339			Non
Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	3,000	0,670			Non
Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T0 vs Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0	1,000	0,223			Non
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	10,000	2,232	3,191	0,396	Non
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	10,000	2,232			Non
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	10,000	2,232			Non
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	8,000	1,785			Non
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	8,000	1,785			Non
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0 vs Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	6,000	1,339			Non
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0 vs Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0	5,000	1,116			Non
Espèce-Astragalus cruciatus*Traitement-T0 vs Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1	2,000	0,446			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	8,000	1,785			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	8,000	1,785			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	8,000	1,785			Non

Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1 vs Espèce- Echium trygorrhizum*Traitement-T0	6,000	1,339			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1 vs Espèce- Moltkia ciliata*Traitement-T0	6,000	1,339			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1 vs Espèce- Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	4,000	0,893			Non
Espèce-Cornulaca monacantha*Traitement-T1 vs Espèce- Helianthemum lippii*Traitement-T0	3,000	0,670			Non
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	5,000	1,116			Non
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0 vs Espèce- Limoniastrum guyonianum*Traitement- T1	5,000	1,116			Non
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1	5,000	1,116			Non
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	3,000	0,670			Non
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0	3,000	0,670			Non
Espèce-Helianthemum lippii*Traitement-T0 vs Espèce- Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0	1,000	0,223			Non
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0 vs Espèce- Echium trygorrhizum*Traitement-T1	4,000	0,893			Non
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0 vs Espèce- Limoniastrum guyonianum*Traitement- T1	4,000	0,893			Non
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0 vs Espèce- Moltkia ciliata*Traitement-T1	4,000	0,893			Non
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0 vs Espèce- Echium trygorrhizum*Traitement-T0	2,000	0,446			Non
Espèce-Argyrolobium uniflorum*Traitement-T0 vs Espèce- Moltkia ciliata*Traitement-T0	2,000	0,446			Non
Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	2,000	0,446			Non
Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	2,000	0,446			Non
Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Moltkia ciliata*Traitement- T1	2,000	0,446			Non
Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T0 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0	0,000	0,000			Non



Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0 vs Espèce- Echium trygorrhizum*Traitement-T1	2,000	0,446			Non
Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0 vs Espèce- Limoniastrum guyonianum*Traitement- T1	2,000	0,446			Non
Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T0 vs Espèce- Moltkia ciliata*Traitement-T1	2,000	0,446			Non
Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Echium trygorrhizum*Traitement-T1	0,000	0,000			Non
Espèce-Moltkia ciliata*Traitement-T1 vs Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1	0,000	0,000			Non
Espèce-Limoniastrum guyonianum*Traitement-T1 vs Espèce- Echium trygorrhizum*Traitement-T1	0,000	0,000			Non