



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : BENTIRECHE Djalal

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BANQUE DES
GRAINES DU SOL ASSOCIEES AUX PLANTES PIEGES**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
MOULAI Adel	MAA	Président
MALLEM Hamida	MCA	Examineur
MARFOUA Mériem	MCA	Rapporteur

Promotion : Juin - 2024

Dédicaces

Sont nombreux ceux à qui je dédie ce mémoire

À mon très cher PAPA MAKHLOUF

*En signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour le
dévouement et les*

sacrifices dont vous avez fait toujours preuve à mon égard

À ma très chère MAMAN ZAHRAA

*C'est un moment de plaisir de vous dédier cette oeuvre, vous qui
ravivez dans*

Mon esprit un sentiment profond d'une vie sereine et correcte,

À ceux qui partagent le voyage de la vie avec moi. À ma compagne

BOUCHRA

BENTIRECHE Djallal

Remerciements

Je remercie tout d'abord le bon Dieu tout puissant qui ma donné la force et le courage pour terminer ce travail ;

Après avoir achevé ce travail, je m'aperçois que le plus dur reste à faire qui remercierais-je en premier ? quand je sais que la contribution de tous est efficiente.

- Ma profonde gratitude va à ma promotrice, le docteur MARFOUA Mériem. à l'université Amar TELIDJI -Laghouat-, pour l'insigne honneur qu'elle m'a fait en acceptant de me diriger pour la réalisation de ce travail.
- Avec beaucoup de plaisir, j'exprime ma reconnaissance à Monsieur MOULAI Adel à l'université Amar TELIDJI -Laghouat- pour avoir accepter de présider cette séance.

Que soient également vivement remercier, Madame le Docteur MALLEM Hamida à l'Université Amar TELIDJI -Laghouat- pour sa obligeance en examinant ce travail.

Enfin, que celles et ceux qui m'ont apporté leur aide pour la réalisation de cet ouvrage trouvent ici ma profonde sympathie.

BENTIRECHE Djallal

BENTIRECHE D. (2024) : Contribution à l'étude de la banque des graines du sol associées aux plantes pièges.

Résumé

Le milieu steppique est caractérisé par des écosystèmes très fragiles avec des ressources naturelles précaires. Après perturbation par des activités anthropiques ou des changements climatiques, le retour de ces écosystèmes à leur état initial est très lent. Les banques de graines du sol jouent un rôle vital dans les stratégies de restauration écologique.

Nous avons échantillonné la banque de graines du sol associée aux quelques plantes pièges dans deux zones différentes (*Sidi Makhoulouf* et *Sebgag*) de la wilaya de Laghouat. 21 échantillons du sol ont été prélevés sous sept plantes steppiennes supposées être des plantes pièges : *Artemisia campestris* L., *A. herba alba* Asso., *Atriplex halimus* L., *Euphorbia guyoniana*, *Retama raetam*, *Stipa tenacissima* L. *Ziziphus lotus* L. Afin de déterminer la capacité de ces espèces à faciliter la croissance et le développement d'autres plantes, en milieu steppique, on a estimé le nombre de graines présentes dans les échantillons du sol par deux méthodes : directe (au laboratoire), suivie par des tests de germination, et indirecte (en pots plastiques) pendant un mois, le nombre des plants germés est enregistré journalièrement, l'un est transplanté pour être identifié.

07 types de graines ont été identifiés dans l'horizon de sol 0–15 cm, la densité totale varie entre 5 à 10 graines/m². Le plus grand nombre de types de graines est enregistré à *Sidi Makhoulouf* par rapport à 2 types seulement à *Sebgag*. La mise en germination des échantillons du sol a permis d'identifier 5 espèces : *Artemisia sp.* et *Retama sp.* et 3 autres espèces indéterminées. La plante *Retama raetam* était la plante la plus accumulatrice en graines avec un total de 2 types de graines, tandis que *Artemisia campestris* L., *A. herba alba* Asso., *Euphorbia guyoniana*, *Retama raetam*, *Stipa tenacissima* L. nous en avons compté 1 type pour chaque plante. Alors qu'aucun type de graine n'a été enregistré chez *Atriplex halimus* L. et *Ziziphus lotus* L. On assiste à une réinstallation de la flore spontanée d'où les possibilités de restauration écologique sont à préconiser.

Mots clés :

Plante piège, banque de graines, *Sidi Makhoulouf*, *Sebgag*, restauration écologique.

ملخص

تتميز البيئة السهبية بنظم ايكولوجية هشة للغاية وموارد طبيعية غير مستقرة وبسبب اضطرابات ناجمة عن الأنشطة البشرية او تغيرات المناخ. عادة ما تكون عودة هذه النظم البيئية الى حالتها الأولية بطيئة للغاية، تلعب بنوك بذور التربة دورا حيويا في استراتيجية استعادة البيئة.

قمنا بأخذ عينات من بنك بذور التربة المرتبطة ببعض النباتات الحاضنة في منطقتين مختلفتين (سيدي مخلوف وسبقاق) من منطقة الاغواط وتم اخذ العينات من اسفل سبع نباتات سهبية يفترض انها نباتات حاضنة (الشيخ بنوعيه، القطف، الرتم، القيون، السدر، الحلفاء) من اجل تحديد قدرة هذه الأنواع على تسهيل نمو وتطور النباتات الأخرى في الوسط السهوبي. تم احصاء عدد البذور الموجودة في عينات التربة بطريقتين: المباشرة (في المخبر) تليها اختبارات الانبات والغبر المباشرة (في الاصص البلاستيكية) لمدة شهر ويتم تسجيل عدد النباتات النامية يوميا وزراعة واحدة للتعرف عليها.

تم فرز على 7 أنواع من البذور في افق 15سم وتتراوح الكثافة الكلية بين 5 الى 10 بذور/م² في المنطقتين تم تسجيل أكبر عدد من أنواع البذور في سيدي مخلوف مقارنة بنوعين فقط في سبقاق. ان انبات عينات التربة جعل من الممكن التعرف على 5 اصناف: الرتم والشيخ و3 أنواع أخرى لم يتم التعرف عليها.

كان نبت الرتم هو النبات الأكثر تراكما للبذور بإجمال صنفين من البذور في حين أحصينا صنف واحد لكل نبتة من النباتات الحاضنة و اخيرا لم يتم تسجيل أي نوع من البذور في القطف والسدر. اننا نشهد إعادة تثبيت النباتات العفوية مما يجعل إمكانات الاستعادة البيئة من الحلول الموصى بها.

الكلمات الدالة :

النباتات الحاضنة ، بنوك بذور التربة ، سيدي مخلوف ، سبقاق ، الاستعادة البيئة.

BENTIRECHE D. (2024) : Contribution to the study of soil seed banks associated to nurse plants.

Summary

The Steppic environment is characterized by very fragile ecosystems with scarce natural resources. After being disturbed by anthropogenic activities or climatic changes, the return of these ecosystems to their initial state is very slow. Soil seed banks play a vital role in ecological restoration strategies.

We sampled the soil seed bank associated with a few trap plants in two different areas (*Sidi Makhoulouf* and *Sebgag*) in the Laghouat region. Three soil samples were taken under seven steppic plants presumed to be trap plants: *Artemisia campestris* L., *A. herba alba* Asso., *Atriplex halimus* L., *Euphorbia guyoniana*, *Retama raetam*, and *Stipa tenacissima* L. *Ziziphus lotus* L. To determine the capacity of these species to facilitate the growth and development of other plants in a steppic environment, we estimated the number of seeds present in the soil samples using two methods: direct (in the laboratory), followed by germination tests, and indirect (in plastic pots) for one month. The number of germinated plants was recorded daily, and one plant was transplanted for identification.

Seven types of seeds were identified in the 0–15 cm soil horizon, with a total density ranging from 5 to 10 seeds/m². The largest number of seed types was recorded in *Sidi Makhoulouf* compared to only two types in *Sebgag*. Germination of soil samples identified five species: *Artemisia sp.*, *Retama sp.*, and three other unidentified species.

Retama raetam was the plant that accumulated the most seeds, with a total of two types of seeds, while *Artemisia campestris* L., *A. herba alba* Asso., *Euphorbia guyoniana*, and *Stipa tenacissima* L. each had one type of seed. No seed types were recorded for *Atriplex halimus* L. and *Ziziphus lotus* L.

We are witnessing a reinstallation of spontaneous flora, hence the potential for ecological restoration should be encouraged.

Key words:

Trap plants, Soil seed banks, *Sidi Makhoulouf*, *Sebgag*, ecological restoration.

Sommaire

Dédicaces	1
Remerciements	II
Résumée	III
Liste de figure	IV
Liste de tableaux	VII
INTRODUCTION.....	02

1_Banque de graine de sol

1_1_Définition.....	08
1_2_Historique de la banque de graine du sol	08
1_3_Fonctions écologiques de la banque de graine du sol : relation entre la banque de graine du sol et la végétation environnent	09
1_4_Dormances des graines.....	09
1_5_La composition et distribution de graine dans la banque de graine du sol	10

2_Plantes pièges

2_1_Définition	11
2_2_Fonctionnement des plantes nourricier	13
2_3_Avantages écologiques.....	13

3_Interaction entre plantes pièges et banque de graine	14
--	----

3_1_ Mécanismes d'interaction.....	15
4_ Méthodes d'études des banques de graine	15

Partie 2 : Matériel et méthodes

_ CHAPITRE 01 : Description générale de la zone d'étude 01 (SIDI MAKHLOUF)

1_ Géographie et topographie	18
1_1_ Situation géographique	18
1_2_ Localisation de la zone d'étude 01	18
 2_ Cadre physique et bioclimatique	
2_1_ sol.....	19
2_2_ Végétale.....	19
 3_ Caractéristique climatique	19
3_1_ Températures	20
3_2_ Précipitations.....	21
 4_ Classification bioclimatique	21
4_1_ Indice d'aridité de De Martonne	21
4_2_ Diagramme ombrothermique de Gaussen	22
4_3_ Climagramme pluviométrique d'émerger.....	23

CHAPITRE 02 : Description générale de la zone d'étude 02 (SEBGAG)

1_ Géographie et topographie	25
1_1_ Situation géographique.....	25

2_Cadre physique et biotique	
2_1_ Végétation.....	26
3_Caracteristique Climatique	
3_1_ Températures.....	27
3_2_ Precipitation	27
4_ Classification bioclimatique	
4_1_ Indice de De Martonne	27
4_2_ Digramme ombrothermique de Gaussen	28
4_3_ Climagramme pluviométrique d'émerger.....	28

PARTIE 3 : RESULTATS ET DUSCUTION

Chapitre 01 : Méthodes d'étude

1_Objectif	31
1_1_ Choix des plante piégés	31
2_ Méthodes d'étude de la banque de graine du sol	40
2_1_ Echantillonnage	40
2_2_ Mise en évidence de la banque de graine du sol	41

CHAPITRE 02 : Estimation de la banque de graine du sol sous plantes pièges

1_1_ Estimation par méthode directe (au laboratoire)	46
1_2_ Estimation par méthode indirecte (en pots)	49

CONCLUSSION55

Références bibliographiques	59
Annexes	67

Liste de figure

Figure01 : localisation de la zone d'étude SIDI MAKHLOUF	19
Figure 02 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN pour la zone d'étude 01 (2012 /2022)	22
Figure 03 : Climagramme d'émerger pour la zone d'étude 01	24
Figure 04 : Localisation de zone d'étude 02 SEBGAG.....	25
Figure 05 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEM pour la zone d'étude 02 SEBGAG (2012/2022)	28
Figure 06 : Climagramme d'émerger pour la zone d'étude 02 SEBGAG (2012/ 2022)	29
Figure07 : Méthodes d'échantillonnages de la banque de graine du sol	40
Figure 08 : Dispositif expérimental de la technique directe de mise en évidence de la banque des graines du sol sous les espèces de plantes pièges étudiées.....	
Figure 09 : représente la dispositif expérimental.....	43
Figure 10 : résume la méthodologie globale du travail	44
Figure 11 : préparation des graines germées au niveau de la banque de graine du sol associées au Plantes pièges.....	49

Liste de tableaux

Tableau 1 : Données climatiques de la zone d'étude 1 (Sidi Makhloof) (2012-2022)	20
Tableau 2 : Données climatiques de la zone d'étude 2 (Sebgag) (2012- 2022).....	26
Tableau 3 : Inventaire de la flore spontanée en graines collectées dans la région d'étude.....	46

Introduction

Introduction

Les zones steppiques, caractérisées par leur climat aride et semi-aride et leur végétation herbeuse, sont confrontées à de nombreuses menaces qui fragilisent leur équilibre écologique et compromettent leur avenir (**Nature, 2023**).

Parmi ces menaces les plus importantes, on peut citer les actions anthropo-zoologique. Les activités humaines et le surpâturage accentuent les déséquilibres et la dégradation des parcours. D'abord, la désertification, ce phénomène, qui se traduit par une perte progressive des terres fertiles et une expansion des zones désertiques (**Sterk & Stoorvogel, 2020**), est accentué par plusieurs facteurs, dont le changement climatique, la surexploitation des ressources naturelles et les pratiques agricoles non durables (**Jie et al., 2019**).

Aussi, l'érosion des sols, la dégradation de la couverture végétale et l'intensification des phénomènes pluvieux rendent les sols plus vulnérables à l'érosion hydrique et éolienne, entraînant une perte importante de nutriments et une diminution de la productivité des terres (**Abdi et al., 2013 ; Ghafoul et al., 2019 ; El-khalifa et al., 2024**). Ou encore, la perte de biodiversité, la disparition d'habitats naturels et la fragmentation des paysages steppiques menacent de nombreuses espèces végétales et animales, dont certaines sont endémiques à ces régions (**Reidsma, et al., 2006 ; Ghifar et al., 2024**). En fin, le changement climatique et les modifications des régimes pluviométriques ont un impact direct sur les écosystèmes steppiques, entraînant une augmentation des sécheresses, des inondations et des feux de forêt (**Bai, et al., 2008 ; Maestre, et al., 2012**).

La banque de semences du sol joue un rôle crucial dans la préservation de la biodiversité, particulièrement dans les écosystèmes steppiques et autres environnements arides et semi-arides. Elle agit comme une réserve génétique qui permet aux plantes de se rétablir après des perturbations telles que les incendies, la sécheresse ou le surpâturage. Les semences stockées dans le sol peuvent germer lorsque les conditions environnementales deviennent favorables, assurant ainsi la résilience et la continuité des écosystèmes végétaux. Un exemple de cette dynamique est observé dans les études menées par **Bossuyt et Hermy (2001)**, qui ont démontré que les banques de semences du sol peuvent contenir une diversité

de plantes supérieures à celle de la végétation actuelle, offrant ainsi un potentiel de régénération important pour les communautés végétales dégradées.

En outre, la banque de semences du sol contribue à la stabilité des écosystèmes en facilitant la succession écologique. Lorsqu'un écosystème subit une perturbation, les espèces pionnières présentes dans la banque de semences peuvent rapidement coloniser le site, stabilisant le sol et créant des conditions propices à l'établissement de plantes de succession ultérieure. Ceci a été illustré par les travaux de **Thompson et Grime (1979)**, qui ont montré que les banques de semences jouent un rôle essentiel dans la régénération des prairies et des zones steppiques après des perturbations majeures, telles que le feu ou le défrichage.

De plus, les banques de semences du sol sont importantes pour la conservation des espèces rares et endémiques. Dans les écosystèmes fragiles où la végétation est menacée par des activités anthropiques ou des changements climatiques, les semences enfouies peuvent représenter une sauvegarde de la diversité génétique. Des études comme celle de **Kalamees et Zobel (2002)** montrent que la diversité génétique conservée dans les banques de semences est cruciale pour la survie à long terme des espèces, en particulier dans les habitats fragmentés où la recolonisation par dispersion des graines est limitée.

Enfin, les banques de semences du sol jouent un rôle vital dans les stratégies de restauration écologique. Lors de la réhabilitation des terrains dégradés, la compréhension de la composition et de la viabilité des banques de semences du sol peut guider les pratiques de gestion pour favoriser le retour des communautés végétales natives. Par exemple, la recherche de **Fenner et Thompson (2005)** a souligné l'importance de considérer les banques de semences lors de la planification de projets de restauration écologique, car elles peuvent offrir une ressource naturelle pour accélérer le processus de récupération et de restauration des écosystèmes.

Les plantes pièges jouent un rôle essentiel dans la constitution et la dynamique de la banque de semences du sol en influençant la composition des espèces et la distribution spatiale des graines. Les plantes pièges sont utilisées dans les stratégies de gestion agricole pour attirer les insectes nuisibles, réduisant ainsi la pression sur les cultures principales. Cette interaction écologique a un impact sur la diversité et la densité des semences présentes dans le sol. Par exemple, les études de **Cook *et al.* (2007)** ont montré que l'utilisation de plantes pièges peut modifier le profil des semences du sol en augmentant la diversité des espèces

végétales locales, car elles créent des micro-habitats favorables à la germination et à la croissance de différentes plantes.

En plus de modifier la composition des semences dans le sol, les plantes pièges influencent également la dynamique de la banque de semences en créant des conditions propices à la germination. Les plantes pièges peuvent modifier le microclimat du sol, en termes d'humidité et de température, ce qui peut favoriser la germination de certaines espèces de graines stockées dans la banque de semences. Des recherches telles que celles **de Hatcher et Melander (2003)** ont souligné que les plantes pièges, en attirant et en hébergeant des populations d'insectes, peuvent également affecter la prédation des graines et ainsi influencer la survie et la persistance des graines dans le sol

Les plantes pièges contribuent également à la régénération des écosystèmes en agissant comme des points focaux pour la dispersion des graines. Les insectes attirés par les plantes pièges peuvent transporter les graines d'autres plantes vers ces sites, augmentant ainsi la diversité génétique et la richesse spécifique de la banque de semences du sol. C'est ce que suggèrent les travaux de **Gurr et You (2016)**, qui ont montré que les plantes pièges peuvent jouer un rôle crucial dans la facilitation de la dispersion des graines, notamment dans les systèmes agricoles intégrés où la biodiversité est une composante clé de la résilience écosystémique.

Enfin, l'utilisation de plantes pièges peut avoir des implications importantes pour la gestion des terres et la conservation de la biodiversité. En intégrant des plantes pièges dans les pratiques agricoles, il est possible de créer des mosaïques de micro-habitats qui favorisent non seulement la lutte biologique contre les ravageurs mais aussi la conservation des semences dans le sol. Des études telles que celles de **Shelton et Badenes-Perez (2006)** ont démontré que les plantes pièges peuvent améliorer la durabilité des systèmes agricoles en soutenant la biodiversité des plantes et en contribuant à la restauration écologique des terres dégradées grâce à leur influence positive sur la banque de semences du sol.

Les zones steppiques, caractérisées par leur climat aride et semi-aride et leur végétation herbeuse, sont confrontées à de nombreuses menaces qui fragilisent leur équilibre écologique et compromettent leur avenir. Parmi ces menaces, le changement climatique joue un rôle prépondérant en modifiant les régimes pluviométriques et en augmentant la fréquence et la sévérité des sécheresses. Ces conditions climatiques extrêmes peuvent réduire la couverture végétale, augmentant ainsi la vulnérabilité des sols à l'érosion. Selon **Li et al. (2013)**, les changements climatiques exacerbent les processus de dégradation des terres, entraînant une diminution de la productivité des zones steppiques et une perte de biodiversité végétale.

En plus du changement climatique, les activités humaines telles que le surpâturage, l'agriculture intensive et l'urbanisation contribuent également à la dégradation des zones steppiques. Ces activités entraînent la fragmentation des habitats et la perte de végétation, rendant les sols plus susceptibles à l'érosion éolienne et hydrique. Le surpâturage, en particulier, a été identifié comme une cause majeure de la dégradation des steppes, car il

réduit la biomasse végétale et la capacité de régénération des plantes. Selon **Zhao et al. (2005)**, le surpâturage entraîne une diminution de la diversité végétale et altère les propriétés physiques et chimiques du sol, compromettant ainsi la santé des écosystèmes steppiques.

Dans ce contexte, l'étude de la banque de semences du sol devient cruciale pour la conservation et la restauration des écosystèmes steppiques. La banque de semences du sol, qui comprend les graines viables présentes dans le sol, représente un réservoir de biodiversité capable de régénérer la végétation après des perturbations. Des recherches telles que celles de **Thompson et Grime (1979)** montrent que les banques de semences jouent un rôle essentiel dans la résilience des écosystèmes en facilitant la recolonisation des plantes après des événements de stress environnemental. En comprenant la composition et la dynamique des banques de semences, les gestionnaires de terres peuvent développer des stratégies de restauration écologique plus efficaces pour les zones steppiques dégradées.

De plus, l'étude des banques de semences du sol peut aider à identifier les espèces végétales qui ont le potentiel de se régénérer naturellement et celles qui nécessitent une intervention humaine pour leur conservation. Selon **Bossuyt et Hermy (2001)**, une analyse approfondie des banques de semences peut révéler des informations précieuses sur la composition historique de la végétation et les changements écologiques à long terme. Ces connaissances peuvent guider les efforts de restauration en favorisant la réintroduction de plantes natives et en soutenant la résilience écologique des steppes face aux perturbations anthropiques et climatiques.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail dont l'objectif général est l'estimation la banque de graines du sol dans la région des Sebgag à Aflou, de plus, le rôle des plantespièges dans la conservation et l'entreposage des semences spontanément pour former une banque de semences et comment les plantes pièges influence à la formation de ces banques ?

Le présent document est composé de trois parties : la première aborde la revue bibliographique du sujet traité. La seconde partie porte sur le matériel utilisés et les méthodes de travail adoptées pour exécuter les manipulations de notre étude et la troisième partie est consacrée aux résultats et discussions.

Partie I

**Synthèse
bibliographique**

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.- Banque de graines du sol

1.1.- Définition

La banque de graines du sol représente les stocks de graines viables et dormantes dans le sol (**Bigwood et Inouye, 1988**). D'autres auteurs la définissent comme représentant toutes les graines viables présentes à la surface du sol et dans le sol. Ou en association avec la litière du sol (**Leck *et al.*, 1989**). Elle est la plus importante source de recrutement de semis après les perturbations (**Van Der Valk, 1992**), et peut être désignée comme les réserves naturelles de graines capables de germer à différentes profondeurs du sol (**Baskin et Baskin, 1998**).

Le nombre de graines enfouies et dormantes dans le sol ne semble pas dépendre de la latitude mais plus du type de sol. C'est dans les milieux régulièrement très perturbés que les espèces de la banque de graine du sol et celles qui s'expriment en surface sont les plus similaires. C'est un des éléments de la cryptopotentialité des sols qui contiennent aussi des bactéries sporulées, des virus pouvant se réactiver, des spores diverses, etc. à prendre en compte dans les études fines d'écopotentialité.

1.2.- Historique de la banque de graines du sol

L'étude de la banque de graines du sol semble avoir commencé en 1859 quand Charles Darwin a observé l'émergence de jeunes plants dans les sédiments extraits du fond d'un lac (**Christoffoleti et Caetano, 1998**). Le premier article scientifique sur le sujet date de 1882 et porte sur l'apparition de graines dans des échantillons de sol prélevés à différentes profondeurs (**Christoffoleti et Caetano, 1998**). La plupart des études effectuées sur les banques de graines du sol sont réalisées en laboratoire. Après prélèvement d'échantillons de sol et mise en culture. Elles permettent de détecter les espèces les plus fréquentes et donnent une vision de la banque de graines (**Thompson et al., 1997**). Quelques études ont aussi comparé la banque de graines du sol obtenue en laboratoire et la reconstitution en nature. Notamment Bisteau et Mahy (2005). Ainsi que Von Blanckenhagen et Poschlod (2005).

1.3.- Fonctions écologiques de la banque de graines du sol : relation entre la banque de graines du sol et la végétation environnante

La banque de graines du sol revêt une importance considérable pour la résilience écologique, via la régénération naturelle des peuplements végétaux ou la réapparition spontanée de certaines espèces en apparence disparues pendant des temps plus ou moins longs. En effet elle joue un rôle crucial dans la dynamique des populations végétales (**Benoit et al., 1989**) et permet la régénération des écosystèmes forestiers suite aux perturbations telle que la coupe de bois. Agissant comme un réservoir de propagules, elle peut diminuer la probabilité d'extinction des populations végétales (**Cohen. 1966**) et aussi restaurer la végétation après la destruction (**Rodrigues et al., 2010**) suite aux perturbations. De plus. Le stock de graines viables dans le sol Peut-être un indicateur utile dans l'évaluation du potentiel de restauration (**Bekker et al. 1997**). Ainsi, l'estimation de la banque de graines du sol peut donner une idée du potentiel de récupération de zones perturbées (**Tracy et Sanderson. 2000 ; Kassahun et al., 2009**). Sa Contribution; le processus de régénération est principalement dépendant de l'existence. de l'abondance. et de la fréquence d'apparition de variation des intervalles de sols nus en dimension Et forme (**Rogers et Hartnett, 2001**).

Les banques de graines du sol jouent un rôle majeur dans l'entretien et l'évolution de la biodiversité dans les écosystèmes et les habitats naturels. Elles expliquent la résilience exceptionnelle de certains écosystèmes (face aux incendies par exemple). L'absence ou bien garnie permet le développement rapide d'écosystèmes riches en espèces. Car elle assure la survie, la stabilité, et la variabilité au sein des populations végétales (**Baskin et Baskin, 1998**).

1.4.- Dormance des graines

La dormance est considérée comme un système régulateur de la germination. Elle caractérise l'état physiologique d'une graine qui. Placée dans les conditions apparemment favorables à la germination. est inapte à germer. Le phénomène de dormance empêche ou retarde la germination soutenue, homogène et rapide (**Bellefontaine, J 1993**). C'est aussi un moyen complémentaire auquel ont recours certaines plantes pour assurer leur survie. Ainsi, elle désigne un stade au cours duquel la germination est irréalisable ou très peu probable. Le même auteur distingue les types de dormances suivantes :

- la dormance primaire où la graine est dormante au moment de la dispersion ;

- la dormance secondaire ou induite au cours de laquelle la graine est capable de germer au moment de la dispersion, mais divers facteurs empêchent sa germination la reconduisent dans un état de dormance. Dans la pratique, il est souvent question de dormance exogène (ou tégumentaire) due aux enveloppes séminales, de dormance endogène (ou embryonnaire) résultant d'une inaptitude de l'embryon à germer, et de dormance combinée. Concernant la dormance exogène ou inhibition tégumentaire embryon, dénudé avec précaution, germe sans difficulté alors que la graine entière ne manifeste aucun signe de germination. Pour la dormance endogène ou embryonnaire. Le. Même débarrassé des diverses structures qui l'entourent, ne parvient pas à germer au moment de la dispersion. La dormance combinée résulte la fois de dormance endogène et exogène (**Bellefontaine, 1993 ; Baskin et Baskin, 1998**) de leur côté trouvent comme types de dormance : la dormance physiologique, morphologique, morphophysique, physique, chimique et mécanique. La dormance physiologique est due à des inhibiteurs biochimiques. La dormance morphologique apparaît dans les graines présentant un embryon immature. La dormance physique est causée par la résistance de l'enveloppe de la graine ou du fruit, ce qui empêche surtout l'absorption de l'eau et de gaz nécessaires au démarrage de l'activité biologique conduisant à la germination. Dans le cas de la dormance chimique, la germination de la graine est inhibée par des substances chimiques.

La dormance des graines peut être levée en les soumettant à l'action des agents climatiques tels que la chaleur, le froid, l'humidité, la sécheresse, et/ou de manière artificielle en pratiquant la scarification chimique et/ou mécanique (digestion, putréfaction) ou physique (**Bellefontaine, 1997**). La chaleur par exemple, permet de lever la dormance physique de certaines semences (**Baskin et Baskin, 1998 ; Zida *et al*, 2005**) à travers ses effets physiques sur la structure de la coque (craquage de la coque) et/ou ses effets physiologiques sur l'embryon.

1.5.- Composition et distribution de graines dans la banque de graines du sol

La banque de graines du sol se compose de graines viables. Non germées stockées dans le sol (**Bigwood et Inouye, 1988**). Ces graines entrent dans la banque de graines du sol car elles sont produites par les plantes locales. Et tombées sur le sol ou dispersées dans une région (**Harper, 1977**). D'autres auteurs estiment que la banque de graines du sol se compose des transitoires et des persistantes (**Thompson et Grime, 1979**). La banque de graines

transitoire est celle contenant des graines qui restent viables pendant moins d'une année, alors que celle qui est persistante se compose de graines restantes viables dans le sol durant plus d'une année. La banque de graine persistante contient des graines ayant une durée de vie de 1-5 ans (le court terme) et celles vivant pendant plus de 5 ans (le long terme) (**Thompson, 1993**). La composition en espèces de la banque de graines du sol dépend d'une part de la richesse spécifique de la zone considérée et d'autre part de l'historique de l'usage des terres de cette zone (**Leckie et al. 2000**).

2.- Plantes pièges

Les plantes nourricières, un concept provenant de l'écologie végétale, se réfèrent à des espèces qui facilitent l'établissement et la croissance d'autres plantes en améliorant les conditions environnementales difficiles. Dans les écosystèmes méditerranéens, caractérisés par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides, les plantes nourricières jouent un rôle crucial dans le maintien de la biodiversité et la résilience des écosystèmes. Cette synthèse examine la fonction et l'importance des plantes nourricières dans ces environnements uniques.

2.1.- Définition

Nous ne trouvons pas de définition scientifique des plantes pièges. On peut dire que ce sont des plantes avec certaines caractéristiques qui le permettent (**Franco et Noble, 1989 ; Tewksbury et Lloyd, 2001**). Des études montrent l'importance de ce phénomène. Le processus de recolonisation par la végétation se fait en milieu ouvert (**Callaway, 1995 ; Holl, 2002**).

Les arbrisseaux pionniers peuvent faciliter le développement des plants. Qui vont créer autour des jeunes plants forestiers un micro-habitat pour les protéger. Améliorer la fertilité des sols en réduisant les radiations et les variations de température (**Kallaway, 1995**). Ces arbrisseaux favorisent la germination et la floraison des essences. Les forêts, en particulier les écosystèmes de type méditerranéen (**Bruno et al., 2003**). Le terme « effet plante nurse » désigne ce type d'interaction. comme (plantes étoiles)

En matérialisant les plantes nurses améliorent le développement d'autres plantes. Micro habitats propices à la germination des graines et/ou aux exigences des végétaux.

Amélioration de l'environnement (température, lumière, humidité du sol, fertilité) cela permet l'établissement d'espèces végétales moins tolérantes résistantes au stress d'origine abiotique (**Bruno et al., 2003 ; Padilla et Pugnaire, 2006**).

Cet effet « d'infirmière » en milieu méditerranéen, revêt une importance particulière. Où le processus d'érosion (hydrique et éolien) et la désertification sont accentués, les activités microbiennes du sol sont dysfonctionnées (**Garcia et al., 1997**). Plusieurs études ont démontré que, dans de telles conditions de dégradation, le potentiel mycorhizien du sol (quantité et variabilité des propagules infectieuses et le nombre de champignons mycorhiziens à arbuscule est faible (**Duponnois et al. 2001 ; Palenzuela et al., 2002 ; Azcon-Aguilar, 2003**). Il est possible de trouver des graines sous les plantes pièges.

Le microenvironnement semble favorable à la germination des graines, la confirmation que les plantes pièges qui influencent la germination des graines sont assez restreints. Les graines de *Neobuxbaumia tetezo* avaient une germination plus élevée sous la Canopée « la partie de la forêt correspondant à la cime des arbres les plus hauts d'un peuplement forestier. On parle également de l'étage supérieur de la forêt » (**ValienteBanuet et Ezcurra, 1991**).

La banque des graines du sol associées aux plantes pièges c'est -à-dire les plantes en touffes est considérées comme l'ensemble des graines du sol qui sont accumulées dans le sol. La base des touffes formés par ces plantes. Même si les plantes pièges peuvent ne pas avoir un impact significatif sur la germination (**Mendez et al., 2006**), elles peuvent avoir un impact significatif sur la probabilité de germination relation biotique (facilitation). De la réussite de la mise en place des semis. De nombreux exemples de l'avantage des plantes pièges sur la survie des semis ont été trouvés en comparant la survie des semis sous des plantes pièges et des zones ouvertes (**Turner et al., 1966 ; Nolasco et al., 1997 ; De Viana et al., 2001 ; Arizaga et Ezcurra, 2002 ; Mendez et al., 2006 ; Suzan-Azpire Sosa, 2006**).

Non seulement l'amélioration des conditions environnementales extrêmes contribue à l'amélioration de la survie des semis, mais il est démontré que les plantes pièges préviennent la prédation (**Valiente-Banuet et Ezcurra, 1991 ; Arizaga et Ezcurra, 2002**).

2.2.- Fonctionnement des plantes nourricières

Les plantes nourricières offrent plusieurs avantages à leurs bénéficiaires (plantes nourries) :

- a. **Régulation du microclimat** : En fournissant de l'ombre et en réduisant la température du sol, les plantes nourricières atténuent la chaleur extrême et réduisent l'évaporation de l'eau, créant un microenvironnement plus favorable à l'établissement des semis.
- b. **Stabilisation et fertilité du sol** : Elles améliorent la structure et la fertilité du sol en empêchant l'érosion et en contribuant de la matière organique par la litière de feuilles et les exsudats racinaires.
- c. **Protection contre l'herbivorie** : Les plantes nourricières peuvent physiquement protéger les jeunes plantes des herbivores ou créer un habitat plus complexe qui réduit la pression des herbivores.

Quelques exemples de plantes pièges :

- *Quercus coccifera* (Chêne kermès) : Connu pour sa capacité à protéger et nourrir diverses espèces de broussailles méditerranéennes en fournissant de l'ombre et en améliorant la rétention de l'humidité du sol (**Verdú et Valiente-Banuet, 2008**).
- *Pistacia lentiscus* (Lentisque) : Agit comme une plante nourricière en améliorant la fertilité du sol et en fournissant de l'ombre, ce qui aide à l'établissement d'autres flores méditerranéennes (**Maestre et al., 2009**).
- *Retama sphaerocarpa* (Genêt blanc) : Facilite la croissance des espèces de sousbois en améliorant les conditions du sol et en offrant une protection physique contre le pâturage (**Pugnaire et al., 2011**).

2.3.- Avantages écologiques

Plusieurs études (**Padilla and Pugnaire, 2006 ; Cavieres and Badano, 2009, 2010; Blanco-García et al., 2011 ; Soliveres and Maestre, 2014**) ont montré que la présence de plantes nourricières offre plusieurs avantages écologiques :

- **Amélioration de la Biodiversité** : En soutenant l'établissement et la survie de diverses espèces végétales, les plantes nourricières améliorent la biodiversité globale des écosystèmes méditerranéens.

- **Résilience des Écosystèmes** : Les plantes nourricières contribuent à la résilience des écosystèmes en permettant aux espèces de résister aux stress environnementaux tels que la sécheresse et les températures extrêmes.
- **Dynamique de Succession** : Elles jouent un rôle crucial dans la succession écologique en facilitant l'établissement des espèces de succession tardive, conduisant à des communautés végétales plus complexes et stables.

3.- Interaction entre plante piège et banque de graine

La banque de graines du sol peut être considérée comme une mémoire de formation des communautés végétales et aussi très importante au moment de la restauration et la conservation des espèces. La survie de la banque de graines du sol dépend énormément de la persistance des graines (**Bakker et al., 1996**).

La relation entre les plantes pièges et les banques de graines du sol peut varier en fonction de l'espèce de plante piège, du type d'écosystème et d'autres facteurs. D'autres recherches sont nécessaires pour mieux comprendre les interactions complexes entre ces deux éléments importants des écosystèmes. Les plantes pièges et les banques de graines du sol est mutuellement bénéfique. Les plantes pièges contribuent à la diversité et à la résilience des écosystèmes en augmentant la taille et la diversité des banques de graines du sol (**Hamel et Ouaggad, 2018**).

La banque de graines représente notamment l'ultime opportunité de préserver les plantes qui sont destinées à disparaître dans la nature. L'accomplissement de cette tâche lui permet de concilier une certitude croissante de survie à court terme avec le risque de stase génétique et d'adaptation limitée. Selon **Chaouch Khouane (2011)**, les banques de graines présentent également de nombreux autres bénéfices qui soutiennent directement un éventail plus large d'activités de préservation.

La banque de graines du sol peut être considéré comme une source potentielle des graines pour la restauration des communautés végétales (**Bakker et Berendse, 1999**).

3.1.- Mécanismes d'interaction

- a. **Amélioration des Conditions Microclimatiques** : Les plantes nourricières modifient le microclimat sous leur canopée en fournissant de l'ombre, en réduisant

la température du sol et en augmentant l'humidité relative. Ces conditions sont favorables à la germination et à la survie des graines stockées dans la banque de graines (**Padilla & Pugnaire, 2006**).

- b. **Enrichissement du Sol** : Les plantes nourricières contribuent à l'enrichissement du sol en matière organique par la litière de feuilles et les exsudats racinaires. Cette amélioration de la fertilité du sol peut stimuler la germination des graines et favoriser la croissance des plantules (**Gómez-Aparicio, 2009**).
- c. **Protection Physique** : Les structures physiques des plantes nourricières peuvent protéger les graines et les jeunes plantules contre le pâturage, les herbivores et les conditions climatiques extrêmes. Cette protection physique favorise une meilleure survie des graines et des jeunes plants (**Callaway, 2007**).

4.- Méthodes d'étude des banques de graines du sol

La synthèse de plusieurs études des banques de graines du sol (**Roberts, 1981 ; Leck *ét al.*, 1989 ; Simpson *et al.*, 1989 ; Gross, 1990 ; Ter Heerd *et al.*, 1996 ; Thompson *et al.*, 1997 ; Keeley & Fotheringham, 2000 ; Walck *et al.*, 2011 ; Baskin, & Baskin, 2014 ; Foster, *et al.*, 2020**) montre qu'il existe deux méthodes ont été ordinairement utilisées pour estimer la banque de graines du sol :

- a. **La technique directe** : préconisée par **malone (1967)**, elle comporte principalement l'extraction et l'isolement des semences : ensuite leur identification et leur comptage sous loupe binoculaire. Puis le test de viabilité des semences grâce au chlorure de tetrazolium.
- b. **La technique indirecte** : elle consiste à mettre en germination des échantillons de terre et de compter les plantules qui apparaissent, correspondant ainsi aux semences viables et non dormantes présentes dans les échantillons.

Les deux techniques présentent des avantages et des inconvénients. La première prend en compte toutes les semences présentes dans le sol (sauf peut-être quelques-unes très minuscules et difficiles à détecter). Mais par la suite il faut tester leur viabilité. la seconde sous-estime le stock de semences puisqu'elle ne détecte que les plantules apparues dans les échantillons. Certaines graines pouvant ne pas germer bien qu'elles sont viables (à cause de la dormance). Spontanée de certaines espèces en apparence disparues pendant des temps plus

ou moins longs (**Symonides, 1986**). En effet elle joue un rôle crucial dans la dynamique des populations végétales (**Benoit et al., 1989**), elle peut diminuer la probabilité d'extinction des populations végétales (**Cohen, 1966**).

La régénération naturelle se définit comme un processus par lequel les végétaux se rétablissent via la reproduction sexuée (par la graine). Elle permet le renouvellement des formations végétales, et donne un peuplement de qualité qui s'adapte bien aux conditions locales. Ce peuplement devient alors moins vulnérable aux changements climatiques (**Bognounou, 2009**). Toutefois, le renouvellement des individus au sein d'une espèce dépend de processus écologiques complexes responsables, à chaque stade de développement de la plante, de la survie, de l'installation et de la croissance des individus (**Bognounou., 2009**).

Partie II

Matériel et méthodes

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL & METHODES

Chapitre 1 : Description générale de la zone d'étude 1 (Sidi Makhlouf)

Sidi Makhlouf est une commune située dans l'Est de la wilaya de Laghouat, en Algérie. Elle se trouve dans la région des hauts plaines steppiques, une zone caractérisée par un climat semi aride à aride. Voici une description générale de cette zone d'étude :

1.- Géographie et topographie

1.1.- Situation géographique

Sidi Makhlouf est située à environ 50 km au sud-est de Laghouat, la capitale de la wilaya. Le relief est principalement constitué de plateaux et de plaines, avec quelques collines et petites montagnes. La région est traversée par des oueds (cours d'eau temporaires) qui s'activent principalement lors des rares épisodes de pluie.

1.2.- Localisation de la zone d'étude 1

qui est une zone de transition entre le Tell (Nord de l'Algérie) et le Sahara (Sud de l'Algérie). En général, Sidi Makhloof est d'une superficie importante en raison de la faible densité de population et de l'étendue des terres agricoles et pastorales.

Les coordonnées géographiques de cette zone d'étude 1 sont d'une latitude de 33.8875° N et d'une longitude de 2.8667° E. Ces coordonnées placent Sidi Makhlouf à une altitude moyenne d'environ 800 à 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer, caractéristique des hauts plateaux algériens (CTS-Arzew, 2024).



Figure 1 : Localisation de la zone d'étude 1 (Sidi Makhlouf)

2.- Cadre physique et biotique

2.1.- Sol

Les sols sont généralement pauvres en matière organique, avec une texture sableuse à limoneuse. Ils sont souvent soumis à l'érosion éolienne et hydrique. **(Hatcher, P,2003,).**

2.2.- Végétation

La végétation est clairsemée, typique des zones arides, composée principalement de steppes et de quelques espèces adaptées à la sécheresse comme les acacias, les armoises et les halophytes. On trouve aussi des oasis avec des palmiers dattiers dans les zones où l'eau souterraine est accessible. **(Hatcher, P,2003,).**

3.- Caractéristiques climatiques

Pour caractériser le climat de la zone étudiée, nous avons utilisé les données climatiques de 50 stations météorologiques situées dans le réseau des coordonnées géographiques de la zone d'intérêt, puis nous avons sélectionné une station de référence. L'étude s'étale sur une période de 10 ans allant de 2012 à 2022.(**Meddour, 2010**).

En pratique, l'étude du climat doit porter sur une longue série chronologique d'observations, afin d'intégrer les variations interannuelles qui sont essentielles pour la compréhension du bioclimat, autrement dit, du climat effectivement vécu par les végétaux et autres organismes vivants **(Meddour, 2010)**.

Après synthèse, les données sont résumées dans le tableau 1 :

Tableau 1 : Données climatiques de la zone d'étude 1 (Sidi Makhoulf) (2012-2022).

Mois	Paramètre	T max (°C)	T min (°C)	T moy (°C)	P (mm)
Janvier		20.42	-2.37	6.23	1.28
Février		24.72	-0.27	10.35	12.64
Mars		24.91	-1.1	10.95	32.78
Avril		28.72	3.62	15.07	32.07
Mai		37.14	4.9	21.58	6.04
Juin		43.11	17.86	31.15	0.32
Juillet		42.84	20.41	32.09	4.18
Aout		42.49	19.0	31.33	0.71
Septembre		41.57	10.33	27.38	22.59
Octobre		31.56	10.88	20.05	54.53
Novembre		28.01	1.88	13.7	1.55
Décembre		24.65	1.71	11.34	6.2
		32.51*	-7.23*	19.31*	174.89**

Source: Power.larc.nasa.gov (2024).

T max (°C) : Température maximale en (°C) ; T min (°C) : Température minimale en (°C) ; T moy (°C) : Température moyenne en (°C) ; P (mm) : Précipitations en (mm). * : Moyenne ; ** : Cumul.

3.1.- Températures

Les étés sont très chauds, avec des températures pouvant dépasser les 40°C, tandis que les hivers sont frais à froids, avec des températures nocturnes pouvant descendre en dessous de 0°C.

La température moyenne mensuelle est, de novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle (19,31°C) ; Elle lui est supérieure de mai à octobre, permettant ainsi de diviser l'année en un semestre froid et un semestre chaud (Meddour, 2010).

Les températures sont très élevées en été (juin à aout de l'ordre de 31,15°C et 31,33°C, respectivement). La moyenne mensuelle du mois le plus chaud (juin) est de 43,11°C alors que celle du mois le plus froid (janvier) dépasse les -2°C.

L'amplitude thermique entre janvier et juin est de 40,74°C. Elle peut avoir un effet sur la germination des graines (Foley, 2001; Mbaye *et al.*, 2002; Hu *et al.*, 2009; Hoareau, 2012).

3.2.- Précipitations

Les précipitations annuelles sont faibles, variant entre 100 et 200 mm par an, concentrées principalement en hiver et au début du printemps.

Dans le tableau 1, nous récapitulons les valeurs qui nous permettront une caractérisation du régime des précipitations (annuel, saisonnier, mensuel). Les précipitations sont, en général, faibles avec un cumul annuel de **174,89mm**. La plupart des précipitations survient entre les mois de mars et octobre. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de **14,57mm**.

4.- Classification bioclimatique

L'approche bioclimatique offre l'avantage d'une vision globale et comparative à l'échelle d'un territoire phytogéographique (**Meddour, 2010**).

4.1.- Indice d'aridité de De Martonne

Du fait de sa simplicité, cet indice combinant précipitations (P) et températures (T), deux facteurs fondamentaux agissant directement sur le développement des végétaux, est très largement utilisé (**Meddour, 2010**). Il offre le moyen de mesurer facilement et avec assez de précision l'aridité du climat (De Martonne, 1926). Il est présenté par la formule suivante :

$$I_{DM} = P / (T + 10)$$

P : Total des précipitations annuelles (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Dans le cas de notre zone d'étude pour la période entre 2012 – 2022 : P= 174,89mm et T= 19,31°C. D'après **Prévost (2016)**, l'indice de De Martonne est d'autant plus bas que le climat est plus aride et nous pouvons distinguer 4 classes :

- Classe 1 : climat très sec ($I_{DM} < 10$) ;
- Classe 2 : climat sec ($I_{DM} < 20$) ; - Classe 3 : climat humide ($20 < I_{DM} < 30$) ; - Classe 4 : climat très humide ($I_{DM} > 30$).

Le calcul de l'indice d'aridité de la zone d'étude a révélé une valeur de $I_{DM} = 5,96$ ce qui permet de classer la zone étudiée dans la classe 1 : **climat très sec**.

4.2.- Diagramme Ombrothermique de Gaussen

On doit à **Bagnouls et Gaussen (1957)** une méthode simple et efficace de discrimination entre un mois sec et un mois humide. Ils se sont basés sur la formule :

$$P = 2 T$$

P : Précipitation moyenne mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

Les mois secs sont définis lorsque la courbe des précipitations est située en dessous de celle des températures moyennes. Ces auteurs préconisent ensuite pour la détermination de la durée et de l'intensité de la période sèche, de tracer le diagramme ombrothermique qui correspond à un graphique où la courbe thermique passe au-dessus de la courbe des précipitations. La surface du polygone est utilisée comme « indice d'intensité de sécheresse ». Ce diagramme climatique montre ainsi la durée de la période défavorable à la croissance des végétaux (**Meddour, 2010**).

Celui de notre zone d'étude est représenté par la figure 2. D'après ce diagramme, la période sèche de notre zone d'étude s'étale du début avril-mi-septembre

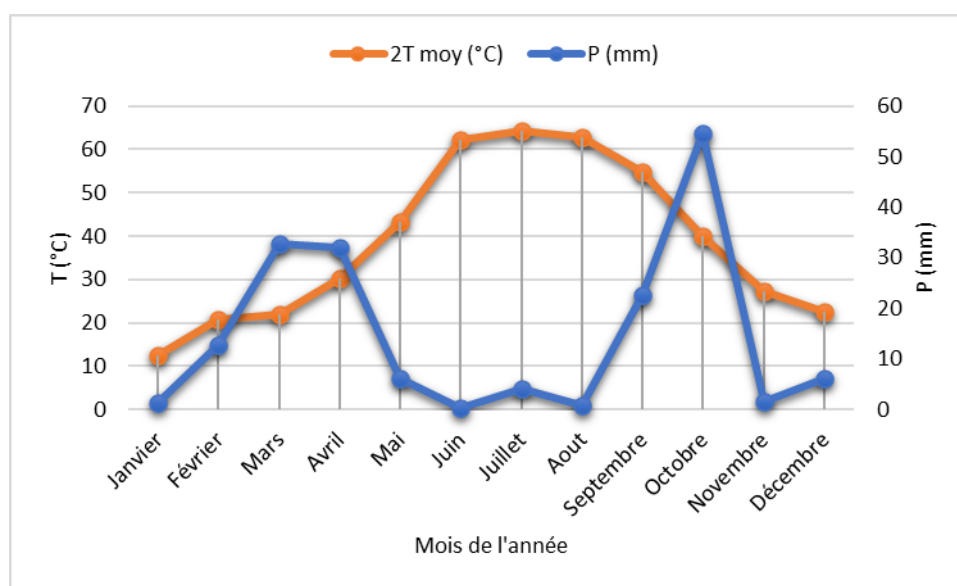


Figure 2 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen pour la zone d'étude 1 (Sidi Makhlouf) (2012-

2022).

4.3.- Climagramme pluviothermique d'Emberger

Selon **Emberger (1955)**, le climagramme permet de déterminer l'étage bioclimatique de la région. Il est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid (variantes thermiques) et en ordonnées par le quotient pluviothermique Q_2 d'Emberger. Nous avons utilisé la formule de Stewart adaptée pour l'Algérie qui se présente comme suit :

$$Q_2 = 3.43 \times P / (M - m)$$

Q_2 : Quotient pluviothermique d'Emberger.

P : Total des précipitations annuelles (mm).

M : Moyenne des maximums du mois le plus chaud (°C). m

: Moyenne des minimums du mois le plus froid (°C).

Pour notre zone d'étude nous avons : $P = 174,89\text{mm}$; $M = 43,11^\circ\text{C}$; $m = -2.37^\circ\text{C}$.

Après application de la formule, nous obtenons la valeur de $Q_2 = 13,18$ ce qui place la zone étudiée dans l'étage bioclimatique **aride**, variante à hiver **froid** (Fig.3).

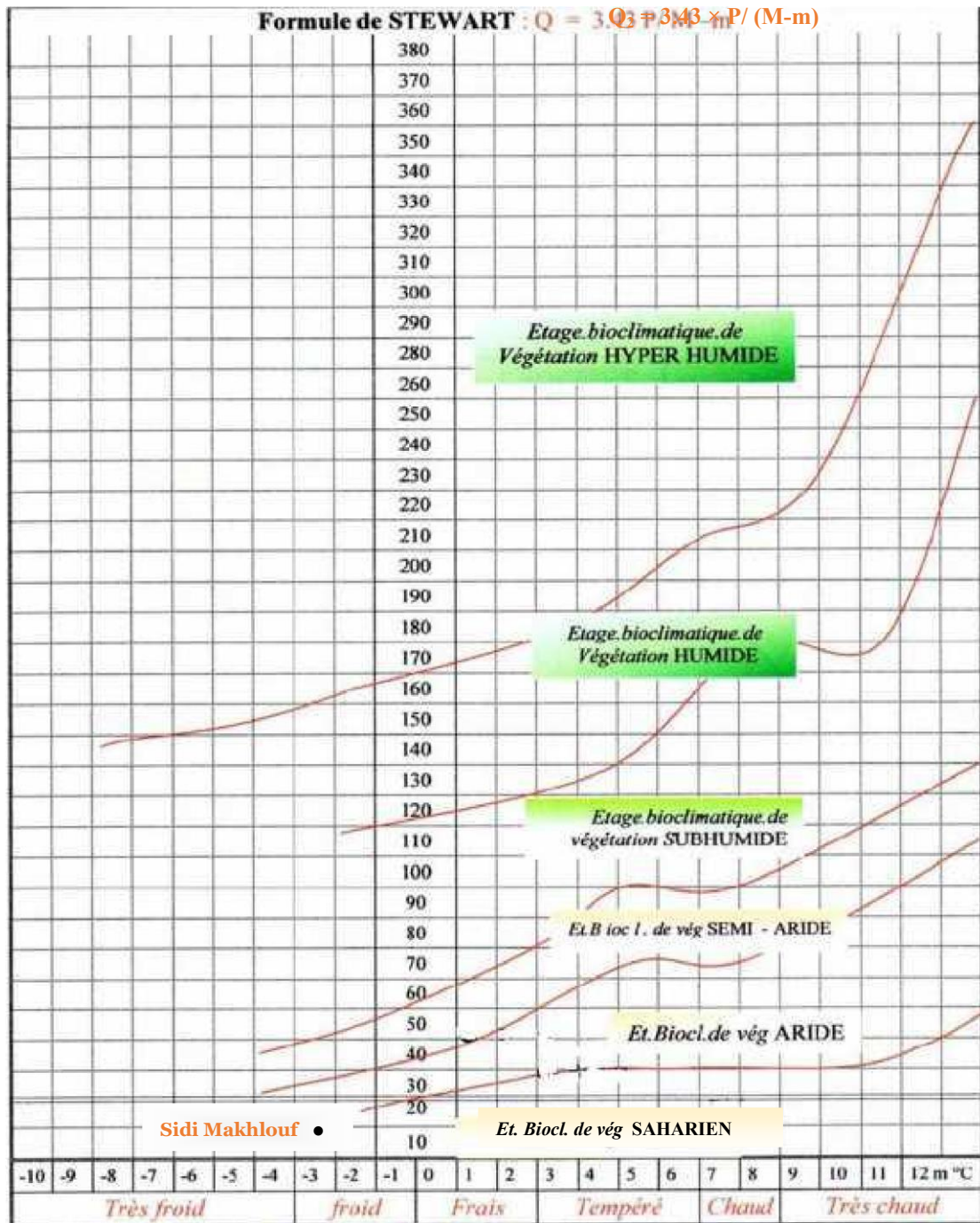


Figure 3 : Climagramme d'Emberger pour la zone d'étude 1 (Sidi Makhlouf) (2012-2022).

Chapitre 2 : Description générale de la zone d'étude 2 (Sebgag)

Sebgag est une commune située nord-ouest de la wilaya de Laghouat, en Algérie. La région est caractérisée par un climat semi-aride avec des hivers froids et des étés chauds. Sebgag est une zone principalement agricole. Voici une description générale de cette zone d'étude1.-

Géographie et topographie

1.1.- Situation géographique

Sebgag est une commune de la wilaya de Laghouat. Elle se trouve à environ 140 km au Nord ouest de la ville de Laghouat, le chef-lieu de la wilaya.

La commune de Sebgag est située sur le versant nord du mont Lamour, à 140 km du siège de chef lieu de la wilaya. Elle est limitée : Au Nord par la commune de Gueltat Sidi Saad, à l'Est par les communes de Sidi Bouzid et Aflou. Au Sud par la commune de Ghaicha, et à l'Ouest par les communes de Taouiala et Brida

1.2.- Localisation de la zone d'étude 2

La région de Sebgag fait partie PMA = Pieds-monts et Montagnes de l'Atlas caractérisé par un relief relativement plat avec quelques collines et montagnes isolées. Le paysage est typique des hautes plaines de cette zone d'étude 2 sont d'une latitude de $33^{\circ} 48' N$ et d'une longitude de $2^{\circ} 22' E$ (CTS-Arzew, 2024

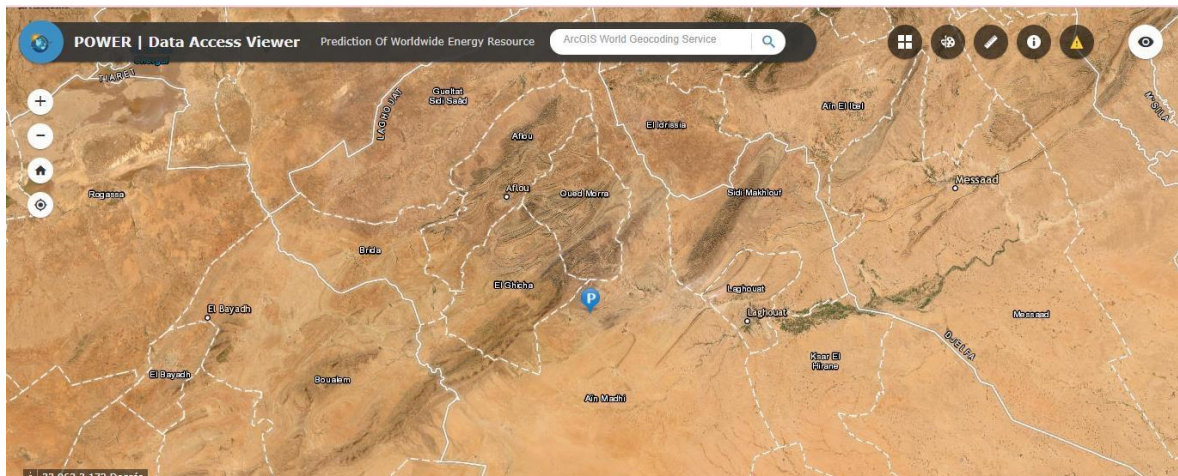


Figure 4 : Localisation de la zone d'étude 2 (Sebgag)

2.- Cadre physique et biotique

2.1.- Végétation

La région de Sebgag est caractérisée par une végétation naturelle, dominée par des espèces adaptées à la sécheresse, telles que les armoises (*Artemisia herba-alba*) et les jujubiers (*Ziziphus lotus*). C'est aussi une zone agricole, on trouve surtout : céréales (blé, orge), légumes (pommes de terre, tomates), arbres fruitiers (oliviers, amandiers). En fin, c'est une zone d'élevage, on trouve des plantes fourragères, cultivées pour l'alimentation du bétail, notamment la luzerne.

3.- Caractéristiques climatiques

L'étude climatique s'étale sur une période de 10 ans allant de 2012 à 2022. Les données sont résumées dans le tableau 2 :

Tableau 2 : Données climatiques de la zone d'étude 2 (Sebgag) (2012-2022).

Mois	Paramètre	T max (°C)	T min (°C)	T moy (°C)	P (mm)
Janvier		20.02	-3.82	23.38	1.59
Février		23.88	-1.69	24.95	13.26
Mars		23.74	-1.4	26.18	40.94
Avril		27.15	3.35	24.4	43.37
Mai		35.42	5.38	32.18	7.66
Juin		40.95	14.26	23.43	0.34
Juillet		40.87	19.05	22.76	8.12
Aout		40.36	19.65	23.07	1.54
Septembre		39.83	15.89	31.11	24.86
Octobre		29.95	6.2	20.27	44.55
Novembre		26.13	0.44	25.24	2.73
Décembre		23.04	-2.28	22.48	5.87
		30.95*	-6.25*	24.95*	194.83**

Source: Power.larc.nasa.gov (2024).

T max (°C) : Température maximale en (°C) ; **T min (°C)** : Température minimale en (°C) ; **T moy (°C)** : Température moyenne en (°C) ; **P (mm)** : Précipitations en (mm). * : Moyenne ; ** : Cumul.

3.1.- Températures

La saison très chaude dure 3,9 mois, du juin au septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à **28°C**. Le mois le plus chaud de l'année à Sebgag est juin, avec une température moyenne maximale de **40.95°C** et minimale de **14.26°C**.

La saison froide dure 4,9 mois, du novembre au mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à **14°C**. Le mois le plus froid de l'année à Sebgag est janvier, avec une température moyenne minimale de **-3.82°C** et maximale de **20.02°C**.

3.2.- Précipitations

On remarque qu'octobre est plus pluvieux avec une précipitation de **44.55mm**. Alors que le mois le plus sec est juin avec une précipitation de **0.34mm**.

Dans le tableau 2, nous récapitulons les valeurs qui nous permettront une caractérisation du régime des précipitations (annuel, saisonnier, mensuel). Les précipitations sont, en général, faibles avec un cumul annuel de **194,83mm**. La plupart des précipitations survient entre les mois de mars et octobre. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de **16,23mm**.

4.- Classification bioclimatique

Il est possible d'exprimer les caractéristiques climatiques d'une région soit par une formule mathématique, soit par un graphique (**Faure et al., 2002**). Selon **Dajoz (2006)**, la pluviométrie et la température jouent un rôle crucial dans le développement des organismes vivants. Ces deux principaux facteurs climatiques seraient donc pertinents pour la construction d'indice de De Martonne, du diagramme ombrothermique de Gaussen et du climagramme d'Emberger.

4.1.- Indice d'aridité de De Martonne

Dans le cas de notre zone d'étude 2 (Sebgag) pour la période entre 2012 – 2022 : P= 194.83mm et T= 24.95°C. Le calcul de l'indice d'aridité de la zone d'étude a révélé une valeur de **I_{DM}= 5,57** ce qui permet de classer la zone étudiée dans la classe 1 : **climat très sec**.

4.2.- Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Celui de notre zone d'étude est représenté par la figure 5. D'après ce diagramme, la période sèche de notre zone d'étude s'étale du mi-avril-mi-septembre

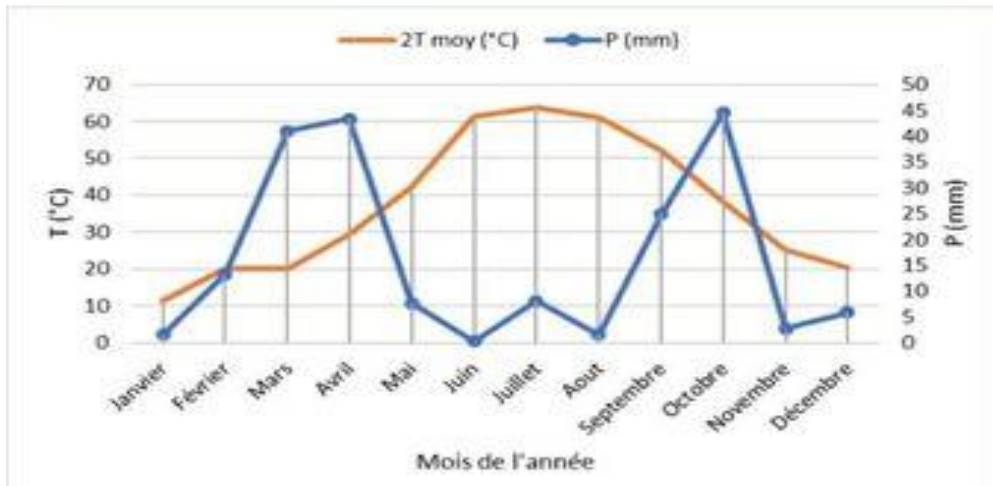


Figure 5 : Diagramme Ombrothermique de Gausson pour la zone d'étude 2 (Sebgag) (2012-2022).

4.3.- Climagramme pluviothermique d'Emberger

Pour notre zone d'étude 2 (Sebgag) nous avons :

$P = 194,83\text{mm}$; $M = 40,95^{\circ}\text{C}$; $m = -3,82^{\circ}\text{C}$.

Après application de la formule, nous obtenons la valeur de $Q_2 = 15,11$ ce qui place la zone étudiée dans l'étage bioclimatique **aride**, variante à hiver **froid** (Fig.6).

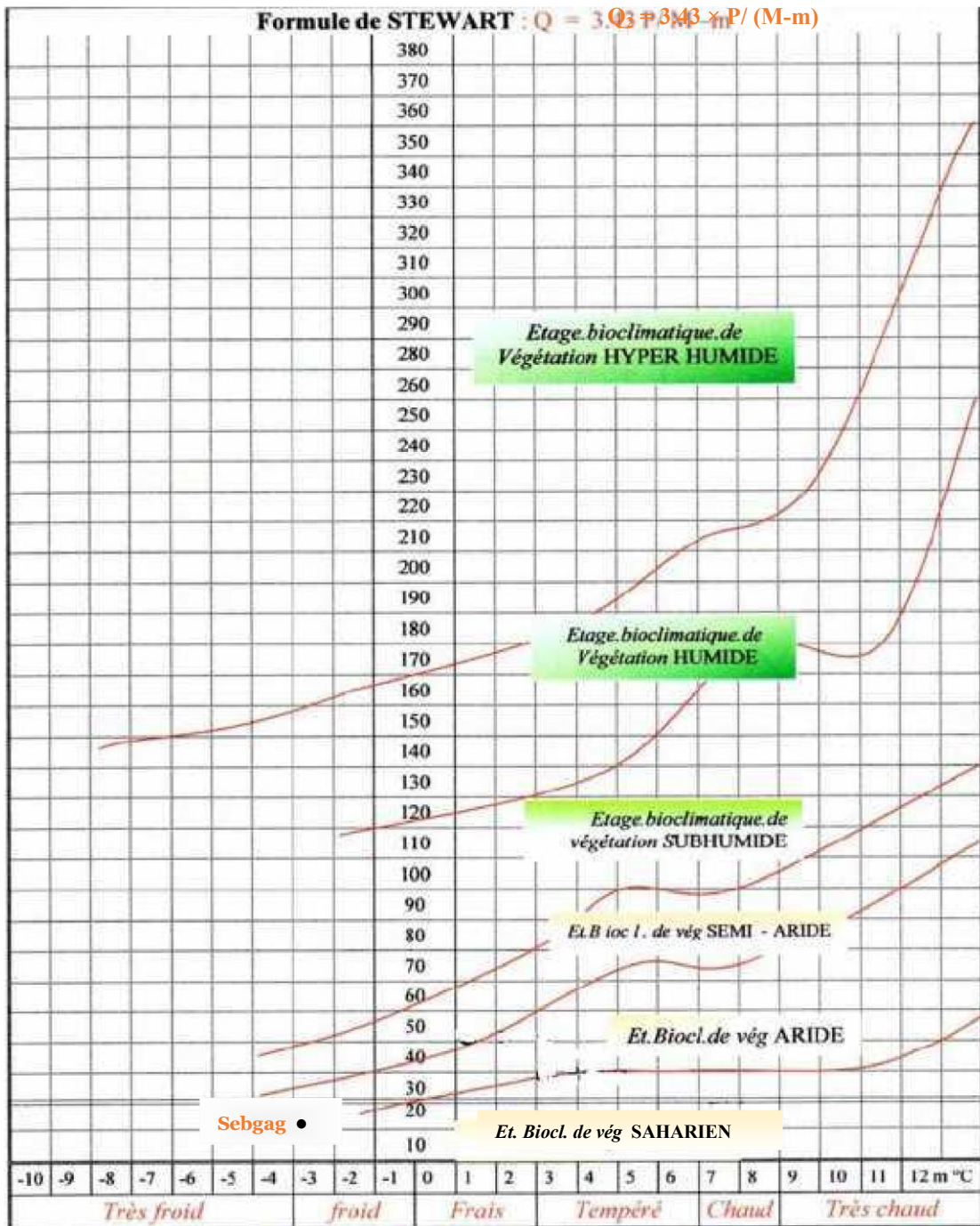


Figure 6 : Climagramme d'Emberger pour la zone d'étude 2 (Sebgag) (2012-2022).

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL & METHODES

Chapitre 2 : Méthodes d'étude

1.- Objectif du travail

Avant de débiter toute opération sur le terrain, une visite préliminaire des stations s'impose afin d'observer et d'identifier les plantes pièges (*nurse plant*), pour déterminer la capacité de ces espèces à faciliter la croissance et le développement d'autres plantes, en milieu steppique, en leur fournissant des conditions favorables, telles que l'ombre, la protection contre les vents ou en améliorant la qualité du sol.

A cet effet, plusieurs sorties de prospection sur le terrain ont été réalisées en 13/02/2024 pour localiser les stations qui abritent le maximum de plantes nourricières, les lits d'*Oued*, par exemple.

Le couvert végétal des deux zones d'étude est relativement pauvre et dépend directement des conditions climatiques de l'année. Même si les conditions sont favorables le nombre de graines produites par pied reste très faible. De ce fait, il fallait choisir la période où les graines sont mûres et prêtes à être disséminées. C'est pourquoi des sorties ont été programmées juste après les pluies (18/04/2024) car elles sont supposées favoriser les espèces éphémères.

1.1.- Choix des plantes pièges

D'après nos observations sur le terrain, nous avons choisi de faire l'étude de la banque des graines du sol sous 07 espèces différentes. Ces espèces présentent des propriétés qui les rendent des plantes pièges.

Ci-joint quelques caractéristiques que nous estimons pertinentes pour le choix :

- ✓ La plante piège se distingue par sa physionomie, ce qui lui permet de capturer les graines dispersées, de les stocker et de les conserver grâce au microclimat qui se trouve sous la plante.
- ✓ La répartition de la plante piège : le rapport densité/couverture de ces espèces dans la station étudiée.

Nous avons établi des fiches descriptives pour les (7) plantes steppiques qui sont supposées être des plantes pièges, en regroupant toutes les informations recueillies dans la bibliographie ainsi que nos observations personnelles lors de la réalisation de l'étude.

Les principales caractéristiques (biologie, écologie et physiologie) des espèces pièges étudiées dans les stations prospectées sont résumées dans ces fiches descriptives. Elles offrent, en quelque sorte, certaines réponses et explications aux phénomènes liés au comportement de ces espèces pièges qui possèdent probablement une banque de graines de sol. Ces espèces sont les suivantes :

1. *Artemisia campestris* L. (Asteraceae)
2. *Artemisia herba alba* Asso. (Asteraceae)
3. *Atriplex halimus* L. (Amaranthaceae)
4. *Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae)
5. *Retama raetam* (Forssk.) Webb & Berthel (Fabaceae)
6. *Stipa tenacissima* L. (Poaceae)
7. *Ziziphus lotus* (L.) Lam. (Rhamnaceae)

Artemisia campestris L. (Asteraceae)

الشبيح العادي

Syn. : *Seriphidium campestre* (L.) W. A. Weber

1. Description morphologique

Port : Plante herbacée vivace, parfois annuelle, pouvant atteindre 30 à 60 cm de hauteur. Elle présente un aspect buissonnant avec des tiges ramifiées.

Feuilles : Feuilles basales pennatiséquées, profondément divisées en segments étroits et filiformes. Les feuilles supérieures sont généralement moins divisées et plus petites.



Tiges : Érigées, ramifiées, souvent lignifiées à la base, de couleur verte à brunâtre.

Inflorescence : Panicule lâche composée de nombreux capitules globuleux et petits, généralement de couleur jaunâtre à brunâtre. **Fleurs** : Capitules formés de fleurs tubulaires, sans ligules (rayons), avec des fleurs centrales hermaphrodites et des fleurs périphériques femelles (Tutin et al., 1976).

2. Répartition géographique et habitat

Répartition : Espèce cosmopolite, largement répandue en Europe, en Asie, en Amérique du Nord et du Sud, ainsi qu'en Afrique du Nord. **Habitat** : Préfère les sols sablonneux, pierreux et bien drainés. On la trouve souvent dans les prairies, les dunes côtières, les bords de routes, et les friches.

3. Écologie

Adaptations : *Artemisia campestris* est bien adaptée aux conditions sèches et aux sols pauvres. Ses feuilles divisées réduisent la surface d'évapotranspiration, permettant ainsi une meilleure conservation de l'eau (Le Floc'h, 2003).

Reproduction : Par graines, disséminées principalement par le vent (anémophilie) et par dispersion de capitules entiers (Polunin, 1969). **Interactions** : Cette espèce est souvent associée à d'autres plantes xérophiiles. Elle joue un rôle dans la stabilisation des sols et peut servir de nourriture pour certaines espèces d'insectes.

4. Utilisations

Médicinales : Traditionnellement utilisée en phytothérapie pour ses propriétés antiseptiques, anti-inflammatoires et digestives. Les infusions de feuilles et de fleurs sont utilisées pour

traiter divers maux. **Autres utilisations** : Employée dans certaines cultures comme plante ornementale pour son feuillage décoratif et son port buissonnant.

Artemisia herba-alba Asso. (Asteraceae)

الشيح الابيض

1. Description morphologique

Port : Arbuste aromatique, persistant, pouvant atteindre 1 à 2 mètres de hauteur.

Feuilles : Feuilles gris-vert, étroites, très divisées, avec un aspect laineux dû à de petits poils.

Tiges : Lignifiées à la base, ramifiées, avec une écorce grisâtre.



Inflorescence : Capitules regroupés en panicules terminales, de couleur jaune pâle à blanc argenté.

Fleurs : Fleurs tubulées, sans ligules, regroupées en capitules, typiques de la famille des Astéracées.

2. Répartition géographique et habitat

Répartition : Présente dans les régions méditerranéennes d'Afrique du Nord, du Moyen-Orient et d'Asie centrale.

Habitat : Plante xérophyte, elle pousse dans les zones arides et semi-arides, souvent sur des sols calcaires et rocailloux (Quezel & Santa, 1963).

3. Écologie

Adaptations : Les feuilles argentées réfléchissent la lumière, réduisant ainsi la perte d'eau par évapotranspiration. Les poils sur les feuilles aident également à piéger l'humidité.

Reproduction : Par graines, dispersées par le vent. **Interactions** : *Artemisia herba-alba* est connue pour produire des composés chimiques qui peuvent inhiber la croissance d'autres plantes autour d'elle, agissant comme un agent allélopathique (Boulos, 1999).

4. Utilisations

Médicinales : Utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés antiseptiques, anti-inflammatoires et digestives.

Culinaires : Parfois utilisée comme aromate dans la cuisine méditerranéenne, en particulier pour parfumer les viandes et les sauces.

Autres utilisations : Employée dans la fabrication de parfums et de produits cosmétiques pour son parfum caractéristique.

Atriplex halimus L. (Amaranthaceae)

القطف

1. Description morphologique

Port : Arbuste buissonnant, persistant, atteignant généralement 1 à 2 mètres de hauteur.

Feuilles : Feuilles alternes, entières, épaisses et succulentes, de forme variable mais souvent en forme de fer de lance.

Tiges : Tiges ligneuses à la base, souvent ramifiées, de couleur gris-vert.



Fleurs : Petites fleurs verdâtres disposées en épis le long des tiges.

Fruits : Petits akènes renfermés dans des valves membraneuses.

2. Répartition géographique et habitat

Répartition : Espèce largement répartie dans les régions méditerranéennes, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient et en Asie centrale.

Habitat : Plante xérophyte, elle pousse dans les zones arides et semi-arides, souvent sur des sols salins et sableux (Quézel & Santa, 1963).

3. Écologie

Adaptations : Les feuilles épaisses et succulentes ainsi que les tiges ligneuses permettent à la plante de résister à la sécheresse et aux conditions environnementales difficiles.

Reproduction : Par graines, dispersées par le vent.

Interactions : *Atriplex halimus* est souvent associée à d'autres plantes adaptées aux milieux arides. Elle peut également jouer un rôle dans la phytoremédiation des sols salins (Bellakhdar, 1997).

4. Utilisations

Fourragère : Souvent utilisée comme plante fourragère pour le bétail, car elle est riche en éléments nutritifs et peut pousser dans des conditions difficiles.

Ornementale : Parfois cultivée comme plante ornementale pour son feuillage argenté et sa capacité à tolérer les sols pauvres et salins.

Médicinale : Certaines parties de la plante sont utilisées en médecine traditionnelle pour leurs propriétés médicinales.

Euphorbia guyoniana Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae)

اللبين

1- Description morphologique (Boissier & Reuter, 1842)

Port : Plante herbacée vivace, mesurant généralement entre 20 et 60 cm de hauteur.

Feuilles : Feuilles alternes, charnues, de forme elliptique à lancéolée, avec un bord entier.

Tiges : Tiges vertes, succulentes et souvent ramifiées, adaptées pour stocker de l'eau.



Fleurs : Inflorescences en cyathes, petites et vert jaunâtre, typiques des membres du genre *Euphorbia*. **Fruits** : Capsules trigonales contenant des graines, qui se dispersent par déhiscence explosive.

2- Répartition géographique et habitat

Répartition : Endémique du nord de l'Afrique, particulièrement en Algérie (Quézel & Santa, 1963).

Habitat : Plante typique des zones arides et semi-arides, souvent trouvée dans les sols sableux et rocailloux (Maire, 1933 ; Radcliffe-Smith, 1980).

3- Écologie

Adaptations : La structure charnue des feuilles et des tiges permet une meilleure rétention d'eau, essentielle pour survivre dans les environnements arides. Les capsules trigonales facilitent la dispersion des graines par déhiscence explosive, augmentant ainsi la probabilité de colonisation de nouveaux sites (Ozenda, 1991).

Reproduction : Par graines, dispersées par la déhiscence explosive des capsules. (Le Floc'h, 1983). **Interactions** : La plante est pollinisée principalement par les insectes (entomophile) et peut former des associations symbiotiques avec des champignons mycorhiziens, ce qui favorise son adaptation à des sols pauvres en nutriments.

4- plantes mellifère وOrnementale : Peut être utilisée comme plante ornementale en raison de son port attrayant et de ses inflorescences distinctives. Médicinale : Peu documenté pour cette espèce spécifique, mais certaines espèces du genre *Euphorbia* sont utilisées en médecine traditionnelle pour leurs propriétés médicinales. Écologique : Contribue à la stabilité des sols dans les régions arides et constitue une source de nourriture pour certains insectes. Son système racinaire aide à lutter contre l'érosion des sols dans les zones désertiques.

***Retama raetam* (Forssk.) Webb & Berthel (Fabaceae)**

الرتم

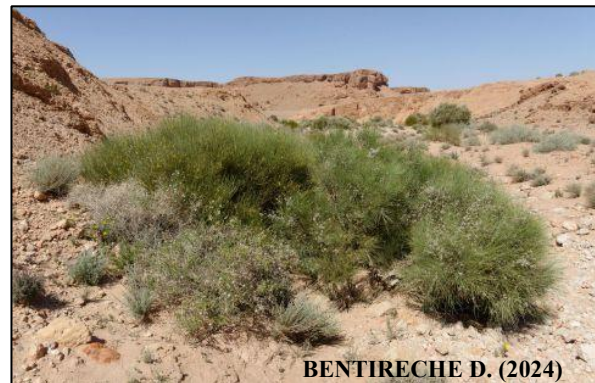
Syn.: *Retama monosperma* (L.) Boiss., *Lygos raetam* Forssk.

1. Description morphologique

Port : Arbuste ramifié, pouvant atteindre 2 à 4 mètres de hauteur.

Feuilles : Feuilles réduites à des écailles, caduques, ne persistant que sur les jeunes pousses, petites et linéaires.

Tiges : Tiges vertes, minces, flexibles, avec des rameaux très nombreux et fins.



Fleurs : Fleurs blanches à rosées, papilionacées, regroupées en grappes terminales denses.

Fruits : Gousses plates, velues, contenant plusieurs graines.

2. Répartition géographique et habitat

Répartition : Espèce native des régions méditerranéennes, présente en Afrique du Nord, au Moyen-Orient et dans certaines régions d'Europe méridionale.

Habitat : Plante xérophyte, elle pousse dans les zones arides et semi-arides, souvent sur des sols calcaires et rocailloux (Quézel & Santa, 1963).

3. Écologie

Adaptations : Les feuilles réduites et les tiges flexibles sont des adaptations aux conditions arides. La plante peut fixer l'azote atmosphérique grâce à des nodosités sur ses racines, ce qui lui confère un avantage dans les sols pauvres en nutriments.

Reproduction : Par graines, dispersées par le vent. **Interactions :** *Retama raetam* peut former des associations symbiotiques avec des champignons mycorrhiziens, favorisant ainsi son adaptation à des environnements arides et pauvres en nutriments.

4. Utilisations

Ornementale : Parfois cultivée comme plante ornementale pour ses fleurs décoratives et son port gracieux.

Médicinale : Certaines parties de la plante sont utilisées en médecine traditionnelle pour traiter divers maux, bien que la plante puisse être toxique à fortes doses (**Bellakhdar, 1997**).

Écologique : Elle est utile dans la lutte contre l'érosion et la désertification grâce à son système racinaire profond et à sa capacité à fixer l'azote.

Stipa tenacissima L. (Poaceae) Syn. : *Macrochloa tenacissima* (L.) Kunth الحلفاء

1. Description morphologique

Port : Plante herbacée vivace formant des touffes denses (cespiteuse) pouvant atteindre jusqu'à 1 mètre de hauteur.

Feuilles : Longues, fines, raides, et très coriaces. Elles sont filiformes et enroulées sur elles-mêmes, réduisant ainsi la perte d'eau par évapotranspiration.



Tiges (chaumes) : Droites, cylindriques et robustes, émergeant de la base des touffes.

Inflorescence : Panicule lâche et étroite, pouvant atteindre 30 cm de longueur. Les épillets sont disposés en grappes espacées. **Fleurs** : Les fleurs sont petites et peu visibles. Elles possèdent des arêtes très longues et tordues, qui facilitent la dissémination par le vent.

2. Répartition géographique et habitat

Répartition : Principalement méditerranéenne, trouvée dans les pays d'Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie), en Espagne, et dans certaines régions du sud de la France.

Habitat : Plante xérophile, adaptée aux environnements arides et semi-arides. Elle colonise principalement les steppes et les terrains pierreux, souvent sur des sols pauvres et calcaires (**Maire, 1955**).

3. Écologie

Adaptations : *Stipa tenacissima* est bien adaptée aux conditions de sécheresse grâce à ses feuilles enroulées et coriaces qui réduisent la perte d'eau. La plante a un système racinaire profond permettant d'accéder à l'eau des couches inférieures du sol (**Ghozlane, 2013**).

Reproduction : Par graines, disséminées principalement par le vent (anémophilie), favorisée par les longues arêtes des épillets. **Interactions** : Cette espèce joue un rôle écologique

important en stabilisant les sols et en empêchant l'érosion. Elle peut également être associée à diverses espèces de la flore méditerranéenne.

4. Utilisations

Traditionnelles : Les fibres de *Stipa tenacissima* sont traditionnellement utilisées pour la fabrication de cordes, tapis, et paniers.

Écologiques : En raison de sa capacité à stabiliser les sols, elle est parfois utilisée dans des projets de lutte contre la désertification (Benabid, 2000).

Zizyphus lotus (L.) Lam. (Rhamnaceae)

السدر

1. Description morphologique

Port : Arbuste épineux, pouvant atteindre 2 à 5 mètres de hauteur.

Feuilles : Feuilles alternes, simples, ovales, avec des nervures bien marquées, caduques.

Tiges : Tiges ramifiées, souvent armées de fortes épines droites ou courbes.



Fleurs : Petites fleurs verdâtres, regroupées en petites cymes axillaires. **Fruits** : Drupe globuleuse, comestible, de couleur jaune à brunâtre, contenant une seule graine.

2. Répartition géographique et habitat

Répartition : Espèce native des régions méditerranéennes et sahariennes, présente en Afrique du Nord, en Méditerranée orientale, et dans certaines régions d'Asie.

Habitat : Plante xérophyte, elle pousse dans les zones arides et semi-arides, souvent sur des sols sablonneux, argileux et rocailleux.

3. Écologie

Adaptations : Les feuilles petites et les épines sont des adaptations aux conditions arides. La plante peut survivre de longues périodes de sécheresse grâce à ses racines profondes qui atteignent les nappes phréatiques.

Reproduction : Par graines, dispersées principalement par les animaux (zoochorie). Les fruits sont consommés par divers animaux, qui aident à la dispersion des graines.

Interactions : *Zizyphus lotus* peut former des associations symbiotiques avec des champignons mycorhiziens, améliorant ainsi sa capacité à absorber les nutriments dans des sols pauvres.

4_plantes mellifère

Ornementale : Parfois cultivée comme plante ornementale pour son feuillage attrayant et ses fruits comestibles.

Médicinale : Les fruits et autres parties de la plante sont utilisés en médecine traditionnelle pour traiter divers maux, tels que les troubles digestifs et les inflammations.

Écologique : Elle est utile dans la lutte contre l'érosion et la désertification grâce à son système racinaire profond et sa capacité à stabiliser les sols. Elle fournit également un habitat et une source de nourriture pour la faune locale.

2.- Méthodes d'étude de la banque des graines du sol

2.1.- Echantillonnage

Des échantillons du sol ont été collectés au hasard sous 2 à 3 plantes supposées être des plantes pièges à l'aide d'une pelle et d'une pioche. Nous avons prélevé près de 2kg de sol (tous autour de la plante) à une profondeur de 15 cm (**Fig.7**) et nous les avons mis dans des sachets en papier. Chaque échantillon doit porter une étiquette mentionnant la station, le nom de l'espèce, la date et le lieu de la récolte.

La taille des échantillons ne peut être fixée par avance car elle dépend de plusieurs facteurs liés à l'abondance des espèces de plante piège, type de sol...etc.

Les échantillons du sol sont transportés au laboratoire et conservés en conditions ambiantes, à l'abri de l'humidité, facteur favorisant l'installation de moisissures qui pourraient plus tard entraver les essais de germination.

Le séchage est une condition préalable pour la germination chez certaines espèces et des pourcentages plus élevés de germination sont obtenus si les graines sont sèches sur la plante mère que si elles sont séchées après la collecte (**Baskin et Baskin, 2014**).

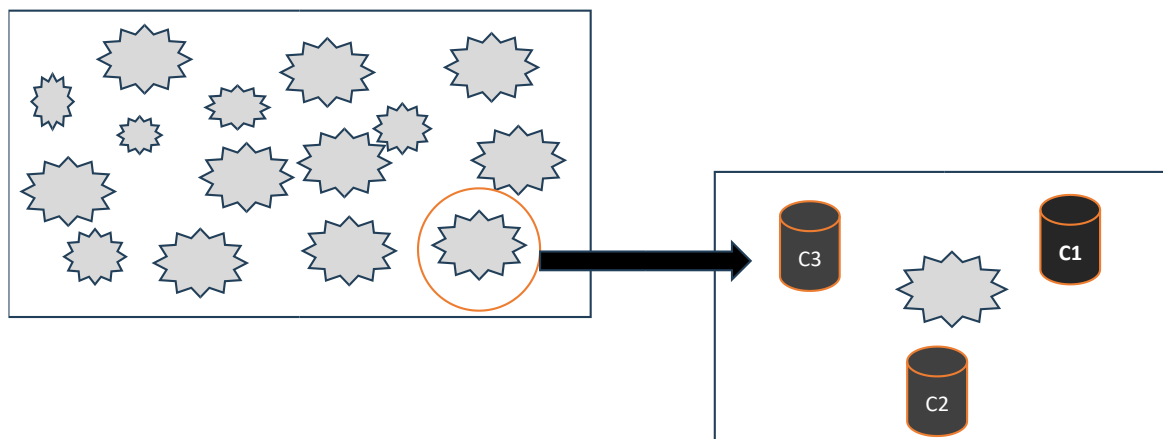


Figure 7 : Méthodes d'échantillonnage de la banque de graines du sol.

2.2.- Mise en évidence de la banque des graines du sol

Dans cette étude, nous avons procédé à la mise en évidence de la banque de graines du sol par les deux méthodes :

a. La technique directe :

Nous avons prélevé 100 g de sol de chaque échantillon initial sous chaque plante piège. Ensuite, nous avons procédé à un tamisage avec un tamis de 2 mm afin de retirer les cailloux. Les échantillons de sol ont été analysés directement à l'aide d'une loupe binoculaire pour déterminer leur contenu en graines.

Selon plusieurs auteurs (**Roberts, 1981 ; Simpson et al., 1989 ; Gross, 1990 ; Ter Heerdt et al., 1996 ; Thompson et al., 1997**) cette approche est peu précise, en particulier lorsque les graines sont très petites. En effet, pour cette raison la deuxième méthode complète la première.

Les graines ont été placées dans des boîtes de Pétri stériles, de 90 mm de diamètre et 15 mm de hauteur, contenant deux couches de papier filtre, préalablement imbibées par l'eau distillée et incubées dans une étuve à 25°C.

Les boîtes ont été réparties en randomisation totale. C'est-à-dire en disposition aléatoire (**Dagnelie, 2012**).

Les graines ont été surveillées pendant 4 semaines.

Le dispositif expérimental est représenté dans la figure 8.

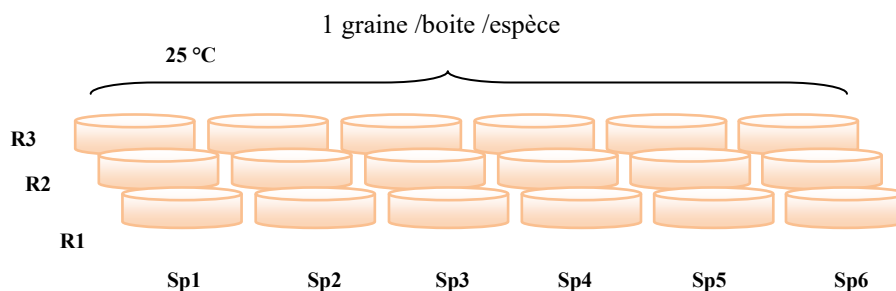


Figure 8 : Dispositif expérimental de la technique directe de mise en évidence de la banque des graines du sol sous les espèces de plantes pièges étudiées.

R : Répétition ; **Sp** : Espèce de plante piège étudiée.

Un comptage quotidien des graines germées est noté pendant le processus de la germination.

Le papier filtre est imbibé à chaque fois qu'il est nécessaire par l'eau distillée pour maintenir une humidité suffisante et permanente pour la germination. L'essai prend fin lorsque, suite à des comptages successifs, aucune germination n'est enregistrée.

D'un point de vue pratique et surtout observable au laboratoire, on caractérise la germination par la rupture des téguments, suivie par l'allongement de la radicelle ou, en absence de tégument, de l'allongement visible de celle-ci (**Côme, 1970**).

Cette définition coïncide avec celle de l'International Seed Testing Association (**ISTA, 2011**), qui dit textuellement : "la germination d'une graine dans le cadre d'un test de laboratoire est l'émergence et le développement d'une plantule jusqu'au stade où l'aspect de ses structures essentielles indique au moins sa capacité à se développer ultérieurement en une plante satisfaisante dans des conditions de culture favorables".

Les graines étaient considérées comme ayant germé lorsqu'une radicule de semence de 2 mm était apparue (**Nin et al., 2017**).

b. La technique indirecte :

Alors que la mise en évidence de la banque de graines du sol par la méthode indirecte, c'est-à-dire la mise en germination des échantillons du sol puis le comptage des plantules qui

apparaissent, a surement certains avantages et d'autres inconvénients (Leck et al., 1989 ; Gross, 1990 ; Ter Heerdt et al., 1996 ; Thompson et al., 1997 ; Baskin et Baskin, 2014).

Pour se faire, on est passé par deux étapes :

✓ **Préparation des pots en plastique**

Pour chaque plante piège, nous avons effectué trois répétitions, soit un total de 21 pots en plastique. Chaque pot a été préparé en plaçant une couche de gravier (de 2 à 3 cm) au fond pour éliminer l'excès d'eau d'irrigation et permettre un bon drainage.

✓ **Mise en culture**

Les échantillons de sol prélevés sous les plantes pièges ont ensuite été répartis de manière équitable dans les pots. Environ deux tiers du volume de chaque pot ont été remplis avec les échantillons de sol.

Les pots ont été laissés à l'air libre pendant 1 mois afin d'obtenir le maximum de germination et ont été déplacés plusieurs fois pour assurer des conditions homogènes de germination pour tous les échantillons. Les plantules ont été comptées journalièrement selon des codes lorsqu'elles n'étaient pas identifiables à un jeune stade. L'irrigation commence immédiatement après mise en place, puis l'opération d'irrigation devient tous les deux jours et depuis la même eau de robinet pendant toute l'expérience.

La **figure 10** représente le dispositif expérimental :

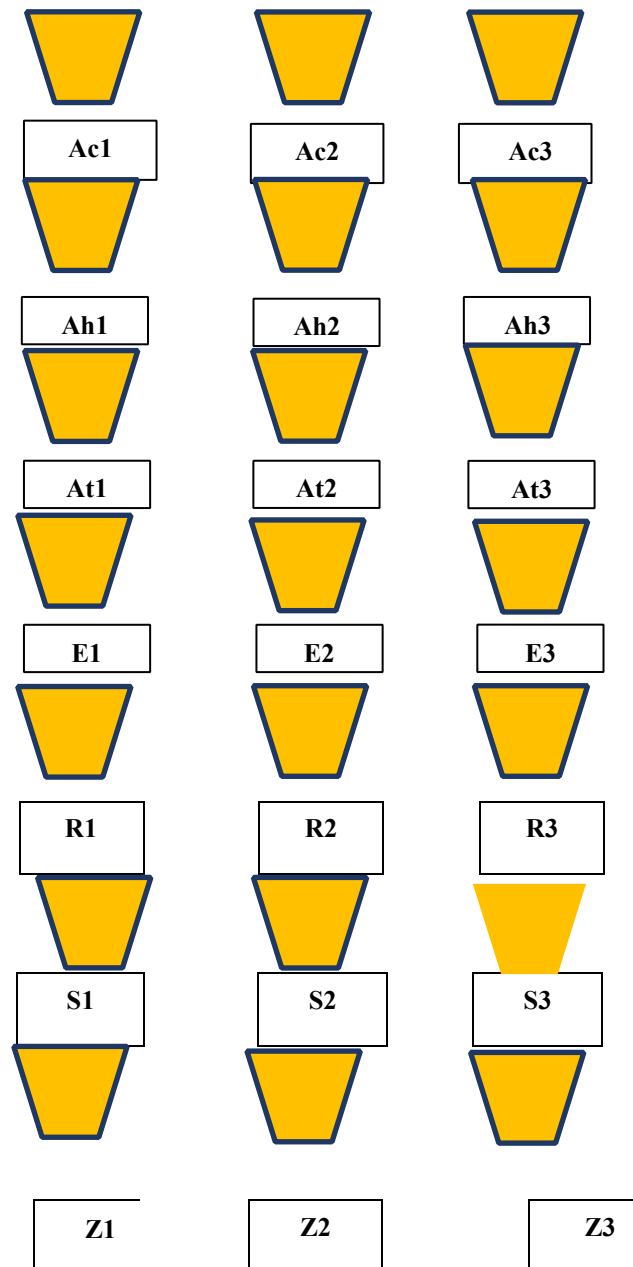


Figure 10 : Dispositif expérimental de la technique indirecte de mise en évidence de la banque des graines du sol sous les espèces de plantes pièges étudiées.

Ac: *A. campestris*, Ah: *A. herba alba.*, At: *A. halimus*, E : *E.guyoniana*, R : *R. raetam*, S : *S.tenacissima*, Z: *Z. lotus*.

La première germination a été obtenu 30/04/2024.

La figure 11 résume la méthodologie globale du travail :

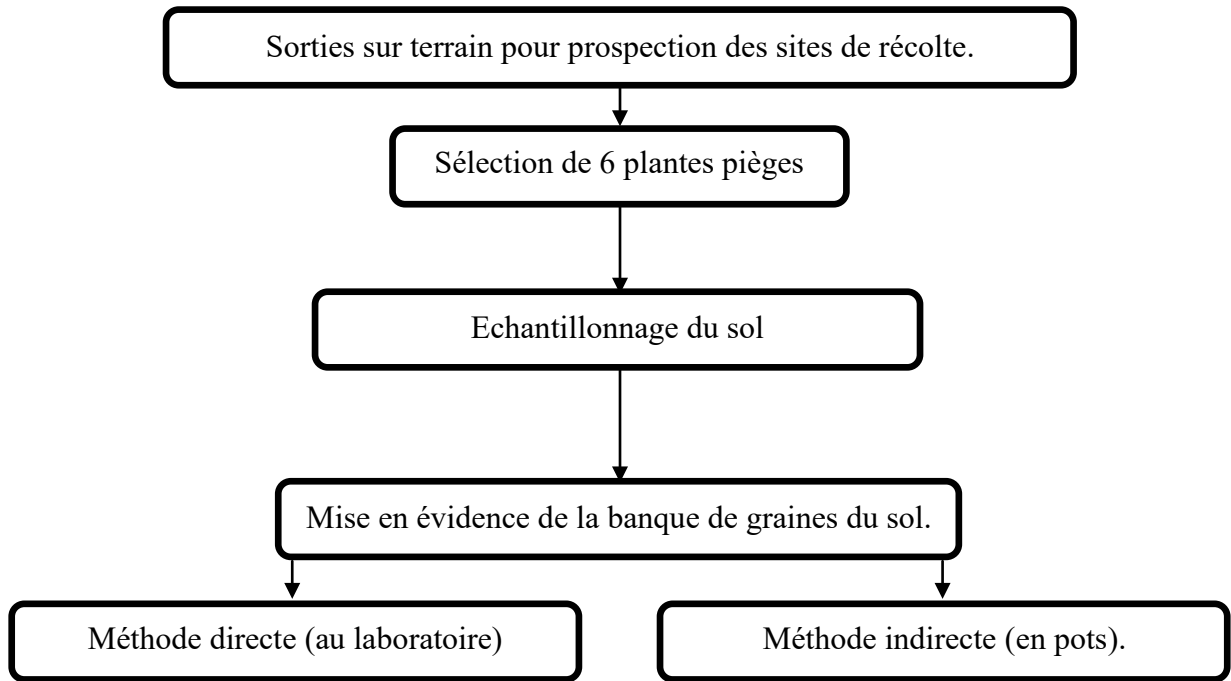


Figure 11 : Méthodologie de travail.

TROISIEME PARTIE : RESULTATS & DISCUSSIONS

Chapitre 1 : Estimation de la banque de graines du sol sous plantes pièges

Ce chapitre comporte des informations relatives à l'inventaire de la flore associée aux plantes pièges dans les deux zones d'étude (Sidi Makhoulf et Sebgag). Ces informations servent à mieux comprendre la rétention des plantes pièges étudiées aux fruits et graines et dès lors à mieux cerner leur impact sur la germination et/ou la dormance des graines.

1.1.- Estimation par méthode directe (au laboratoire)

À l'aide d'une loupe binoculaire, des photos de graines similaires en termes de taille, de forme et de couleur ont été prises après un tri manuel des échantillons de sol sous certaines plantes pièges. Ces graines ont ensuite été placées sur du papier filtre dans des boîtes de Pétri pour effectuer des tests de viabilité et de germination.

Un total de 07 types de graines a été recensé, réparti en 05 types de graines pour la zone de Sidi Makhoulf et 02 types pour la zone de Sebgag. Les types de graines extraites de la banque de graines du sol des deux zones d'étude sont résumés dans le tableau 3 :

Tableau 3 : Inventaire de la flore spontanée en graines collectées dans la région d'étude.

Zone d'étude	Nombre des types de graine
Sidi Makhoulf	05
Sebgag	02
Total	07

Source : BENTIRECHE (2024).

La diversité des types de graines obtenues dans la banque de graines du sol sous les sept plantes pièges étudiées indique que la zone de Sidi Makhoulf possède une biodiversité plus importante que celle recensée dans la zone de Sebgag, bien que cette biodiversité ne soit pas toujours visible sur le terrain en raison des conditions météorologiques.

Cette diversité garantit la capacité des graines à résister aux facteurs biotiques et abiotiques du milieu et à maintenir leur viabilité pendant une longue période. Il est également important de souligner que de nombreux types de graines ne proviennent probablement pas d'espèces autochtones des zones d'étude (Sidi Makhoulf et Sebgag).

Elles ont probablement été introduites par anémochorie (dispersion par le vent) et zoochorie (dispersion par les animaux), entre autres mécanismes.

Plusieurs travaux traitent la dispersion des graines sur de longues distances, y compris par le vent et les animaux, et comment ces processus affectent la diversité génétique et la structure des populations végétales locales (**Howe & Smallwood, 1982 ; Cain, et al., 2000 ; Nathan et al., 2000 ; Herrera, 2002 ; Levin et al., 2003**).

Cette différence entre les deux zones d'étude (Sidi Makhoulouf et Sebga) pourrait être liée au fait que ces zones appartiennent à deux étages bioclimatiques différents, saharien et aride respectivement. Selon le climat, la dispersion des graines peut varier considérablement en raison des différences de végétation, de vent et d'activité animale (**Fenner & Thompson, 2005 ; Vander Wall et al., 2005 ; Nathan & Muller-Landau, 2000**).

Ces effets de facilitation devraient être pris en compte par les écologistes de la restauration et les gestionnaires des terres, non seulement parce que les espèces pièges jouent un rôle crucial dans la restauration des caractéristiques et des fonctions du système d'origine (**Bruno et al. 2003**), mais aussi parce que les plantes pièges sont censées favoriser la succession dans de nombreux habitats, notamment sur les sites perturbés (**Walker et Del Moral 2003**).

Plusieurs autres études traitent des résultats similaires concernant le rôle des plantes nourricières et les effets de facilitation de ces plantes pièges dans des habitats arides et semi-arides. **Padilla & Pugnaire (2006)**, explore le rôle des plantes nourricières dans la restauration des environnements dégradés et présente des cas où des arbustes comme *Retama sphaerocarpa* améliorent la survie des semis d'autres espèces.

Valiente-Banuet & Verdú (2008), examinent comment les interactions entre les espèces peuvent changer au fil du temps, passant de la facilitation à la compétition, en mettant l'accent sur les plantes nourricières dans les écosystèmes arides et semi-arides.

Il est nécessaire de souligner l'importance des arbustes comme plantes nourricières pour améliorer la survie des semis en conditions arides (**Maestre et al., 2003 ; GómezAparicio et al., 2004 ; Rey Benayas & Camacho-Cruz 2004**).

La caractérisation morphologique des types de graines associées aux plantes pièges étudiées par la méthode directe a été réalisée à partir d'observations à la loupe binoculaire

selon le référentiel de **Bojnanský & Fargašová (2007)** et celui de **Demonty et al., (2014)**. Cette description a été structurée selon les types recensés sous forme de fiches descriptives.

Description de la graine (Type 1)

Forme : Oblong ;
Taille : / ; **Appendice** : Néant ; **Couleur** : Noire ;
Lieu de récolte : Sous *Artemisia campestris*



Description de la graine (Type 2)

Forme : Ovale ;
Taille : / ; **Appendice** : Néant ; **Couleur** : Marron ;
Lieu de récolte : Sous *Artemisia herba alba*



Description de la graine (Type 3)

Forme : Mucroné ;
Taille : / ; **Appendice** : Néant ; **Couleur** : Marron ;
Lieu de récolte : Sous *Euphorbia guyoniana*



Description de la graine (Type 4)

Forme : Ovale ; **Taille** : / ; **Appendice** : Néant ;
Couleur : Jaune ; **Lieu de récolte** : Sous *Retama raetam*



Description de la graine (Type 5)

Forme : Mucroné ;
Taille : / ; **Appendice** : Néant ; **Couleur** : Jaune ;
Lieu de récolte : Sous *Stipa tenacissima*
1.2.- Estimation par méthode indirecte (en pots)



La mise en culture des différents échantillons du sol prélevés au niveau des sept plantes pièges a permis de recenser 5 espèces : *Retama sp.* et *Artemisia sp.* et 3 autres espèces indéterminées (Fig.12).

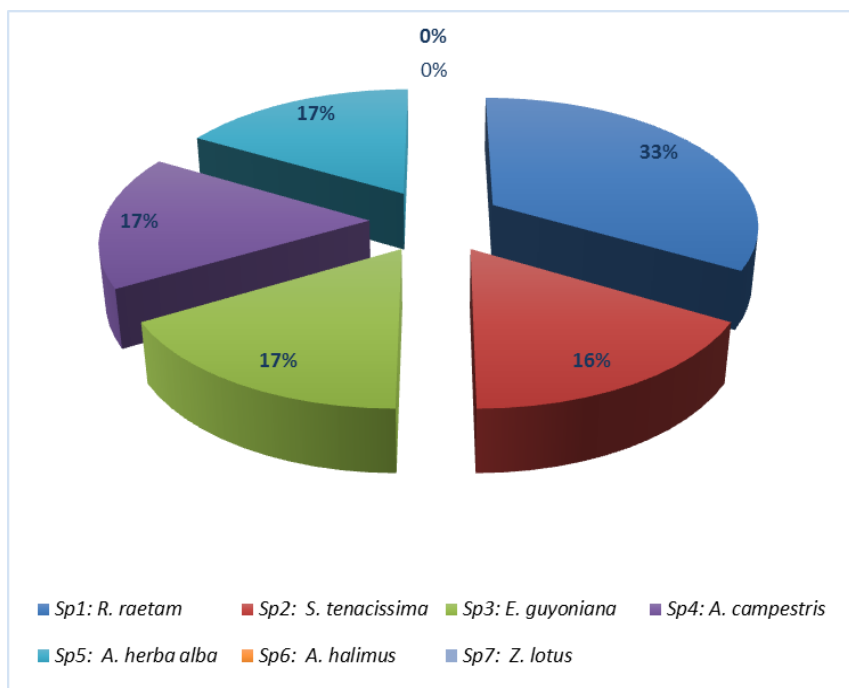


Figure 12 : Répartition des graines germées au niveau de la banque de graines du sol associée aux 6 plantes pièges.

D'un point de vue quantitatif, il y a une faible variabilité dans le nombre de graines ayant germées (estimé par méthode indirecte) entre les différentes espèces de plantes pièges par rapport au nombre total de types de graines (estimé par méthode directe). Cela démontre que la banque de graines du sol associée à ces plantes pièges possède un stock adéquat de graines dissimulées dans le sol.

Concernant le nombre de graines ayant germées en pots entre les différentes espèces de plantes pièges, nous constatons une différence significative : *Retama raetam*, *Stipa tenacissima*, *Euphorbia guyoniana*, *Artemisia campestris*, *A. herba alba*. La plante qui a accumulé le plus de graines pourrait le faire en raison de sa taille importante par rapport aux autres, ou de sa physionomie qui favorise l'agrégation des graines.

Aucune germination n'a été obtenue au niveau des échantillons du sol prélevé sous les deux plantes *Atriplex halimus*, *Ziziphus lotus*.

Les deux techniques présentent des avantages et des inconvénients. La première méthode prend en compte toutes les semences présentes dans le sol (à l'exception de certaines très petites et difficiles à détecter).

Cependant, il est ensuite nécessaire de tester leur viabilité. La seconde méthode sous-estime le stock de semences puisqu'elle ne détecte que les plantules apparues dans les échantillons. Certaines graines peuvent ne pas germer bien qu'elles soient viables, en raison de la dormance.

Les graines dormantes sont plus tolérantes aux conditions défavorables que la plante elle-même et aux conditions climatiques (le vent, les précipitations) ainsi qu'aux facteurs humains. Elles jouent un rôle crucial dans la conservation et le maintien de la diversité génétique de l'espèce (**Blaney et al., 2001**).

En raison de l'absence de graines issue de mauvaises conditions climatiques, notamment la sécheresse, il est possible de noter les éléments suivants :

Les banques de graines du sol sont des réservoirs naturels de graines dormantes présentes dans le sol. Elles jouent un rôle crucial dans la régénération des écosystèmes en fournissant une source de nouvelles plantes après des perturbations telles que les incendies, les inondations ou le défrichage. Les pièges à plantes, quant à eux, sont des dispositifs utilisés pour collecter des graines et d'autres propagules végétales. Ils peuvent être utilisés pour étudier la composition des banques de graines, suivre la dispersion des graines ou contrôler les populations de plantes nuisibles.

Plusieurs études ont été réalisées pour comparer les résultats des banques de graines du sol avec les pièges à plantes. Ces études ont montré que les deux méthodes peuvent fournir des informations précieuses sur la composition des communautés végétales, mais qu'elles présentent également des avantages et des inconvénients distincts.

Parmi les avantages de cette technique indirecte c'est :

- ✓ **Identification des graines viables** : Cette méthode permet de détecter uniquement les graines viables, car seules celles qui peuvent germer seront comptées. Cela donne une image précise de la partie de la banque de graines capable de contribuer à la régénération des plantes.
- ✓ **Simplicité et coût** : La méthode est relativement simple à mettre en œuvre et ne nécessite pas d'équipements sophistiqués, ce qui la rend accessible et économique.

- ✓ **Observation des plantules** : Permet d'observer directement les caractéristiques morphologiques des plantules, facilitant l'identification des espèces présentes dans la banque de graines.
- ✓ **Représentativité écologique** : Les conditions de germination peuvent être ajustées pour mimer les conditions naturelles, donnant ainsi une représentation plus écologique de la composition des espèces présentes.

Parmi les inconvénients de cette technique indirecte, on peut citer :

- **Non-représentation des graines dormantes** : Les graines en dormance ne germeront pas sous les conditions standard de germination, ce qui peut entraîner une sous-estimation de la diversité et de l'abondance de la banque de graines.
- **Influence des conditions de germination** : Les conditions spécifiques de germination (température, humidité, lumière) peuvent favoriser certaines espèces au détriment d'autres, biaisant ainsi les résultats.
- **Temps de germination variable** : Certaines espèces peuvent nécessiter des périodes de germination plus longues, ce qui peut prolonger la durée de l'expérience et augmenter le risque de contamination par des pathogènes.
- **Biais de sélection** : Les graines qui nécessitent des conditions spécifiques de prétraitement (stratification, scarification) peuvent ne pas germer, menant à une sous-représentation de certaines espèces.

Les résultats obtenus par la méthode indirecte n'étaient pas les mêmes que ceux obtenus par la méthode directe. C'est pourquoi nous nous interrogeons : pourquoi les graines n'ont-elles pas germé ?

Le même essai réalisé par **Marfoua (2009)** et **Hamel et Ouggad (2018)** a permis de recenser une grande diversité d'espèces végétales, comme suit :

- 14 espèces pour **Marfoua (2009)**
- 23 espèces et 3 espèces indéterminées pour **Hamel et Ouggad (2018)**

La non-germination des graines peut être due à plusieurs causes, qu'elles soient naturelles, telles que la dormance des graines ou les variations environnementales (température, humidité, etc.) entre le terrain et la serre, ou artificielles, comme une possible

corruption ou mort des semences après irrigation des échantillons de sol avec de l'eau inappropriée.

Selon **Gross (1990)**, la méthode directe, qui repose sur l'extraction des graines du sol, nécessite un temps et une main-d'œuvre considérables, et les résultats ne sont pas fiables car elle peut surestimer la taille réelle de la banque de graines du sol en présence de graines non viables dans les échantillons. Dans cette optique, **Anne (2009)** a obtenu de nombreuses graines de la banque de graines en utilisant cette méthode, alors qu'aucune de ces espèces n'a été identifiée par la méthode indirecte.

C'est pourquoi **Ter Heerdt et al. (1996)** ont signalé que cette méthode est extrêmement efficace uniquement pour les espèces à grosses graines et ne convient pas aux espèces à petites graines. Selon **De Villiers et al. (1994)**, l'extraction physique des graines est très difficile et peu pratique pour les études à grande échelle, en particulier lorsqu'elle est utilisée pour l'étude de la banque de graines dans les zones arides. De plus, les petites graines sont difficiles à repérer et à identifier (**Leck et al., 1989 ; Gutterman, 1993**).

Les éphémères sont présents avec un nombre relativement faible dans le couvert floristique. Cela parce qu'elles sont sensibles à confronter ces conditions climatiques contraignantes et en plus leur présence dépend directement à la période des pluies.

En effet, la période d'échantillonnage a une influence positive à enrichir la banque de graines en termes de vie « graines », ceci a permis d'apparaître un nombre important d'espèces dans les échantillons des sols qui ont été mis en culture.

Ce dernier explique que la majorité des plantes sahariennes commencent leurs phases végétatives en fin hiver (période la plus pluviale), fleurissent pendant le printemps et atteignent leur maximum (fructification) au début de l'été (**Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1991 ; Gutterman, 1994 ; Chehema, 2006**). Lors de la maturation, les plantes dispersent rapidement leurs graines et elles seront plus facilement enterrés et plus susceptibles de tomber dans le sol (**Peart, 1984**).

Il existe un grand nombre de plantes éphémères par rapport aux plantes vivaces, ce qui peut être expliqué par des stratégies d'adaptation variées. Étant donné qu'elles sont directement liées aux précipitations et accomplissent tout leur cycle végétatif avant que le sol ne soit desséché (**Ozenda, 1991**), il est nécessaire de faire face aux conditions extrêmes

en étant à l'état de graines (**Monod, 1992**). Ces graines sont considérées comme un système régulateur de la germination et sont également utilisées par certaines plantes pour garantir leur survie (**Bellefontaine, 1993**).

En comparant les espèces recensées lors des relevés floristiques sur tous les parcours avec celles présentes dans la banque de graines, il est évident que 88 % des espèces de végétation de surface (vivaces) sont absentes de la banque de graines du sol. Cette absence peut être due soit à leur absence de production de graines, soit à leur absence dans la banque de graines permanente, soit à leur rareté pour être détectée. Par ailleurs, la variété particulière de la banque de graines ne correspond que partiellement à la composition de la végétation de surface (**Poschlod et al., 1991 ; Leck et al., 1993 ; Poschlod et Jackel, 1993 ; Willems, 1995 ; Dutoit et Alard, 1995 ; Bakker et al., 1996 ; Kalamees et Zobel, 1997**).

L'importance de la richesse spécifique dans les lits d'Oueds et les dépressions est due à leur caractéristique particulière ce sont des milieux de capture des eaux d'écoulement ce qui leur donne un taux relativement élevé en humidité et en alluvions, en plus ; ils sont riches en substrat argilo-sableux (**Derruau, 1967 ; Ozenda, 1991 ; Chehema et al., 2005**).

La plupart des plantes sahariennes débutent leur phase végétative à la fin de l'hiver (La période la plus pluviométrique), fleurissent au printemps et atteignent leur maximum (Fructification) au début de l'été (**Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1991 ; Gutterman, 1994 ; Chehema, 2006**). En maturation, les plantes dispersent rapidement leurs graines, ce qui facilite leur enfouissement et leur risque de tombée dans le sol (**Peart, 1984**). Selon la comparaison le stock de graines viables dans le sol peut être un indicateur utile dans l'évaluation du potentiel de restauration (**Bekker et al., 1997**). Ainsi, l'estimation de la banque de graines du sol peut donner une idée du potentiel de récupération des zones perturbées (**Tracy et Sanderson, 2000 ; Kassahunel et al., 2009**).

Conclusion

conclusion

La connaissance de l'écologie de la germination et les besoins de développement de plus d'espèces sont nécessaires pour concevoir des stratégies de restauration réussies.

Les plantes sahariennes présentent une importance écologique et environnementale exceptionnelle. En effet, malgré les conditions difficiles auxquelles elles sont soumises, leur adaptation au climat désertique par subsistance pendant de longues périodes sèches est une fin unique, obtenue par des stratégies extrêmement variées.

La dégradation des steppes a atteint un niveau tel qu'elle constitue une menace pour la biodiversité et la couverture végétative de ces zones, qui se distinguent par leur richesse floristique.

Il est possible de constater que la diversité des espèces présentes dans la banque de graines du sol pourrait être liée à la richesse spécifique des stations échantillonnées, ainsi qu'à leurs conditions édaphiques et climatiques. En résumé, les chemins sahariens abritent un stock de semences dissimulées dans le sol, appelé "banque de graines du sol", qui joue le rôle de réservoir pour certaines espèces, en particulier les espèces éphémères. On peut également suggérer que la régénération végétative participe à la régénération des espèces vivaces.

Il est indéniable que les banques de semences jouent un rôle crucial et essentiel dans la restauration de l'équilibre naturel des zones dégradées. Les graines constituent la principale source de régénération végétale. Les graines du sol sont conservées pendant de nombreuses années dans la banque de graines du sol, ce qui en fait un réservoir précieux en cas de dégradation de la zone.

Dans ce contexte, notre travail intitulé "Contribution à l'étude des graines du sol associées aux plantes pièges dans la région de Sebgag et Sidi Makhloof" vise à évaluer la quantité de graines du sol liée à ces plantes pièges. Nous avons prélevé des échantillons au pied de trois espèces différentes de plantes pièges.

Les résultats obtenus ont confirmé que la plupart des plantes présentes dans la banque de graines du sol des parcours sahariens sont des espèces biologiques. Les lits d'oueds et les dépressions contiennent une quantité significative de granulats par rapport aux sols rocailloux, sableux et aux regs.

Notre région d'étude présente une richesse floristique non négligeable, notamment grâce à la présence d'arbustes tels que *Retama raetam* (Forssk.) Webb & Berthel, ainsi que de touffes comme *Stipa tenacissima* L. et *Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut., sans oublier *Artemisia campestris* L. et *Artemisia herba alba* Asso. . *Ziziphus lotus* L.

La quantification de notre banque de graines est devenue relativement faible en raison des conditions climatiques de la région, notamment la sécheresse.

Nos résultats ont mis en évidence les effets positifs des espèces de plantes pièges sur la germination des graines de plantes indigènes des écosystèmes arides.

D'autres études, dans le cadre de futurs projets de restauration et de préservation de la biodiversité de la flore spontanée steppique, sont nécessaires pour déterminer l'effet des plantes pièges sur les exigences écologiques des graines d'autres espèces steppiques. Ceci pourra améliorer les taux de germination sans ou avec traitement de levée de dormance, ce qui permettra la multiplication des espèces et envisager la reconstitution du couvert végétal dans les écosystèmes steppiques.

On a repéré 7 types de graines dans l'horizon de sol de 015 cm, avec une densité totale allant de 5 à 10 graines/m². Le nombre de types de graines enregistrés est le plus élevé à Sidi Makhloof, tandis que seulement 2 types sont enregistrés à Sebgag. Les échantillons du sol ont été mis en germination, ce qui a permis de repérer 5 espèces : *Artemisia sp.* et *Retama sp.*, ainsi que 3 autres espèces inconnues. La plante *Retama raetam* était la plus prolifique en termes de graines, avec un total de 2 types de graines. En revanche, nous avons compté 1 type de graines pour chaque plante *Artemisia campestris* L., *A. herba alba* Asso., *Euphorbia guyoniana*, et *Stipa tenacissima* L. Aucun genre de semence n'a été observé chez *Atriplex halimus* L., *Ziziphus lotus*.

La quantification de notre banque de graines est devenue relativement faible en raison des conditions climatiques de la région, notamment la sécheresse.

Nos résultats ont mis en évidence les effets positifs des espèces de plantes pièges sur la germination des graines de plantes indigènes des écosystèmes arides.

D'autres études, dans le cadre de futurs projets de restauration et de préservation de la biodiversité de la flore spontanée steppique, sont nécessaires pour déterminer l'effet des plantes pièges sur les exigences écologiques des graines d'autres espèces steppiennes. Ceci pourra améliorer les taux de germination sans ou avec traitement de levée de dormance, ce qui permettra la multiplication des espèces et envisager la reconstitution du couvert végétal dans les écosystèmes steppiennes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abdi, O. A., Glover, E. K., & Luukkanen, O. (2013). Causes and impacts of land degradation and desertification: Case study of the Sudan. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 3(2), 40-51.

Anne, M. (2009). *Seed bank dynamics in desert ecosystems*. *Journal of Arid Environments*, 72(5), 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.11.003>

Arianoutsou, M. (1998). Aspects of demography in post-tire mediterranean plant communities of Greece. pp. 273-295, In Rundel, P. W., Montenegro, G. et Jaksic, F. (eds). *Landscape degradation in mediterranean-type ecosystem*, Ecological studies 136. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg.

Bagnouls, F., et Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. *Annales de géographie* 66, 193–220.

Bai, Y., Wu, J., Xing, Q., Pan, Q., Huang, J., Yang, D., & Han, X. (2008). Primary production and rain use efficiency across a precipitation gradient on the Mongolia plateau. *Ecology*, 89(8), 2140-2153. [DOI: 10.1890/07-0992.1](https://doi.org/10.1890/07-0992.1)

Balay, c., Delecolle, R., Guinot, J. P. et Kontongomdé, H. (1982). Etude des vents au sol en Haute Volta : Quelques conséquences économiques pour la région soudano-sahélienne en Afrique de l'Ouest. WHO/OMM. Conférence technique sur le Climat-A frique Arusha, Tanzania. 8 p.

Barbosa, P. M., Stroppiana, D., Gre'goire, J.-M. et Pereira, J. M. C. (1999). An assessment of vegetation tire in Africa (198/-1991): burned areas. burned biomass, and atrnosphericemissions. *Global Biogeochemical Cycles* 13: 933-950.

Baskin, C. C. et Baskin, J. M. (1998). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic press, San Diego. 666 p.

Baskin, C.C., Baskin, J.M., (2014). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. 2^{ème} édition. (Ed.), San Diego, Elsevier/Academic Press. USA. 1601p. [ISBN: 978-0-12-416677-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416677-6)

Bationo, B. A., Karim, S., Saadou, M., Guinko, S., Ichaou, A. et Bouhari, A. (2005). The terrestrial layering: An economical propagation technic for certain tropical wood) species. *Sécheresse* 16 : 309-31 1.

Bationo, B. A., Ouédraogo, J. S. et Guinko, S. (2001). Stratégies de régénération naturelle de *Defarium microcarpum* Guil!. et Perr. dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). *Fruits* 56 : 271-285.

- Bekdouche, F. (2010).** Evolution après feu de l'écosystème Suberaie de Kabylie (Nordalgerien). Thèse de doctorat d'Etat. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. 147p.
- Bekker, R. M., Verweij, G. L., Smith, R. E. N., Reine, R., Bakker, J. P. et Schneider, S. (1997).** Soil seed banks in European grasslands: does land use affect regeneration perspectives? *Journal of Applied Ecology* **34**: 1293-1310.
- Bellakhdar, J. (1997).** *La pharmacopée marocaine traditionnelle : Médecine arabe ancienne et savoirs populaires*. Paris : Ibis Press.
- Bellefontaine, R. (1993).** Prétraitements des semences forestières. Symposium 1UFRü. Ouagadougou. In: Somé, L. et Kam, M. Tree seed problems with special reference to Africa, Backhuys Publishers, Leiden.pp. 143-153.
- Bellefontaine, R. (1997).** Synthèse des espèces des domaines sahélien et soudanien qui se multiplient naturellement par voie végétative. In: d'Herbès J. M" Ambouta J. M. K. cl Peltier R. (Eds.), *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris, Niamey, Niger. pp. 95-1
- Benabid, A. (2000).** Flore et écosystèmes du Maroc.
- Blanco-García, A., Sáenz-Romero, C., Martorell, C., Alvarado-Sosa, P., & LindigCisneros, R. (2011).** Nurse plants for reforestation in climate change scenarios: An example with *Pinus pseudostrobus* and *Quercus castanea* in Mexico. *Journal of Arid Environments*, *75*(8), 732-737.
- Boissier, E., & Reuter, G. (1842).** *Euphorbia guyoniana*: Description botanique et classification. *Annales des Sciences Naturelles*, *18*(2), 45-56.
- Bojnanský, V., et Fargašová, A. (2007).** Atlas of seeds and fruits of central and eastEuropean flora. (Ed.), Springer Netherlands. 1079 p. ISBN: 978-1-4020-5361-0
- Bossuyt, B., & Hermy, M. (2001).** Influence of land use history on seed banks in European temperate forest ecosystems: a review. *Ecography*, *24*(2), 225-238.
- Boulos, L. (1999).** *Flora of Egypt* (Vol. 1). Al Hadara Publishing.
- Bruno, J. F., Stachowicz, J. J., & Bertness, M. D. (2003).** Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology & Evolution*, *18*(3), 119-125. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)00045-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)00045-9)
- Cain, M. L., Milligan, B. G., & Strand, A. E. (2000).** Long-distance seed dispersal in plant populations. *American Journal of Botany*, *87*(9), 1217-1227.
- Cavieres, L. A., & Badano, E. I. (2009).** Do facilitative interactions increase species richness at the entire community level? *Journal of Ecology*, *97*(6), 1181-1191.

- Cavieres, L. A., & Badano, E. I. (2010).** Consequences of facilitation on species diversity in terrestrial plant communities. In F. Pugnaire (Ed.), *Positive Plant Interactions and Community Dynamics* (pp. 137-158). CRC Press.
- Côme, D. (1970).** Les obstacles à la germination. Monographies de Physiologie Végétale No. 6. (Ed.), Masson et Cie. 162 p. ISBN: 19729701389
- Cook, S. M., Khan, Z. R., & Pickett, J. A. (2007).** The use of push-pull strategies in integrated pest management. *Annual Review of Entomology*, 52, 375-400.
- Dagnelie, P. (2012).** Principes d'expérimentation : Planification des expériences et analyse de leurs résultats. (Ed.), Les presses agronomiques de Gembloux. 414 p. ISBN: 978-2-87016117-3
- Demonty, E., Fort, N., et Dixon, L. (2014).** Collection de graines: conservation et germination des plantes patrimoniales de Provence-Alpes-Côte d'Azur (Ed.) Conservatoire botanique national alpin, Gap; Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Hyères, 152 p. ISBN: 978-2-9511-8642-2
- El-khalifa, Z. S., Zahran, H. F., Ayoub, A., & Alkhuly, M. G. (2024).** Egyptian Ecosystem's Impacts on Climate Change: A Case Study of Some Agricultural Indicators. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(8), e06275-e06275.
- Emberger, L. (1955).** Une classification biogéographique des climats. *Travaux de l'Institut botanique* 7, 3- 43.
- Fenner, M., & Thompson, K. (2005).** The ecology of seeds. Cambridge University Press.
- Foley, M.E. (2001).** Seed dormancy: an update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. *Weed Science*. 49(3), 305–317. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2001\)049\[0305:SDAUOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0305:SDAUOT]2.0.CO;2)
- Foster, B. L., Dickson, T. L., Murphy, C. A., Karel, I. S., & Smith, V. H. (2020).** Patterns of seed bank and vegetation composition in a mesic grassland after 20 years of nitrogen addition and hay management. *Journal of Ecology*, 108(1), 245-256.
- Ghafoul, M., Dellal, A., Latreche, A., & Hadjadj, K. (2019).** The study of desertification in Algerian steppic rangelands: case of the Djelfa region. *Azarian Journal of Agriculture*. 6(5):129-138. DOI: 10.29252/azarinj.017
- Ghefar, M., Morsli, B., & Bouazzaoui A. (2024).** Assessing the impact of anthropogenic activities on land use and land cover changes in the semi-arid and arid regions of Algeria. *Environ Monit Assess* 196, 383 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10661-024-12524-2>
- Ghozlane, F. (2013).** Adaptations morphologiques et physiologiques des plantes de la steppe algérienne.

- Gómez-Aparicio, L. (2009).** The role of plant interactions in the restoration of degraded ecosystems: a meta-analysis across life-forms and ecosystems. *Journal of Ecology*, 97(6), 1202-1214.
- Gómez-Aparicio, L., Zamora, R., Gómez, J. M., Hódar, J. A., Castro, J., & Baraza, E. (2004).** Applying plant facilitation to forest restoration: A meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications*, 14(4), 1128-1138. <https://doi.org/10.1890/03-5084>
- Gross, K. L. (1990).** A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. *Journal of Ecology*, 78(4), 1079-1093.
- Gross, K. L. (1990).** *The role of seed banks in regulating the abundance of annual plants.* *Ecology*, 71(3), 1936-1945. <https://doi.org/10.2307/1937560>
- Gurr, G. M., & You, M. (2016).** Conservation biological control of pests in the molecular era: new opportunities to address old constraints. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1256.
- Hamel & Ouggad K., (2018).** *Estimation de la banque de graines du sol dans les parcours sahariens: cas Ouargla et Ghardaïa*, Mémoire Master U. K.M. Ouargla p. 55.
- Hatcher, P. E., & Melander, B. (2003).** Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Research*, 43(5), 303-322.
- Herrera, C. M. (2002).** Seed dispersal by vertebrates. In C. M. Herrera & O. Pellmyr (Eds.), *Plant-animal interactions: An evolutionary approach* (pp. 185-208). Blackwell Publishing.
- Hoareau, D. (2012).** Ecologie de la germination des espèces indigènes de La Réunion. Mém. Master. Biodiversité des Ecosystèmes Tropicaux. Université de La Réunion. 64 p.
- Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982).** Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201-228.
- Hu, X.W., Wu, Y.P., et Wang, Y.R. (2009).** Different requirements for physical dormancy release in two populations of *Sophora alopecuroides* relation to burial depth. *Ecological Research*. 24(5), 1051–1056. <http://dx.doi.org/10.1007/s11284-008-0580-3>
- Jie X., Dongwei G., Jiaqiang L., Huaiwei S., Fanjiang Z., Donglei M., Qian J., Yi L. (2019).** Oasification: An unable evasive process in fighting against desertification for the sustainable development of arid and semiarid regions of China, 179 (197-209). <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.03.029>.
- Kalamees, R., & Zobel, M. (2002).** The role of the seed bank in gap regeneration in a calcareous grassland community. *Ecology*, 83(4), 1017-1025.
- Keeley, J. E., & Fotheringham, C. J. (2000).** Role of fire in regeneration from seed. In M. Fenner (Ed.), *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities* (pp. 311-330). CABI.

- Le Floc'h, E. (1983).** *Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne* (p. 202). Tunis: Imprimerie officielle de la République tunisienne.
- Leck, M. A., Parker, V. T., & Simpson, R. L. (1989).** *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press.
- Levin, S. A., Muller-Landau, H. C., Nathan, R., & Chave, J. (2003).** The ecology and evolution of seed dispersal: A theoretical perspective. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 575-604.
- Li, Y., Zhao, H., & Zhao, X. (2013).** *Climate change and land degradation in China*. Springer International Publishing.
- Maestre, F. T., Cortina, J., Bautista, S., Bellot, J., & Vallejo, R. (2003).** Small-scale environmental heterogeneity and spatiotemporal dynamics of seedling establishment in a semiarid degraded ecosystem. *Ecosystems*, 6(7), 630-643. <https://doi.org/10.1007/s10021002-0222-5>
- Maestre, F. T., et al. (2009).** "Biodiversity effects on ecosystem functioning: insights from Mediterranean plant communities." *Oecologia*, 160(1), 49-56.
- Maestre, F. T., Quero, J. L., Gotelli, N. J., Escudero, A., Ochoa, V., Delgado-Baquerizo, M., ... & Zaady, E. (2012).** Plant species richness and ecosystem multifunctionality in global drylands. *Science*, 335(6065), 214-218. [Doi:10.1126/science.1215442](https://doi.org/10.1126/science.1215442).
- Maire, R. (1933).** *Flore de l'Afrique du Nord* (Vol. 3). Paris: Paul Lechevalier.
- Maire, R. (1955).** *Flore de l'Afrique du Nord*.
- Marfoua M, (2009).** *Diversité floristique des banques des graines dans les champs céréaliers sous centre pivots (la région de Ouargla)*, Thèse magister, U. K.M. Ouargla P. 9.
- Mbaye, N., Diop, A.T., Gueye, M., Diallo, A.T., Sall, C.E., et Samb, P.I. (2002).** Etude du comportement germinatif et essais de levée de l'inhibition tégumentaire des graines de *Zornia glochidiata* Reichb. ex DC., légumineuse fourragère. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 55(1), 47-52.
- Meddour, R. (2010).** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie exemple des groupements forestiers et pré-forestiers de la Kabylie Djurdjurenne. Thèse Doctorat En Sciences Agronomiques. Option : Foresteries. Université Mouloud Mammeri De Tizi Ouzou. 230 p.
- Nathan, R., & Muller-Landau, H. C. (2000).** Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(7), 278-285.
- Nathan, R., & Muller-Landau, H. C. (2000).** Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(7), 278-285.

Nature. (2023). Swathes of Earth are turning into desert — but the degradation can be stopped. *Nature*, 623, 666. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-03621-2>.

Nin, S., Petrucci, W.A., Del Bubba, M., Ancillotti, C., et Giordani, E. (2017). Effects of environmental factors on seed germination and seedling establishment in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *Scientia Horticulturae*. 226, 241–249.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.049>

Ozenda, P. (1991). *Flore et végétation du Sahara* (3rd ed.). Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.

Padilla, F. M., & Pugnaire, F. I. (2006). The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(4), 196-202.
[https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)004](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004)

Prévost, P. (2016). Les bases de l'agriculture. 4^{ème} édition. (Ed.), Lavoisier, 290 p. [ISBN: 978-2-7430-2142-9](https://doi.org/10.1017/9782743021429)

Pugnaire, F. I., et al. (2011). "Facilitative plant interactions and climate simultaneously drive alpine plant diversity." *Ecology Letters*, 14(4), 388-394.

Quezel, P., & Santa, S. (1963). *Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales* (Vol. 1). Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.

Radcliffe-Smith, A. (1980). *Euphorbia guyoniana*: Adaptations écologiques et morphologiques. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 81(3), 257-270.

Reidsma, P., Tekelenburg, T., Van den Berg, M., & Alkemade, R. (2006). Impacts of land-use change on biodiversity: An assessment of agricultural biodiversity in the European Union. *Agriculture, ecosystems & environment*, 114(1), 86-102. [DOI: 10.1016/j.agee.2005.11.026](https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.026)

Rey Benayas, J. M., & Camacho-Cruz, A. (2004). Performance of planted tree seedlings in Mediterranean desertified shrublands: Effects of browsing and soil moisture. *Journal of Arid Environments*, 59(1), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.01.016>

Roberts, H. A. (1981). Seed banks in soils. *Advances in Applied Biology*, 6, 1-55.

Shelton, A. M., & Badenes-Perez, F. R. (2006). Concepts and applications of trap cropping in pest management. *Annual Review of Entomology*, 51, 285-308.

Simpson, R. L., Leck, M. A., & Parker, V. T. (1989). Seed banks: General concepts and methodological issues. In M. A. Leck, V. T. Parker, & R. L. Simpson (Eds.), *Ecology of soil seed banks* (pp. 3-8). Academic Press.

Soliveres, S., & Maestre, F. T. (2014). Plant-plant interactions, environmental gradients and plant diversity: A global synthesis of community-level studies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 16(4), 154-163.

- Sterk, G., & Stoorvogel, J. J. (2020).** Desertification—scientific versus political realities. *Land*, 9(5), 156. <https://doi.org/10.3390/land9050156>
- Ter Heerdt, G. N. J., Verweij, G. L., Bekker, R. M., & Bakker, J. P. (1996).** An improved method for seed-bank analysis: Seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, 10(1), 144-151.
- Thompson, K., & Grime, J. P. (1979).** Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*, 67(3), 893-921.
- Thompson, K., Bakker, J. P., & Bekker, R. M. (1997).** *The soil seed banks of North West Europe: Methodology, density and longevity*. Cambridge University Press.
- Valiente-Banuet, A., & Verdú, M. (2008).** Temporal shifts from facilitation to competition occur between closely related taxa. *Journal of Ecology*, 96(3), 489-494. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01372.x>
- Vander Wall, S. B., Kuhn, K. M., & Beck, M. J. (2005).** Seed removal, seed predation, and secondary dispersal. *Ecology*, 86(3), 801-806.
- Verdú, M., & Valiente-Banuet, A. (2008).** "The nested assembly of plant facilitation networks prevents species extinctions." *The American Naturalist*, 172(6), 751-760.
- Walck, J. L., Hidayati, S. N., Dixon, K. W., Thompson, K. E., & Poschlod, P. (2011).** Climate change and plant regeneration from seed. *Global Change Biology*, 17(6), 2145-2161.
- Walker, L. R., & del Moral, R. (2003).** *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge University Press.
- Zhao, H., Yi, X., Li, X., & Tang, Z. (2005).** Effects of overgrazing and restoration measures on soil fertility in northern China. *Acta Ecologica Sinica*, 25(2), 202-209.

Références électroniques :

(Réf. Eléc. 01) : **CTS-Arzew (2018)**. Centre des Techniques Spatiales (CTS). <http://www.asal.dz/formation%20au%20CTS.php>. Dernière consultation le 02 Juin 2024.

(Réf. Eléc. 02) **ISTA (2011)**. International Seed Testing Association - ISTA - ISTA Online - International Seed Testing Association. <https://www.seedtest.org/en/home.html> Dernière consultation le 18 février 2011.

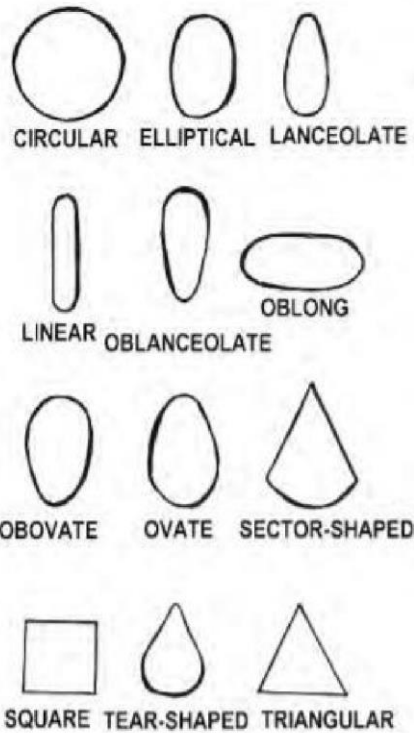
(Réf. Eléc. 03) : **Power.larc.nasa.gov (2024)**. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> Dernière consultation le 02 Juin 2024.

Annexes

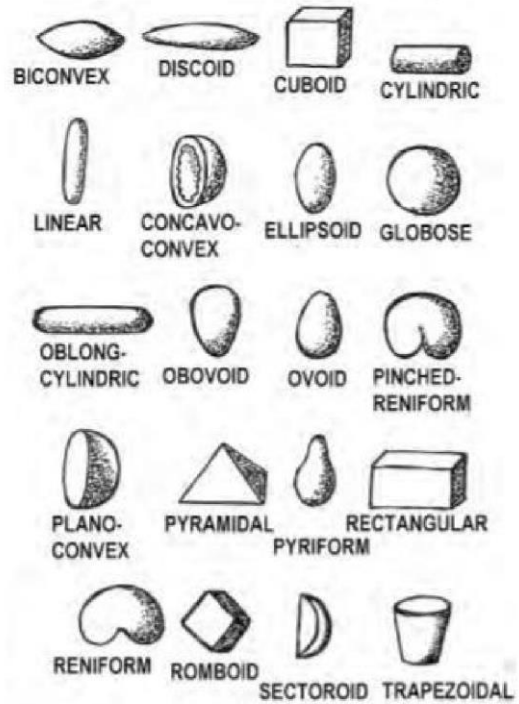
Annexes

Annexe 01 : La caractérisation morphologique des types de graines selon le référentiel de Bojnanský & Fargašová (20

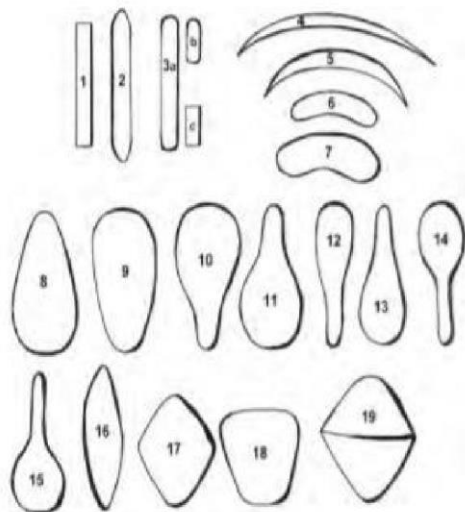
Two-Dimensional Seeds & Fruits Shapes



Three-Dimensional Seeds & Fruits Shapes



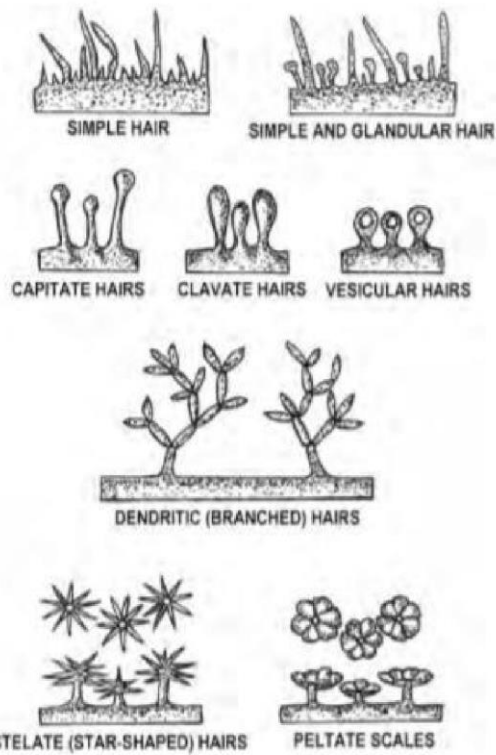
Three-dimensional structures



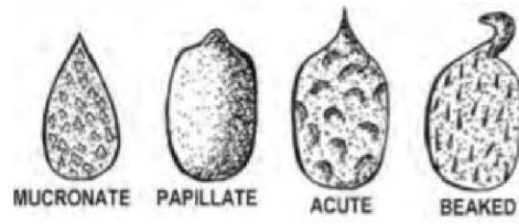
- 1 filiform
- 2 acerose
- 3 cylindrical, restricted to shape where length to width 2:1 to 3:1
 - 3a bacilliform
 - 3b with rounded apices
 - 3c with truncated apices
- 4 falcate
- 5 lunate
- 6 allantoid
- 7 reniform
- 8 ovoid
- 9 obovoid
- 10 pyriform
- 11 obpyriform
- 12 clavate
- 13 obclavate
- 14 spatulate
- 15 lageniform
- 16 cymbiform (navicular)
- 17 quadrangular (rhomboidal)
- 18 cuneiform
- 19 biconic

xxxvi

INDUMENTUM TYPE



APICES



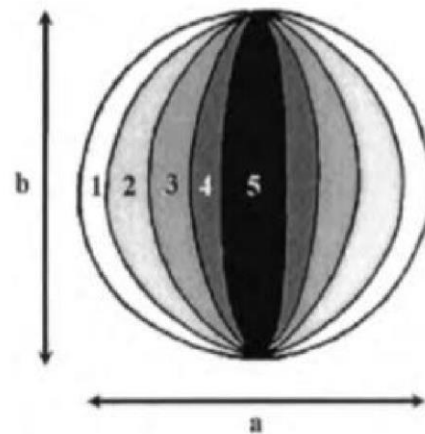
INCISION OF SEED & FRUITS



PICTORIAL KEY TO SHAPES

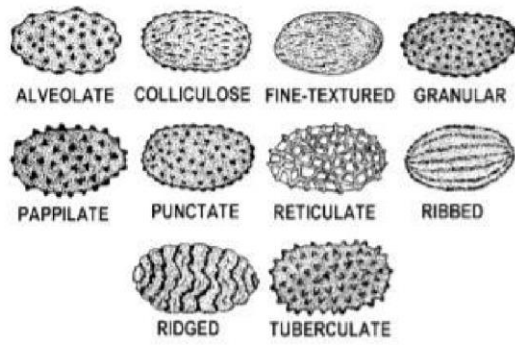
Shapes based on the sphere and ellipsoids, distinguished by the ratio of a : b

- 1 : 1 globose or spherical
- 1 : 2 subglobose or prolate spheroidal
- 1 : 3 broadly ellipsoidal (sub-prolate) to ellipsoidal (prolate)
- 1 : 4 oval (per-prolate)
- 1 : 5 fusiform

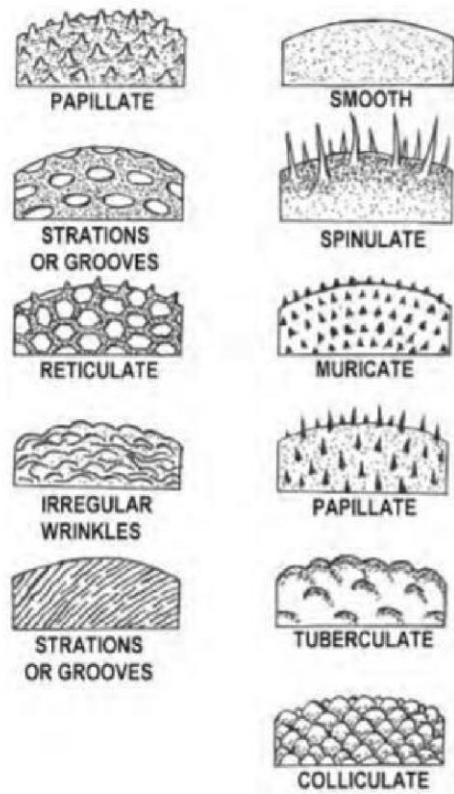


xxxv

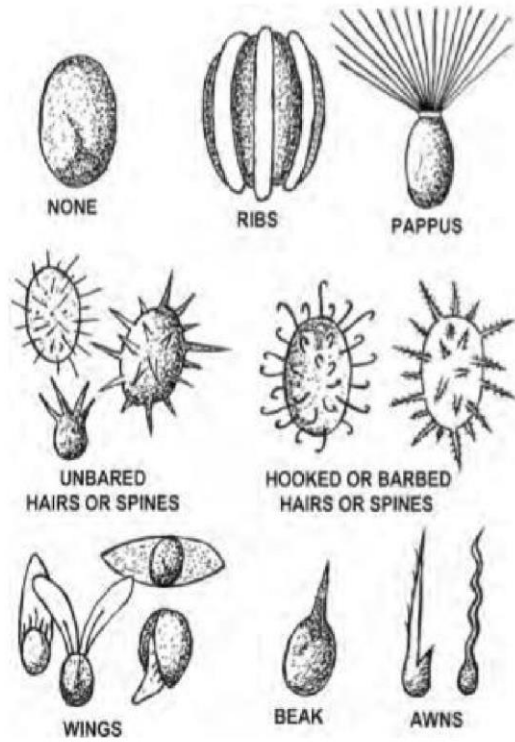
SEEDS AND FRUITS SURFACE



SURFACE FEATURES OF DISSEMINULE



SOME LARGE SCALE FEATURE OF DISSEMINULE



MARGINS (EDGES)

