

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU

FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire de fin d'études



En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et physiologie végétale

Thème :

*Effet de la durée de stockage sur la
germination des graines de
Hedysarum flexuosum*

Réalisé par :

Mlle-Harzallaoui Lydia

Mlle-Iddir Zineb

Devant le jury :

Président(e) : Mme Harchaoui-Bourenine C. Maître de Conférences B.

Examinatrice : Mme Taleb-Toudert K. Maître de Conférences A.

Promoteur : Mr. Medjebeur D. Maître de Conférences B.

Co-Promotrice : Mme Hannachi L. Maître de Conférences A.

Année universitaire : 2024/2025

Remerciement

Avant toute chose, nous remercions Dieu Tout-Puissant, qui nous a accordé la force, la patience et la santé nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à **Madame Bourenine-Harchaoui**, présidente des jurys, pour l'honneur qu'elle nous fait en présidant notre soutenance.

Nos remerciements les plus sincères vont également à **Monsieur Medjebeur**, notre promoteur, pour son encadrement, sa disponibilité et ses précieux conseils tout au long de ce projet.

Nous remercions chaleureusement **Madame Daoudi, Madame Hannachi, Madame Toudert-Taleb** pour leur accompagnement et leur soutien durant notre parcours pratique.

Enfin, nous adressons nos remerciements les plus affectueux à **nos familles**, pour leur amour, leur patience et leur soutien inconditionnel, qui ont été essentiels tout au long de cette aventure.

Dédicace

À ma chère mère,

Pour son amour infini, ses prières silencieuses, et sa force inébranlable qui m'a portée jusqu'ici. Rien de tout cela n'aurait été possible sans elle.

À mes amis,

Pour leur présence bienveillante, leurs encouragements et leur capacité à illuminer les moments les plus sombres de ce parcours.

À mes collègues,

Pour les échanges constructifs, le partage d'expériences et l'entraide qui ont marqué ces années d'étude.

Last but not least, I wanna thank me

Lydia

Dédicace

Grâce à dieu le tout puissant et son aide, qui ma donner le courage et la patiente, et la santé afin de réalisée se modeste travail que je dédié à : mon grand amour et aux être les plus chères au monde :

Mes parents qui m'ont soutenu jusqu'à la dernière minute merci papa merci maman pour votre présence à mes côtés et si je suis là c'est grâce à vous, merci pour vos sacrifices et votre amour inconditionnels qui ont façonné ma vie de la plus belle des manières. Et à mes très chers frères : Hany, Yasser et Zine-eddine vous êtes les meilleur frères et amis au monde.

A mes grands-parents aussi dieu vous garde et préservez inchallah.

Il me tient à cœur de remercies tous mes collègues pour votre amitié et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou loin avec mes sentiments le plus profonds.

Zineb

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1 Généralités sur l'espèce *Hedysarum flexuosum*3

2 Position taxonomique3

3 Description morphologique.....4

3.1 Système racinaire4

3.2 Axe aérien.....4

3.3 Les feuilles4

3.4 Fleurs et inflorescence.....5

3.5 Fruits et graines6

4 Aire de répartition6

5 Les exigences d'*Hedysarum flexuosum*6

5.1 Les exigences climatiques.....6

5.2 Les exigences édaphiques6

6 Composition chimique.....7

7 Intérêts de *H. flexuosum*7

7.1 Intérêts Agronomiques.....7

7.2 Intérêts écologiques8

8 La germination8

8.1 Définition.....8

8.2 Les conditions de la germination9

8.2.1 Les conditions internes de la germination9

a. Maturité.....9

b. Longévité9

8.2.2 Les conditions externes de la germination10

a. Eau.....10

b. Oxygène.....10

c. Température10

d. Lumière10

8.2.3	Les phases de la germination.....	10
a)	La phase d'imbibition	10
b)	La phase de germination au sens strict.....	10
c)	La phase de croissance	11
9	Le vieillissement des graines	11
9.1.1	Effets de l'âge sur la germination	11
9.1.2	Mécanismes physiopathologiques du vieillissement des semences	12
10	Le stockage des graines	13
10.1.1	Importance et objectifs du stockage.....	13
10.1.2	Facteurs influençant la conservation	13
a.	La nature des graines.....	13
b.	La durée de stockage et la quantité des graines :.....	13
10.1.3	Méthodes et structures de stockage adaptées.....	13
10.1.4	Agents de détérioration des graines.....	14
10.1.5	Bonnes pratiques de conservation	14

Chapitre II : Matériel et méthodes

11	Matériel et méthode	15
11.1	Matériel végétal	15
11.2	Description de la région de la récolte :	15
11.3	Méthodes d'étude	16
11.3.1	Préparation des graines	16
11.3.2	Désinfection des graines.....	17
11.3.3	Mise en culture	17
11.4	Paramètres mesurés.....	17
11.4.1	Taux de germination.....	18
11.4.2	Le temps moyen de germination	18
11.4.3	Mesure de la croissance en longueurs de la tige et de la racine principale des plantules	18
11.4.4	Détermination de la biomasse des plantules.....	18
11.5	Analyse statistique	18

Chapitre III : Résultats et discussion

12	Résultat et discussion.....	19
12.1	Résultats	19
12.1.1	Taux de germination (TG)	19
12.1.2	Le temps moyen de germination (TMG)	19
12.1.3	La longueur des tiges	20

12.1.4	Longueur des racines	21
12.1.5	La biomasse	22
12.2	Discussion	23
	Conclusion.....	26
	Perspectives.....	27
	Références bibliographiques	
	Résumé	

Listes des figures

Figure 01 : Morphologie des plantes de <i>H. flexuosum</i> (Harzallaoui , 2025)	5
Figure 02 : Diagramme floral du genre Hedysarum (Meyer et al., 2008).....	5
Figure 02 : Courbe théorique d'imbibition d'une semence (Côme, 1982).....	11
Figure 03 : Facteurs influençant la longévité des graines et processus associés au développement et au vieillissement des graines (Pirredda et al., 2024)	13
Figure 04 : Carte géographique de la région de Ouadhia.....	16
Figure 05 : Gousses et graines de <i>H. flexuosum</i> (Harzallaoui, 2025)	17
Figure 06 : Taux de germination final des graines de <i>H. flexuosum</i> en fonction de l'âge.....	19
Figure 07 : Temps Moyen de Germination en fonction de l'âge des graines.....	20
Figure 08 : Influence de l'âge des graines sur la longueur des tiges de <i>H. flexuosum</i>	21
Figure 09 : Influence de l'âge des graines sur la longueur des Racines de <i>H. flexuosum</i>	22
Figure 10 : Influence de l'âge des grains sur la biomasse des plantes de <i>H. flexuosum</i>	23

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition chimique de <i>H. flexuosum</i> (Piccioni 1965 ; Kadi 2012)	7
Tableau 02 : Classification de la longévité des semences (Ewart, 1908)	9
Tableau 03 : Table statistique de TMG	20
Tableau 04 : Tableau statistique de la longueur des tiges	21
Tableau 05 : Table statistique de la longueur des racines	22
Tableau 06 : Table statistique de la biomasse des plantules	23

Liste des abréviations :

TMG : temps moyen de germination.

TG : taux de germination.

MS : matière sèche.

PB : protéine brute.

CB : cellulose brute.

MG : matière grasse.

MM : matière minérale.

P50 : Demi période de la germination

ROS : Reactive oxygen species

HSP : Heat Shock Proteins.

LEA : Late Embryogenesis Abundant.

Introduction

Introduction

Dans un monde confronté à des défis croissants tels que le changement climatique, la dégradation des écosystèmes et l'insécurité alimentaire, la question de la conservation des ressources phytogénétiques devient de plus en plus centrale. Les graines, en tant que vecteurs de diversité génétique, représentent la première étape et l'élément fondamental du cycle de vie des plantes. Leur capacité à maintenir leur viabilité durant le stockage conditionne directement le succès des cultures futures, leur rendement et leur adaptation aux stress environnementaux (Rajjou & Debeaujon, 2008 ; FAO, 2010).

La longévité des graines c'est-à-dire leur aptitude à germer après une période plus ou moins longue de stockage dépend d'un ensemble de facteurs biologiques et environnementaux. Parmi les plus déterminants figurent la qualité initiale des semences, leur teneur en eau, la température et l'humidité relative du lieu de conservation (Walters *et al.*, 2005). Si ces conditions sont mal maîtrisées, les graines subissent une série d'altérations physiologiques et biochimiques : dégradation des membranes cellulaires, oxydation des réserves, réduction de la respiration, accumulation de radicaux libres, autant de phénomènes qui compromettent leur capacité à germer et à donner naissance à des plantules saines (Rajjou & Debeaujon, 2008 ; Bacchetta *et al.*, 2006).

Dans les pays méditerranéens comme l'Algérie, où l'agriculture repose en grande partie sur les ressources locales et les cycles climatiques irréguliers, la gestion des semences devient un enjeu stratégique. La capacité à conserver des semences de qualité durant plusieurs mois, voire plusieurs années, est essentielle pour garantir la sécurité alimentaire, soutenir l'agriculture durable, et préserver la biodiversité végétale locale (Seck, 1990 ; Kiaya, 2014). Cependant, de nombreuses espèces fourragères autochtones, bien qu'adaptées aux conditions locales, restent marginalisées et peu étudiées, malgré leur potentiel. C'est notamment le cas de *Hedysarum flexuosum* ou *Sulla flexuosa*, une légumineuse vivace spontanée d'origine ibéro-nord-africaine (Choi & Ohashi, 2003), fortement localisée dans les zones humides et subhumides du Nord de l'Algérie (Abdelguerfi-Berrekia *et al.*, 1991 ; Slim *et al.*, 2011). Cette espèce est utilisée traditionnellement comme fourrage, et demeure absente des systèmes de culture modernes, faute d'un véritable programme de valorisation et de multiplication.

Introduction

Or, pour intégrer une espèce dans un programme de sélection, de culture ou de conservation, il est indispensable de comprendre son comportement en post-récolte, notamment durant les phases de stockage. En effet, comme l'ont montré plusieurs travaux sur d'autres espèces, la germination est très sensible à la durée et aux conditions de conservation (Waldren *et al.*, 2000 ; Walters & Pence, 2021). La détérioration de la viabilité au cours du temps peut fortement compromettre l'utilisation ultérieure des semences, et entraîner des pertes économiques et écologiques considérables, notamment dans les zones rurales où l'accès aux semences certifiées reste limité.

Face à ces constats, le présent travail se propose d'étudier les effets de la durée de stockage sur la capacité germinative des graines de *H. flexuosum*. À travers une série d'expériences menées sur des semences stockées pendant différentes périodes, nous avons analysé plusieurs paramètres clés : le taux de germination, le temps moyen de germination, la longueur des racines et des pousses, ainsi que la biomasse des plantules. Ces indicateurs physiologiques permettront de mieux comprendre la dynamique de vieillissement des graines, et d'identifier la durée optimale de conservation permettant de maintenir une bonne vigueur germinative.

Dans l'optique de conservation de cette espèce et de sa protection, ce travail a été entamé afin d'estimer les effets de plusieurs périodes de conservation sur la capacité germinative de cette espèce et ais de déduire la longévité maximale pendant laquelle les graines maintiennent leur viabilité.

Cette démarche scientifique est réparti en trois parties. Le chapitre 01 traite des généralités sur le genre *Hedysarum* et notamment *H. flexuosum* ; est consacré aux notions de la germination et du vieillissement et le stockage. Le deuxième chapitre concerne Matériel et méthodes. Les principaux résultats et leurs discussions sont regroupés dans le troisième chapitre et enfin une conclusion et qui récapitule les connaissances acquises lors de ce travail. Ce dernier est terminé par une série de perspective visant à perfectionner le travail réalisé.

*Synthèse
bibliographique*

1 Généralités sur l'espèce *Hedysarum flexuosum*

Le genre *Hedysarum* (Sulla) qui fait partie de la famille des légumineuse (fabacée) pastorale (Baatout, 1990 ; Boussaid et al. 1995), est un groupe d'espèce fourragères spontanées (Abdelguerfi-Berrakia et al., 1988). Le nom est composé de deux partie, *Hedys* : sucré et *aroma* : arôme. Il renferme des espèces annuelles ou pérennes, diploïdes ou tétraploïdes, autogames ou allogames. Ce genre comprennent plusieurs espèces qui se distinguent notamment par leur morphologie, leur mode de reproduction, leur cycle biologique, leur zone de répartition et leurs caractéristiques bioclimatiques. Ce genre est présente en Afrique du Nord par onze espèces spontanées faisant partie du groupe méditerranée distingué par un nombre chromosomique de base (n=8) (Figure 01).

2 Position taxonomique

Selon Spichiger et al. (2004) *H. flexuosum* du nord est classé comme suit :

- **Embranchement** : Spermaphytes.
- **Sous-embranchement** : Angiospermes.
- **Classe** : Dicotylédones.
- **Sous class** : Dialypétales.
- **Série** : Caliciflores.
- **Ordre** : Rosales.
- **Famille** : Fabacées (légumineuses).
- **Sous-famille** : Papilionacées.
- **Tribu** : *Hedysarum*.
- **Genre** : *Hedysarum*.
- **Espèce** : *flexuosum*.

3 Description morphologique

Le groupe des *H. flexuosum* méditerranéens est constitué de formes pérennes (herbacées, rarement arbustives), souvent tétraploïdes ($2n = 4x = 32$) et sont très polymorphes et essentiellement allogames et diploïdes ($2n = 16$) (Ben Fadhel *et al.*, 2006).

3.1 Système racinaire

Les espèces du genre *Hedysarum* présentent une racine forte, pivotante robuste et profonde qui peut atteindre une longueur de 2m avec des racines secondaires bien développées (Lapeyronie, 1982). Elle se caractérise également par la présence sur les racines de petites ronflements appelés nodosités qui abritent des bactéries du genre *Rhizobium*.

3.2 Axe aérien

Cette espèce présente principalement, une forme érigée avec des tiges orthotropes pouvant atteindre 200 cm de hauteur. De plus, elle développe des ramifications plagiotropes qui peuvent égaler l'axe principal (Prosperi *et al.*, 1995).

L'analyse de la variation phénotypique des populations marocaines et algériennes de *H. flexuosum* a révélé une forte variabilité dans de nombreux traits morphologiques (tels que la longueur de la tige principale, la longueur des rameaux latéraux, le nombre moyen de folioles par feuille, la précocité, etc.), cette variabilité étant influencée par l'origine géographique des populations (Maroc ou Algérie) (Ben Fadhel *et al.*, 1997).

3.3 Les feuilles

Les feuilles sur les deux types d'axes, sont longuement pétiolées et se composent de 7 – 15 paires de folioles ovales, avec une foliole terminale (Moore *et al.*, 2006) sont munie d'une pilosité blanchâtre sur leur surface et les bords.

La phyllotaxie des rameaux axillaire est alterne distique. Les feuilles sont dissymétriques avec une foliole isolée à la base (Boussaid *et al.*, 1989).



Figure 01 : morphologie des plantes de *H. flexuosum* (Harzallaoui, 2025).

3.4 Fleurs et inflorescence

Les inflorescences axillaires et a pédoncules en forme de grappes spiciforme ovoïdes et allongées à la fructification. Les fleurs sont de petite taille, allongé (8 à 12mm). De couleur pourpre violacée (Fig 1), pédonculées, exilées par des bractées scarieuses et portant chacune à la base de calice deux bractéoles. Elles sont souvent visitées par les abeilles domestiques (*Aspismellefera*) pour le pollen (Prosperi et *al.* 1995 ; Ben jeddi, 2005 ; Benfadhel et *al.* 2006). Le calice est campanulé, la corole est de couleur parfois rose, pourpre ou violette, les étamines sont du type diadelph (Tutin et *al.* 1967 in Ingrachen, 2007). La formule florale de *Hedysarum* d'après Meyer et *al.* (2008) est : [5] S+5P+ ([5] +1) E +1C.

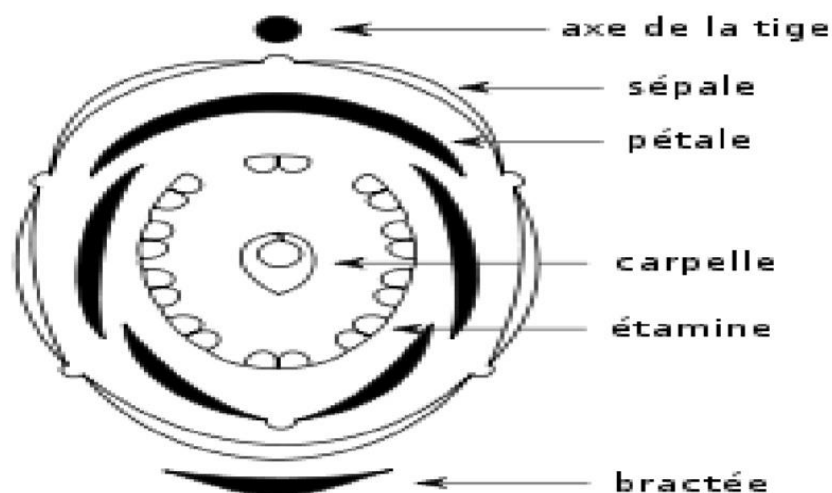


Figure 02 : Diagramme floral du genre *Hedysarum* (Meyer et al., 2008)

3.5 Fruits et graines

Le fruit est une gousse tomentueuse, plus ou moins comprimée, constituée d'un nombre variable d'articles mesure jusqu'à huit articles par gousse (Prosperi *et al.*, 1995). Il se caractérise par une forme, ronde, quadrangulaire couverte d'aiguillons (Tutin *et al.*, 1967 in Ingrachen, 2007).

La gousse est de forme *flexueuse* de 1 à 4,5cm de long, de 1 à 4 articles (donc 1 à 4 graines) est couverte d'aiguillons. Les graines de couleur marron, à maturité, sont réniformes ou ovoïdes (Abdelguerfi-Berrekia *et al.*, 1991 ; Ben Fadhel *et al.*, 1997).

Les graines présentent des mensurations de l'ordre de 2,5 x 2,5 mm ; sont réniformes ou ovoïdes, elles sont luisantes, de couleur marron ou jaunâtre à radicule fortement saillante (Boussaid *et al.*, 1989).

Selon une étude réalisée par Abdelguerfi-Berrekia, (1995) sur les graines de genre *Hedysarum*, le poids moyen d'une gousse est de 163mg et le poids moyen d'une graine saine est compris entre 4,9 mg et 17,2 mg.

4 Aire de répartition

Dans le bassin méditerranéen, l'aire de répartition de *Hedysarum flexuosum* L. est relativement limitée (Boussaid *et al.* 1995). En Algérie, l'espèce abonde sur les pentes septentrionales de l'Atlas Mitidjien et manque sur les hauts plateaux et régions arides. L'étendue des populations varie souvent selon l'état de dégradation des sites. Mais, d'une façon générale, les populations sont surpâturées ou récoltées au stade végétatif pour l'alimentation du bétail (Boussaïd *et al.*, 1995).

5 Les exigences d'*Hedysarum flexuosum*

5.1 Les exigences climatiques

Hedysarum flexuosum pousse à des altitudes faibles à moyennes inférieures à 600 m et se développe sous des pluviométries annuelles supérieures à 550mm par an (Prosperi *et al.*, 1995).

5.2 Les exigences édaphiques

En Algérie et au Maroc, l'espèce se développe sur des substrats marneux et marno calcaires. *H. flexuosum* se développe sur les sols argileux bien drainés ou marneux (Prosperi *et al.*, 1995). Elle préfère les sols en pente et évite l'exposition Nord-est et Est (Abdelguerfi-Berrekia *et al.*, 1991).

6 Composition chimique

Le tableau ci-dessous présente la composition chimique de *H. flexuosum* selon (Piccioni, 1965 in Belmihoub, 2012 ; Kadi 2012)

Tableau 1 : La composition chimique de *H. flexuosum* (Piccioni 1965 in Belmihoub, 2012 ; Kadi 2012).

Composé chimique	MS	PB	CB	MG	MM
Teneur %	88,50	10,70	23,98	01,59	08,31

Hedysarum flexuosum possède une teneur en matière sèche de 88,50 %, ce qui favorise sa conservation. Il présente une richesse modérée en protéines brutes de 10,70 % et une teneur notable en cellulose brute de 23,98 %, indiquant un apport important en fibres. Les matières grasses restent faibles de 1,59%, tandis que la part de minéraux de 8,31 % reflète une composition intéressante en éléments essentiels. En résumé, c'est un fourrage équilibré, utile pour compléter l'alimentation animale.

7 Intérêts de *H. flexuosum*

7.1 Intérêts Agronomiques

Les légumineuses fabacées fourragères sont une source importante de protéines, leurs valeurs nutritives est supérieure à celle des graminées. Les performances agronomiques de *H. flexuosum* sont bien établies : les populations naturelles, à port érigé sont souvent bien adaptées aux fauchages et assurent un pâturage abondant de qualité (Abdelguerfi-Berrekia et al., 1991). En Algérie, *H. flexuosum* produit à l'état spontané, 50 tonnes de matière verte et similaire à la production australiennes (De Koning et al., 2010) (Tab 1).

Le Sulla est très apprécié des animaux car il est doté d'un important coefficient de digestibilité. En effet, malgré le diamètre important de ses tiges bien supérieur à celui de la luzerne, le foin du Sulla est moins riche en cellulose brute (Piccioni, 1965 & Belmihoub, 2012). Le Sulla est utilisé et apprécié dans l'alimentation des moutons (Molle et al., 2003,), des chèvres (Bonanno et al. (2007) des vaches (Ramirez-Restrepo & Barry, 2005) et des lapins (Cucchiara,1989). Le fourrage constitué de 35% de Sulla permet de remplacer la Luzerne déshydratée assurant un régime d'engraissement de lapin, et une meilleure performance de production laitière chez les brebis. Il améliore aussi le poids et carcasse et le rendement à l'abattage pour les petits ruminants grâce à son contenu élevé en matière sèche (Tab 1) (Molle et al. (2009) (Tab 1).

7.2 Intérêts écologiques

Le Sulla joue un rôle déterminant dans l'amélioration de la fertilité des sols, notamment grâce à sa capacité à fixer l'azote atmosphérique en symbiose avec des bactéries du genre *Rhizobium*. Cette interaction contribue à l'enrichissement organo-chimique naturel du sol et confère à cette légumineuse un statut de précédent cultural particulièrement bénéfique pour les céréales (Gounot, 1958 ; Trifi et al., 2002, *in* Slim et Ben Jeddi, 2011).

Par ailleurs, cette espèce est largement valorisée dans les régions du Nord de l'Algérie et en Nouvelle-Zélande, pour ses fonctions écosystémiques. Elle est reconnue pour son efficacité dans la lutte contre l'érosion des sols et dans la réhabilitation des terres dégradées, en particulier dans les environnements arides et semi-arides (Douglas, 1998 ; Hannachi et al., 2004, cités dans Sebihi, 2008 ; Elboutahiri, 2010 ; Ben Jeddi, 2005).

En outre, le Sulla constitue une ressource apicole précieuse. Il est classé parmi les plantes mellifères attractives pour les abeilles, notamment *Apis mellifera* (Frame, 2000 ; Hannachi-Salhi, 2004, cités dans Gharzouli, 2006 ; Niar, 2014). Les recherches de Niar (2014) ont notamment mis en évidence une forte présence de pollen de Sulla (jusqu'à 50 %) dans les miels algériens, en association avec d'autres espèces mellifères telles que *Eucalyptus*, *Thymus* et *Citrus*.

8 La germination

8.1 Définition

La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorable, elle est la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer (Hopkins, 2003).

La germination est une étape qui prolonge tout ce qui s'est passé avant dans la vie de la graine : la fécondation, la formation de l'embryon et sa maturation. Elle commence dès que la graine absorbe de l'eau et se termine quand l'axe de l'embryon en particulier la future racine perce la coque protectrice. Ce processus dépend à la fois de ce que la graine porte en elle, comme son équilibre hormonal et son bagage génétique, mais aussi de son environnement, par exemple la température ou l'humidité (Gimeno-Gilles, 2009 ; Ghaleb, 2019). Pendant la germination, des enzymes se mettent en action dans toute la graine, notamment dans l'embryon et les réserves, ce qui permet à la jeune plante de se développer (Baumgartner & Emonet, 2007).

8.2 Les conditions de la germination

8.2.1 Les conditions internes de la germination

Ces facteurs sont d'ordre structurel et fonctionnel, se rapportant à la qualité de déroulement des différentes phases de sa formation et sa maturité physiologique ; ils englobent la longévité et la maturité des graines (Heller et *al.*, 2004).

a. Maturité : Les graines doivent être complètement mûres, avec toutes leurs parties différentes, pour garantir leur capacité à germer. Une graine immature ne pourra pas initier correctement le processus de germination (Bewley & Black, 1994).

b. Longévité : La durée pendant laquelle une graine reste viable varie considérablement selon les espèces. Certaines graines peuvent rester viables pendant de longues périodes, ce qui est bénéfique dans les régions ou les environnements arides où les conditions appropriées pour la germination ne sont pas présentes chaque année (Baskin & Baskin, 2014).

La longévité des graines est influencée par plusieurs facteurs, tels que, des conditions de conservation notamment la température, génotype, et les réserves nutritives.

Selon Ewart (1908), la longévité des semences peut être classée en trois grandes catégories : microbiotique, mésobiotique, macrobiotique. La classification repose sur la durée de vie des semences ainsi que leur capacité à résister à la dessiccation et au vieillissement. La nature des réserves dépend principalement du génotype (variabilité entre populations), du stade phénologique (notamment au bourgeonnement), et des conditions édapho-climatiques (type de sol, pH, calcaire).

Tableau 02 : Classification de la longévité des semences (Ewart, 1908)

Catégorie	Définition	Caractéristique principales
Microbiotique	Durée de vie courte (<3 ans)	-Très sensible à la dessiccation -Vieillessement rapide -Stockage difficile
Mésobiotique	Durée de vie intermédiaire (3-15 ans)	-Tolérance partielle à la dessiccation -Viabilité moyenne -Stockage possible mais délicat
Macrobotique	Longue durée de vie (>15 ans)	-Haute tolérance à la dessiccation -Entrée possible en état vitreux -Très bonne capacité de conservation à long terme

8.2.2 Les conditions externes de la germination

Les facteurs affectant la germination des graines peuvent être physiques, chimiques ou internes aux graines elles-mêmes et varient selon les espèces. Ces facteurs comprennent :

a. Eau : L'eau est essentielle à la germination. Elle est nécessaire pour activer les enzymes et démarrer les processus biochimiques. La disponibilité en eau adéquate est essentielle pour réhydrater les tissus des graines et stimuler la germination (Bewley & Black, 1994).

b. Oxygène : L'oxygène est nécessaire à la respiration cellulaire, un processus nécessaire à la germination. Une aération adéquate du sol permet aux graines de respirer et de métaboliser l'énergie nécessaire à la croissance des plantes (Taiz & Zeiger, 2010).

c. Température : La température affecte la vitesse des réactions enzymatiques et donc la vitesse de germination. Chaque espèce a une plage de température optimale pour la germination. Des températures trop basses ou trop élevées peuvent inhiber ce processus (Baskin & Baskin, 2014).

d. Lumière : L'effet de la lumière sur la germination varie en fonction de la sensibilité lumineuse de chaque espèce. Il existe plusieurs types de photosensibilité :

- **Photosensibilité positive** : Certaines graines ont besoin de lumière pour germer, un phénomène observé dans environ 70 % des graines (Baskin & Baskin, 2014).

- **Photosensibilité négative** : Certaines graines ne germent pas en présence de lumière, comme c'est le cas de certains types de lys.

- **Photosensibilité facultative** : La plupart des plantes cultivées peuvent germer indépendamment de la présence de lumière (Cousens, 1988).

8.2.3 Les phases de la germination

La germination se déroule en 3 phases selon Côme (1982) (Fig 02) :

a) La phase d'imbibition

C'est la première phase dans la germination, elle se manifeste par une entrée d'eau, elle se déroule même si la graine n'est pas viable, et cette entrée d'eau est accompagnée d'une augmentation de la consommation d'oxygène attribuée à l'activation des enzymes mitochondriales (Hopkins, 2003).

b) La phase de germination au sens strict

C'est la deuxième phase caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau et une consommation stable de l'oxygène. La présence d'eau et d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques, et les synthèses protéiques sont facilitées car la graine

renferme toute la machinerie nécessaire, en particulier des ARNm qui sont accumulés (Rajjou & *al.*,2004). L'eau rend mobile et actives les phytohormones (ABA, GA3) hydrosolubles en stock dans la graine (Soltner,2007). Cette phase se termine avec la percée du tégument par la radicule, rendue possible grâce à l'allongement des cellules (Heller et *al.*,2004).

c) La phase de croissance

C'est une phase post-germinative, caractérisée par une reprise de l'absorption de l'eau et une élévation de la consommation d'oxygène suivie par une reprise des divisions et grandissement cellulaires (Hopkins, 2003).

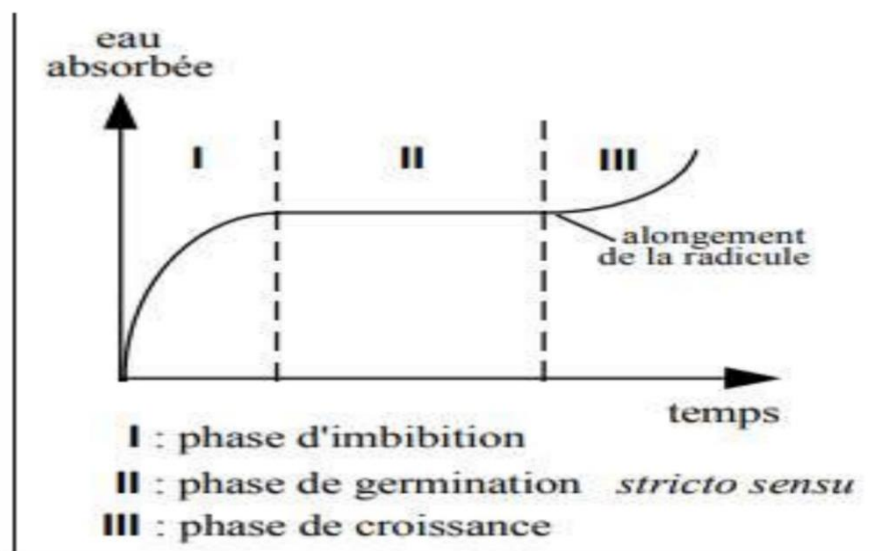


Figure 02 : Courbe théorique d'imbibition d'une semence (Côme, 1982)

9 Le vieillissement des graines

9.1.1 Effets de l'âge sur la germination

L'âge des graines constitue un facteur déterminant dans la réussite de la germination. En effet, avec le temps, les semences subissent des altérations physiologiques telles que l'accumulation de radicaux libres, la dégradation des membranes cellulaires et des modifications de l'ADN, affectant ainsi leur viabilité. Des travaux menés sur le maïs sucré ont montré que le vieillissement artificiel entraîne une baisse significative de la vigueur des semis et une altération de la stabilité génétique (Zhu *et al.*, 2018). De manière similaire, une autre étude a révélé que les graines âgées présentaient un taux de germination inférieur à celui des graines plus récentes, accompagnée d'une croissance plus lente des plantules (Liu *et al.*, 2018). Ces résultats soulignent l'importance de privilégier des semences jeunes et bien conservées afin de garantir une germination optimale, notamment dans des contextes de culture exigeantes.

9.1.2 Mécanismes physiopathologiques du vieillissement des semences

L'un des principaux mécanismes du vieillissement des semences est le stress oxydatif, caractérisé par l'accumulation de radicaux libres tels que les espèces réactives de l'oxygène (ROS). Ces ROS endommagent les lipides, les protéines et l'ADN, compromettant ainsi la structure et la fonction des cellules embryonnaires. La peroxydation lipidique, en particulier, joue un rôle crucial dans la dégradation des membranes cellulaires et la perte de viabilité des semences (Corbineau, 2024)(Fig 03).

Pour contrer ces effets, les graines possèdent des mécanismes de défense tels que des enzymes antioxydantes (par exemple, la glutathion peroxydase) et des protéines spécifiques impliquées dans la protection cellulaire. Parmi elles, les protéines LEA jouent un rôle préventif essentiel en stabilisant les structures cellulaires lors de la dessiccation, limitant ainsi les dommages en amont. En parallèle, les protéines HSP, notamment HSP70 et les petites HSP, agissent comme de véritables protéines de réparation : elles reconnaissent et stabilisent les protéines dénaturées, protègent les mitochondries et contribuent au maintien de l'homéostasie cellulaire face aux stress oxydatifs liés au vieillissement. Cependant, malgré l'efficacité de ces systèmes de défense, leur action peut s'atténuer avec le temps, entraînant une accumulation progressive de dommages irréversibles (Corbineau, 2024)(Fig 03).

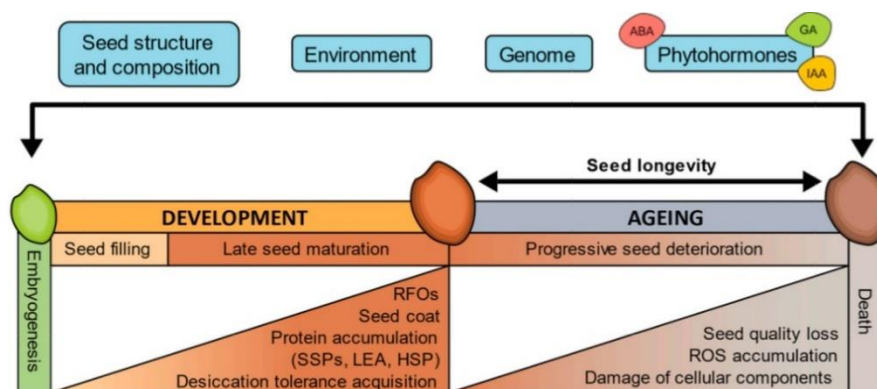


Figure 03 : Facteurs influençant la longévité des graines et processus associés au développement et au vieillissement des graines (Pirredda et al. (2024)).

Dans le domaine de l'agriculture le vieillissement des semences entraîne une diminution de la vitesse de germination et une perte de synchronisation dans la germination des graines

d'un même lot. Cela peut entraîner une germination inégale, avec certaines graines ne germant pas du tout. Cette hétérogénéité peut affecter la croissance et le développement des plantes, compromettant ainsi le rendement et la qualité des cultures (Corbineau, 2024).

10 Le stockage des graines

10.1.1 Importance et objectifs du stockage

Le stockage des graines vise à préserver leur viabilité, leur pouvoir germinatif et leur qualité sanitaire pendant une période plus ou moins longue. Contrairement aux produits de consommation, les graines ont besoin de conditions de conservation spécifiques, sous peine de perdre leur fonctionnalité (Anonyme, 2004 ; Niquet, 2006). Un stockage inadapté peut entraîner une détérioration physique, chimique ou biologique des graines, compromettant leur usage futur.

10.1.2 Facteurs influençant la conservation

Plusieurs paramètres déterminent la manière dont les graines doivent être stockées :

a. La nature des graines : Les graines dites « orthodoxes » peuvent être séchées jusqu'à 3 à 7% d'humidité et conservées à des températures très basses (jusqu'à -20 °C) sans perte de viabilité. À l'inverse, les graines « récalcitrantes » ne tolèrent pas un taux d'humidité inférieur à 20 à 40 % et sont donc plus difficiles à conserver (Hay *et al.*, 2000 ; Bonner, 2008 ; Kauth *et al.*, 2014).

b. La durée de stockage des graines : Avec le temps, les graines perdent peu à peu leur capacité à bien germer. Plus elles restent longtemps en stockage, plus elles vieillissent, ce qui abîme leurs structures internes (Ntsam, 1989).

10.1.3 Méthodes et structures de stockage adaptées

Les graines peuvent être stockées dans divers types de structures selon le contexte et les moyens disponibles :

- **Sacs en toile de jute doublés de plastique**, à condition que les graines soient bien séchées, que les sacs soient hermétiques et surélevés du sol (FAO, 1994).
- **Structures traditionnelles** comme les greniers surélevés, souvent utilisées en milieu rural.
- **Stockage souterrain**, qui consiste à enfouir les graines dans des cavités isolées par de la paille ou des feuilles plastiques pour limiter l'humidité (Bartali & Debbarih, 1991).

- **Silos modernes** pour les structures industrielles, avec systèmes de ventilation et surveillance de température (Bartali, 1995 ; Boudreau & Ménard, 1992).

10.1.4 Agents de détérioration des graines

Plusieurs agents biologiques menacent la qualité des graines en stockage :

- **Les vertébrés** (rongeurs, oiseaux) consomment les graines et les contaminent avec leurs déjections (Multon, 1982 ; Le Bars, 1982 in Jouany et Yiyanikouris, 2002).
- **Les arthropodes** (insectes, acariens) endommagent l'enveloppe des graines et favorisent les contaminations fongiques (Multon, 1982 ; Molinié & Pfohl-Leszkowicz, 2003).
- **Les bactéries**, présentes dès la récolte, peuvent se développer rapidement sur des graines mal séchées comme : *E.coli* et *Salmonella* (Christensen, 1982).
- **Les moisissures**, souvent invisibles à l'œil nu, se développent en présence d'humidité et libèrent des spores contaminants (Inge de Groot, 2004). Certaines produisent des **mycotoxines** très toxiques (aflatoxine, ochratoxine A, etc.) même à très faibles doses (St-Pierre et al., 2014). Les mycètes de stockage provoquent des pertes de germination, une mauvaise odeur et une dépréciation générale du produit (Christensen, 1982 ; Kinderlerer, 1989).

10.1.5 Bonnes pratiques de conservation

- Pour garantir une conservation efficace, les graines doivent être **propres, entières, sèches et stockées à bonne température**, dans un environnement hermétique (St-Pierre et al., 2014).
- L'**utilisation de pesticides** doit être encadrée pour assurer la sécurité des personnes et de l'environnement.
- Les **conditions d'emballage et de gestion du stockage** doivent être rigoureusement contrôlées pour éviter toute perte de qualité.
- Une **inspection régulière**, accompagnée d'**échantillonnages et d'analyses phytosanitaires**, permet d'anticiper les risques et de prendre les mesures correctives nécessaires (Ndiaye, 1999).

*Matériel et
méthodes*

11 Matériel et méthode

11.1 Matériel végétal

Les gousses de l'espèce *H. flexuosum* ont été récoltées à maturité sur des plantes poussant sur une même parcelle en jachère, située dans la région des Ouadhias (Tizi-Ouzou). Cinq lots de gousses de différents âges de 1, 2, 3, 4, et 5 ans, stockées à température ambiante au laboratoire ont été utilisés.

11.2 Description de la région de la récolte

Les Ouadhias, une commune située en Kabylie dans la wilaya de Tizi Ouzou entre 36°43' et 36°91' de latitude nord entre 3°79' et 4°72' de longitude, couvre une superficie de 3993 km², la région présente l'un des taux de jardinage les plus élevés du pays (38%), grâce à des conditions climatiques favorable à la croissance végétale (subhumide et humide) (Meeddour, 2010). Les précipitations, estimées à 720 mm par an, tombent principalement entre novembre et mars, tandis que les mois d'été, comme juillet et août, sont presque totalement secs. Le site d'étude est situé à environ 428 mètres d'altitude (GPSVisualizer.com) (Figure 04),

Les Ouadhias bénéficie d'un climat tempéré qui adoucit les fortes chaleurs estivales (Meeddour, 2010).



Figure 04 : carte géographique de la région des Ouadhias (GPSVisualazer.com)

11.3 Méthodes d'étude

11.3.1 Préparation des graines

Les différents lots de graines étaient stockés dans des sacs en papier à température ambiante au laboratoire. Nous avons enlevé les enveloppes des gousses pour récupérer les graines. Ensuite, nous avons trié manuellement les graines afin d'éliminer celles qui étaient vides ou abîmées par des insectes (bruches). Les graines sélectionnées ont été conservées dans des sacs en kraft, à environ 5 °C, à l'abri de l'humidité (**Fig 05**).



Figure 05 : Gousses et graines de *H. flexuosum* (Harzallaoui, 2025).

11.3.2 Désinfection des graines

Chaque lot de graines a été désinfecté avec de l'eau de javel (13°) pendant 5min puis les graines ont été rincées abondamment à l'eau distillée.

11.3.3 Mise en culture

Les graines du *H. flexuosum* sont séparées en divers lots en fonction de leur date de récolte : 1, 2, 3, 4 et 5 ans puis placées dans des boîtes de Pétri en plastique de 9 cm de diamètre et 1,3 cm de hauteur, tapissées de deux couches de papier filtre et arrosées avec 8 ml d'eau distillée. Un régime d'arrosage est appliqué une fois par semaine.

Le nombre de répétition est de 5 boîtes de 20 graines pour chaque lot de la même récolte. Les graines ont été ensuite mises dans l'étuve réglée à une température 20°C pendant 12 jours.

11.4 Paramètres mesurés

Le suivi du comportement des graines de *H. flexuosum* durant la germination, sur une période de 12 jours, Au terme de cette durée, nous avons calculé plusieurs paramètres, notamment le taux de germination final, Le temps moyen de germination (TMG) ainsi que

différents indicateurs de croissance des plantules, tels que la longueur de la partie aérienne, la longueur des racines, ainsi que la biomasse des plantules.

11.4.1 Taux de germination

Selon l'Association of Official Seed Analysts (AOSA), le taux de germination est généralement exprimé en pourcentage. Il est calculé en divisant le nombre total de graines germées par le nombre total de graines semées, puis en multipliant le résultat par 100, Elle est exprimée à l'aide de la formule suivante :

$$TG\% = (\text{Nombre de graines germées} / \text{nombre totale des graines}) \times 100$$

11.4.2 Le temps moyen de germination

Nous avons calculé le temps moyen de germination des graines après 12 jours de mise en germination selon la formule de Côme (1970) :

$$TMG (\%) = \frac{(N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_n T_n)}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

N_1 : Nombre de graines germées au temps T_1 .

N_n : Nombre de graines germées entre le temps T_{n-1} et le temps T_n .

T : Nombre total de jours d'observation.

11.4.3 Mesure de la croissance en longueurs de la tige et de la racine principale des plantules

Les longueurs des parties aériennes et racinaires des plantules sont mesurées à l'aide d'une règle graduée.

11.4.4 Détermination de la biomasse des plantules

La biomasse est exprimée en gramme, cette dernière a été effectuée en pesant de la matière fraîche des plantules avec une balance une fois que la germination a chevéé.

11.5 Analyse statistique

Les résultats de tous les tests de germination effectués ont été traités statistiquement par le teste ANOVA.

Résultats et discussion

12 Résultat et discussion

12.1 Résultats

12.1.1 Taux de germination (TG)

Les résultats montrent que le pourcentage de germination diminue avec l'allongement de la durée de stockage. La capacité de germination la plus élevée, (73,6%), a été observée avec les plus jeunes graines testées dans cet essai, à savoir des graines conservées pendant la plus courte période : une année. Après deux ans de stockage, une baisse de 30% a été enregistrée, ramenant le taux final de germination à 51%. Cette tendance négative s'est accentuée avec le temps, atteignant un minimum de 18%, soit une réduction de 75,54% (Fig 06) observées chez les plus vieilles graines testées (durée de stockage de 5ans). D'après l'analyse de la figure, la demi-période de viabilité (P50).

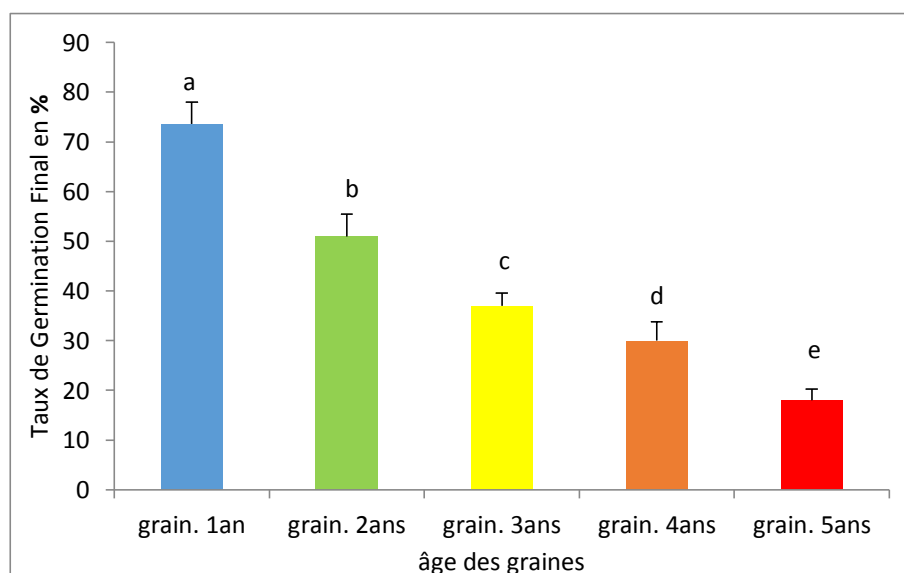


Figure 06 : Taux germination final des graines de *H. flexuosum* en fonction de l'âge

12.1.2 Le temps moyen de germination (TMG)

Concernant le temps moyen de germination (TMG), nos résultats illustrés par la figure 7 révèlent que les graines les plus jeunes ont germé après un temps moyen de 2,2 jours. Cette durée s'allonge significativement avec l'âge des graines. La germination est ainsi de plus en plus retardée enregistrant une valeur de TMG qui augmente significativement jusqu'à atteindre une valeur maximale de 4,42 jours chez les graines les plus âgées testées (graines âgées de 5 années).

L'analyse statistique a marqué une différence très hautement significative pour le Temps Moyen de Germination (Pvalue = 0.0006 < 0.001) (Tab 3).

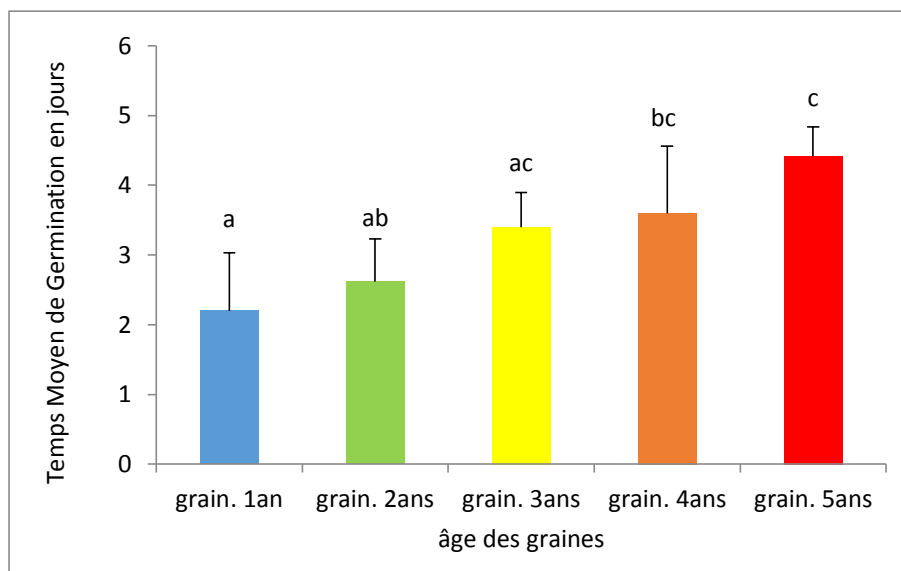


Figure 07 : Temps Moyen de Germination en fonction de l'âge des graines

Tableau 03 : Tableau statistique de TMG

	Ddl	SCE	CM	f. Test	p. value
Année	4	15,066	3,767	7,69	0,000637**
Résiduel	20	9,796	0,49		

12.1.3 La longueur des tiges

La croissance des plantules a été négativement impactée par la durée de stockage. En effet ; les graines les plus récemment collectées, affichent la valeur la plus élevée de la croissance en longueur de la tige. À l'inverse, une conservation plus longue a entraîné une diminution progressive de la hauteur des plantules. A titre d'exemple, après quatre ans de stockage, une baisse notable et statistiquement significative de 42% de la hauteur des plantules a été constatée. Chez les plus vieilles graines testées (graines de cinq ans) dans ce présent essai au cours de la cinquième année de stockage, une diminution maximale (longueur moyenne de tige de 2,75 cm) a été enregistrée, correspondant à une chute atteignant une proportion de 64 % de leur hauteur (Figure 08).

L'analyse statistique a marqué une différence hautement significative pour la longueur de la tige ($P\text{value} = 0.00877 < 0.01$) (Tab 4).

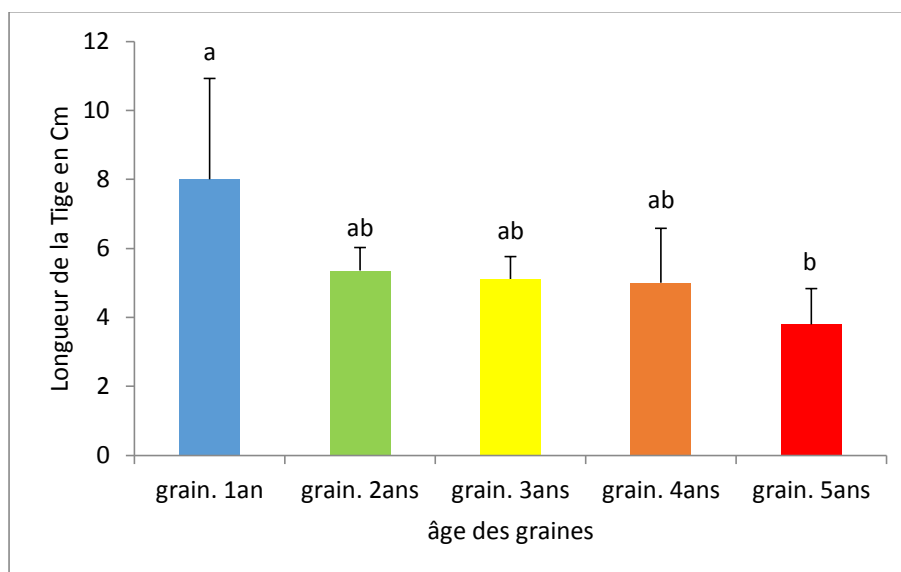


Figure 08 : Influence de l'âge des grains sur la longueur des tiges de *H. flexuosum*

Tableau 04 : Tableau statistique de la longueur des tiges

	Ddl	SCE	CM	Test. F	p. value
Année	4	47,72	11.93	4,568	0,00877**
Résiduel	20	9,796	0.49		

12.1.4 Longueur des racines

Concernant la longueur de la racine, les plantules issues des graines les plus jeunes (d'une année d'âge) ont développé les racines les plus longues avec 7.7 cm comparativement aux graines stockées durant des périodes plus longues. En effet, après 3 années de stockage, la longueur de la racine révèle une réduction de 22%, celle-ci s'accroît avec le prolongement de la durée de stockage, pour atteindre la valeur minimale correspondant à une chute d'environ 60% (Figure 9).

L'analyse statistique a marqué une différence significative pour la longueur de la racine ($P\text{value} = 0.00051 < 0.001$) (Tab 5).

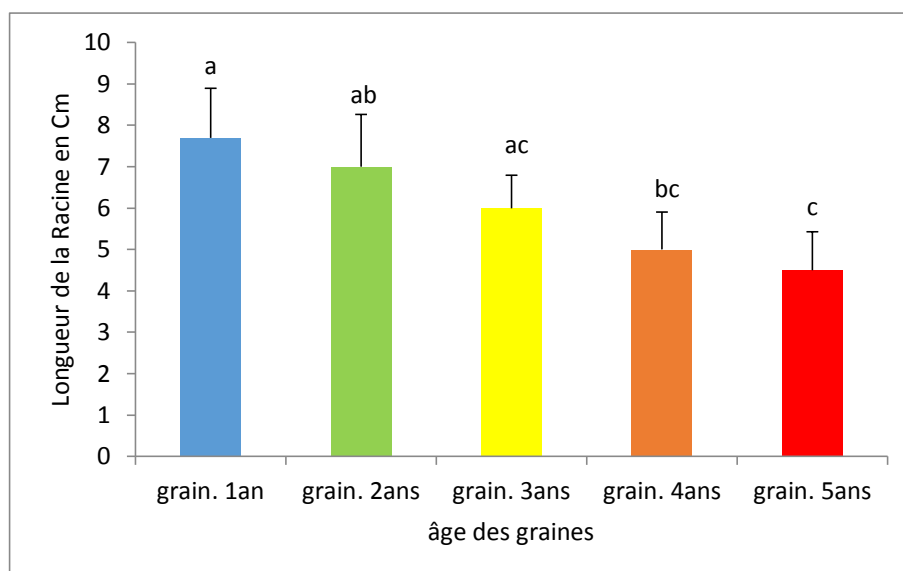


Figure 09 : Influence de l'âge des grains sur la longueur des Racines de *H. flexuosum*

Tableau 05 : Tableau statistique de la longueur des racines

	ddl	SCE	CM	f. Test	p. value
Année	4	34,47	8,617	7,991	0.00051***
Résiduel	20	29,57	1,078		

12.1.5 La biomasse

Les résultats obtenus ont révélé une diminution de l'accumulation de biomasse chez les plantules après certaines périodes de stockage. Les plantules issues de graines âgées d'un an ont présente la biomasse la plus élevée (109mg). Cependant, cette biomasse a connu une baisse significative avec l'extension de la durée de stockage. Après deux ans, le taux de germination a diminué de 20%. Cette baisse est de plus en plus accentuée avec le prolongement de la durée de stockage, atteignant ainsi une valeur minimale de 18mg, ce qui représente une réduction de 82%, chez les graines conservées pendant cinq ans (Fig 10).

Le test ANOVA a montré une différence très hautement significative concernant les résultats de la biomasse des plantules issues des graines conservées durant des périodes différentes.

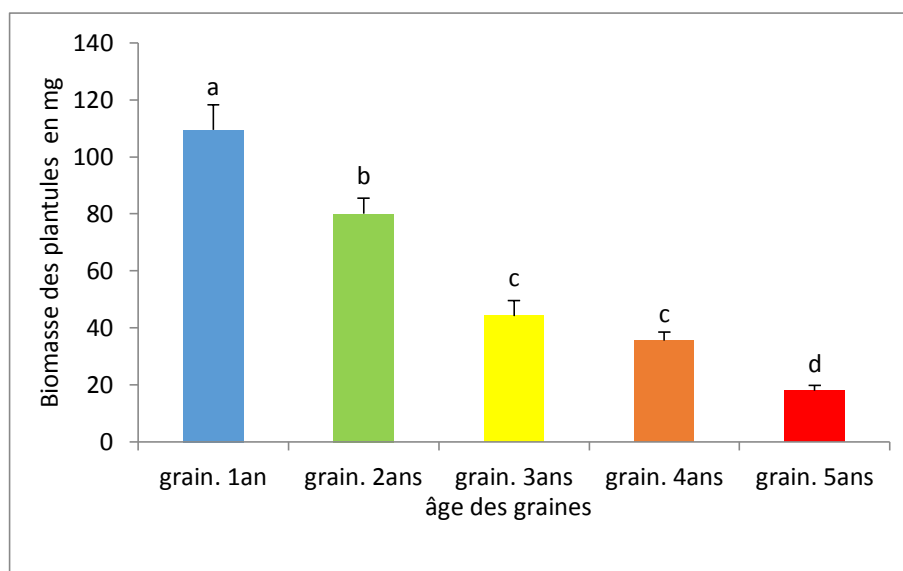


Figure 10 : Influence de l'âge des grains sur la biomasse des plantules de *H. flexuosum*

Tableau 06 : Tableau statistique de la biomasse des plantules

	ddl	SCE	CM	f. Test	p. value
Année	4	27,083	6,771	22,91	0,00161***
Résiduel	20	29,57	1,078		

12.2 Discussion

Nos résultats ont révélé que la durée prolongée affecte négativement le taux de germination.

Le taux de germination le plus élevé (73,6%) est enregistré par les plus jeunes graines testées dans notre essai (graines âgées d'une année). L'augmentation de la durée de stockage de 2 ans a engendré une diminution de 30 %. La capacité germinative continue à chuter jusqu'à atteindre une valeur minimale laquelle mis en évidence par les plus vieilles graines mises à température du laboratoire durant une période de 5ans.

Les résultats de notre étude montrent clairement que le taux de germination des graines diminue progressivement à mesure que la durée de stockage augmente, ce qui corrobore plusieurs travaux antérieurs de plusieurs auteurs tel que Garoma et al. (2017) sur *Zea mays* L. ; Verma & Tomer (2003) sur *Brassica napus* L. ; Basra et al. (2003) sur *Brassica juncea* L. Nos observations révèlent une baisse marquée du taux de germination pour les lots de graines

stockés pendant 3, 4 et 5 ans par rapport aux plus jeunes graines, âgées d'un an. Cette tendance confirme l'effet négatif du vieillissement des semences sur leur viabilité, effet déjà signalé chez de nombreuses espèces cultivées, telles que le maïs, le soja ou encore le persil (Stegner & *al.*, 2022).

La diminution du taux de germination à partir de la troisième année peut être attribuée à l'accumulation de dommages cellulaires liés au vieillissement, notamment l'oxydation des lipides membranaires, la dégradation des protéines et des anomalies chromosomiques (Baxter, 1996 ; Gidrol et *al.*, 1989 ; Whittle, 2006). Ce type de détérioration, qui affecte directement l'intégrité cellulaire et le métabolisme de la graine, est souvent aggravé par des conditions environnementales défavorables telles que l'élévation de la température et de l'humidité relative (Roberts, 1988 ; Pradhan & Badola, 2012). D'autres auteurs, comme Sisman & Delibas (2004), ont également montré que ces altérations physiologiques sont souvent responsables du retard ou de l'échec de la germination.

Nos résultats s'alignent également avec ceux de Joa-Abba & Lovato (1999), qui ont observé une réduction progressive de la germination et de la vigueur des plantules en lien avec la durée de stockage. De plus, comme le suggère Mason (2005), le stockage prolongé peut entraîner une élévation de la conductivité électrique des tissus de la graine, signe d'une perte d'intégrité membranaire. Nos résultats montrent que le Temps Moyen de Germination (TMG) des graines de *H. flexuosum* augmente progressivement avec la durée de stockage, indiquant une perte de vigueur physiologique affectant plus ou moins intensément la viabilité. Ce ralentissement de la germination peut être attribué à des altérations métaboliques internes liées au vieillissement des semences (Walters, 1998 ; McDonald, 1999).

Nos résultats ont montré l'impact délétère de l'âge des graines sur le pourcentage de germination, mais également un retard du processus germinatif chez les graines de *H. flexuosum*. Des travaux, comme ceux de Diawara et al. (2020) ont signalé la même constatation chez les graines de *Saba senegalensis*. Ceci montre l'importance d'intégrer le TMG, en plus du taux de germination, comme indicateur de la qualité physiologique des semences. Une germination plus lente peut nuire à la synchronisation de la levée, essentielle pour de nombreuses pratiques agricoles. Ainsi, l'optimisation des conditions de stockage pourrait aider à maintenir à la fois la viabilité et la vigueur des semences à moyen terme, ce qui représente un enjeu clé pour les banques de semences et les systèmes de production (Matthews et al. (2012).

Nos résultats ont mis aussi en évidence des conséquences négatives du vieillissement des graines sur les paramètres de croissance. Les résultats de l'analyse statistique ont bien démontré une chute de la croissance, en longueur et pondérale des plantules issues de la germination des graines conservées durant des périodes de temps plus ou moins longues. En effet, nous avons noté qu'après quatre années de stockage, une baisse significative de 42% de la hauteur des plantules a été observée comparativement aux plantules issues des graines d'une année jusqu'à atteindre une valeur minimale, chez celles stockées pour une période de cinq ans (2.75cm) (fig 8, 9, 10).

Le stockage des graines pendant une longue durée a engendré un effet négatif d'une manière directe est visible sur les graines de *H. flexuosum*. Nous avons ainsi enregistré chez les graines âgées d'une année une biomasse avoisinant les 100mg. En effet cette biomasse a connu une baisse significative avec les graines stockées pendant 2 ans : le taux a diminué de 20%, jusqu'à atteindre la plus basse valeur avec une réduction de 82% pour les graines conservées pendant 5 ans. Ces observations sont conformes au résultat de Garoma et *al.* (2017) qui a observé des conséquences délétères de la durée de stockage des graines sur la germination et la croissance de plusieurs espèces végétales. Les effets négatifs concernent aussi bien des paramètres morphologiques que physiologiques tels que les paramètres de germination exprimée par le retard du processus de germination (représenté par un allongement du TMG) et la diminution de la capacité germinative (exprimée par des chutes du pourcentage final de germination des lots de graines stockées) mais également des paramètres de croissance des plantules comme la croissance pondérale (effet sur la biomasse) et de croissance en longueur des organes primaires des plantules (longueur des tiges et des racines). Des modifications biochimiques sont aussi largement constatées par ces auteurs comme des aberrations chromosomiques, des dommages structuraux sur les biomolécules vitales des plantes comme l'ADN et la dégradation des protéines (Garoma et *al.*, 2017 ; Sisman & Delibas, 2004 ; Shaba,2013).

Conclusion

Conclusion

Cette étude menée dans le but d'estimer l'effet de la durée de stockage sur la germination des graines de *H. flexuosum*.

Au terme de notre expérimentation, l'analyse des résultats que nous avons obtenus montre une influence négative de la durée de stockage sur les paramètres mesurés (taux de germination, le temps moyen de germination (TMG), longueur de la racicule, longueur de la gemmule, biomasse des plantules)

En effet nous avons relevé une réduction de 75,54% après un stockage des graines pendant la durée de 5 ans. La croissance de de racine à été chuter de 42% et celle de la tige de 53% La biommmasse des plantules a été très fortement affectée par 84% après dun stockage de 5ans . résultats du présent essai ont montré que les graines âgées d'une année ont enregistré une capacité germinative maximale comparativement à celles conservées durant des périodes plus longues. Celle-ci décroît jusqu'à atteindre la plus faible valeur après cinq années de stockage .

L'analyse de la variance a montré des différences significatives pour les paramètres mesurés. La capacité germinative des graines de *Hedysarum flexuosum* diminue d'environ 50% après une durée de conservation d'envion 3ans. En effet, nous pouvons préconiser d'utiliseré des semences ne dépassant pas une durée de trois années de stockage en conditions de température ambiante. Cependant les conditions de conservation sous froid autour de cinq degré s'avère être très judicieux afin d'améliorer la qualité de la semence conservée (diminuer les risques de contamination fongiques, par les bruches et les insectes). Ces caractéristiques de longévité des semences et leur capacité du maintien de leur viabilité ainsi que l'optimisation des conditions les plus appropriées de stockage sont actuellement prises en considération dans les programmes d'amélioration et de domestication des espèces végétales.

Perspectives :

- Etudier les effets des conditions de stockage telles que les effets des différentes températures, de la nature des ustensiles de stockage et l'influence du taux d'hydratation des graines .
- Appliquer l'amorçage (les primings) par des biostimulants, et phytohormones comme la GA3, AIA, Acide Salicylique,...a fin d'améliorer la longévité des graines de *H.flexuosum* et maintenir la viabilité aussi longtemps que possible.
- Procédé à la recherche des protéines protectrices et de le degré de précocitéde leur biosynthèse comme le cas des protéines LEA chez cette espèce.
- Etudier l'activité dess enzymes antioxydants au cours du stockage chez cette espèce telle que la supureoxyde-dismutase (S.O.D), la catalase ...chez les graines de *H.flexuosum* au cours du stockage .

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- **Abdelguarfi-Berrakia, R., Abderguarfi, A., Bounagan, N. & Guittonneau, G.G., 1991.** Répartition des espèces spontanées du genre *Hedysarum* selon certains facteurs du milieu en Algérie. *Fourrages*. 126 : 187-207.
- **Abdelguarfi-Berrakia, R., Abdelguarfi, A., Bounaga, N., GUITTONNEAU G.G., 1988.** Contribution à l'étude des espèces spontanées du Genre *Hedysarum* L. en Algérie. Etude auto écologique. *Ann. Inst. Nat. Agro. ElHarrach*. 12 : 191-21
- **Abdelguarfi-Berrekia, R., 1985.** Contribution à l'étude du genre *Hedysarum* L. en Algérie, thèse Magister, I.N.A., Alger. pp131.
- **Abdelguarfi-Berrekia, R., 1995.** Contribution à l'étude de l'écologie et de la diversité génétique de *Hedysarum flexuosum* (Fabaceae) en Algérie. Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), Alger. 118p.
- **Anonyme., 2004.** Manuel pratique de stockage et conservation des semences. ONG Afrique Verte, Bamako : 1-45.
- **Baatout, H., Marrakchi, M., Pernes, J., 1990.** Electrophoretic studies of Genetic variation in natural populations of allogamous *Hedysarum capitatum* and Autogamous *Hedysarum euspinosissimum*, *Plant Science*. 69 : 49-64
- **Bacchetta, G., Belletti, P., Brullo S., Cagelli, L., Carasso, V., Casas J.L., Cervelli, C., Escrib, M. C., Fenu, G., Gorian, F., Güemes, J., Mattana, E., Nepi, M., Pacini, E., Pavone, P., Piotto, B., Cristiano, P., Prada, A., Venora, G., Vietto, L. & Virevaire, M., 2006.** Manuel pour la récolte, l'étude, la conservation et la gestion ex situ du matériel végétal. Rome, Italie : Bacchetta G., Sánchez B.A., Jiménez-Alfaro B.F.G., Mattana E., Piotto B. & Virevaire M. pp 217.
- **Bartali, E., 1995.** Techniques modernes de stockage des semences. Ministère de l'Agriculture, Rabat : 12-58.
- **Bartali, E. & Debbarh, A., 1991.** Techniques traditionnelles de conservation des semences. INRA, Rabat : 33-66.
- **Baskin, C.C. & Baskin, J.M., 2014.** *Seeds : Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. 2^e éd., Elsevier/Academic Press, San Diego : 100–420.

Références Bibliographiques

- **Basra, A.S., Dhillon, R., Malik, C. P., 2003.** Seed ageing-induced biochemical changes in *Brassica juncea L.* Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology, 12(1), 23–27.
- **Baumgartner, M. & Emonet, E., 2007.** Les graines germées. Power, 45 (3.5) :1.
- **Baxter, R., 1996.** Seed ageing and lipid peroxidation. Seed Science Research, 6(1), 17–21.
- **Belmihoub, F., 2012.** Caractérisation phénotypique d'une population de Sulla (*Hedysarum flexuosum L.*) dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire d'ingénieur, UMMTO 28-35. PP35.
- **Ben Fadhel N., Boussaid M., Marrakchi M., 1997.** Variabilité morphologique et enzymatique des populations naturelles magrébines d'*Hedysarum flexuosum*. El awania, 96: 77-90.
- **Ben Fadhel, N. & Boussaid, M., 2006.** Structuration de la diversité génétique de *Hedysarum. Flexuosum* en Algérie et au Maroc. P 1, 2.
- **Ben Fadhel, N., Afif, M., Boussaid, M., 2006.** Structuration de la diversité génétique de *Hedysarum flexuosum* en Algérie et au Maroc. Implications sur sa conservation. Eds. Fourrages.186, 229-240.
- **Ben jeddi F., 2005.** *Hedysarum coronaium L* : Variation génétique, création variétale et utilisation dans des rotations tunisiennes. Thèse doctorat en Sciences Biologiques Appliquées. Fac Sc Bio-ing Université De Gent Belgique. pp202.
- **Bewley, J.D. & Black, M., 1994.** Seeds : Physiology of Development and Germination. 2^e éd., Plenum Press, New York : 50–210.
- **Bonanno, A., Di Grigoli, A., Stringi, L., Di Miceli, G., Giambalvo, D., Tornambè, G., Vargetto, D. and Alicata, M.L., 2007.** Intake and milk production of goats grazing Sulla forage under different stocking rates Italian.Jornal of Animal.science. vol. 6 (Suppl. 1), 605-607.
- **Bonner, F.T., 2008.** Storage of seeds of temperate forest tree species. USDA Forest Service, Washington : 88-146.
- **Boudreau, J. & Ménard, D., 1992.** Systèmes de ventilation et contrôle de température dans les silos. Ed., IRDA, Québec : 77-109.
- **Boussaid, M., Ben Fadhel, N., Trifi Farah, N., Abdelkefi, A. et Marrakchi, M., 1995.** Les espèces Méditerranéennes du genre *Hedysarum L.* In : Ressources génétiques des plantes fourragères et à gazon. BRG/INRA. France.115-130.

Références Bibliographiques

- **Boussaid, M., Benali, N., et Ait Youssef, A., 1989.** Contribution à l'étude des caractères morphologiques et anatomiques des graines de *Hedysarum flexuosum* L. Dans : Actes du Colloque National sur les Ressources Phytogénétiques, (pp. 87-95). Institut National d'Agronomie (INA), Alger, Algérie.
- **Choi, B.H. & Ohashi, H. (2003).** Generic criteria and an infrageneric system for *Hedysarum* and related genera (Papilionoideae-Leguminosae). *Taxon*, 52 :567-576.
- **Christensen, C.M., 1982.** Influence of storage fungi on seed quality. In : Storage of Cereal Grains and Their Products. Ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul : 229-280.
- **Côme, D. (1970).** Obstacle à la germination. Ed ; Masson et cie. Paris VI, pp144p.
- **Côme, D. (1982).** Croissance et développement physiologie végétale, Herman pp465p.
- **Corbineau, M. (2024).** Vieillesse des semences : mécanismes et conséquences agronomiques. *Revue Française de Biologie Végétale*, 78(1), 12–26.
- **Cousens, J. (1988).** Light and Seed Germination in Plants. Academic Press, Londres : 30-95.
- **De Koning, C., Yates, R., Wurst, M. (2010).** Sulla (*Hedysarum coronarium*) Management Package. SARDI with funding from Pastures Australia. pp15
- **Diawara, S., Zida, D., Dayamba, S.D., Savadogo, B. and Ouedraogo, A., 2020.** Viability and germination capacities of *Saba senegalensis* (A.DC.) Pichon seeds, a multi-purpose agroforestry species in west Africa. *Journal of forestry research*, 38 : 2, 1565.
- **EL Boutahiri, N., Thami-almi, I., Zaid, E., Udupa, S.M., 2010.** Physiological and genetic diversity in *Rhizobium sulae* from Morocco. In: C. Huyghe (ed.) Sustainable use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding. Part, Bull.Tra.Technologie. 189(2) : 85-88.
- **Ewart, A.J., 1908.** On the longevity of seeds. *Proc. Roy. Soc. Victoria*, 21(1), Melbourne : 1–120.
- **FAO., 1994.** Annuaire de la production. FAO, Rome, Italie
- **FAO., 2010.** The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. FAO, Rome. 402 pp.

Références Bibliographiques

- **Garoma, B., Chibsa, T., Keno T., Denbi, Y., 2017.** Effect of Storage Period on Seed Germination of Different Maize Parental Lines : Journal of National Science Research 7 : 8-14, ISSSN, 2225-0921.
- **Ghaleb, W., 2019.** Analyse de la diversité génétique de la réponse germinative à la température de Populations de Lolium perenne L., Festuca arundinacea Schreb et Dactylis glomerata L (Thèse de Doctorat, Université de Poitiers). 239p.
- **Gharzouli, R., 2006.** Influence d'agents mutagènes, les rayons Ultra-violet, sur la nodulation et les caractères phénotypiques de quelques espèces de Rhizobium sp. Thèse Magister, Université Mentouri de Constantine. pp 150
- **Gidrol, X., Nooubhani, A., Mocquot, B., Mazliak, P. and Pradet, A., 1989.** Mitochondrial activities during sunflower seed germination : Effect of germination temperature. Plant physiology, 90(2),450-455
- **Gimeno-Gilles, C., 2009.** Étude cellulaire et moléculaire de la germination chez Medicago Truncatula (Doctoral dissertation, Université d'Angers). 233p.
- **Hannachi-Salhi, A. 2004.** Contribution à l'étude de la flore mellifère en Algérie : cas de la Kabylie. Mémoire de Magistère, INA, Alger.
- **Hay, F.R., Smith, R.D., Ellis, R.H. and Butler, L.H., 2000.** Physiological maturity and moisture content in seed longevity. Seed Science Research, Cambridge University Press, 10(2) : 147-156.
- **Heller, R., Esnault, R. et Lance, C., 2004.** Physiologie végétale II, développement. Ed., Dunod Paris.
- **Hopkins, W.G., 2003.** Physiologie végétale. Traduction de la 2^{ème} édition Américaine par serge. R Ed. De Boeck, p 66-84. pp495.
- **Inge de Groot, K., 2004.** Protection des céréales et des légumineuses stockées, deuxième édition : Fondation agromisa, Wageningen. pp74.
- **Ingrachen, S., 2007.** Contribution de la réponse de la plante Hedysarum flexuosum. L à la contrainte hydrique. Mémoire DE0S(BPV), UMMTO. P 2-11. pp43.
- **Joa-Abba, A., and Lovato, M., 1999.** Seed storage and vigour loss in tropical forest species. Forest Ecology and Management, 118(1-3), 193-199.
- **Jouany, J.P. et Yiannikouris, A., 2002.** Contamination des semences par les déjections animales. Revue Méd. Vét., Toulouse, 153(8-9) : 561-568.

Références Bibliographiques

- **Kadi, S.A., Guermah, H., Mouhous, A., Djellal, F., Berchiche M., 2015.** Sulla flexuosa (*Hedysarum flexuosum*) : an not well-known forage legume of the Mediterranean coast. In: Actas AEL nr. 6. EUCARPIA International Symposium on Protein Crops, V Meeting AEL, Pontevedra, Spain, May 4-7 2015, 127-128.
- **Kadi, S.A. & Zirmi-Zembri, N., 2016.** Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 2 - Les arbres et arbustes fourragers. Livestock Research for Rural Development, 28(8), Article 146.
- **Kauth, P.J., Kane, M.E. and Vendrame, W.A., 2014.** Comparative seed storage behavior of rare and endangered orchids. Plant Ecology, Springer, 215(7) : 797-806.
- **Kiaya v., 2014.** Post-harvest losses and strategies to reduce them. Technical paper on Post- Harvest Losses. ACF.
- **Kinderlerer, J.L., 1989.** Mycotoxins in stored seeds : effects on germination and quality. Journal of Food Safety, 10(1) : 39-50.
- **Lapeyronie, A., 1982.** Les productions fourragères méditerranéennes. Généralités caractères botanique et Biologiques. T.I.G.P. Maisonneuve et La rose. Paris.
- **Le Bars, J., 1982.** Détérioration des semences par les vertébrés. In : Jouany & Yiannikouris (2002). Revue Méd. Vét., Toulouse, 153(8-9) : 561-568.
- **Liu, X., Chen, J. and Zhao, Q., 2018.** Influence of seed aging on germination and seedling development under sodic soil conditions. Soil & Crop Science, 35(2), 145–153.
- **Mason, S.C., 2005.** Deterioration of maize seed during storage. Agronomy Journal, 97(3), 753–758.
- **Matthews, S., Khajeh-Hosseini, M. & Powell, A. A. (2012).** Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). Seed Science and Technology, 40(2), 423–429.
- **McDonald, M. B., 1999.** Seed deterioration : Physiology, repair, and assessment. Seed Science and Technology, 27(1), 177–237.
- **Meddour, R., 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjuréenne [Thèse de doctorat d'État en Sciences Agronomiques, Option : Foresterie]. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Algérie. pp397.
- **Meyer S., Reeb C., Bosdeveix R., 2004.** Botanique, biologie et physiologie végétale. Ed. Moline, Paris, p.461.

Références Bibliographiques

- **Meyer, S., Reeb, C., Bosdeveix, R. (2008).** Botanique Biologie et Physiologie végétales. Ed. Maloine, Paris. pp461.
- **Molinié, A. & Pfohl-Leszkowicz, A., 2003.** Contamination des semences par les insectes et développement des moisissures. Toxicologie Analytique et Clinique, Elsevier, 15(3) : 127-136.
- **Molle, G., Decandia, M., Giovanetti, V., Cabiddu, A., Fois, N., Sitzia, M., 2009.** Responses to condensed tannins of flowering sulla (*Hedysarum coronarium L.*) grazed by dairy sheep. Part 1 : effects on feeding behaviour, intake, diet digestibility and performance. Lives. Sci., 123 (2) : 138–146.
- **Moore, G., Sanford, P., Wiley T. (2006).** Perennial pastures for Western Australia. Sulla (*Hedysarum coronarium*). Herbaceous perennial legumes. Department of Agriculture and Food Western Australia, Bulletin 4690, Perth.pp3.
- **Multon, J.L., 1982.** Conservation des grains et graines. 2 volumes. TEC et DOC /APRIA, Paris.
- **Ndiaye D.S.B., 1999.** Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. Aide au Développement Gembloux & Atelier Autrichien de Développement, 61 p.
- **Niar, S., 2014.** Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels Algériens. Doctorat en Biologie. Université d’Oran. pp235.
- **Niquet, L., 2006.** Conservation des semences : techniques et enjeux. CIRAD, Montpellier : 44-98.
- **Ntsam, J., 1989.** Étude sur les conditions de stockage des semences vivrières au Cameroun. IRAD, Yaoundé : 61-101.
- **Pirreda, M., Fananas pueyo, I., Onate sanchez, L. and Mira,S., 2023.** Seed longevity and ageing : A review on physiological and genetic factors with an emphasis on hormonal regulation. pp21.
- **Pradhan, S. & Badola, H.K., 2012.** Effect of storage conditions on seed longevity of *Swertia chirayita*. Journal of Applied Research on Medicinal Plants, 1(1), 1–6.
- **Prosperi, J.M., Guy, P. et Balfourier, F., 1995.** Ressources génétiques des plantes fourragères et à gazon. INRA. (Paris).119-121.
- **Rajjou, L. & Debaujon, I., 2008.** Seed longevity : survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. In crop research biology, vol, 331 : 796-805.

Références Bibliographiques

- **Rajjou, L., Gallardo, K., Debeaujon, I., Vandekerckhove, J., Job, D., 2004.** The effect of alpha-amanitin on the arabidopssed proteome hights neosynthesizeroles of stored and neosynthesized MRNAS during germination. *Plant physiol* 134 : 1598-613.
- **Roberts, E.H., 1988.** Temperature and seed storage longevity. *Annals of Botany*, 62(4) : 341–352.
- **Sebihi, F.Z., 2008.** Les Bactéries Nodulant les Légumineuses (B.N.L) : Caractérisation des bactéries associées aux nodules de la légumineuse fourragère, *Hedysarum perranderianum*. Mémoire Magister. Université Mentouri de Constantine. pp 110.
- **Seck, D., 1990.** Importance économique et Développement d'une approche de lutte Intégrée contre les insectes ravageurs Des stocks de maïs, de mil Et de niébé en milieu paysan. Actes du Séminaire International-Abidjan Côte d'Ivoire. pp276.
- **Selemani, S., Madege, R., and Nzogela, Y., 2025.** Effects of packaging material and storage duration on germination ability and vigour of stored sunflower seeds. *European Journal of Ecology, Biology and Agriculture.*, 2(1), 38–55.
- **Shaba, M., 2013.** Physiological aspect of seed deterioration. *Int.J. Agri. Crop sci.* 6 : 627-631.
- **Sisman, C. & Delibas, L., 2004.** Storing sunflower seed and quality losses during storage. *Journal of Central European Agriculture.*4 : 239-250.
- **Slim et Ben Jeddi., 2011.** Protection des sols des zones montagneuses de Tunisie par le Sulla du nord (*Hedysarum coronarium* L). *Sécheresse.* 22 : 117-124.
- **Slim, S. & Ben Jeddi, F., 2011.** Protection des sols des zones montagneuses de Tunisie par le sulla du Nord (*Hedysarum coronarium* L.). *Science et changements planétaires / Sécheresse* : 22(2) : 117-124.
- **Soltner, D., 2007.** Les bases de la production végétale tomelll, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris. pp, 304.
- **Spichiger, R., Vincent, S., Jean mono, D., 2004.** Botanique systématique des plantes à fleurs. Press polytechnique et Université Raumendes (Lausanne). P.202-220.
- **Stegner, M., Wagner, J., Roach, T., 2022.** Antioxidant depletion during storage under ambient condition. *Seed Science Research* 32: 150-156.
- **St-Pierre, N.R., Diaz, D.E., Hagler, W.M., 2014.** Mycotoxins in stored feed and seeds : detection and prevention. *Journal of Dairy Science*, 97(12) : 7585–7594.
- **Taiz, L., Zeiger, E., 2010.** *Plant Physiology.* 5^e éd., Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA : 75–180.

Références Bibliographiques

- **Thiam, M. Champion, A. Diouf, D., Ourey, S.Y.M., 2013.** NACI effects in vitro germination and growth of some Senegalese cowpea (*Vigna Unguilulata* L. Walp) cultivars. ISRN Biotechnology. doi 10-5402/2013/382417.
- **Verma, S.S. & Tomer, R.P.S. (2003).** Studies on seed quality parameters in deteriorating seeds of *Brassica napus* L. *Seed Research*, 31(1), 49–53.
- **Waldren, S., Martin, J.R., Curtis, T.G.F., O’Sullivan, A., 2000.** Genebank and biodiversity conservation : the irish threatened plant genebank project. In rushton, B.S. (ed) *Biodiversity : the irish dimension*. Dublin : Royal irish academy. 135-147.
- **Walters, C., 1998.** Understanding the mechanisms and kinetics of seed ageing. *Seed Science Research*, 8(2) : 223–244.
- **Walters, C. & Pence, V.C., 2021.** The unique role of seed banking and cryobiotechnologies in plant conservation. *Plants People Planet*. 3: 83-91.
- **Walters, C., Wheeler, L.J., Grotenhuis, J.M., 2005.** Longivity of seeds stored in a genebank : characteristics. *Seed Sci.Res.*
- **Whittle, C.A., 2006.** Chromosomal damage during seed ageing. *Mutation Research*, 601(1–2) : 56–63.
- **Zhu, Y., Wang, L., Zhang, H., 2018.** Effects of artificial aging on seed vigor and genetic stability in sweet corn (*Zea mays* L.). *Journal of Seed Science*. 40(3) : 250–257.

Résumé

L'impact de vieillissement naturel sur la germination des graines de *Hedysarum flexuosum*, une légumineuse fourragère spontanée d'origine méditerranéenne a été étudié.

Les graines de *H. flexuosum*, collectées dans la région des Ouadhias, ont été testées en laboratoire selon différentes durées de stockage. Les graines ont été triées manuellement et désinfectées pour éliminer celles affectées par les insectes. Ensuite, elles ont été mises en culture dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau distillée, puis placées dans des étuves à une température constante de 20°C. Les paramètres de germination suivants ont été observés : taux de germination, temps moyen de germination, développement de la partie aérienne, développement racinaire, et biomasse.

Nos résultats montrent que *H. flexuosum* est sensible à la durée de conservation. En effet, nous avons relevé une réduction de 75,54% après un stockage des graines pendant la durée de 5 ans. La croissance de la racine a été chuter de 42% et celle de la tige de 53%. La biomasse des plantules a été très fortement affectée par 84% après un stockage de 5 ans. Le vieillissement naturel affecte négativement la viabilité des graines, entraînant une diminution du taux de germination et une augmentation du temps moyen nécessaire à la germination.

Mots clés: *Hedysarum flexuosum*, graines, conservation, longévité, vieillissement.

Abstract

The main objective of this research work is to study the impact of natural aging on the germination of *Hedysarum flexuosum* seeds, a spontaneous Mediterranean forage legume.

The seeds of *H. flexuosum*, collected from the Ouadhia region, were tested in the laboratory after different storage durations. The seeds were manually sorted and disinfected to eliminate those affected by insects. They were then placed in Petri dishes containing distilled water and incubated in ovens at a constant temperature of 20°C. The following germination parameters were measured : germination rate, mean germination time, shoot development, root development, and biomass. In deed our result shpwed a rate reduction of 75,54% of germination percentage, a drop of 42% in the root length 53% for the growth shoot. However, the biomass of he seedlings were severly affected with 84%.

Our results show that *H. flexuosum* is sensitive to storage duration. Natural aging negatively affects seed viability, resulting in reduced germination rates and increased mean germination time.

key words: *Hedysarum flexuosum*, seeds, conservation, longevity, aging

ملخص

يتمثل الهدف الرئيسي من هذا العمل البحثي في دراسة تأثير الشيخوخة الطبيعية على إنبات بذور نبات *Hedysarum flexuosum*، وهو أحد البقول العلفية البرية في منطقة البحر الأبيض المتوسط تم اختبار بذور نبات *H. flexuosum*، التي تم جمعها من منطقة وادنية، في المختبر بعد فترات تخزين مختلفة. تم فرز البذور يدوياً وتطهيرها يدوياً للقضاء على البذور المصابة بالحشرات ثم وضعت بعد ذلك في علب بترية تحتوي على ماء مقطر و تم تحضينها في أفران تحت درجة حرارة ثابتة تبلغ 20 درجة مئوية. تم قياس معاملات الإنبات التالية: معدل الإنبات، ومتوسط زمن الإنبات، والنمو الساقى للنباتات، ونمو الجذور، والكتلة الحيوية. أظهرت نتائجنا أن بذرة *H. flexuosum* حساسة تجاه مدة التخزين. تؤثر مدة تخزين البذور، سلباً على صلاحية البذور، مما يؤدي إلى انخفاض معدلات الإنبات وزيادة متوسط زمن الإنبات.