



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en

Filière : **Sciences agronomiques**

Spécialité : **Production végétale**

Présenté par : **Mr. BENTATA Merouane**
Mr. NATECHE Brahim

Thème

**Étude de l'effet de la durée de stockage sur la
viabilité et le déroulement de la
phase de germination chez quelques variétés de
blé dur
(*Triticum durum* Desf)**

Soutenu le, 12/07/2021

Devant le Jury :

Mr. GADOUM A.	Président	M.A.B	Univ-Tissemsilt
Mr. ZEMOUR K.	Encadrant	M.A.B.	Univ-Tissemsilt
Mr. CHOUHIM K.M.	Co-Encadrant	M.A.A.	Univ-Tissemsilt
Mr. BOUFARES K.	Examineur	M.C.B.	Univ-Tiaret

Année universitaire : 2020-2021

REMERCIEMENT

Nous remercions d'abord Allah qui nous a donné la santé, le courage et la patience pour terminer et achever ce travail.

Nous tenons à remercier : Monsieur ZEMOUR Kamel notre promoteur, d'avoir accepté de nous encadrer et de nous aider tout au long de ce travail.

Merci aussi :

-pour messieurs : CHOUHIM Kada ,HAKEM Lakhdar , pour leur aide, et disponibilité, et pour tous les profs qui ont ressuscité en nous l'esprit d'étude et de la recherche

Nous tenons à remercier les membres jurys,

Mr. GADOUM A., qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce travail.

Mr. BOUFARES K., de nous avoir accordé le temps et la patience pour évaluer notre travail ;

Nous tenons à remercier les responsables de :

Labo du département des sciences de la nature et de la vie

L'INSFP Tissemsilt (BENMHEL Mohamed et MAMOUNI Ahmed)

En fin à tous les collègues de notre spécialité master2 production Végétale.

Liste des abréviations

% : pourcentage

°C : Degré Celsius

ABA : abscisic acid

ANOVA: analysis of variance

CIC : Conseil international des céréales

CIMMYT : Le centre international d'amélioration du maïs et du blé

Cm : centimètre

CO₂ : dioxyde de carbone

DDL : degré de liberté

F : Test en statistique suit la loi de Fisher

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

Fig : figure

g : gramme

GA : Les acides gibbérelliques

H₂O: l'eau

ha : Hectare

Hr: humidité réel

ICARDA : le centre international de recherche agricole dans les régions arides

INRA : L'Institut national de la recherche agronomique

ITGC : Institut technique des grandes cultures

Kg: kilogramme

MF : matière fraîche

mg : milligramme

mL : millilitre

mm : millimètre

N S : non significatif

ONFAA : L'Observatoire national des filières agricoles et agroalimentaires

P : Probabilité

PMG : Poids de mille grains

S : significatif

Test *t* de Tukey : différence significative honnête de Tukey, nommé d'après John Tukey.

Tab : tableau

URSS : Union des républiques socialistes soviétiques

USA : United States of America

Liste des tableaux

N° :	Titre de tableau	page
Tableau 01	Origine et principales caractéristiques des géotypes étudiés	25
Tableau 02	Analyse de variance de l'évolution du taux d'imbibition (%) des graines mise en germination	28
Tableau 03	Analyse de variance du taux de germination des graines	30
Tableau 04	Analyse de variance de la longueur de la racine principale	34
Tableau 05	Analyse de variance de la longueur du coléoptile	35
Tableau 06	Analyse de variance du nombre de racines émergées	36
Tableau 07	Analyse de variance de la teneur en sucres solubles	38

Liste des figures

Figure	Titre de figure	Page
Figure 01	Morphologie des graminées	5
Figure 02	Les stades repères de la vie du blé	6
Figure 03	La structure de la graine de blé	9
Figure 04	paramètres à métriser au stockage	14
Figure 05	Préparation d'une Matmouras souterrain	15
Figure 06	Le stockage de blé en gerbes	18
Figure 07	Le stockage de blé en épis	19
Figure 08	Le stockage de blé en vrac	20
Figure 09	Le stockage de blé en sac	21
Figure 10	Les silos métalliques	22
Figure 11	Les différentes opérations liées au stockage	23
Figure 12	Evolution moyenne du taux d'imbibition des graines (%) des géotypes en fonction du temps de mise en germination.	29
Figure 13	Evolution moyenne du taux d'imbibition (pour l'année 2020) (%) en fonction du temps de mise en germination	29
Figure 14	Evolution moyenne du taux d'imbibition (pour l'année 2018) (%) en fonction du temps de mise en germination	30
Figure 15	Evolution moyenne du taux d'imbibition (pour l'année 2017) (%) en fonction du temps de mise en germination	30
Figure 16	Evolution moyenne du taux de germination des graines (%) des géotypes	32
Figure 17	Evolution du taux de germination (%) chez le géotype Simeto en fonction du temps de mise en germination	32
Figure 18	Evolution du taux de germination (%) chez le géotype Vitron en fonction du temps de mise en germination	33
Figure 19	Evolution du taux de germination (%) chez le géotype Boussalem en fonction du temps de mise en germination	33
Figure 20	Evolution de la longueur des racines des géotypes en fonction de l'année de stockage (cm)	34
Figure 21	Longueur de la coléoptile des géotypes étudiés en fonction de l'année de stockage (cm)	36
Figure 22	Evolution de nombre de racines des géotypes en fonction de l'année de stockage (cm).	37
Figure 23	les résultats moyens de la teneur en sucres soluble	38

SOMMAIRE

- Remerciements
- Liste des abréviations
- Liste des tableaux
- Liste des figures
- Sommaire
- Introduction

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Données sur le blé dur	2
1.1. Importance du blé	2
1.1.1. Dans le monde	2
1.1.2. Importance en Algérie	2
1.2. Classification botanique.....	3
1.3. Description de la plante de blé dur	3
1.4. Cycle végétatif du blé.....	4
1.4.1. La période végétative	4
1.4.2. La période reproductive.....	4
1.4.3. La maturité complète.....	5
2. La germination des graines de blé	6
2.1. Concept et processus de la germination	6
2.2. Caractéristiques de la graine	7
2.3. Physiologie et biochimie de la germination	9
2.4. La dormance des graines (La vie ralentie des semences)	10
2.5. Le rôle des hormones.....	10
2.6. Conditions de germination	11
3 : Le stockage	13
3.1. Notion de stockage	13
3.2. Les principaux objectifs du stockage	13
3.3. Nécessité du stockage	14
3.4. Le principe de stockage.....	14
3.5. Les facteurs les plus importants affectant le stockage des grains	14
3.6. Structures de stockage	15
3.7. Méthodes de stockage et conservation des céréales	15
3.7.1. Méthodes traditionnelles	15

3. 7.2. Stockage moderne	19
3.8. Les différentes opérations liées au stockage.....	23
3.9. Les caractéristiques d'une céréale de mauvaise qualité	24

LA PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Objectif de l'expérimentation	25
2. mise en place de l'expérimentation	25
3. matériel végétal	25
4. Conduite de l'expérimentation au laboratoire	26
4.1 Conditions de germination des graines	26
4.2. Les mesures effectuées	26
4.2.1. L'aspect physique de la germination	26
4.2.1.1. Le taux d'imbibition	26
4.2.1.2. Le taux de germination	26
4.2.1.3. Longueur de la racicule	26
4.2.1.4. Longueur de la coléoptile	27
4.2.1.5. Nombre des racines	27
4.2.2. L'aspect biochimique de la germination	27
4.2.2.1. Dosage des sucres solubles	27
4.3. Analyse statistique.....	27

Chapitre III : résultats et discussions

III .1. Résultats	28
1.1. Les paramètres physiques de la germination.....	28
1.1.1. Paramètres d'évolution du taux d'imbibition.....	28
1.1.2. Taux de germination des graines (%).....	31
1.1.3. Longueur de la racine principale.....	34
1.1.4. Longueur du coléoptile	35
1.1.5. Nombre de racines.....	36
1.2. Les paramètres chimiques de la germination	37
1.2.1. Dosage des sucres.....	37
III .2. Discussions.....	38
Conclusion.....	41
Référence	
Annexes	
Résumé	

Introduction

Introduction

Introduction :

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale, la production en 2021 s'établit à présent à près de 2 821 millions de tonnes, soit un nouveau record et une progression de 1,9 % par rapport à 2020 (FAO., 2021).

Le blé est la céréale la plus consommée au monde et la céréale la plus commercialisée sur le marché international. En raison de la faible capacité de la filière nationale à répondre à la demande croissante de consommation de la population, l'Algérie reste l'un des principaux importateurs de céréales (notamment le blé dur et le blé tendre) sur le marché mondial (Bessaoud et *al .*, 2019).

En effet, la production locale des céréales ne couvre que 30% des besoins du pays (Malki et Redjel.,2000). Cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, cause de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse et croissants devant une forte évolution démographique.

Les récoltes des céréales se font au début de l'été et les céréales doivent pouvoir se consommer au moins jusqu'aux récoltes suivantes un an plus tard. Il faut pouvoir stocker et conserver le stock tout au long de l'année et assurer la subsistance du groupe. Il faut également conserver les semences pour les années suivantes. Pour couvrir les risques de sécheresse et d'intempérie et d'une mauvaise récolte (Patrice R., 2015).

Les semences constituent un facteur important déterminant une bonne production, mais elles peuvent subir plusieurs processus d'altération qui peuvent affecter leurs qualités tel que (attaque des insectes, ravageurs, maladies), et conditions de stockage (humidité, température), et vu que les travaux sur ce dernier sont limités on a choisi ce thème qui a pour objectif de déterminer l'effet de la durée de stockage sur la viabilité des semences de blé dur.

Chapitre I
Synthèse bibliographique

1. Données sur le blé dur

1.1. Importance du blé :

1.1.1. Dans le monde :

La quasi-totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par aliments en grains, dont 95% sont produites par les principales cultures céréalières (Bonjean et Picard., 1991). Les trois grandes céréales sont le blé, le riz et le maïs, de par leur rôle historique sur leur continent d'origine, leur extension sur la planète et leurs tonnages mondiaux annuels de l'ordre de 500 millions chacune. On classe les autres céréales dans le groupe des céréales secondaires (Hacini., 2013).

Les céréales occupent une place importante dans la production agricole et constituent la nourriture de base pour 35% de la population mondiale. D'après le Conseil international des céréales (CIC., 2021) la production mondiale toutes céréales confondues en 2021/22 devrait croître de 85 millions de tonnes, à un nouveau pic de 2.301 millions. La production mondiale, en progression constante, et les échanges qui se multiplient entre les régions du monde font du blé l'un des principaux acteurs de l'économie mondiale (Hacini., 2013). Cependant, le blé dur est une céréale secondaire à l'échelle mondiale, leur production est très étendue dans le bassin méditerranéen d'une part (Europe du Sud, Moyen orient, Afrique du Nord), et en Amérique du Nord d'autre part (Canada central et Nord des USA), où est produit le quart du blé dur mondial (blé dur de printemps dans cette région continentale froide). En fin, on trouve un peu de blé dur en Europe centrale (ex U.R.S.S), ainsi qu'en Argentine (Ferret., 1996).

1.1.2. Importance en Algérie :

Parmi toutes les espèces céréalières, les blés représentés respectivement par le blé dur et le blé tendre sont considérées comme les produits alimentaires les plus importants pour une large part de la population algérienne (Benbelkacem., 2007). En Algérie, les céréales constituent la base de l'alimentation elles présentent à elles seules 73.6% de l'apport calorique global et fournissent en moyenne 80% des protéines totales consommées, la semoule issue du blé dur serait à l'origine des produits alimentaires de très divers plats et aliments traditionnels: couscous, pain, galette, pâtisserie, (Feillet., 2000; Jeant et *al.*,2007) frik, pattes diverses et gâteaux traditionnels (Selmi., 2000).

Cependant, la production céréalière en Algérie est fortement dépendante des conditions climatiques. Cela se traduit d'une année à l'autre par des variations importantes de la production et du rendement, d'où la nécessité de l'importation. La production qui était de l'ordre de quatre millions de quintaux en 1960, selon Bencharif et *al* (1996). Elle s'est établie

à 39 millions de quintaux pour la campagne 2018-2019 selon le ministère de l'agriculture, du rural et de la pêche (ONFAA., 2020).

En 2017, l'Algérie a importé près de 13 millions de tonnes de céréales pour une valeur de 2,75 milliards de dollars. L'Algérie importe majoritairement du blé tendre pour approvisionner ses minoteries (6,36 millions de tonnes, soit 49 % des volumes de céréales importés en 2017) et du maïs (4,14 millions de tonnes, 32 % des volumes importés), puis du blé dur (1,72 millions de tonnes) et de l'orge (542 milles de tonnes) (Bessaoud et al ., 2019).

Cette quantité place l'Algérie parmi les plus gros importateurs mondiaux de céréales, en occupant 65 % du marché africain (Maggie., 2000). Représentée en majorité par le blé dur et le blé tendre, cette dépendance exogène renforce fatalement la perspective d'insécurité alimentaire et entrave par conséquent le développement du pays (Bousbaa R., 2012).

1.2. Classification botanique :

Le blé dur est une plante annuelle qui appartient à la famille des Graminées (Poacées), sous famille des Festucoidées, au genre *Triticum* et à l'espèce *durum* (*Desfontaines*) (Boulal et al., 2007 ; Moule., 1980).

1.3. Description de la plante de blé dur :

Le blé dur (*Triticum turgidum spp. durum*) est une plante annuelle à une hauteur moyenne, dont le limbe des feuilles est aplati. L'inflorescence en épi terminale se compose de fleurs parfaites. Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent. Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creusée et subdivisée en entre-nœuds.

La tige principale et chaque brin portent une inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de court entre-nœuds. Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole.

Chaque fleur parfaite est renfermée dans des structures semblables à des bractées maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine appelé caryopse. Chaque graine contient un large endosperme et un embryon aplati situé à l'apex de la graine et à proximité de la base de la fleur (figure 01) (Soltner., 1998) .

1.4. Cycle végétatif du blé :

Toutes les graminées ont un rythme de végétation et de fructification annuel; dans ce cycle une série d'étapes séparées par des stades, permettant de diviser en deux périodes la vie des céréales (Soltner., 2005).

1.4.1. La période végétative

1.4.1.1. La germination: Correspond à l'entrée de la semence en vie active et au tout début de croissance de l'embryon.

1.4.1.2. La levée: Cette période est caractérisée par le nombre de feuilles de la jeune plante et leur stade de développement (Giban et *al.* , 2003).

1.4.1.3. Le tallage: Le début du tallage est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la talle latérale puis d'autres talles naissent successivement, formant un plateau de tallage situé juste au niveau du sol. La fin du tallage est la fin de la période végétative. Elle marque le début de la phase reproductive (Hadria., 2006 et Gates., 1995).

1.4.2. La période reproductive

1.4.2.1. La montaison: Ce stade est repérable une fois l'ébauche de l'épi du brin naître, atteint 1cm de hauteur. Cette phase s'achève une fois l'épi prend sa forme définitive à l'intérieur de la gaine de la feuille étendard qui gonfle (stade gonflement) (Gates., 1995; Giban et *al.*, 2003).

1.4.2.2. L'épiaison: Est la période allant de l'apparition des premiers épis jusqu'à la sortie complète de tous les épis hors de la gaine de la dernière feuille (Giban et *al.* , 2003).

1.4.2.3. La floraison: Est la sortie des premières étamines hors des épillets au milieu de l'épi sur 50% des épis. La formation du grain se fait quand les grains du tiers moyen de l'épi parviennent à la moitié de leur développement. Ils se développent en deux stades:

- Le stade laiteux où le grain vert clair, d'un contenu laiteux atteint cette dimension définitive; (le grain contient encore 50% d'humidité et le stockage des protéines touche à sa fin).

- Le stade pâteux où le grain, d'un vert jaune, s'écrase facilement (le grain a perdu son humidité et l'amidon a été constitué).

1.4.3. La maturité complète:

Le grain de blé dur est mur lorsqu'il casse sous la dent. Un taux d'humidité de 15%, une hygrométrie de l'air ambiant inférieure ou égale à 70% et une température de l'air et du grain de 10 °C sont indiqués pour une bonne conservation (Si Bennasseur., 2009).

La taille du grain est de 5 à 7 mm de long, de 2,5 à 4 mm de large et de 2,5 à 3,5 mm d'épaisseur, et son poids varie entre 20 et 50 mg (Surget et Barron., 2005), ce sont des caractéristiques variétales qui peuvent varier en fonction des conditions de culture et de la position du grain sur l'épi. En général, les gros grains sont localisés au centre de l'épi (Calderini et *al.*, 2000 ; Evers et Millar., 2002), (Larraz Ferreira., 2011).

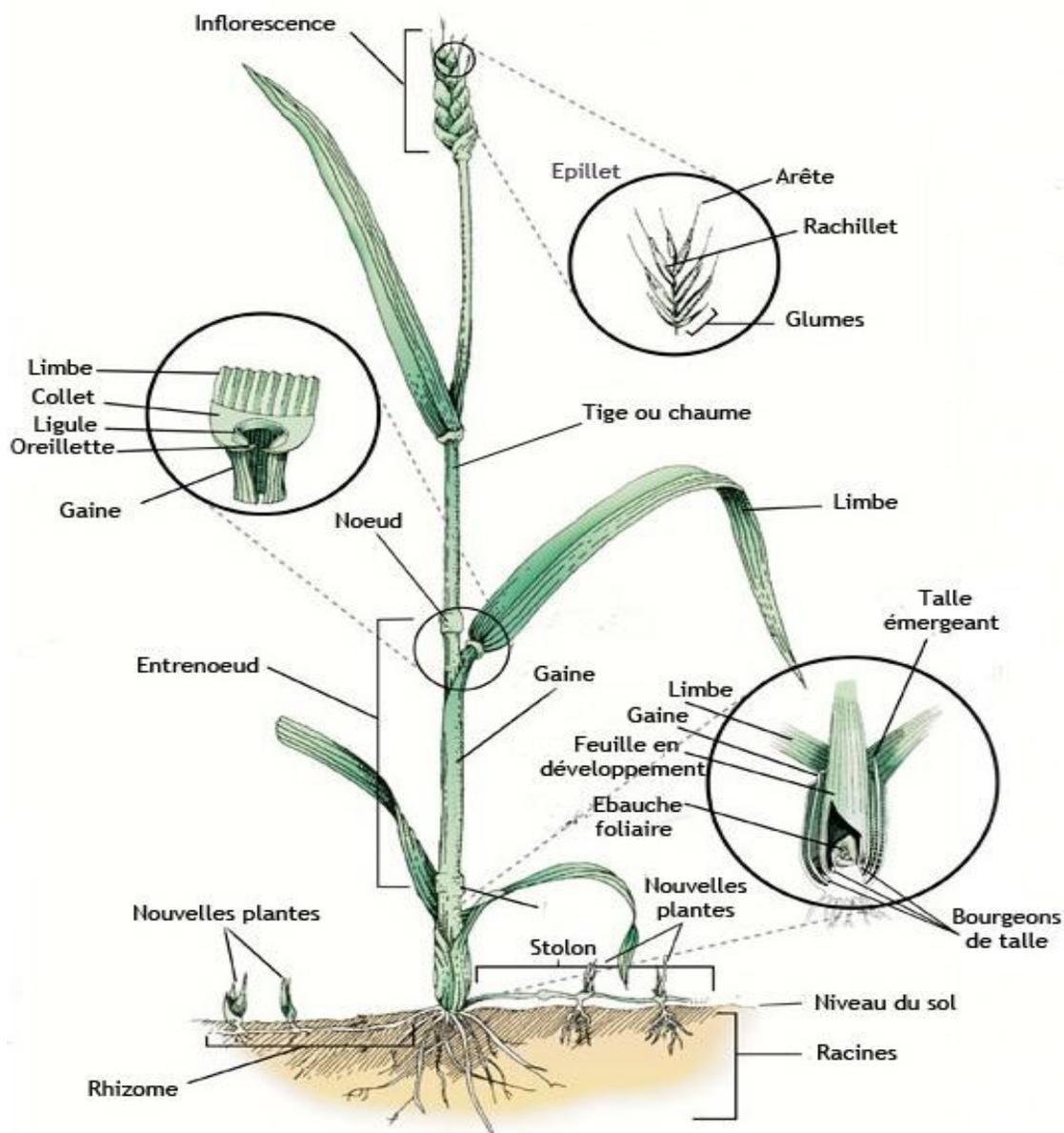


Figure 01. Morphologie des graminées (Nour, 2017).

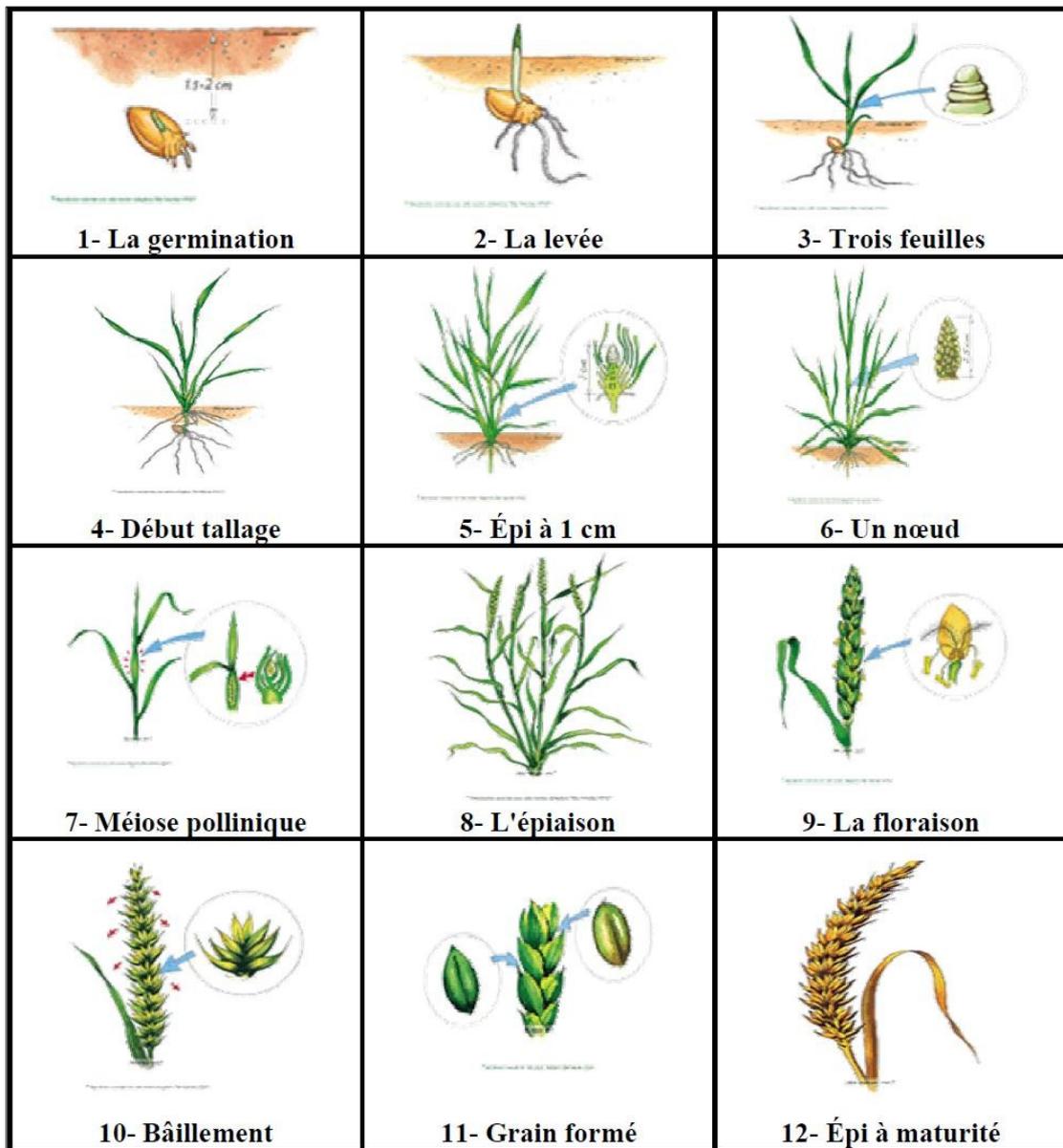


Figure 02. Les stades repères de la vie du blé (Hadria, 2006).

2. La germination des graines de blé :

2.1. Concept et processus de la germination :

La germination est une étape physiologique qui correspond au passage de la période de repos des graines sèches au stade de développement des plantules. Elle commence dès que la gaine sèche est hydratée (Anzala., 2006).

Selon Bewley et Black (1994), la germination d'une graine est la somme des événements depuis le début de l'absorption jusqu'à la fin de l'émergence d'une partie de

l'embryon (généralement la radicule) à travers les tissus environnants. Et d'après Nivot (2005), L'eau est d'abord absorbée par les ouvertures naturelles de la graine, puis diffuse à travers ses tissus. Au fur et à mesure que les cellules gonflent, la taille de la graine augmente et devient plus perméable à l'oxygène et au dioxyde de carbone. En raison de l'hydratation, à mesure que la graine se développe et que le tégument s'ouvre, l'embryon subit des changements métaboliques et recommence à croître.

Des enzymes commencent à dégrader les réserves contenues dans l'albumen ou dans les cotylédons, et les nutriments parviennent aux régions en croissance de l'embryon (Delgado et *al.*, 1994). La synthèse de nouvelles molécules donne lieu à une augmentation en taille de l'embryon jusqu'à ce que ce dernier émerge de la graine (Bray et *al.*, 2000).

Le premier organe à émerger de la graine est généralement la radicule qui donne la racine embryonnaire (Gimeno G., 2009). S'ensuit l'émergence de l'épicotyle et des cotylédons, qui forment la partie aérienne de la plantule (Nivot., 2005).

2.2. Caractéristiques de la graine :

La graine est un organe de réserves, qui permet la pérennité de l'espèce par multiplication et franchissement des saisons défavorables (Anazala., 2006). Elle est constituée, de l'intérieur vers l'extérieur, de l'embryon, l'albumen et les téguments qui sont des tissus d'origines différentes (Nivot., 2005).

Les grains de blé sont des fruits, appelés caryopses. Ces derniers sont de formes ovoïdes, possèdent sur l'une de leurs faces une cavité longitudinale "le sillon" et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils "la brosse" (Ait-Kaki., 2008). La coupe longitudinale de grain révèle de l'extérieure vers l'intérieur les parties suivantes : les enveloppes, le germe et l'albumen ou amande (Pomeranz., 1988).

Il est constitué majoritairement d'amidon qui représente environ 70% de la matière sèche du grain et qui est situé dans l'albumen. Les protéines représentent entre 10 et 15% de la matière sèche et se retrouvent dans tous les tissus du grain de blé avec une concentration plus importante dans le germe et la couche à aleurone (Pomeranz., 1988 ; Debiton., 2010).

2.2.1. Les enveloppes : Elles représentent 14 à 16 % du poids du grain. Les enveloppes donnent le son en semoulerie. Elles sont constituées de l'extérieur vers l'intérieur par :

- Le péricarpe : parois de l'ovaire qui comprend l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe.

- Le tégument : enveloppe de la graine qui comprend le tégument séminal et la bande hyaline.
- L'assise protéique : qui représente 60% du poids des enveloppes et constituée de cellules à aleurones, riches en protéines (Soltner ., 1987).

2.2.2. Le germe (l'embryon) : L'embryon et l'albumen sont issus de la fécondation. L'embryon, représentant l'élément principal de la graine, est formé d'une radicule, d'un ou plusieurs cotylédons, selon qu'il s'agit des monocotylédones, dicotylédones ou gymnospermes, d'un épicotyle, d'une plumule et enfin d'un hypocotyle qui relie les parties aériennes aux parties souterraines de la future plante (Nivot., 2005). Dans les céréales le germe a la plus forte teneur en lipides et en vitamines liposolubles. Il a également la plus forte teneur en humidité dans le grain mature. À l'exception du maïs, où l'huile est économiquement importante, le germe n'est pas considéré comme une cible d'amélioration génétique (Evers et Millar., 2002) et est généralement éliminé pendant la mouture (blé), le polissage (riz), le pelage (orge) ou le décorticage (sorgho) avant la consommation humaine (Shewry et Halford., 2002 ; Larraz F, 2011).

2.2.3. L'albumen ou amande : L'albumen constitue, chez les plantes à graines albuminées, la zone de stockage des réserves nécessaires au développement de la plantule avant l'acquisition de l'autotrophie ; mais pour celles à graines ex albuminées telle que la fève, ce sont les cotylédons de l'embryon qui assument ce rôle (Anzala., 2006).

Il représente 83 à 85 % du poids du grain (Pomeranz ., 1988), est composé de 70% d'amidon et de 7% de gluten. Chez le blé dur l'albumen est corné et vitreux, un peu comme celui du riz. L'albumen joue un rôle essentiel dans la composition de la semence ; il sert de réserve et ne sera complètement utilisé qu'au moment de la germination (Guergah., 1997).

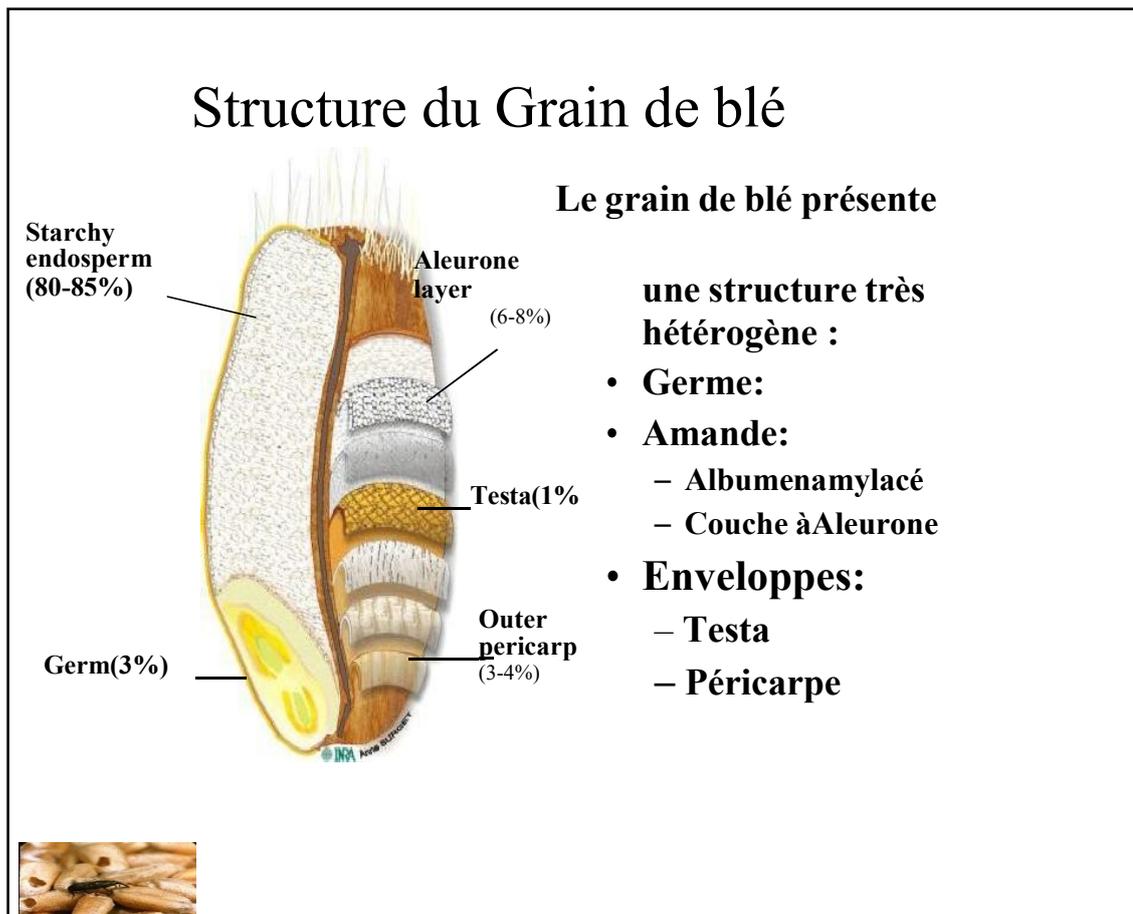


Figure 03. La structure de la graine de blé, (Surget et Barron., 2005).

2.3. Physiologie et biochimie de la germination :

D'après Hopinks (2003) ; Heller et *al* (2004), la cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases :

2.3.1. Phase d'imbibition : C'est une étape rapide et réversible qui est caractérisée par une entrée massive d'eau (Anzala., 2006). Cette entrée d'eau, servant à hydrater les tissus, est accompagnée d'une augmentation de la consommation d'oxygène attribuée à l'activation des enzymes mitochondriales (Chaussat., 1999). Les structures et les enzymes nécessaires à cette reprise d'activité sont supposé avoir résisté à la déshydratation et être présentes dans les graines sèches (Bewley., 1997).

2.3.2. Phase de germination : D'après Anzala(2006), l'eau entrée rend mobiles et active les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine telles que les gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones où elles vont activer la synthèse d'hydrolases,

amylases et protéinases, nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et à l'élongation cellulaire.

- **Les amylases** : Hydrolysent l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire.
- **Les nucléases** : Permettent la libération d'acides nucléiques impliqués dans la formation des cytokinines, hormones qui stimulent la division cellulaire.
- **Les protéases** : Lysent les réserves protéiques qui favorisent la formation de phytohormones telles que l'auxine responsable de l'élongation des cellules.

2.3.3. Phase de post-germination : Distinguée par une reprise de l'absorption d'eau et une élévation de la consommation d'oxygène, dues probablement à l'activité des enzymes néo synthétisées (Anzala., 2006). Certains auteurs ne considèrent pas cette phase comme faisant partie de la germination au sens strict (Hopinks., 2003).

2.4. La dormance des graines (la vie ralentie des semences) :

La dormance est un état physiologique durant lequel les fonctions biologique d'une plante sont stoppées. C'est un repos apparent de l'activité de croissance d'un organisme ou d'une partie d'un organisme. Le processus est régulé par les hormones végétales et en particulier par l'acide abscissique. La dormance peut concerner la graine ou les bourgeons.

La vie ralentie (ou quiescente) représente chez les végétaux, une forme de résistance aux conditions climatiques défavorables (températures extrêmes, sécheresse). Elle se caractérise par un métabolisme réduit qui s'accompagne d'un arrêt de synthèses et de croissance, et de faibles échanges gazeux et nutritifs. La vie ralentie permet aux semences de rester vivantes très longtemps, elle est réversible : un renouveau climatique favorable assure un retour à la vie active.

2.5. Le rôle des hormones :

Les hormones jouent un rôle important dans la germination des graines (Davies., 1990). Les acides gibbérelliques (GA) sont les hormones de croissance généralement utilisées pour lever la dormance dans beaucoup des graines (Ma Y et *al.* , 2003). Il existe un nombre phénoménal de GA. Elles sont désignées par les abréviations GA1... GA125. Les GA sont définis bien plus par leur structure que par leurs activités biologiques. Ce sont toutes des diterpènes cycliques. Celles qui présentent une activité biologique sont assez peu nombreuses.

Il s'agirait principalement de GA1, GA3, GA4, GA7, ainsi que de quelques autres (Srivastava., 2002).

La germination est régulée, du point de vue hormonal, par deux substances antagonistes à action opposée (Bewley., 1997); (Foley., 2001); (Srivastava., 2002) : l'ABA (inhibiteur) empêchant la germination et les gibbérellines (stimulateur) qui participent de façon importante à l'avènement de la germination. L'augmentation des gibbérellines pourrait soit favoriser la germination en ramollissant les structures qui pouvaient faire barrière à la croissance de la radicule, soit faire disparaître la dormance de l'embryon liée à l'ABA en augmentant la capacité de la radicule à croître, ou encore les deux à la fois.

2.6. Conditions de germination :

2.6.1. Facteurs internes de germination :

Le grain de blé germe si les conditions sont réunies

-**La maturité** : c'est-à-dire que toutes ses parties constitutives : enveloppes séminales et amende soient complètement différenciées morphologiquement (Heller *et al.*, 2004).

-**La longévité** : se définit par le temps maximal au bout duquel ces graines demeurent capables de germer et de donner les plantules viables. On appelle longévité ou la durée pendant laquelle la semence reste vivante dans les conditions naturelles (Chaussat., 1999).

On distingue trois types biologiques :

- **Les semences macrobiotiques (ou macrobiontiques)** : leur longévité est supérieure à 15 ans.
- **Les semences mésobiotiques (ou mésobiontiques)** : elles sont viables de 3 à 15 ans. Tel est le cas de la majorité des espèces.
- **Les semences microbiotiques (ou microbiontiques)** : elles ne restent pas vivantes au-delà de 3 ans ; en général elles sont peu déshydratées.

-**Faculté germinative et l'énergie germinative** : L'énergie germinative est le pourcentage de germination dans un temps donné (Chaussat., 1999). Une énergie germinative élevée est une garantie de levée rapide (Moule., 1980).

2.6.2. Les facteurs externes de la germination :

L'eau, l'oxygène, la température et la lumière influencent la germination des semences ; les 3 premiers facteurs étant les plus essentiels.

L'eau : le degré d'imbibition d'eau est déterminé par la composition chimique de la semence, la perméabilité à l'eau du tégument et la disponibilité de l'eau dans l'environnement. Néanmoins, l'imbibition n'est pas en relation avec la viabilité de la semence.

Le gonflement reflète jusqu'à une certaine mesure, la présence de réserves à l'intérieure même de cette semence. Les protéines sont responsables de l'imbibition d'eau, cependant d'autres composantes telles que les parties celluloses et les constituantes pectiques gonflent également. L'amidon, même en grandes quantités, ne contribue pas au gonflement total de la semence. En effet, il gonfle uniquement à un pH très acide ou après un traitement à température élevée, conditions se produisant très rarement dans la nature. (Srivastava et Simarski ., 1992).

L'oxygène : le processus de germination nécessite une dépense d'énergie. C'est pourquoi l'oxygène est essentiel à la respiration aérobie.

La température : les différentes semences germent à des températures variables. Les températures trop basses ou trop élevées inhibent la germination de semences. L'effet de la température est totalement indépendant des autres facteurs.

La lumière : les semences de la plupart des plantes cultivées germent aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière. Cependant, il a été observé que la germination des semences fraîchement récoltées de certaines espèces comme la laitue (*Lactuca sativa*), germent plus rapidement en présence de lumière (Srivastava et Simarski ., 1992).

3. Le stockage :

3.1. Notion de stockage :

3.1.1. Le stockage : Le stockage des récoltes est « l'art de préserver les qualités originelles des grains et d'empêcher leur détérioration pour une période de temps spécifique, qu'elles soient conservées pour être utilisées sur place ou destinées au transport en vue d'une éventuelle transformation » (Kiaya ., 2014).

C'est une opération qui consiste à entreposer les produits en un lieu déterminé et pour une période donnée. En matière des céréales, le stockage est l'opération qui consiste à placer, pour une période donnée, des céréales dans un magasin suivant des normes et des règles qui permettent la bonne conservation des grains (Afrique verte., 2004).

3.1.2. La conservation : c'est l'action de garder (stocker) un produit de manière à le maintenir autant que possible dans le même état. La conservation des céréales revient donc à stocker ou garder les céréales de façon à ce que leur quantité et qualité demeurent autant que possible intactes.

Il est important de dissocier les mots stockage et conservation même si ces deux concepts ont des significations proches. Ils sont liés et l'un ne va pas sans l'autre. En effet, le stockage doit se faire suivant des normes particulières pour favoriser une bonne conservation. Un mauvais stockage entraîne une mauvaise conservation des céréales.

‘La finalité du stockage est la conservation’

On ne stocke pas pour le plaisir de stocker ; mais, on stocke pour pouvoir utiliser ensuite. Mais lorsque le produit n'est pas bien stocké, il est mal conservé et plus tard son utilisation ne donne pas les résultats qu'on escomptait (Afrique verte., 2004).

3.2. Les principaux objectifs du stockage :

3.2.1. Sur le plan alimentaire : une utilisation différée (à court et moyen terme) des produits agricoles récoltés en prévision de mauvaises récoltes, de disettes ou de conflits.

3.2.2. Sur le plan agricole : la disponibilité en semences (avec une bonne faculté germinative) pour les cycles culturaux suivants.

3.2.3. Sur le plan agro-industriel : l'approvisionnement régulier et continu en matières premières des industries de transformation.

3.2.4. Sur le plan commercial : équilibrer l'offre et la demande de produits agricoles, en stabilisant ainsi les prix sur le marché (De Lucia et Assennato., 1992).

3.3. Nécessité du stockage :

La nécessité de stocker les produits récoltés est fonction d'un certain nombre de facteurs :

3.3.1. La nature du produit : durable ou périssable. Les céréales, produits durables s'ils ont été récoltés dans de bonnes conditions, paraissent particulièrement aptes au stockage.

La variété récoltée est une variable essentielle.

3.3.2. La destination du produit : pour l'alimentation (humaine ou animale), spéculation, semence.

3.3.3. La quantité récoltée : de ce facteur dépend la part autoconsommée et la part commercialisable.

3.3.4. Sa durée de conservation : qui dépend fortement des conditions de stockage. Quantité et durée permettent de déterminer la structure nécessaire (Ntsam S., 1989) .

3.4. Le principe de stockage : le stockage repose sur la maîtrise de trois paramètres

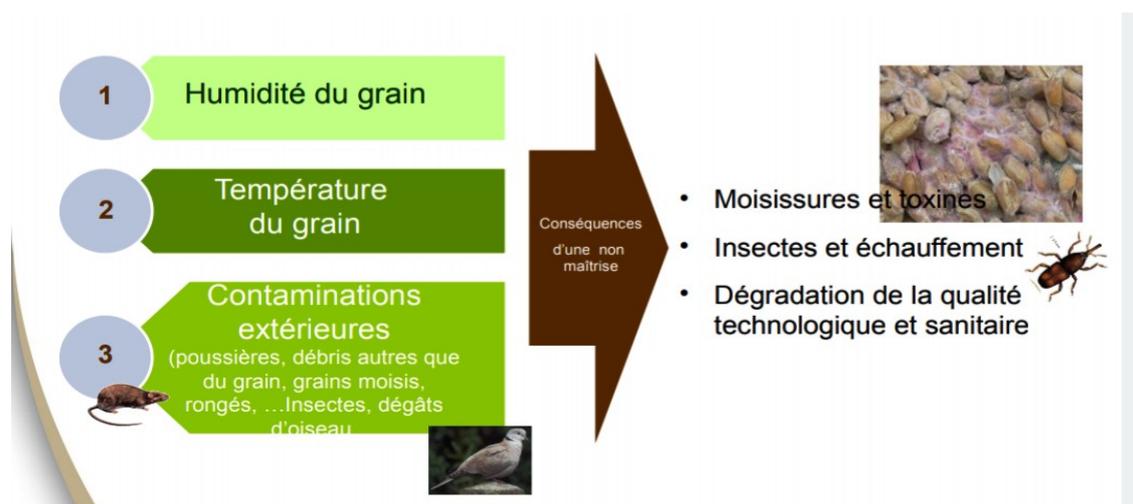


Figure 04 .paramètres à maîtriser au stockage (Jean-Yves MOREAU., 2019).

3.5. Les facteurs les plus importants affectant le stockage des grains sont:

- la température initiale du grain et sa teneur en eau;
- les conditions de l'air ambiant (variations quotidiennes et saisonnières de l'humidité relative et de la température);
- l'attaque par les ravageurs (oiseaux, rongeurs, insectes et acariens);
- l'attaque par les micro-organismes (principalement les moisissures);
- l'état des bâtiments de stockage ainsi que la méthode et les moyens de manutention (ISO 6322-2:2000(fr)).

3.6. Structures de stockage : Une structure de stockage est un espace clos approprié dont la finalité est de renfermer et préserver les denrées pendant une durée donnée. Dans le cas des céréales, que le stockage soit paysan ou commercial, quatre structures ont été identifiées :

- les greniers traditionnels (stockage domestique) ;
- les cribs améliorés (à la ferme ou communautaires) ;
- les silos (stockages centralisés) ;
- les magasins (stockage commercial, administratif ou privé).

A l'intérieur de la structure, les céréales peuvent être conditionnées en sacs ou en vrac (Ntsam S., 1989).

3.6.1. La fonction des structures de stockage des céréales:

- Préserver avec le maximum de sécurité contre les dégradations physiques, chimiques et biologiques ;
- Empêcher ou minimiser les attaques de l'insectofaune granivore ;
- Assurer la régularité de l'approvisionnement des familles ou des marchés jusqu'à la prochaine récolte ;
- Apporter une plus-value aux agriculteurs en période de forte demande (Ntsam S., 1989).

3.7. Méthodes de stockage et conservation des céréales : Les techniques de stockage pratiquées dans le monde sont de types traditionnel et moderne.

3.7.1. Méthodes traditionnelles: Les agriculteurs ne se libèrent à court terme que d'une faible partie de leur récolte pour couvrir leurs besoins. En général, le producteur conserve une grande partie de sa récolte pour la consommation familiale annuelle, il constitue des stocks à long terme (Cruz et *al.*, 1988). Ils utilisent fréquemment des structures indépendantes des habitations pour stocker leurs grains. Ces structures ou greniers peuvent varier dans leur forme et leur capacité d'une région à une autre ou d'un pays à un autre. Elles sont conçues à base de matériaux locaux. D'autres modes de stockage se rencontrent aussi : ils vont du sac de jute, en passant par le canari ou la jarre, laalebasse, les branches des arbres ou le dessus des maisons (Alzouma., 1990).

3.7.1.1. El matmour « matmours » : Le stockage de blé dans « Matmoras » est une technique archaïque peut être encore utilisée dans certaines régions isolées. Elle est assez répandue en Algérie, le paysan algérien, conservait le produit de ses champs de blé, dans des enceintes creusées dans un sol argileux sous forme sphérique tronconique, généralement à un endroit surélevé ou proche de la ferme. C'est ce qu'on appelle « El matmour ». La capacité de ces lieux de stockage est variable (Bartali et *al.*, 1994).

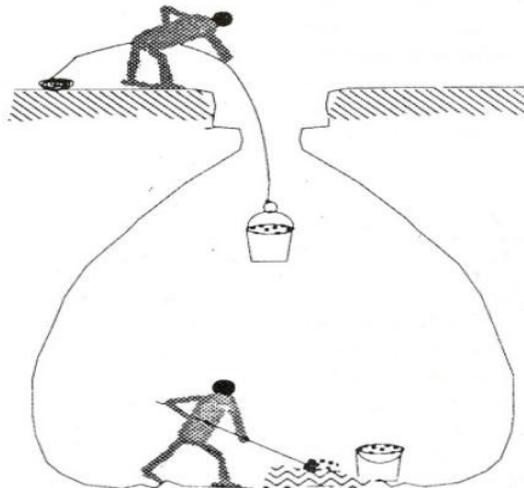


Figure 05 .Préparation d'une Matmouras souterrain (Bartali et *al.*, 1994).

Avantage :

- Un faible coût ;
- La facilité de construction ;
- La bonne isolation thermique ;
- La protection qu'il apporte contre les attaques de rongeurs ;
- La diminution de l'activité des insectes et de la protection contre une infestation grâce à l'étanchéité relative à l'air qui réduit les échanges gazeux avec l'extérieur.

Les inconvénients : Les principaux inconvénients de ce type de stockage sont:

- La difficulté de vider la fosse ;
- L'inconvénient majeur de cette méthode de stockage, humidité trop forte et température élevée avec la présence des eaux d'infiltration favorisent le développement des microorganismes et les phénomènes de fermentation bactérienne (Doumandji et *al.*, 2003).
- **L'anaérobiose au niveau du Matmouras :** Les manifestations vitales des grains sont de deux ordres:

- **En aérobiose:** respiration active dégagement de CO₂, H₂O et énergie.

- **En anaérobiose:** conduisent des fermentations intracellulaires en conférant aux grains une odeur caractéristique. A la campagne et au mois de Septembre, les grains de blé sont versés dans la matmoura, par la suite, de l'eau est versée abondamment, jusqu'à ce qu'il y ait une marre d'eau au dessus de chacune. Au fil des jours et suite à l'exposition au soleil, l'eau s'évapore et le blé se fermente, par conséquent, la vapeur qui se dégage de « matmoura » devient visible. La fermentation est possible grâce à la présence de bactéries en faible nombre sur les graines de céréales (quelques milliers); Des champignons et bactéries résident dans leur capacité à transformer et à créer des molécules indispensables à l'être humain. Les céréales fermentées constituent un mélange riche en levures, bactéries et substances secondaires, utilisables très intéressant d'un point de vue de santé. Il s'agit d'une fermentation lactique, qui est un procédé totalement naturel permettant d'augmenter la teneur en nutriments d'un aliment fermenté. C'est à ce stade-là que le blé est retiré, les grains contiennent une substance ressemblant au lait, elles ont un goût acide, avec un aspect métadiné non vitreux plus au moins échaudée.

Ce produit appelé « Hamoum ». Elles sont séchées au soleil pendant des jours jusqu'à ce qu'elles deviennent dures. Après cela, elles sont broyées et peuvent être utilisées pour la préparation d'un genre particulier de grains de couscous, qui est le « Couscous el Hamoum » ou « couscous noir » au blé fermenté qui est un plat traditionnel. Ce dernier a deux particularités: un goût un peu acide, et une forte odeur qui s'y dégage quand on le passe à la vapeur.

3.7.1.2. Le stockage en gerbes : C'est la méthode traditionnelle appliquée depuis de haut Moyen Age au moins dans presque toute l'Europe non méditerranéenne. On peut entasser les gerbes en plein air (gerbiers, meules), mais cette variante semble plutôt récente 18ème siècle, l'usage le plus courant étant le stockage en grange, laquelle abrite aussi l'aire à battre au fléau. (Multon. ,1982).



Figure 06. Le stockage de blé en gerbes (ITGC- Tiaret, 2021).

3.7.1.3. Stockage en épis : Le stockage en épis est une technique très répandue pour toutes sortes de céréales dans le monde. C'est le cas de certaines régions d'Indonésie, et surtout d'Afrique noire et d'Amérique tropicale. Mais ce fut aussi le cas dans l'Europe ancienne, le nom de grenier vient du bas latin *Spicarium*, qui désignait un grenier à épis (Godon., 1991).

Le stockage en épis demande bien moins de volume que le stockage en gerbes, d'où un coût moindre en bâtiments et surtout un contrôle plus facile de l'ambiance du stockage. En effet, avec le stockage en épis nous voyons apparaître deux procédés bien distincts: l'isolement et l'aération (Multon., 1982).



Figure 07. Le stockage de blé en épis (ITGC- Tiaret, 2021).

3.7.2. Stockage moderne : Parmi les techniques qui permettent de préserver la qualité du blé au cours du stockage :

3.7.2.1. Le stockage en vrac (courte durée) : Dans ce cas les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. Malheureusement les contaminations sont possibles ; d'autant plus que dans ce type de construction. Ils demeurent toujours des espaces entre les murs et le toit, ainsi le libre passage des souris, des rats, des moineaux des pigeons et des insectes demeure possible. Par ailleurs l'influence des intempéries est encore assez forte et le développement des moisissures et des bactéries est toujours à craindre (Doumaindji et *al.*, 2003).

Quel que soit le mode de stockage en vrac ou en sac, la topographie des lieux est à prendre en compte. On évitera les zones basses, inondables, pour leur préférer un point haut, d'où les eaux de pluie s'évacuent facilement, mais d'accès facile en gardant à l'esprit qu'il faut prévoir des voies d'accès ouvertes par tous temps et pouvant supporter des véhicules lourdes, l'implantation devra donc se faire près des voies de communication pour limiter l'élévation de température produite par le rayonnement solaire , le magasin doit être orienté Est –Ouest dans

le sens de la longueur , c'est-à-dire qu'il ne se présentera pas au rayonnement du matin et du soir, les façades étant orientées Nord –Sud tel que les portes opposées soient dans l'axe des vents dominants (Cruz et *al.*, 1988) .



Figure 08. Le stockage de blé en vrac

3.7.2.2. Le stockage en sac : Les grains de blé sont stockés dans des sacs fabriqués en toile de jute, doublés par un sac plastique afin d'assurer normalement une très bonne conservation. Il faut que les grains soient secs, que le sac plastique intérieur ne soit pas percé, qu'il n'y ait pas de fumigeant et que le sac soit bien attaché (Ndiaye., 1999 ; Ntsam., 1989).

En cas de traitements chimiques, cette toile de jute permet le passage du fumigeant, pesticide très volatil capable d'agir sur l'appareil respiratoire des insectes. Souvent ce type de stockage est passager dans les milieux où l'autoconsommation est forte (Doumandji et *al.*, 2003).



Figure 09 .Le stockage de blé en sac (ITGC- Tiaret, 2021).

Avantage :

- Le stockage en sac permet de profiter des bâtiments existants ;
- Les sacs de jute permettent une bonne aération des grains stockés.

Inconvénients :

D'après Cruz et *al* (1988), les majeurs inconvénients sont :

- La faible isolation des sacs contre l'humidité, la température, et les différents déprédateurs (insectes, oiseaux, rongeurs.) ;
- La nécessité d'une main d'œuvre importante et entraîné qui augmente le coût de cette opération de chargement et déchargement difficile.

3.7.2.3. Le stockage en silos (longue durée) : De nos jours, les silos permettent de stocker plusieurs types de céréales en même temps : ils sont multi-produits. L'emploi des silos réduit la main d'œuvre, augmente l'aire de stockage et supprime l'utilisation des sacs cher (Doumandji et *al.*, 2003).

Ce sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal. Elles sont fermées à leur partie supérieure par un plancher sur lequel sont installés les appareils de remplissage des cellules. L'emploi des silos réduit la main d'œuvre, augmente l'aire de stockage et supprime l'utilisation des sacs onéreux (Doumandi et *al.*, 2003).

Quant à la méthode de stockage effectuée en silos (atmosphère renouvelée), l'aération est réalisée par un système de ventilation installé à la base même des silos en faisant circuler l'air extérieur ambiant (Bartali., 1995; Boudreau et Ménard., 1992).

Il existe plusieurs types de silos, citons :

- Silos de ferme : ils peuvent contenir entre 500-10000 quintaux ;
- Silos coopératifs : leurs capacités varient entre 10000 -50000 quintaux ;
- Silos portières : leurs capacités dépassent 50000 quintaux.



Figure 10. Les silos métalliques

3.8. Les différentes opérations liées au stockage :

D'après Afrique verte (2004), Ils comportent généralement les étapes suivantes :

- 1 - La préparation du magasin et de son environnement avant le stockage ;
- 2 - Contrôle des lots à la réception ;
- 3 - Nettoyage des grains ;
- 4 - Remplissage de la cellule (arasement du tas) ;
- 5- ventilation de refroidissement ;
- 6- lutte contre les déprédateurs ;
- 7- L'entretien permanent du magasin pendant le stockage ;
- 8- Le contrôle régulier des céréales pendant le stockage.

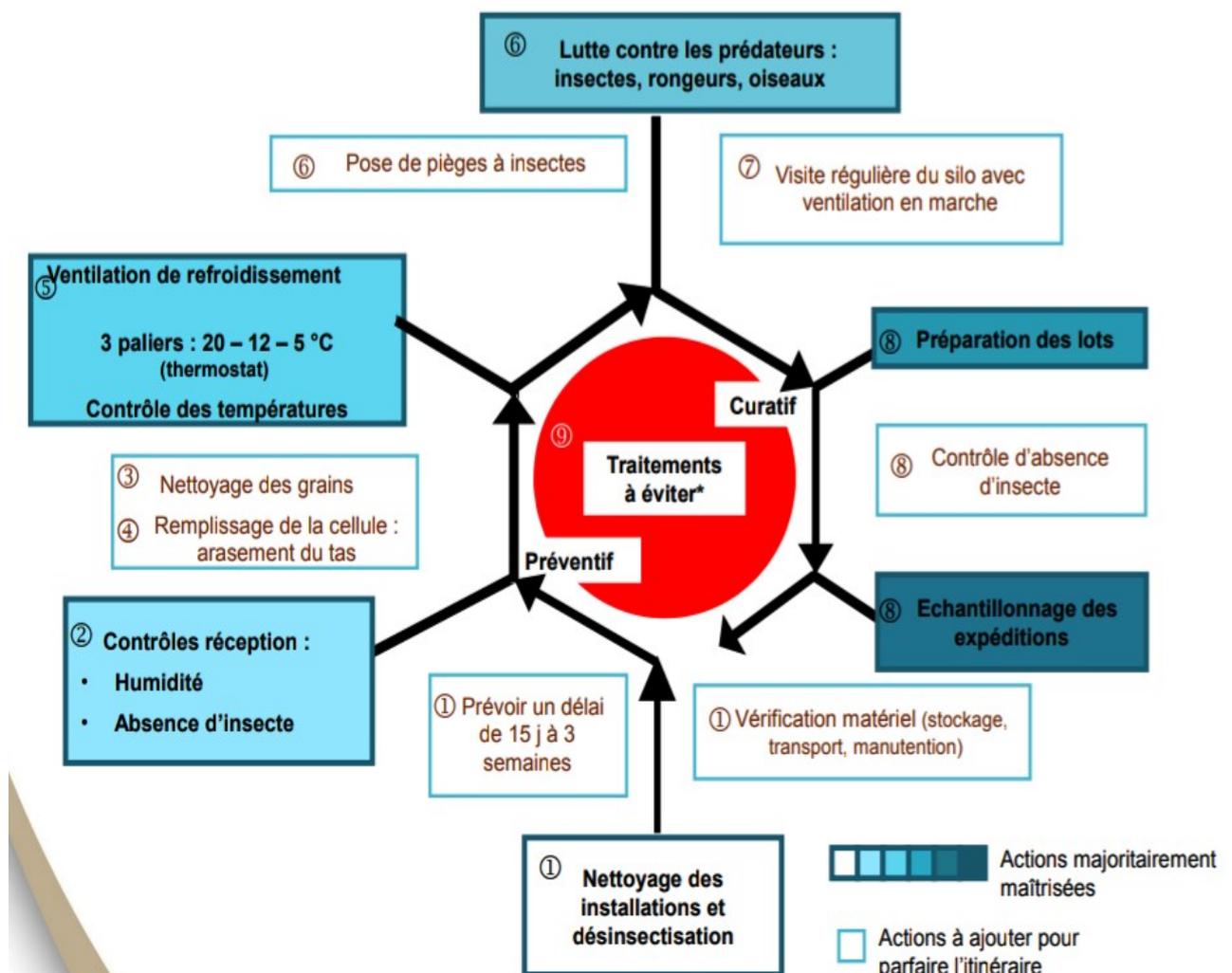


Figure 11 : Les différentes opérations liées au stockage source (Afrique verte ., 2004)

3.9. Les caractéristiques d'une céréale de mauvaise qualité : Selon Afrique verte (2004)

généralement les grains des céréales infestées présentent cet aspect:

- Présence de déchets des rongeurs ;
- Changement de la coloration ;
- Les grains qui s'effritent et deviennent farineux ;
- Présence d'insectes ;
- Présence de larves dans les grains ;
- Dépôt de moisissures sur les grains ;
- Dégagement d'odeur de fermentation.

Lors du contrôle du stock, dès qu'un ou plusieurs de ces éléments sont constatés, cela signifie que le stock est endommagé. Il faut donc agir vite pour limiter les dégâts.

Chapitre II

Matériel et méthodes

1. Objectif de l'expérimentation :

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de la durée de stockage sur la viabilité et le déroulement de la phase de germination chez quelques variétés de blé dur (*Triticum durum Desf*) les plus utilisées en Algérie, stockées durant différentes années. L'étude de quelques paramètres physiologiques et biochimiques, a été initiée.

2. Mise en place de l'expérimentation :

L'expérimentation a été réalisée au niveau du laboratoire de la faculté des sciences et de la technologie de l'université de Tissemsilt.

3. Matériel végétal:

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail est constitué de 3 variétés de blé dur (Simeto, Vitron et Boussalem) stockées sous forme d'épis (voir annexe), partagé sur 3 différentes durées de stockage (8 mois, 32 mois, et 44 mois). Les principales caractéristiques des génotypes utilisés sont mentionnées dans le (**Tab.01**). Les semences nous ont été fournies par la ferme de démonstration et de production de semences de l'ITGC de Sebaine (Tiaret).

Tableau 01: Origine et principales caractéristiques des génotypes étudiés : (Boufenar et *al.*,2006)

	Origine	Caractéristiques
Simeto	Italie Dénomination locale :sersou	Productivité : bonne, Qualité semoulière : très bonne Tolérante à la rouille jaune et résistante à la fusariose
Vitron	Espagne Année d'inscription 1986	PMG : Elevé Productivité : bonne, Sensible aux gelées printanières, à la sécheresse, résistante au froid et tolérante à la verse
Boussalam	ICARDA- CIMMYT	PMG : Elevé Productivité : bonne Qualité semoulière : Blé correcteur résistante au froid et à la verse

4. Conduite de l'expérimentation au laboratoire :

4.1. Conditions de germination des graines :

L'essai est constitué de 27 répétitions réparties en trois traitements (durée de stockage) pour chaque variété.

Les graines, au nombre de 10 pour chaque répétition, et chaque traitement comporte trois répétitions, elles sont mises à germer dans des boîtes de pétri à base recouverte de deux couches de papier (Wathman), celui-ci est imbibé avec 5 mL d'eau distillée, les graines ont été mises en germination dans une étuve à une température de 25°C.

4.2. Les mesures effectuées:

4.2.1. L'aspect physique de la germination :

4.2.1.1. Le taux d'imbibition

L'imbibition des graines en germination est évalué par des pesées effectuées chaque 12h, jusqu'à 72h. La prise d'eau est estimée par la relation :

$$\text{Taux d'imbibition} = \frac{P_t - P_i}{P_i} \times 100$$

Où Imbibition, représente la prise d'eau pendant un temps t, exprimée en pourcentage.

P_t : représente le poids du grain après un temps t de mise en germination exprimé en grammes.

Le poids **P_t** : est estimé par pesée des graines prélevées des différents milieux de germination et essuyées délicatement avec un papier buvard afin d'éliminer toutes traces de l'eau de surface.

P_i : est le poids initial de la graine déterminé avant la mise en germination exprimé en grammes.

4.2.1.2. Le taux de germination

Une graine est considérée germée lorsqu'elle son radicule est visible après la percée des téguments. Le taux de germination des graines relevé chaque 12 heures pendant 72 heures de mise en germination, est exprimé en pourcentage et représente le nombre de graines germées par rapport au nombre total des graines initialement mises en germination, à travers le rapport suivant :

Taux de germination (%) = (nombre de graines germées/nombre total des graines) x 100

4.2.1.3. Longueur de la radicule

La longueur de la radicule a été mesurée à l'aide d'une règle graduée après 72h de la mise en germination, exprimée en centimètre (cm).

4.2.1.4. Longueur du coléoptile

La longueur de la coléoptile a été mesurée à l'aide d'une règle graduée après 72h de la mise en germination, exprimée en centimètre (cm).

4.2.1.5. Nombre des racines

Après 72h de la mise en germination des graines pendant ce temps le nombre de racines émises par plantule est déterminé.

4.2.2. L'aspect biochimique de la germination :

4.2.2.1. Dosage des sucres solubles :

100 mg de graines germées (après 24h) issues de différents milieux sont trempés pendant 24h dans 5mL d'éthanol à 80%, l'extrait obtenu est dilué 10 fois avec l'éthanol à 80%. Dans des tubes à essais, on met 2mL de la solution à analyser, on ajoute 1mL de phénol à 5% (dilution) ; on ajoute rapidement 5mL d'acide sulfurique concentré 96% tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube.

On obtient, une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. On laisse les tubes pendant 10mn et on les place au bain-marie pour 10 à 20 mn à une température de 30°C (la couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'ondes de 485 nm.

4.3. Analyse statistique :

Tous les essais dans cette étude ont été répétés trois fois. Les résultats, présentés sous forme d'histogrammes et des courbes, rejoignent des valeurs moyennes et leurs écartypes. L'analyse statistique des données a été réalisée, par le test *t* de *Tukey* et le test d'analyse de la variance à deux critères (ANOVA), à l'aide du logiciel spécifique d'analyse et de traitement des données StatBox Agri V6.3, pour déterminer les différences significatives entre les moyennes des groupes homogènes.

Chapitre III

RESULTATS ET DISCUSSION

1. RESULTATS

1.1. Les paramètres physiques de la germination

1.1.1. Paramètres d'évolution du taux d'imbibition :

Tableau 02 : Analyse de variance de l'évolution du taux d'imbibition (%) des graines mise en germination.

Source de variation Variable	Variété	Année de stockage	Interaction Année de stockage *variété
Taux d'imbibition après 24h	0,000 ***	0,381 N.S	0,253 N.S
Taux d'imbibition après 48h	0,000 ***	0,133 N.S	0,772 N.S
Taux d'imbibition après 72h	0,000 ***	0,063 N.S	0,784 N.S

Très hautement significatives *** $p < 0.001$.

Le processus d'imbibition des graines présente une étape primordiale pour la réalisation de la germination (Benssadi, 2011).

L'analyse statistique de la variance (Tab.02) révèle une différence variétale hautement significative. En effet, la quantité d'eau absorbée par les graines est fortement influencée par la nature des génotypes testés ($p < 0,001$), par contre les valeurs d'absorptions prélevées en fonction de la durée de stockage s'avèrent indépendantes ($p > 0,05$).

L'interaction de la nature des génotypes avec les différentes durée de stockage (Tab.02) n'exerce aucune variation notable ($p > 0,05$) sur l'expression et les variations des niveaux d'absorption hydrique. Ceci indique que les génotypes testés ont manifesté des comportements presque similaires.

On remarque qu'il existe une supériorité de la quantité d'eau absorbée au cours de cette phase après 72h au niveau du génotype Bousselam dans les trois durées de stockage soit 160,01%, 165,48%, et 185,9% en 2020, 2018 et 2017 respectivement. Ainsi que les graines du génotype Simeto ont absorbé les plus inférieures quantités par rapport les deux génotypes étudiés avec les valeurs suivantes 114,47%, 121,31% et 125,71% respectivement en 2020, 2018, 2017.

Les résultats moyens obtenus (Fig.12, 13, 14,15) montrent que la valeur la plus grande de la quantité d'eau absorbée a été enregistrée chez la variété Bousselam stocké depuis 2017 avec un taux d'imbibition de 185,91%, par contre les graines des géotypes Sémito et Vitron soumises à la germination pour l'année de stockage 2020 subissent le plus faible niveau d'hydratation avec un taux d'imbibition moyen évalué à 115%.

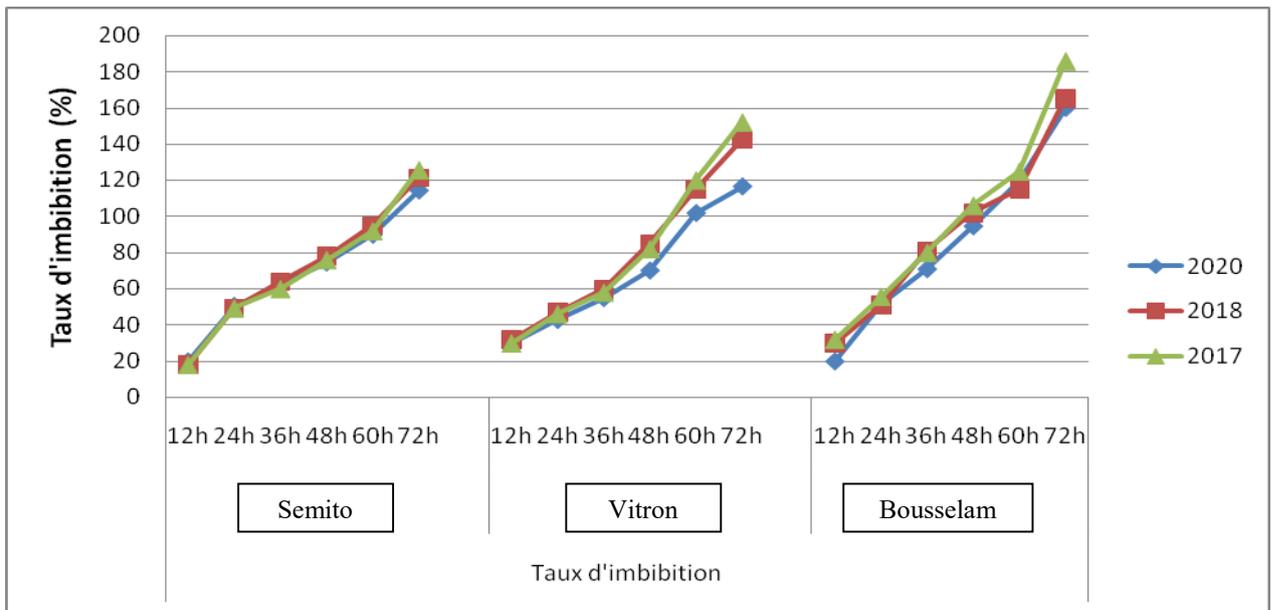


Figure12 : Evolution moyenne du taux d'imbibition des graines (%) des géotypes en fonction du temps de mise en germination.

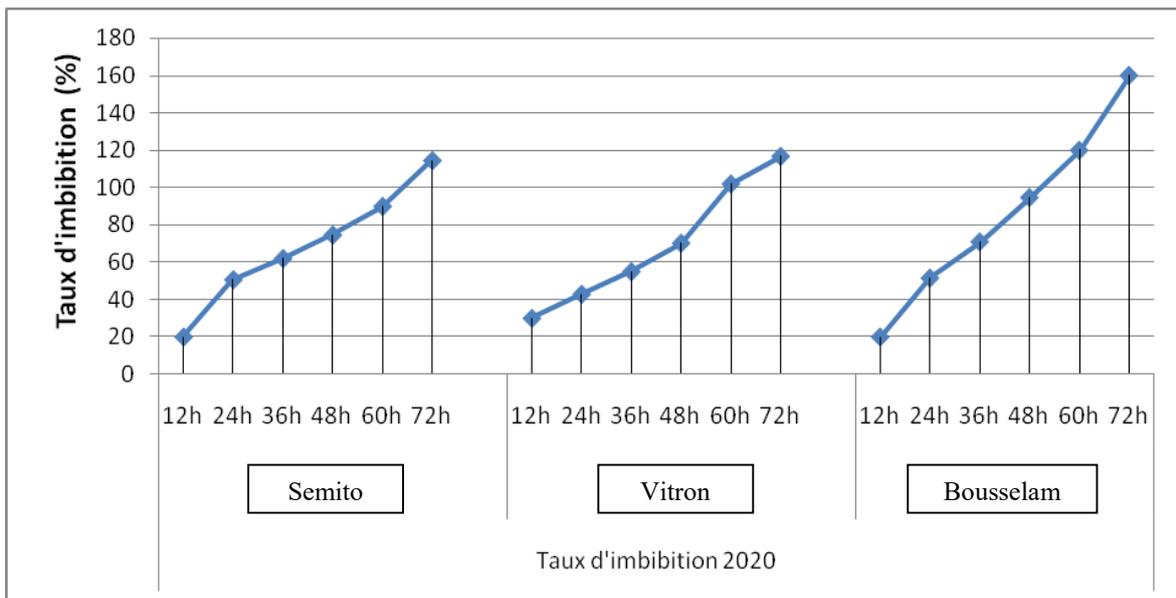


Figure 13 : Evolution moyenne du taux d'imbibition (%) (Pour l'année 2020) en fonction du temps de mise en germination

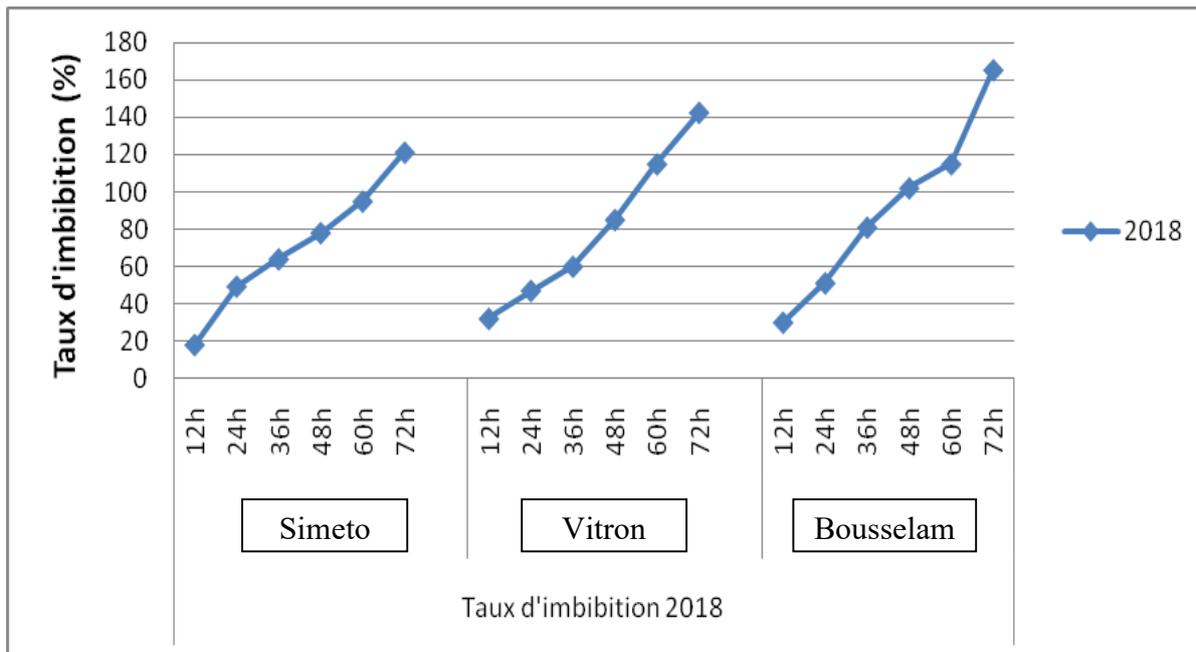


Figure 14 : Evolution moyenne du taux d’imbibition (%) (Pour l’année 2018) en fonction du temps de mise en germination

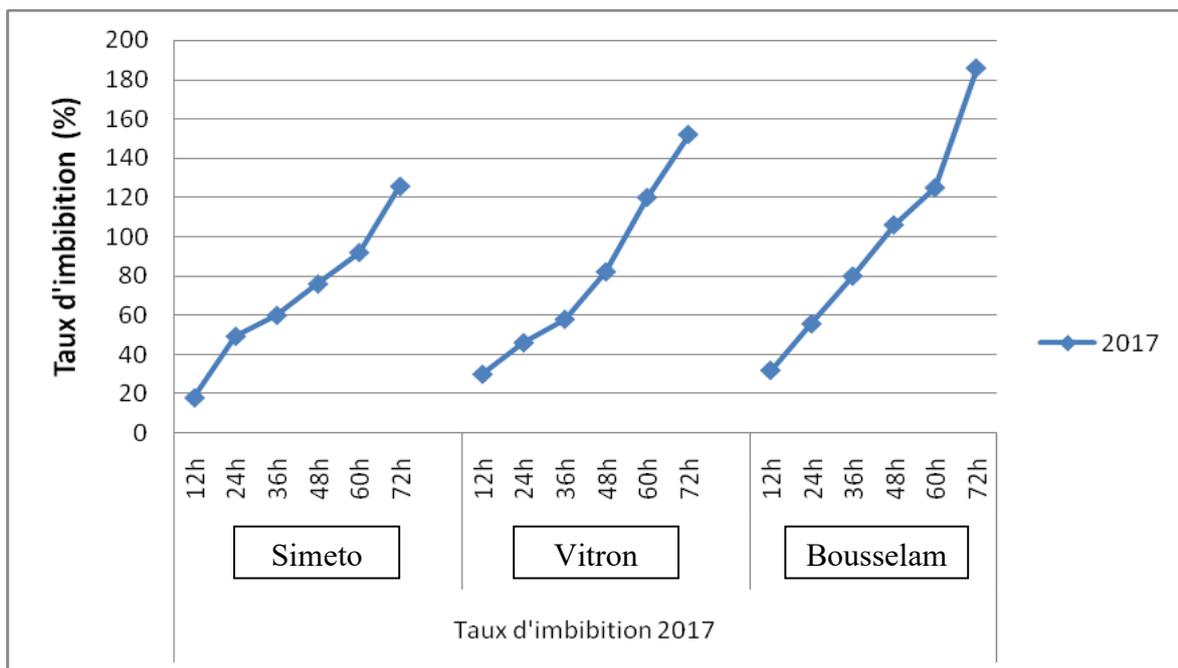


Figure 15 : Evolution moyenne du taux d’imbibition (%) (Pour l’année 2017) en fonction du temps de mise en germination.

1.1.2. Taux de germination des graines (%)

Tableau 03 : Analyse de variance du taux de germination des graines.

Variable \ Source de variation	Variété	Année de stockage	Interactions Année de stockage X variété
Taux de germination après 24h	0,0000 ***	0,16421	0,0932
Taux de germination après 48h	0,07702	0,99	0,99
Taux de germination après 72h	0,07702	0,99	0,99

Très hautement significatives *** $p < 0.001$.

Le taux de germination, exprimé par le pourcentage des graines germées par rapport au lot de départ, a été évalué à différents temps (24, 36, 48, 60, 72h). Les résultats obtenus (Tab. 03), démontrent que ce paramètre est significativement influencé par la nature des génotypes testés seulement après 24h ($p < 0.05$), aucune influence n'a été relevée sur ces processus après 48h et 72h ($p > 0.05$).

A l'opposé ; l'étude des résultats dégagés (Tab. 03) démontre que le processus de la germination se réalise indifféremment de la durée de stockage ainsi que l'interaction avec la nature des génotypes ($p > 0.05$). Ceci indique que les comportements extériorisés par les génotypes expérimentés sont d'ordre identique dans tous les traitements ($p > 0.05$), Aucune distinction génotypique n'est remarquée, prouvée par un taux de germination de 100% après 72h chez tous les génotypes des différents traitements (durées de stockage) (Fig.16).

Après 24h, (Fig 17, 18,19), les génotypes Bousselam et Vitron marquent les meilleures valeurs du taux de germination qui varient de (90 à 100 %) dans toutes les durées de stockage et les valeurs minimales sont enregistrées chez le génotype Simeto de (46,667% , 63,333%, 76,667) respectivement au niveau de la durée de stockage 2017, 2020, 2018.

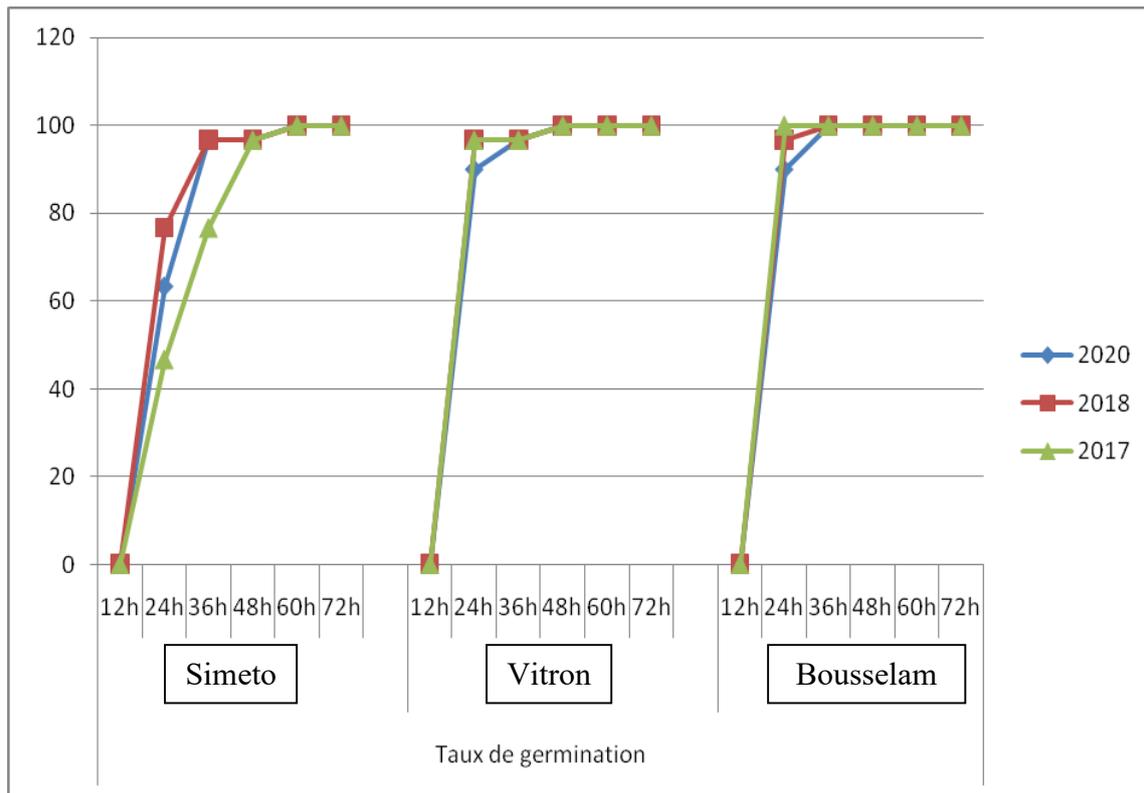


Figure 16 : Evolution moyenne du taux de germination des graines (%) des génotypes.

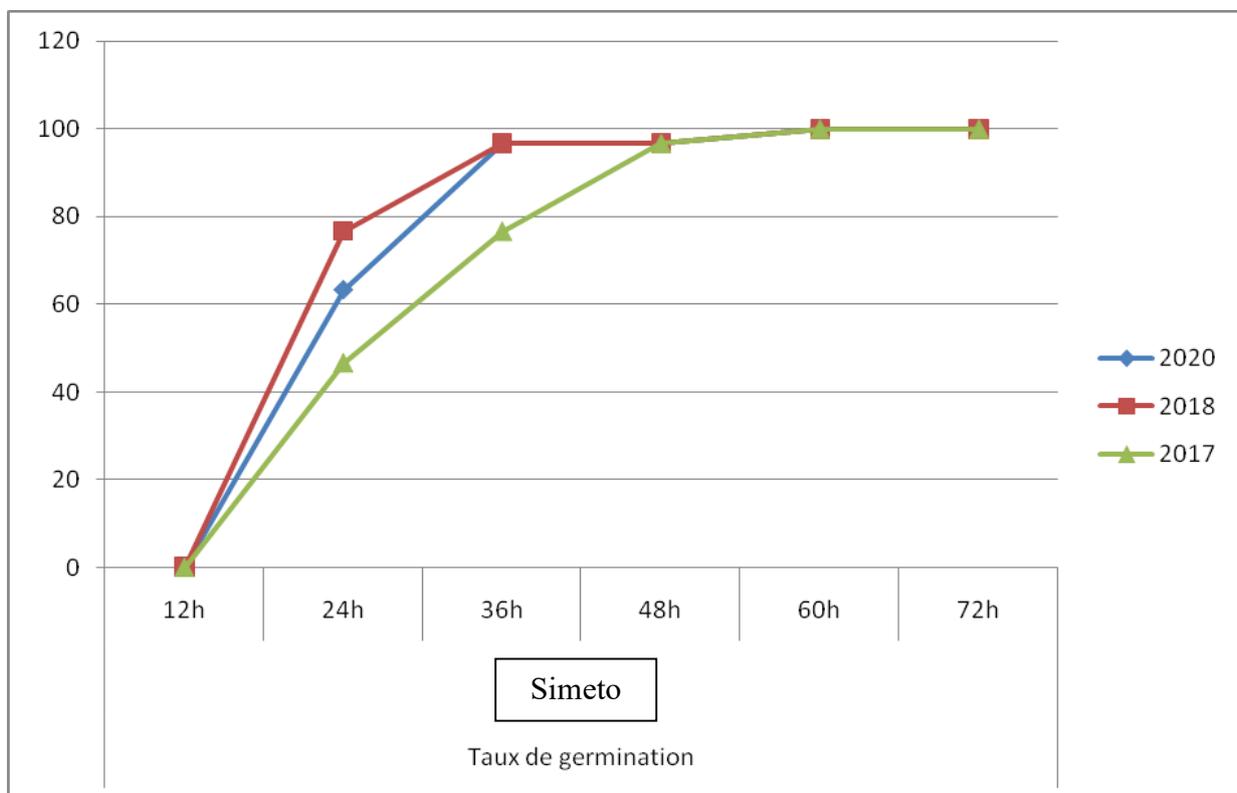


Figure 17 : Evolution du taux de germination (%) chez le génotype Simeto en fonction du temps de mise en germination.

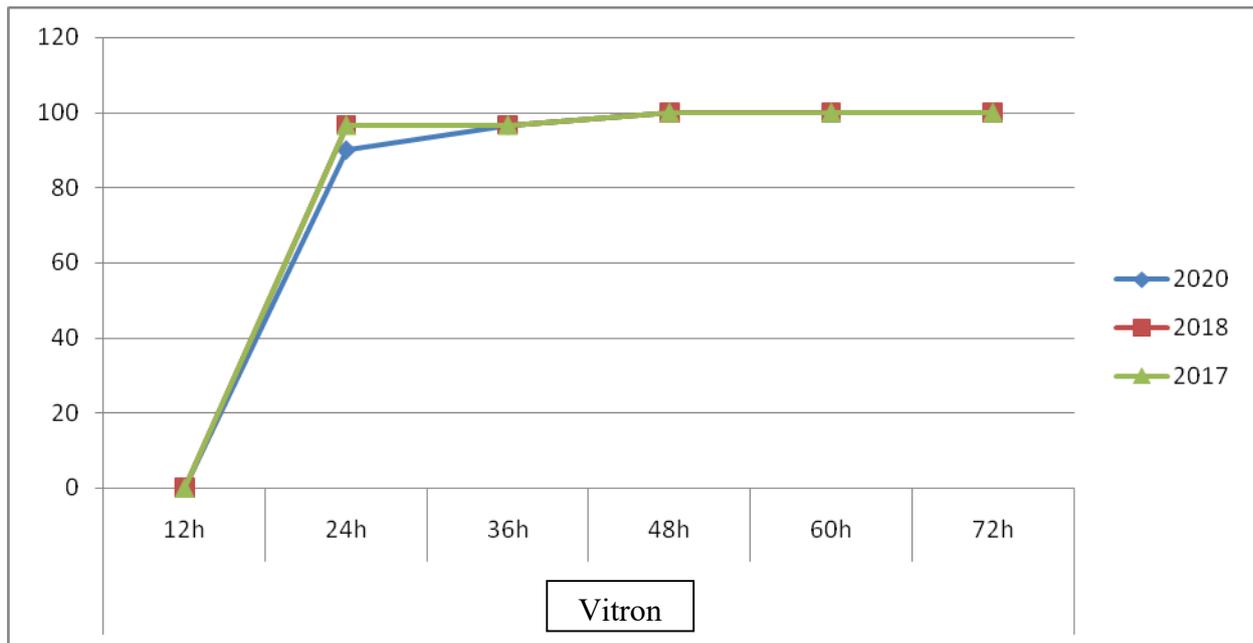


Figure 18 : Evolution du taux de germination (%) chez le génotype Vitron en fonction du temps de mise en germination.

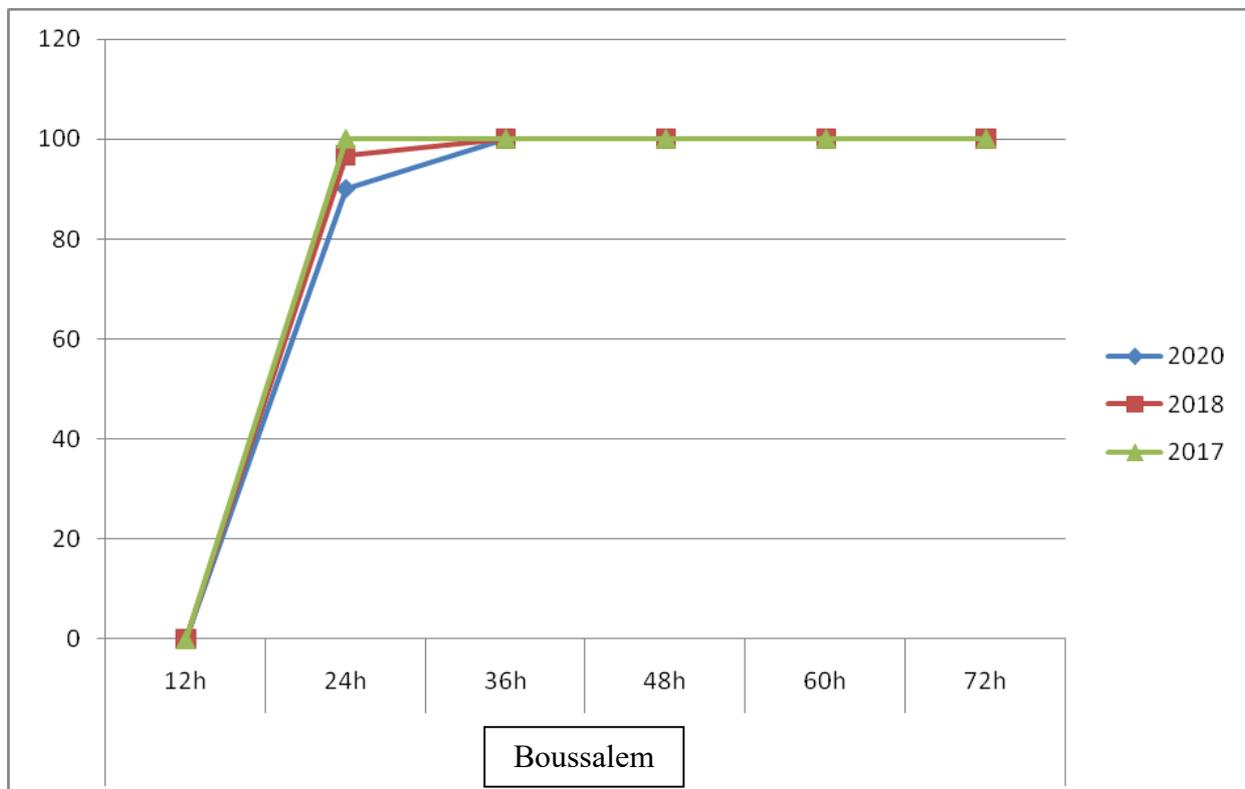


Figure 19 : Evolution du taux de germination (%) chez le génotype Boussalem en fonction du temps de mise en germination.

1.1.3. Longueur de la racine principale

Tableau 04 : Analyse de variance de la longueur de la racine principale.

Source de variabilité	Ddl	F	P
Variété	2	12,96	0,000
Année de stockage	2	1,797	0,196
Interactions Année de stockage *variété	4	1,21	0,346

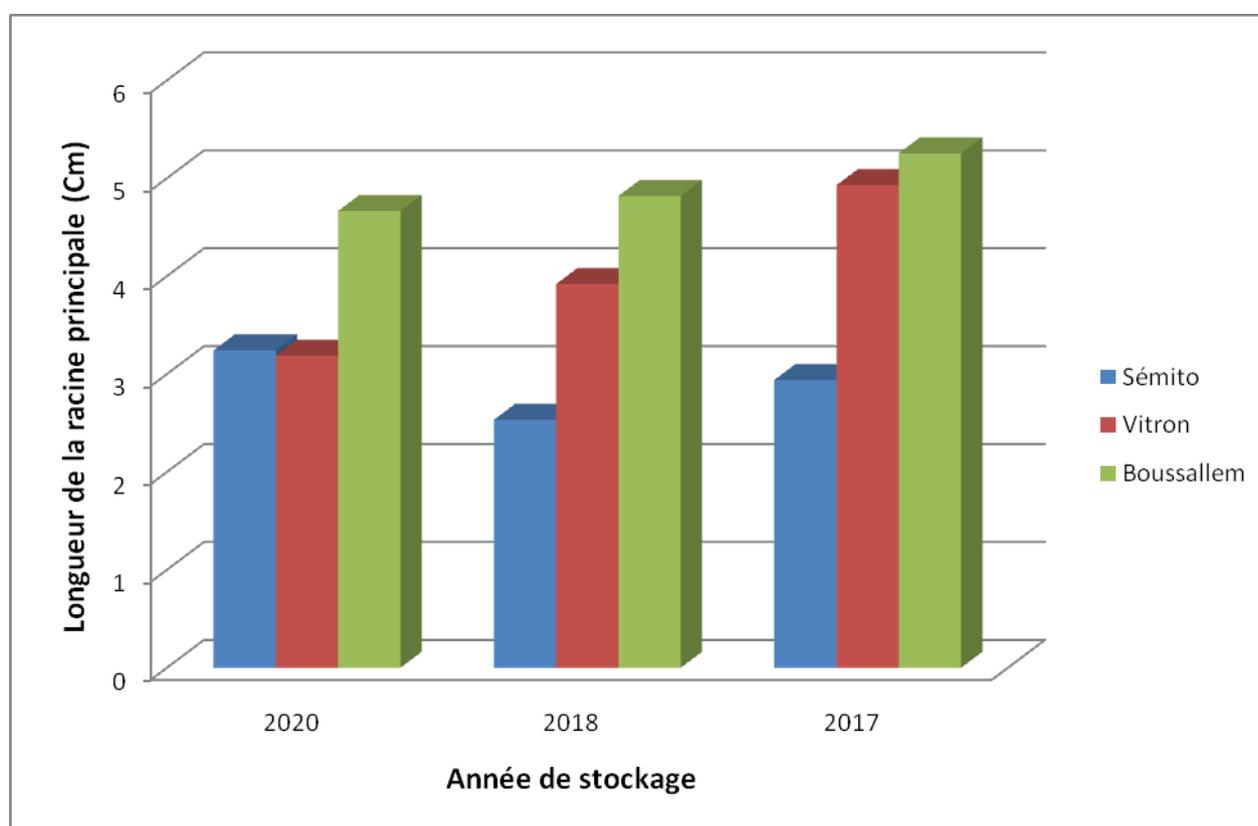


Figure 20 : Evolution de la longueur des racines des géotypes en fonction de l'année de stockage (cm).

L'analyse de variance a démontré que le géotype manipulé a révélé un effet significatif sur la longueur de la racine ($p < 0.05$). Par contre aucun effet significatif n'a été présenté sous l'effet de la durée de stockage et l'interaction entre ces deux paramètres étudiés.

Les résultats obtenus (Fig.20) ont divulgué que les valeurs limites de la radicule sont comprises entre 2.4 cm et 5cm. Les valeurs moyennes les plus élevées sont extériorisés par le génotype Boussalem avec des longueurs de 4,67 cm ; 4.82 cm et 5.25 cm en 2020 ; 2018 et 2017 respectivement. par contre le génotype Sémito a enregistré les valeurs moyennes les plus faibles qui sont 3.24 cm ; 2.53 cm et 2.94 cm en 2020, 2018, 2017 respectivement.

1.1.4. Longueur du coléoptile

Tableau 05 : Analyse de variance de la longueur du coléoptile.

Source de variabilité	Ddl	F	P
Variété	2	4,17	0,034 N.S
Année de stockage	2	3,245	0,064 N.S
Interactions Année de stockage *variété	4	1,177	0,358 N.S

L'analyse des résultats dégagés (Tab.05) de la longueur du coléoptile obtenu après germination des graines, dévoile que les variations de cette caractéristique s'expriment d'une manière indépendante de la nature des génotypes conduits ($p > 0.01$). La lecture des résultats indique aussi que chez le même génotype, les longueurs sont similaires ($p > 0.01$).

Le coléoptile le plus long est noté chez la variété Vitron, avec 2.67 cm (2018), alors que les deux variétés Boussalem et Vitron, affichent des valeurs moyennement élevées dans tous les traitements avec 2.28 cm, ainsi les plus courts coléoptiles sont enregistrés par le génotype Sémito 1.87 cm, 1.9cm, 1.91cm dans 2017, 2020 et 2018 respectivement (Fig. 21).

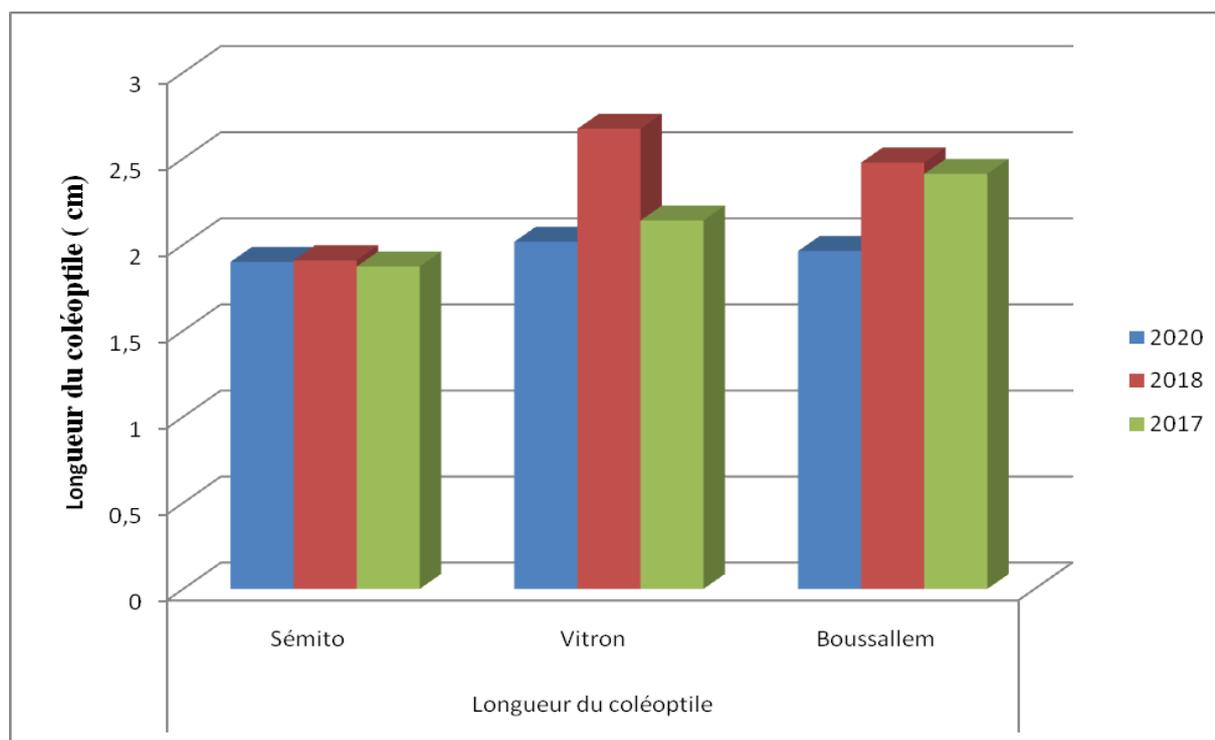


Figure 21 : Longueur du coléoptile des génotypes étudiés en fonction de l'année de stockage (cm)

1.1.5. Nombre de racines

Tableau 06 : Analyse de variance du nombre de racines émergées.

Source de variabilité	ddl	F	P
Variété	2	2,767	0,0915
Année de stockage	2	3,664	0,0481
Interactions Année de stockage *variété	4	1,196	0,350

La comparaison des moyennes du nombre des racines (Fig.22) et l'analyse de variance (Tab.06), montrent qu'il n'existe pas une différence significative entre les génotypes ainsi que l'interaction entre les deux facteurs étudiés (variété × durée de stockage) ($p > 0.05$). Par contre, les résultats ont extériorisé un effet moyennement significatif de la durée de stockage sur l'émergence des racines des graines de blé testées ($P < 0.05$)

Nous observons que tous les génotypes ont presque les mêmes moyennes de nombre des racines, entre 4 et 5 racines/plant.

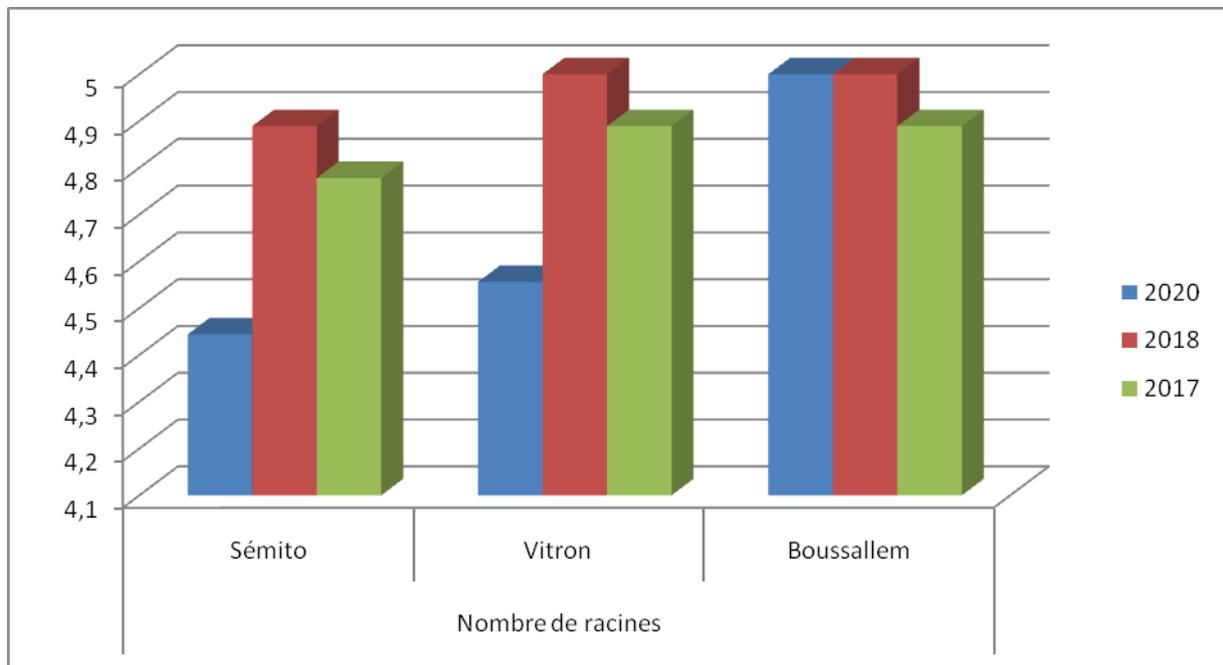


Figure 22 : Evolution de nombre de racines des génotypes en fonction de l'année de stockage.

1.2. Les paramètres biochimiques de la germination

1.2.1. Dosage des sucres solubles

La figure (23) représente les valeurs moyennes de la teneur en sucres solubles des génotypes étudiés en fonction de l'année de stockage. D'après les résultats obtenus la teneur en sucres solubles des grains varie faiblement à travers les génotypes conduits ($p > 0.05$) (Tab 07).

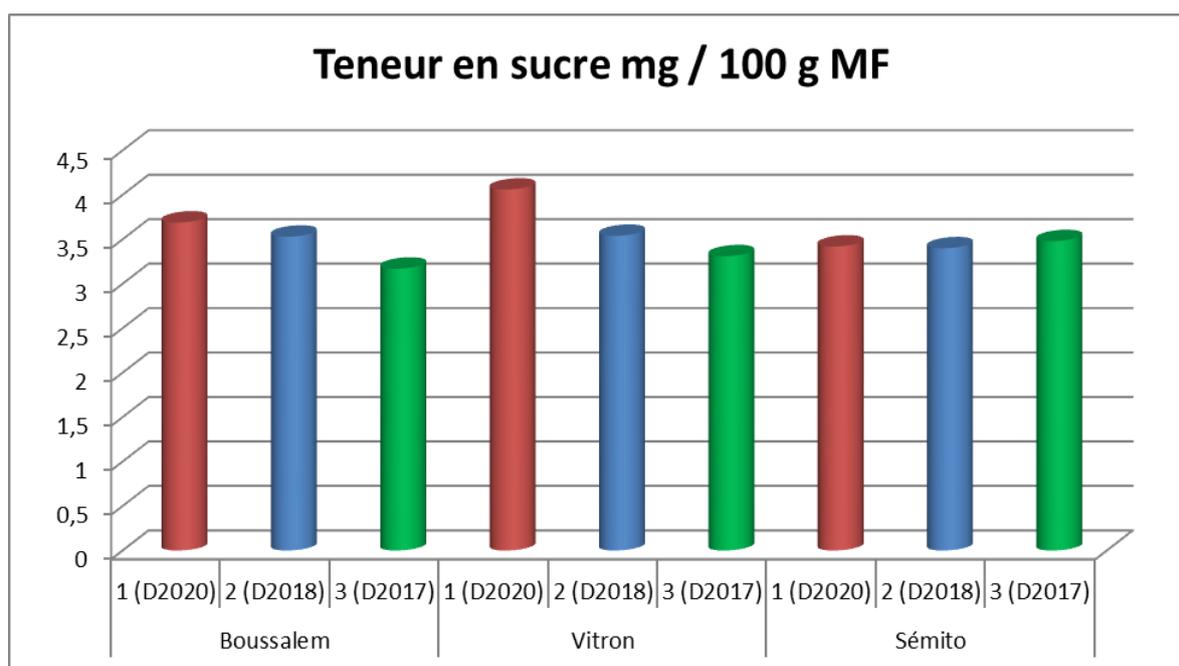


Figure 23 : les résultats moyens de la teneur en sucres soluble

Tableau 07 : Analyse de variance de la teneur en sucres solubles

Source de variabilité	ddl	F	P
Variété	2	0,987	0,39621 N.S
Année de stockage	2	3,307	0,06174 N.S
Interactions Année de stockage *variété	4	1,36	0,29123 N.S

Les résultats moyens obtenus indiquent que le génotype Vitron stocké depuis l'année 2020 a enregistré la valeur la plus élevée (4,06 mg / 100 g MF) tandis que la valeur la plus faible a été notée chez la variété boussalem stockée depuis 2017 (3.17 mg / 100 g MF). Selon les résultats de dosage des sucres après 24h ont indiqué une valeur moyenne élevée en 2020 (3.72 mg / 100 g MF) par rapport à des valeurs de 3.49 mg / 100 g MF et 3.32 mg / 100 g MF enregistrées en 2018 et 2017 respectivement.

2. Discussions

Les graines constituent une étape importante du cycle de vie des plantes car elles garantissent leur survie et assurent le transfert de l'information génétique des parents aux descendances. Les semences subissent des processus de vieillissement et altération qui limitent leur viabilité et provoquent finalement la perte de leur rôle essentielle, c'est-à-dire leur capacité de germination (Srivastava et Simarski., 1992).

La viabilité des semences se manifeste surtout par une forte aptitude à germer, augmentation de la vitesse et le pourcentage de germination, croissance rapide des plantules obtenues et production des plantes normales. Selon Srivastava et Simarski (1992), les plantules normales possèdent au moins deux racines séminales intactes et un coléoptile sain.

La phase germination est considérée comme l'une des phases critiques sur laquelle repose le départ végétal, le mode de réalisation des étapes de morphogénèse ultérieures et l'élaboration du rendement des espèces végétales cultivées. Elle est soumise aux plusieurs problèmes liés à des facteurs internes (génétiques, structurels et physiologiques) et des facteurs externes notamment les conditions environnementales et de stockage (Nefedieva et *al.*, 2020).

La faculté germinative est un aspect important qui détermine la qualité de semences (Srivastava et Simarski., 1992), En observant les résultats moyens du taux de germination on note que ce paramètre est grandement influencé par la nature des génotypes testés. Alors que la durée de stockage n'a présenté aucun effet sur ce paramètre. Par contre, selon Guo et *al* (2020) et Nour (2017), la viabilité des graines (pourcentage de germination) a diminué de manière significative avec l'augmentation de la durée de stockage. D'après notre étude, l'effet de la durée de stockage n'est pas affectant qui est due principalement à la méthode de stockage manipulé (stockées en épis). Cette pratique de stockage sous forme d'épis offre une bonne protection des graines et garde la viabilité jusqu'à la dixième année de stockage (Cheyed., 2020 ; Elsayed et *al.*, 2018). Les semences des céréales sont des produits ayant une capacité de ne pas se détériorer par rapport aux autres cultures sur une longue période de stockage (Doumandji et *al.*, 2003).

La dernière étape de la germination, marquée par la multiplication et la croissance cellulaire engendrant le développement de la racine de l'embryon (Schiefelbein et *al.*, 1997). Les mesures de la longueur des coléoptiles et des racines et le nombre des racines sont considérées comme un excellent test fiable pour estimer la vigueur des semences.

Nos résultats montrent que la variation génotypique engendre des différences important dans l'apparition et la croissance de la racine. Ces mêmes résultats ont indiqué

que la variété Simeto a montré une longueur de la radicule plus faible en 2017 par rapport à l'année 2020. Résultats confirmés par les travaux de Arief et al (2020) et Cheyed (2020). Cependant les deux variétés Bousselam et Vitron ont révélé des résultats différents.

Wawrzyniak et al (2020), ont confirmé que la durée et les conditions de stockage n'ont aucun effet sur l'émergence racinaire.

Les semences des céréales germent souvent difficilement, aux températures ambiantes, lorsqu'elles viennent d'être récoltées. Cette dormance présente la particularité de s'éliminer naturellement au cours de la conservation dans les conditions normales (Barton ., 1965). Le stockage plus au moins prolongé des semences leur permet donc de germer parfaitement. Un tel phénomène est connu sous le vocable de post-maturation (Multon, 1982).

La remobilisation des réserves glucidiques constitue une étape physiologique primordiale dans le processus de germination des graines amylacées. Elles constituent les substances énergétiques dont le produit conditionne l'activité cellulaire et par conséquent assurer la croissance et l'organogenèse au niveau de l'embryon (Aguirre et *al.*, 2018).

Nos résultats obtenus concernant le dosage des sucres lors de cette étude, indiquent que la remobilisation de ces réserves glucidiques s'avère importante en fonction de la période de stockage. En effet, ce dernier facteur a induit une accumulation faible de sucres solubles des graines après germination. Yan (2017) a confirmé une corrélation négative entre la durée de stockage des semences et l'accumulation des sucres solubles chez les graines de chou. Une autre étude a indiqué que les effets néfastes du stockage prolongé sur la germination étaient corrélés à la suppression de la dégradation de l'amidon ce qui a entraîné une diminution du sucre soluble dans les graines de riz apprêtées (Hussain et *al.*, 2015).

Conclusion

Conclusion

L'étude de l'effet des paramètres intrinsèque et extrinsèque tient une place importante dans le programme de la sélection et amélioration des plantes. La phase de germination constitue l'une des phases clés qui conditionne la réussite de l'installation des phases ultérieures et l'élaboration des rendements en grains final. Nombreuses études ont signalé que le blé dur est parmi les plantes ayant affectée par les facteurs précités y compris la durée de stockage notamment au cours du processus de germination des graines. Le stockage des semences exige principalement la préservation de leur viabilité (capacité de germination).

A l'issue de ce travail qui a évalué l'effet de trois périodes de stockage sur la germination des graines de trois génotypes de blé dur, les résultats obtenus montrent que le taux de germination est fortement influencé par la nature des génotypes conduits. Alors que la durée de stockage n'a révélé aucun effet sur cette caractéristique. Ainsi, il a été constaté que le génotype Bousselam montre une cinétique de germination plus élevée après 24h par rapport aux autres variétés. Cette même variété a émis une radicule et un coléoptile plus long en comparaison avec celle de Siméto et Vitron après plus de 03 ans de stockage (2017). Concernant la remobilisation des réserves glucidiques, cette étude a annoncé que la diminution de l'accumulation des sucres solubles s'est accompagnée de la durée de stockage la plus longue. Par conclusion, nos résultats s'avèrent appréciables en fonction du facteur de stockage étudié. Ainsi, la détérioration des graines ne peut pas être arrêtée dans le stockage prolongé, en particulier dans les conditions de stockage ordinaires où les graines sont soumises aux fluctuations environnementales, qui affectent négativement la viabilité des graines. Cependant, le stockage des graines sous forme d'épis pourrait maintenir la viabilité des graines pendant des périodes plus longues.

Ce travail reste qu'une initiative à la recherche et l'étude des facteurs de stockage sur la graine de blé dur. Par conséquent, Notre étude nécessite d'être accompli par d'autres travaux qui visent à confirmer nos résultats tout en introduisant d'autres facteurs qui s'avèrent contraignants tels que le stress hydrique, stress salin et stress thermique. En outre, autre paramètre présenté par la méthode de stockage se révèle important et mérite d'être exploité par d'autres études.

*Références
bibliographiques*

Afrique Verte., 2004. Module de formation sur les techniques de stockage et de conservation des céréales. première édition, Ougadoudou, Burkina Faso. 44p.

Ait kaki S., 2008. Contribution à l'étude de l'interaction génotype X milieu pour la qualité technologique chez le blé dur. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences, 176 p.

Aguirre M., Kiegle E., Leo G et Ezquer I., 2018. Carbohydrate reserves and seed development: an overview. *Plant Reproduction*. 28p. doi:10.1007/s00497-018-0336-3

Alzouma I., 1990., Situation de la post-récolte en Afrique sahélienne. La post-récolte en Afrique .Actes du Séminaire International-Abidjan Côte d'Ivoire. 22-28, 276 p.

Anzala F J., 2006. Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zea mays*) : étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs. Thèse Doct. Université d'Angers. 148p.

Arief R, Koes F et Komalasari O., 2020. Effects of Seed Storage Duration and Matriconditioning Materials on Germination and Seedling Characteristics of Maize. *Journal of agricultural sciences*. 42 (03), <http://doi.org/10.17503/agrivita.v42i3.2034>

Bartali E H., 1995. Système post récolte des céréales au Maroc. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, FAO, 32 p.

Bartali E H., Parsons E., Vertraeten Ch., 1994. La conservation des denrées: cas des céréales In: agronomie moderne bases physiologique et agronomique de la production végétale T E Ameziane et person (eds). *Hatier-Aupelf-Uref (ed)*, pp: 465-486.

Barton LV., 1965. Dormancy in seed imposed by the seed coat, *Handb. der Pflanzenphysiol.*, SpringerVerlag, Berlin, 15, pp 727-745.

Benbelkacem A., 2007. Les triticales: cultures performances et différentes possibilités d'utilisation en Algérie. Journée techniques sur la culture du triticales en zone semi aride et son utilisation par les animaux domestique: Oum Elbouagui -Elkhroub. 17-18 Juin 2007.

Bencharif A., Chaulet C., Chehat F., Kaci M., Sahli Z., 1996. La filière blé en Algérie. Le blé, la semoule et le pain. Paris : Karthala. *Biointerfaces* 45:131–135p.

Références bibliographiques

- Bensaadi N ., 2011.** Effet du stress salin sur l'activité des α -amylases et la remobilisations des réserves des graines d'haricot, mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de magister, université d'oran.
- Bessaoud O., Pellissier J.-P., Rolland J.-P., Khechimi W.** Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. [Rapport de recherche] CIHEAM-IAMM. 2019, pp.82. hal-02137632f
- Bewley J.D., and Black M., 1982.** Physiology and Biochemistry of Seeds in relation to germination. Vol2. *Springer-Verlag*, New York.
- Bonjean A et Picard E., 1990.** Les céréales à paille origine, historique, économie etsélection. Ed. Nathan, 235 p.
- Boudreau A et Ménard G., 1992.** Le blé: éléments fondamentaux et transformation. Edition Presses Université Laval, Paris, 25 – 62 p.
- Boulal H., Zaghouane O., El mourid M., Rezgui S., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie).Ed. *ITGC, INRA, ICARDA*.176P.
- Bousbaa R., 2012.** Caractérisation de la sécheresse chez le blé dur *Triticum durum*, Analyse de la physiologie et de la capacité en production. Thèse de Doctorat, Université de Constantine,
- Bray EA., Bailey Serres J., Weretilnyk E., 2000.** Biochemistry and Molecular mechanisms of potassium and sodium uptake in plants. American Society of Plant Physiologists, *Rockville, MD*, pp 1158–1249
- Calderini DF., Abeledo LG., Slafer GA., 2000.** Physiological maturity in wheat based on kernel water and dry matter. *Agronomy Journal* 92, 895-901 p
- Chaussat R., 1999.** Productions végétales : croissance et développement des plantes. Ed., Paris: 1-6.
- Cheyed. Saddam H., 2020.** Effect of Storage Method and Period on Vitality and Vigour of Seed Wheat, *Indian Journal of Ecology* (2020) 47 Special Issue (10): 27-31.

Références bibliographiques

Conseil international des céréales (CIC).,2021. Rapport marché des céréales.
https://www.igc.int/fr/gmr_summary.aspx.

Cruz J F., Troude F., Griffon D et Hebert J P., 1988. Conservation des grains en régions chaudes, 2ème 2dition, ministère de coopération et de développement Paris ; 544 p.

Cruz JF., Troude F., Griffon D., et Hebert JP., 1988., Conservation des grains en régions chaudes, 2ème 2dition, ministère de coopération et de developpement Paris ; 544 p.

Davies P.J., 1990., - Plant hormones and their role in plant growth and development. Kluwer Academic, London, 1-12.

Debiton C., 2010. Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.)

Delgado ME., 1994. Effect of salt stress on growth and nitrogen fixation by pea, faba-bean, common bean and soybean plants. *Soil Biol. Récupéré sur Biochem.* 26: 371-376

Delucia M.,et Assennato D., 1992., L'après-récolte des grains - organisation et techniques. Bulletin des services agricoles de la FAO 93.

Doumandji A., Doumandji-mitiche B., Salaheddine D., 2003., Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage. *Office des Publications Universitaires*, pp: 1-22.

Elsayed Abdelhady Soad., Amany Mahmoud Mohamad Mohamad and HayamIb rahim Attia Elsayy., (2018). Evaluation of the Viability and Seed Quality Response of Six Wheat, *J. Sus. Agric. Sci.* 44, No.2, pp. 79-92

Evers T., Millar S., 2002. Cereal grain structure and development: some implications for quality. *Journal of Cereal Science* 36, 261-284p.

FAO., 2021. Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales. In : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture [en ligne]. 03 juin 2021. [Consulté le 29 juin 2021]. Disponible à l'adresse <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/>.

Feillet P., (2000). Le grain de blé composition et utilisation. In: INRA EDITIONS, Paris, France, 308p.

Feillet P., 2000. *Le grain du blé : composition et utilisation*. INRA Paris196- 198.308.ISBN2-7380-0896-8, pp: 55-75.

Références bibliographiques

Ferret M., 1996. Blé dur, objectif qualité. Ed. ITCF. 43p.

Foley M.E., 2001., Seed dormancy: an update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. *Weed Science*, 49: 305-317.

Fraser T E., Silk WK. et Rost TL., 1990. Effect of low water potential on cortical cell length in growing region of maize roots. *Plant Physiology*, 93: 648-651.

Jeantet R., Croguennec T., PS chuck P., and Gerard B. 2007. Science des aliments: Biochimie microbiologie. Procédés produits, pp: 138- 159.

Jean-Yves MOREAU.,2019., La conservation du grain à la ferme : Quelques règles simples et du savoir-faire. *Pôle stockage et conservation des grains ARVALIS – Institut du végétal*

Hacini N., 2013. Etude de l'interaction Génotype X Environnement et effet de l'origine de quelques cultivars de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sur les aptitudes adaptatives et qualitatives. Thèse Doctorat. *Université Annaba*, 125 p.

Hadria R., 2006. Adaptation et spatialisation des modèles stricts pour la gestion d'un périmètre céréalier irriguée en milieu semi aride. Thèse de doctorat. *Univ Cadi Ayad Samlalia- Marrakech*.

Heller R., Esnault R., et Lance C., 2004., Physiologie végétale II, développement. Ed., Dunod, Paris, Pp. 64-240.

Hopkings W G., 2003., Physiologie végétale traduction de la 2ème édition américaine par SERGE RAMBOUR. Révision scientifique de CHARLE MARIE ÉVRARD. Édition DEBOEK *Université, Bruxelles* : 66-81, 237-309, 362-514.

Hussain, S., Zheng, M., Khan, F., Khaliq, A., Fahad, S., Peng, S.B., Huang, J.L., Cui, K.H., Nie, L.X., 2015. Benefits of rice seed priming are offset permanently by prolonged storage and the storage conditions. *Scientific Reports* 5:8101. <http://dx.doi.org/10.1038/srep08101>.

ISO 6322-2., 2000(fr)., Stockage des céréales et des légumineuses — Partie 2: Recommandations pratiques (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6322:-2:ed-2:v1:fr>).

Références bibliographiques

- Gates PH.**, 1995. Ecophysiologie du blé Paris, 351p. Technique et Documentation. Lavoisier, IN: Etude de la contribution des paramètres phéno morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf) dans l'étage bioclimatique semi aride.
- Giban M., Minier B., Malvosi R.**, 2003. Stades du blé ITCF ARVALIS. Institut du végétale. Pp: 68.
- Gimeno Gilles C.**, 2009. Étude cellulaire et moléculaire de la germination chez *Medicago truncatula*. Thèse de doctorat. *Université d'Angers*. 174p
- Godon B.**, 1991., Biotransformation des produits céréaliers. Ed.Tec. Lavoisier Paris 688 p.
- Guergah N.**, 1997., Contribution a l'étude de l'effet de la profondeur de semis sur le comportement d'un génotype de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en pot et en plein champs dans la région d'El-Khroub. Memoire. Ing. Univ. Batna: 69p.
- Guo, C., Shen, Y., & Shi, F. (2020).** *Effect of Temperature, Light, and Storage Time on the Seed Germination of Pinus bungeana Zucc. ex Endl.: The Role of Seed-Covering Layers and Abscisic Acid Changes.* *Forests*, 11(3), 300. doi:10.3390/f11030300
- KAUR S., GUPTA AK. et KAUR N.**, 1998. Gibberellic acid and kinetin partially reverse the effect of water stress on germination and seedling growth in chickpea. *Plant Growth Regulation*, 25: 29-33.
- Kiaya v.**, 2014. Post-harvest losses and strategies to reduce them. Technical paper on Post-Harvest Losses. ACF.
- Larraz Ferreira M.**, 2011. Dynamique d'assemblage des protéines de réserve et du remplissage du grain de blé dur. Thèse de Doctorat. Centre International D'études Supérieures En Sciences Agronomiques De Montpellier- France, 283 p.
- LOTAN T., OHTO M.A., YEE K.M., WEST M.A., LO R., KWONG R.W., YAMAGISHI K., FISHER R.L., et GOLDBERG R.B.**, 1998. *Arabidopsis LEAFY COTYLEDON1* is sufficient to induce embryo development in vegetative cells. *Cell*, 93: 1195-1205.
- Maggie L.**, 2000. Le blé dur en Afrique du Nord. Agriculture et Agro-alimentation Canada.

Références bibliographiques

- Ma Y., Feurtado A., and Kermode A.R., 2003.**, Effect of solid matrix priming during moist chilling on dormancy breakage and germination of seeds of four fig species. *New Forests*, 25: 49-66.
- Moule C.**, 1980., Effet des contraintes hydrique et saline 1 sur la germination de quelques acacias africains. 66p.
- Multon J.L.**, 1982. , Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales oléagineuse, protéagineuse, aliments pour animaux Ed Techno et document, Lavoisier /A.P.R.I.A., Paris, Vol 1, 576 p.
- 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.
- Nefedieva E E , Khramova Ya I , Khramova V N, Gorlov I F, Lysak V I and Slozhenkina M I., 2020**, Dependence of germination of wheat grains after the treatment by impulse pressure and long-term storage on the vitreousness of endosperm, *AGRITECH-IV-2020*.
- Nivot N., 2005.**, Essais de germination et de bouturage de six espèces indigènes sciaphytes du Canada. Thèse de doctorat; Université de Saint Yacinthe (Québec). 116 p.
- Nour Asma .,2017.** Eude de la viabilité et vigueur des semences de blé pendant le stockage, thèse doctorat ,univ annaba ,Algerie,179 p.
- Ntsam S., 1989.** Pourquoi stocker ? Céréales en régions chaudes. *AUPELF-UREF, Edition John Libbey Eurotext, Paris*, 3-8 p.
- ONFA., 2020.** (Observatoire National des filières Agricoles et Agroalimentaires). Bilan dela campagne céréalière 2019/2020.
- Pessaraki M., 2001.** Physiological responses of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to salt stress. In: Handbook of Plant and Crop Physiology. Marcel Dekker, Inc. New York: 681-696
- Pomeranzy., 1988.** Chemical composition of kernel structures. Wheat: chemistry and technology. Volume I: 97-158.

Références bibliographiques

Schiefelbein J W., Masucci J D ., and Wang H., 1997. Building a root : the control of patterning and morphogenesis during root developoment. *Plant cell* 9: 1089-1098.

Selmi R., 2000. Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages comparatifs. *Revue Afrique Agriculture*. N° 280, Pp: 30-23.

Shewry PR., Halford NG ., 2002. Cereal seed storage proteins: structures, properties and rolein grain utilization. *Journal of Experimental Botany* 53, 947-958 p.

Si Bennasseur Alaoui., 2009. Référentiel pour la Conduite Technique de la Culture du blédur (*Triticum durum*), 15 p.

Soltner D., 1987. Les grandes productions végétales « Céréales-plante sarclées-prairies ».15ème Ed. Collecton sciences et techniques agricoles. 461p.

Soltner D., 1998. Les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairies. Sainte-Gemme-sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles. 150 p.

Soltner D., 2005. Les grandes productions végétales. 20ème Ed CCTA, Pp: 20-140.

Srivastava L M., 2002. Plant growth and development hormones and environment. Academic Press, San Diego. 772 p.

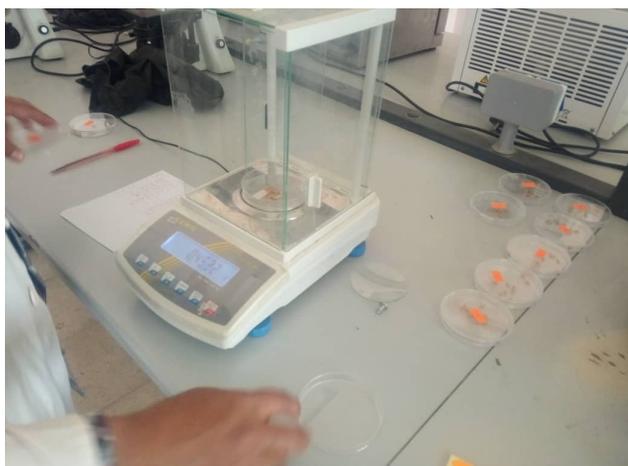
Srivastava. J P et Simarski. L T ., 1992. Technologie de la production de semences, le centre international de recherche agricoles dans les régions sèches, ICARDA, B.P.5466, *Alep, Syrie, P196.*

Surget A., Barron C. 2005. Histologie du grain de blé, *Industrie des céréales n°145*, Pp: 4-7.

Wawrzyniak M., Michalak M. et Chmielarz P., 2020. Effect of different conditions of storage on seed viability and seedling growth of six European wild fruit woody plants. *Annals of Forest Science*, 77: 58.

Yan, M.,2017. Prolonged storage reduced the positive effect of hydropriming in Chinese cabbage seeds stored at different temperatures. *South African Journal of Botany*, 111, 313–315.

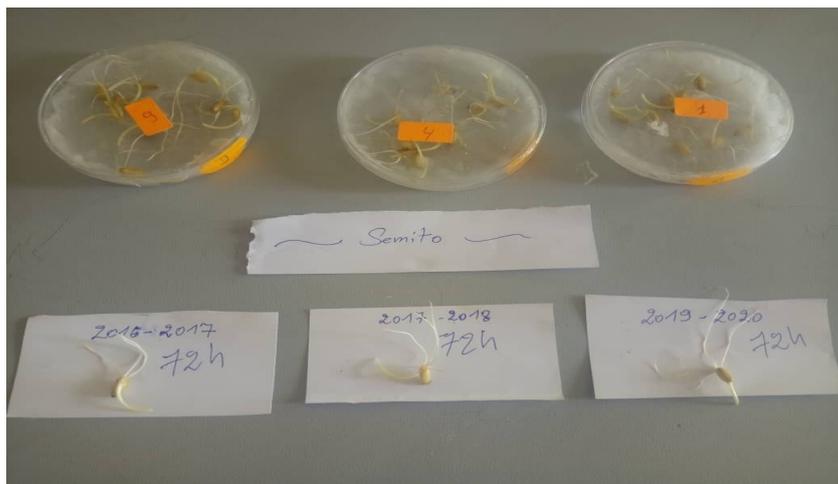
Annexe :



Photos (a) : Matériels utilisés et méthodes de travail au laboratoire.



Photos (b) : épis des génotypes (Boussalem, Vitron et Simeto)



Photos (c) : les différents paramètres physiques mesurés (longueur du coléoptile, racicule, nombre de racines) des génotypes conduits.

Résumé

Dans le but de déterminer l'effet de la durée de stockage sur la viabilité et la germination des semences du blé dur, nous avons adopté l'effet de trois durée de stockage (2017, 2018 et 2020) sur des graines mise en germination de trois génotypes de blé dur (*Bousselam, Vitron et Siméto*) dans des conditions de laboratoire. Les paramètres retenus sont d'ordre physique et biochimique. Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas un effet de la durée de stockage sur la viabilité et la germination des grains issues des différentes variétés utilisées. Par contre, un effet variétal a été observé pour la longueur des coléoptiles et des racines après 72h. En effet, la variété Bousselam se particularise par des valeurs performantes de ces deux derniers paramètres. Cependant, la viabilité des graines vis-à-vis l'accumulation des sucres solubles diminue avec l'allongement de la période de stockage. Ce résultat permet de conclure que le stockage des graines sous forme d'épis offre la possibilité aux graines de maintenir leur viabilité (longévité) pendant une période plus longue.

Mots clés : Blé dur, épis, stockage, germination, viabilité, génotype, sucres solubles.

ملخص:

بهدف تحديد تأثير مدة التخزين على حيوية وإنتاش بذور القمح الصلب ، قمنا بدراسة تأثير 3 فترات تخزين (2017، 2018 و 2020) على إنتاش بذور ثلاث اصناف من القمح الصلب (*Bousselam, Vitron et Siméto*) تحت ظروف المختبر. المعايير المستخدمة هي فيزيائية وبيوكيميائية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أنه لا يوجد تأثير لمدة التخزين على حيوية وإنتاش البذور من الأصناف المختلفة المستخدمة. من ناحية أخرى ، لوحظ وجود تأثير ملحوظ لطول الرشيم والجذور بعد 72 ساعة. حيث اظهر صنف *Bousselam* قيم عالية لهاذين المعيارين الأخيرين. ومع ذلك ، فإن حيوية البذور مقابل تراكم السكريات الذائبة تتناقص مع إطالة فترة التخزين. هذه النتيجة تسمح لنا بالاستنتاج ان تخزين البذور على شكل سنابل يعطي البذور إمكانية الحفاظ على حيويتها لفترة أطول.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب، السنابل، التخزين، الإنتاش، حيوية، الصنف الوراثي، السكريات المذابة.

Abstract:

In order to determine the effect of storage time on the viability and germination of durum wheat seeds, we adopted the effect of 3 storage times (2017, 2018 and 2020) on germinating seeds of three durum wheat genotypes (*Bousselam, Vitron and Siméto*) under laboratory conditions. The parameters used are physical and biochemical. The results obtained show that there is no effect of storage time on the viability and germination of grains from the different varieties used. On the other hand, a varietal effect was observed for the length of the coleoptiles and of the roots after 72 hours. In fact, the Bousselam variety is characterized by high-performance values of these last two parameters. However, the viability of the seeds vis-à-vis the accumulation of soluble sugars decreases with the lengthening of the storage period. This result can be concluded that storing seeds as spikes gives the seeds the possibility of maintaining their viability (longevity) for a longer period.

Keywords: Durum wheat, spikes, storage, germination, viability, genotype, soluble sugars.