

Effets de vieillissement accéléré sur la germination et l'établissement des jeunes plants vigoureux de semences macrobiotiques : cas de blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Effects of accelerated ageing on germination and establishment of vigorous young seedlings from macrobiotic seeds: case of durum wheat

Amel Soussa* & Louhichi Brinis

Laboratoire Amélioration Génétique des Plantes, Université Badji Mokhtar, BP 12, Annaba, 23000, Algérie.

Soumis le 19/05/2015

Révisé le 04/09/2016

Accepté le 08 /09/2016

ملخص

معالجة الشبخوخة المتسارعة ليدور القمح الصلب الجزائري استعملت من اجل التنبؤ بقدرة التخزين لسنة اصناف المزروعة في الجزائر : معالجة الشبخوخة المتسارعة لمدة يومين Bousellam Setefis, Megress, Ofanto, Chen's و Saoura وتبين النتائج ان البذور التي عانت من معالجة الشبخوخة المتسارعة لمدة يومين لديها امكانات إنتاشيه مرتفعة مقارنة مع من عانوا من معالجة اربعة ايام، انخفاض النسبة المئوية للإنتاش كانت اكثر اهمية ، ما عدا صنفين Bousellam Setefis . الفرق في هذه الحالة مرتفع جدا ومعنى هبوط كبير بدرجة عالية في متوسط عدد الجذور لوحظ لدى ستة انواع من القمح الصلب بالمقارنة مع الشهود بعد اربعة ايام من المعالجة Bousellam تسجل اعلى نتيجة ممكنة. فيما يخص طول متوسط السويقات وطول متوسط الجذور ، انخفاض غير هام للنمو بالمقارنة مع الشاهد لوحظ. القدرة على النمو أفضل لدى الصنف Bousellam هذه الاخيرة مميزة مقارنة بالأصناف الاخرى في هذا الصدد الامكانية الإنتاشية عالية جدا وتعبير عن قدرة اعلى على الحفاظ والتخزين. نمو مرتفع جدا للجذور والسويقات عن متوسط عدد الجذور تدل على ذلك

الكلمات المفتاحية : بذور , فيزيولوجيا , تخزين , الشبخوخة المتسارعة , الجزائر

Résumé :

Un traitement de vieillissement accéléré (VA) des semences de blé dur Algérien a été utilisé dans le but de prédire l'aptitude au stockage de six variétés largement cultivées en Algérie : Bousellam, Setefis, Megress, Ofanto, Chen's et Saoura. Les résultats obtenus montrent que les semences qui ont subi un traitement de vieillissement accéléré pendant deux jours possèdent des potentialités germinatives élevées par rapport à celles qui ont subi un traitement de quatre jours. La chute du pourcentage de germination a été plus importante, à l'exception de deux variétés Bousellam et Setefis. La différence a été de ce fait très hautement significative. Une chute très hautement significative du nombre moyen des racines est notée chez les six variétés de blé dur par rapport aux témoins ; Bousellam après quatre jours de traitement affiche le meilleur résultat. Concernant la longueur moyenne des coléoptiles et la longueur moyenne des racines , une baisse non significative de croissance par rapport au témoin a été observée ; l'aptitude à la croissance est meilleure chez la variété Bousellam. Cette dernière semble néanmoins se distinguer des autres variétés, en ce sens que le pouvoir germinatif est plus élevé et traduit une aptitude plus élevée à la conservation et au stockage. Des croissances plus élevées des coléoptiles et racines ainsi que le nombre moyen des racines, le prouvent.

Mots clés : semence-physiologie-stockage-vieillessement accéléré-Algérie.

Summary

A treatment of accelerated ageing of Algerian durum wheat was used in order to predict the ability to storage of six varieties widely cultivated in Algeria, Bousellam, Setefis, Megress, Ofanto, Chen's et Saoura. The results that have been obtained show that seed that have undergone ageing treatment for two days have high abilities of germination as compared to that have undergone treatment for four days, decrease of rate of germination was more important except for two varieties, Bousellam et Setefis. Difference was as fact very highly significant. A decrease highly significant of the mean number of roots was noticed for durum varieties as compared to the check, Bousellelem after four days of treatment, showed the best result. Concerning the mean of shoot length, and mean root length, a decrease not significant of growth as compared to the check was observed ; the ability to grow this better for Bousellelem. This last one seem show ever to be some how different to the other varieties, in this sense that germination power is more easy and translate an ability higher to conservation and to storage. Growths higher of shoots and roots and mean roots number demonstrate that.

Key words: seed- physiology- storage- accelerated ageing- Algeria

* Auteur Correspondant : soussa-amel@hotmail.fr

Introduction

La production d'une culture concurrentielle et à haut rendement commence par la semence. Les attributs de qualité de la semence donnent des informations utiles sur la capacité germinative, la rapidité de croissance des plantules et leur capacité à établir des plantes vigoureuses et productives. La connaissance de ces facteurs est utile pour l'amélioration des conditions de conservation des semences [1]. Un des facteurs importants dans l'obtention de rendements élevés se situe au niveau de la semence elle-même. Celle-ci doit être conservée dans des conditions favorables de manière à assurer une germination satisfaisante lors des semis. La germination est le premier stade du cycle de vie des plantes pour produire une nouvelle génération. La germination est définie comme étant l'émergence de la racine et le développement qui amènent la graine au stade auquel son aspect indiquera si elle pourra se développer en une plante normale dans des conditions ambiantes favorables [2, 3]. Certains auteurs considèrent la germination comme l'émergence et le développement de la plantule à travers l'émission et l'élongation de la racine d'une certaine longueur exprimée en mm [4, 2, 5, 6, 7]. Une des qualités majeures de la semence, est sa capacité germinative ou le potentiel de la semence à germer et à produire des plantules vigoureuses dans les conditions favorables. La consommation quotidienne est assurée par une seule récolte, quelque fois deux dans l'année d'où la nécessité du stockage. En outre, les grains stockés sont utilisés comme des semences en attendant la saison suivante [8]. Les graines sont en général stockées dans des conditions physiologiques et environnementales qui favorisent le maintien ou la perte de leur capacité germinative et de leur vigueur. La vigueur des graines est définie comme étant la somme des propriétés de la graine qui déterminent le niveau de l'activité et de la performance des graines ou lots de graines pendant la germination et l'émergence des plantules [3]. Elle se définit aussi par la capacité d'une semence vivante de germer sous un large éventail de conditions et de produire une plantule utilisable [9]. Un test de prédiction précoce d'aptitude au stockage de grains de blé serait un outil appréciable de grande application en post-récolte pour les organismes céréaliers. Cette contribution fait une synthèse de travaux de recherche visant à sélectionner la variété la plus apte au stockage, de même qu'elle discute la capacité germinative des graines de blé dur et

son pouvoir à donner des plantules normales et vigoureuses.

1. Matériel et méthode

1.1 Matériel végétal

L'expérimentation a été réalisée dans le laboratoire d'Amélioration Génétique des Plantes, Université Badji Mokhtar, Annaba-Algérie en 2013. Les semences de blé dur ont été fournies par les services de l'Institut Technique des Grandes Cultures, Alger, Algérie. Les grains sont issus de la récolte de la campagne agricole 2012-2013. Ils ont été conservés avant leur utilisation au laboratoire dans des chambres froides. Ils ont ensuite été soumis à un vieillissement accéléré.

Différents tests existent pour mesurer la vigueur. On peut soumettre les semences à des conditions extrêmes et ensuite mesurer le taux de germination, un test au Tétrazolium permet de détecter les tissus vivants. Le plus facile à réaliser étant le test du taux de croissance de la plantule qui peut s'effectuer en même temps que le test de germination.

1.2 Traitement du vieillissement accéléré

Avant de subir un VA, les semences ont été pesées afin de déterminer leur poids de mille grains, pour ensuite déterminer la viabilité des semences par la méthode d'essai au Tétrazolium. Cette méthode consiste à colorer en rouge les cellules vivantes par réduction d'un sel de Tétrazolium incolore et formation de formazan rouge. Ensuite les semences sont mises à un vieillissement accéléré (VA). Les lots de grains (500 grammes) sont placés dans une étuve à 40 °C et en atmosphère de haute humidité relative (100 %) pendant deux, quatre jours. Ils sont respectivement désignés VA2J, VA4J [10].

1.3 Essai de germination

Les semences sont désinfectées à l'hypochlorite de sodium et rincées à l'eau distillée stérile. L'essai porte sur quatre répétitions de 100 graines pour chaque variété. Les semences sont mises à germer à 25 °C. 25 semences ont été réparties au hasard dans 16 boîtes de pétri en plastique de 90 mm de diamètre, sur une couche de coton imbibé d'eau, pendant 10 jours. Le pourcentage de germination est exprimé par le rapport du nombre de graines germées sur le nombre total de grains.

1.4 La croissance des plantules

La croissance des différents organes a été mesurée 14 jours après l'émergence de la

radicule à travers les enveloppes avec neuf répétitions. La longueur de la racine la plus longue et du coléoptile est exprimée en mm. Le nombre de racines par plantule a aussi été dénombré.

1.5 Test statistique appliqué

Le test Anova (Analysis of variance) a été réalisé pour comparer l'effet du vieillissement accéléré sur les six variétés. Le logiciel utilisé est le logiciel d'analyse et de traitement statistique des données Minitab 16.

2 Résultats et discussion

2.1 Poids de mille grains

Les valeurs de poids de mille grains des variétés de blé dur analysées sont comprises entre 45g et 70g respectivement pour Saoura et Bousellam avec une moyenne de 56 et un écart type de 8.09 (Fig. 1). L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet très hautement significatif de la variété avec $p=0.000$. La comparaison des moyennes a révélé cinq groupes différents.

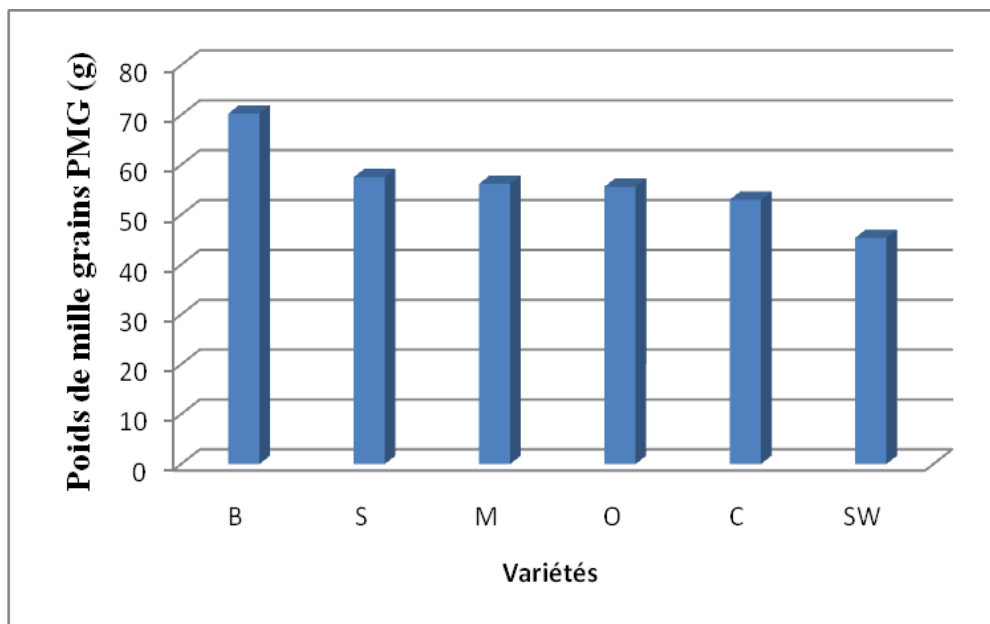


Fig.1 : poids de mille grains de six variétés de blé dur.

2.2 Exploration Topographique au Tétrazolium

De nombreuses graines sont ni complètement viables ni complètement mortes du fait que le blé possède dans l'embryon de la graine des méristèmes initiaux des deux paires de racines séminales. Ces dernières se développent et produisent une plantule normale même si la radicule ne se développe pas [11]. Le classement des tissus a été fait sur la base de l'activité respiratoire des tissus embryonnaires. La réaction du Tétrazolium en présence de tissus vivants se transforme biochimiquement en colorant rouge appelé formazan. Les résultats obtenus montrent que d'une manière

générale, les variétés Bousellam et Setefis présentent une très grande viabilité et également une forte vigueur (Fig. 2). Ceci est exprimé grâce aux parties embryonnaires respectives qui ont une forte coloration rouge vif, dénotant ainsi l'aptitude des graines à exprimer les facultés germinatives. Il a été noté pour les variétés Megress et Ofanto, une vigueur moindre comparativement aux autres variétés; ceci est vérifié notamment par quelques coléoptiles incapables de répondre à la respiration des tissus (Fig. 3). Pour la variété Chen's et Saoura, le test TZ montre que la vigueur est très faible, voire médiocre (Fig. 4). Ces variétés peuvent être donc considérées comme des variétés à faible pouvoir germinatif.

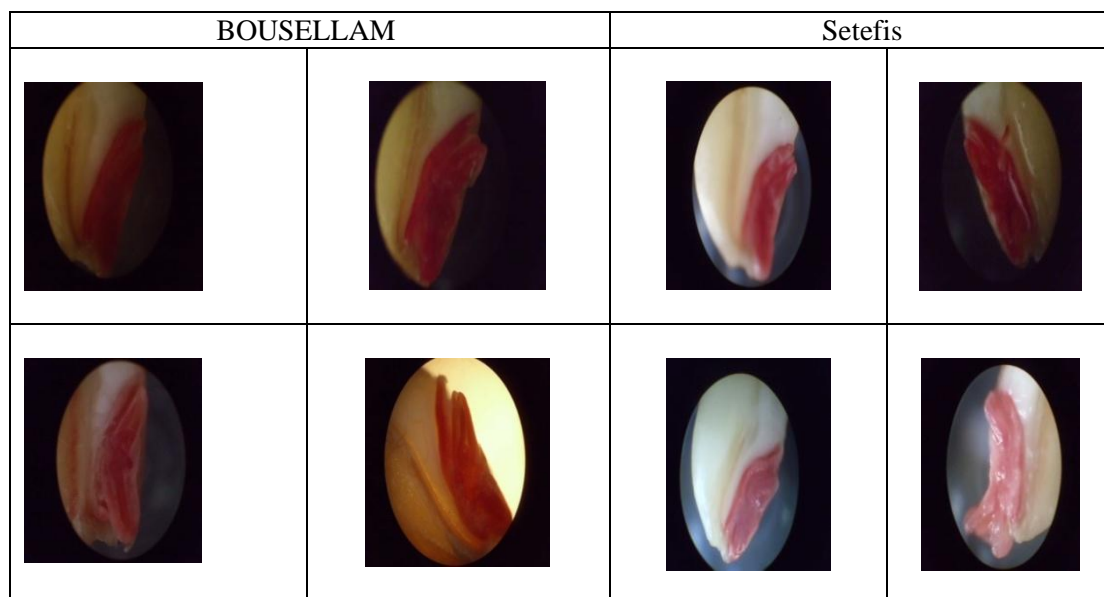


Figure. 2 : Variétés Bousellam et Setefis, viable et vigoureuses (agrandissement microscope $\times 10$)

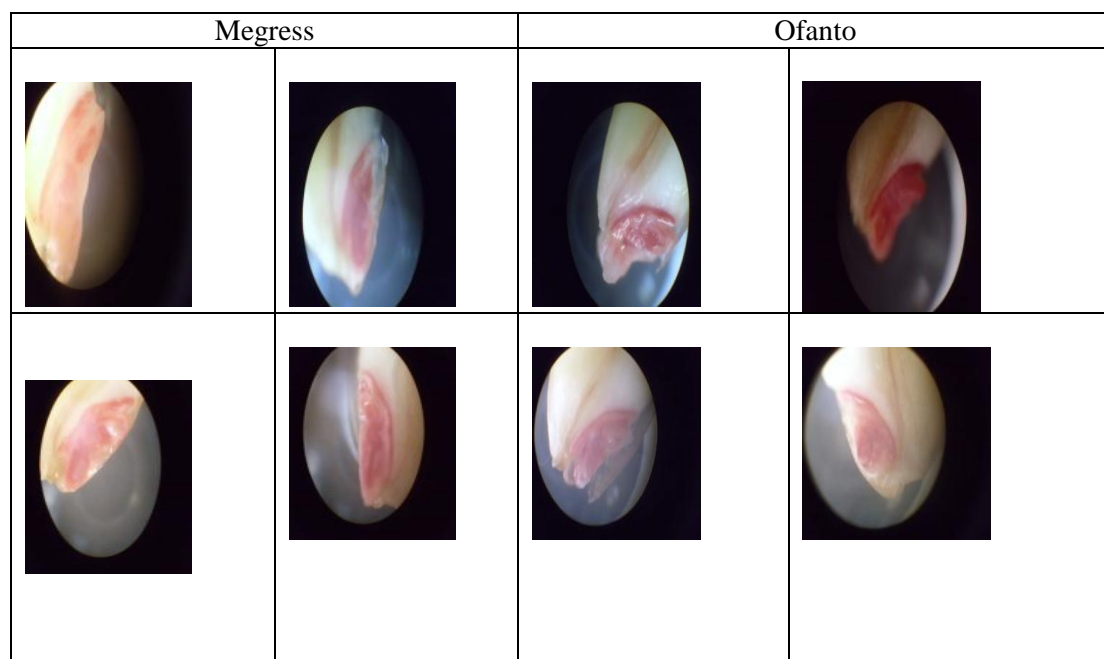


Figure. 3 : variétés Megress et Ofanto viable avec une vigueur moindre (agrandissement microscope $\times 10$)

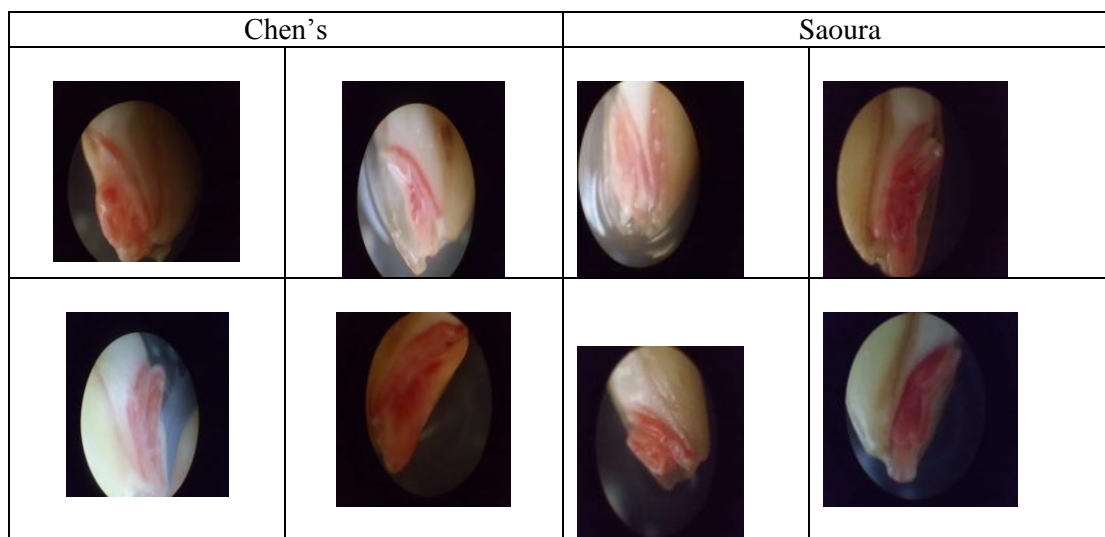


Figure.4 : variétés Chen's et Saoura, faible viabilité avec vigueur médiocre (agrandi microscope ×10)

2.3 Effets du vieillissement accéléré sur la germination

Après trois jours de germination les effets du vieillissement accéléré ont été décrits avec les six variétés de blé dur (Fig. 5). Le taux de germination des semences non traitées est presque total pour les six variétés de blé dur qui varié de 94% à 99% respectivement pour Ofanto et Setefis. Le traitement de VA provoque chez les six variétés de blé dur une chute non significative de potentiel germinatif. Celui-ci passe de 99% chez le témoin à 97 pour la variété Setefis et de 98% à 95% pour la variété Bousellam, de 98% à 93% pour Megress et 96% à 93% pour chen's ayant subi un traitement de VA de 2 jours, alors qu'il est de 94% à 85% pour la variété Ofanto suivi de Saoura qui passe de 97% à 87%. Les différences sont très hautement significatives avec $p=0.000$ pour le facteur variété.

Des traitements de VA de plus en plus longs entraînent une plus forte diminution du taux de germination, avec une chute nette après quatre jours de VA. Les deux variétés Bousellam et Setefis présentent une forte aptitude au VA avec un pourcentage de germination de 93% et 94% respectivement. La variété Megress est plus sensible avec un pourcentage de germination qui passe de 98% chez le témoin à 81%, suivi par la variété Ofanto avec 82%, Saoura 83% et chen's avec 85%. Les différences sont très hautement significatives avec $p=0.000$ pour le facteur VA. L'effet du

VA sur les six variétés est hautement significatif.

Après 10 jours de germination on note une augmentation du taux de germination par rapport au troisième jour. (Fig. 6).

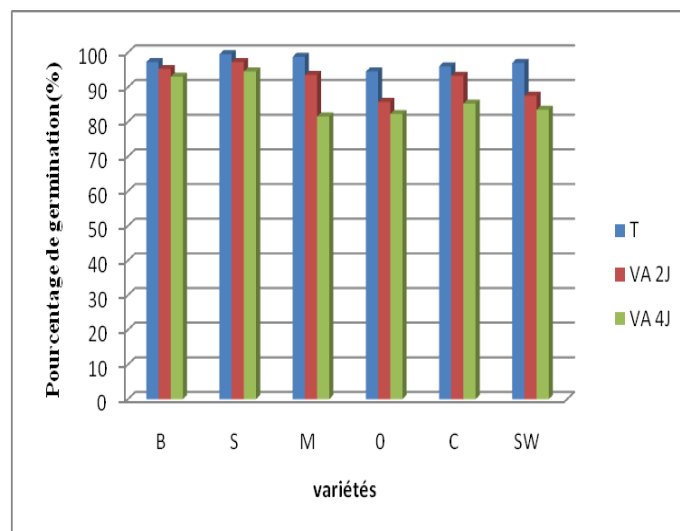


Figure.5 : Taux de germination après trois jours d'imbibition.

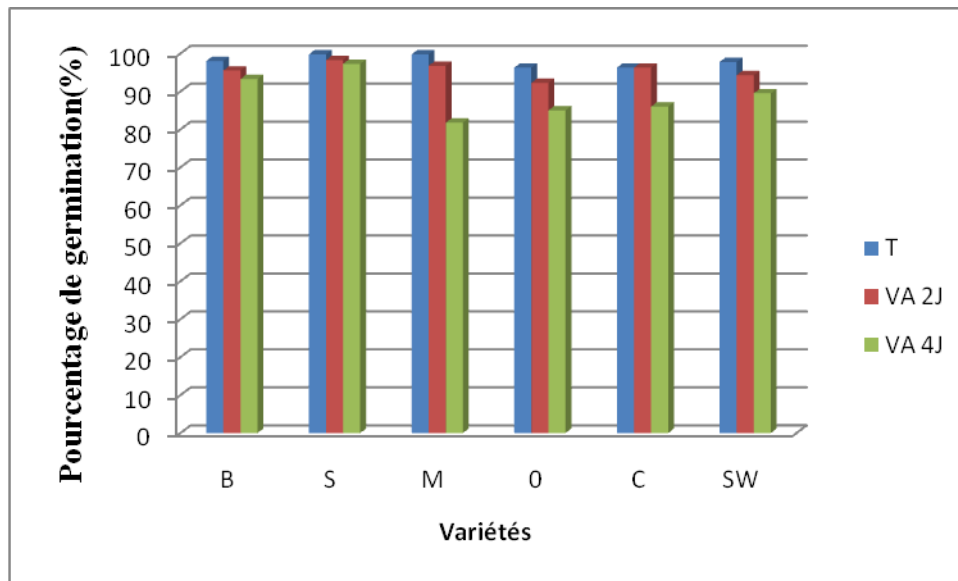


Figure.6 : Taux de germination après dix jours d'imbibition.

Une analyse de la variance sur les six variables utilisées pour décrire la germination après 10 jours a montré qu'il existe des différences très hautement significatives pour les deux facteurs variétés et VA. Le facteur interaction (VA*variété) est très hautement significatif.

2.4 Effets du vieillissement accéléré sur la croissance des plantules

2.4.1 Croissance des coléoptiles :

Chez les six variétés de blé dur étudiées, l'effet de VA sur la croissance des coléoptiles n'est pas significatif. La croissance de coléoptiles des semences non traitées variées entre 120 mm et 159 mm respectivement pour Saoura et Setefis.

Après deux jours de VA nous observons une diminution moins importante de la longueur de coléoptiles par rapport au témoin.

Après quatre jours de VA l'aptitude à la croissance est meilleure chez la variété Bousellam qui passe de 140mm chez le témoin à 110mm, Chen's est la variété la plus sensible au VA avec 75mm par rapport au témoin (128mm) (Fig. 7). Les différences sont très hautement significatives avec $p=0,000$ pour le facteur vieillissement. Le temps d'exposition au vieillissement accéléré influe de manière négative sur la croissance des coléoptiles. L'analyse de la variance montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre variétés ($p=0.000$).

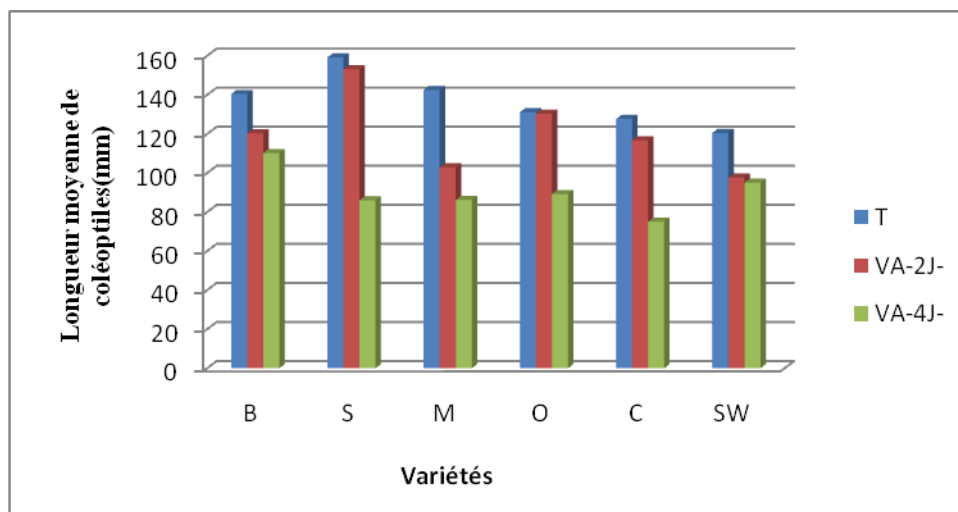


Figure.7 : longueur moyenne de coléoptiles des six variétés de blé dur.

2.4.2 Croissance des racines

L'analyse de la variance montre que l'effet de VA n'est pas significative. La croissance des racines des semences témoin varié entre 120 mm et 146 mm respectivement pour Saoura et Setefis. Le traitement au VA de deux jours a perturbé la croissance des racines des semences traitées qui varié entre 80 mm et 138 mm pour Megress et Setefis respectivement (Fig. 8)

Le VA de quatre jours a influé de manière drastique sur la croissance des racines qui varié entre 62mm et 100mm respectivement pour Megress et Bousellam. Une diminution importante de la longueur des racines des V2, V4, V5, V6 a été observée. L'aptitude à la croissance est meilleure chez la variété Bousellam. Les différences sont très hautement significatives entre variétés avec $p=0.000$.

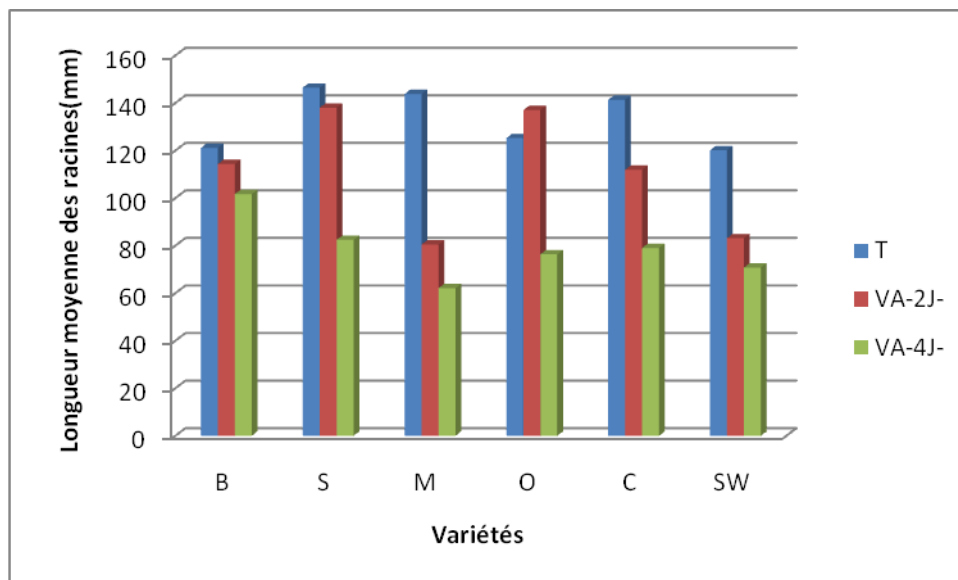


Figure. 8 : longueur moyenne des racines des six variétés de blé dur.

2.4.3 Nombre Moyen des Racines

L'effet de VA sur le NMR est très hautement significatif. L'analyse de la variance montre qu'il existe des différences très hautement significatives Entre variétés. Le VA influe d'une manière drastique et négative sur le nombre moyen des racines ; une chute

importante du nombre des racines après 4 jours d'exposition au VA est enregistrée. Le nombre passe de 37 à 10 pour la V1, 44 à 5 pour V3. Ofanto après deux jours de VA la même tendance de croissance, avec une forte aptitude à la croissance (Fig. 9).

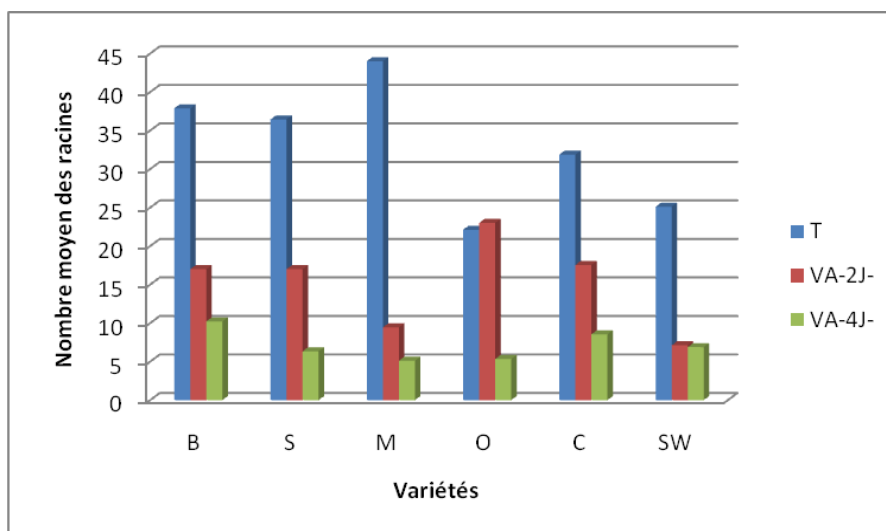


Figure.9 : nombre moyen des racines des six variétés de blé dur.

En résumé, l'observation des histogrammes et l'analyse de la variance correspondante ont permis de constater que la durée de VA a un effet remarquable sur la germination et la croissance des plantules, après deux jours de

traitement. Bousellam possède des potentialités germinatives élevées par rapport aux autres variétés étudiées. Notons aussi une meilleure aptitude à la croissance via le temps d'exposition maximum au VA.

Tableau.1 : Analyse de la variance a deux facteurs (AV2) et un seul facteur (AV1):

Variable	Source de variable	P
Test de germination Après trois jours	Variétés	0.000***
	Traitement	0.000***
	Variété*traitement	0.004**
Test de germination Après dix jours	Variétés	0.000***
	Traitement	0.000***
	Variété*traitement	0.001 ***
Longueur moyenne de coléoptiles	Variétés	0.000***
	Traitement	0.023 N.S
	Variété*traitement	0.174 N.S
Longueur moyenne des racines	Variétés	0.000***
	Traitement	0.119 N.S
	Variété*traitement	0.354 N.S
Nombre moyen des racines	Variétés	0.000***
	Traitement	0.024 N.S
	Variété*traitement	0.000***
Poids de mille grains	Variétés	0.000***

Discussion

Cette étude nous aura permis de comparer l'effet de vieillissement sur la capacité germinative des semences de quelques variétés de blé dur. Celles-ci ont bien supporté le VA de 2 jours par rapport au VA de 4 jours où l'effet négatif sur la germination et la croissance des plantules s'est avéré drastique. Toutefois, des différences variétales de comportement sont à enregistrer à l'issue de ce test.

Un blé ayant un PMG entre 24 et 34g est composé d'une faible quantité de graines, et entre 35 et 45g. Il renferme des graines moyennes ; de l'ordre de 46g et 56g présentant les grosses graines [12]. Ainsi selon cette classification, nos variétés sont des variétés à gros grains, mise à part Saoura qui est une variété à grains moyens. Le PMG est un critère essentiellement variétal, qui dépend aussi des conditions de culture. En effet, le PMG est sous l'effet de composantes tel la : matière sèche, la matière fraîche, l'eau et l'élévation de la température [13]. La masse de grains est une caractéristique variétale, mais les conditions pédoclimatiques exercent aussi un effet sur le poids de 1000 grains [14, 15, 16].

L'essai au Tétrazolium est un des nombreux essais chimiques mis au point en vue d'évaluer l'état physiologique des semences.

Quoi que l'essai au Tétrazolium repose sur un excellent principe, son utilisation pratique sur une base régulière soulève de nombreux problèmes: difficulté de colorer certaines graines; nécessité de sectionner ou de disséquer les semences pour pouvoir observer les parties colorées; faible corrélation avec les résultats des essais de germination dans certains cas, et notamment en ce qui concerne les semences de faible faculté germinative; interprétation variable de la coloration et de ses différentes nuances; et augmentation du nombre d'heures-homme nécessaires à l'essai de 400 semences en comparaison des essais de germination ordinaires [17].

L'emplacement, la taille des zones non teintées et parfois l'intensité de la teinture, sont utilisés pour déterminer si certaines semences sont considérées comme viables ou non [18].

Des comparaisons répétées entre les résultats du test de (TZ) et de germination sont souvent nécessaires pour aider à faire les ajustements convenables à l'évaluation des essais [19].

Les propriétés individuelles des semences, telles que la vitesse de germination et la croissance des plantules, variaient à l'intérieur

d'un même lot de semences et que les moyennes des lots de semences variaient aussi très souvent Nobbe (1876), [20].

D'après nos résultats, Les semences qui ont subi un VA pendant 2J ont gardé un pourcentage de germination élevé par rapport au témoin, ceci est cohérent avec les résultats de [21]. qui note une baisse moins importante de germination sur graines d'*Acacia tortilis*.

Le vieillissement accéléré de quatre jours entraîne une réduction de la capacité germinative, qui se traduit par une chute du taux de germination chez toutes les variétés étudiées. Mais la variété Bousellam qui présente le PMG le plus élevé est la plus apte au VA. Par contre Saoura qui présente le PMG le plus faible est la plus sensible au VA, vraisemblablement à cause des conditions de culture de la plante-mère ainsi que les conditions de maturation et de récolte.

Le traitement du VA a provoqué une baisse du pouvoir germinatif et donc de la vigueur des semences chez les variétés de blé dur étudiées. Cette baisse de vigueur, pourrait être expliquée par une perte de l'intégrité membranaire qui engendre une augmentation de fuites d'électrolytes. Ce phénomène déjà observé par plusieurs auteurs et sur différentes espèces végétales [22, 23, 24] serait associé à des réactions en chaîne initialisées par des radicaux libres [25].

Pour de nombreuses autres espèces végétales, des traitements de VA plus courts (trois à cinq jours) entraînent une chute du taux de germination. C'est le cas pour le soja, plante à réserves majoritairement lipidiques [26].

La croissance des plantules est aussi perturbée par le vieillissement accéléré. Il se produit d'abord un effet positif sur la croissance des organes aériens, alors que la taille des racines commence à diminuer. Cette différence de comportement entre organes aériens et souterrains pourrait être due à des phénomènes de compensation dans l'utilisation des ressources nécessaires à la croissance.

Des vieillissements plus prolongés conduisent à une diminution de croissance des parties aériennes et racinaires. Ceci confirme les résultats de la référence [27] qui a montré, à l'aide de la méthode de coloration au Tétrazolium, que le méristème racinaire est plus endommagé que le méristème caulinaire chez l'orge. Des résultats similaires (ralentissement puis arrêt de l'organogénèse et faible activité méristématique) ont été observés histologiquement chez le tournesol [28]. Par

ailleurs, le nombre de plantules anormales augmente considérablement avec la durée du VA. Cette augmentation d'anomalies avant toute diminution de la viabilité a déjà été observée chez le blé, le poireau, la laitue [29, 30, 31]. Des anomalies du système racinaire ont également été observées chez le blé, le soja et le tournesol à la suite d'une conservation de quatre ans, comme après un vieillissement accéléré [32].

Chez le blé, le vieillissement accéléré entraîne, une baisse de vigueur et un ralentissement de la croissance qui aboutissent à une perte de capacité germinative. Le vieillissement accéléré des semences peut donc être considéré comme un modèle satisfaisant de la détérioration des semences dans des conditions normales de conservation. Ceci confirme les résultats obtenus et rapportés par la référence [33].

Conclusion

Le présent travail a montré que les semences qui subissent un stress imposé, tel le vieillissement accéléré peuvent se comporter différemment dans leur mécanisme d'expression physiologique. Afin de déterminer la vigueur de 6 variétés du blé dur, nous avons établi un protocole expérimental qui consiste à étudier leur comportement à travers des paramètres physiologiques ; le but visé, étant de déterminer l'effet de VA sur la vigueur de semences de blé dur et de sélectionner les meilleurs génotypes vigoureux et apte au stockage. Concernant le taux de germination, l'ensemble des variétés testées ont été affectées par le VA, les résultats nous ont permis de constater une très bonne vigueur et viabilité chez le génotype « Bousellam » avec un taux de germination supérieur à 93% ainsi que la variété Setifis avec un pourcentage supérieur à 97%, suivi par la variété V6 qui possède le PMG le plus faible, le plus faible pourcentage de germination est donné par la variété Megress avec (81%). La variété Bousellam ayant le PMG le plus élevé a montré une meilleure croissance de coléoptiles et racines ainsi le nombre moyen des racines, suivi par la variété Saoura, la plus faible croissance de coléoptiles est donné par la variété Setifis. La faible croissance des racines ainsi le nombre moyen des racines est donné par Megress. A la lumière de la présente contribution, la variété Bousellam semble être performante et jugée intéressante parmi les 6 variétés mise à l'essai, suivie toutefois par la variété Saoura, et la variété Megress qui affichent des résultats plus faibles dans la plupart des tests appliqués

(pourcentage de germination, croissance des coléoptiles et NMR). Les résultats ont, de manière générale précisé que la vigueur des semences est déterminante et qu'elle dépend surtout du temps d'exposition de celles-ci au stress. Le temps fait la différence entre les semences exposées 48h ou 96h au vieillissement accéléré. Nous avons remarqué aussi que les graines de la variété Bousellam ont bien répondu face aux conditions qui ont caractérisé les tests de vigueur (Vieillessement accéléré). Ce test est très révélateur pour connaître l'état de santé, en termes de vigueur, des semences; car le rendement final en dépend. En conclusion, le vieillissement accéléré, est un bon test pour prédire la longévité des semences comme l'ont suggéré les auteurs de la référence [10]. Nos travaux ont à juste titre confirmé cette hypothèse.

Références

- [1] Aya A., N'dri N, Vroh-Bi I., Kouamé P.L. & Zoro I., 2011, Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines: implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire; *Sciences & Nature*, Vol. 8 N°1: 119 – 137.
- [2] Bacchetta G., Belletti P., Brullo S., Cagelli L., Carasso V., Casas J.L., Cervelli C., Escrib M.C., Fenu G., Gorian F., Güemes J., E. Mattana E., Nepi M., Pacini E., Pavone P., Piotto B., Cristiano Pontecorvo I., 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. 217 pp.
- [3] ISTA (International Seed Testing Association), 2004. International rules for seed testing, 767.
- [4] ISTA (International Seed Testing Association), 1985. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.* 13: 299–355.
- [5] Goel A., Goel K.A., Sheoran S.I., 2003. Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. *J. Plant Physiol.* 160: 1093–1100.
- [6] Jain N., Koopar R., Saxena S., 2006. Effect of accelerated ageing on seed of radish (*Raphanus sativus*). *Asian J. Plant Sci.* 5 (3): 461-464.
- [7] Kenanoğlu B.B., Demir I., Mavi K., Yetisir H., Kelec D., 2007. Effect of priming on germination of *Lagenaria siceraria* genotypes at low temperatures. *Tar. Bilimi. Derg.* 13 (3): 169-175.
- [8] Druvefors, U.Ä., 2004. Yeast Biocontrol of Grain Spoilage Moulds Mode of Action of *Pichia anomala*. Doctoral thesis. University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. *Agraria* 44-466.
- [9] Blondeau., Gilbert., Claude V., (1999). Les techniques de cultures en multicellules. Joliette, Presse de l'Université Laval, 394 p.
- [10] Delouche J. C., Baskin, C. C., (1973). Accelerated ageing techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, 1,427-452.
- [11] Tetrazolium Testing Committee, Tetrazolium Testing Handbook. For Agricultural seeds. Contribution N° 29 to the Handbook of Seed Testing .Eds. Association of Official Seed Analysts. 1970 pp .62.
- [12] Godon B., Willm C., 1991.les industries de première transformation des céréales. Ed Tec et Doc. Lavoisier, ISBN: 2-85206-071x. vol 2, pp. 103-126.
- [13] Rousset, M., 1986. Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. Ed. Tec et Doc., Lavoisier, APRIA, 479p. France.
- [14] Dexter, J.E., Matsuo, R.R., 1980. Relationship between durum wheat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*.26:899.
- [15] Godon B., 1991. Biotransformation des produits céréaliers. Ed. Tec et Doc. Lavoisier-Paris.p.9-24.
- [16] Bar C., 1995. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Lavoisier, Paris, 215 p.
- [17] Justuce, O.L., (1972). Essentials of seed testing. In seed biology Vol.3 (Ed.T.T.Kozlowski).Academic Press New York and London, 301-370.
- [18] Milosevic, M., Vujakovic, M. ETKaragic, D., (2010). Vigor tests as indicators of seed viability. *Genetika* Vol. 42, N° 1, p. 103-118.
- [19] Grabe, D.F. (1970). Tetrazolium test hand book. For agricultural seed contribution N° 29: Hand book on seed testing. Proceedings of the Association of official Seed Analysts, 62 p.
- [21] Teketay D., Granstrom A, 1997. Germination ecology of forest species from the high lands of Ethiopia. *Journal of Tropical ecology* 14:793-803.
- [22] Bailly C., Benamar A., Corbineau F., Côme D., 1996. Changes in malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds as related to deterioration during accelerated ageing. *Physiol Plant* 1996;97: 104-10.
- [23] Corbineau F., Gay-Mathiey M., Vinel D., Côme D., 2002. Decrease in sunflower (*Helianthus annuus*) seed viability caused by high temperature as related to energy metabolism, membrane damage and lipid composition. *Physiol Plant*; 116: 489-96.
- [24] Goel A., Sheoran S.I., 2003. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cottonseeds under natural ageing. *Biol. Plantarum* 46 (3) 429-434.
- [25] Mazliak P., 1983. Plant membrane lipids: changes and alterations during aging and senescence. In : Lieberman M, ed. Post Harvest Physiology and Crop Preservation. New York : Plenum Press , 100.

[26] Noubhani A., (1990). Dégradations cellulaires et modifications de l'expression du génome au cours du vieillissement accéléré des semences. *Thèse de doctorat de l'université de Bordeaux II*, In Coin, A. Effets comparés du vieillissement naturel et accéléré sur les semences d'orge (*Hordeum vulgare* L.),685.

[27] Chauhan K. P. S., (1985). The incidence of deterioration and its localisation in aged seeds of soybean and barley. *Seed Science and Technology*, 13,769-773.

[28] Gay-Mathieu C., (1991). *Recherche des processus impliqués dans la perte de l'aptitude à germer des semences de tournesol (*Helianthics annuus* L.) sous l'influence d'une température trop élevée. Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, Paris*, In Coin, A. Effets comparés du vieillissement naturel et accéléré sur les semences d'orge (*Hordeum vulgare* L.),685.

[29] Guy R., (1982). Influence du stockage SUT la durée de germination des semences. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 14, 99-101.

[30] Toole, E. H., Toole, V. K. et Gorman, E. A., (1948). Vegetable-seed storage as affected by temperature and relative humidity. *US. Department of Agriculture Technical Bidletin*, 972, 1-24.

[31] Priestley D.A., (1986). *Seed Aging. Implications for seed storage and persistence in the soil*. Comstock Publishing Associates, Ithaca and London, Cornell University Press, 137-165.

[32] Ladonne, F., (1987). Etude critique de quelques méthodes d'évaluation de la qualité germinative des lots de semences. *Thèse de l'Institut National Agronomique de Paris-Grignon*, France. 173 p.

[33] Lildiathev B. S., Zelensly G. V., Kiashlto Yu.G., et Shevchenlto Z. N., (1984). Modeling of seed ageing. *Seed Science and Teckiology*, 12,385-393.

Nomenclature

VA: Vieillissement accéléré.

°C : Degré celsius

mm : Millimètre

g: Gramme

B: Bousellam

S: Setefis

M; Megress

O: Ofanto

C: Chen's

Sw: Saoura

Fig.: Figure