

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB – BLIDA 1



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA
VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIES ET AGRO-
ECOLOGIE



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

Filière : Biotechnologie
Spécialité : Biotechnologie Végétale

Thème

Essais de germination de quelques céréales dans des conditions du stress

Présenté par :

- M. OUNOUGH I Abdel Hafid
- M. SAHNOUNI Farés

Devant le jury composé de :

•Mme CHAOUIA C.	Professeur	Présidente	Univ. Blida1
•M. ABBAD M.	MCA	Examineur	Univ. Blida1
•M. HAMIDI Y.	MCB	Promoteur	Univ. Blida1

Année universitaire : 2022/2023

Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents, mon père **Ahmad** et ma mère **Messaoui K** pour leurs sacrifices et leurs soutiens tout au long de mes études, et mes frères **Zaki** et **Ayoub** .*

*A mes sœur **Salima** et **Souhila** et **Zoubida**.*

*A mon binôme de soutenance **O.abde el Hafd** .*

A tous mes amis qui ont toujours était présents avec moi

B.Mohamed A.Redouane R.Islame Riyadh

A.Chafik

*À tous mes amis de la promotion de Master
biotechnologie végétale et l'amélioration des plantes.*

Fares

Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents, mon père **Mohmed** Sofien et ma mère **Othmani** FZ pour leurs sacrifices et leurs soutiens tout au long de mes études.*

A Mes frère et ma petite sœur

*À tout la famille **Ounoughi***

*Et la famille **Othmani***

*À mes amies surtout mon binôme **S.fares** . et mon partenaire de tout le procure universitaire **Azouaou R** et le cher amies **B.Mohamed***

À tous mes amis de la promotion de Master biotechnologie végétale

Abdel Hafid



REMERCIEMENT



On tient tout d'abord à exprimer notre gratitude envers Dieu, le Tout-Puissant, pour nous avoir accordé la force et la patience nécessaires pour atteindre nos objectifs.

On aimerait adresser nos sincères remerciements et la profonde reconnaissance à nos parents, qui n'ont soutenu et encouragé tout au long de ce parcours. Leur amour, leur soutien et leur confiance ont été essentiels à notre réussite.

On souhaite exprimer notre plus grande reconnaissance envers M hamidi pour son encadrement rigoureux, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de ce travail. Sa direction éclairée a été d'une importance capitale pour la réalisation de ce projet.

On tient à remercier chaleureusement Mme. Chaouia d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance. Sa participation et son expertise sont très appréciées.

Nos remerciements vont également à M. Abbad d'avoir accepté de juger notre travail et à tous nos amis qui nous ont soutenu et encouragé tout au long de ce parcours académique.

Enfin, on tient à exprimer notre gratitude envers toutes les personnes, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Leur apport et leur soutien ont été précieux et je leur en suis sincèrement reconnaissant.

Résumé

Le blé dur est considéré comme une culture stratégique en Algérie. Toutefois, la germination et la croissance de cette culture sont limitées par différents stress environnementaux nocifs comme le stress thermique causé par des basses et/ou des hautes températures.

Notre expérimentation est menée sur des graines de deux variétés du blé dur (*Triticum durum* Desf.), variété Simeto et variété Boutaleb et des graines une variété du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) variété Boussalem.

Pour cette étude nous avons utilisé deux hormones végétales comme activateurs de germination à des concentrations de 50mg/l et 100mg/l, à savoir l'acide gibbérellique et l'acide ascorbique. Ces hormones sont appliquées sur des graines de blé testées dans des conditions de stress thermique causé par une température basse de 10°C et une température élevée de 30°C, afin d'évaluer l'impact des hormones dans l'amélioration de la germination en comparaison avec une température de 25°C.

Les résultats de l'étude indiquent que le blé dur (*Triticum durum*) et le blé tendre (*Triticum aestivum*) présentent une thermo-sensibilité distincte lors de la germination. La température optimale qui favorise la germination se situent autour de 25°C pour les deux variétés. Cependant, les basses températures (10°C) entraînent un ralentissement du processus de germination, tandis que les températures élevées, autour de 30°C, favorisent une germination plus rapide mais moins favorable en termes de taux de réussite.

L'étude a montré que les phytohormones utilisées ont un effet significatif et positif sur les paramètres de germination et l'application exogène des phytohormones a amélioré considérablement les paramètres de croissance des plantules comparativement au témoin.

Ces résultats mettent en évidence l'importance de la température et des hormones végétales dans la régulation de la germination du blé dur et tendre.

Mots clés : Blé dur, blé tendre, phytohormone, stress thermique, germination.

ملخص:

القمح الصلب يُعتبر محصولاً استراتيجياً في الجزائر. ومع ذلك، تقتصر الإنبات والنمو لهذا المحصول بوجود مختلف الضغوط البيئية الضارة مثل الإجهاد الحراري الناجم عن درجات حرارة منخفضة و / أو مرتفعة

تم إجراء تجربتنا على بذور من اثنتين من أصناف القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*)، وهي سلالة سيميتو وسلالة بوطالب، وعلى بذور من سلالة واحدة من القمح اللين (*Triticum aestivum, L.*) وهي سلالة بوسالم .

لهذه الدراسة استخدمنا هرمونين نباتيين كمنشطات للإنبات بتركيزات 50 مجم / لتر و 100 مجم / لتر، وهما الحمض الجبريليك والحمض الأسكوربيك.

تم تطبيق هذه الهرمونات على بذور القمح تحت ظروف الإجهاد الحراري الناجم عن درجة حرارة منخفضة تبلغ 10 درجات مئوية ودرجة حرارة مرتفعة تبلغ 30 درجة مئوية، من أجل تقييم تأثير الهرمونات في تحسين الإنبات مقارنة مع درجة حرارة 25 درجة مئوية .

أظهرت نتائج الدراسة أن القمح الصلب (*Triticum durum*) والقمح اللين (*Triticum aestivum*) يظهران حساسية حرارية مميزة أثناء الإنبات.

درجة الحرارة المثلى التي تعزز الإنبات تقع حوالي 25 درجة مئوية للسلالتين. ومع ذلك، تؤدي درجات الحرارة المنخفضة (10 درجات مئوية) إلى تباطؤ عملية الإنبات، بينما تعزز درجات الحرارة المرتفعة، حوالي 30 درجة مئوية، الإنبات بسرعة أكبر ولكن بنسبة نجاح أقل. أظهرت الدراسة أن الهرمونات النباتية المستخدمة لها تأثير كبير وإيجابي على معاملات الإنبات، وأن تطبيق الهرمونات النباتية الخارجية قد حسن بشكل كبير معاملات نمو الشتلات مقارنةً بالمجموعة الشاهد. تسلط هذه النتائج الضوء على أهمية درجة الحرارة والهرمونات النباتية في تنظيم الإنبات للقمح الصلب والقمح اللين.

كلمات مفتاحية: القمح الصلب، القمح اللين، الهرمونات النباتية، الإجهاد الحراري، الإنبات.

Abstract

Durum wheat is considered a strategic crop in Algeria. However, the germination and growth of this crop are limited by various harmful environmental stresses, such as thermal stress caused by low and/or high temperatures.

Our experimentation is conducted on seeds of two varieties of durum wheat (*Triticum durum Desf.*), Simeto variety and Boutaleb variety, and on seeds of one variety of soft wheat (*Triticum aestivum L.*), Boussalem variety.

For this study, we used two plant hormones as germination activators at concentrations of 50mg/l and 100mg/l, namely *gibberellic acid* and *ascorbic acid*. These hormones are applied to wheat seeds tested under conditions of thermal stress caused by a low temperature of 10°C and a high temperature of 30°C, to evaluate the impact of the hormones in improving germination compared to a temperature of 25°C.

The results of the study indicate that durum wheat (*Triticum durum*) and soft wheat (*Triticum aestivum*) exhibit distinct thermo-sensitivity during germination. The optimal temperature that promotes germination is around 25°C for both varieties. However, low temperatures (10°C) lead to a slowdown in the germination process, while high temperatures, around 30°C, favor faster germination but with less favorable success rates.

The study has shown that the used phytohormones have a significant and positive effect on germination parameters, and the exogenous application of phytohormones significantly improved the growth parameters of seedlings compared to the control.

These results highlight the importance of temperature and plant hormones in regulating germination of durum and soft wheat.

Keywords : Durum wheat, soft wheat, phytohormone, thermal stress, germination.

TABLE DE MATIERES

Introduction	1
Chapitre 1 : Partie bibliographique	
I. Généralité sur le blé	
1. Généralités sur les céréales	3
2. Blé dur	3
3. Origine géographique.....	3
4. Origine génétique	4
5. Clarification botanique	4
6. Importance de blé dur	5
6.1. Dans le monde	5
6.2. En Algérie	6
7. Biologie et le cycle végétatif du blé dur	7
II. Germination	
1. Généralité sur la germination	9
2. Morphologie de la germination	9
3. Physiologie de la germination	9
4. Condition de la germination	9
5. Modes germination	10
6. Facteur de germination	10
III. Stress thermique	
1. Généralités sur le stress	12
2. Catégorie du stress	12
2.1. Biotique	12
2.2. Abiotique	12
3. Les plantes et le stress	12
4. stress thermique	13
5. la hausse de température	14
5.1. Réponses morphologique et de croissance	15

TABLE DE MATIERES

5.2. Réponses physiologiques	16
5.2.1. Relation avec l'eau	16
5.2.2 Photosynthèse, photosystème et sénescence des feuilles	16
5.2.3 Dommages oxydatifs	17
5.2.4 Respiration	17
5.2.5 Synthèse de l'amidon	17
6. Stress causé par la basse température	18
6.1. Réponses physiologique dans les plantes	18

Chapitre 2 : Matériel et méthode

1. Matériel biologique	19
2. Description des différents traitements testés	21
3. Préparation des différents traitements	21
4. Préparation des grains pour le test de germination	22
4.1. Désinfection des grains.....	22
4.2. Application des traitements	22
4.3 Application du stress thermique	23
5. paramètre étudiés	25
5.1. Pourcentage de germination.....	25
5.2. Biomasse fraîche produite	25
5.3. Longueur de la partie racinaire et aérienne.....	25
5.4. Biomasse sèche	25
5.6. Analyse de données	25

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Résultats.....	26
Discussion.....	36
Conclusion.....	45
Référence	46

Figure 1: Production alimentaire dans le monde : blé (tonnes) 2014	5
.....	
Figure 02 : Différentes étapes de la culture de blé	8
.....	
Figure 3: Germination épigée et hypogée	10
.....	
Figure 4: Facteurs impliqués dans la capacité germinative des semences (Come, 1993)	11
.....	
Figure 5 : Indicateurs du stress thermique sont les caractéristiques de maintien du vert, la couverture du sol rapide et la phénologie et le traçage précoce (photo d'un projet de recherche de l'USDA).	14
.....	
Figure 6: Préparation des boites.	22
.....	
Figure 7 : Trempage des graines dans les différentes solutions hormonales	23
.....	
Figure 8 : Mise en germination des graines à 10C° et à 25°C	24
.....	
Figure 9: Germination et Croissance des plantules.	24
.....	
Figure 10: Croissance des plantules dans une chambre de culture	25
.....	

Figure 11: Variations de taux de germination des graines de blé à la température 10°C	26
.....	
Figure 12: Variations de taux de germination des graines de blé à la température 25°C	27
.....	
Figure 13: Variations de taux de germination des graines de blé à la température 30°C	28
.....	
Figure 14: Taux de germination des trois variétés par rapport ou trois températures	29
.....	
Figure 15: Poids frais des plantules à la température 10°C	30
.....	
Figure 16: Poids frais des plantules à la température 25°C	31
.....	
Figure 17: Poids frais des plantules à la température 30°C	32
.....	
Figure 18: Poids frais des plantules des trois variétés par rapport ou trois températures.	32
.....	
Figure 19: Longueur de la partie racinaire à la température 10°C	33

LISTE DES FIGURE

Figure 20: Longueur de la partie racinaire à la température 25°C	34
Figure 21 : Longueur de la partie racinaire à la température 30°C	35
Figure 22 : Longueur de racine des plants des trois variétés par rapport ou trois températures.	35
Figure 23 : Variation des interactions Méthodes X Traitement pour le taux de germination	38
Figure 24 : Variation des poids secs des plantules de blé dur en condition de stress thermique	38
Figure 25 : Variation des interactions Méthodes X Traitement pour le poids sec des plantules	39
Figure 26 : Variation des poids secs des racines de blé dur en condition de stress thermique	40
Figure 27 : Variation des interactions Méthodes X Traitement pour le poids sec des racines	41
Figure 28 : Variation des poids frais des plantules de blé dur en condition de stress thermique.	41
Figure 29 : Variation des interactions Méthodes X Traitement pour le poids frais des plantules	42

Figure 30 : Variation des poids frais de la partie racinaire de blé dur en condition de stress 43 thermique.

.....

Figure 31 : Variation des interactions Méthodes X Traitement pour le poids frais de la partie racinaire 44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Classification du blé dur d'après Feillet, (2000).	4
.....	
Tableau 02 : Principaux producteurs de blé (tonne)	5
.....	
Tableau 03 : Production de blé en Algérie (tonne).	7

Introduction

Introduction :

Les céréales ont joué un rôle capital dans le développement de l'humanité. La majorité des civilisations se sont développées autour d'une céréale : les civilisations asiatiques autour de la culture du riz, les précolombiennes autour du maïs et les babyloniennes et égyptiennes autour du blé (Moule, 1971). Le blé est une culture céréalière importante dans de nombreuses régions du globe, il est communément connu sous le nom de roi des céréales. Il appartient à la famille des Poaceae, il est la deuxième nourriture la plus produite parmi les céréales après le maïs à l'échelle mondiale (Datta et *al.*, 2009).

En Algérie, la culture des céréales occupe une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays. La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 millions d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures (Djermoun, 2009). Aussi, les importations des céréales représentent 43% des valeurs globales des importations du pays et le blé dur représente la majorité des importations (Smadhi et Zella, 2009).

La production de blé dur, comme le reste des cultures céréalières est limitée par des stress biotiques et abiotiques qui représentent de réelles contraintes affectant les rendements (Turki et *al.*, 2014).

La température est un facteur important pour le développement des géotypes de blé. Dans les environnements méditerranéens, les hautes températures de fin de cycle sont considérées comme un facteur important de limitation de rendement. Des températures, au-dessus de 30°C, affectent le poids final de grain (Al-Khatib et Paulsen, 1984). L'effet des hautes températures peut modifier, non seulement le poids final de grain, mais aussi le nombre de grains par épi et par unité de surface (Wardlaw et *al.*, 1989 ; Calderini et *al.*, 1999).

Le stress dû au froid est un facteur environnemental majeur qui influe sérieusement sur la croissance et le développement des plantes et sur la productivité des cultures. Le stress dû au froid, y compris le refroidissement (0 à 15 °C) et la congélation (< 0 °C), est un stress abiotique qui nuit à la croissance et à la productivité agricole des plantes (Guo et *al.*, 2018; Liu et *al.*, 2018).

Au cours des dernières décennies, un protecteur exogène tel que l'hormone végétale s'est avéré efficace pour atténuer les dégâts induits par les stress abiotique dans la plante (Iqbal et *al.*, 2012 ; Yusuf et *al.*, 2012).

La croissance et le développement des plantes sessiles sont régulés de manière coordonnée par l'activité de plusieurs phytohormones qui contrôlent de nombreux processus physiologiques et biochimiques (Iqbal et *al.*, 2014). Ces régulateurs de croissance jouent un rôle essentiel dans le maintien de la croissance des plantes dans des conditions de stress, y compris le stress thermique (Kaya et *al.*, 2013).

L'application exogène de l'acide gibbérellique (AG3) et l'acide ascorbique (AAs), produit un certain effet dans l'atténuation des effets néfastes du stress thermique et améliore également la germination, la croissance, le développement et le rendement. Le contrôle du rapport dose/réponse d'hormones reste un défi, puisque les niveaux d'hormones atteints devraient être modérés afin de maintenir un équilibre entre les effets positifs des hormones végétales sur la tolérance aux stress et les effets négatifs sur la croissance et le développement (Gul et *al.*, 2000 ; Khan et *al.*, 2004 ; Afzal et *al.*, 2005; Nir et *al.*, 2014).

Notre recherche, consiste à déterminer l'effet de l'application exogène des régulateurs de croissance (AG3 et AAs) à des concentrations de 50mg/l et 100mg/l sur la germination des graines du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et de blé tendre (*Triticum aestivum* L.), dans des conditions du stress thermique causé par une température élevée (30°C) et une température basse (10°C), comparées avec une température de 25°C.

Généralités sur le blé

1. Généralités sur les céréales :

Les céréales sont des espèces cultivées généralement pour leurs grains. La plupart des céréales appartiennent à la famille des graminées (Poacées). Ce sont : le blé, l'orge, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho (Mouille, 1971). Près d'un milliard de tonnes des céréales sont produits, annuellement dans le monde dont le blé et le riz en sont les plus importants. (Aboudaou, 2011). Selon Chaib et *al.* (2015), l'Algérie se classe huitième comme pays importateur de céréales au monde.

2. Blé dur :

Le blé est une plante herbacée annuelle, appartient à la classe des monocotylédones de la famille des Poacées, appartient au groupe des grandes espèces du genre *Triticum* (Parts et *al.* 1971). Et c'est une espèce qui s'adapte à des sols et à des climats variés.

En termes de production commerciale et d'alimentation humaine, cette espèce est la deuxième plus importante du genre *Triticum* après le blé tendre. Leur famille comprend 600 genres et le plus de 500 espèces (Feillet, 2000). La plante du blé est une graminée de hauteur moyenne pouvant atteindre jusqu'à 1.5m selon les variétés (Bozzini, 1988). L'appareil végétatif comprend l'appareil aérien et l'appareil racinaire (Gate et Giban, 2003).

3. Origine géographique :

La découverte du blé remonte à 15000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de la Jordanie, de l'Iraq, et la bordure Ouest de l'Iran (Ouanzar, 2012).

La base de divers éléments botaniques, génétiques et archéologiques, que le creuset de notre céréaliculture se situerait en une zone plus limitée « Croissant fertile », localisée autour de l'amont du Tigre et de l'Euphrate, dans des territoires actuels de la Syrie et de la Turquie. On croit que le blé dur provient des territoires actuels de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran (Feldman, 2001 ; Mouellef, 2010). Bonjean et Picard, 1990, affirment que le monde Romain a largement contribué à la diffusion des céréales du bassin méditerranéen vers l'Europe centrale et l'Europe de l'Ouest.

4. Origine génétique :

Pendant plusieurs millénaires, le blé n'est cultivé, comme les autres céréales, qu'en faibles quantités et avec de très bas rendements (Naville, 2005). Les analyses cytogénétiques plus récentes appuyées par les analyses biochimiques qui utilisent des marqueurs moléculaires ont permis de retracer les progénitures des formes cultivées de blé et de mieux comprendre les processus de polyploïdie qui ont produit les diverses espèces spontanées et les formes cultivées de blé (Verville, 2003).

Selon Belaid, (1996) ; Verville (2003) et Naville, (2005), les blés constituent le genre *Triticum* qui comporte un certain nombre d'espèces sauvages et cultivées qui se différencient par leur degré de ploïdie et par leur nombre de chromosomes. Génétiquement, ils sont divisés en diploïdes, tétraploïde et hexaploïdes.

5. Classification botanique :

Le blé dur est une plante herbacée, monocotylédone appelé aussi céréale à paille appartient à la famille des Graminées, genre *Triticum*. Cette famille comprend 600 genres et plus de 5000 espèces. Une classification détaillée est donnée ci- dessous (Feillet, 2000) :

Tableau 01 : Classification du blé dur d'après Feillet, (2000).

Embranchement	Angiospermes
Sous embranchement	Spermaphytes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Glumiflorales
Super ordre	Comméliniflorales
Famille	Graminae et/ou Poaceae
Tribu	Triticeae
Sous tribu	Triticinae
Genre et espèce	<i>Triticum durum</i> Desf

Ce type de classification a eu le mérite d'orienter la recherche de gènes susceptibles d'intéresser le sélectionneur sur le plan des caractéristiques agronomiques tels que la résistance aux basses températures, la précocité et les grains gros et vitreux. (Monneveux, 1989).

6. Importance du blé dur :

6.1. Dans le monde :

La production mondiale de blé dur en 2015/16 au cours de mois de février 2016 est en hausse de 1,7 million de tonnes par rapport au mois de janvier de la même année, atteignant 39,7 millions de tonnes, un bond de 15 % par rapport au résultat de l'année précédente.

Tableau 02 : Principaux producteurs de blé (tonne)

Production faible  Production élevée

CLASSEMENT DES ÉTATS DU MONDE PAR PRODUCTION DE BLÉ (en tonnes)					
Source : "Wheat", FAOSTAT, Food and Agriculture Organization, United Nations.					
RANG	ÉTAT OU TERRITOIRE	PRODUCTION DE BLÉ (t)			
		1961	1980	2000	2018
1	Chine	14 250 000	55 210 000	99 636 000	131 440 500
2	Inde	10 997 000	31 830 000	76 368 896	99 700 000
3	Russie	-	-	34 460 052	72 136 149
4	États-Unis	33 539 008	64 799 504	60 639 376	51 286 540
5	France	9 573 520	23 781 008	37 355 957	35 798 234
6	Canada	7 713 000	19 292 000	26 535 500	31 769 200
7	Pakistan	3 814 000	10 856 500	21 078 600	25 076 149
8	Ukraine	-	-	10 197 000	24 652 840
9	Australie	6 727 192	10 856 000	22 108 000	20 941 134
10	Allemagne	5 076 707	11 253 864	21 621 548	20 263 500
11	Turquie	7 135 000	16 554 000	21 000 000	20 000 000
12	Argentine	5 725 000	7 974 700	15 478 660	18 518 045

(FAO ,2018).

Production alimentaire: blé (tonnes)
2014



Perspective monde, date de consultation: 15/04/2022, sources: FAO-ONU, Highcharts.com [map], coordonnées

Figure 01 : Production alimentaire dans le monde : blé (tonnes) 2014

Le classement de l'année 2015 des principaux premiers producteurs du blé indique que l'UE est toujours située en quatrième position après l'Inde (FAO, 2015). L'UE et le continent américain sont excédentaires en blé, ce qui leur confère un avantage économique et géopolitique indéniable.

Au contraire, l'Asie et l'Afrique apparaissent déficitaires, ce qui renforce leur dépendance à l'égard des grands pays exportateurs. Le marché mondial du blé est segmenté en différents groupes de pays qui ont diverses capacités de production et de consommation de blé, ce qui rend ce marché plus propice à la volatilité des prix. Seulement 19% de la production mondiale du blé est échangée et il s'agit d'un marché de surplus et d'excédent (Charvet, 2012).

6.2. En Algérie :

A. Production et consommation :

Chaque année, environ 3,3 millions d'hectares sont consacrés à des cultures céréalières dont environ 1,5 million d'hectares sont plantés de blé dur, 600 000 hectares de blé tendre, la récolte de céréales a atteint 4 MMT dont le blé panifié représentait 1% de la production totale. Le blé étant le produit de consommation de base, les habitants des pays magrébins sont les plus gros consommateurs de cette denrée au monde notamment l'Algérie avec près de 600 grammes par personne et par jour (Abis, 2012). Cette consommation de blé a légèrement augmenté ces dernières années en raison de l'urbanisation accrue, de la croissance de la population et de l'augmentation de la capacité de broyage, mais devrait rester plus ou moins stagnante (Hales et Rush, 2016). Selon la FAO durant l'année 2014 l'Algérie est classée en quatrième position au niveau africain et à la dix-septième position au niveau mondial avec une production du blé de 2.4 millions de tonnes, collectée est constituée en moyenne de blé dur 58,7%, blé tendre 33% (FAO, 2014).

B. Importation :

Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales (en particulier le blé dur et le blé tendre) du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population (Ammar, 2014). L'Algérie a importé de 6 à 7 Mt par an de blé total au cours des cinq dernières années, le blé tendre représentait environ 80 pour cent du blé total importé en

2015, tandis que les importations de blé dur représentaient seulement 20 pour cent, car elle est produite moins de blé tendre que de blé dur et que la production domestique est encore principalement axée sur le temps et ne répond pas encore à la demande malgré l'augmentation des rendements due à la stratégie agricole.

C. Zones céréalières en Algérie :

Les 2/3 des cultures céréalières se trouvent sur les hautes plaines, caractérisées par une altitude assez élevée de 800 à 1200 m d'altitude, des hivers froids et des précipitations irrégulières et insuffisantes. Cette région est aussi marquée par des gelées printanières fréquentes et des vents chauds et desséchants en fin de cycle de la plante (Baldy, 1974). L'aire de production des céréales est subdivisée en 05 grandes zones aux potentialités très différentes (tableau 3 ; ITGC, 1992).

Tableau 03 : Production de blé en Algérie (tonne).

Algérie	2013	2014	2015	2016	2017
	3299049	2436197	2656731	2440097	2436503

(FAO, 2019)

7. Biologie et le cycle végétatif du blé dur :

Le blé dur est une graminée monocotylédone composée d'un appareil végétatif herbacé, qui comporte un système racinaire fasciculé, une tige plus ou moins creuse et des feuilles engainantes. (Jonard, 1970).

Le cycle de développement du blé, en le décomposant en deux périodes : une période végétative, et une période reproductrice. D'autres considèrent que la maturation constitue une troisième période. Les modifications morphologiques résultent à la fois processus de croissance et de processus de développement.

Ces deux processus sont complémentaires et indissociables. Ils aboutissent à la production de matière sèche, résultant de la transformation de ressources du milieu par l'intermédiaires de capteurs aériens (feuilles : surfaces photo synthétisantes) et capteurs souterrains (racines : capteurs d'eau et d'éléments minéraux).

La croissance consiste en une augmentation irréversible des dimensions et du poids des différents organes constitutifs de la plante. C'est une notion quantitative.

Le développement consiste en l'apparition d'organes nouveaux ou le franchissement par la plante d'une étape différente mais complémentaire de la précédente. C'est une notion qualitative (Papadakis, 1983). Croissance et développement sont mesurées selon plusieurs échelles permet la caractérisation des stades repères, elle repose sur la description de la morphologie du brin –maitre.

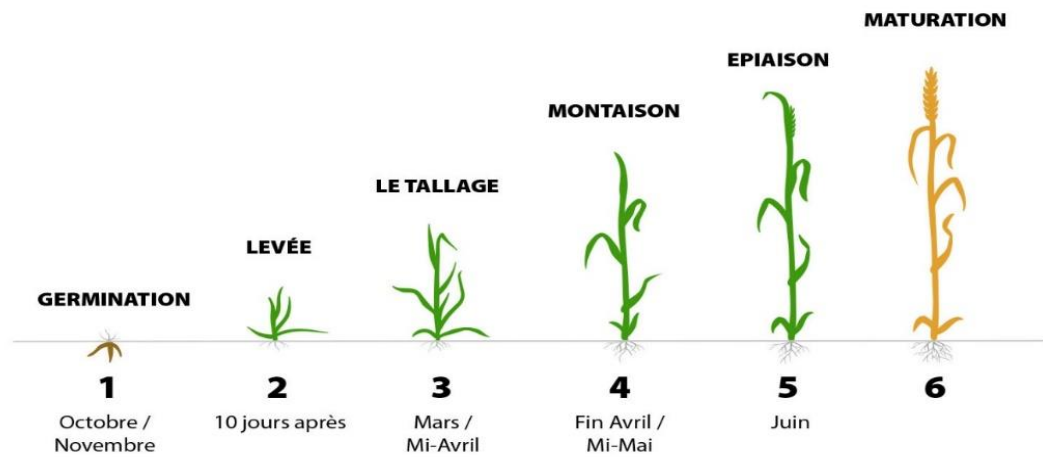


Figure 02 : Différentes étapes de la culture de blé

Germination

1. Généralités sur la germination :

La germination désigne l'ensemble des processus physiologiques qui vont du début de la réhydratation de la graine à la sortie de la radicule. Elle est caractérisée par une importante absorption d'eau, une forte activité métabolique et thermogène intense (Heller et *al.*, 2004).

La germination est l'ensemble des phénomènes par lesquels la plantule, en vie ralentie dans la graine mure, commence une vie active et se développe grâce aux réserves contenues dans cette dernière (Mazoyer, 2002). Elle se débute lorsque la graine commence à absorber de l'eau (Bill, 2007), et elle se traduit par la sortie des racines séminales et par la croissance du coléoptile (Boulal et *al.*, 2007).

2. Morphologie de germination :

Quand la graine absorbe l'eau, cette opération elle se traduit par la sortie de radicule et il s'oriente vers le milieu (sol) (Meyer et *al.*, 2004) avec une croissance de coléoptile (Boulale, 2007).

3. Physiologie de germination :

Au cours de la germination, la graine se réhydrate et consomme l'oxygène pour acquérir l'énergie nécessaire, et le bon contact de tégument avec le sol, conditionne une bonne imbibition (Michelle, 1997).

4. Conditions de la germination :

➤ **Conditions internes :**

Ces conditions concerne la graine elle-même, qu'elle doit être vivante et mure, a une capacité pour germer et saine (Jean et *al.*, 1998).

➤ **Conditions externes :**

- Eau : Elle est nécessaire pour la germination, elle peut être utilisée par l'embryon pour avoir un gonflement des cellules suivi par la sortie de radicule (Domonique., 2007).

- Température : Elle joue un rôle sur l'augmentation de la vitesse des réactions chimiques pour stimuler la germination (Domonique, 2007), et elle favorise la solubilité d'oxygène dans l'embryon (Chaussant, 1975).

- Oxygène : il est très important pour la germination et rentre dans les réactions métaboliques de la germination (Domonique, 2007).

- Lumière : Elle est considérée comme une condition importante, mais il y a des cultures qui n'exigent pas ce facteur (Cherfaoui, 1987).

5. Modes de germination :

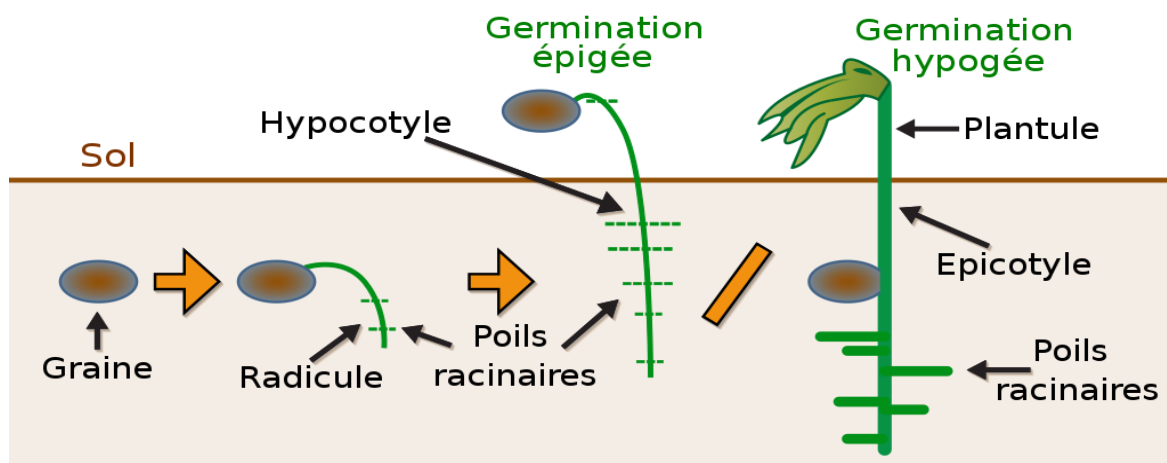


Figure 03 : Germination épigée et hypogée

- **la germination épigée** : Comme chez le haricot par exemple, la graine est soulevée hors du sol par accroissement rapide de la tigelle qui donne l'axe hypocotyle qui soulève les deux cotylédons hors du sol. La gemmule se développe (après la radicule) et donne une tige feuillée au-dessus des deux cotylédons.

- **la germination hypogée** : Comme chez le maïs, la graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et le ou les cotylédons restent dans le sol.

6. Facteurs de la germination :

La germination d'un lot de semences dépend de nombreux facteurs selon l'origine des semences, les traitements qu'elles ont subis et les conditions de germination. En d'autres termes,

la capacité germinative d'une semence est fonction de son génome mais aussi de divers facteurs que Come (1993), a regroupés en 4 catégories.

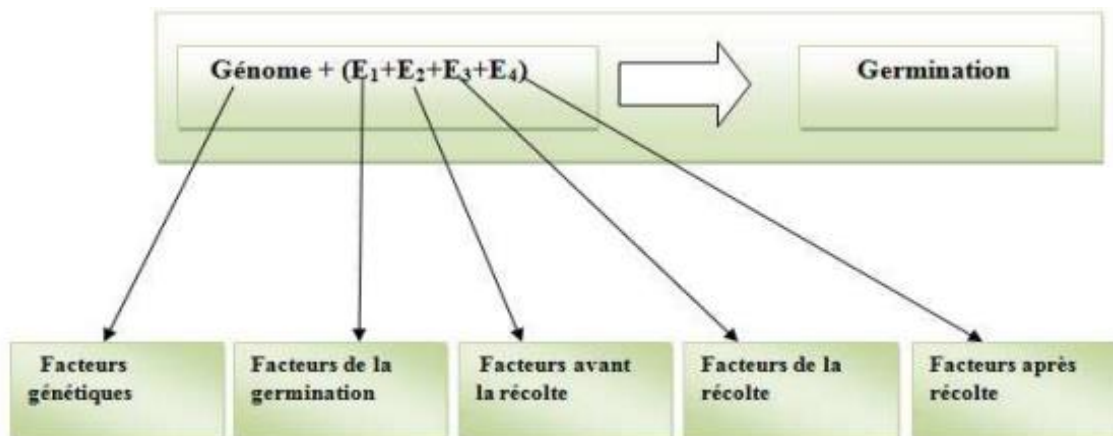


Figure 04 : Facteurs impliqués dans la capacité germinative des semences (Come, 1993)

- Les facteurs avant la récolte correspondent :
 - Au climat (température, lumière et pluie) ;
 - Aux techniques culturales dont la fumure et les produits phytosanitaires ;
 - A la position des semences sur la plante mère ;
 - A l'âge de la plante mère.
- En ce qui concerne les facteurs de la germination, ils sont d'ordre :
 - Intrinsèque (levée de dormance, maturité de l'embryon, longévité de la graine).
 - Extrinsèque (eau, oxygène, température, la lumière).

Matériel et méthodes

Objectif de l'étude :

L'objectif de notre essai consiste à étudier l'effet de l'application exogène des phytohormones (AG3 et AAs) à une concentration de 50mg/l et 100mg/l sur la germination de deux variétés du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et une variété du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) en condition de stress thermique causé par une température élevée (30°C) et une température basse (10°C) en comparaison avec une température témoin de 25°C.

Notre expérimentation a été menée au laboratoire d'Amélioration des plantes et au laboratoire de Physiologie végétale, du Département de Biotechnologie et Agro-Écologie, Université de Blida 1.

1. Matériel biologique :

L'expérimentation est menée sur des graines du Blé dur (*Triticum durum* Desf.), variété *Simeto* et variété *Boutaleb* et des graines du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) variété *Boussalem*. Dont les graines proviennent de l'ITGC (El-Harrach), ayant une pureté spécifique et une faculté germinative de 98%.

Ces variétés présentent les caractéristiques suivantes :

- Variété *Simeto* :

Le blé *Simeto* est une variété de blé dur (*Triticum durum*) qui tire son nom de la rivière *Simeto* en Sicile, en Italie. Il s'agit d'une variété cultivée spécifiquement dans cette région et est réputée pour ses caractéristiques agronomiques et culinaires.

Le blé *Simeto* est apprécié pour sa résistance aux maladies et aux stress environnementaux, ainsi que pour sa qualité meunière et sa teneur élevée en protéines. Il possède des grains durs et dorés, avec une teneur élevée en gluten, ce qui le rend adapté à la production de pâtes alimentaires de qualité.

Caractéristiques morphologiques :

- ✓ Compacité de l'épi : demi-lâche
- ✓ Couleur de l'épi blanche
- ✓ Hauteur de la plante à la maturité : 90-100

Caractéristiques culturales :

- ✓ Alter-nativité : hiver
- ✓ Cycle végétatif : semi précoce
- ✓ Tallage : fort

Résistance :

- ✓ Au froid : tolérante
- ✓ À la verse : tolérante
- ✓ À la sécheresse : sensible

- **Variété Boutaleb :**

Est une variété de blé dur à cycle végétatif intermédiaire, a fort tallage et à port demi dressé.

Elle est caractérisée par :

- ✓ Un rendement en grain en paille élevé,
- ✓ Une bonne adaptation à la sécheresse et à la verse,
- ✓ Une bonne qualité de semoule,
- ✓ Une bonne tolérance au changement climatique.

Comportement physiologique à regard de :

- ✓ La verse Hautement tolérante
- ✓ La sécheresse : Tolérante
- ✓ Le froid : Tolérante

Productivité :

- ✓ Rendement en grain optimal en pluvial : 50 q/ha
- ✓ Rendement en grain optimal en irrigué : 70 q/ha
- ✓ Poids de mille grains : Elevé

- **Variété Boussalem :**

Est une variété de blé tendre (*Triticum aestivum*) qui est cultivée en Algérie, principalement dans la région de Boussâada.

Caractéristiques morphologiques :

- ✓ Compacité de l'épi : demi-lâche
- ✓ Couleur de l'épi blanche
- ✓ Hauteur de la plante à la maturité : 90-100

Caractéristiques culturales :

- ✓ Alternativité : hiver
- ✓ Cycle végétatif : mi- tardif
- ✓ Tallage : fort

Résistance :

- ✓ Au froid : bonne
- ✓ À la verse : bonne
- ✓ À la sécheresse : bonne

2. Description des différents traitements testés :

Pour cette étude, nous avons utilisé deux hormones végétales comme activateurs de la germination à des concentrations de 50mg/l et de 100mg/l pour chaque hormone.

Tableau 04 : Description des différents traitements

Traitement	Concentration
T0 : Eau distillée (témoin)	///
T1 : Acide gibbérellique	50mg/l
T2 : Acide gibbérellique	100mg/l
T3 : Acide ascorbique	50mg/l
T4 : Acide ascorbique	100mg/l

3. Préparation des différents traitements :

Traitement 0 : Eau distillée.

Traitement 1 : 50mg d'acide gibbérellique dissoudre dans 1L d'eau distillée.

Traitement 2 : 100mg d'acide gibbérellique dissoudre dans 1L d'eau distillée.

Traitement 3 : 50mg d'acide ascorbique dissoudre dans 1L d'eau distillée.

Traitement 4 : 100mg d'acide ascorbique dissoudre dans 1L d'eau distillée

4. Préparation des graines pour les tests de germination :

4.1. Désinfection des graines :

Les graines choisies doivent être saines, elles ont été sélectionnées selon leur taille et leur forme, les semences ont été trempées dans une solution d'hypochlorite de sodium à une concentration de 2,5% pendant 10 min, puis rincées abondamment à l'eau distillée pour éliminer les traces de chlore.



Figure 6 : Préparation des boîtes.

4.2. Application des traitements :

Après la désinfection et le séchage de lot de semence, les graines sont mises directement dans les boîtes de Pétri de 90mm diamètre et les différents traitements hormonaux sont appliqués directement au moment de la mise en germination.

L'étude de la réponse des graines et des plantules au stress thermique est réalisée par l'imbibition de 25 boîtes de Pétri pour chaque température et chaque variété, soit 75 boîtes pour chaque variété. Dont V1 est la variété Boussalem, V2 est la variété Boutaleb et V3 est la variété Simeto.

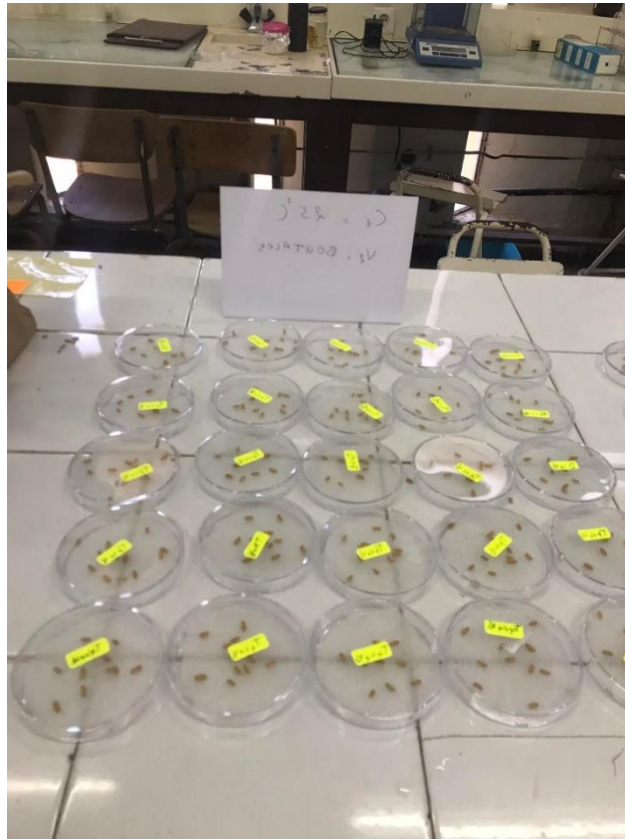


Figure 7 : Trempage des graines dans les différentes solutions hormonales

4.3. Application du stress thermique :

L'effet du stress thermique sur la germination et les modifications qu'il apporte au niveau du végétal a été effectué sur trois températures, la première pour provoquer le stress causé par le refroidissement, la deuxième c'est la température idéale à la germination et la troisième pour provoquer le stress causé par la chaleur, à savoir C1 (10°C), C2 (25°C) et C3 (30°C) respectivement.

- Pour la température C1, Les graines sont mises en germination dans une étuve réfrigérée à l'obscurité et à une température basse de 10°C.
- Pour la température C2, Les graines sont mises en germination dans une étuve à l'obscurité et à une température ambiante d'environ 25°C.
- Pour la température C3, Les graines sont mises en germination dans une étuve à l'obscurité et à une température élevée de 30°C.



Figure 8 : Mise en germination des graines à 10C° et à 25°C.

La germination débute par le gonflant progressivement des graines de blé, et leur enveloppe extérieure se fissure. La sortie de la radicule suivie très rapidement de l'émergence de coléoptile. Celui-ci grandit essentiellement par élongation cellulaire. Il s'allonge davantage chez les plantes cultivées à l'obscurité. Par contre, les premières feuilles ont une croissance sensiblement égale à la lumière et à l'obscurité.

Un comptage des graines est effectué chaque jour et pendant 8 jours. Après le teste de germination, les jeunes plants sont ensuite placés dans une chambre de culture à une température ambiante de 25°C et une humidité de 50 %



Figure 9 : Germination et Croissance des plantules.



Figure 10 : Croissance des plantules dans une chambre de culture

5. Paramètres étudiés :

1. Pourcentages de germination (G%) :

Ont été calculés en tant que nombre total de graines germées par nombre total de graines utilisées sur 100 (Thabet et *al.*,2018).

$$G\% = (\text{nombre total de graines germées} / \text{nombre total de graines utilisées}) \times 100$$

2. Biomasse fraîche produite :

Le paramètre consiste à peser les différentes parties de la plantule (foliaire et racinaire) à l'aide d'une balance de précision (en gramme).

3. Longueur de la partie racinaire et aérienne :

La mesure de la partie racinaire et aérienne a été effectuée à l'aide d'une règle.

4. Biomasse sèche :

La biomasse sèche de la variété étudiée a été mesurée après dessiccation des parties fraîches (aérienne et racinaire) dans une étuve réglée à 75°C jusqu'au poids sec constant (en gramme).

6. Analyse des données :

Les résultats obtenus ont été traités par analyse de la variance multifactorielle avec le logiciel STATGRAPHICS- Centurion XVI (version 16.1.18) et les moyennes significativement différentes ont été séparées par le test de Fisher (LSD) au seuil de probabilité de 5%.

CONCLUSION :

En conclusion, notre étude sur l'effet du stress thermique et de l'application combinée d'acide ascorbique et d'acide gibbérellique sur la croissance des grains de blé a fourni des résultats prometteurs et des informations importantes concernant la réponse des plantes à ces différentes conditions de stress.

Nous avons observé que le stress thermique a eu un impact significatif sur la germination des graines de blé, avec des taux de germination plus faibles et des temps de germination plus longs dans les conditions de stress thermique. De plus, le stress thermique a également affecté la croissance des plantules, avec des plantes présentant des signes de flétrissement et une croissance ralentie par rapport aux plantes témoins.

Concernant le stress thermique, nous avons constaté que les hautes températures ont eu un effet négatif sur la croissance des plantes de blé, avec une réduction de la croissance de la partie aérienne et une diminution de la longueur des racines dans les traitements soumis au stress thermique. Cependant, l'application combinée d'acide ascorbique et d'acide gibbérellique a semblé atténuer les effets négatifs du stress thermique, en favorisant une meilleure croissance de la partie aérienne et en préservant une longueur de racine plus importante dans les plantes soumises à ces conditions de stress.

Les résultats concernant l'effet combiné de l'acide ascorbique et de l'acide gibbérellique ont montré des effets positifs sur la croissance des plantes de blé sous différentes conditions de stress. Ces acides ont semblé améliorer la tolérance des plantes au stress thermique, en favorisant une meilleure croissance et un développement plus sain des plantules.

Ces observations suggèrent que l'utilisation de l'acide ascorbique et de l'acide gibbérellique pourrait être une stratégie prometteuse pour améliorer la résistance des cultures de blé aux conditions environnementales stressantes, telles que les températures élevées. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour approfondir notre compréhension des mécanismes moléculaires sous-jacents à l'effet bénéfique de ces acides sur la croissance des plantes sous stress thermique, et pour évaluer leur efficacité à grande échelle dans des conditions de culture réelles.

- Abd El-Daim IA, Bejai S, Meijer J (2014) Improved heat stress tolerance of wheat seedlings by bacterial seed treatment. *Plant Soil* 379:337–350. doi:10.1007/s11104-014-2063-3
- Abd El-Daim IA, Bejai S, Meijer J (2014) Improved heat stress tolerance of wheat seedlings by bacterial seed treatment. *Plant Soil* 379:337–350. doi:10.1007/s11104-014-2063-3
- Aboudaou, M. (2011) . Essai d'incorporation du germe du blé tendre dans une farine à tendance biscuitière. École nationale supérieures agronomiques. El Harrach, Alger, Thèse magister : 15p.
- Ahmad P, Jaleel CA, Salem MA, Nabi G, Sharma S (2010) Roles of enzymatic and nonenzymatic antioxidants in plants during abiotic stress. *Crit Rev Biotechnol* 30:161–175. doi:10.3109/07388550903524243
- Ainsworth EA, Ort DR (2010) How do we improve crop production in a warming world? *Plant Physiol* 154:526–530. doi:10.1104/pp.110.161349
- Akkaya, A., Dokuyucu, T., Kara, R., Akcura, M.,(2006). Harmonization ratio of post- to preanthesis durations by thermal times for durum wheat cultivars in a Mediterranean environment, pp 404–408
- Al Khatib, K., and Paulsen G.M., (1984). Mode of high temperature injury to wheat during grain development. *Plant Physiol.* 61: 363-368.
- Al-Karaki GN (2012) Phenological development-yield relationships in durum wheat cultivars under late-season high-temperature stress in a semiarid environment. *International Scholarly Res Network* 2012: 1–7. doi:10.5402/2012/456856
- Allakhverdiev SI, Kreslavski VD, Klimov VV, Los DA, Carpentier R, Mohanty P (2008) Heat stress: an overview of molecular responses in photosynthesis. *Photosynth Res* 98:541–550. doi:10.1007/s11120-008-9331-0
- Almeselmani M, Deshmukh PS, Chinnusamy V (2012) Effect of prolonged high temperature stress on respiration, photosynthesis and gene expression in wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties differing in their thermotolerance. *Plant Stress* 6:25–32
- Almeselmani M, Deshmukh PS, Sairam RK (2009) High temperature stress tolerance in wheat genotypes: role of antioxidant defense enzymes. *Acta Agron Hungar* 57:1–14

- Aloni, B., Peet, M., Pharr, M., & Karni, L. (2001). The effect of high temperature and high atmospheric CO₂ on carbohydrate changes in bell pepper (*Capsicum annuum*) pollen in relation to its germination. *Physiologia Plantarum*, 112(4), 505–512. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2001.1120407.x>
- Altenbach SB (2012) New insights into the effects of high temperature, drought and post-anthesis fertilizer on wheat grain development. *J Cereal Sci* 56:39–50. doi:10.1016/j.jcs.2011.12.012
- Anderson M, Habiger J (2012) Characterization and identification of productivity-associated Rhizobacteria in wheat. *Appl Environ Microbiol* 78:4434–4446. doi:10.1128/AEM.07466-11
- Anjum F, Wahid A, Javed F, Arshad M (2008) Influence of foliar applied thiourea on flag leaf gas exchange and yield parameters of bread wheat (*Triticum aestivum*) cultivars under salinity and heat stresses. *Int J Agri Biol* 10:619–626
- Ashraf M, Harris PJC (2013) Photosynthesis under stressful environments: an overview. *Photosynthetica* 51:163–190. doi:10.1007/s11099-013-0021-6
- Asseng S, Ewert F, Martre P, Rotter RP, Lobell DB, Cammarano D, Kimball BA, Ottman MJ, Wall GW, White JW et al (2014) Rising temperatures reduce global wheat production. *Nat Clim Chang* 5: 143–147. doi:10.1038/nclimate2470
- Asseng S, Foster I, Turner NC (2011) The impact of temperature variability on wheat yields. *Glob Chang Biol* 17:997–1012. doi:10.1111/j.1365-2486.2010.02262.x
- Asseng S, Royce R, Cammarano D (2013) Temperature routines in wheat, workshop modeling wheat response to high temperature. *Proceedings*, Vol. VIII, p. 128. CIMMYT, Mexico, DF (Mexico). Jun 19–21
- Asthir B (2015a) Mechanisms of heat tolerance in crop plants. *Biologia Plant* 59:620–628. doi:10.1007/s10535-015-0539-5 Asthir B (2015b) Protective mechanisms of heat tolerance in crop plants. *J Plant Interactions* 10:202–210. doi:10.1080/17429145.2015.1067726

- Asthir B, Bala S, Bains NS (2013) Metabolic profiling of grain carbon and nitrogen in wheat as influenced by high temperature. *Cereal Res Commun* 41:230–242. doi:10.1556/CRC.2012.0036
- Asthir B, Bhatia S (2014) In vivo studies on artificial induction of thermotolerance to detached panicles of wheat (*Triticum aestivum* L) cultivars under heat stress. *J Food Sci Tech* 51:118–123. doi:10.1007/s13197-011-0458-1
- Asthir B, Koundal A, Bains NS (2012) Putrescine modulates antioxidant defense response in wheat under high temperature stress. *Biol Plant* 56:757–761. doi:10.1007/s10535-012-0209-1
- Atkinson NJ, Urwin PE (2012) The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. *J Exp Bot* 63: 3523–3543. doi:10.1093/jxb/ers100
- Autran, J.C. et Boudret, A., 1975. L'identification des variétés de blé : établissement d'un tableau général de détermination fondé sur le diagramme électrophorétique des gliadines du grain. *Ann. Amelio. Plantes*. N° 25, p. 277 - 301.
- Aya A. N. N'driI, Irié Vroh-BI, Patrice L. Kouamé et Irié A. Zoro BI., 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, pp. 119 – 137.
- Babi, (2005). contribution à l'étude de la fertilisation azotée et potassique sur blé dur (*triticum durum* L. Var-SIMITO) sous pivot à Hassi ben abdallah (Ouargla) mémoire d'Ingénieure INA. pp4-10.
- Bahar B, Yildirim M, Yucel C (2011) Heat and drought resistance criteria in spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.): Morphophysiological parameters for heat tolerance. *Sci Res Essays* 6: 2212–2220. doi:10.5897/SRE11.418
- Bahlouli, F., Bouzerzour, H., Benmahammed, A. (2005). Selection of stable and high yielding cultivar of durum wheat under semi-arid condition, *Pakistan journal of Agronomy*, 4:360 - 365.
- Balla K, Bedo Z, Veisz O (2007) Heat stress induced changes in the activity of antioxidant enzymes in wheat. *Cereal Res Commun* 35: 197–200

- Balla K, Karsai I, Bencze S, Veisz O (2012) Germination ability and seedling vigour in the progeny of heat-stressed wheat plants. *J Acta Agron Hung* 60:299–308. doi:10.1556/AAgr.60.2012.4.1
- Battaglia M, Olvera-Carrillo Y, Garcarrubio A, Campos F, Covarrubias AA. 2008. The enigmatic LEA proteins and other hydrophilins. *Plant Physiology* 148: 6–24.
- Bautista DM, Siemens J, Glazer JM, Tsuruda PR, Basbaum AI, Stucky CL, Jordt S-E, Julius D. 2007. The menthol receptor TRPM8 is the principal detector of environmental cold. *Nature* 448: 204–208.
- Bennani S, Nsarellah N, Birouk A, Ouabbou H, Tadesse W (2016) Effective selection criteria for screening drought tolerant and high yielding bread wheat genotypes. *Universal J Agril Res* 4:134–142. doi:10.13189/ujar.2016.040404
- Bennett D, Izanloo A, Reynolds M, Kuchel H, Langridge P, Schnurbusch T (2012) Genetic dissection of grain yield and physical grain quality in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under water limited environments. *Theor Appl Genet* 125: 255–271. doi:10.1007/s00122-012-1831-9
- Bensalem M., Daaloul A., Ayadi A., 1995. Le blé dur en Tunisie. *CIHEAM Options Méditerranéennes*, pp 81-91.
- Bewley, J. D. (1997). Seed germination and dormancy. *The plant cell*, 9(7), 1055.
- Bonjean A et Picard E. 1990. Les céréales à paille origine, historique, économie et sélection. Eds Nathan, 235 p.
- Bonjean A., 2001. Histoire de la culture des céréales et en particulier celle de blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Dossier de l'environnement de l'INRA, 21 :29-37.
- Boulal, H., zahgouane, O., El Mourid , M., Rezgoui, 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.
- Braun HJ, Atlin G, Payne T (2010) Multi-location testing as a tool to identify plant response to global climate change. In: Reynolds MP (ed) *Climate change and crop production*. CABI, Oxfordshire, pp 115–138
- Bremer A, Kent B, Hauss T, Thalhammer A, Yepuri NR, Darwish TA, Garvey CJ, Bryant G, Hincha DK. 2017a. Intrinsically disordered stress protein

- COR15A resides at the membrane surface during dehydration. *Biophysical Journal* 113:572–579.
- Bremer A, Wolff M, Thalhammer A, Hinch DK. 2017b. Folding of intrinsically disordered plant LEA proteins is driven by glycerol-induced crowding and the presence of membranes. *FEBS Journal* 284: 919–936.
 - Briggie, L.W., and B.C. Curtis. (1987). Wheat worldwide. In *Wheat and Wheat Improvement*. E.G. Heyne (ed.). 2nd edition, ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA. Pp : 1-32.
 - Cadi, A.,(2005). Caractérisation des zones céréalières potentielles à travers le nord d'Algérie. *Céréaliculture* N° 44 1er semestre, p. 36 - 39.
 - Casal J.J., (2002). Environmental cues affecting development. *Current Opinion in Plant Biology* 5, 37-42.
 - Casal J.J., 2002. Environmental Cues affecting development. *Current Opinion in Plant Biology* 5, 37-42.
 - CastroM, Peterson CJ, RizzaMD, Dellavalle PD, V'azquez D, Ibanez V, Ross A (2007) Influence of heat stress on wheat grain characteristics and protein molecular weight distribution. In: Buck HT, Nisi JE, Salomon N (eds) *Wheat production in stressed environment*. Springer, Dordrecht, pp 365–371
 - Caverzan A, Casassola A, Brammer SA (2016) Antioxidant responses of wheat plants under stress. *Genet Mol Biol* 39:1–6. doi:10.1590/ 1678-4685-GMB-2015-010
 - ChakrabortyD,NagarajanS,AggarwalP,GuptaVK,TomarRK,GargRN, SahooRN, Sarkar A, ChopraUK, SarmaKSS,KalraN(2008) Effect of mulching on soil and plantwater status, and the growth and yield of wheat (*Triticumaestivum*L.) in a semi-arid environment.*AgricWater Manag* 95:1323–1334. doi:10.1016/j.agwat.2008.06.001
 - Challinor AJ, Watson J, Lobell DB, Howden SM, Smith DR, Chhetri N (2014) A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nat Clim Chang* 4:287–291. doi:10.1038/nclimate2153
 - Chapman SC, Chakraborty S, Dreccer MF, Howden SC (2012) Plant adaptation to climate change-opportunities and priorities in breeding. *Crop Pasture Sci* 63:251–268. doi:10.1071/CP11303

- Chauhan H, Khurana N, Tyagi A, Khurana J, Khurana P (2011) Identification and characterization of high temperature stress responsive genes in bread wheat (*Triticum aestivum*) and their regulation at various stages of development. *Plant Mol Biol* 75:35–51. doi:10. 1007/s11103-010-9702-8
- Chen SY, Zhang XY, Pei D, Sun HY, Chen SL (2007) Effects of straw mulching on soil temperature, evaporation and yield of winter wheat: field experiments on the North China plain. *Ann Appl Biol* 150:261–268. doi:10.1111/j.1744-7348.2007.00144.x
- Ciuca M, Petcu E (2009) SSR markers associated with membrane stability in wheat (*Triticum aestivum* L.) *Romanian Agric Res* 26:21–24
- Clavijo BJ, Venturini L, Schudoma C, Accinelli GG, Kaithakotti G, Wright J, Borrill P, Kettleborough G, Heavens D, Chapman H, Lipscombe J, Barker T, Lu F, McKenzie N, Raats D, Ramirez- Gonzalez RH, Counce A, Peel N, Percival-Alwyn L, Duncan O, Trosch J, Yu G, Bolser DM, Namaati G, Kerhornou A, Spannagl M, Gundlach H, Haberer G, Davey RP, Fosker C, Palma FD, Phillips A, Millar AH, Kersey PJ, Uauy C, Krasileva KV, Swarbreck D, BevanMW, ClarkMD(2016) improved assembly and annotation of the allohexaploid wheat genome identifies complete families of agronomic genes and provides genomic evidence for chromosomal translocations. *Genome Res* 27: 12<http://www.genome.org/cgi/doi/10.1101/gr.217117.116>
- Cochard H, Venisse JS, Barigah TS, Brunel N, Herbette S, Guilliot A, Tyree MT, Sakr S (2007) Putative role of aquaporins in variable hydraulic conductance of leaves in response to light. *Plant Physiol* 143:122–133. doi:10.1104/pp.106.090092
- Côme D., (1970) Les obstacles à la germination. Edition Masson et Cie. Terminologie, pp : 9-10.
- Côme D., (1982) Germination, p. 132 In Mazliak P. « croissance et développement. Physiologie végétale II » Hermann, 465 p.
- Cossani CM, Reynolds MP (2012) Physiological traits for improving heat tolerance in wheat. *Plant Physiol* 160:1710–1718. doi:10. 1104/pp.112.207753
- De Costa WAJM (2011) A review of the possible impacts of climate change on forests in the humid tropics. *J Natl Sci Found Sri* 39: 281–302. doi:10.4038/jnsfsr.v39i4.3879

- Deryng D, Conway D, Ramankutty N, Price J, Warren R (2014) Global crop yield response to extreme heat stress under multiple climate change futures. *Environ Res Lett* 9:1–13. doi:10.1088/1748-9326/9/3/034011
- Dhaka A, Murray AN, Mathur J, Earley TJ, Petrus MJ, Patapoutian A. 2007. TRPM8 is required for cold sensation in mice. *Neuron* 54: 371–378.
- Dhanda SS, Munjal R (2012) Heat tolerance in relation to acquired thermotolerance for membrane lipids in bread wheat. *Field Crops Res* 135:30–37. doi:10.1016/j.fcr.2012.06.009
- Dias AS, Bagulho AS, Lidon FC (2008) Ultrastructure and biochemical traits of bread and durum wheat grains under heat stress. *Braz J Plant Physiol* 20: 323–333. doi: 10.1590/S1677-04202008000400008
- Dias AS, Lidon FC (2009a) Evaluation of grain filling rate and duration in bread and durum wheat under heat stress after anthesis. *J Agron Crop Sci* 195:137–147. doi:10.1111/j.1439-037X.2008.00347.x
- Dias AS, Lidon FC (2009b) Heat stress in Triticum: kinetics of Cu and Zn accumulation. *Brazilian J Plant Physiol* 21:135–142
- Dias AS, Lidon FC (2010) Bread and durum wheat tolerance under heat stress: a synoptical overview. *Emir J Food Agric* 22:412–436. doi: 10.9755/ejfa.v22i6.4660
- Dias AS, Lidon FC, Ramalho JC (2009a) IV. Heat stress in Triticum: kinetics of Fe and Mg accumulation. *Brazilian J Plant Physiol* 21: 153–164. doi:10.1590/S1677-04202009000200008
- Dias AS, Lidon FC, Ramalho JC (2009b) I. Heat stress in Triticum: kinetics of Ca and Mg accumulation. *Brazilian J Plant Physiol* 21: 123–134. doi:10.1590/S1677-04202009000200005
- Doré, C. et Varoquaux, F., (2006). Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed. INRA, 812 p.
- Dowgert MF, Steponkus PL. 1984. Behavior of the plasma membrane of isolated protoplasts during a freeze-thaw cycle. *Plant Physiology* 75: 1139–1151.
- Dutta, S., Mohanty, S., & Tripathy, B. C. (2009). Role of temperature stress on chloroplast biogenesis and protein import in pea [OA]. *Plant Physiology*, 150(2), 1050–1061. <https://doi.org/10.1104/pp.109.137265>

- Elmsehli, S. (2009). Les plantes et la perception des changements environnementaux. Compte rendu de la session 4 : Biotic and abiotic stresses. 8ème Colloque National de la SFBV, Strasbourg, France, pp. 20-25.
- Essemine J, Ammar S, Bouzid S (2010) Impact of heat stress on germination and growth in higher plants: physiological, biochemical and
- Événari M., (1957) Les problèmes physiologiques de la germination. Bulletin Société Française Physiologie Végétale, 3(4): 108.
- F.A.O., 2008. Annuaire statistique de la FAO.
- Fahad, S., Bajwa, A. A., Nazir, U., Anjum, S. A., Farooq, A., Zohaib, A., ... Huang, J. (2017, June 29). Crop production under drought and heat stress: Plant responses and management options. *Frontiers in Plant Science*, Vol. 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01147>
- FAO, 2016. Production et consommation de blé dans le monde.
- FAO, 2016. Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales
- Farooq M, Bramley H, Palta JA, Siddique KHM (2011) Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. *Crit Rev Plant Sci* 30:491–507. doi:10.1080/07352689.2011.615687
- Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D, Basra SMA (2009) Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron Sustain Dev* 29:185–212. doi:10.1051/agro:2008021
- Feillet P. (2000). Le grain du blé, composition et utilisation. Ed. INRA: 17-308pp.
- Feillet, P. (2000). Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris. Feldman.
- Feillet, P. (2000). Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris. Feldman
- Feillet, P. (2004) Valeur d'utilisation des blés durs. C.R. Sem. D'études Céréales. Gembloux N° 85, p. 2598.
- Feldman, M. (2001) Origin of Cultivated Wheat. In Bonjean, A.P. et Angus, W.J.(éd.) *The World Wheat Book: a history of wheat breeding*. Intercept Limited, Andover, Angleterre, p. 3 - 58.
- Feng B, Liu P, Li G, Dong S T, Wang F H, Kong L A, Zhang J W (2014) Effect of heat stress on the photosynthetic characteristics in flag leaves at the grain-filling

- stage of different heat-resistant winter wheat varieties. *J Agron Crop Sci* 200:143–155. doi:10.1111/jac.12045
- Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501-523.
 - Foley JA, Ramankutty N, BraumanKA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, Mueller ND, O’Connell C, Ray DK, West PC, Balzer C, Bennett EM, Carpenter SR, Hill J, Monfreda C, Polasky S, Rockstrom J, Sheehan J, Siebert S, Tilman D, Zaks DPM (2011) Solutions for a cultivated planet. *Nature*. doi:10.1038/nature10452
 - Fontana G, Toreti A, Ceglar A, De Sanctis G (2015) Early heat waves over Italy and their impacts on durum wheat yields. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci* 15:1631–1637. doi:10.5194/nhess-15-1631-2015
 - Fu J, Momclovic I, Prasad V (2012) Molecular bases and improvement of heat tolerance in crop plants. In: Josipovic S, Ludwig E (eds) *Heat stress: causes. Prevention and Treatments*. Nova Science, USA, pp 185–214
 - Gate, P. (1995). *Ecophysiologie du blé*, Edit. Lavoisier, Paris, Technique et documentation, 429, p.
 - Gate, P., Giban, M. (2003). *Stade du blé*, Ed. Paris, ITCF .68p
 - Gate, P.H., (1995). *Ecophysiologie du blé ; Technique et documentation* : Lavoisier, Paris 429 p
 - GAZZARRINI S; TSUCHIYA Y; LUMBA S; OKAMOTO M et MCCOURT P., 2004 - The transcription factor FUSCA3 controls developmental timing in *Arabidopsis* through the hormones gibberellin and abscisic acid. *Dev Cell* 7: 373–385.
 - Glab T, Kulig B (2008) Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivum*). *Soil Tillage Res* 99:169–178
 - Gourdji S, Mathews KL, Reynolds M, Crossa J, Lobell DB (2013) An assessment of wheat yield sensitivity and breeding gains in hot environments. *Proc Biol Sci* 280:1471–2954. doi:10.1098/rspb.2012.2190
 - Granell A., et Carbonell J., (2009). *Les hormones végétales. Pour la science*. N°228. P42. Azcon-Bieto J. et Talon M., (1993). *Fisiologia y Bioquímica Vegetal*. Interamericana McGraw. Madrid. P 144-162.

- Granelle A. et Carbonell J.,1996. Les hormones végétales. Pour la science, n°=228, p.42-50.
- Grant RF, Kimball BA, Conley MM, White JW, Wall GW, Ottman MJ (2011) Controlled warming effects on wheat growth and yield: field measurements and modeling. *Agron J* 103(6): 1742–1754. doi:10.2134/agronj2011.0158
- Grignac P., (1981). Rendement et composantes du rendement du blé d’hiver dans l’environnement méditerranéen. Séminaire scientifique. Bari (Italie). Pp : 185-194.
- GUBLER F; HUGHES T; WATERHOUSE P et JACOBSEN J., 2008 - Regulation of dormancy in barley by blue light and after-ripening: effects on abscisic acid and gibberellin metabolism. *Plant Physiol.* 147: 886–896
- Guo XY, Liu DF, Chong K. 2018. Cold signaling in plants: insights into mechanisms and regulation. *Journal of Integrative Plant Biology* 60: 745–756.
- Gupta K, Dey A, Gupta B (2013b) Plant polyamines in abiotic stress responses. *Acta Physiol Plant* 35:2015–2036. doi:10.1007/s11738-013-1239-4
- Gupta NK, Agarwal S, Agarwal VP, Nathawat NS, Gupta S, Singh G (2013a) Effect of short-term heat stress on growth, physiology and antioxidative defence system in wheat seedlings. *Acta Physiol Plant* 35:1837–1842. doi:10.1007/s11738-013-1221-1
- Gupta R, Deswal R. 2014. Antifreeze proteins enable plants to survive in freezing conditions. *Journal of Biosciences* 39: 931–944.
- Guy CL. 1990. Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 41:187–223.
- Hakim MA, Hossain A, Jaime A, da Silva T, Zvolinsky VP, Khan MM (2012) Yield, protein and starch content of twenty wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes exposed to high temperature under late sowing conditions. *J Sci Res* 4:477–489. doi:10.3329/jsr.v4i2.8679
- Hampton JG, Boelt B, Rolston MP, Chastain TG (2013) Effects of elevated CO₂ and temperature on seed quality. *J Agric Sci* 151:154– 162. doi:10.1017/S0021859612000263
- Hansen J, Sato M, Ruedy R (2012) Perception of climate change. *Proc Natl Acad Sci* 109:14726–14727. doi:10.1073/pnas.1205276109

- HaqueMS, Kjaer KH, Rosenqvist E, Sharma DK, Ottosen CO (2014) Heat stress and recovery of photosystem II efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars acclimated to different growth temperatures. *Environ Exp Bot* 99:1–8. doi:10.1016/j.envexpbot.2013.10.017
- Hasanuzzaman M, Hossain MA, da Silva JAT, Fujita M (2012) Plant responses and tolerance to abiotic oxidative stress: antioxidant defenses is a key factor. In: Bandi V, Shanker AK, Shanker C, Mandapaka M (eds) *Crop stress and its management: perspectives and strategies*. Springer, Berlin, pp 261–316
- Hasanuzzaman M, Nahar K, Alam MM, Roychowdhury R, Fujita M (2013) Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *Int J Mol Sci* 14:9643–9684. doi:10.3390/ijms14059643
- Hays DB, Do JH, Mason RE, Morgan G, Finlayson SA (2007) Heat stress induced ethylene production in developing wheat grains induces kernel abortion and increased maturation in a susceptible cultivar. *J Plant Sci* 172:1113–1123. doi:10.1016/j.plantsci.2007.03.004
- Hébrard, J.P. (1996). Blé dur : objectif qualité, Nutrition : des pâtes épatantes. Document édité à l'occasion du colloque : perspectives blé dur, Toulouse, Labège, 26 Novembre 1996 organisé par : ITCF-ONIC-INRA-ITCF, p.6 - 7.
- Hedhly A, Hormaza JI, Herrero M (2009) Global warming and sexual plant reproduction. *Trends Plant Sci* 14:30–36. doi:10.1016/j.tplants.2008.11.001
- Heffner EL, Sorrells ME, Jannink JL (2009) Genomic selection for crop improvement. *Crop Sci* 49:1–12. doi:10.2135/crop-sci2008.08.0512
- Heller R., (1995) *Physiologie végétale, tome 2 : développement*. Dunod, Paris, 241 p.
- Heller R., Esnault R. et Lance C., (2004) *Physiologie Végétale1, tome I. Nutrition*. Dunod, Paris, 350 p
- Heller R., Esnault R. Lance C., (2000). *Physiologie végétale. 2. Développement*. Dunod.6ème édition.
- Hemantaranjan A, Nishant Bhanu A, Singh MN, Yadav DK, Patel PK, Singh R, Katiyar D (2014) Heat stress responses and Thermotolerance. *Adv plants Agric Res* 1:00012. doi:10.15406/ apar.2014.01.00012

- HIRANO K; UEGUCHI-TANAKA M et MATSUOKA M., 2008 - GID1-mediated gibberellin signaling in plants. *Trends Plant Sci* 13: 192-199.
- Holmberg N, Farres J, Bailey JE, Kallio PT. 2001. Targeted expression of a synthetic codon optimized gene, encoding the spruce budworm antifreeze protein, leads to accumulation of antifreeze activity in the apoplasts of transgenic tobacco. *Gene* 275: 115–124.
- Hopkins, W. G. (2003). *Physiologie végétale*. 2^{ème} édition. De Boeck, Bruxelles: 61- 476.
- Hossain A, Sarker MAZ, Saifuzzaman M, Teixeira da Silva JA, Lozovskaya MV, Akhter MM (2013) Evaluation of growth, yield, relative performance and heat susceptibility of eight wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown under heat stress. *Int J Plant Production* 7:615–636
- Hossain A, Teixeira de Silva JA (2012) Phenology, growth and yield of three wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties as affected by high temperature stress. *Not Sci Biol* 4:97–109. doi:10.15835/nsb437879
- Houde M, Dallaire S, N’Dong D, Sarhan F. 2004. Overexpression of the acidic dehydrin WCOR410 improves freezing tolerance in transgenic strawberry leaves. *Plant Biotechnology Journal* 2: 381–387.
- Houot, S. et al, (1990). Effet de tassement du sol sur la biomasse microbienne et la libération d’azote. *Symp . INRA-Paris Grignon, France*, pp : 201-207
- <http://www.fao.org/news/archive/newsbydate/2016/fr/>. Affichée le 8 avr. 2017 20:03:19 GMT
- <https://atlasocio.com/classements/economie/agriculture/classement-etats-par-production-blé-Afrique> PHP Les 10 principaux producteurs de blé (tonne) (FAO,2018). En Afrique et dans le monde
- Huang B, Rachmilevitch S, Xu J (2012) Root carbon and protein metabolism associated with heat tolerance. *J Exp Bot* 63:3455–3465. doi: 10.1093/jxb/ers003
- Huang, B., Rachmilevitch, S., & Xu, J. (2012). Root carbon and protein metabolism associated with heat tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 63(9), 3455–3465. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers003>
- Hucl, P., Baker, RJ. (1998). Tillering Patterns of spring wheat genotype grown in a semi arid environment. *Can J Plant Sci* 1989 , 69 ;71, 9.

- Hurkman WJ, Vensel WH, Tanaka CK, Whitehand L, Altenbach SB (2009) Effect of high temperature on albumin and globulin accumulation in the endosperm proteome of the developing wheat grain. *J Cereal Sci* 49:12–23. doi:10.1016/j.jcs.2008.06.014
- Hussain S, Jamil M, Napar AA, Rahman R, Bano A, Afzal F, Kazi AG, Mujeeb-Kazi A (2016) Heat stress in wheat and interdisciplinary approaches for yield maximization. In: Azooz MM, Ahmad P (eds) *Plant-environment interaction: responses and approaches to mitigate stress*, John Wiley & Sons, pp161–182
- Ighit, S.,(1996). *Le marché mondial du blé et les dernières négociations agricoles du G.A.T.T*
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014) Summary for policymakers. In: Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds) *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge
- Iqbal M, Raja NI, Yasmeen F, Hussain M, Ejaz M, Shah MA (2017) Impacts of heat stress on wheat: a critical review. *Adv Crop Sci Tech* 5:251–259. doi:10.4172/2329-8863.1000251
- Iwaia M, Yokonoa M, Inadab N, Minagawa J (2010) Live-cell imaging of photosystem II antenna dissociation during state transitions. *Proc Natl Acad Sci U S A* 107:2337–2342. doi:10.1073/pnas.0908808107
- Johkan M, Oda M, Maruo T, Shinohara Y (2011) Crop production and global warming. In: Casalegno S (ed) *Global warming impacts-case studies on the economy, human health, and on urban and natural environments*. Rijeka, Croatia, pp 139–152
- Joshi NL, Kar A (2009) Contingency crop planning for dry land areas in relation to climate change. *Indian J Agron* 54(2):237–243
- Jung JH, Domijan M, Klose C, Biswas S, Ezer D, Gao MJ, Khattak AK, Box MS, CharoensawanV, Cortijo S et al. 2016. Phytochromes function as thermosensors in Arabidopsis. *Science* 354: 886–889.

- Kajla M, Yadav VK, Chhokar RS, Sharma RK (2015) Management practices to mitigate the impact of high temperature on wheat. *J Wheat Res* 7:1–12
- Kaplan F, Guy CL. 2004. α -Amylase induction and the protective role of maltose during temperature shock. *Plant Physiology* 135: 1674–1684.
- Kaplan F, Kopka J, Sung DY, Zhao W, Popp M, Porat R, Guy CL. 2007. Transcript and metabolite profiling during cold acclimation of *Arabidopsis* reveals an intricate relationship of cold-regulated gene expression with modifications in metabolite content. *The Plant Journal* 50: 967–981.
- Karou, M., Haffid, R., Smith, D.N., Samir, K. (1998). Roots and shoot growth water use and water use efficiency of spring durum wheat under early –season drouth. *Agronomie* 18:18:186.
- Kaur V, Behl RK (2010) Grain yield in wheat as affected by short periods of high temperature, drought and their interaction during pre- and post-anthesis stages. *Cereal Res Commun* 38:514–520. doi:10. 1556/crc.38.2010.4.8
- Kaushal N, Bhandari K, Siddique KHM, Nayyar H (2016) Food crops face rising temperatures: An overview of responses, adaptive mechanisms, and approaches to improve heat tolerance. *Cogent Food Agric* 2:1134380
- Khalil SI, El-Bassiouny HMS, Hassanein RA, Mostafa HA, El-Khawas SA, Abd El-Monem AA (2009) Antioxidant defense system in heat shocked wheat plants previously treated with arginine or putrescine. *Aust J Basic Appl Sci* 3:1517–1526
- Khan,AA,KabirMR(2014)Evaluationof springwheatgenotypes (*Triticum aestivum* L.) for wheat stress tolerance using different stress tolerance indices *Cercetari Agronomice inMoldova*, XLVII: 49–63
- Khanna-Chopra R (2012) Leaf senescence and abiotic stresses share reactive oxygen species-mediated chloroplast degradation. *Protoplasma* 249:469–481. doi:10.1007/s00709-011-0308-z
- Khichar ML, Niwas R (2007) Thermal effect on growth and yield of wheat under different sowing environments and planting systems. *Indian J Agric Res* 41:92–96
- Klee H.J. et Romano C.P., (1994). The roles of phytohormones in devrlopment as studied in transgenic plant. In *Critical Reviews in Plant Science*. Vol.13. pp.311-324.

- Knight H, Trewavas AJ, Knight MR. 1996. Cold calcium signaling in Arabidopsis involves two cellular pools and a change in calcium signature after acclimation. *Plant Cell* 8: 489–503.
- Knight MR, Knight H. 2012. Low-temperature perception leading to gene expression and cold tolerance in higher plants. *New Phytologist* 195: 737–751.
- KOORNNEEF M et VAN DER VEEN J.H., 1980 - Induction and analysis of gibberellin sensitive mutants in Arabidopsis thaliana (L.) Hehyn. *Theor. Appl. Genet.*58:257–263.
- Koornneef, M., Bentsink, L., & Hilhorst, H. (2002). Seed dormancy and germination. *Current opinion in plant biology*, 5(1), 33-36.
- Kosova K, Vitamvas P, Prasil IT, Renaut J (2011) Plant proteome changes under abiotic stress-contribution of proteomics studies to understanding plant stress response. *J Proteome* 74:1301–1322. doi:10. 1016/j.jprot.2011.02.006
- Krasensky J, Jonak C (2012) Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. *J Exp Bot* 63:1593–1608. doi:10.1093/jxb/err460
- Kumar S, Singh R, Grover M, Singh AK (2012) Terminal heat-an emerging problem for wheat production. *Biotechnol Today* 2:7–9
- Kumar S, Singh R, Nayyar H (2013b) α -tocopherol application modulates the response of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings to elevated temperatures by mitigation of stress injury and enhancement of antioxidants. *J Plant Growth Regul* 32:307–314. doi:10.1007/ s00344-012-9299-z
- Kumar U, Joshi AK, Kumari M, Paliwal R, Kumar S, Roder MS (2010) Identification of QTLs for stay green trait in wheat (*Triticum aestivum* L.) in the ‘Chirya 3’ x ‘Sonalika’ population. *Euphytica* 174:437–445. doi:10.1007/s10681-010-0155-6
- Kumari M, Pudake RN, Singh VP, Joshi AK (2013) Association of staygreen trait with canopy temperature depression and yield traits under terminal heat stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) *Euphytica* 190:87–97. doi:10.1007/s10681-012-0780-3
- KumarRR, SharmaSK, GoswamiS, SinghGP, SinghR, Singh K, Pathak H, Rai RD (2013a) Characterization of differentially expressed stress-associated

- proteins in starch granule development under heat stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) *Indian J Biochem Biophys* 50:126–138
- Le Page-Degivry MT. et Bulard C.,1988. L'acide abscissique dans la régulation du développement embryonnaire et de la germination. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, vol. 135 : n°=4, pp.19-32
 - Lery F., 1982. L'agriculture au Maghreb ou pour une agronomie méditerranéenne. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 338 p.
 - Li YF, Wu Y, Hernandez-Espinosa N, Pena RJ (2013) Heat and drought stress on durum wheat: responses of genotypes, yield, and quality parameters. *J Cereal Sci* 57:398–404. doi:10.1016/j.jcs.2013.01.005
 - Lichtenthaler HK. 1998. The stress concept in plants: an introduction. *Annals of the New York Academy of Sciences* 851: 187–198.
 - Lipiec J, Doussan C, Nosalewicz A, Kondracka K (2013) Effect of drought and heat stresses on plant growth and yield: a review. *Int Agrophys* 27:463–477. doi:10.2478/intag-2013-0017
 - Liu H, Yu C, Li H, Ouyang B, Wang T, Zhang J, Wang X, Ye Z. 2015. Overexpression of ShDHN, a dehydrin gene from *Solanum habrochaites* enhances tolerance to multiple abiotic stresses in tomato. *Plant Science* 231: 198–211.
 - Liu J, Shi Y, Yang S. 2018. Insights into the regulation of CBF cold signaling in plants. *Journal of Integrative Plant Biology* 9: 780–795.
 - Liu P, Guo W, Jiang Z, Pu H, Feng C, Zhu X, Peng Y, Kuang A, Little CR (2011) Effects of high temperature after anthesis on starch granules in grains of wheat (*Triticum aestivum* L.) *J Agril Sci* 149:159–169. doi:10.1017/S0021859610001024
 - Liu Q, Kasuga M, Sakuma Y, Abe H, Miura S, Yamaguchi-Shinozaki K, Shinozaki, K. 1998. Two transcription factors, DREB1 and DREB2, with an EREBP/AP2 DNA binding domain separate two cellular signal transduction pathways in drought- and low-temperature-responsive gene expression, respectively, in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 10: 1391–1406.
 - Lizana XC, Calderini DF (2013) Yield and grain quality of wheat in response to increased temperatures at key periods for grain number and grain weight

- determination: considerations for the climatic change scenarios of Chile. *J Agril Sci* 151:209–221. doi:10.1017/ S0021859612000639
- Lobell DB, Bonfils CJ, Kueppers LM, Snyder MA (2008) Irrigation cooling effect on temperature and heat index extremes. *Geophys Res Lett* 35:L09705. doi:10.1029/2008GL034145
 - Lobell DB, Gourdji SM(2012) The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiol* 160:1686–1697. doi:10.1104/pp. 112.208298
 - Lopes MS, Reynolds MP (2012) Stay-green in spring wheat can be determined by spectral reflectance measurements (normalized difference vegetation index) independently from phenology. *J Exp Bot* 63:3789–3798. doi:10.1093/jxb/ers071
 - Lukac M, Gooding MJ, Griffiths S, Jones HE (2011) Asynchronous flowering and within-plant flowering diversity in wheat and the implications for crop resilience to heat. *Ann Bot* 109:843–850. doi:10.1093/aob/mcr308
 - MADR (Ministère de l’Agriculture et du Développement rural), 2010. Présentation de la politique du renouveau agricole et rural en Algérie et du programme quinquennal 2010- 2014, Alger : 7 p.
 - Martinez-Ballesta MC, Lopez-Perez L, Muries B, Munoz-Azcarate O, CarvajalM(2009) Climate change and plant water balance: the role of aquaporins - a review. In: Lichtfouse E (ed) *Climate change, intercropping, Pest control and beneficial microorganisms*. Springer, Netherlands, pp 71–89. doi:10.1007/978-90-481-2716-05
 - Martiniere A, Shvedunova M, Thomson AJ, Evans NH, Penfield S, Runions J, McWatters HG. 2011. Homeostasis of plasma membrane viscosity in fluctuating temperatures. *New Phytologist* 192: 328–337.
 - Marutani Y, YamauchiYKY, Mizutani M, SugimotoY (2012) Damage to photosystem II due to heat stress without light-driven electron flow: involvement of enhanced introduction of reducing power into thylakoid membranes. *Planta* 236:753–761. doi:10.1007/s00425-012- 1647-5
 - Masle J. et Meynard J. M., (1981). L’élaboration du nombre d’épis chez le blé d’hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l’utilisation de l’azote et de la lumière, Thèse., Doctorat., INA, Paris, France, 274p.

- Mason RE, Mondal S, Beecher FW, Pacheco A, Jampala B, Ibrahim AMH, Hays DB (2010) QTL associated with heat susceptibility index in wheat (*Triticum aestivum* L.) under short-term reproductive stage heat stress. *Euphytica* 174:23–436. doi:10.1007/s10681-010-0151-x
- Mathur S, Agrawal D, Jajoo A (2014) Photosynthesis: response to high temperature stress. *J Photochem Photobiol B: Biol* 137:116–126
- Mathur S, Jajoo A, Mehta P, Bharti S (2011) Analysis of elevated temperature-induced inhibition of photosystem II using chlorophyll a fluorescence induction kinetics in wheat leaves (*Triticum aestivum*). *Plant Biol* 13:1–6. doi:10.1111/j.1438-8677.2009.00319.x
- Mazars C, Thion L, Thuleau P, Graziana A, Knight MR, Moreau M, Ranjeva R. 1997. Organization of cytoskeleton controls the changes in cytosolic calcium of cold-shocked *Nicotiana plumbaginifolia* protoplasts. *Cell Calcium* 22: 413–420.
- Mazliak P., (1982) *Physiologie Végétale II : croissance et développement*. Ed. Dumond. pp : 133-225.
- Mazouz, L., (2006) Etude de la contribution des paramètres phénol-morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans l'étage bioclimatique semi-aride.
- McClung CR, Davis SJ (2010) Ambient thermometers in plants: from physiological outputs towards mechanisms of thermal sensing. *Curr Biol* 20:1086–1092. doi:10.1016/j.cub.2010.10.035
- Menaer, F. (2007). Contribution à l'étude de l'effet de la salinité sur un marqueur biochimique, cas de la proline chez *Atriplex halimus* L . et *A triplex conescens* (Purch) Nntt, PP 99.
- Mengutay M, Ceylan Y, Kutman UB, Cakmak I (2013) Adequate magnesium nutrition mitigates adverse effects of heat stress on maize and wheat. *Plant Soil* 368:57–72. doi:10.1007/s11104-013-1761-6
- Miller G, Schlauch K, Tam R, Cortes D, Torres MA, Shulaev V, Dangl JL, Mittler R (2009) The plant NADPH oxidase RBOHD mediates rapid, systemic signaling in response to diverse stimuli. *Sci Signal* 2: 1–10. doi:10.1126/scisignal.2000448

- Miquel M, James D Jr, Dooner H, Browse J. 1993. Arabidopsis requires polyunsaturated lipids for low-temperature survival. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 90: 6208–6212.
- MITCHUM M.G; YAMAGUCHI S; HANADA A; KUWAHARA A; YOSHIOKA Y; KATO T; TABATA S; KAMIYA Y et SUN T.P., 2006 - Distinct and overlapping roles of two gibberellin 3-oxidases in Arabidopsis development. *Plant J.* 45: 804–818.
- Mittler R, Vanderauwera S, Suzuki N, Miller G, Tognetti VB, Vandepoele K, Goller M, Shulaev V, Breusegem FV (2011) ROS signaling: the new wave? *Trends Plant Sci* 16:300–309. doi:10.1016/j.tplants. 2011.03.007
- Mohammadi M, Karimizadeh RA, Naghavi MR (2009) Selection of bread wheat genotypes against heat and drought tolerance on the base of chlorophyll content and stem reserves. *J Agric Soc Sci* 5:119–122
- molecular repercussions and mechanisms of defence. *J Biol Sci* 10: 565–572. doi:10.3923/jbs.2010.565.572
- Mondal S, Singh RP, Crossa J, Huerta-Espino J, Sharma I, Chatrath R, Singh GP, Sohu VS, Mavi GS, Sukaru VSP, Kalappanavarg IK, Mishra VK, Hussain M, Gautam NR, Uddin J, Barma NCD, Hakim A, Joshi AK (2013) Earliness in wheat: a key to adaptation under terminal and continual high temperature stress in south Asia. *Field Crops Res* 151:19–26. doi:10.1016/j.fcr.2013.06.015
- Monneveux ,Ph. (1991). *Quelles stratégies pour l’amélioration génétiques de la tolérance au déficit hydrique des céréales d’hiver, l’amélioration des plantes pour l’adaptation aux milieux arides.* ED.AUPELF. John Libbery, Eurotext, Paris : 165-186p.
- Monneveux, P. (1989). *Quelles stratégies pour l’amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d’hiver.* Journées Scientifique de l’AUPELF : " Amélioration des plantes pour l’39;adaptation au milieu aride ". Tunis, 4-9 Décembre.
- Moore T. C., (1989). *Biochemistry and physiology of plant hormones,* Springer, New York, 2° éd. p. 261, 1971 P.
- Morales, D., Rodríguez, P., Dell’Amico, J., Nicolás, E., Torrecillas, A., & Sánchez-Blanco, M. J. (2003). High-temperature preconditioning and thermal

shock imposition affects water relations, gas exchange and root hydraulic conductivity in tomato. *Biologia Plantarum*, 47(2), 203–208.

<https://doi.org/10.1023/B:BIOP.0000022252.70836.fc>

- Mouellef A. 2010. Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au stress hydrique. Thèse de Magistère. Université Mentouri Constantine.
- Moulle, C. (1971). Les céréales Tome 2. La maison rustique, paris :1-12-13-14-15-16-17- 18-21-22-23-45-46-47 p.
- Mueller B, Hauser M, Iles C, Rimi RH, Zwiers FW, Wan H (2015) Lengthening of the growing season in wheat and maize producing regions. *Weather Clim Extrem* 9:47–56. doi:10.1016/j.wace.2015. 04.001
- Multon J.L., (1982) Conservation et Stockage Des Grains et Graines et Produits Derivés- Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Technique & Documentation. Lavoisier, Paris. 576p.
- Murata N, Takahashi S, Nishiyama Y, Allakhverdiev SI (2007) Photoinhibition of photosystem II under environmental stress. *Biochim Biophys Acta* 1767:414–421. doi:10.1016/j.bbabbio.2006. 11.019
- Nagar S, Singh VP, Arora A, Dhakar R, Ramakrishnan S (2015) Assessment of terminal heat tolerance ability of wheat genotypes based on physiological traits using multivariate analysis. *Acta Physiol Plant* 37:257. doi:10.1007/s11738-015-2017-2
- Nahar K, Ahamed KU, Fujita M (2010) Phenological variation and its relation with yield in several wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under normal and late sowing mediated heat stress condition. *Not Sci Biol* 2:51–56
- Nain L, Rana A, Joshi M, Jadhav SD, Kumar D, Shivay YS, Paul S, Prasanna R (2010) Evaluation of synergistic effects of bacterial and cyanobacterial strains as biofertilizers for wheat. *Plant Soil* 331:217–230. doi:10.1007/s11104-009-0247-z
- NAMBARA E; AKAZAWA T et MCCOURT P., 1991 - Effects of the gibberellin biosynthetic inhibitor uniconazol on mutants of *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 97,736–738.
- NawazA, Farooq M, Cheema SA, Wahid A(2013) Differential response of wheat cultivars to terminal heat stress. *Int J Agric Biol* 15:1354–1358

- Ortiz R, Sayre KD, Govaerts B, Gupta R, Subbarao GV, Ban T, Hodson D, Dixon JM, Ortiz-Monasterio JI, Reynolds M (2008) Climate change: can wheat beat the heat? *Agric Ecosys Environ* 126:46– 58.
doi:10.1016/j.agee.2008.01.019
- Orvar BL, Sangwan V, Omann F, Dhindsa RS. 2000. Early steps in cold sensing by plant cells: the role of actin cytoskeleton and membrane fluidity. *The Plant Journal* 23: 785–794.
- Oshino T, Miura S, Kikuchi S, Hamada K, Yano K, Watanabe M, Higashitani A (2011) Auxin depletion in barley plants under hightemperature conditions represses DNA proliferation in organelles and nuclei via transcriptional alterations. *Plant Cell Environ* 34: 284–290. doi:10.1111/j.1365-3040.2010.02242.x

Ouanzar S., 2012. Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). mém., Université Ferhat Abbas Setif, 10p ; pp 16-17.

- Ouanzar S.2012. Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de magistère. Université. Farhat Abbes Sétif.
- P.D. (1976). Nitric Oxide gamma band emission in an aurora. *Geophysical Research Letters* 3: doi: 10.1029/GL003i001P00009. Issan:0094_8276.
- Flozwes T.J, (2004).Improving crop salt tolerance. *J. Exp. Bot.*, 55, 307-19.
- P.D. (1976). Nitric Oxide gamma band emission in an aurora. *Geophysical Research Letters* 3: doi: 10.1029/GL003i001P00009. Issan:0094_8276.
- Flozwes T.J, (2004).Improving crop salt tolerance. *J. Exp. Bot.*, 55, 307-19.
- Paliwal R, RöderMS, Kumar U, Srivastava JP, Joshi AK(2012)QTL mapping of terminal heat tolerance in hexaploid wheat (*T. aestivum* L.) *Theor Appl Genet* 125:561–575. doi:10.1007/s00122-012-1853-3
- ParryMAJ, ReynoldsM, Salvucci ME, Raines C, Andralojc PJ, Zhu XG, Price GD, Condon AG, Furbank RT (2011) Raising yield potential of wheat. II Increasing photosynthetic capacity and efficiency. *J Exp Bot* 62:453–467. doi:10.1093/jxb/erq304
- Partas et Clemental-Grancourtm. (1971). les céréales. EdJ.B.

Paulsen GM., et Heye EC., 1983 .Grain production onf winet wheat after spring freeze Agr J.,75 : 105-107.

- Pearce RS. 2001. Plant freezing and damage. *Annals of Botany* 87: 417–424.
- Peck AW, McDonald GK (2010) Adequate zinc nutrition alleviates the adverse effects of heat stress in bread wheat. *Plant Soil* 337:355– 374. doi:10.1007/s11104-010-0532-x
- Peleg Z., et Blumwald E., (2011). Hormone balance and abiotic stress tolerance in crop plants. *Current Opinion in Plant Biology*. In Press, Corrected Proof.
- Per, T.S., Khan, N.A., Reddy, P.S., Masood, A., Hasanuzzaman, M., Khan, M.I.R., Anjum, N.A., 2017. Approaches in modulating proline metabolism in plants for salt and drought stress tolerance: Phytohormones, mineral nutrients and transgenics. *Plant Physiol Biochem*.
- Pictav S. J., 1856. *Bulletin de l’Algérie*. 1ère édition. Just Rouvier, libraire éditeur,Paris,405p.
- Pinto RS, Reynolds MP, Mathews KL, McIntyre CL, Olivares- Villegas J-J, Chapman SC (2010) Heat and drought adaptive QTL in a wheat population designed to minimize confounding agronomic effects. *Theor Appl Genet* 121:1001–1021. doi:10. 1007/s00122-010-1351-4
- Pokorna J, Schwarzerova K, Zelenkova S, Petrasek J, Janotova I, Capkova V, Opatrny Z. 2004. Sites of actin filament initiation and reorganization in coldtreated tobacco cells. *Plant, Cell & Environment* 27: 641–653.
- Pradhan GP, Prasad PVV (2015) Evaluation of wheat chromosome translocation lines for high temperature stress tolerance at grain filling stage. *PLoS One* 10:e0116620. doi:10.1371/journal.pone.0116620
- Prasad PVV, Djanaguiraman M (2014) Response of floret fertility and individual grain weight of wheat to high temperature stress: sensitive stages and thresholds for temperature and duration. *Funct Plant Biol* 41:1261–1269. doi:10.1071/FP14061
- Prasad PVV, Pisipati SR, Ristic Z, Bukovnik U, Fritz AK (2008a) Impact of night time temperature on physiology and growth of spring wheat. *Crop Sci* 48:2372–2380. doi:10.2135/cropsci2007.12.0717

- Prasad PVV, Staggenborg SA, Ristic Z (2008b) Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants. In: Ahuja LH, Saseendran SA (eds) Response of crops to limited water: understanding and modeling water stress effects on plant growth processes. ASA, CSSA, Madison, pp 301–355
- Prevost P.H., (1999). Les basses de l'agriculture. Ed II Paris- France 254p.
- Raaijmakers JM, Paulitz TC, Steinberg C, Alabouvette C, Moëgne- Loccoz Y (2009) The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant Soil* 321: 341–361. doi:10.1007/s11104-008-9568-6
- Radhika, Thind SK (2014) Photosynthetic functioning as a selection criteria for maximum yield potential in some wheat genotypes under late planting heat stress conditions. *Int J Sci Res Manag* 2:974–982
- Rahman MA, Chikushi J, Yoshida S, Karim AJMS (2009) Growth and yield components of wheat genotypes exposed to high temperature stress under control environment. *Bangladesh J Agric Res* 34:361– 372. doi:10.3329/bjar.v34i3.3961
- Raines CA (2011) Increasing photosynthetic carbon assimilation in C3 plants to improve crop yield: current and future strategies. *Plant Physiol* 155:36–42. doi:10.1104/pp.110.168559
- Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., & Job, D. (2012). Seed germination and vigor. *Annual review of plant biology*, 63, 507-533
- Rajkowitsch L, Chen D, Stampfl S, Semrad K, Waldsich C, Mayer O, Jantsch MF, Konrat R, Blasi U, Schroeder R. 2007. RNA chaperones, RNA annealers and RNA helicases. *RNA Biology* 4: 118–130.
- Rangan P, Subramani R, Kumar R, Singh AK, Singh R (2014) Recent advances in polyamine metabolism and abiotic stress tolerance. *BioMed Res Int* 2014:239621, 9 pages. doi:10.1155/2014/239621
- Ratnakumar P, Khan MIR, Minhas PS, Farooq MA, Sultana R, Per TS, Deokate PP, Khan NA, Singh Y, Rane J (2016) Can plant bioregulators minimize crop productivity losses caused by drought, salinity and heat stress?

An integrated review. *J Appl Bot Food Qual* 89:113–125.

doi:10.5073/JABFQ.2016.089.014

- Reidsma P, Ewert F, Lansink AO, Leemans R (2010) Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses. *Eur J Agron* 32:91–102. doi: 10.1016/j.eja.2009.06.003
- Reynolds M, Langridge P (2016) Physiological breeding. *Curr Opin Plant Biol* 31:162–171. doi:10.1016/j.pbi.2016.04.005
- Richard D., 2014. *Biologie (tout le cours en fiches) 2ème, éd. Dunod*, p 420-433 janvier- février 2014 [en ligne] disponible sur « <https://www.jardinsdefrance.org/hormones-vegetales-regulateurs-de-croissance-et-horticulture-partie-ii/> » (consulter le 06 juin 2019).
- Ristic Z, Bukovnik U, Momcilovic I, Fu J, Prasad PVV (2008) Heatinduced accumulation of chloroplast protein synthesis elongation factor, EF-Tu, in winter wheat. *J Plant Physiol* 165:192–202. doi: 10.1016/j.jplph.2007.03.003
- Ristic Z, Bukovnik U, Prasad PVV (2007) Correlation between heat stability of thylakoid membranes and loss of chlorophyll in winter wheat under heat stress. *Crop Sci* 47:2067–2073. doi:10.2135/cropsci2006.10.0674
- Roudart, L. (2006) Terres cultivées et terres cultivables dans le monde. *Paleohistoria* N°48,p.150 - 156.
- Ruelland E, Vaultier MN, Zachowski A, Hurry V. 2009. Cold signalling and cold acclimation in plants. *Advances in Botanical Research* 49: 35–150.
- Ruelland E, Zachowski A (2010) How plants sense temperature. *Environ Exp Bot* 69:225–232. doi:10.1016/j.envexpbot.2010.05.011 Sareen S,
- Sampath Kumar I., Ramgopal Rao S. et Vardhini BV.,2015- Role of Phytohormones during Salt Stress Tolerance in Plants. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*. Vol. 9. n°=4. pp. 334-343.
- Sasaki K, Kim MH, Imai R. 2013. Arabidopsis COLD SHOCK DOMAIN PROTEIN 2 is a negative regulator of cold acclimation. *New Phytologist* 198: 95–102.
- Savicka M, Skute N (2010) Effects of high temperature on malondialdehyde content, superoxide production and growth changes in wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.) *Ekologija* 56:26–33. doi:10.2478/v10055-010-0004-x

- Semenov MA (2009) Impacts of climate change on wheat in England and Wales. *J R Soc Interface* 6:343–350. doi:10.1098/rsif.2008.0285
- Shao H. B., Liang Z. S. and Shao M. A., (2006). Osmotic regulation of 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes of soil water deficits. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 47:132-139.
- Sharma A, Rawat RS, Verma JS, Jaiswal JP (2013) Correlation and heat susceptibility index analysis for terminal heat tolerance in bread wheat. *J Central Eur Agri* 14:57–66. doi:10.5513/JCEA01/14.2.1233
- Sharma I, Tyagi BS, Singh G, Venkatesh K, Gupta OP (2015) Enhancing wheat production- a global perspective. *Indian J Agril Sci* 85:3–13
- Sharma P, Jha AB, Dubey RS, Pessarakli M (2012) Reactive oxygen species, oxidative damage and antioxidative defence mechanisms in plants under stressful conditions. *J Bot* 2012:1–26. doi:10.1155/2012/217037
- Sharma RC, Tiwari AK, Ortiz-Ferrara G (2008) Reduction in kernel weight as a potential indirect selection criterion for wheat grain yield under heat stress. *Plant Breed* 127:241–248. doi:10.1111/j.1439-0523.2007.01460.x
- Sharma-Natu P, Sumesh KV, Ghildiyal MC (2010) Heat shock protein in developing grains in relation to Thermotolerance for grain growth in wheat. *J Agron Crop Sci* 196:76–80. doi:10.1111/j.1439-037X.2009.00390.x
- Shewry PR (2009) Wheat. *J Exper Bot* 60:1537–1553. doi:10.1093/jxb/erp058
- Siddiqui KS, Cavicchioli R. 2006. Cold-adapted enzymes. *Annual Review of Biochemistry* 75: 403–433.
- Sikder S, Paul NK (2010) Effects of post-anthesis heat stress on stem reserves mobilization, canopy temperature depression and floret sterility of wheat cultivars. *Bangladesh J Bot* 39: 51–55. doi:10.3329/bjb.v39i1.5526
- Singh A, Singh D, Gill BS et al (2011a) Planting time, methods, and practices to reduce the deleterious effects of high temperature on wheat. In: the proceedings of international conference on preparing agriculture for climate change. Punjab Agricultural University, Ludhiana, pp 338–339 February, 6-8
- Singh A, Singh D, Kang JS, Aggarwal N (2011b) Management practices to mitigate the impact of high temperature on wheat: a review. *IIOABJ* 2:11–22

- Soltner, D. (1990). Les grandes productions végétales. 17^{ème} Edition. Science et technique agricoles. France, 21-25.
- Song WF, Zhao LJ, Zhang XM, Zhang YM, Li JL, Zhang LL, Song QJ, Zhao HB, Zhang YB, Zhang CL, XinWL, Sun LF, Xiao ZM (2015) Effect of timing of heat stress during grain filling in two wheat varieties under moderate and very high temperature. *Indian. J Genet* 75:121–124. doi:10.5958/0975–6906.2015.00018.8
- Sramkova Z, Gregova E, Sturdik E (2009) Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chim Slov* 2:115–138
- Steponkus PL, Uemura M, Joseph RA, Gilmour SJ, Thomashow MF. 1998. Mode of action of the COR15a gene on the freezing tolerance of *Arabidopsis thaliana*. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 95: 14570–14575.
- Sumesh KV, Sharma-Natu P, GhildiyalMC (2008) Starch synthase activity and heat shock protein in relation to thermal tolerance of developing wheat grains. *Biol Plant* 52:749–753. doi:10.1007/s10535- 008-0145-x
- Suzuki I, Los DA, Murata N. 2000b. Perception and transduction of lowtemperature signals to induce desaturation of fatty acids. *Biochemical Society Transactions* 28: 628–630.
- Suzuki N, Koussevitzky S, Mittler R, Miller G (2012) ROS and redox signalling in the response of plants to abiotic stress. *Plant Cell Environ* 35:259–270. doi:10.1111/j.1365-3040.2011.02336.x
- Suzuki N, Miller G, Morales J, Shulaev V, Torres MA(2011) Respiratory burst oxidases: the engines of ROS signaling. *Curr Opin Plant Biol* 14:691–699
- Tafforeau, M. (2002). Etude des phases précoces de la transduction des signaux environnementaux chez le lin : une approche protéomique. Thèse de doctorat en Biochimie végétale. Université de Rouen. France. 255p
- Talukder ASMHM, McDonald GK, Gill GS (2013) Effect of short-term heat stress prior to flowering and at early grain set on the utilization of water-soluble carbohydrate by wheat genotypes. *Field Crop Res* 47:1–11
- Talukder SK, Babar MA, Vijaylakshmi K, Poland J, Prasad PVV, Bowden R, Fritz A (2014) Mapping QTL for the traits associated with heat tolerance in

- wheat (*Triticum aestivum* L.) *BMC Genet* 15: 97. doi:10.1186/s12863-014-0097-4
- Tang Y, XiaoliW, Chaosu L, ChunW, XiaolingM, Gang H (2013) Longterm effect of year-round tillage patterns on yield and grain quality of wheat. *Plant Product Sci* 16:365–373
 - Teixeira EI, Fischer G, VelthuizenHV, WalterC, Ewert F (2013) Global hotspots of heat stress on agricultural crops due to climate change. *Agric For Meteorol* 170:206–215. doi:10.1016/j.agrformet.2011.09.002
 - Trethowan RM, Mujeeb-Kazi A (2008) Novel germplasm resources for improving environmental stress tolerance of hexaploid wheat. *Crop Sci* 48:1255–1265. doi:10.2135/cropsci2008.02.0082
 - Tripathi A, Tripathi DK, Chauhan DK, Kumar N, Singh GS (2016) Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: a review on current knowledge and future prospect. *Agric Ecosyst Environ* 216:356–373. doi:10.1016/j.agee.2015.09.034
 - Troccoli, A., Borrelli, G.G., De-Vita, P., Fares, C. et Di-Fonzoet, N. (2000) Mini review : durum wheat quality : a multidisciplinary concept. *Jour. Of Céréale Science*
 - Tyagi BS, Tiwari V, Sharma I (2012) Response estimation of wheat synthetic lines to terminal heat stress using stress indices. *J Agric Sci* 4:97–104. doi:10.5539/jas.v4n10p97
 - UEGUCHI-TANAKA M; ASHIKARI M; NAKAJIMA M; ITOH H; KATOH E; KOBAYASHI M; CHOW T.Y; HSING Y.I; KITANO H; YAMAGUCHI I et MATSUOKA M., 2005 - Gibberellin insensitive DWARF1 encodes a soluble receptor for gibberellin. *Nature* 437, 693–698.
 - Ugarte C, Calderini DF, Slafer GA(2007) Grain weight and grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in wheat, barley and triticale. *Field Crops Res* 100:240–248. doi:10.1016/j.fcr.2006.07.010
 - Upreti KK, Sharma M (2016) Role of plant growth regulators in abiotic stress tolerance. In: Rao NKS, Shivashankara KS, Laxman RH (eds.), *Abiotic stress physiology of horticultural crops*, pp 19-46. doi:10.1007/978-81-322-2725-02
 - Vijayalakshmi K, Fritz AK, Paulsen GM, Bai G, Pandravada S, Gill BS (2010) Modeling and mapping QTL for senescence-related traits in winter

- wheat under high temperature. *Mol Breed* 26:163–175. doi: 10.1007/s11032-009-9366-8
- Vu, J. C. V., Gesch, R. W., Pennanen, A. H., Allen Hartwell, L., Boote, K. J., & Bowes, G. (2001). Soybean photosynthesis, rubisco, and carbohydrate enzymes function at supraoptimal temperatures in elevated CO₂. *Journal of Plant Physiology*, 158(3), 295–307. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00290>
 - Verslues, P. E., & Juenger, T. E. (2011). Sécheresse, métabolites et variation naturelle chez *Arabidopsis* : une combinaison prometteuse pour comprendre l'adaptation aux environnements à faible disponibilité en eau. *Current Opinion in Plant Biology*, 14(3), 240-245
 - Walter, S.,(1984). Céréales et oléagineux. Manutention. Commerciales transformation N°3, p. 350.
 - Wang H, Wang H, Shao H, Tang X (2016) Recent advances in utilizing transcription factors to improve plant abiotic stress tolerance by transgenic technology. *Front Plant Sci* 7:67. doi:10.3389/fpls.2016. 00067
 - Wang X, Cai J, Jiang D, Liu F, Dai T, Cao W (2011) Pre-anthesis hightemperature acclimation alleviates damage to the flag leaf caused by post-anthesis heat stress in wheat. *J Plant Physiol* 168:585–593. doi: 10.1016/j.jplph.2010.09.016
 - Wang X, Cai J, Liu F, Dai T, Cao W, Wollenweber B, Jiang D (2014) Multiple heat priming enhances thermo-tolerance to a later high temperature stress via improving subcellular antioxidant activities in wheat seedlings. *Plant Physio Biochem* 74:185–192. doi:10. 1016/j.plaphy.2013.11.014
 - Wang X, Cai J, Liu F, Jin M, Yu H, Jiang D, Wollenweber B, Dai T, Cao W (2012) Pre-anthesis high temperature acclimation alleviates the negative effects of post-anthesis heat stress on stem stored carbohydrates remobilization and grain starch accumulation in wheat. *J Cereal Sci* 55:331–336. doi:10.1016/j.jcs.2012.01.004
 - Waraich EA, Ahmad R, Ashraf MY, Saifullah AM (2011) Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. *Acta Agric Scand, Section B Plant Soil Sci* 61:291–304. doi:10.1080/09064710.2010.491954

- Waraich EA, Ahmad R, Halim A, Aziz T (2012) Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: a review. *J Soil Sci i Pl a n t Nut r* 12: 2 2 1–2 4 4 . doi :1 0 . 4067/S0718- 95162012000200003
- Wardlaw, I.F., Dawson, I.A., Munibi, P., Fewster, R., (1989). The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. *ISurvey procedures and general response patterns. Aust. J. Agric. Res.* 40: 1-13.
- WenX, Wang S, DumanJG, Arifin JF, Juwita V, GoddardWA, Rios A, Liu F, Kim SK, Abrol R et al. 2016. Antifreeze proteins govern the precipitation of trehalose in a freezing-avoiding insect at low temperature. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 113: 6683–6688.
- Wheeler T, Von Braun J (2013) Climate change impacts on global food security. *Science* 341:508–513. doi:10.1126/science.1239402
- WHITE CN; PROEBSTING W.M; HEDDEN P et RIVIN CJ., 2000 - Gibberellins and seed development in maize. I. Evidence that gibberellin/abscisic acid balance governs germination versus maturation pathways. *Plant Physiol.* 122:1081–1088.
- Whittle, C. A., Otto, S. P., Johnston, M. O., & Krochko, J. E. (2009). Adaptive epigenetic memory of ancestral temperature regime in *Arabidopsis thaliana*. *Botany*, 87(6), 650–657. <https://doi.org/10.1139/B09-030>
- [www.planetoscope.com/cereales/191- production-mondiale-de-ble.html](http://www.planetoscope.com/cereales/191-production-mondiale-de-ble.html) affichée le 8 avr. 2017 10:38:41 GMT.
- Xia B, Ke HP, Inouye M. 2001. Acquirement of cold sensitivity by quadruple deletion of the cspA family and its suppression by PNPase S1 domain in *Escherichia coli*. *Molecular Microbiology* 40: 179–188.
- Yamamoto Y, Aminaka R, Yoshioka M, Khatoon M, Komayama K, Takenaka D, Yamashita A, Nijo N, Inagawa K, Morita N, Sasaki T, Yamamoto Y (2008) Quality control of photosystem II: impact of light and heat stresses. *Photosynth Res* 98:589–608. doi:10.1007/ s11120-008-9372-4
- Yang J, Kloepper JW, Ryu CM (2009) Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends Plant Sci* 14:1–4. doi:10.1016/j.tplants.2008.10.004

- Yin XY, Guo W, Spiertz JH (2009) A quantitative approach to characterize sink-source relationships during grain filling in contrasting wheat genotypes. *Field Crops Res* 114:119–126. doi:10.1016/j.fcr.2009.07.013
- Yu Q, Li L, Luo Q, Eamus D, Xu S, Chen C, Wang E, Liu J, Nielsen DC (2014) Year patterns of climate impact on wheat yields. *Int J Climatol* 34:518–528. doi:10.1002/joc.3704
- Zhao H, Dai TB, Jing Q, Jiang D, Cao WX (2007) Leaf senescence and grain filling affected by post-anthesis high temperatures in two different wheat cultivars. *Plant Growth Regul* 51:149–158. doi:10.1007/s10725-006-9157-8
- Zheng B, Chenu K, Dreccer MF, Chapman SC (2012) Breeding for the future: what are the potential impacts of future frost and heat events on sowing and flowering time requirements for Australian bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties? *Glob Chang Biol* 18:2899–2914. doi:10.1111/j.1365-2486.2012.02724.x
- Zinn, K. E., Tunc-Ozdemir, M., & Harper, J. F. (2010, April). Temperature stress and plant sexual reproduction: Uncovering the weakest links. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 61, 1959–1968. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq053>