

Etude de quelques expressions morpho- physiologiques chez trois génotypes de blé dur pour la sélection à la tolérance au déficit hydrique

Study of some morpho- physiological expressions in three durum wheat genotypes for drought tolerance selection

Houda Benmounah & Louhichi Brinis*

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

Soumis le : 18/06/2018

Révisé le : 27/07/2018

Accepté le : 04/09/2018

ملخص :

تعتبر هذه الدراسة بحث و كشف لطاقة الإنبات لثلاثة أصناف من القمح الصلب ، و هدفها تقييم مستوى نشاطهم . النسبة المئوية للإنبات، النمو في مرحلة مبكرة و تحليل إمتصاص الماء. كانت من ضمن تلك العوامل الترقمنا بتحليلها أهم النتائج المتحصل عليها كانت كالتالي :

- بعد 05 أو 10 أيام ليست هناك فرق معتبر في قدرة الإنبات.
- تحليل إمتصاص الماء يدل على ان البذور المستعملة في صحة فسلجية جيدة .
- في الحقل وجود شمع عند الصنف " عمار 6 " برهن انه يمتاز بصفات تأقلمية معتبرة في وجود جفاف أو فقدان مائي .

و في النهاية قد سمحت لنا هذه الدراسة المتواضعة بتحليل دقيق مبدي ، و سريع في نفس الوقت و هذا من اجل إستعمال البذور في تجارب حقلية .

الكلمات المفتاحية : قمح صلب - جفاف - فسلجة - تأقلم - نشاط

Résumé :

La présente contribution est une exploration des aptitudes germinatives de semences de trois génotypes de blé dur, permettant d'apprécier le niveau de vigueur de celles-ci. Le pourcentage de germination, la cinétique de croissance à un stade juvénile, le test d'absorption d'eau en sont quelques paramètres effectués. Un autre paramètre physique, à savoir la taille des semences, a aussi été pris en considération ; pour apprécier l'effet intra et inter variétés. Les résultats auxquels nous avons abouti montrent que le pourcentage de germination, exprimé après 5 jours et 10 jours ne semble pas discriminant à ce point et les résultats, malgré de légères variations restent quelque peu similaires. La cinétique de croissance, quant à elle, présente des différences entre les génotypes étudiés. Le test d'absorption d'eau a montré que les génotypes présentent une bonne vigueur. Au champ, il est à remarquer le caractère distinctif de présence de cire (composé donnant une texture lisse des feuilles) chez la variété Ammar6, ce qui lui confère en principe des qualités adaptatives de tolérance au stress hydrique. Cette étude nous aura permis une exploration préliminaire simple, rapide mais fiable tout autant, des semences, avant leur utilisation dans des essais en plein champ.

Mots clés : blé dur-stress hydrique- physiologie- adaptation-vigueur.

Abstract :

The present contribution is an exploration of germinative abilities of seeds from three durum wheat genotypes, allowing us to appreciate level of this vigor. Germination percentage, kinetic growth at seedling stage, water absorption were performed. Another physical parameter, seed size, was also chosen in order to appreciate its effect between and within varieties. Results that have been obtained show that germination percentages, expressed after 5 days and 10 days, does not seem to be discriminating at that point even though some light differences. Kinetic growth shows differences among genotypes. Water absorption showed varieties had higher vigor. Simeto that had the highest thousand kernel weight, seems to be correlated to water absorption test. In the field, waxiness was found in cv Ammar6. This study would have allowed us to perform simple, rapid and reliable tests for early screening before field planting.

Keys words: durum wheat-water stress- physiology- adaptation-vigor.

* Auteur correspondant : lbrinis@yahoo.fr

1. Introduction

Les céréales constituent en Algérie la principale source d'alimentation et représentent environ 3.5 millions d'hectares [1]. Le blé dur occupe à cet effet une place de choix avec ses 1.5 millions d'ha [2]. Malgré les nombreuses tentatives pour augmenter de manière substantielle la productivité, il n'en demeure pas vrai que les rendements n'ont jamais ou presque, excédé les 15qx/ha [3].

Les oscillations en dents de scie des productions céréalières trouvent leur explication dans l'irrégularité et l'imprévisibilité du climat dont les contraintes environnementales, abiotiques en particulier, se font sentir et pèsent sévèrement de tout leur poids sur le potentiel génétique des variétés. Les nouvelles variétés, dites intensives, à haut potentiel de rendement, sont le plus souvent sélectionnées sur la base de leur niveau de rendement sans tenir compte des traits d'adaptation qui sont des régulateurs de la production en zones arides et semi- arides [4]. Ces variétés, si en milieu favorable elles arrivent à exprimer leur potentiel de rendement, en régime pluvial, elles sont moins productives, eu égard à l'interaction génotype- milieu.

Selon [5], le rendement est à peine aux environs de 15qx/ha. En 2016, la production de blé en Algérie a atteint 3 500 000 tonnes [6]. Les faibles niveaux de rendement sont souvent expliqués par l'irrégularité de la pluviométrie et la sensibilité de la majorité des cultivars aux maladies fongiques.

La difficulté d'obtenir ou de sélectionner des génotypes prometteurs de rendement et de stabilité, réside dans le concept même de sélection [3].

La sélection directe au champ a néanmoins montré ses limites. La sélection indirecte, basée sur l'expression physiologique de certains traits, se trouve être une alternative intéressante [7]. Cette dernière peut à travers une évaluation exploratrice à un stade juvénile, précoce donc, de mieux identifier, quantifier mais hiérarchiser aussi des traits d'adaptation [3] ; [8] ; [9] et [10].

[11], [8] et [12] ont étudié et identifié des paramètres phénologiques, morphologiques et physiologiques, utilisés comme critère de criblage dans le processus d'amélioration génétique du blé pour la tolérance aux stress environnementaux, le stress hydrique en particulier.

Le stress hydrique limite la croissance des plantes ainsi que la productivité végétale [13]. De nombreuses études ont montré que lors d'un déficit hydrique, les plantes adoptent des stratégies qui diffèrent d'une espèce à une autre et qui font intervenir une large combinaison de facteurs morphologiques, physiologiques et biochimiques [14].

L'objectif de cette contribution vise à apprécier l'aptitude physiologique chez trois variétés de blé dur, aux stades de la germination et de la croissance des plantules. Parmi les attributs de la semence, sa capacité à germer, à germer vite, et à avoir une cinétique de croissance qui la crédite d'une bonne vigueur. Cette expression première à la germination constituerait un trait intéressant en faveur d'une variété dont les performances agronomiques peuvent être prédites sur la base des résultats au stade juvénile. De plus, nous souhaitons établir un lien entre ces données physiologiques et celles obtenues sur terrain et qui concernent des traits morphologiques de tolérance au stress hydrique. La texture de la feuille (cireuse ou glaucescente) et la position de celle-ci (érigée-semi érigée et tombante) ont été sélectionnées.

2. Matériel et méthodes

Matériel végétal

Trois variétés de blé dur ont servi de matériel génétique de base à savoir cv Vitron, cv Ammar6 et cv Simeto dont les origines respectives sont l'Espagne, le CIMMYT, et l'Italie. L'essai a été réalisé au laboratoire à des fins d'analyses physiologiques, de semences en particulier et au champ pour des notations de traits d'adaptation.

Dispositif expérimental

un bloc complètement randomisé a été choisi. Chaque variété comprend trois traitements avec trois répétitions.

10 graines / pot ont été semées à une profondeur de 6 cm.

Les traitements :

- T0 : absence de stress à la capacité au champ. Celle-ci a été évaluée à 250 ml par pot.
- T1 : stress de sévérité de 60% de la capacité au champ
- T2 : stress de sévérité de 30% de la capacité au champ.

Le stade de prélèvement des échantillons pour analyse eurent lieu au stade phénologique de 5 feuilles (plantule de 5 feuilles).

Analyses effectuées au laboratoire

Les analyses effectuées ont concerné dans un premier temps le PMG. Ce trait morphologique est considéré comme déterminant de la qualité technologique de semences.

Ensuite le % de germination a été évalué pour quantifier l'aptitude physiologique des trois variétés utilisées. Le test de vigueur et de viabilité a été réalisé respectivement à 5 jours et 10 jours dans les conditions optimales du laboratoire. (Température à 20°C et 60% d'humidité relative). Ces conditions sont celles préconisées par l'I.S.T.A (International Seed Testing Association).

La cinétique de croissance a été exécutée sur papier buvard (15 graines/ répétition). Les longueurs des racines et coléoptiles ont été évaluées journalièrement jusqu'à 12 jours ; au terme desquels l'essai pris fin.

Un test d'absorption d'eau a été effectué sur un lot de semences de 10 gr, trempé dans de l'eau et pesé toutes les 3 heures. La dernière pesée s'effectue après 48heures car au-delà, la germination physiologique s'opère (percée du coléoptile) et s'ensuit une perte d'eau.

Au champ : un essai de trois génotypes a été installé selon un dispositif expérimental des blocs complètement randomisés avec 3 blocs (répétitions) , chaque parcelle élémentaire constituée de 6 rangs de 2.5 m de long, espacés de 20 cm. L'espacement entre les variétés est de 50 cm.

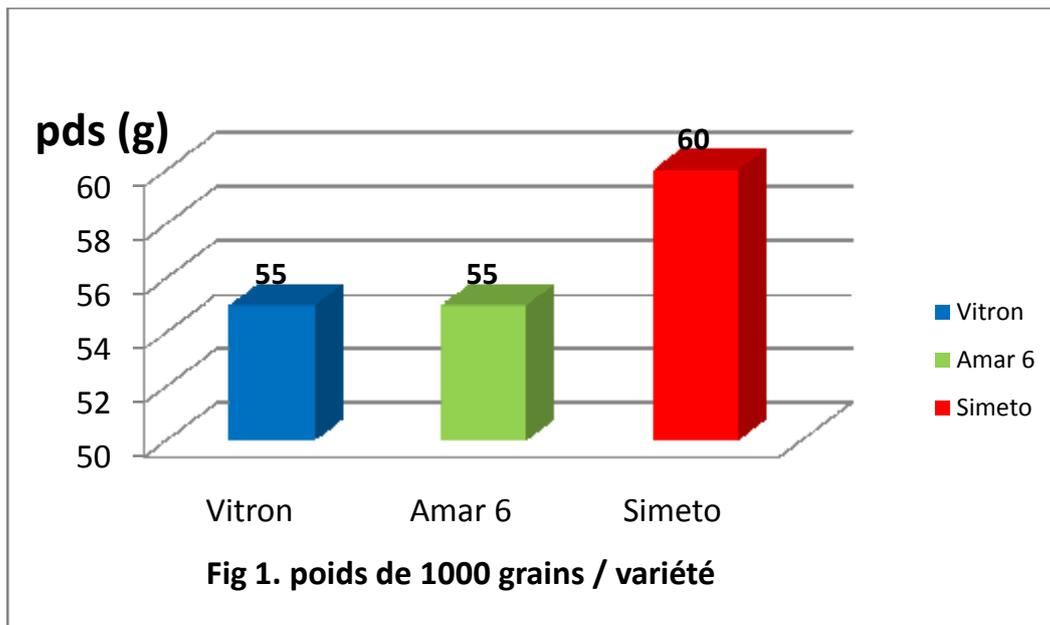
Les notations prises : deux traits physiologiques ont été ciblés pour la présente contribution. Il s'agit de :

- L'apparence de la feuille : érigée- semi- érigée- tombante
- La texture de la feuille : cireuse (waxiness), glaucescence

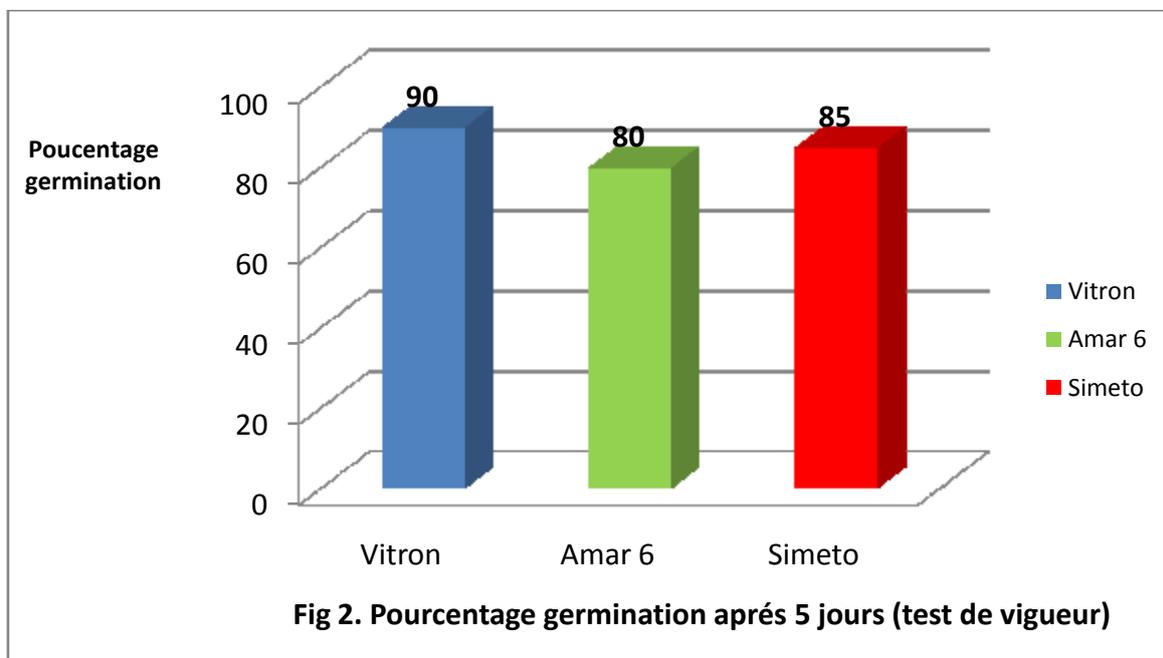
3. Résultats

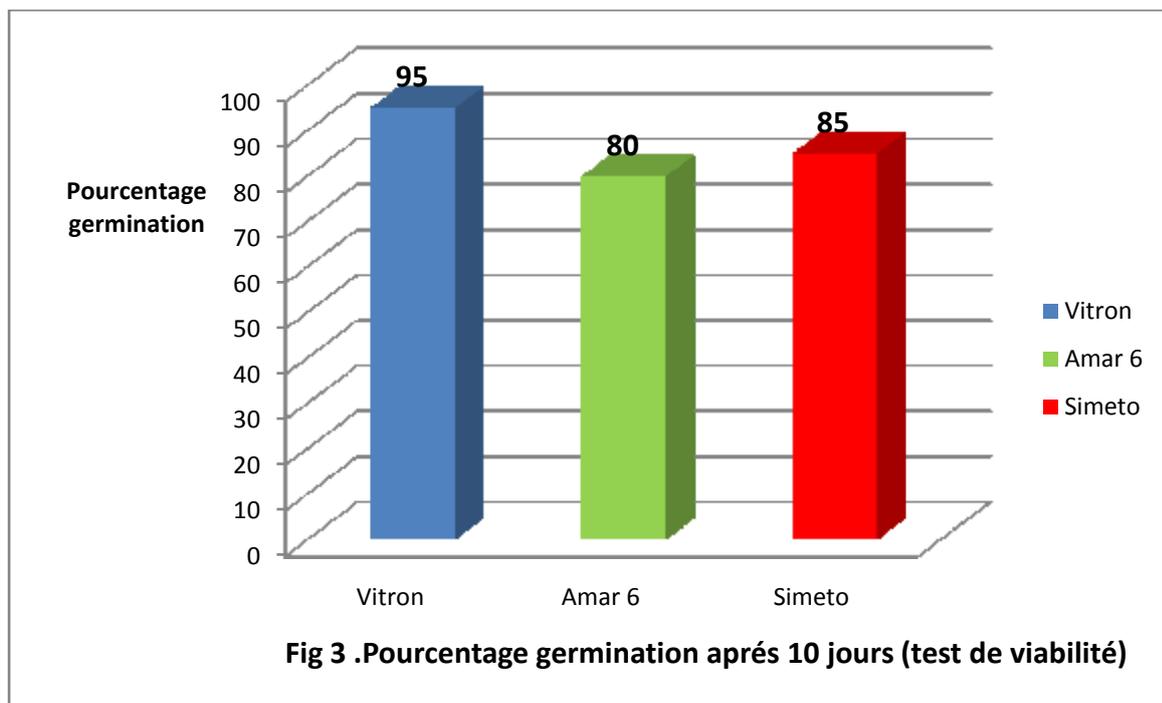
A l'issue de ce travail et au regard des résultats obtenus, illustrés soit par tableaux, soit par graphes, soit par histogrammes, il en ressort les points essentiels suivants :

- Le PMG (poids de 1000 grains), souvent utilisé comme un déterminant ou attribut important de qualité chez les semences, s'avère être le plus élevé chez la variété Simeto (60 grammes) fig 1. Ceci étant, les PMG des deux autres variétés (Vitron et Amar 6) ne sont pas négligeables non plus. Un PMG élevé va nécessairement impliquer un poids spécifique élevé des variétés, ce qui favorisera un rendement élevé lorsque les conditions sont optimales, en absence de stress.

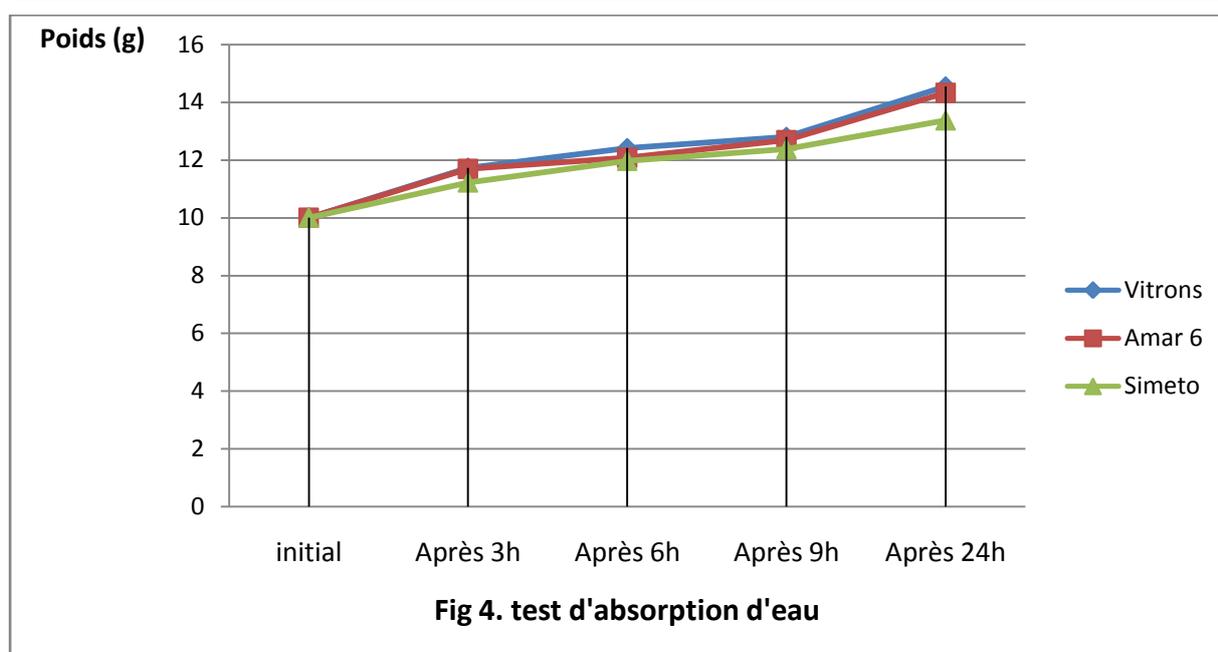


- **Le pouvoir germinatif** a montré un niveau élevé pour les trois variétés (fig 3), à cette différence près pour Vitron (95%) après 10 jours de germination. Ce test constitue en soi un test de viabilité (durée requise selon les normes ISTA [15]), alors qu'après 5 jours (fig2), les résultats, quelque peu similaires et élevés en tous cas, reflètent une bonne vigueur des semences des trois variétés. Ceci prouve que les génotypes mis en expérimentation ont une bonne santé physiologique, traduite par une viabilité et une vigueur appréciables.



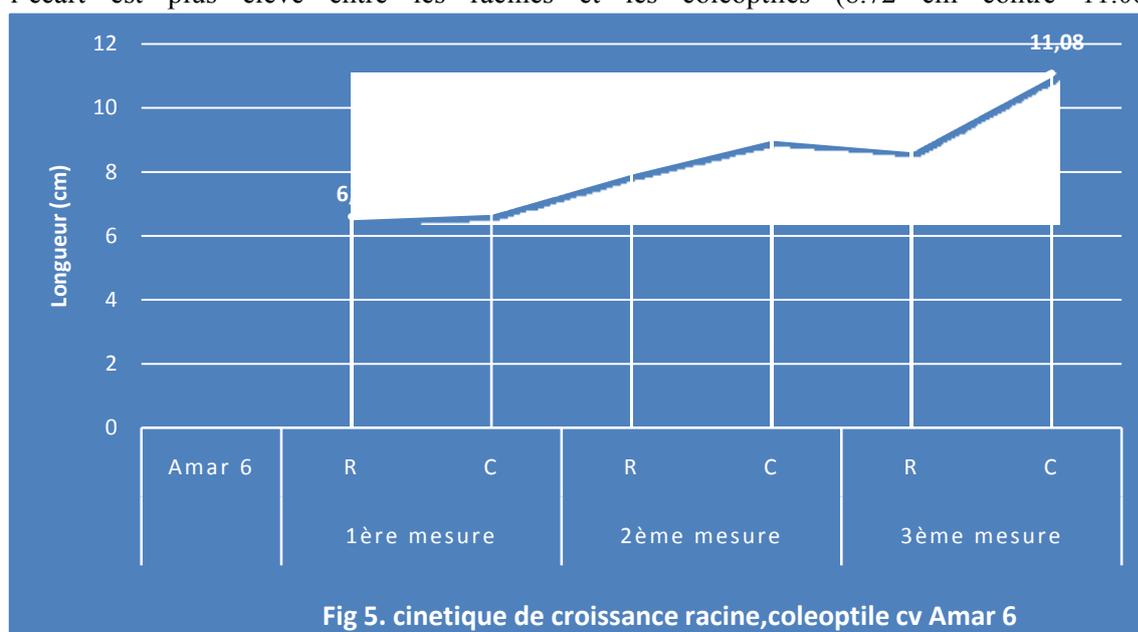


- **Le test d'absorption** d'eau (fig4), qui selon certains auteurs [16], doit discriminer entre les variétés selon la régulation du flux d'eau pendant une certaine durée (48h), a montré que la variété Simeto était celle qui absorbait le moins d'eau ; d'où l'hypothèse d'une meilleure intégrité membranaire de ses semences. Au-delà de 48 heures, les graines vont être à saturation, le péricarpe éclate et le point de rupture au niveau de l'embryon entrainera une perte d'eau et d'exsudats (leachates).
- Le fait aussi que le PMG de cette variété soit le plus élevé (60g), il est possible de faire un lien de corrélation négative. Plus le PMG est élevé, moins le génotype absorbera d'eau, même s'il reste encore à affiner et confirmer cette approche déductive. La composition nutritionnelle, telle la masse molaire protéique avec une densité de 1.2 par rapport à l'amidon, de densité 0.8, selon [17], peut en effet expliquer d'abord pourquoi un PMG peut-il être élevé, ensuite déduire que s'il est élevé, c'est en partie grâce à une nutrition azotée adéquate qui lui confèrera un bon PMG grâce à la translocation des photoassimilats vers la graine.



- **Cinétique de croissance :**
- **variété Amar 6**

La vitesse de germination (fig 5) évalue l'élongation du coléoptile et des racines principales. Les résultats obtenus par génotype montrent que la cinétique de croissance suit une courbe ascendante et ce, pendant 15 jours (période pendant laquelle l'essai a été suivi). Pendant la première mesure, les racines et les coléoptiles ont une longueur moyenne à peu près égale (6.60cm contre 6.77cm respectivement). Pendant la seconde phase de mensuration, les coléoptiles prennent légèrement le dessus sur les racines (9.08 cm contre 8.03), alors qu'à l'issue de la troisième et dernière mensuration, l'écart est plus élevé entre les racines et les coléoptiles (8.72 cm contre 11.08 cm).



- **Variété Vitron :** Contrairement à la variété Amar6, les racines ont une longueur plus élevée lors de la première mesure (3.74 cm contre 1.43 cm respectivement). Pendant la seconde phase de croissance, les racines demeurent encore supérieures en longueur (fig6) par rapport

aux coléoptiles (5.57 cm contre 4.36 cm). A l'issue du test, les coléoptiles ont surpassé en longueur les racines légèrement (6.32 cm contre 5.80 cm respectivement).

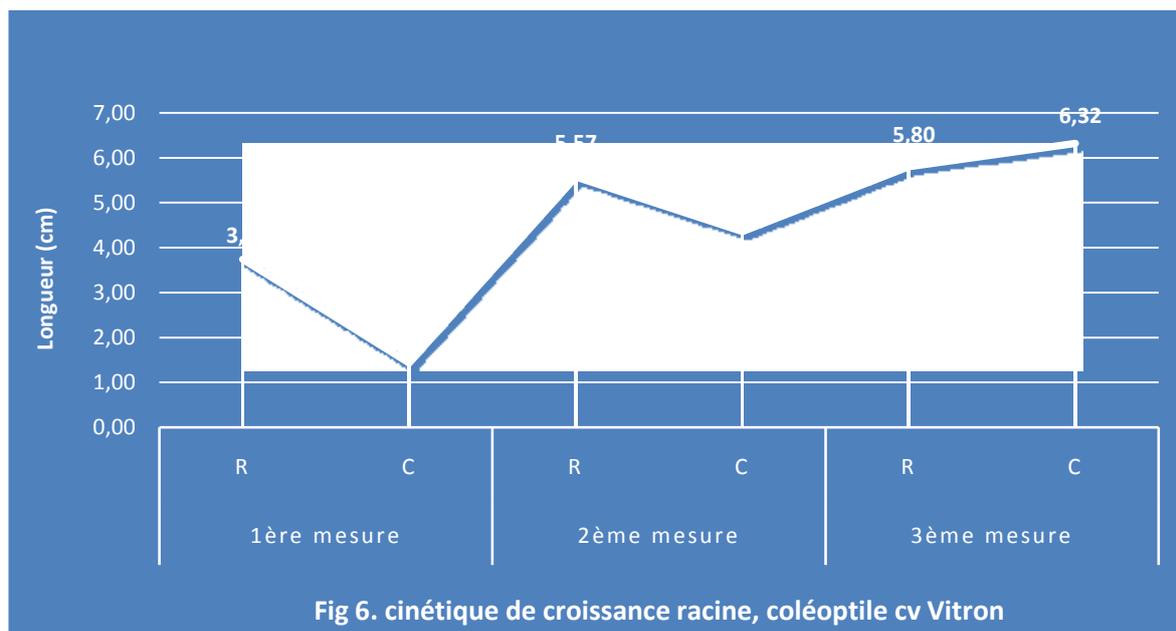


Fig 6. cinétique de croissance racine, coléoptile cv Vitron

- **Variété Simeto** : si pendant la première mesure les longueurs moyennes des racines et des coléoptiles semblent être relativement rapprochées (6.95cm pour les racines et 7.85cm pour les coléoptiles), la seconde phase est plus discriminante (8.17cm contre 10.57 cm, alors que les dernières mesures vont en faveur des coléoptiles (11.85) contre 8.63cm pour les racines. (fig7)

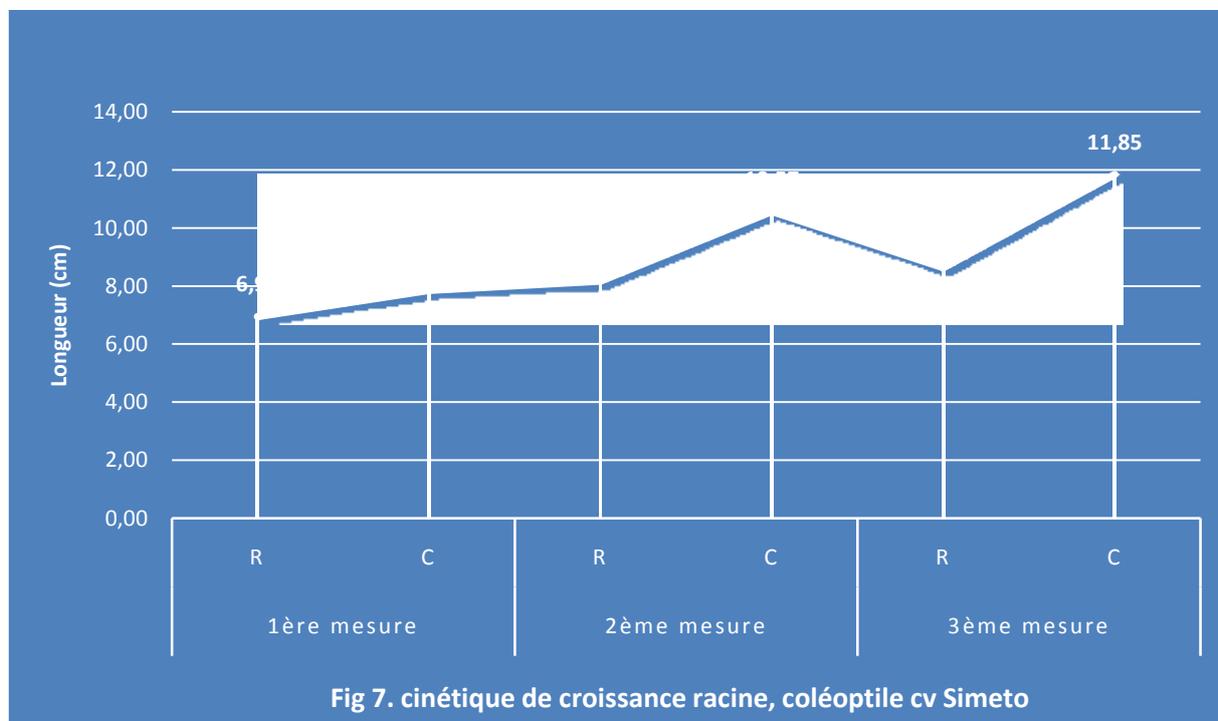


Fig 7. cinétique de croissance racine, coléoptile cv Simeto

Ces résultats montrent la spécificité génotypique qui se traduit par des manifestations physiologiques particulières et qui sont pour un bon nombre d'entre elles, liées au corpus génétique de l'espèce, voire de la variété.

Ces résultats seront encore davantage révélateurs lorsqu'un stress abiotique, le stress hydrique en l'occurrence est imposé à ces variétés. Cela permettrait d'élucider les mécanismes adaptatifs et de pouvoir associer ces traits d'accommodation à d'autres traits phéno-morphologiques. Ainsi, il en ressort que des modèles physiologiques peuvent être déduits grâce à cette démarche de sélection trait par trait, appelée aussi approche analytique.

Au champ : dans la perspective d'une approche multi caractères, synthétique et corrélative entre différents traits d'adaptation au stress hydrique, il a été possible d'identifier les traits suivants :

- Feuille pendante (flag leaf) pour Vitron
- Semi pendante pour Simeto
- Feuille érigée (erect leaf) pour Ammar6

L'aspect présence de texture lisse foliaire (dépôt de cire) a aussi été pris en considération. La variété Ammar6 possède ce caractère qui lui confère une adaptation toute indiquée sous des conditions de hautes températures et déficit hydrique.

4. Conclusion

Les résultats obtenus pour ce volet de physiologie de semences constituent un préalable pour la suite de l'exploration au stade juvénile, grâce aux tests prédictifs. La sélection indirecte, qui, tiendra compte à la fois des performances obtenues pendant la germination mais aussi des aptitudes exprimées au stade plantule, nous permettra de procéder à un criblage de traits susceptibles d'être intégrés dans un programme d'amélioration génétique du blé dur. La sélection directe qui consiste seulement à quantifier le rendement en grains, a montré quelque peu ses limites et ce, compte tenu de l'imprévisibilité et de l'irrégularité des paramètres du climat. Pour se rapprocher davantage des prévisions de rendement, nous préconiserons une exploration fine des génotypes étudiés en vue d'identifier des marqueurs prédictifs de tolérance au stress hydrique. Ces marqueurs peuvent être phénologiques (esquive pour échapper au stress) ; physiologiques (production de photoassimilats) ; élaboration d'osmorégulateurs de tolérance au stress imposé (accumulation de proline, de sucres solubles et de protéines).

Ces produits issus de catabolisme ou de protéolyse serviront de bio protecteurs de la cellule. Il reviendra à l'améliorateur d'apprécier la participation et la part de chacun de ces marqueurs selon leur importance et d'en faire bon usage en les intégrant dans le processus de sélection variétale.

References

- [1] MADR 2014. Annuaire statistique du ministère de l'agriculture et du développement rural, MADR Algérie, série B : pp 77
- [2] Megherbi A, Mehdadi Z., Toumi F., Moueddene K. et Bouadjra S.E.B.2012. Tolérance à la sécheresse du blé dur (*Triticum durum* Desf) et identification des paramètres morpho-physiologiques d'adaptation dans la région de SBA. *Acta Botanica Gallica*. Vol 159 (1), pp 137-143.
- [3] Brinis L.1995. Effets du stress hydrique sur quelques mécanismes morphophysiologiques des traits d'adaptation et déterminisme génétique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) Recherche d'héritabilité transgressive en F1. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences , Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 156p.
- [4] Lalla Z. 2010. Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains et les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. Mémoire de magister, Faculté des Sciences, Département d'Agronomie. Université Ferhat Abbas, Sétif. 97p.
- [5] Benbelkacem A.E.K. 2013. Rapport national des activités du projet INRA-ICARDA 2012-2013. Pp : 45.
- [6] FAO. 2014. Données statistiques des cultures. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>, 18.02.2017.

- [7] Monneveux P. et Nemmar M. 1986. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre et le blé dur ; étude de l'accumulation de la proline au cours de cycle de développement. *Agronomie*, 6 :583-590.
- [8] Monneveux P. 1991. Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. In : l'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides (AUPELF-UREF, ed) John Libbey Eurotext, Paris, 165-186.
- [9] Acevedo, E. 1985. Assessing crop and plant attributes for cereal improvement in water limited Mediterranean environments. *J. Wiley ed.* P.303-320
- [10] Nachit M.M. et Jarrah M. 1986. Association of some morphological characters to grain yield in durum wheat under mediterranean dryland conditions. *Rachis.*, 5 :33-35.
- [11] Clarke J.M. 1987. Use of physiological and morphological traits in breeding programs to improve drought resistance of cereals. In : Drought tolerance in winter cereals (JP Srivastava, E Porceddu, E Acevedo, S Varma, eds) John Wiley and Sons, UK, 171-189.
- [12] Passioura J. B. 1996. Drought and drought tolerance. *Plant growth regulation* 20: 79-83. Kluwer Academic Publishers
- [13] Wang W., Vinocur B. et Altman A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures : towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218: 1-14
- [14] Monneveux P. et Belhassen E., 1997. Drought tolerance in higher plants. Kluwer Academic Publishers.177p
- [15] ISTA. 1978. Rules for testing seeds. Association of official seed analysis. *Journal of Seed Technology*, Vol 3, number 3
- [16] Harrington J.F. 1959. Effect of fruit maturity and harvesting methods on germination of muskmelon seed. *Proceeding of American Society for horticultural Science*. 73: 422- 430.
- [17] Abdul Baki. A.A. 1969. Relationship of glucose metabolism in germinability and vigor in barley and wheat seeds. *Crop Science*, 9: pp. 732- 737

Nomenclature

Fig: figure

Cm: centimètre

g: gramme

Pds: poids

PMG: poids de mille grains