

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar TELIDJI -Laghouat -
Faculté des Sciences
Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

جامعة عمار ثلجي - الاغواط -
كلية العلوم
ميدان علوم الطبيعة و الحياة
قسم العلوم الفلاحية



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Agronomie
Option : Protection Des Végétaux et d'Environnement*

Thème

***Contribution à la connaissance des
paramètres influençant la germination des
graines de quelques plantes spontanées***

Présenté par : BELHADJ Fatima Zohra

Le : 22/09/2014

Encadré par : Mlle MARFOUA M. ; Maître-assistant A

BELHADJ Fatima Zohra ;

Contribution à la connaissance des paramètres influençant la germination des graines de quelques plantes spontanées.

Résumé

Notre étude est consacrée à la conservation de la biodiversité en étudiant les graines de quelques espèces spontanées de point de vue morphologique, botanique et physiologique. Nous avons récolté les graines de quinze espèces de plantes spontanées dans la région de Ouargla. On les a identifiées, classées puis étudiées l'effet de la température (5°C, 25°C et 45°C), de la lumière, de NaCl (50mM, 100mM, 150mM, 200mM et 250mM) et enfin l'effet de l'acide gibbérellique (50ppm, 100ppm, 150ppm et 200ppm) sur leur germination. D'après les résultats obtenus, nous avons pu conclure que la température optimale de germination de la plupart des graines est de 25°C. Le traitement au froid a donné un effet très significatif chez *Bassia muricata*, *Cleome africana*. L'effet de lumière a été aussi positif. Les concentrations utilisées de NaCl ont eu un effet inhibiteur sur la majorité des espèces. Cependant, l'application de l'acide gibbérellique a induit un effet significatif sur le taux et la vitesse de la germination surtout avec la concentration 150ppm. Il est intéressant de poursuivre cette étude sur d'autres espèces en appliquant d'autres traitements de levée de dormance.

Mots clés

Plante spontanée, Graine, Germination, Dormance, Lumière, Salinité, Traitement au froid, Acide gibbérellique.

ملخص

تختص دراستنا بحفظ التنوع البيولوجي من خلال دراسة بذور بعض الأنواع التلقائية من الناحية المورفولوجية، التصنيفية والفسولوجية.

قمنا بجمع بذور خمسة عشر نوعا من النباتات التلقائية في منطقة ورقلة، تم تحديدها وتصنيفها و من ثم دراسة تأثير درجة الحرارة (5 م°، 25 م° و 45 م°)، الضوء، الملح (كلوريد الصوديوم) (50 ملمول، 100 ملمول، 150 ملمول، 200 ملمول و 250 ملمول)، وأخيرا تأثير حمض الجبريليك (50. 10⁻⁶، 100. 10⁻⁶، 150. 10⁻⁶ و 200. 10⁻⁶) على الانتاش.

وقد خلصت النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن درجة الحرارة المثلى لإنبات البذور لمعظم النباتات هي 25 درجة مئوية. كما أنها أعطت المعاملة الباردة تأثير كبيرا جدا في كل من نبتة *Bassia muricata* و *Cleome africana* ، وكما كان أيضا إيجابية/الإنبات في الضوء. كما أن لتراكيز كلوريد الصوديوم المستخدمة تأثير كاح بشكل خاص على غالبية الأنواع. إلا أنه يسبب تطبيق حمض الجبريليك تأثيرا كبيرا على معدل وسرعة الإنبات وخصوصا مع تركيز 150. 10⁻⁶.

ومن المثير للاهتمام أن تستمر هذه الدراسة في الأنواع الأخرى باستخدام علاجات أخرى .

الكلمات المفتاحية

النباتات التلقائية، بذرة، الإنتاش، سبات ، الضوء، الملوحة، المعالجة بالبرد، حمض الجبريليك.

BELHADJ Fatima-Zohra ;

Contribution to the knowledge of the parameters influencing the germination of seeds of some wild plants.

Summary

Our study concerne the conservation of biodiversity by studying the seeds of some wild species from morphological, botanical and physiological side.

We collected seeds of fifteen spontaneous plant species in the region of Ouargla. They were identified, classified then study the effect of temperature (5 ° C, 25 ° C and 45 ° C), light, NaCl (50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM and 250 mM) and finally the effect gibberellic acid (50ppm, 100ppm, 150ppm and 200ppm) on germination.

From the results obtained, we have concluded that the optimum temperature for germination of seeds of most is 25 ° C. The cold treatment gave a very significant effect in *Bassia muricata*, *Cleome africana*. The effet light, was also positive. The NaCl concentrations used were an inhibitory effect on the majority of species. However, application of gibberellic acid induced a significant effect on the rate and the speed of germination especially with 150ppm concentration.

It is interesting to continue this study with other species and using other treatments of dormancy.

Keywords

Wild Plants, Seed, Germination, Dormancy, Light, Salinity, Cold Traitement, Gibberellic Acid.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :



Toute la famille sans exception

Tous mes amis (ies)

Toute personne méritant d'être dédée.

BELHADJ Fatima Zohra

Remerciements

*Ce travail a été réalisé au niveau des laboratoires de l' Université Amar Téliidji Laghouat /
Département des Sciences Agronomiques sous la direction de Mlle MARFOUA.M*

*En premier lieu, je remercie Dieu le tout- puissant pour m' avoir donné la santé, le courage
et la patience à fin d' accomplir ce travail.*

*Je tiens à exprimer ma gratitude et mes sincères remerciements à
M^{lle} MARFOUA Mériem, Maitre assistant A à la Faculté des Sciences à l' université Amar
Telidji Laghouat, pour m' avoir encadré , aidé, et conseillé tout au long de ce travail.*

Mes remerciements s' adressent aussi aux membres de jury:

*Mme MAALAM Hamida : Maitre assistant chargé de cours à la Faculté des Sciences à
l' université Amar Telidji Laghouat, qu' elle soit vivement remercié pour ses conseils et son
aide.*

*Mr SARIDI Abdelkader : Maitre assistant chargé de cours à la Faculté des Sciences à
l' université Amar Telidji Laghouat, qu' il trouve l' expression de mes vifs remerciements
pour son aide.*

Que ma famille soit vivement remerciée.

A toute personne méritant d' être remercié.



BELHADJ Fatima Zohra

Sommaire

RESUMES

LISTE DES ABREVIATIONS	I
LISTE DES TABLEAUX	II
LISTE DES FIGURES	III
LISTE DES CARTES	IV
LISTE DES PHOTOS	V
Introduction générale	02
Partie I : Partie bibliographique	07
I.1.- Quelques définitions	07
I.1.1.- Biodiversité	07
I.1.2.- Banque de semence	07
I.1.3.- Plante spontanée	07
I.1.4.- Graine ou semence	08
I.1.5.- Dissémination	11
I.1.6.- Zoochorie	11
I.1.7.- Germination	12
I.1.8.- Mucilage	15
I.1.9.- Dormances végétales	16
I.1.10.- Acide gibbérélique	18
Partie II : Matériel et méthodes	21
II.1.- Caractéristiques générales de la zone d'étude	21
II.1.1.- La situation géographique de la région d'étude	21
II.1.2.- La caractérisation floristique	22
II.2.- Matériel biologiques	22
II.3.- Méthodes utilisées	23
II.3.1.- Caractérisation morphologique des semences	23
II.3.2.- Le traitement des semences	24
II.3.3.- Caractérisation physiologique des semences	25

Partie III : Résultats et discussion	33
III.1.- Les fiches descriptives	33
III.2.- Caractérisation physiologique des graines	48
III.2.1.- Mucilage	48
III.2.2.- Type de germination	50
III.2.3.- Etude de l'effet de la température	54
III.2.4.- Etude de l'effet de lumière	63
III.2.5.- Etude de l'effet de salinité	64
III.3.- Levée de dormance des graines par l'acide gibbérellique	66
III.4.- Différent obstacles de la germination.....	68
III.4.1.- Dormance embryonnaire.....	69
III.4.2.- Inhibitions tégumentaires.....	70
III.4.3.- Inhibitions chimiques.....	70
Conclusion générale	73
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	76

Liste des abréviations

°C	Degré Celcius
Fig	Figure
GA3	Acide gibbérellique
L	Lumière
m	Mètre
mM	Millimole
NaCl	Chlorure de sodium
ppm	Poids pour mille
T	Témoin
T°	Température

Liste des Tableaux

Tableaux	Titres	Pages
I	Les espèces des plantes spontanées testées	23
II	Les mensurations du mucilage des graines des plantes testées	49
III	Les espèces étudiées dont les graines ont germé	50
IV	Les espèces étudiées dont les graines n'ont pas germé	52

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
01	Structure schématique d'une graine d'angiosperme dicotylédone	09
02	Types de dormance	18
03	Structure des gibbérellines GA3	18
04	Méthodologie globale du travail	26
05	Dispositif expérimentale de l'effet de la température sur les graines de chaque espèce	28
06	Dispositif expérimentale de l'effet de la lumière sur les graines de chaque espèce	28
07	Dispositif expérimentale de traitement des graines de chaque espèce par NaCl	30
08	Les étapes de traitement des graines par acide gibbérellique	30
09	Dispositif expérimentale de traitement des graines de chaque espèce par l'acide gibbérellique	31
10	Pourcentage des graines germées selon les espèces à 25°C	55
11	Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (25°C)	55
12	Analyse de variance de taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (25°C)	56
13	Pourcentage des graines germées selon les espèces à 45°C	57
14	Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (45°C)	57
15	Analyse de variance de taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (45°C)	59
16	Pourcentage des graines germées selon les espèces à 5°C	60
17	Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (5°C)	60
18	Analyse de variance de taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (5°C)	61
19	Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet des températures (5°C, 25°C et 45°C)	62
20	Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de lumière	63

21	Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet du sel	64
22	Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de l'acide gibbérellique	67
23	Facteurs influençant la germination d'une graine	69

Liste des cartes

Cartes	Titres	Pages
01	Situation géographique de la région d'étude	21

Liste des photos

Photos	Titres	Pages
01	Trempage de semences testées.	24
02	Rinçage de semences testées	24
03	Essai de l'effet de température	27
04	Essai de traitement de salinité	29
05	Formation de mucilage chez <i>Asphodelus refractus</i> .	48
06	Germination hypogée chez <i>Asphodelus refractus</i> .	52
07	Germination épigée chez <i>Crotalaria saharae</i> .	53
08	Dormance embryonnaire chez <i>Mantiscalca duriaei</i> .	79

Introduction



Introduction générale

Les régions arides et semi-arides se caractérisent par un déséquilibre écologique profond, qui conduit inexorablement, à une fragilisation de plus en plus accentuée et une réduction souvent irréversible de leur productivité (C.R.S.T.R.A, 2011).

Les régions arides nous surprennent toujours par la diversité des écosystèmes et surtout par leur biodiversité dont la préservation passe par l'amélioration des connaissances et la maîtrise de leur conservation. Ceci concerne particulièrement les plantes spontanées du Sahara qui, depuis plusieurs milliers d'années, ont développé des mécanismes d'adaptation leur permettant de vivre en harmonie avec les conditions extrêmes du milieu désertique (aridité climatique, sécheresse, température et ETP extrêmes, pauvreté des sols...etc.).

Outre leur intérêt écologique, la valorisation des bio-ressources végétales locales domestiques ou spontanées à des fins alimentaires, médicinales, cosmétiques...etc. peut constituer une voie de développement économique et sociale pour ces régions. D'où l'intérêt de toute information développée sur la botanique, l'écophysiologie de ces espèces ainsi que l'usage traditionnel assuré et perpétué par les populations locales (LAHMADI et *al.*, 2013).

Les espaces naturels de ses régions sont des lieux de fortes contraintes et sont réputés et soumis à des perturbations en modifiant les ressources, le substrat ou l'environnement physique. Les caractéristiques climatiques et biogéographiques constituent un handicap majeur pour le développement durable et harmonieux de ces espaces.

En effet cette dégradation résulte de l'interaction de plusieurs paramètres : des facteurs naturels liés en général aux conditions climatiques, et leur influence sur le milieu physique (sècheresse, érosion éolienne...etc.), des pressions anthropiques dépassant le plus souvent les capacités du milieu (surpâturage, labours anarchiques, défrichement,...etc.) et des insuffisances d'ordre juridique et organisationnelle.

D'une manière générale tous ces facteurs convergent vers les mêmes résultats qui sont : la diminution du couvert végétal et la réduction de la productivité de la phytomasse et de la production, la réduction quantitative et qualitative de la richesse floristique,

l'apparition d'espèces peu palatables, voire toxique qui se développent au détriment d'espèces palatables et l'augmentation de la pellicule de glaçage et l'ensablement, stade ultime de la désertification par endroit.

Ainsi les graines sont un moyen de conservation dans divers écosystèmes vu leur tolérances aux conditions défavorables que la plante elle-même, et permet une restauration des milieux dégradés. Néanmoins les graines de certaines plantes spontanées manifestent une certaine dormance. Lorsque cette dormance est forte, la régénération artificielle nécessite une forme ou une autre de prétraitement, seul susceptible d'assurer un taux de germination élevé en un temps très court.

A travers l'importance écologique et environnementale que possèdent les plantes sahariennes (RAMADE, 2003), devant la dureté des conditions auxquelles elles sont soumises, le problème d'adaptation au climat désertique est donc en premier lieu celui de la subsistance pendant les longues périodes sèches. Cette fin unique est obtenue par des conditions extrêmement variées (OZENDA, 1991).

Selon MADIOUNI (2000), la biodiversité algérienne globale (naturelle et agricole) compte environ 16 000 espèces, mais l'économie algérienne n'utilise que moins de 1% de ce total (ABDELGHERFI *et al.*, 2009).

Les efforts consentis pour l'étude de la flore sont très importants pour connaître les grands traits biologiques des plantes et leur répartition biogéographique (LAVERGNE *et al.* 2005). Cependant plusieurs aspects d'un nombre considérable d'espèces végétales restent méconnus sur certains plans : biologique, taxonomique et écologique (GRUBB, 1977 ; PYSEK *et al.* 2008).

En écologie, la flore spontanée est définie comme la flore «qui pousse naturellement sans intervention humaine et qui maintient ainsi un processus naturel de colonisation». Une plante spontanée est ainsi définie en opposition à la flore cultivée/plantée dont le développement est dépendant de l'homme (MENOZZI *et al.*, 2011).

Alors, la végétation permet de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence ses modifications naturelles ou provoquées, car elle est la meilleure résultante du climat et des sols (OZENDA, 1986). De ce fait l'analyse de la richesse floristique des différents groupements, de leurs caractères biologiques et chronologiques permettront de

mettre en évidence leur originalité, leur état de conservation, et par conséquent leur patrimoine (DAHMANI, 1997).

Mais la pauvreté des espèces sahariennes s'accompagne avec un manque des références botaniques qu'en existe seulement deux flores (QUEZEL et SANTA, 1962-1963 et OZENDA, 1983). Ces deux référencier sont utilisés pour l'identification et la détermination des espèces. La caractérisation des graines dans ces deux référencier existe sous forme de schémas ou bien des informations peu suffisante, alors que, la graine est l'organe le plus important pour la vie des plantes à graine et représente le moyen de dissémination des plantes.

Dans les travaux botaniques, les graines ont été traités généralement très brièvement, si mentionné du tout. Ce fait est bien plus étonnant, en raison du fait que la morphologie de graine est très écurie et peu affectée par des influences externes.

La recherche a montré qu'une graine bien développée peut en général être classifié en ce qui concerne son genre et espèces appropriés et dans des cas exceptionnels aussi à la sous-espèce ou même aux hybrides.

Ainsi la longévité des graines, ou pouvoir germinatif, est généralement comprise, selon les espèces, entre deux et dix ans. Cette longévité peut atteindre une centaine d'années. Certaines graines ont une très courte longévité, de quelques jours à quelques semaines.

Dans certains cas, les semences peuvent vivre dans la terre à l'état dormant pendant plusieurs décennies avant que la germination se produise. La capacité à conserver les semences vivantes d'un cycle végétatif à l'autre a constitué un tournant dans l'évolution culturelle des peuples modernes.

Apprendre à récolter les graines peut donc être utile, pour donner un coup de pouce à la nature et lui permettre de coloniser plus rapidement les terrains disponibles en les dispersant là où ils pourront prospérer.

Mais voilà. Pas si simple! Les graines de plantes spontanées sont plus longues à germer, et leur taux de germination est plus bas.

Dans certains cas, les semences peuvent vivre dans la terre à l'état dormant pendant plusieurs décennies avant que la germination se produise. La capacité à conserver les semences vivantes d'un cycle végétatif à l'autre. Les semences joueront peut-être un rôle crucial à un moment décisif puisque nous cherchons à lutter contre les menaces actuelles envers notre planète causées en grande partie par notre propre succès.

Aujourd'hui, les techniques modernes des banques de semences, comme le séchage et la congélation, nous permettent de conserver les semences pendant des centaines voire même des milliers d'années. À l'avenir, lorsque nous aurons besoin de plantes, nous pourrons faire germer les semences gardées en stock et les faire pousser pour qu'elles deviennent à nouveau des plantes en pleine santé.

Les graines contribuent de manière non négligeable à la conservation de la diversité biologique. Elles permettent aux plantes de coloniser la terre au delà des marges de leurs habitats (SWEEDMAN et MERRITT, 2006).

L'objectif de ce travail est d'apporter un plus dans la conservation de la biodiversité par la caractérisation des graines de quelques plantes spontanées : botaniquement ; morphologiquement et physiologiquement.

Partie I

**Partie
bibliographique**



I.1.- Quelques définitions

I.1.1.- Biodiversité

Elle permet de mettre en exergue certains intérêts écologiques potentiels liés aux opérations de végétalisation. On garantit ainsi une pérennité de la végétalisation lorsqu'on utilise des espèces issues des mêmes communautés végétales, caractérisées par des facteurs écologiques et un territoire phytogéographique propres. formes du vivant de ou d'une partie de la biosphère (HENRY et *al.*, 2011).

Elle doit tenir compte des quatre niveaux de diversité biologique que sont la diversité des écosystèmes, des communautés, des espèces et des gènes.

I.1.2.- Banque de semence

Ensemble de graines viables distribuées dans le profil de sol. (LEFEBVRE et *al.*, 2014).

La conservation des végétaux par les banques de graines s'avère souvent indispensable lorsque la conservation dans le milieu naturel échoue ou n'est pas suffisante en cas de guerres, incendies, pillage des ressources naturelles,...etc.

Leur rôle n'est pas seulement de sauvegarder les graines des espèces en danger, mais également de préserver, avec les techniques de la conservation à long terme, la diversité génétique. En plus de leur rôle de conservation *ex situ*, les banques de semences permettent d'étudier les meilleures stratégies à mettre en œuvre pour une future conservation *in situ* des espèces en danger d'extinction (DEMONTY et *al.*, 2014).

Selon ROBERTS (1981), le terme d'une banque de graines du sol a été employé pour indiquer le réservoir viable de graine actuel dans un sol.

La composition de la banque de graines va dépendre de la longévité des graines de chaque espèce (CHANG et *al.*, 2001).

I.1.3.- Plante spontanée

Le terme de plante spontanée fait sens pour l'écologue qui étudie les plantes. Un autre terme, beaucoup plus répandu, est souvent utilisé pour désigner ces plantes

spontanées ou adventices, celui de « mauvaise herbe », ou encore celui d'« herbe folle » (MENOZZI et *al.*, 2011).

On distingue dans la flore spontanée : Espèces très rares, rares, assez rares, espèces menacées, espèces invasives, espèces pastorales, espèces mellifères, espèces médicinales et espèces toxiques.

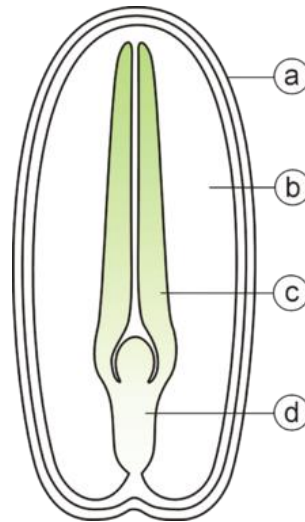
I.1.4.- Graine ou semence

Les graines des plantes sont les structures qui contiennent les embryons à partir desquels de nouvelles plantes peuvent se développer. En général, il y a un embryon par graine et des réserves nutritives, qui se trouvent dans l'endosperme, l'albumen, ou les cotylédons selon les plantes. Certaines graines contiennent plus de réserves nutritives que d'autres. Quand il n'y a pas beaucoup de réserves nutritives dans une graine, les premières feuilles (feuilles cotylédonaires) qui grandissent après la germination ont tout de suite besoin de lumière pour faire de la photosynthèse pour nourrir et faire grandir la jeune plante. Quand il y a beaucoup de réserves nutritives dans une graine, la jeune plante peut grandir un certain temps dans l'obscurité. Mais elle doit recevoir de la lumière dès les réserves nutritives de la graine sont épuisées pour pouvoir continuer à grandir (ORTIZ et KAZILEK, 2014).

a.- Graine

Produit de l'évolution d'un ovule fécondé. Elle renferme l'embryon et des tissus de réserve, protégés par des téguments. Sa germination donne naissance à une nouvelle plante (A.F.P.P., 2011).

Ainsi définis, la graine (en grec : *sperma*) est l'apanage des Spermaphytes (Gymnospermes et Angiospermes). Elle est mûrie sur l'échelle ovulifère (Gymnospermes) ou dans l'ovaire (Angiospermes), grâce à un apport nourricier provenant de la plante mère. Elle est ensuite libérée dans le milieu extérieur, où elle est disséminée, transportée à des distances éventuellement considérables ; elle peut ainsi subsister, en apparence inerte, jusqu'au moment où des conditions favorables de température et d'humidité permettent à l'embryon d'éclore.



Source : Réf. Elec. 01

Figure 01 : Structure schématique d'une graine d'Angiosperme Dicotylédone.

a : tégument ; b : albumen ; c : cotylédon ; d : embryon.

La graine est un organe de dissémination résultant de la transformation d'un ovule : après la fécondation, ou même sans accomplissement d'un processus sexuel (agamospermie), un embryon est formé dans le prothalle femelle (gamétophyte) ; dans un tissu entourant l'embryon, ou dans l'embryon lui-même, des réserves sont accumulées, que celui-ci consommera lors de la germination ; simultanément, les téguments ovulaires se transforment en une carapace mortifiée, plus ou moins dure et imperméable, protégeant l'embryon et les réserves(Réf. Eléc. 01).

b.- Anatomie d'une graine

Si tu regardes une graine de tout près tu comprends pourquoi on dit que les graines sont de bonnes petites capsules à voyager dans le temps. L'embryon qui s'y trouve est bien protégé par l'enveloppe de la graine et il est entouré des réserves nutritives qu'il lui faut pour recommencer à grandir quand les conditions seront favorables.

c.- Structure

Selon MANGENOT(2014), les éléments constants de toute graine sont l'embryon et le tégument :

- L'embryon est formé par une prolifération limitée et planifiée de la cellule œuf, dans laquelle a fusionné, avec le noyau à n chromosomes de l'oosphère (cellule sexuelle femelle), un des deux noyaux mâles, à n chromosomes aussi, apporté par le tube pollinique

(chez les espèces agamospermes, la cellule œuf, à $2n$ chromosomes, prolifère sans fécondation). Ébauche de la future plante, l'embryon, droit, courbe, ou même annulaire, suivant les familles, comprend une minuscule tige portant des feuilles rudimentaires (cotylédons) et prolongée par une très courte racine.

- Autour des tissus de réserves se trouve le tégument qui constitue le tissu protecteur principal. Il est constitué d'une couche de plusieurs cellules et entoure complètement l'embryon et ses réserves. Il n'est ouvert que par un petit orifice, le micropyle, par où est rentré le tube pollinique pour permettre la fécondation, lors de la pollinisation

d.- Qualité des semences

La qualité des semences est reconnue comme un facteur essentiel à une production végétale abondante (I.S.R.A.,1976).

Les paramètres de base de la qualité des semences sont les suivants :

- ✓ Qualité physique des semences dans un lot spécifique ;
- ✓ Qualité physiologique, qui renvoie aux aspects de performance des semences ;
- ✓ Qualité génétique, qui se rapporte aux caractéristiques génétiques spécifiques de la variété ;
- ✓ Etat sanitaire des semences, qui concerne la présence ou l'absence de maladies et ravageurs au sein d'un lot de semences.

En raison de leur tégument dur qui réduit au minimum les échanges d'humidité et la consommation des réserves par la respiration, conservent leur viabilité pendant de nombreuses années, et présentent peu de problèmes d'entreposage. Les graines de certaines espèces peuvent rester viables, dans des conditions de conservation en laboratoire relativement peu contrôlées, pendant au moins 57 ans (HOLMES et BUSZEWICZ, 1958) ou 68 ans (EWART, 1908) et ce qui est encore plus remarquable, pendant au moins 50 ans sur le terrain (MOFFET, 1952 ; FARRELL et ASHTON, 1978).

I.1.5.- Dissémination

En pathologie végétale et malherbologie : dispersion des organes de reproduction (semences chez les végétaux, inoculum chez les champignons...) par un agent vecteur (par exemple : vent, pluie, insectes...) (A.F.P.P., 2011).

La dissémination peut se produire :

- Par la plante elle-même (par le fruit) ;
- Par le vent (anémochorie) (la légèreté des semences) ;
- Par l'eau (hydrochorie) (eaux de ruissellement, plantes aquatiques) ;
- Par les animaux (zoochorie) après ingestion par les fourmis (plantes myrmécophiles) (PHILIPPE, 2009).

I.1.6.- Zoochorie

La zoochorie est le mode de dispersion des graines ou des diaspores des végétaux se faisant grâce aux animaux. Ce processus présente l'avantage de faire franchir de grandes distances aux graines. Cela favorise l'extension de l'espèce et la diversification de son patrimoine génétique. On distingue :

a.- Épizoochorie ou ectozoochorie

C'est le transport externe des semences (graines ou fruits) par des animaux. C'est le cas pour les fruits qui présentent des crochets ou des aiguillons pour s'accrocher aux toisons (poils, plumes, ...etc.) des animaux.

b.- Dyszoochorie

Ce transport peut être volontaire comme avec les écureuils ou les muscardins (Mammaliochorie) qui rassemblent des fruits tels que les glands ou les noisettes pour les enterrer et en faire des réserves (phénomène de synzoochorie). Lorsque l'animal meurt, qu'il oublie sa cachette ou égare sa récolte, les graines peuvent germer : ce phénomène est appelé dyszoochorie.

Parmi les oiseaux (ornithochorie ou avichorie), les geais, les sittelles, les bec-croisé des sapins et surtout les pies oublient souvent les graines collectées. De plus, en brisant les pignons contre les rochers, la pie en perd souvent dans des anfractuosités

c.- Myrmécochorie ou zoochorie à élaïosome

Le transport par les fourmis des graines de certaines plantes myrmécophiles est appelé myrmécochorie et est un cas particulier d'entomochorie (dispersion par les insectes). Ces graines sont munies d'une petite hernie riche en substances grasses appelée élaïosome apprécié des fourmis. Elles emportent les graines dans leur nid, consomment l'élaïosome et se débarrassent de la graine encore apte à germer.

d.- Endozoochorie

Certaines graines sont recouvertes d'une enveloppe charnue qui incite les animaux à les ingérer. Elles transitent alors le long du système digestif en résistant aux sucs et sont disséminées, intactes, dans les déjections de l'animal.

Certaines plantes ne germent qu'après que les sucs digestifs des animaux ont ramolli les coques dures de leurs graines. Parfois ce sont des poissons, qui peuvent ainsi transporter des graines dans une plaine d'inondation ou en remontant le courant, contribuant fortement à l'entretien d'une forte diversité génétique sur les berges et dans les annexes hydrauliques des cours d'eau, en complément de l'hydrochorie (LANZARA, 1977).

I.1.7.- Germination

C'est le développement de l'embryon contenu dans une graine, mettant fin à la vie latente (dormance). On considère que la germination commence lorsque la graine est mise en contact avec de l'eau (si les conditions extérieures sont favorables) et se termine lorsque la radicule a percé la cuticule (MAZLIAK, 1982).

Passage à la vie active d'un organe de conservation ou de dissémination d'un végétal après une période de repos (A.F.P.P., 2011).

La germination est la phase durant laquelle l'embryon sort de sa dormance et commence à grandir grâce aux réserves de la graine. Les graines ont besoin de conditions

spéciales pour germer. Il leur faut assez d'humidité et des températures adéquates. Les conditions idéales pour la germination varient selon les espèces de plantes et même aussi selon les individus d'une même espèce. Cette variation assure la survie de l'espèce. En effet, si toutes les graines d'une même espèce germaient ensemble, les jeunes plantes risqueraient d'être éliminées toutes en même temps, soit étant mangées, soit tuées par des conditions néfastes. Une graine germe quand elle commence à croître et produit une plantule qui est en bonne santé, et dont les parties complètes sont nécessaires afin qu'elle puisse continuer à pousser en une plante mature normale (C.S.I.R., 2003).

Une graine germe quand elle commence à croître et produit une plantule qui est en bonne santé, et dont les parties complètes sont nécessaires afin qu'elle puisse continuer à pousser en une plante mature normale (C.S.I.R., 2003).

Certaines graines germent au printemps quand les températures sont basses, d'autres en été quand il fait chaud. Certaines graines germent mieux à la lumière, d'autres à l'obscurité. La première étape de la germination est la réhydratation des tissus de la graine par de l'eau. Puis l'enveloppe de la graine se fend, la radicule (racine) émerge de la graine, et puis la tige grandit. Selon les sortes de graines, soit les cotylédons restent dans le sol, soit ils en sortent et grâce à la lumière commencent à faire de la photosynthèse (on les appellent alors les feuilles cotylédonaires).

a.- Mécanisme de germination

La germination des graines est un phénomène naturel qui intervient lorsque des semences sont imbibées d'eau dans des conditions favorables de température, d'oxygénation et d'obscurité.

Selon LABBE (2004), La germination se traduit par une activation des activités enzymatiques dans toutes les parties de la graine (embryon et tissus de réserve), conduisant à la croissance de l'embryon et à la constitution d'un germe.

Les mécanismes globaux qui règlent la germination sont l'hydrolyse de l'amidon et des protéines. En effet, les protéines sont transformées en acides aminés et l'amidon en sucres simples. Cette caractéristique augmente la digestibilité en comparaison avec les graines non germées. Cela demande moins d'efforts de la part de l'appareil digestif. Les sucres simples et les acides aminés sont ainsi directement assimilables par l'organisme.

L'élément essentiel permettant le phénomène de germination est l'eau. Son action est fondamentale pour que les macromolécules (amidon, protéines) puissent s'hydrater et réaliser leur fonction. La germination induit donc des modifications aux propriétés physico-chimiques des graines, rendant la biodisponibilité des nutriments plus importante (BAUMGARTNER et EMONET, 2007).

b.- Conditions de germination

Elle ne se produit que si des conditions extérieures (humidité, température, oxygène, luminosité ou durée du jours, ...etc.) sont conjointement présentes et favorables ; de même que les facteurs internes (maturité, viabilité, dormance, effet de la lumière).

Certaines graines ne peuvent germer (ou ont une germination fortement facilitée) qu'après avoir subi :

- Un froid intense qui lève les dormances, c'est la vernalisation (aussi appelée « stratification ») ;
- Un passage dans le tube digestif d'un animal, voire d'un animal spécifique (herbivore, vers de terre...) ;
- Une dégradation de leur cuticule externe par un acide (graines de milieux acides, ou germant dans certaines fourmilières ;
- Un passage dans les flammes (plante pyrophytes) ;
- Une abrasion (pour des plantes dont les graines sont dispersées par l'eau ou en contact avec les grains de sables); l'épersillage désigne l'abrasion artificielle du « liège » entourant certaines graines (ex. : d'angélique) pour initier leur germination) ;
- Une dégradation de la cuticule hydrophobe par des bactéries et/ou champignons.

On peut provoquer une dégradation de la cuticule des graines dures en faisant chauffer de l'eau jusqu'à apparition des premières bulles (80 °C) puis en versant l'eau chaude sur les graines placées dans un autre récipient (afin de ne pas trop chauffer les graines par le contact avec le fond de la casserole chaude), laisser tremper 6 à 12 heures avant de semer dans un substrat léger (sable + terre + terreau). Les premières graines lèvent généralement quelques jours après le semis.

c.- Types de germination

✓ **La germination épigée** : La graine est soulevée hors du sol par accroissement rapide de la tigelle qui donne l'axe hypocotyle qui soulève les deux cotylédons hors du sol. La gemmule se développe (après la radicule) et donne une tige feuillée au-dessus des deux cotylédons. Le premier entre-nœud donne l'épicotyle. Les premières feuilles, au-dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales (elles sont plus simples que les futures feuilles).

✓ **La germination hypogée**: La graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol.

d.- Mobilisation des réserves*** Germination**

- Phase 1 : Activation du métabolisme ;
- Phase 2 : Préparation de l'élongation cellulaire ;
- Phase 3 : Émergence radiculaire.

*** Post-germination et croissance de la plantule**

- Reprise de la respiration ;
- Reprise de la synthèse protéique ;
- Reprise de la transcription ;
- Accumulation de solutés ;
- Début de l'élongation de l'axe embryonnaire ;
- Prise d'eau (% poids frais) (GRAPIN et al,2000).

I.1.8.- Mucilage

Les mucilages sont des substances végétales, constituées de polysaccharides, qui gonflent au contact de l'eau en prenant une consistance visqueuse, parfois collante,

semblable à la gélatine. Le terme désigne également une préparation élaborée à partir de mucilage ou un liquide visqueux obtenu par dissolution d'une gomme végétale dans l'eau .

I.1.9.- Dormances végétales

Le terme “dormance” exprime un état dans lequel une graine viable ne germe pas, même si elle se trouve dans des conditions normalement considérées comme propices à la germination (température, humidité et environnement gazeux adéquats). Une graine viable est définie comme une graine susceptible de germer lorsque les conditions s'y prêtent, pour peu que toute dormance éventuelle ait été levée (ROBERTS, 1972).

L'état dans lequel des semences ayant un embryon viable ne germent pas dans des conditions propices à la croissance de la plante. C'est le processus permettant de rester viable dans le sol (I.R.D.A., 2014).

Selon ROLLIN (1970), Chez de nombreuses plantes, les graines, les bourgeons passent par des phases de repos. Ainsi les semences mûres tombées sur le sol ne germent généralement pas, même si les conditions externes sont favorables à la croissance (température tiède, milieu humide et aéré).

Pour lever la dormance, des réactions chimiques doivent se produire. Humidité, température et/ou luminosité déterminées agissent sur la production des hormones végétales, et donc sur la durée de dormance (Réf. Eléc. 02).

a.- Types de dormance

On a plusieurs types de dormances qui ont été classé suivant différents critères :

- Selon la chronologie : Primaire ou secondaire ;
- Selon la source: Endogène ou exogène ;
- Selon le mécanisme : Physiologique, morphologique (F.A.O., 2011).

Il existe des classifications plus détaillées de la dormance. Celle établie par NIKOLAEVA (1977) a été appliquée, sous une forme simplifiée, aux semences d'arbres et d'arbustes feuillus des régions tempérées par GORDON et ROWE (1982). Ces auteurs distinguent les catégories suivantes :

✓ **Dormance exogène**

- **Physique** : par ex. imperméabilité du tégument ou du péricarpe à l'eau ;
- **Chimique** : par ex. présence d'inhibiteurs dans le péricarpe ou le tégument ;
- **Mécanique** : par ex. résistance mécanique du péricarpe ou du tégument à la croissance de l'embryon.

✓ **Dormance endogène (morphologique)**

- **Morphologique** : par ex. développement incomplet de l'embryon ;

✓ **Dormance endogène (physiologique)**

- **Physiologique** : par ex. germination empêchée par un mécanisme inhibiteur physiologique ;

- * **Légère** : faible inhibition ;

- * **Intermédiaire** : inhibition intermédiaire ;

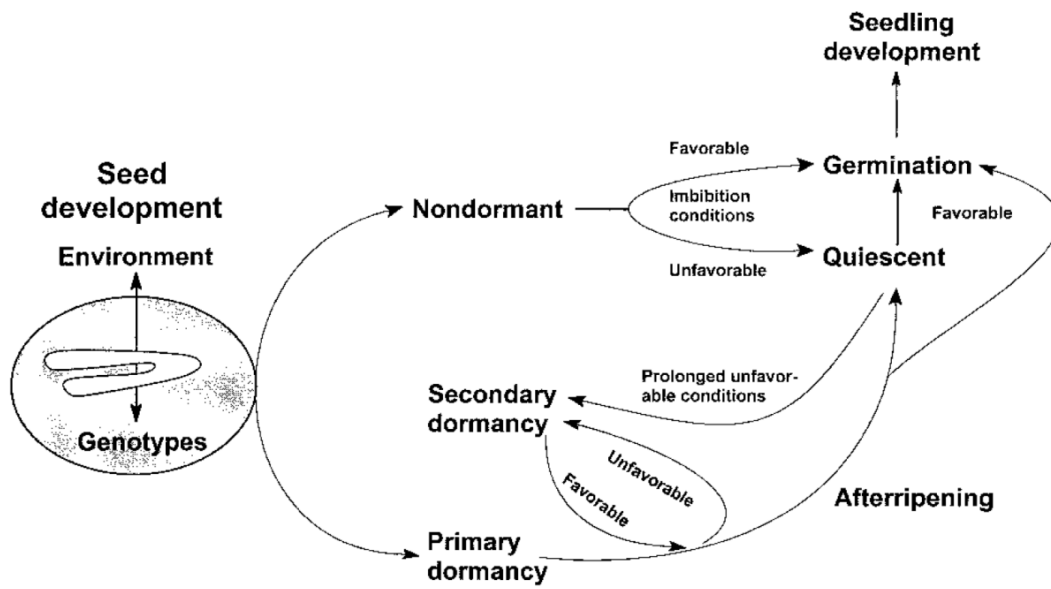
- * **Profonde** : forte inhibition.

✓ **Dormance morfo-physiologique combinée**

- * Combinaison d'un développement incomplet de l'embryon et d'une forte inhibition physiologique ;
- * Combinaison d'un développement incomplet de l'embryon et d'une forte ;
- * Combinaison d'un développement incomplet de l'embryon et d'une forte inhibition physiologique de la croissance de l'épicotyle ;

✓ **Dormance exogène et endogène combinée**

- * Combinaisons diverses de la dormance tégumentaire ou péricarpique et de la dormance physiologique endogène (par exemple, les semences de *Tilia cordata* présentent à la fois une imperméabilité physique du tégument et une profonde dormance physiologique.).

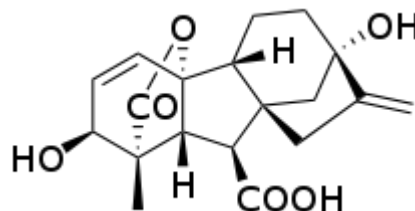


Source : Réf. Eléc. 03

Figure 02 : Types de dormance.

I.1.10.- Acide gibbérellique

Les gibbérellines (de *Gibberella fujikuroi*) sont une famille de phytohormones. Le composé actif est appelé acide gibbérellique. Les gibbérellines sont nommées G ou Ga suivi d'un chiffre (de 1 à 110). La Ga3 est la mieux connue.



Source : Réf. Eléc. 04

Figure 03 : Structure des gibbérellines GA3

La synthèse se déroule au niveau des méristèmes, des bourgeons terminaux racinaires et caulinaires, des jeunes feuilles et de l'embryon.

a.- Effets et utilisation

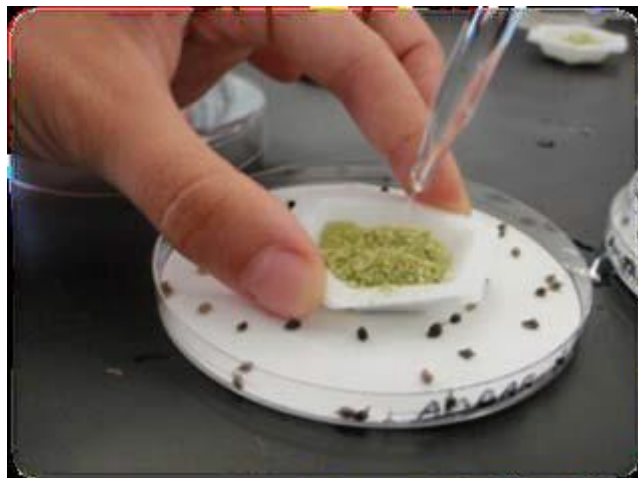
Les gibbérellines agissent essentiellement sur les cellules des entre nœuds qu'elles allongent. Elles contribuent également à la levée de la dormance des graines et au débourrement des bourgeons (vernalisation). Ce faisant, elles s'opposent donc aux effets de l'acide abscissique.

Les traitements aux gibbérellines se substituent aux jours longs et provoquent la floraison de plantes durant les jours courts de l'hiver. Elles induisent une masculinisation des fleurs et stimulent la croissance du fruit. À la différence des auxines, les gibbérellines n'inhibent ni ne stimulent la croissance des racines.

Commercialement, les gibbérellines sont employées pour faire grossir les grains de raisin sans pépin, ou pour retarder la maturité des agrumes. Elles permettent aussi d'obtenir des fruits parthénocarpiques (Réf. Eléc. 04).

Partie II

Matériel et méthodes



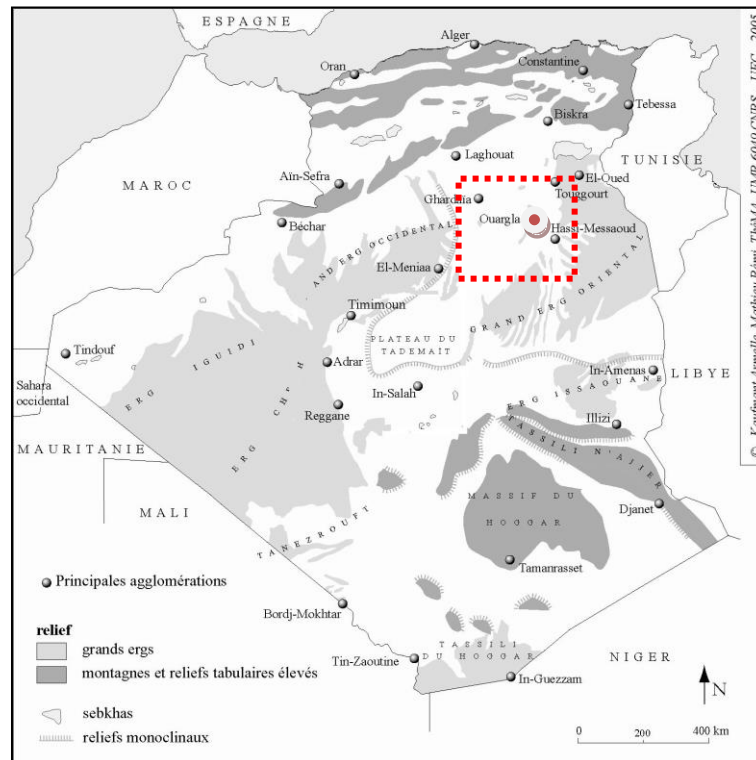
OBJECTIF DU TRAVAIL

L'objectif de notre travail est l'identification, la caractérisation morphologique et l'étude de quelques paramètres qui agissent sur le phénomène de la germination des plantes spontanées sahariennes.

II.1.- Caractéristiques générales de la région d'étude

II.1.1.- La situation géographique de la région d'étude

La région d'étude s'étend sur une superficie de 163.000 Km². La région de Ouargla se trouve à une altitude de 157 m, sa latitude est de 32° 45' Nord et 31° 45' Sud ; la longitude est de 5° 20' Est et 5° 45' Ouest (OZENDA, 1983) (Carte 01).



Source : Réf. Elec. 05

Carte 1 : Situation géographique de la région d'étude

Elle a un climat particulièrement contrasté malgré la latitude relativement septentrionale (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). L'aridité est importante : elle s'exprime non seulement par des températures élevées. En été et par la faiblesse des précipitations, mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air (TOUTAIN, 1972).

II.1.2.- La caractérisation floristique

La flore saharienne se caractérise par un endémisme développé, sur 650 espèces du Sahara septentrional, occidental et central 162 espèces sont endémiques, soit 25 %.

On distingue cinq grandes entités : les ergs, les regs, les hamadas, les oueds, les ravines.

Divers ensembles floristiques peuvent être mis en évidence, la végétation de ces milieux est caractérisée par la prédominance de drinn : *Aristida pungens*, *Ephedra alata*, *Retama retam*, *Genista sahariensis*, *Calligonum azel*, *Cyperus conglomeratus*, *Moltkia ciliata*, *Danthonia fragilis*, *Haloxylon scoparium*, *Fagonia glutinosa*; à *Haloxylon scoparium*, *Aristida adscensionis*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Moricandia suffruticosa*, *Senecio flavus*, *Reseda villosa*, *Capparis forskahlea*, *Anabasis articulata*, *Zygophyllum simplex*, *Aerva persica*, *Solenostemma argel*, *Salvadora resica*, *Fica salicifolia*, *Pistacia atlantica* et *Zizyphus lotus*, *Panicum turgidum*, *Acacia raddiana*, *Acacia maerua* et *Acacia Balanites*, *Acacia seyal*, *Acacia scorpioides* et *Cassia obovata*; *Zizyphus lotus* ssp *sahariensis* et *Zizyphus mauritania*, *Tamarix articulata*.

II.2.- Matériel biologiques

Pour atteindre notre objectif, nous avons fait plusieurs sorties sur terrain pour pouvoir échantillonner quelques espèces de plantes spontanées en graines.

Sachant que le couvert végétal est maigre et dépend directement des conditions climatiques de l'année. Même si les conditions sont favorables le nombre de graines produits par pied reste très faible.

La période printanière est supposée être la plus riche en espèces éphémères et vivaces. Des échantillons de semences (sur plusieurs pieds) des espèces disponibles sur terrain ont été récoltés au mois d'Avril 2014, puis stockés dans des sacs en papiers au laboratoire à l'obscurité et à la température ambiante (Photo 01).

Le tableau I résume les 15 espèces en graines qui ont été testées, après les avoir identifiées selon plusieurs clés de détermination (SANTA et QUEZEL, 1962 et 1963 ; OZENDA, 1991).

Tableau I : Les espèces des plantes spontanées testées

Classe	Familles	Espèces	Nom vulgaire
Dicotylédones	Amaranthaceae	<i>Bassia muricata</i>	Rebir
	Asteraceae	<i>Launaea resedifolia</i>	Azim
		<i>Mantisalca duriaei</i>	/
	Brassicaceae	<i>Oudneya africana</i>	Eulga , Henat l'ibel (حنة الابل)
		<i>Zilla macroptera</i>	/
	Capparaceae	<i>Cleome africana</i>	Ahoyyagh
	Cistaceae	<i>Helianthemum lippii</i>	Reguige
	Ephedraceae	<i>Ephedra alata</i>	Alenda, Adam, Alelga
	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia guyoniana</i>	Halib el daba, ammaïa, Lebina (اللبينة)
	Fabaceae	<i>Crotalaria saharae</i>	Afarfar
Plantaginaceae	<i>Plantago ciliata</i>	Zelfana, Annadam	
Monocotylédones	Liliaceae	<i>Asphodelus refractus</i>	Acheub el ibel, Tazia
	Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Neçi ouïdan, Behma
		<i>Aristida plumosa</i> L.	N'sie (النسي)

II.3.- Méthodes utilisées

II.3.1.- Caractérisation morphologique des semences

La caractérisation morphologique des graines n'a pas prêté beaucoup d'attention par les taxonomistes jusqu'à maintenant.

Dans toutes les publications botaniques du monde, les graines ne sont pas suffisamment employées dans les descriptions des espèces appropriées de plantes, malgré le fait que ce sont les graines qui sont à l'origine de l'existence d'espèces.

A cet effet et avant d'utiliser les semences dans les différents essais, nous avons décrit les fruits et les graines des 15 espèces testées selon les caractères suivants : la forme,

la texture, la taille (grâce au papier millimètre), les appendices, la couleur afin de réaliser des fiches descriptives.

II.3.2.- Le traitement des semences

a.- La désinfection

Après décortication manuelle des graines des plantes testées et afin d'éviter les problèmes de contaminations, la germination implique la désinfection préalable du matériel végétal utilisé (BELHADJ, 2008).

Le nombre des graines par boîtes et celui des répétitions est fonction des quantités disponibles en graines.

La désinfection des graines consiste en un trempage dans une solution d'hypochlorite de sodium dilué à (1%) pendant 05 mn suivi par trois rinçages à l'eau distillée stérile (Photo 02 et 03).

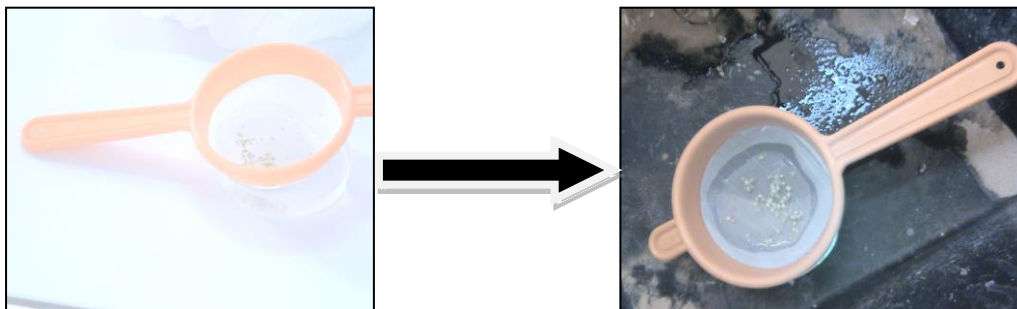


Photo 01 : Trempage de semences testées.

Photo 02 : Rinçage de semences testées

II.3.3.- Caractérisation physiologique des semences

La graine est inactive du point de vue métabolique, la germination permet le passage d'un état de vie ralentie à un état de vie active.

Dans nos tests on considère une semence germée lorsque la radicule perce les téguments (LACHIHEB et *al.*, 2004).

L'évaluation de la germination des graines des plantes étudiées a été effectuée par rapport au paramètre de la faculté de germination selon l'équation suivante :

$$\text{FG} = \frac{\text{Nombre des graines germées} \times 100}{\text{Nombre totale des graines}}$$

Afin de suivre le processus de germination, nous avons adopté les démarches suivantes (Fig. 04) :

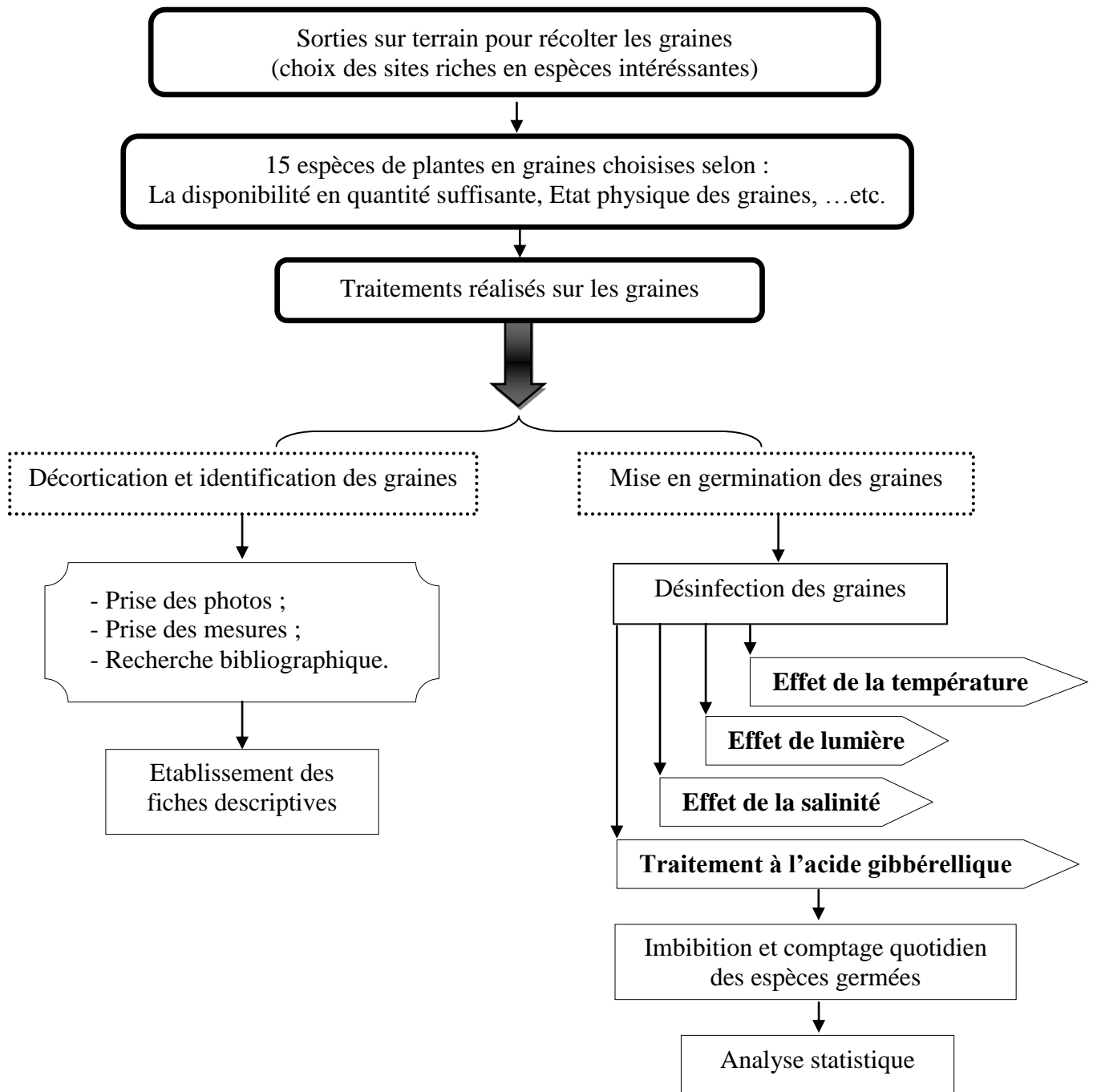


Figure 04 : Méthodologie globale du travail

a.- Etude de l'effet de la température

La température est le principal facteur environnemental responsable des changements d'état de dormance des graines (BASKIN et BASKIN, 1998).

Afin de suivre l'effet thermique sur la germination des semences sélectionnées. Les graines préalablement désinfectées ont été installées sous 03 températures différentes : 5°C, 25°C et 45°C.

Les graines des 15 espèces étudiées sont déposées soigneusement sur papier filtre humidifié dans les boîtes de Pétri à raison de 10 graines par boîte avec 03 répétitions (Photo 03).



Photo 03 : Essai de l'effet de température.

a : à 45°C : b : à 25°C

Dès le premier jour de mise en germination des observations quotidiennes ont été effectuées pendant la période d'essai sur l'aspect général des graines testés.

L'imbibition des graines par l'eau distillée est réalisées continuellement (plusieurs fois par jours à 45°C).

Un comptage quotidien des graines germées est noté pendant le processus de la germination. L'essai prend fin lorsqu'après des comptages successifs aucune germination n'est enregistrée.

Cet essai a été réparti en randomisation totale. Selon le dispositif suivant (Fig. 05):

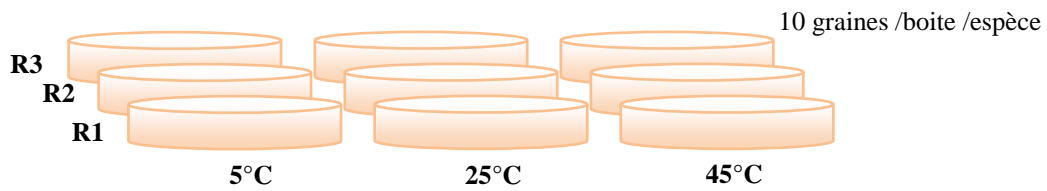


Figure 05 : Dispositif expérimentale de l'effet de la température sur les graines de chaque espèce.

b.- Etude de l'effet de l'intensité lumineuse

La lumière est également un élément déclenchant la germination de beaucoup de graines (LAURENT, 2000).

Pour la mise en évidence de l'effet de la lumière sur les semences traitées. Les graines désinfectées ont été placés à la température ambiante ($25^{\circ}\text{C}\pm 5$) : les unes à l'étuve et les autres sur la paillasse du laboratoire.

Les graines sont déposées soigneusement sur papier filtre humidifié dans les boîtes de Pétri à raison de 10 graines par boîte avec 03 répétitions.

Pendant toute la période de l'essai, nous avons fait un suivi quotidien des graines testés. L'imbibition quotidienne des graines est réalisée par de l'eau distillée.

Un comptage journalier est réalisé sur les graines germées. L'essai prend fin lorsqu'après des comptages successifs aucune germination n'est enregistrée.

Cet essai a été réparti en randomisation totale. Selon le dispositif suivant (Fig. 06) :

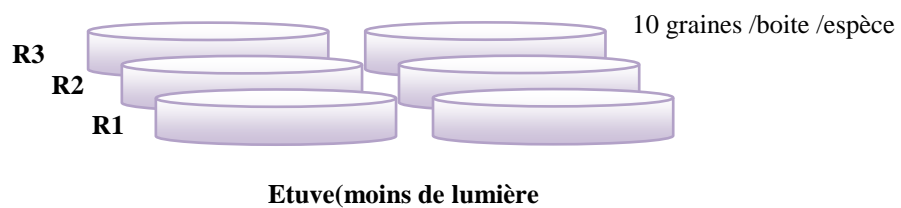


Figure 06 : Dispositif expérimentale de l'effet de la lumière sur les graines de chaque espèce.

c.- Etude de l'effet de la salinité (NaCl)

La salinité est le principal facteur environnemental limitant la croissance des plantes et la productivité (ALLAKHVERDIEV *et al.*, 2000).

Afin de connaître le degré de tolérance des semences germées à la salinité. Les graines préalablement désinfectées ont été installées à la température ambiante du laboratoire.

Les graines sont déposées soigneusement sur papier filtre humidifié dans les boîtes de Pétri à raison de 05 graines par boîte avec 04 répétitions (Photo 04).

Des observations quotidiennes sont réalisées et des remarques sont notées toutes au long de la période d'essai sur l'aspect général des graines testés.

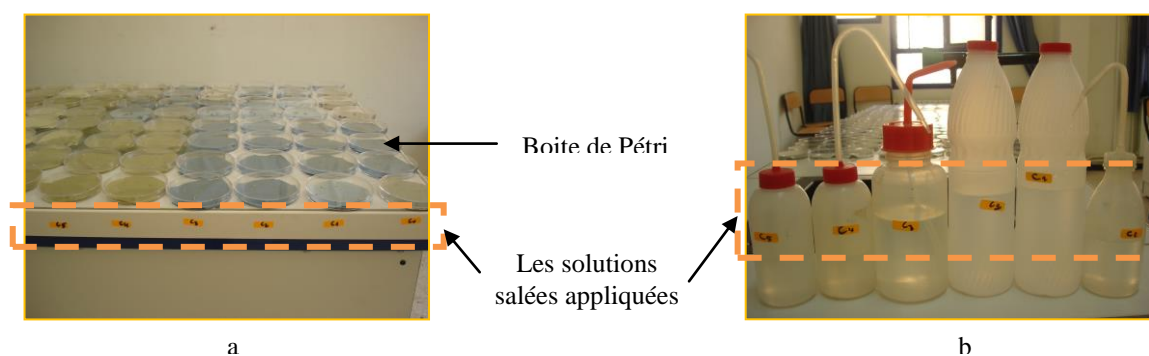


Photo 04 : Essai de traitement de salinité.

a : les boîtes de Pétri sur pallasse ; b : les solutions salées

L'imbibition des graines mise en place est faite chaque jours par des solutions salées à 06 différentes concentrations : 0 mM (Témoin), 50 mM, 100 mM, 150 mM , 200 mM et 250 mM.

Un comptage quotidien des graines germées est noté pendant le processus de la germination. L'essai prend fin lorsqu'après des comptages successifs aucune germination n'est enregistrée.

Cet essai a été réparti en randomisation totale. Selon le dispositif suivant (Fig. 07) :

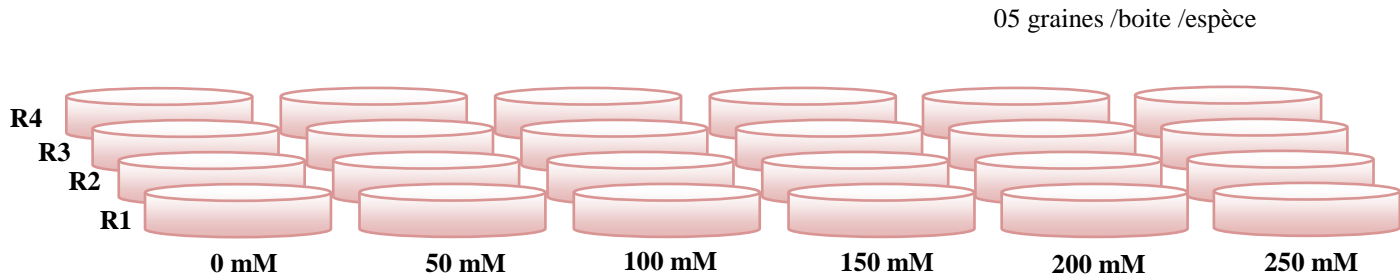


Figure 07 : Dispositif expérimentale de traitement des graines de chaque espèce par NaCl.

d.- Etude de l'effet de l'acide gibbérellique

Pour essayer de lever la dormance des graines qui n'ont pas germé. Des essais de germination sont effectués avec des solutions d'acide gibbérellique à 05 différentes concentrations : 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm et 200 ppm. Après trempage des graines dans les différentes concentrations d'acide gibbérellique pendant 24 heures. Les graines trempées sont déposées soigneusement sur papier filtre humidifié dans les boites de Pétri à raison de 05 graines par boite avec 04 répétitions (Fig. 08).

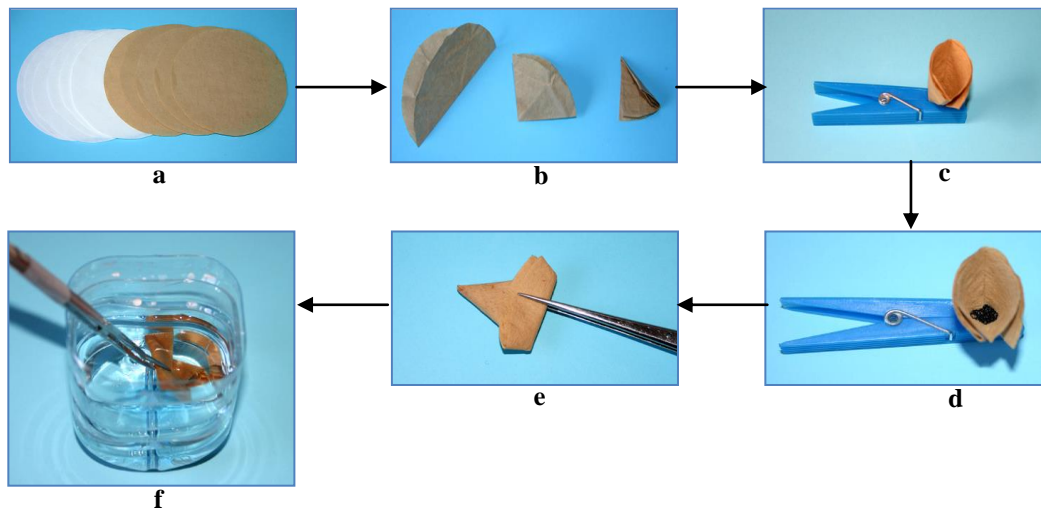


Figure 08 : Les étapes de traitement des graines par acide gibbérellique.

a ; Papier filtre – b : plie de papier filtre en 4 – c : Papier filtre en cornet
d : Cornet contenant les graines – e : Plie du cornet – Trempage dans l'acide gibbérellique.

Dés le premier jour de mise en germination des observations quotidiennes ont été effectuées pendant la période d'essai sur l'aspect général des graines testés.

L'imbibition quotidienne des graines est réalisée par de l'eau distillée.

Un comptage quotidien des graines germées est noté pendant le processus de la germination. L'essai prend fin lorsqu'après des comptages successifs aucune germination n'est enregistrée.

Cet essai a été réparti en randomisation totale. Selon le dispositif suivant (Fig. 09):

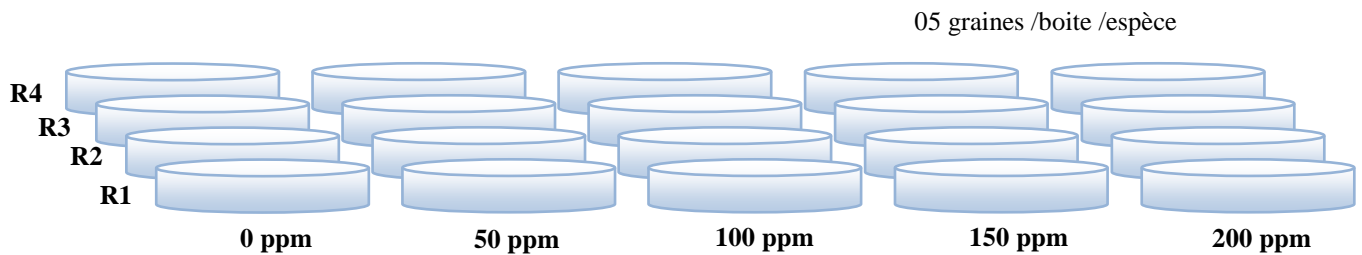


Figure 09 : Dispositif expérimentale de traitement des graines de chaque espèce par l'acide gibbérellique.

Une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée en utilisant le logiciel de Stat box végétal. La mise en évidence des différences significatives concerne l'effet du facteur contrôlé :

1. L'effet de 03 différentes températures sur la germination des graines de 15 espèces étudiées.
2. L'effet de l'intensité lumineuse sur la germination des graines de 15 espèces étudiées.
3. L'effet des concentrations de la salinité (NaCl) sur la germination des graines de 15 espèces étudiées.
4. L'effet concentrations de l'acide gibbérellique sur la germination des graines de 15 espèces étudiées.

Partie III

Résultats et discussion



L'ensemble des résultats obtenus lors de la réalisation de l'essai sur les graines des espèces testées sont analysées selon deux différents aspects :

- Caractérisation morphologique et botanique présentée dans des fiches descriptives ;
- Caractérisation sur le plan physiologique (germination, ...etc.).

III.1.- Les fiches descriptives

A partir des informations recueillies dans la bibliographie et des observations personnelles, on a réalisé les fiches descriptives des graines des 15 espèces testées comme suit :

Aristida adscensionis (Poaceae)

Nom vernaculaire : Neçi ouïdan¹, Behma² ;

Aire de répartition générale : Méditerranéen - Saharien - Sindien², Cosmopolite² ;

Type biologique : Chaméphyte (vivace), Thérophyte (annuel)² ;

Habitat : Lieux arides sur les rochers et rocailles, plus rarement sur sables² ;

Distribution biogéographique : Commun dans le Sahara septentrional².

Description de la plante

- Plante vivace et cespiteuse.
- Glume inférieure simplement aiguë².
- Arête à colonne indistincte.
- Plantes de 0,20-0,50 m².

Description de fruit

Forme : Fruit fusiforme ;

Taille : 5 mm de long ;

Appendice : 3 petits plumes ;

Couleur externe : Jaune ;

Type de fruit : Caryopse ;

Description de la graine

Forme : Fusiforme avec un sillon médiane ;

Taille : 3 mm × 1 mm ;

Couleur : Violet ;

Nombre de graine par fruit : 1 ;



¹ QUEZEL et SANTA 1962, p 96.

² OZENDA 1977, p 166.

***Aristida plumosa* (Poaceae)**

Nom vernaculaire : N'sie (النسي)³ ;

Aire de répartition générale : Sahara- Sindien³ ;

Type biologique : Plant pérenne⁴ ;

Habitat : En pieds isolés et en colonies, sur sols sableux⁴ ; Régions désertiques et subdésertiques³ ;

Distribution biogéographique : Commun dans tout le Sahara³.

Description de la plante

Plante en général annuelle peu ramifiée à la base³.

- Glumes de 15-18 mm, à sommet non érodé-denté ;
la supérieure uninerve³.

Description de fruit

Forme : Fruit fusiforme ;

Taille : 20 mm de long ;

Appendice : Plume ;

Couleur externe : Jaune ;

Type de fruit : Caryopse ;

Description de la graine

Forme : Fusiforme ;

Taille : 4 mm × 0,8 mm ;

Couleur : Marron foncé ;

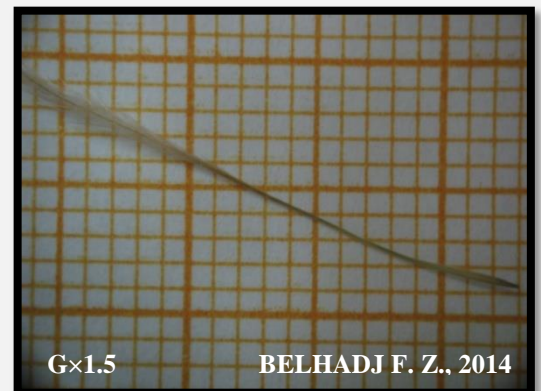
Nombre de graine par fruit : 1 ;

Utilisation

- *Intérêt pastoral* : C'est un excellent pâturage pour les animaux d'élevage³ ;

- Pâturage préféré des gazelles qui pousse juste après la pluie et qui sèche très vite⁴ ;

- Autrefois les graines minuscules étaient récoltées pour être consommées⁴.



³ OZENDA 1977, p 166-170.

⁴ <http://www.sahara-nature.com/plantes.php?aff=famille&plante=stipagrostis%20plumosa>

***Asphodelus refractus* (Liliaceae)**

Nom vernaculaire : Acheub el ibel⁵, Tazia⁶ ;

Aire de répartition générale : Méditerranéen⁶ ;

Type biologique : Thérophyte (annuel)⁷ ;

Habitat : Après les pluies, en pieds isolés ou en petites colonies sur les sols rocailloux, dans les lits d'oued et dépressions ensablées⁷. Dunes, pâturages arides, steppique⁵ ;

Distribution biogéographique : Assez commune dans tout le Sahara⁵.

Description de la plante

Taille : 20 à 30 cm⁷. Plante non visqueuse ; hampes courtes⁵.

- A inflorescences peu fournie⁶.
- A capsules sphériques de 4 à 6 mm de diamètre⁵.
- Graines plissées et à trois angles⁷.

Description du fruit

Taille : 50 mm × 10 mm ;

Couleur externe : Marron clair ;

Type de fruit : Capsule ;

Description de la graine

Forme : Sectoroïde à trois angles plissées ;

Taille : 2,5 mm × 2 mm ;

Couleur : Noir ;

Nombre de graine par fruit : 5 - 8 ;

Utilisation

- Elle est surtout connue pour ses vertus médicinales⁵ ;
- *Pharmacopée* : Elle est utilisée en tisane, poudre et pommades pour les traitements des fièvres, des indigestions, des constipations et des lésions cutanées⁶ ;
- *Intérêt pastoral* : Elle est peu broutée par les dromadaires et les chèvres⁷ ;



BELHADJ F. Z., 2014



G×2.5

BELHADJ F. Z., 2014



G×4.5

BELHADJ F. Z., 2014

⁵ QUEZEL et SANTA 1962, p 194.

⁶ OZENDA 1977, p 131-132.

⁷ <http://www.sahara-nature.com/plantes.php?aff=famille&plante=asphodelus%20tenuifolius>

***Bassia muricata* (Amaranthaceae)**

Nom vernaculaire : Rebir¹⁰ ;

Aire de répartition générale : Saharien⁸ ;

Type biologique : Annuel (Thérophyte)⁸ ;

Habitat : Commun dans tout le Sahara, surtout dans les sols argileux⁹ ;

Distribution biogéographique : Assez commun au Sahara septentrional⁸.

Description de la plante

- Herbe grisâtre, villeuse, pouvant atteindre 80 cm, très rameuse, diffuse⁸.
- Fruit inclus⁸.
- Graine horizontale⁸.

Description du fruit

Forme : Hexagonale ;

Taille : 0,5 mm × 5 ;

Appendice : 3 à 5 épines ;

Couleur externe : Jaunâtre ;

Type de fruit : Akène ;

Description de la graine

Forme : Courbée ;

Appendice : Néant ;

Nombre de graine par fruit : 1 ;

Utilisation

Intérêt pastoral : - Plante broutée par les chèvres et les dromadaires¹⁰.

- Plante broutée par les chameaux¹¹.



⁸ QUEZEL et SANTA 1962, pp 297.

⁹ OZENDA 1977, p 222-226.

¹⁰ CHEHMA 2006, p 62.

¹¹ <http://www.sahara-nature.com/plantes.php?aff=nom&plante=bassia%20muricata>

***Cleome africana* (Capparaceae)**

Nom vernaculaire : *Ahoyyagh*;

Type biologique : Annuel (Thérophyte)¹² ;

Habitat : Dans tout le Sahara. Espèce saharo-arabique ;

Distribution biogéographique : Assez commun au Sahara¹².

Description de la plante

- Taille pouvant atteindre 80 cm,
- Certains exemplaires agglutinent le sable.
- La plante dégage une odeur désagréable.

**Description du fruit**

Taille : 24 mm × 4 mm ;

Couleur externe : Vert ;

Type de fruit : Gousse ;

**Description de la graine**

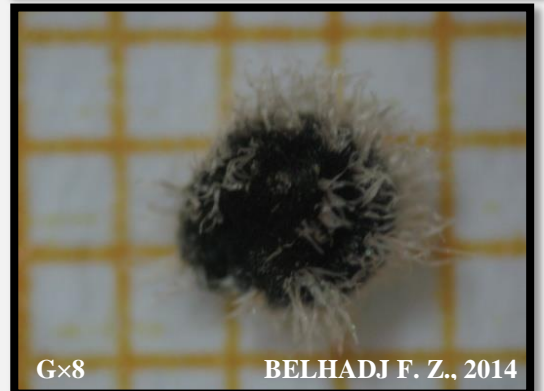
Forme : Arrondie ;

Taille : 2 mm de diamètre ;

Appendice : Poils ;

Couleur : Noir ;

Nombre de graine par fruit : 14 ;

**Utilisation**

- Cette plante est toxique avec des effets hallucinogènes.
- Les animaux broutent peu cette plante.

¹² QUEZEL et SANTA 1962, pp 297.

***Crotalaria saharae* (Fabaceae)**

Nom vernaculaire : Afarfar ;

Type biologique : Annuel (Thérophyte)¹³ ;

Distribution biogéographique : Sahara septentrional, sud marocain, Lybie, Sahara central. Espèce endémique.

Description de la plante

- Elles donnent des gousses arrondies et courtes recouvertes de poils terminées par une pointe fine recourbée.

Description du fruit

Taille : 3 cm × 1 cm ;

Couleur externe : Jaunâtre ;

Type de fruit : Gousse ;

Description de la graine

Forme : Réniforme ;

Taille : 3mm × 2 mm ;

Appendice : Néant ;

Couleur : Jaunâtre ;

Nombre de graine par fruit : 2 - 3 ;

Utilisation

Intérêt pastoral : - Pâturage apprécié des chameaux¹⁴.



¹³ QUEZEL et SANTA 1962, pp 297.

¹⁴ CHEHMA 2006, p 62.

***Ephedra alata* (Ephedraceae)**

Nom vernaculaire : *Alenda, Adam, Alelga* ;

Type biologique : Plant pérenne ;

Habitat : Forme des peuplements important dans le désert ;

Description de la plante

- Arbuste de couleur vert grisâtre, articulé, pouvant atteindre 1 m,

Description du fruit

Taille : 1 cm × 0.5 cm ;

Couleur externe : Vert ;

Type de fruit : Diakène ;

Description de la graine

Forme : Ovoides ;

Appendice : Néant ;

Nombre de graine par fruit : 1 ;

Utilisation

- Propriété antiasthmique, diurétique, hypertenseur, vasoconstricteur.



***Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae)**

Nom vernaculaire : Halib el daba¹⁶, ammaïa¹⁵ - Lebina (اللبينة)¹⁶ ;

Type biologique : Chaméphyte (vivace)¹⁵ ;

Habitat : En pieds isolés et en petits groupes, dans les zones ensablées ;

Distribution biogéographique: Sahara septentrional (Algérie, Tunisie et Libye)¹⁶.

Description de la plante

30 cm à 1m de haut. Plante d'un vert vif à tiges dressées.

- Capsule glabre et lisse¹⁵.

- Graines recouvertes d'une formation

spongieuse blanchâtre, dissociées en crêtes longitudinales¹⁶.

Description du fruit

Forme : Fruit tricoque, à déhiscence triple ;

Taille : 12 mm × 9 mm ;

Appendice : Glabre et lisse ;

Couleur externe : Jaune-blanchâtre ;

Type de fruit : Capsule ;

Description de la graine

Forme : Elliptique ;

Taille : 3 mm × 2 mm ;

Appendice : Crêtes longitudinales ;

Couleur : Marron ;

Nombre de graine par fruit : 3 ;

Utilisation

- *Pharmacopée* : Elle est utilisée contre les morsures de serpent¹⁶ ;

- *Intérêt pastoral* : Comme *Euphorbia cornuta* Pers. Elle est toxique et à éviter pour les animaux¹⁶.



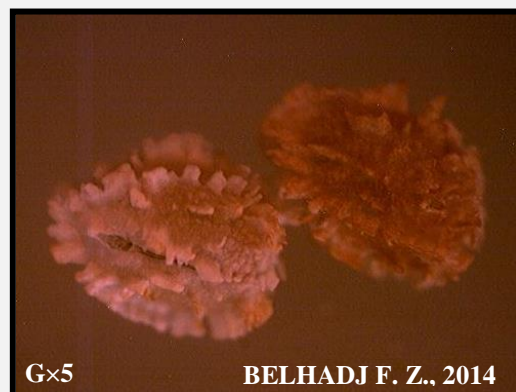
Gx3

BELHADJ F. Z., 2014



Gx3

BELHADJ F. Z., 2014



Gx5

BELHADJ F. Z., 2014

¹⁵ QUEZEL et SANTA 1963, p 600.

¹⁶ CHEHMA 2006, p 78.

***Helianthemum lippii* (Cistaceae)**

Nom vernaculaire : Ergiga¹⁷- Reguig (الرفيق)¹⁸ ;

Type biologique : Chaméphyte (vivace)¹⁷ ;

Habitat : Pâturages désertiques, rocailles, sable¹⁷ ;

Distribution biogéographique: Commun dans tout le Sahara¹⁸ .

Description de la plante

Arbrisseau vivace très rameux, haute de 30 à 40 cm¹⁷.

Plante très variable¹⁷

Description du fruit

Type de fruit : Capsule ;

Description de la graine

Forme : Ovale ;

Taille : 1,5 mm × 0,8 mm ;

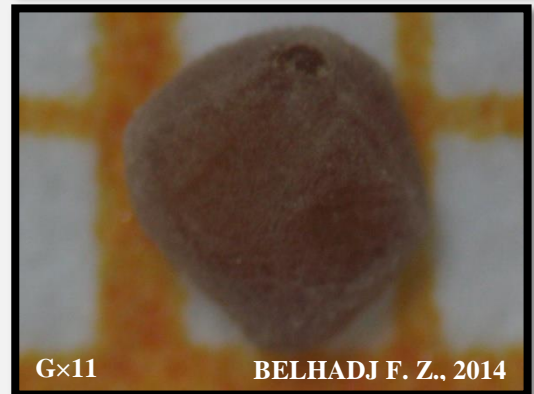
Couleur : Marron ;

Utilisation

- C'est au pied de cette plante que pousse la « Terfas » (*Terfezai ovalispora*), délicieuse truffe blanche¹⁹ ;

- *Pharmacopée* : Elle est utilisée, en poudre ou en compresse, pour les traitements des lésions cutanées¹⁷ ;

- *Intérêt pastoral* : Elle est très appréciée par les dromadaires et les chèvres¹⁸ ;



¹⁷ QUEZEL et SANTA 1963, p 703.

¹⁸ CHEHMA 2006, p 73.

¹⁹ <http://www.sahara-nature.com/plantes.php?aff=famille&plante=helianthemum%20lippii>

***Launaea resedifolia* (Asteraceae)**

Nom vernaculaire : Azim²⁰ ;

Aire de répartition générale : Méditerranéen- Sahara- Sindien²⁰ ;

Type biologique : Chaméphyte (vivace)²¹ ;

Distribution biogéographique: Très commun au Sahara septentrional²⁰.

Description de la plante

Plante robuste, dressée²⁰. Plante herbacée bisannuelle,

Taille : 20 à 40 cm²¹ ; Plante élancée²¹ ;

- Akènes de 4-7 mm de longueur⁴, lisses ou veloutés, à côtes prolongées à la base en 4 éperons aigus². Les akènes de la périphérie du capitule sont souvent un peu différents des autres, en particulier plus velus²⁰ ;



BELHADJ F. Z., 2014

Description du fruit

Type de fruit : Akène ;

Description de la graine

Forme : Allongée ;

Taille : 6 mm × 0,2 mm ;

Appendice : Aigrette de soies blanches ;

Couleur : Marron ;



G×1

BELHADJ F. Z., 2014

Utilisation

- La plante contient un latex blanc²⁰ ;

- *Pharmacopée* : Utilisée en tisane pour les maladies de foie²⁰ ;

- Pour les femmes qui allaitent, manger les feuilles fraîches donnerait du lait²¹.



G×3

BELHADJ F. Z., 2014

²⁰ QUEZEL et SANTA 1963, pp 1075.

²¹ <http://www.sahara-nature.com/plantes.php?aff=famille&plante=launaea%20resedifolia>

Mantiscalca duriaei (Asteraceae)

Type biologique : Thérophyte (annuel) ;

Distribution biogéographique: Rare au Sahara septentrional.

Description de la plante

Plante de 20-100 cm ;

- Capitules purpurins ;
- Akènes dimorphes; les extérieurs plus petits, dépourvus d'aigrette ou à aigrette très réduite ;

Description du fruit

Type de fruit : Akène ;

Description de la graine

Forme : Cylindrique ou légèrement conique ;

Taille : 4 mm × 2-1 mm ;

Appendice : Double aigrette ;

Couleur : Brunâtre ;



***Oudneya africana* (Brassicaceae)**

Nom vernaculaire : Eulga²², Henat l'ibel (حنة الابل)²³ ;

Type biologique : Chaméphyte (vivace)²⁴ ;

Habitat : Rocailles désertiques, gypse²² ;

Distribution biogéographique : Espèce endémique présente dans le Sahara septentrional (Algérie, Tunisie, Libye)²⁴.

Description de la plante

Arbrisseau très rameux²³, taille : 50 cm à 1,50 m²⁴.

Plante buissonnante glabre très rameuse²⁴.

- Siliques planes, dressées, à marge \pm ondulées de 3-6 cm, atténuées en bec court (1,5-3 mm)²². Siliques laissant voir les graines disposées sur deux rangs superposés²⁴.

- Fruits cylindriques étroits, contenant 12 à 20 graines ailées, insérées sur deux rangs²⁵.

Description du fruit

Forme : Planes, dressées, à marge \pm ondulées ;

Taille : 3-6 cm \times 0,5-0,8 cm ;

Appendice : Un bec court ;

Couleur externe : Marron clair ;

Type de fruit : Siliques ;

**Description de la graine**

Forme : Lenticulaire ;

Taille : 7 mm \times 5 mm ;

Appendice : Aile membraneuse ;

Couleur : Jaune ;

Nombre de graine par fruit : 10-15 ;



²² QUEZEL et SANTA 1962, p 396.

²³ CHEHMA 2006, p 51.

²⁴ <http://www.sahara-nature.com/plantes.php?aff=famille&plante=oudneya%20africana>

²⁵ OZENDA 1977, p 259.

***Plantago ciliata* (Plantaginaceae)**

Nom vernaculaire : Zelfana²⁷, Annadam²⁶ ;

Type biologique : Thérophyte (annuel)²⁶ ;

Habitat : Sur les sols sableux et gravillonnaires, dans les dépressions et les lits d'oueds²⁷ ;

Distribution biogéographique: Très commun au Sahara septentrional²⁶.

Description de la plante

Plante des sables désertiques²⁷. 10 à 15 cm de haut²⁶.

- Le fruit est une pyxide (capsule s'ouvrant par une fente circulaire)²⁷.

Description du fruit

Forme : Fusiforme ;

Taille : 1 mm de diamètre ;

Appendice : 3 sépales ;

Couleur externe : Blanc ;

Type de fruit : Pyxide ;

Description de la graine

Forme : Sectoroïde ;

Taille : 3 mm × 2 mm ;

Couleur : Blanche aux tâches marron ;

Nombre de graine par fruit : 2 ;

Utilisation

- *Alimentation* : Autrefois, les graines étaient utilisées en farine pour faire des galettes et des bouillies²⁷ ;

- *Pharmacopée* : Elle est utilisée comme cicatrisante des blessures et pour les traitements des inflammations de la gorge et des ulcères²⁶ ;

- *Intérêt pastoral* : Cette plante est très appréciée par les dromadaires et les chèvres²⁶.



²⁶ QUEZEL et SANTA 1963, p 864.

²⁷ CHEHMA 2006, p 104.

***Zilla macroptera* (Brassicaceae)**

Type biologique : Thérophyte (annuel) ;

Distribution biogéographique: Espèce endémique du Sahara nord-occidental : Mzab, Tademaït, Sud oranais et Sud-Est marocain.

Description de la plante

Plante des sables désertiques

Taille : 20 à 60 cm.

-Plante glabre, épineuse, vert bleuté, formant une boule très dense.

Feuilles sessiles, charnues, en spatule, présentent sur les jeunes rameaux.

Fleurs violettes, pratiquement sans pétiole.

- Le fruit est un silicule à quatre ailes.

Description du fruit

Couleur externe : Vert claire ;

Type de fruit : Silicule ;



III.2.- Caractérisation physiologique des graines

III.2.1.- Mucilage

Le mucilage joue de nombreux rôles écologiques dans l'adaptation des plantes à des environnements divers, en particulier l'extrême désert (YANG *et al.*, 2012).

Lors de l'exposition à l'eau, le mucilage hydrophile permet l'expansion de la paroi primaire qui se développe pour encapsuler les semences, sans doute pour la dispersion, la protection et/ou l'hydratation (WESTERN., 2012).

Après imbibition, toutes les graines des espèces testées ont développé ce qu'on appelle le mucilage après des intervalles de temps différents.

Par exemple, les graines de : *Asphodelus refractus* (Photo 06), *Helianthemum lippii*, *Euphorbia guyoniana*, *Plantago ciliata* et *Oudneya africana* s'entourent en quelques secondes à quelques minutes d'un halo de mucilage, sous l'aspect d'une capsule translucide gélatineuse visible à l'œil nu ; les autres espèces ne le font que par la suite.

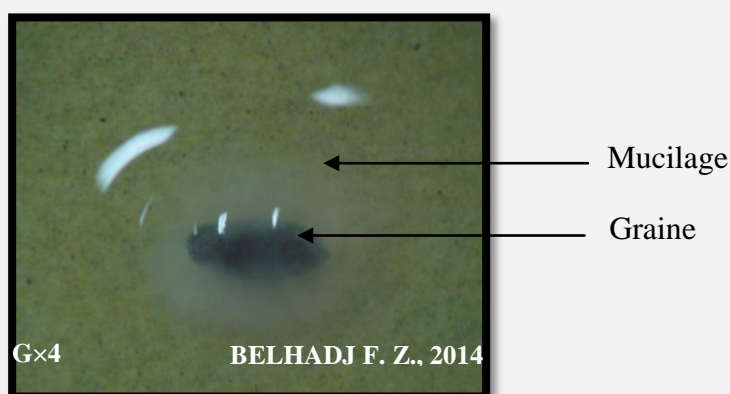


Photo 05 : Formation de mucilage chez *Asphodelus refractus*.

Vu l'importance de ce paramètre, des mesures de mucilage ont été enregistrées. Nous avons constaté des différences d'une espèce à l'autre, pour une éventuelle analyse appropriée. Les mensurations ont été prises à la fin des germinations (Tab. II).

Tableau II : Les mensurations du mucilage des graines des plantes testées.

Espèce	Paramètres	Temp. 25°C		Temp. 45°C		Lumière	
		Long.*	Larg.*	Long.*	Larg.*	Long.*	Larg.*
<i>Ephedra alata</i>		1	0.8	1	0.3	1	0.5
<i>Asphodelus refractus</i>		0.4	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3
<i>Mantisalca duriaei</i>		0.5	0.2	0.4	0.1	0.3	0.1
<i>Helianthemum lippii</i>		0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Euphorbia guyoniana</i>		0.4	0.3	0.4	0.1	0.5	0.5
<i>Plantago ciliata</i>		0.6	0.4	0.6	0.3	0.5	0.3
<i>Crotalaria saharae</i>		0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<i>Oudneya africana</i>		0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>Zilla macroptera</i>		1.2	0.5	0.3	0.2	0.7	0.3
<i>Bassia muricata</i>		0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
<i>Launaea resedifolia</i>		1	0.8	-	-	0.7	0.6
<i>Aristida adscensionis</i>		1	0.2	-	-	2	0.1
<i>Aristida plumosa L.</i>		3-5	0.1	-	-	5	0.1
<i>Sp14</i>		0.5	0.3	0.5	0.2	0.6	0.3
<i>Cleome africana</i>		0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2

On remarque que le diamètre du mucilage est fonction de la taille de la graine et de la température ambiante.

Le mucilage est composé principalement des pectines et des hémicelluloses produites par l'appareil de Golgi dans les cellules épidermiques des graines de certaines espèces (WESTERN *et al.*, 2000, 2012).

Tout d'abord, le mucilage conserve l'humidité des graines en cours de germination et le début de la croissance des semis (YANG *et al.*, 2010), et augmente l'humidité de la graine, ce qui réduit la perte d'eau par l'élargissement de la zone de contact de la semence avec de la terre (SUN *et al.*, 2012).

Deuxièmement, le mucilage permet l'adhérence à la surface du sol. Une fois déshydraté, le mucilage empêche une dispersion accrue de la graine par la pluie et par le vent et de la collecte par les fourmis ou autres prédateurs de graines (GUTTERMAN et SHEM-TOV, 1997 ; HUANG *et al.*, 2012).

Selon GORAI (2013), Le mucilage diminue la germination en particulier à 10 °C, à cause de l'interruption de la consommation d'oxygène chez *Oudneya sp.*

III.2.2.- Type de germination

Après quelques jours de mise en germination, nous avons observé une certaine hétérogénéité des graines germées (Tab. III), d'autres n'ont pas germé du tout (Tab. IV).

Tableau III : Les espèces étudiées dont les graines ont germé.







 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>	 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>
<i>Asphodelus refractus</i>	<i>Oudneya africana</i>
 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>	 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>
<i>Plantago ciliata</i>	<i>Euphorbia guyoniana</i>
 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>	 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>
<i>Cleome africana</i>	<i>Mantisalca duriaei</i>

Tableau III : Les espèces étudiées dont les graines ont germé (suite)

 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>	 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>
<i>Launaea resedifolia</i>	<i>Helianthemum lippii</i>
 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>	 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>
Sp 05	<i>Bassia muricata</i>
 <p>G×4 BELHADJ F. Z., 2014</p>	
<i>Crotalaria saharae</i>	

Tableau IV : Les espèces étudiées dont les graines n'ont pas germé.

Espèce	Différents tests	Observations
<i>Aristida adscensionis</i>	Température ,intensité lumineuse ,salinité ,acide gibbérellique	Aucune réaction n'a été remarquée sur la germination
<i>Aristida plumosa</i> L.	Température ,intensité lumineuse ,salinité ,acide gibbérellique	Aucune réaction n'a été remarquée sur la germination
<i>Ephedra alata</i>	Température ,intensité lumineuse ,salinité ,acide gibbérellique	Aucune réaction n'a été remarquée sur la germination
<i>Zilla macroptera</i>	Température ,intensité lumineuse, salinité, acide gibbérellique	Aucune réaction n'a été remarquée sur la germination

Dans le cas des graines germées, on a remarqué les deux types de germination :

1. Germination hypogée : lors de la germination hypogée le cotylédon reste dans le sol. La tigelle ne se développe pas comme chez *Asphodelus refractus* (Photo 06).



Photo 06 : Germination hypogée chez *Asphodelus refractus*.

2. Germination épigée : le cotylédon sort du sol car il y a un accroissement rapide de la tigelle comme chez *Crotalaria saharae* (Photo 07).

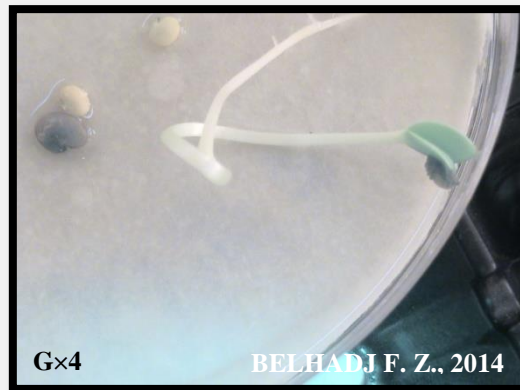


Photo 07 : Germination épigée chez *Crotalaria saharae*.

Dans certains cas, les graines n'ont pas germées, cela est lié probablement aux obstacles de la germination qui sont nombreux et qui peuvent avoir diverses origines.

COME (1970) a résumé les conditions influençant la germination ainsi :

- Les conditions avant la récolte (origine géographique, taille et état physiologique des semences) ;
- Les traitements après la récolte (âge des semences, stockage)
- Et en fin les conditions de germination.

Divers auteurs ont étudié la variabilité de la germination des semences suivant leur grosseur et la place qu'elles occupent sur l'inflorescence (THOMAS et *al.*, 1978 ; JUZEIN, 1980) à laquelle s'ajoute l'incidence des conditions de maturation des fruits (GUTTERMAN, 1978) ainsi que l'état de maturité des semences au moment de la récolte (MAUN, 1974).

La germination est un exercice risqué, et un transit irréversible entre la phase de vie la plus tolérante (par exemple à la sécheresse) et la phase de vie la plus sensible. Donc, les semences qui ont un tégument imperméable ne sont pas capables de s'hydrater et de germer même en contact avec de l'eau libre, elles sont définies comme «graines dures» (KIGEL, 1995).

Cette caractéristique de la graine est commune dans les Fabaceae et quelques autres familles de plantes typiques des zones arides et semi-arides par exemple chez *Retama sp.* (ROLSTON, 1978).

D'un autre côté, ALETA (1997) signale que le taux de germination des différentes espèces du genre *Pistacia* dépend largement de l'espèce : *P. integerrima* 33,2%, *P. palestina* 41,2%, *P.*

III.2.3.- Etude de l'effet de la température

La température a deux actions :

* Soit directe par l'augmentation de vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour la quelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (MAZLIAK, 1982) ;

* Soit indirect par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (CHAUSSAT et *al.*, 1975).

La température peut influencer les activités enzymatiques, la perméabilité des membranes et l'entrée d'oxygène. On peut donc parler de température optimale de germination qui s'entoure d'une plage de tolérance (gamme de température).

a.- Effet de la température (25°C)

La température joue un rôle important dans la germination des graines, d'après les tests réalisés sur les quinze espèces dans la température de 25°C.

On a remarqué différents pourcentages des graines germées qui fluctuent d'une espèce à l'autre, le cas de *Mantisalca duriaei* représente le pourcentage le plus élevé (22%), alors que les cinq espèces : *Helianthemum lippii*, *Plantago ciliata*, *Bassia muricata*, *Launaea resedifolia*, *Cleome africana* ont révélé un pourcentage moins élevé (entre 8% et 17%) alors un même pourcentage est obtenu pour les espèces : *Euphorbia guyoniana*, *Crotalaria saharae*, *Oudneya africana* (5%) par contre le pourcentage le plus faible est obtenu chez *Asphodelus refractus* et *Sp.14* avec (3%) (Fig. 10).

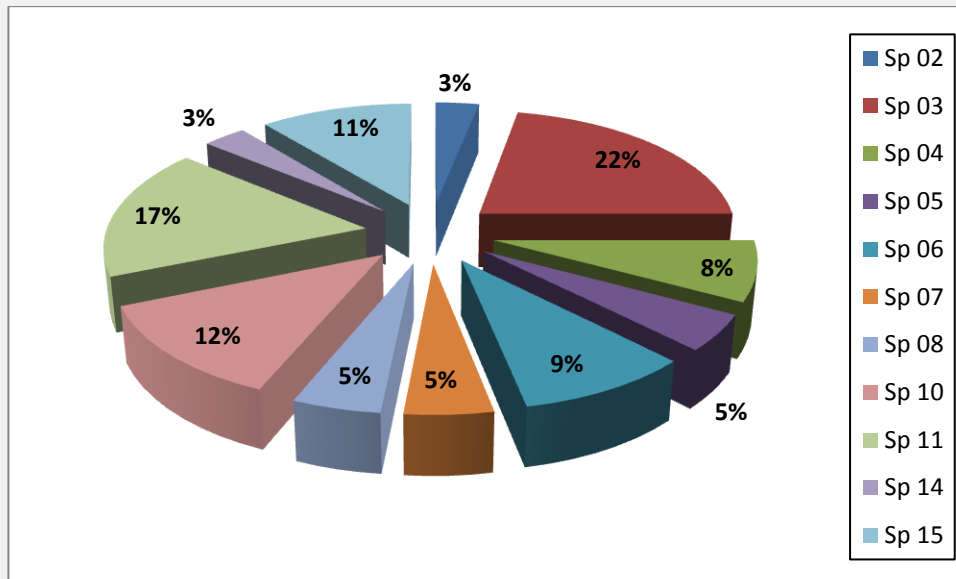


Figure 10 : Pourcentage des graines germées selon les espèces à 25°C

Les observations quotidiennes du taux de germination nous ont permis d’avoir une idée sur la vitesse de germination. L’ensemble des espèces ont germées depuis le 8^{ème} jour.

La vitesse de germination a augmenté d’une façon croissante jusqu’au 28^{ème} jour pour la totalité d’espèces germées (Fig. 11).

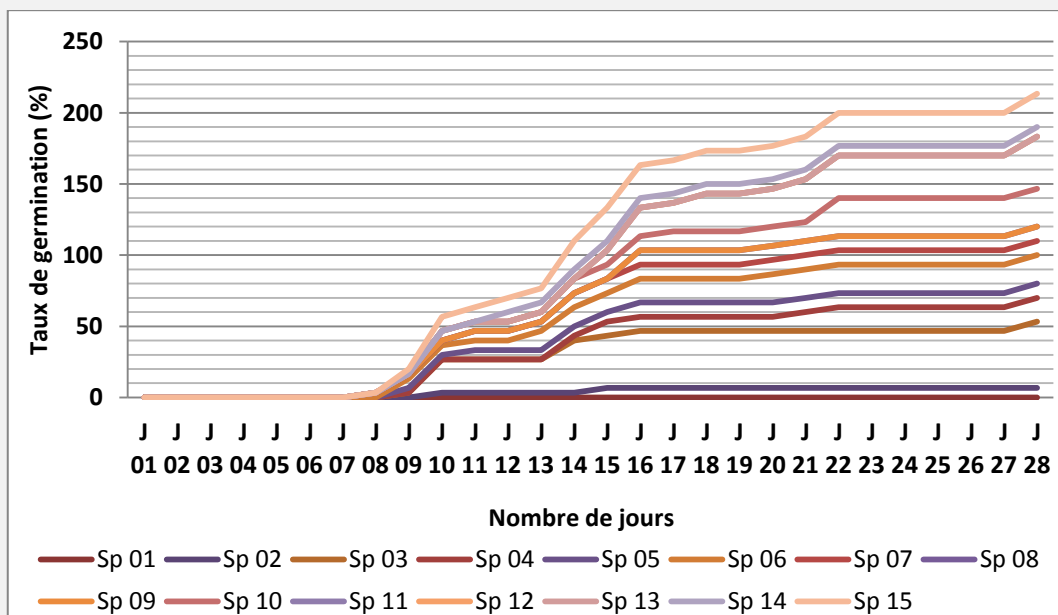


Figure 11 : Taux quotidiens de germination des graines testées sous l’effet de la température (25°C).

Plusieurs auteurs constatent que la majorité des espèces sont capable de germer entre 20°C et 25°C même si certaines d'entre elles préfèrent germer à des températures plus élevées (*Acacia raddiana*) ou plus basses (*Astragalus armatus*)

C'est le cas des espèces étudiées qui ont manifesté leur pouvoir germinatif à cette température.

TEKETAY (1996) signal que la plus part des légumineuses des zones sèches germent mieux à un intervalle de température allant de 15°C à 40°C.

NEFFATI (1997) a signalé aussi que dans les zones arides les légumineuses peuvent germer sous une large gamme de température dont la plus part préfèrent celle de 20°C. Une analyse de variance a été faite pour montrer la signification (Fig. 12).

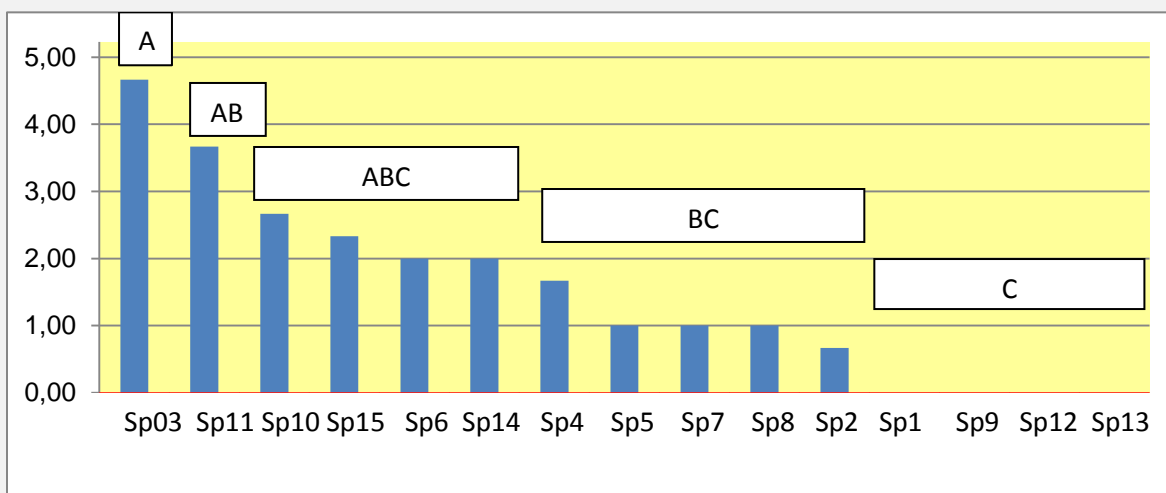


Figure 12 : Analyse de variance de taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (25°C). P=0.000.

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	121,244	44	2,756		
Var.FACTEUR 1	83,244	14	5,946	4,694	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	38,000	30	1,267		

b.- Effet de la température (45°C)

Malgré la provenance des graines testées d'une région saharienne mais plusieurs espèces n'ont pas germés à 45°C. A l'exception de quatre espèces : *Cleome africana*, *Euphorbia guyoniana*, avec 43% 29% respectivement alors que *Asphodelus refractus* et *Plantago ciliata* ont le même pourcentage de graines germées (14%) (Fig. 13).

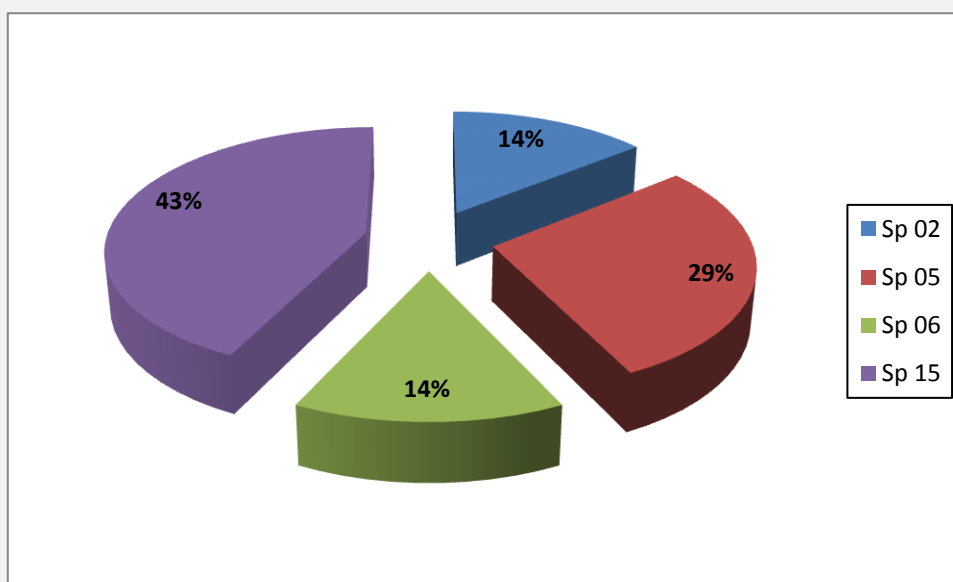


Figure 13 : Pourcentage des graines germées selon les espèces à 45°C

Même si les premières germinations étaient un peu en retard (11^{ème} jour) par rapport à celles notées à 25°C, la vitesse de germination reste constante pour quelques jours puis elle croît successivement jusqu'au 24^{ème} jour (Fig. 14).

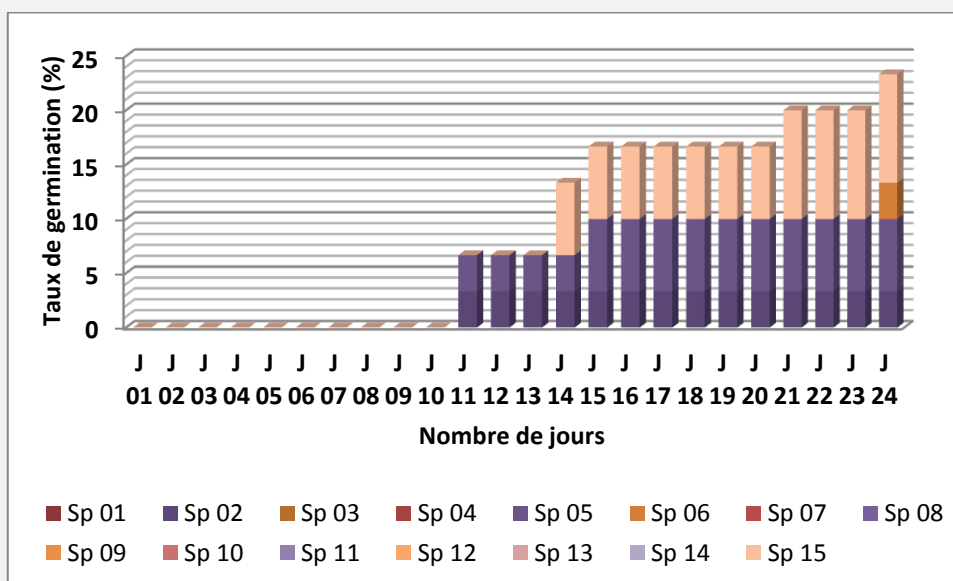


Figure 14 : Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (45°C)

La disponibilité de l'eau est un facteur limitant majeur pour la mise en place des espèces de plantes des régions arides et semi-arides.

Les conditions d'humidité interviennent directement avant et pendant la germination. Elles jouent un rôle dominant dans la régulation de la germination dans ces environnements secs (ADAMS, 1999).

Acacia tortilis préfère germer à des températures élevées. Une température de 30°C est nécessaire pour assurer la germination maximale des graines, cette température correspond à la température la plus favorable au développement de cet arbre dans son milieu naturel (*Acacia* sp.).

La température augmente la vitesse enzymatique puisque l'interaction entre l'enzyme et son substrat devient plus importante à forte température, la vitesse augmente d'une façon exponentielle avec la température.

Mais, l'enzyme est une protéine et à partir d'une certaine température, sa structure se modifie. A fortes températures la protéine se dénature et perd donc une partie de son activité enzymatique. Cette dernière sera donc la résultante de la variation de la vitesse de la réaction enzymatique et du pourcentage de dénaturation de l'enzyme en fonction de la température. Ainsi, l'activité enzymatique augmente jusqu'à une température optimale puis diminue pour atteindre une activité nulle à de grandes températures.

A la température optimale l'activité enzymatique est la plus importante. Cette température optimale varie d'une enzyme à une autre. Par exemple, graines de certaines espèces (comme le cèdre endémique *Lesquerella lyrata* Rollins (Brassicaceae) (BASKIN et BASKIN, 2000).

Les températures élevées du sol (MCKEON et MOTT, 1982) et le feu (BASKIN et BASKIN, 1997) sont connus par leur pouvoir de pour lever la dormance physique dans certaines espèces.

Une analyse de variance a été faite pour montrer la signification (Fig. 15).

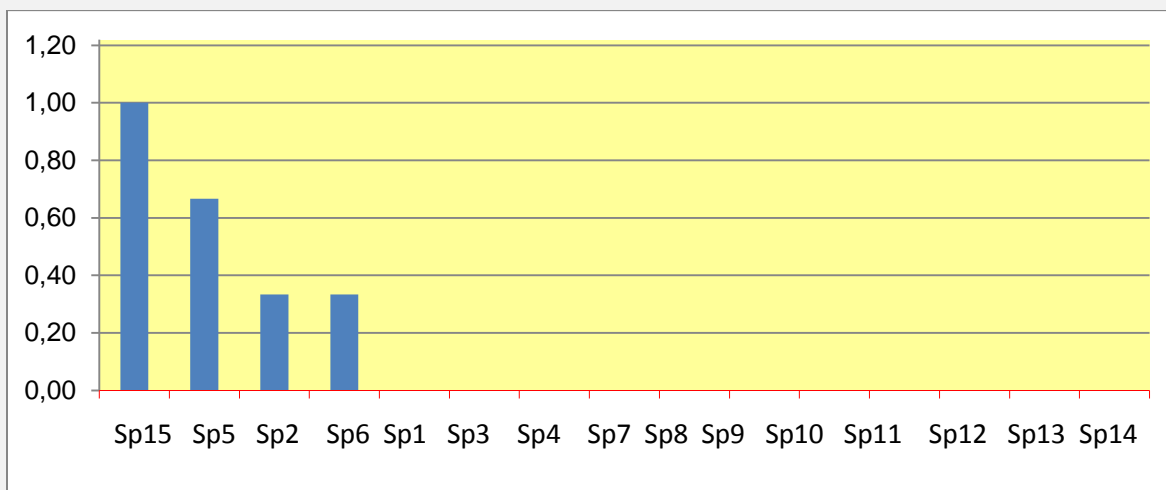


Figure 15 : Analyse de variance de taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (45°C). P=0.214.

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	9,911	44		0,225	
Var.FACTEUR 1	3,911	14		1,397	0,214
VAR.RESIDUELLE 1	6,000	30		0,200	

c.- Effet du froid (5°C)

Pour stimuler la germination des plantes qui n'ont pas germées on a procédé à Un autre test est le stress salin.

On a du tenter l'effet des basses températures dans un autre essai dont les résultats sont comme suit : le taux de germination le plus élevé est de 39% pour *Mantisalca duriaei*, suivi par les espèces : *Bassia muricata*, *Cleome africana*, *Launaea resedifolia*, *Euphorbia guyoniana* (8% à 19%) et enfin des faibles pourcentages ont été obtenu chez les espèces : *Plantago ciliata*, *Oudneya africana* (2% à 3%) (Fig. 16).

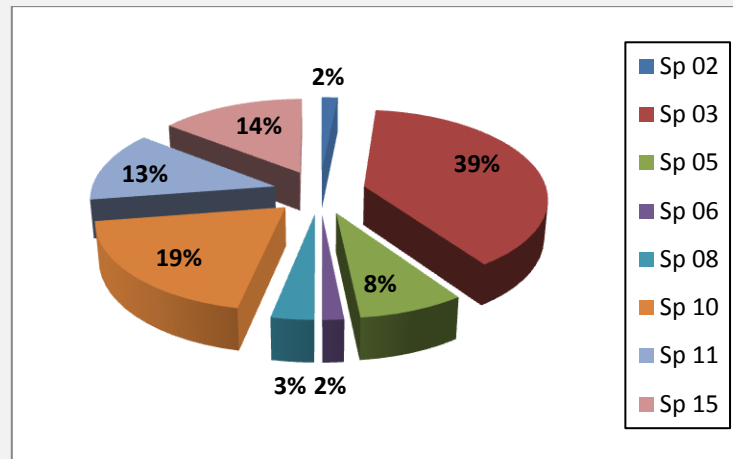


Figure 16 : Pourcentage des graines germées selon les espèces à 5°C

La figure 17 montre que la vitesse de germination évolue progressivement de puis le 9^{ème} jour jusqu'au 24^{ème} jour.

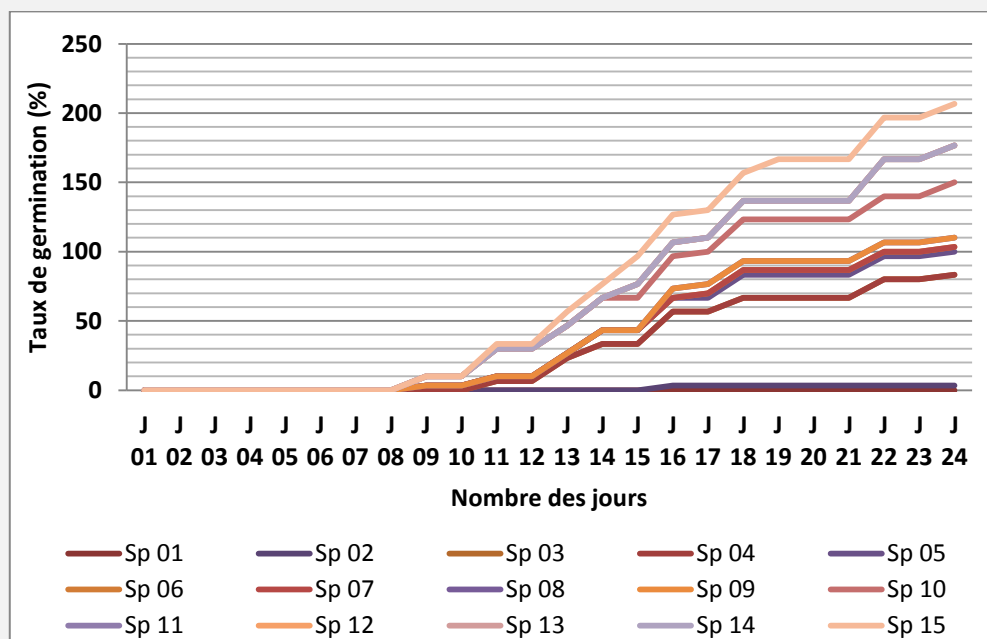


Figure 17 : Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (5°C)

Pour les températures inférieures, la chaleur du milieu apporte un supplément d'énergie qui facilite la réaction enzymatique.

La température et la salinité ont été rapportés pour interagirent et affectant la germination des graines de plantes halophiles. Ce fait pourrait être lié à des régions écologiques du monde où ils appartiennent (KHAN et GUL, 2006). Les données ont

montré que l'intervalle de 10-20 °C est la thermo-période la plus favorable à la germination de *Salsola vermiculata* (g salsola).

Une analyse de variance a été faite pour montrer la signification (Fig. 18).

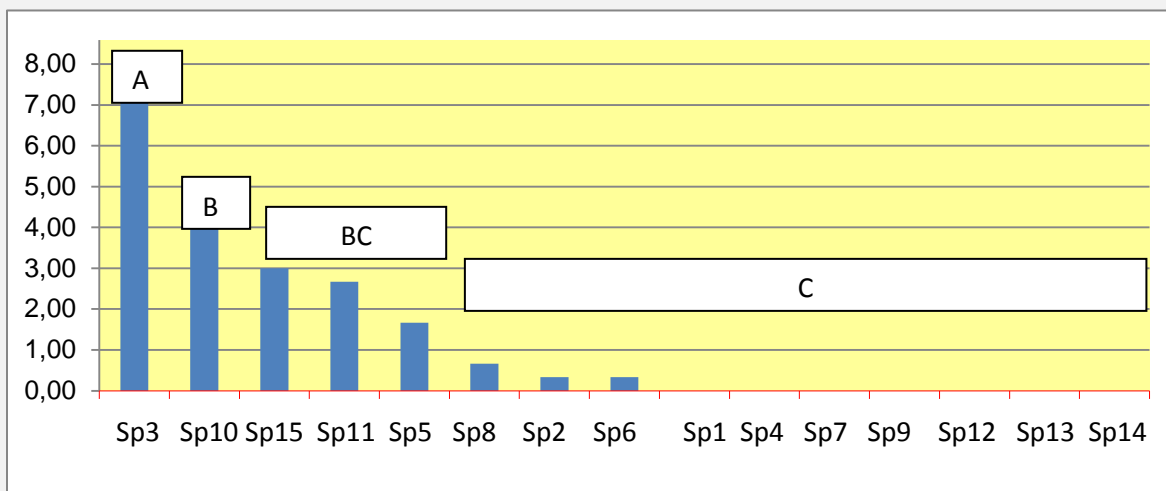


Figure 18 : Analyse de variance de taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de la température (5°C) P= 0.000

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	254,578	44	5,786		
Var.FACTEUR 1	213,244	14	15,232	11,055	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	41,333	30	1,378		

d.- Effet des différentes températures

Si on compare les taux quotidiens de germination pour chaque espèce sous l'effet de différentes températures on constate que les espèces : *Mantisalca duriaei*, *Euphorbia guyoniana*, *Bassia muricata* et *Cleome africana* germent beaucoup plus au froid (5°C) contrairement aux espèces : *Helianthemum lippii*, *Plantago ciliata*, *Crotalaria saharae*, *Oudneya africana*, *Launaea resedifolia* et *Sp.14* qui germent mieux à la température 25°C et en dernier reste *Euphorbia guyoniana*, *Plantago ciliata* et *Cleome africana* à la température (45°C) (Fig. 19).

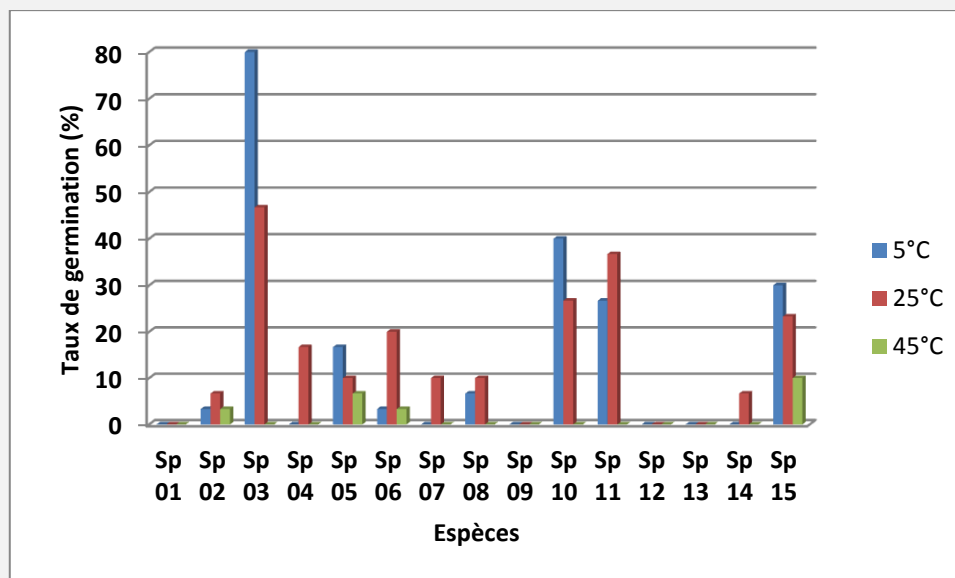


Figure 19 : Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet des températures (5°C, 25°C et 45°C)

Plus la température est élevée dans la plage testée de 13°C à 20°C, plus la germination et la levée sont rapides. Cet optimum de température a été observé pour le Chêne pédonculé (SUSKA et *al.*, 1994).

Le test ISTA à 20°C constante correspond effectivement sur la plage de températures testées (13-20°C) à un optimum en matière de vitesse de germination.

Si une température de 20°C correspond bien à un optimum en matière de vitesse et de taux de levée, elle induit aussi un développement simultané.

Une analyse de variance a été faite pour montrer la signification :

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	491,970	134	3,671		
Var.FACTEUR 1	46,504	2	23,252	14,532	0,000
Var.FACTEUR 2	181,081	14	12,934	8,084	0,000
Var.INTER F1*2	120,385	28	4,299	2,687	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	144,000	90	1,600		

III.2.4.- Effet de lumière

La lumière est l'un des facteurs influençant la germination mais chez les espèces étudiées les taux de germination étaient plus élevés à l'obscurité sauf pour l'espèce *Helianthemum lippii* qui germe plus en présence de la lumière (Fig. 20).

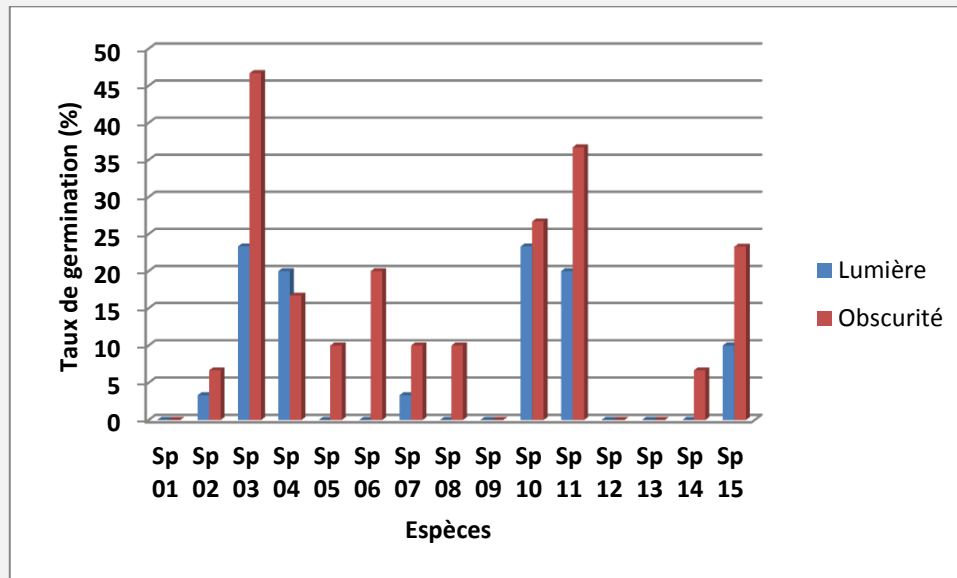


Figure 20 : Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de lumière

La lumière est également un élément déclenchant la germination de beaucoup de graines, à tel point que de nombreux agriculteurs labourent de nuit pour limiter la levée des mauvaises herbes. Cette propriété est assurée par de véritables photorécepteurs et permet à une graine de germer plus facilement quand les jours s'allongent (plutôt que quand ils rétrécissent) ou de ne germer que quand elle est remise à la surface après avoir été enterrée à la suite de fortes pluies par exemple. Il est donc recommandé de stocker les graines à l'obscurité et de semer sous bonne luminosité. De nombreux ouvrages recommandent cependant de semer à l'ombre car la lumière favorise l'apparition d'algues et mousses de surface qui vont étouffer les jeunes plantules (LAURENT, 2000).

Une analyse de variance a été faite pour montrer la signification :

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	1578,865	89	17,740		
Var.FACTEUR 1	113,749	1	113,749	23,483	0,000
Var.FACTEUR 2	1057,280	14	75,520	15,591	0,000
Var.INTER F1*2	117,205	14	8,372	1,728	0,073
VAR.RESIDUELLE 1	290,630	60	4,844		

III.2.5.- Effet de salinité

Les résultats obtenus n'étaient enregistrés meilleurs que chez l'espèce qui a toléré toutes les concentrations et a pu germer qui est *Asphodelus refractus* alors que les espèces : *Mantisalca duriaei*, *Helianthemum lippii*, *Crotalaria saharae*, *Oudneya africana*, *Bassia muricata* et *Launaea resedifolia* avaient un taux de germination fluctuant seulement au témoin (0mM) (Fig. 21).

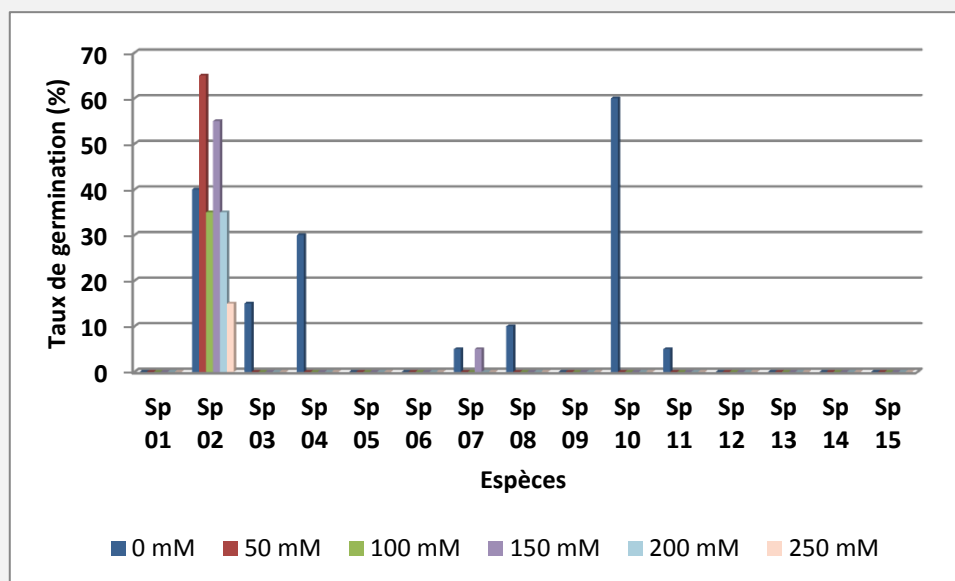


Figure 21 : Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet du sel

Selon leur degré de tolérance au sel, les plantes sont divisées en halophytes (une tolérance au sel) et glycophytes (sensible au sel).

Les graines qui sont en mesure de répondre efficacement aux conditions d'environnement et de modifier leur comportement de germination seront plus de chances de survivre et de s'établir. Tolérance à la salinité pendant la germination est essentiel pour

la mise en place de plantes dans une solution de plus en plus saline dans le sol des régions arides et semi-arides (CHAPMAN, 1974; UNGAR, 1995).

Il a été démontré que la structure morphologique des semences est liée à la stratégie de tolérance au sel de plusieurs halophytes (KHAN et QAISER, 2006; SHARMA et SEN, 1989; SONG et *al.*, 2005).

L'influence de la salinité sur la germination est toutefois fort complexe, en raison notamment des phénomènes de dormance fréquemment observés chez les halophytes (BINET, 1968).

Les conditions optimales pour la germination sont réalisées en l'absence de NaCl dans le milieu, ce qui confirme la règle quasi-générale sur la germination des halophytes. La plupart des auteurs s'accordent pour admettre que chez les halophytes, comme chez les glycophytes, la capacité de germination est plus élevée dans les milieux non salés; la présence de NaCl entraîne une augmentation de la durée des processus de germination et retarde par conséquent la levée (BINET, 1964 ; LANGLOI, 1966 ; BOUCAUD, 1967 ; GROUSIS, 1973).

Ces résultats concordent ceux obtenus par plusieurs autres auteurs concernant la germination des semences (GROUSIS, 1973 ; BLISS et *al.*, 1986 ; DORGHAM, 1989 ; ISMAIL, 1990 ; NEFFATI, 1994) et qui ont indiqué que les semences de la plupart des halophytes atteignent leur germination maximale dans l'eau distillée. Plusieurs études ont indiqué que les semences des glycophytes et des halophytes répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination (ISMAIL, 1990).

L'étude de l'effet du stress salin a révélé que l'élévation de la concentration du chlorure de sodium Na Cl provoque une diminution de taux et de temps moyen de germination à des fortes doses. Toutefois l'*Acacia* sp. Tolère la salinité jusqu'à une concentration de 15 g/l (*Acacia*).

L'analyse de variance a été très hautement significative :

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	4933,574	269	18,340		
Var.FACTEUR 1	320,463	5	64,093	40,432	0,000
Var.FACTEUR 2	2849,630	14	203,545	128,405	0,000
Var.INTER F1*2	1478,148	70	21,116	13,321	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	285,333	180	1,585		

III.3.- Levée de dormance des graines par l'acide gibbérellique

La dormance des semences et le contrôle du moment de la germination est une partie importante de la compréhension comment une espèce est adaptée à son habitat.

C'est, la dormance des graines et le moment de la germination qui sont des éléments importants dans des stratégies d'histoire de vie des plantes (REES, 1997), et ils peuvent aider à moduler la répartition et l'abondance d'une espèce de plantes (HANDLEY et DAVY, 2005).

Il existe plusieurs types de dormance des graines de mauvaises herbes est causée par différents processus physiologiques ou contraintes mécaniques de la graine. La classification de chaque type de dormance est basée entre autres sur ces mécanismes (BASKIN et BASKIN, 2004).

L'effet inhibiteur des téguments a été signalé chez de nombreuses essences ligneuses, à savoir : *Pistacia atlantica* (AÏT RADI, 1979), *Olea laperrini* (BERRAR et BOUGUEDOURA, 2000), *Argania spinosa* (DERRIDJ *et al.*, 2000) et *Balanites aegyptiaca* (TRAORE, 2002).

Pour essayer de lever la dormance des espèces qui n'ont pas germé, on a procédé à l'utilisation de l'acide gibbérellique pour induire la germination. Vu qu'il est connu pour stimuler la germination des graines en induisant notamment des enzymes hydrolytiques conduisant à l'affaiblissement des enveloppes de la graine, en induisant la mobilisation des réserves et en stimulant l'expansion de l'embryon (BEWLEY et BLACK, 1994).

Les gibbérellines sont des hormones qui contribuent également à la levée de la dormance des graines c'est pour ça qu'on a du opter ce test.

Les espèces : *Ephedra alata*, *Euphorbia guyoniana*, *Plantago ciliata*, *Aristida adscensionis*, *Aristida plumosa* et *Sp.14* n'ont pas germé aux différentes concentrations.

Les espèces : *Asphodelus refractus*, *Mantiscalca duriaei*, *Launaea resedifolia* ont présenté les meilleurs taux de germination avec les différentes concentrations suivi par les espèces : *Cleome africana*, *Bassia muricata*, *Crotalaria saharae*, *Oudneya africana*, *Zilla macroptera*. En fin, L'espèce *Helianthemum lippii* n'a germé qu'au témoin (Fig. 22).

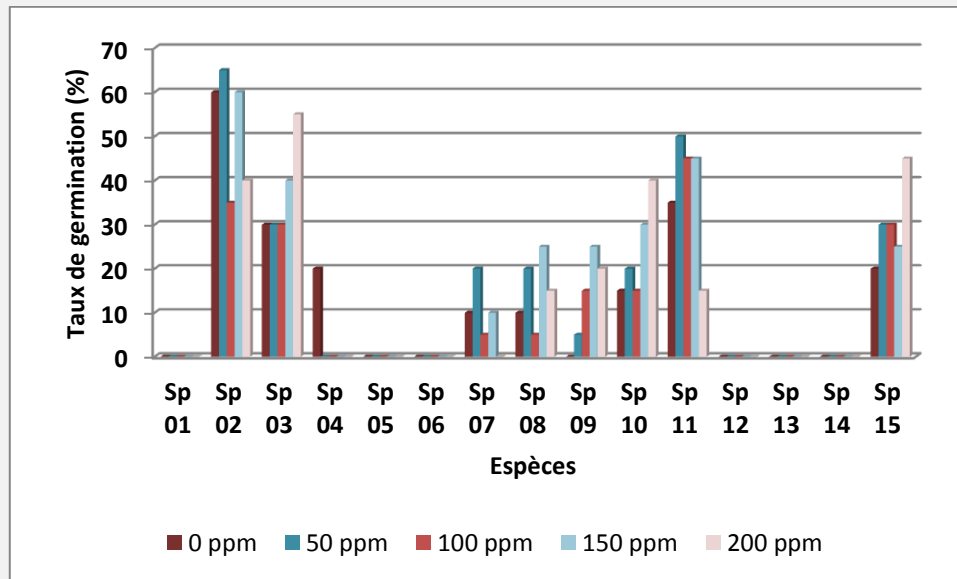


Figure 22 : Taux quotidiens de germination des graines testées sous l'effet de l'acide gibbérellique.

L'acide gibbérellique (GA-3) améliore la croissance de la roselle en serre. Cette action se traduit par des augmentations des taux de germination des graines, de croissance longitudinale et radiale des tiges, et de surfaces foliaires des plantes. La gamme de concentrations inductrices est large, et varie entre 10^{-8} M et 10^{-1} M, avec un effet significatif optimal à 10^{-2} M.

L'hormone végétale d'abscission, l'acide abscissique est la principale hormone responsable de la non-levée des semis. Elle s'accumule dans une graine lors de sa maturation de manière à l'empêcher de germer dans la capsule de la plante mère même si elle venait à être mouillée. Son taux décroît ensuite lentement lors du stockage de la graine et des études génétiques ont montré que, tant qu'elle est présente en quantité suffisante, cette substance joue parfaitement son rôle de retardant de la germination. Son action est contrecarrée par une autre classe d'hormones, les gibbérellines.

Chez certaines espèces végétales l'acide gibbérellique est sans effet et ce sont d'autres hormones, telles que les auxines ou les cytokinines, qui contre balancent l'effet inhibiteur de l'acide abscissique. Hélas, aucune règle ne se dégage à l'heure actuelle pour savoir quelle hormone stimule la germination des graines de telle ou telle espèce végétale. Mais revenons aux gibbérellines qui sont tout de même les plus couramment utilisées. En plus de leur rôle d'opposition de l'action de l'acide abscissique, elles stimulent l'hydrolyse (la destruction en plus petites entités) de la coque qui enferme le germe. Leur concentration est rarement liée au temps de stockage mais augmente avec la luminosité extérieure (LAURENT, 2000).

La germination des graines de *Podophyllum hexandrum* est lente et réclame un à deux mois dans le meilleur des cas. La faculté germinative dépend probablement très fortement de l'origine des semences. Le semis des graines dès la récolte est déconseillé. La maturation après récolte est obligatoire: un stockage préalable de un à deux mois après nettoyage et séchage est ainsi recommandé L'emploi d'acide gibbérellique (GA3) à 500 ppm peut améliorer très nettement le taux et la vitesse de germination.

L'analyse de variance a été très hautement significative :

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	8471,840	224	37,821		
Var.FACTEUR 1	120,640	4	30,160	4,006	0,004
Var.FACTEUR 2	5981,573	14	427,255	56,749	0,000
Var.INTER F1*2	1240,293	56	22,148	2,942	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	1129,333	150	7,529		

III.4.- Différent obstacles de la germination

Pour que la germination réussisse, il faut que les conditions de germination se réunissent (Fig. 23), une fois l'une des conditions est absente ou perturbée elle se répercute directement sur le processus de germination.

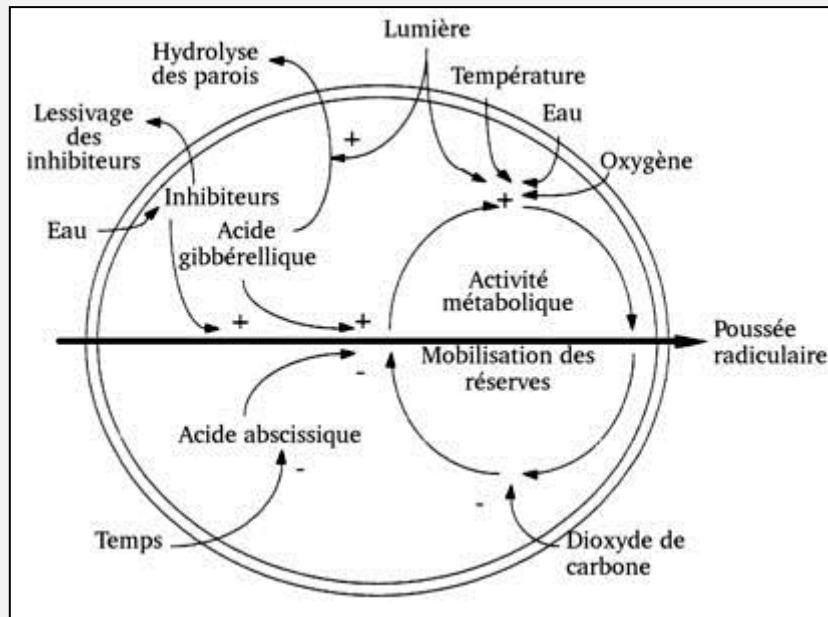


Figure 23 : Facteurs influençant la germination d'une graine

Source : Réf. Eléc, 05

Ce sont tous des phénomènes qui empêchent la germination d'un embryon non dormant (ce qui donne naissance à la nouvelle plante et constitue la partie vivante et active de la semence) placé dans des conditions convenables (MAZLIAK, 1982).

L'inaptitude à la germination de certaines graines peut être d'origine tégumentaire, et/ou embryonnaire due à des substances chimiques associées aux graines, ou à une dormance complexe (BENSAID, 1985).

Des graines qui ne germent pas, quelles que soient les conditions de milieu, sont des graines dites « dormantes », et leur dormance peut concerner soit les téguments, on parle alors plutôt d'inhibitions tégumentaires, soit l'embryon, on parle alors de dormance au sens strict, soit les deux à la fois (SOLTNER, 2001).

III.4.1.- Dormance embryonnaire

Dans ce cas les inaptitudes à la germination résident dans l'embryon et constituent les véritables dormances. L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences on appelle « dormance primaire ». Dans d'autre cas, l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence de divers facteurs défavorables à la germination on parle alors de « dormance secondaire » (CHAUSSAT et al., 1975).

Exemple de germination après dormance embryonnaire chez *Mantisalca duriaei* (Asteraceae) avec traitement au froid (Photo. 08)

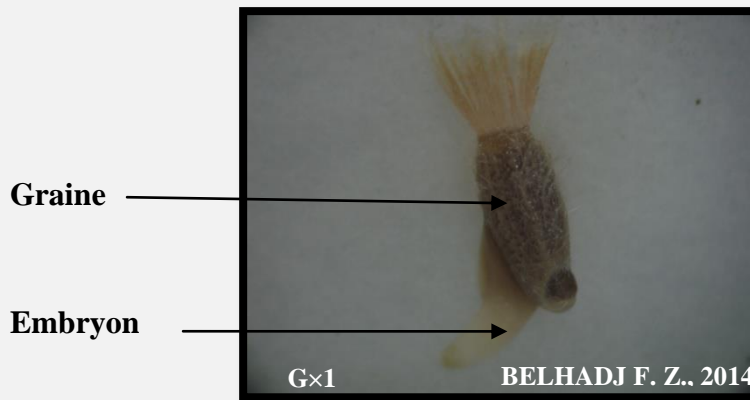


Photo 08 : Germination chez *Mantisalca duriaei* après dormance embryonnaire

III.4.2.- Inhibitions tégumentaires

Les dormances tégumentaires peuvent provenir : d'une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou aux deux, c'est le cas des « graines dures » (SOLTNER, 2001).

La levée de 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 graine et leurs viabilité dans le sol.

D'après MAZLAIK (1982), les inhibitions tégumentaires peuvent être facilement définies par : les semences ont des enveloppes ;

- Totalement imperméable à l'eau.
- Les enveloppes séminales ne sont pas suffisamment perméables à l'oxygène.
- Des enveloppes trop résistants pour que l'embryon puisse les rompre.

La dormance tégumentaire a été observé chez : *Ephedra alata* ; et *Zilla macroptera*.

III.4.3.-Inhibitions chimiques

Les inhibitions chimiques sont certainement plus rares dans les conditions naturelles.

Leurs nature reste exacte généralement inconnue, car elles n'ont pas souvent été isolées (MAZLIAK, 1982).

La dormance des graines de *Stipa tenacissima* est contrôlée par des couvercles de graines, ce qui empêche les graines de germination pendant une période très défavorable (d'été).

Ce contrôle ne semble pas être soumis à la fois génétique et l'influence maternelle. Une petite fraction de la graine non germée reste viable après un an, mais leur pouvoir germinatif se désintègre résultant ensuite dans un banque de semences du sol transitoire.

Le mucilage peut également agir en tant que barrière physique pour la régulation de la diffusion de l'eau et de l'oxygène à l'intérieur le tissu de la graine et ainsi inhiber la germination sous des conditions inappropriées (GUTTERMAN et SHEM-TOV 1996; WERKER, 1997).

Alternances de températures quotidiennes ont été jugés efficaces lorsque la température élevée dans le cycle quotidien était au-dessus de 45 °C (Taylor, 1981).

De nombreux auteurs ont mis en évidence les relations existant entre la morphologie et l'anatomie des semences et les obstacles à la germination qui les caractérisaient (ATWATER, 1980 ; ELLIS *et al.*, 1985 ; Baskin et Baskin, 1998). Les caractéristiques germinatives des semences seraient notamment liées au stade de maturité de l'embryon ainsi qu'à la structure et à la perméabilité des téguments.

Conclusion

Conclusion

Afin d'optimiser la germination des graines des plantes spontanées et de minimiser les paramètres relatifs à la dormance on a effectué ce modeste travail.

Le processus de suivi de cette étude nous a permis de distinguer les deux types de germination (épigée et hypogée) comme il nous a révélé des résultats fluctuants d'un test à l'autre:

- Les essais réalisés pour tester la germination des graines vis à vis différentes températures (5°C, 25°C, 45°C) nous a permis de conclure que la température 25°C est l'idéal pour la germination surtout avec l'espèce : *Mantiscalca duriaei* suivi par la température 5°C (l'effet du froid cas de : *Mantiscalca duriaei*,) et enfin la température 45°C.

- On a pu conclure que la germination aussi peut être effectuée à des intensités lumineuses différentes. Ce pendant l'effet inhibiteur du Na Cl été remarquable sur la majorité des espèces avec toutes les concentrations, sauf pour l'espèce *Asphodelus refractus* vu qu'elle pousse dans les sols calcaires et l'espèce *Bassia muricata* qu'on la trouve dans les marais salins.

- Enfin l'acide gibbérellique a amélioré la germination du point de vue taux et vitesse surtout avec la concentration 150ppm.

Il faut signaler que quatre espèces : *Aristida adscensionis* (Poaceae) , *Aristida plumosa* (Poaceae) , *Ephedra alata* (Ephedraceae) , *Zilla macroptera* (Brassicaceae) n'ont pas germé durant tout le processus de germination (différents tests), on peut accorder ça aux caractères liées à la semence elle-même (maturité, état sanitaire, dormance, ...etc.).

Ces résultats sont encourageant méritant d'être élargir et améliorer par plusieurs espèces et tests à fin de corriger le déséquilibre de la flore. une stratégie de lutte active s'impose, pour sauvegarder non seulement la fertilité naturelle des milieux à risque, mais aussi son rétablissement là où cela est techniquement possible, en fournissant de nombreuses informations sur les espèces les plus utilisées dans les régions.

En effet, la présence de végétation garantit non seulement la couverture du sol, offrant une protection contre l'érosion, et réglant le niveau des nappes d'eau, mais elle est également

une ressource alimentaire potentielle (fourrage) ainsi qu'une source d'autres produits forestiers non alimentaires pouvant toutefois être exploités au niveau économique ou quotidien.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdelguerfi A et al.,2009.quatrième rapport national sur la mise en œuvre de la convention sur la biodiversité au niveau national, mars2009. Quatrième rapport national. Sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité ... période allant du 07 février au 04 mars 2009.
- Adams R., 1999. Germination of *Callitris* seeds in relation to temperature, water stress, priming, and hydration–dehydration cycles. *Journal of Arid Environments* 43,p 437–448.
- AFPP., 2011.Association française de protection des plantes (Glossaire bilingue de termes et Liste des termes définis).
- Ait radi I., 1979.Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica Desf.* et *Ailanthus altissima*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, INA El Harrach (Alger), 40 p.
- Aletà, N A. NinoT., Rouskas D., Zakinthinos G, Avanzato D.&, Mendesgaspar . A.,1997. La multiplication du pistachier. *Gaspar -1997- +Options Méditerranéennes* 19 : 121-132.
- Allakhverdiev S.I., Sakamoto. A., Nishiyama, Y., Inaba, M., Murata, N., 2000b. Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. *Plant Physiol.* 123, 1047–1056.
- Atwater, 1980. Germination, dormancy and morphology of the seeds oh herbaceous ornamental plants. *Seed science technology*, 8:523-573
- Baskin CC, Baskin JM. 1994. Deep complex morphophysiological dormancy in seeds of the mesic woodland herb *Delphinium tricorne* (Ranunculaceae). *International Journal of Plant Sciences* 155:738–743
- Baskin JM, Baskin CC. 1997. Methods of breaking seed dormancy in the endangered species *Iliamna corei* (Sherff) Sherff (Malvaceae), with special attention to heating. *Natural Areas Journal* 17:313–323.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M., 1998. *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, New York ,666p.
- Baskin, J.M., Baskin, C.C., Li, X., 2000. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology* 15, 139–152.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M., Chester, E.W., 2004. Seed germination ecology of the summer annual *Cyperus squarrosus* in an unpredictable mudflat habitat. *Acta Oecologica* 26, 9e14.
- Baumgartner et Emonet, 2007.Les graines germées.Haute école de santé.Genève.Filière Diététique.
- Belhadj FZ.,2008. regeneration de l'*Atriplex halimus* a partir de cals issus de differents explants, thèse ing. Université de Blida.34p.

- Bensaid S., 1985. Contribution à la connaissance des espèces arborescentes, germe et croissance d'*Acacia raddiana*, thèse de magister. Ed institut national agronomique (I.N.A) El-Harrach Algérie, 70p.
- Berrar, D. & N. bouguedoura -2000- Essais de germination de l'olivier de Laperrine (*Olea laperrini Batt. et Trab.*). Actes du séminaire international, Djanet (Algérie) : 100–105.
- Bewley, J.D. and Black, M.(1994) Seeds: Physiology of development and germination (Plenum Press, New York, London).
- Binet P., 1964. - La germination des semences des halophytes. Bull. Soc. Fu. Phys. Vég., 1.,253-263
- Binet P., 1968. - Dormances et aptitude à germer en milieu salé chez les halophytes. Bull. SOC. FU. PhYs. vég., 14, 115-124
- Bliss TVP, Douglas RM, Errington ML, Lynch MA ;1986, Correlation between long-term potentiation and release of endogenous aminoacids from dentate gyrus of anaesthetized rats .J Physiol (Lond) 377 :39 1408.
- Boucaud J., 1967.Action de la salinité, de la composition du milieu et du prétraitement des semences sur *Suaeda nraritiina* var. macrocarpa Moq. en cultures sans sol. Bull. Soc. Liiiii. Normandie, loe série, 8, 92-108.
- Chang K.-A, Hsu T.-J., Liu P. L.-F. (2001). Vortex generation and evolution in water waves propagating over a submerged rectangular obstacle: Part I. Solitary waves. Coastal Engineering 44, pp 13-36.
- Chapman, V.J., 1974. Salt marshes and salt deserts of the world. J. Cramer Ver-lag, Brenner-Laven. pp. 392
- Chaussat R ., Ledeunff Y ., 1975- La germination des semences .Ed. Bordars, paris, 232p.
- Chehma A., 2006 .Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien, Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi-arides, Université Kasdi Merbah-Ouargla, éd. Dar El Houda (Ain Mila, Algérie). 146 p
- Come D., 1970. - Les obstacles à la germination. Masson, Paris, 162 pages. Conservatoire botanique national alpin, Gap ; Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Hyères, 152 p.ISBN : 978-2-9511-8642-2 Contents of volume 23 (published July 2012) 193 pages, 222 black and white illustrations, 77 colour plates Papers.
- Cornier T., Toussaint B., Duhamel F., Blondel C., Henry E. & Mora F., 2011. Guide pour l'utilisation d'arbres et d'arbustes pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère en Région Nord-Pas de Calais - Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil régional Nord-Pas de Calais et la DREAL Nord-Pas de Calais, 48 p.

CRSTRA,2011. L'arganier en Algérie-état des lieux, conservation et possibilités de valorisation. Projet FNR au centre de Recherche Scientifique et Technique dur les régions arides (2010-2012)

Csir,2003(production des semences) d'un espace rural en milieu désertique. Council for Scientific and Industrial Research (Ghana).

Dahmani M (1997) 0,Syntaxonomie, Phytoecologie et dynamique des de Bailleul, pour le Conseil régional Nord-Pas de Calais et la DREAL Nord-Pas de Calais, 56 p. Bailleul. *de Provence-Alpes-Côte d'Azur*.Dekker Inc, New York.

Demonty Elodie, Dixon Lara, Fort Noémie, 2014. des régions désertiques méridionales CNRS T1 ET 2 . Ed CNRS. 2.Paris.565p. des semences sur Suaeda nrrartiina var. macrocarpa Moq. en cultures sans sol. Bull. different stages of maturity. Can. J. Plant Sci., 54, 547-552.

Derridj, A., K. Boughanem & F. Saadi - 2000- Etude de la biométrie et de la germination des graines et des amandes de l'arganier de Tindouf (*Argania spinosa* L.). Actes du séminaire international, Djanet (Algérie).

Dorgham A., 1989. Exigences ecophysiologicals de la germination des semences de deux espèces du Sahara septentrional algérien. Cas de la région de Ouargla et en Région Nord-Pas de Calais - Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national endangered species Iliamna corei(Sherff) Sherff (*Malvaceae*), with spe-cial attention to heating. Natural Areas Journal 17:313–323*EPLEFPA de Dijon (France)*..

Ellis,R.H., Hong,T.D., Roberts,E.H., 1985, Handbook of seed technology for genebanks. I : principles and methodology. II : Compendium of specific germination, information and test recommandations, IBPGR, (International Board for Plant Genetic Resources), Rome. 2 vol., 210p., p.211-662

Ewart A.J., 1908, On longevity of seeds, Proc. Roy. Soc. historique, écologique et leur conservation, Acta Botánica Malacitana, 15, p203

F.A.O. 2011. Guide des bonnes pratiques de production du safran dans la région de taliouine-tazenakht.106p.

Farrell, T.P., and Ashton, D.H. (1978). Population studies on *Acacia melanoxylon*, R.Br.I: Variation in seed and vegetative characteristics. Aust. J. Bot. 26, 265–79.

Gorai M. .2013. Toward understanding the ecological role of mucilage in seed germination of a desert shrub Henophyton deserti: interactive effects of temperature, salinity and osmotic stress Plant Soil12p.

Gordon, A.G. and Rowe, D.C.F. (1982): Seed manual for ornamental trees and shrubs. For. Comm. Bull. 59, HMSO London

Grappin P, Bouinot D, Sotta B, Miginiac E, M Jullien .,2000. Control of seed dormancy in *Nicotiana plumbaginifolia*: A post imbibition abscisic acid synthesis imposes dormancy maintenance. Planta 210, 279-285.

- Grousis, M., 1973. Exigences écologiques comparées d'une salicorne vivace et d'une salicorne spontanée. Guide pour l'utilisation de plantes herbacées pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère.
- Grubb, P.J. -1977- The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52,pp : 107-145.
- Gutterman Y., 1978. Germinability of seeds as a function of the maternal environment. *Acta Horti Haloxylonsp. -an ecological adaptation to saline habitat. Current Science* 58.
- Gutterman Y, Shem-Tov S 1996 ;Structure and function of the mucilaginous seed coats of *Plantago coronopus* inhabiting the Negev Desert of Israel. *Isr J Plant Sci* 44:125–134.
- Gutterman Y, Shem-Tov S., 1997. Mucilaginous seed coat structure of *Carrichtera annua* and *Anastatica hierochuntica* from the Negev Desert highlands of Israel, and its adhesion to the soil crust. *J Arid Environ* 35pp:695–705.
- Handley RJ, Davy AJ. Temperature effects on seed maturity and dormancy cycles in an aquatic plant, *Najas marina*, at the edge of its range. *Journal of Ecology* 2005;93:1185-1193
- Henry E., Cornier T., Toussaint B., Duhamel F. & Blondel C., 2011. Guide pour l'utilisation de plantes herbacées pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère en Région Nord-Pas de Calais - Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil régional Nord-Pas de Calais et la DREAL Nord-Pas de Calais, 56p.
- Holmes, G.D. and Buszewicz, G. 1958 The storage of seed of temperate forest tree species. *For. Abs.* 19: 313–322, 455–476.
- Huang; Wuren Zhihui Bai; Daniel Hoefel; Qing Hu; Xin Lv; Guoqiang Zhuang; Shengjun Xu; Hongyan Qi; Hongxun Zhang, 2012. Effects of cotton straw amendment on soil fertility and microbial communities. *Front. Envir. Sci. Eng.*, 6 (3): 336-349
- Ismail, A.M.A., 1990. Germination ecophysiology in populations of *Zygophyllum qatarense. Hadidi* from contrasting habitat :effect of temperature ,salinity and growth regulators with special reference to fusicocin. *J. Arid, Environ*, 18, 185-194.
- IRDA. ,2014. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). Plateforme d'innovation en agriculture biologique, St-Bruno-de-Montarville, QC. 10,253-263
- ISRA, 1976 ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION). — International rules for seed testing. — Seed Science.
- Jauzein p., 1980. Hétérogénéité des semences de *Sinapis arvensis* L. C. R. Columa, EWRS, VP Coll. Intern. Ecol. Biol. et Syst. Mauvaises Herbes, Montpellier, 327-335.
- Khan, M.A. and B. Gul. 2006. Halophyte seed germination. In: *Eco-physiology of High Salinity Tolerant Plants*, M.A. Khan and D.J. Weber (eds.). Springer, pp: 11-30.

Khan, M.A. and M. Qaiser. 2006. Halophytes of Pakistan: Distribution, Ecology, and Economic Importance. In: Sabkha Ecosystems. M.A. Khan, H. Barth, G.C. Kust and B. Boer (eds.). Vol.II: Springer, Netherlands, pp: 129-153.

Kiegel, J. (1995). Seed germination in arid and semiarid regions. In: Kiegel, J. & Galili, G. (Eds.). *Seed Development and Germination*. New York: Marcel Dekker. New York. pp. 645-699.

Labbe M. (2004). Ces étonnantes graines germées. Auvers sur Oise : Labbé.(Eds.), *Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants*. Springer, Netherlands, 60 p.

Lachiheb K., Neffati M., Zid E. Aptitudes germinatives de certaines graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens*. Zaragoza : CIHEAM, 2004. p. 89-93 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 62)

Lahmadi,S; Guesmia, H; Zeguerrou, R; Maaoui, M; Belhamra, M. 2013. La culture du safran(*crocus sativus* L)en régions arides et semi-arides cas du sud est Algerien.journal Algérien des régions arides,N°12pp :18-17.

Langlois J., 1966. - Étude comparée de l'aptitude à germer des graines de *Salicornia stricta* Dumort, *Salicornia disarticulata* Moss. et *Salicornia radicans* Smith. *Rev G en. Bot.*, 73,pp 25-39.

Lanzara P.1977,L'univers inconnu des plantes, Bruxelles, Elsevier-Sequoia, coll. « Multiguide nature », 254 p

Laurent L.,2000. « The genus *Pinguicula* L. (Lentibulariaceae): an overview », *Acta Botanica Gallica*, vol. 147, n° 1, 2000, p. 77-95

Lavergne, S., W. THUILLER, J. MOLINA & M. DEBUSSCHE .,2005. Environmental and human factors influencing rare plant local occurrence, extinction and persistence: a 115-year study in the Mediterranean region. *Journal of Biogeography*, 32, pp :799-811.

Lefebvre, M. Leblanc et Alan K. Watson. ,2014. Mauvaises Herbes, Montpellier, pp :327-335.

Mangenot G, 2014., « GRAINE », *Encyclopædia Universalis* .4p

Maun M. A., 1974. Viability of *Rumex crispus* seeds harvested at different stages of maturity. *Can. J. Plant Sci.*, 54, 547p

Mazliak P., 1982, Croissance et développement - Physiologie II, Coll. Méthodes, Herman, Paris, 465 p.

McKeon GM, Mott JJ. 1982. The effect of temperature on the field softening of hard seed of *Stylosanthes humilis* and *S. hamata* in a dry monsoonal climate. *Australian Journal of Agricultural Research* 33.pp: 75–85.

- Mediouni K., 2000. Stratégie algérienne et plan d'action national d'utilisation durable de la diversité biologique. Tome VIII. FEM/PNUD, Projet ALG/97/G39. Elaboration d'un bilan et d'une stratégie nationale de développement durable de la diversité biologique, 317p.
- Menozzi M-J, Audrey M, Sébastien L.,2011. Plante & Cité, (plante en ville)
- Moffett, A.A. ,1952. Differential germination in the black wattle (*Acacia mollissima* Willd.) caused by seed treatment. Rep. Wattle Research Institute S. Africa. 1951–52, 39–50moisture profile on seedling establishment in the *psammophyte Hedysarum*.
- Neffati, M., 1994. Caractérisation morphologique de certaines espèces végétales nord-africaines.
- Neffati M. & Akrimi M., 1997. Études des caractéristiques germinatives des semences de quelques légumineuses spontanées de la Tunisie steppique. *Rev. Rég. Arides*, NS, 272-287
- Nikolaeva, M.G. (1977) Factors controlling the seed dormancy pattern. pp. 51–74 in Khan, A.A. (Ed.) The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Amsterdam, North-Holland.
- Ortiz et Kazilek, 2014. *Seed Development and Germination*, pp. 645–699. New York: Marcel Dekker. 853 pp.
- Ould el hadj M. D, Hadj-Mahammed M., Zabeirou H, 2003. Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d'Ouargla. *Courrier du Savoir* – N°03, Janvier 2003, 47-51.
- Ozenda P., 1977. - Flore du Sahara. Paris, C.N.R.S., 622 p
- Ozenda, P. ,1983. Flore du Sahara. 2e édition. Ed. CNRS, Paris, 622 p.
- Ozenda, P. ,1986. La cartographie écologique et ses applications/Ecological Mapping and Its Applications. Paris, Masson (Coll. Écologie appliquée et sciences de l'environnement, 7). 160p.
- Ozenda P., 1991 . Flore du Sahara. 3è édition mise à jour et augmentée, C.N.R.S., Paris, 662p.
- Joseph P., *La végétation forestière des Petites Antilles*, Karthala Editions, 2009, p. 250.
- Pyšek P. & Richardson DM .,2008. Plantes envahissantes. *Dans* Sven Erik Jorgensen et Brian D. Fath (Rédacteur en chef), de l'ingénierie écologique. Vol. [3] de l'Encyclopédie de l'Ecologie, 5 vol.
- Quézel P. et Santa S. (1962/63). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méditerranéennes. Tome 1. Edit CNRS. Paris

- Ramade F., 2003 - Elément d'écologie fondamentale. Ed. Dunod Paris 2003, 690 p. reference to fuscococcin. Journal of arid environments, (18) : 185-194.
- Rees, M., 1997. Seed dormancy. In: Crawley, M. (Ed.), Plant Ecology. Blackwell Science, London, pp. 214–238.
- Roberts V. 1981 123 Cal. App. 3d 684 [177 Cal. Rptr. 11]. [Crim. No. 11896. Court of Appeals of California, Fourth Appellate District, Division One.
- Roberts, E.H. (1972): Viability of seeds. London Chapman and Hall, London (guide des semences) 448 p.
- Rollin P., 1970. Phytochrome, photomorphogénèse et photopériodisme. Les Monographies de Physiologie Végétale, n° 7, Éd. Masson et Cie. Paris 136 p.
- Rolston, P. (1978). Water impermeable seed dormancy. Botanical Review, 44:365–396.
- Rouvillois-brigol M., 1975 - Le pays de sciences biologiques appliqués section agronomie. Université Gent. 264 p.
- Sharma, S.K., Sen, D.N., 1989. A new report of abnormally fast germinating seeds of *situ* et *ex situ* et l'utilisation durable de la biodiversité en Algérie. Rapport de Consultation Soc. Liiiii. Normandie, loe série, 8, 92-108.
- Soltner D., 2001- Les bases de la production végétale. Tome III la plante et son amélioration, 3^e édition Paris, 189pE (1982).
- Song J, Feng G, Tian C, Zhang F (2005) Strategies for adaptation of *Suaeda physophora*, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* to a saline environment during seed germination stage. Ann Bot 96:399–405.
- Sun Y, Tan DY, Baskin CC, Baskin JM (2012) Role of mucilage in seed dispersal and germination of the annual ephemeral *Alyssum minus* (*Brassicaceae*). Aust J Bot 60:439–449.
- Suszka B., Muller C., Bonnet-Masimbert M. ,Graines des feuillus forestiers de la récolte au semis. — Paris: INRA Éditions, 1994.292 p.
- Sweedman L; Merritt D., (2006). Australian seeds: a guide to their collection, identification and biology. CSIRO Publishing. p. 202.*
- Taylor G.B., 1981. Effect of constant temperature treatments followed by fluctuating *Plant Physiology*, 8: 547–558.
- Teketay D., 1996. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. Forest Ecol. Manage., 80, pp : 209-223.
- Thomas T. H., Gray D., Biddington N. L., 1978. The influence of the position of the seed on the mother plant on seed and seedling performance. Acta Hortic., 83, pp :57-66.

Toutain G., 1972 - L'élément d'agronomie saharienne. De la recherche au développement. Marrakeh, Maroc, 276 p.

TRAORE, 2002). TRAORE, B. -2002- Contribution à l'étude de la caractérisation et de la germination de *Balanites aegyptiaca* L. Del. dans la région de Tamanrasset et Ahaggar-Algérie méridionale. Mémoire d'ingénieur d'état en foresterie, université de Tlemcen, 147p.

Ungar, I.A., 1995. Seed germination and seed-bank ecology of halophytes. In: Univ, Paris, Sorbonne (2), 316 p.

Werker E (1997) Seed anatomy. Encyclopedia of plant anatomy, part 3. Gebruder Borntraeger, Berlin.

Western TL., 2012. The sticky tale of seed coat mucilages: production, genetics, and role in seed germination and dispersal. Seed Sci Res 22. pp:1–25

Western TL, Skinner DJ, Haughn GW., 2000. Differentiation of mucilage secretory cells of the Arabidopsis seed coat. Plant Physiol 122 pp:345–356.

Yang X, Dong M, Huang Z (2010) Role of mucilage in the germination of *Artemisia sphaerocephala* (Asteraceae) achenes exposed to osmotic stress and salinity. Plant Physiol Biochem 48:131–135.

Yang X, Baskin CC, Baskin JM, Liu G, Huang Z (2012a) Seed mucilage improves seedling emergence of a sand desert shrub. PLoS ONE 7:e34597

Références électroniques

Réf. Eléc. 01 : <http://www.kew.org/science-conservation/millennium-seed-bank> 07/05/2014

Réf. Eléc. 02 : <http://www.ufvjm.edu.br/disciplinas/agro58/files/2013/06/AOSA.pdf> 07/08/2014

Réf. Eléc. 03 : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Graine> 17/06/2014

Réf. Eléc. 04 : <http://biologique.free.fr/cours/phyv/Developpement%20vegetatif.pdf> 16/07/2014

Réf. Eléc. 05 : http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_gibbérellique 03/05/2014

Réf. Eléc. 06 : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ouargla> 05/07/2014

Réf. Eléc. 07 : http://dionee.gr.free.fr/bulletin/txt/d_42_d.htm 08/06/2014