

## **EFFET DU STRESS SALIN SUR LA TENEUR EN EAU ET CERTAINS OSMOLYTES CHEZ LE BLE DUR *Triticum durum* var KEBIR PULVERISE PAR UNE PHYTOHORMONE SYNTHETISEE: BENZYL-AMINO-PURINE (BAP)**

DJAHRA Ali Boutlelis<sup>1</sup>, BENMAKHOLOUF Zoubida<sup>2</sup>, BENKHERARA Salah<sup>1</sup>,  
BENKADDOUR Mounia<sup>1</sup>, BORDJIBA Ouahiba<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>*Laboratoire de Biologie Végétale et Environnement, Département de Biologie  
Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie*

<sup>(2)</sup>*Laboratoire de Physiologie Végétale, Département de Biologie  
Université Mentouri, Constatantine, Algérie*

E-mail: [djahra\\_ab@yahoo.fr](mailto:djahra_ab@yahoo.fr)

**Résumé.-** Le présent travail a pour objectif d'étudier l'influence du stress salin du sol par différentes concentrations de NaCl (0, 10, 15 g/l) sur la teneur en eau et certains osmolytes du blé dur *Triticum durum* var *Kebir* au stade de croissance, et de réduire son effet en pulvérisant la BAP (Phytohormone synthétisée: Benzyl –amino –purine) avec des concentrations de l'ordre de 10, 20, 30 mg/l. Les résultats obtenus montrent que la BAP utilisée a pu influencer positivement sur la teneur en eau des plantes stressés lorsqu'elles sont pulvérisées par les concentrations 20 et 30 mg/l. De même, une augmentation est observée des différents teneurs en sucres solubles et en chlorophylles a et b et plus particulièrement sous l'effet de la concentration 10 mg/l de BAP utilisée. Les valeurs enregistrées montrent que la salinité a influé sur la concentration ou taux de proline au niveaux des plantes traitées ou non par la BAP.

**Mots clés:** Stress salin, *Triticum durum* var *Kebir*, phytohormones, benzyl-amino-purine.

## **EFFECT OF SALT STRESS ON THE WATER CONTENT AND SOME OSMOLYTES OF THE DURUM WHEAT *Triticum durum* Var *KEBIR* SPRAYING BY PHYTOHORMONE SYNTHESIZED: BENZYL-AMINO-PURINE (BAP)**

**Abstract.-** This work aims to study the influence of salt stress of the soil by different concentrations of NaCl (0, 10, 15 g / l) on the water content and some osmolytes of the durum wheat *Triticum durum* var *KEBIR* at growth stage and to reduce its effect by spraying the BAP (Phytohormone synthesized: Benzyl amino purine) with concentrations of about 10, 20, 30 mg / l. The results obtained show that the BAP used positively affects on the water content of stressed plants when they are sprayed with the concentrations 20 and 30 mg / l. Similarly, an increase is observed in different contents of soluble sugars, chlorophylls a and b particularly under the effect of the concentration 10 mg / l of BAP. On the other hand, the recorded values showed that the salinity has perfectly affected the concentration or rate of proline on the levels of the plants whether treated by the BAP or not.

**Key words:** Salt Stress, *Triticum durum* var *Kebir*, phytohormones, benzyl-amino-purine.

### **Introduction**

Les changements climatiques deviennent de plus en plus contraignants pour la croissance et le développement des plantes notamment dans les zones arides et semi-arides [1]. Ces écosystèmes sont caractérisés par une forte irrégularité des précipitations [2,3] associé à une importante évaporation favorisant l'accumulation des sels dans le sol [4]. Ce

phénomène affecte près de 7% de la surface globale dans le monde [5]. L'Algérie se situe parmi les pays touchés, presque 3,2 millions d'hectares de la surface sont salins [6].

Dans ces zones, la salinité des sols et des eaux d'irrigation est l'un des facteurs limitatifs de la productivité végétale et du rendement agricole [7]. Sous cette condition, la physiologie des espèces végétales est perturbée [8]. La réponse au sel des espèces dépend de l'espèce lui-même, de sa variété, de la concentration en sel, des conditions de culture et du stade de développement [9].

De ce fait, ces changements imposent la réflexion sur les stratégies à entreprendre pour comprendre les mécanismes mis en jeu par les plantes afin de s'adapter aux nouvelles conditions de l'environnement et de maintenir leur croissance et leur productivité [10].

D'après plusieurs études, il est connu qu'à fin de limiter les effets de la sécheresse liée à la salinisation du sol, le végétal accumule des composés organiques, tels les sucres solubles [11] et la proline [12] qui est considérée comme "élément osmorégulateur" [13-14]. L'accumulation de cet acide aminé est suggérée comme indice de résistance non seulement au stress salin mais également au stress hydrique [15,16].

L'utilité des traitements par des régulateurs de croissance, l'un des méthodes utilisées pour soulager l'effet négatif du stress salin, a été montrée plutôt bien. Citons les travaux de NEMAT et al (2001) et YOUNIS et al (2003) sur la Kinétin (hormone régulatrice de croissance) qui a été trouvée pour atténuer les effets néfastes de la salinité sur l'activité photosynthétique et teneur en glucides de *Vigna sinensis* et *Zea mays* en plus de restaurer les niveaux d'hormones internes [17,18]. Cette hormone a pu également améliorer l'état des eaux avec une diminution de fuite d'électrolyte et de la toxicité des ions dans le Maïs [19] et une augmentation de chlorophylle totale, de la teneur en protéines, ainsi que le rendement des feuilles de Mûrier [20] sous stress salin.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés par l'étude de l'effet de stress salin par des concentrations croissantes de NaCl sur la teneur en eau et quelques osmolytes du blé dur *Triticum durum* var Kebir en pulvérisant sa partie foliaire par une phytohormone de régulation de croissance: la BAP.

## **1.- Matériel et méthodes**

### **1.1.- Matériel utilisé**

#### **1.1.1.- Matériel végétal**

L'expérimentation est menée sur des graines de blé dur *Triticum durum* var Kebir fournies par l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Lekhroub - Constantine (Algérie).

#### **1.1.2.- Matériel pédologique**

Les échantillons du sol ont été prélevés à partir d'un champ de culture au niveau de la région de Constantine (Nord-est Algérien).

### 1.1.3.- Phytohormones

La phytohormone utilisée est la BAP (Benzylaminopurine ou la kinétin synthétisée, phytohormone de la famille des Cytokinines) avec des concentrations (10, 20, 30 mg/l). Les concentrations sont obtenues par dissolution de 10, 20 et 30 mg de BAP dans 1 ml d'éthanol puis réajustement des volumes jusqu'au 1000 ml d'eau distillée.

### 1.2.- Dispositif expérimental

Après désinfection à l'hypochlorite de sodium (0,5%) pendant 15 mn, les graines sont rincées abondamment à l'eau distillée, puis mises à germer dans des boîtes de Pétri sur papier filtre imbibé d'eau distillée (20 graines par boîte). Les boîtes sont placées à l'obscurité dans un germoir où la température était fixée à 20°C. Suite à l'émergence de la radicule, il est procédé à un repiquage dans des pots en plastique pleins du sol (Surface = 15 x 15 cm<sup>2</sup>, Hauteur = 11 cm). Chaque pot contient 16 plantules. L'essai est conduit en conditions contrôlées dans une serre à une température de 17 à 40°C et une humidité relative de 65 à 90 %.

Le dispositif aléatoire comporte quatre lots, chacun est constitué de trois pots traités par 0, 10 et 15 g/l de NaCl respectivement. Le traitement salin a été effectué sur les quatre répétitions du même pot. A l'exception du témoin, les trois autres lots sont pulvérisés respectivement par les trois concentrations 10, 20 et 30 mg/l de BAP [21].

L'état hydrique des pots est maintenu au tiers de la capacité au champ (100 ml d'eau distillée) pendant deux semaines. Après avoir sélectionné 12 plantules de chaque pot, une irrigation est effectuée avec des solutions de NaCl (300 ml) à partir de la troisième semaine. Du début de l'essai au stade 3-4 feuilles, les blocs sont pulvérisés avec le BAP (parties aériennes). Deux semaines plus tard, ces blocs sont pulvérisés pour une deuxième fois. Les mesures sont effectuées 15 semaines dès le semis [22-23].

### 1.3.- Méthodes suivies

#### 1.3.1.- Paramètres physico-chimiques du sol

Les analyses physico-chimiques du sol sont réalisées selon les méthodes de BONNEAU et SOUCHIER (1994) [24].

#### 1.3.2.- Teneur relative en eau (TRE)

La méthode utilisée est celle de CLARCKE et CAIG (1982) [25], selon la formule suivante:

$$TRE (\%) = \left[ \frac{Pfi - Ps}{Ppt - Ps} \right] \times 100 \quad (1)$$

Pfi: Poids frais initial (g), déterminé immédiatement après prélèvement des feuilles,

Ppt: Poids de pleine turgescence (g) obtenu après 24 heures de trempage des feuilles dans l'eau à l'obscurité,

Ps: Poids sec (g) déterminé après séchage des feuilles à l'étuve à 80°C pendant 24 heures.

### 1.3.3.- Dosage des sucres solubles

En utilisant le phénol-acide sulfurique selon la méthode de DUBOIS et *al* (1956) [26]. La densité optique est lue à 485 nm au spectrophotomètre.

### 1.3.4.- Dosage de la proline

Le dosage de la proline est fait par la méthode de TROLL et LINDSLEY (1955) [27] améliorée par LAHRER et MAGNE cité par LEPORT (1992) [28]. L'échantillon végétal est traité par le méthanol à 40% puis chauffé au bain marie à 85°C pendant 1 heure. Ensuite, 1 ml d'extrait ajouté dans un mélange d'eau distillée, d'acide acétique et de ninhydrine. La densité optique est lue à 528 nm au spectrophotomètre.

### 2.3.5.- Dosage de chlorophylle

Le dosage de la chlorophylle est réalisé par la méthode de VERNON et SEELY (1966) [29] améliorée par HEGAZI et *al* (1998) [30]. L'échantillon végétal est traité par un mélange de 75 % de l'acétone et 25% de l'éthanol. La densité optique est lue à 622 nm pour la chlorophylle (b) et 644 nm pour la chlorophylle (a).

### 1.3.6.- Analyse statistique

La méthode de l'analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA) est employée pour l'évaluation de l'influence du stress salin du sol par différentes concentrations de NaCl, et de la concentration de BAP utilisée sur les différents paramètres analysés. Cette analyse est réalisée selon le test de student ( $P < 0.05$ ).

## 2.- Résultats

### 2.1.- Paramètres physico-chimiques du sol

Au vu des résultats obtenus (tab. I), le sol analysé semble être non salin, de texture argileuse avec un pH alcalin de l'ordre de 7,8. Un taux élevé de matière organique (MO) et de calcaire total. En plus, les quantités de carbonates ( $\text{CO}_3^-$ ) et bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) sont très faibles. Elles sont respectivement de l'ordre de 0 méq/l, 2 méq/l ce qui confirme les résultats de la conductivité électrique CE.

**Tableau I.-** Analyse des paramètres physico-chimiques du sol

$\text{HCO}_3^-$ (méq/l)	$\text{CO}_3^-$ (méq/l)	MO (%)	pH	CEC (méq/g)	CE 25°C (MS/cm)	Calcaire total (%)	Calcaire actif (%)
2	-	2,38	7,8	0,135	1,38	17	9,5

Gros sable (%)	Sable fin (%)	Limon (%)	Argile (%)	Texture
7,37	5,33	20	67	Argileuse

### 2.2.- Résultats des mesures effectuées

Des résultats du tableau. II, il ressort que le degré de la salinité du sol (concentrations du NaCl) influe négativement sur la qualité des différents paramètres

étudiés durant la période de croissance de l'espèce en question. Par ailleurs, l'effet positif de la phytohormone utilisée est parfaitement observé tout au long de la période de l'expérimentation et en particulier lors du dosage des sucres solubles (2,525 mg/g) et de la chlorophylle a (1,187 mg/g MF) quand la concentration de BAP est de l'ordre de 10 mg/l.

**Tableau II.-** Analyse des paramètres étudiés

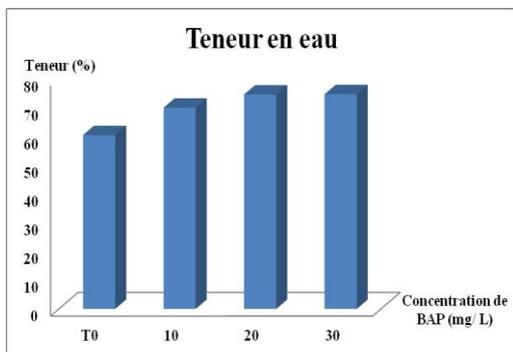
	Salinité	Concentration de NaCl (g/l)		
	Hormone	0	10	15
Sucres	10	2,269 ± 0,293	1,521 ± 0,539	1,738 ± 0,088
	20	3,762 ± 0,246	1,154 ± 0,444	1,482 ± 0,628
	30	1,473 ± 0,006	1,097 ± 0,293	1,868 ± 0,812
	Témoin	1,661 ± 0,026	1,767 ± 0,246	2,197 ± 0,621
Proline	10	151,9 ± 65,76	222,58 ± 113,1	267,84 ± 17,4
	20	85,56 ± 10,521	200,56 ± 97,35	116,9 ± 33,76
	30	157,17 ± 34,63	97,34 ± 18,413	87,42 ± 0,876
	Témoin	263,50 ± 18,413	172,98 ± 48,224	130,51 ± 35,510
Chlorophylle (a)	10	1,05 ± 0,049	1,050 ± 0,254	1,061 ± 0,08
	20	1,141 ± 0,161	0,878 ± 0,171	0,938 ± 0,033
	30	1,371 ± 0,678	0,935 ± 0,04	0,967 ± 0,012
	Témoin	1,171 ± 0,028	0,958 ± 0,073	0,982 ± 0,028
Chlorophylle (b)	10	4,907 ± 0,068	1,05 ± 0,06	4,501 ± 0,06
	20	4,4 ± 0,226	3,393 ± 0,002	4,196 ± 0,094
	30	3,874 ± 0,008	4,032 ± 0,053	4,165 ± 0,394
	Témoin	4,399 ± 0,01	4,317 ± 0,086	3,869 ± 0,062
Teneur en eau	10	46,825 ± 36,361	58,175 ± 21,89	61,76 ± 19,99
	20	67,45 ± 40,103	83,387 ± 20,23	83,705 ± 6,7
	30	95,95 ± 73,968	82,32 ± 21,24	78,90 ± 24,381
	Témoin	45,712 ± 14,72	70,817 ± 9,519	69,161 ± 18,905

La teneur en eau (fig. 1) des feuilles de l'espèce *Triticum durum* var Kebir, il a été observé qu'il y a une relation non significative ( $r = 0,234$  NS) entre la concentration du NaCl utilisé et la dose de phytohormone pulvérisée. Ces résultats démontrent que la phytohormone agit de façon plus ou moins faible sur la teneur en eau qui s'augmente peu à peu. En effet, l'absorption de l'eau est maintenue à un niveau suffisant pour éviter la déshydratation des tissus de la plante et pour établir le phénomène de succulence et pouvoir diluer le plus d'osmolytes possibles.

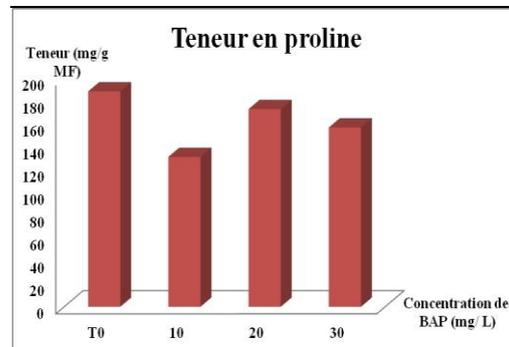
L'accumulation de proline (fig. 2) est négativement corrélée avec la salinité. Même en présence de la BAP, cette espèce n'a pas pu accumuler de plus grande quantité en proline qui peut lui permettre une forte résistance à la salinité. Cependant, une relation non significative est obtenue entre l'effet de cette phytohormone et de la concentration de sel utilisé ( $r = 2,584$  NS).

Quant aux sucres solubles (fig. 3), une forte corrélation est enregistrée entre la concentration de NaCl dans le sol utilisé et la dose de BAP pulvérisée avec  $r = 7.391^{**}$ . De

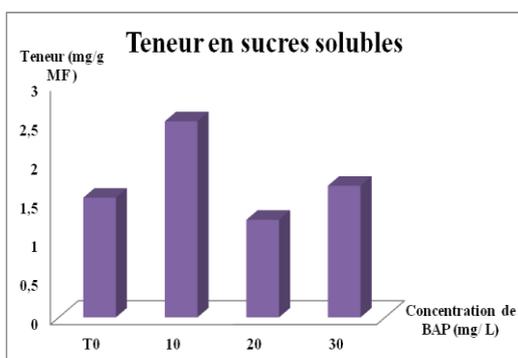
même pour la chlorophylle (b) (fig. 5), une corrélation très hautement significative est enregistrée ( $r = 134,622^{***}$ ). Contrairement, la phytohormone BAP n'a montré aucune corrélation significative ( $r = 0,812$  NS) avec les concentrations de NaCl utilisé à l'exception de la concentration 10 mg/l de BAP où le taux de chlorophylle a est très élevé (fig. 4).



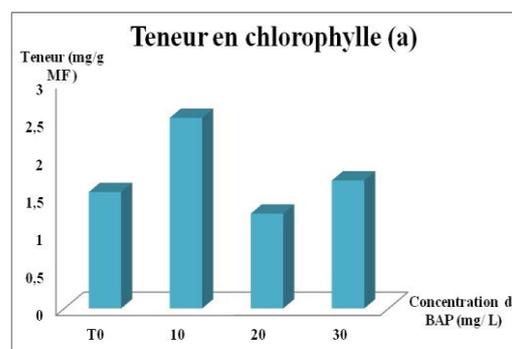
**Figure 1.-** Effet du stress salin sur la teneur en eau après pulvérisation par la BAP



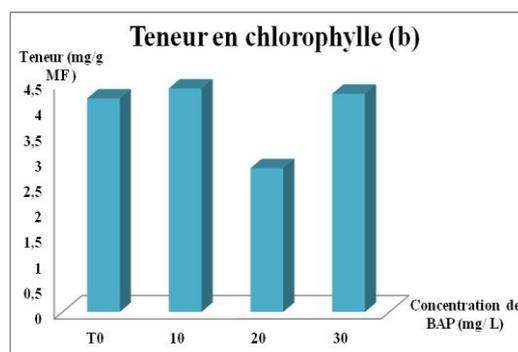
**Figure 2.-** Effet du stress salin sur la teneur en proline après pulvérisation par la BAP



**Figure 3.-** Effet du stress salin sur la teneur en sucres solubles après pulvérisation par la BAP



**Figure 4.-** effet du stress salin sur la teneur chlorophylle (a) après pulvérisation par la BAP



**Figure 5.-** Effet du stress salin sur la teneur en chlorophylle (b) après pulvérisation par la BAP

### 3.- Discussion

Le comportement de l'espèce *Triticum durum* var Kebir face au stress salin provoqué par les concentrations croissantes de NaCl, est déterminé par l'évaluation de la teneur en eau et certains osmolytes.

Les résultats obtenus ont montré que la teneur relative des feuilles en eau est le meilleur paramètre indiquant l'état hydrique de la plante. Elle augmente légèrement chez les plantes stressées sous l'effet de la salinité. Cela est observé particulièrement quand le matériel végétal est soumis aux concentrations de BAP de l'ordre de 20 et 30 mg/l et qui semble être un comportement de « résistance » aux stress salin. Ces résultats démontrent que la BAP a influé positivement sur la capacité d'absorption de l'eau qui est maintenue à un niveau suffisant pour éviter la déshydratation des tissus de la plante et établir le phénomène de succulence et pouvoir diluer le plus d'osmolytes possibles [31].

Si l'accumulation d'ions minéraux joue un rôle essentiel dans la régulation osmotique au niveau de la vacuole, l'accumulation de composés organiques est par contre intervient principalement dans l'ajustement de la pression osmotique cytoplasme-vacuole [32].

L'augmentation de la teneur en proline, induite par le stress, peut être le résultat de trois processus complémentaires: stimulation de sa synthèse [33,34], inhibition de son oxydation [32,35] et/ou altération de la biosynthèse des protéines [32]. D'après les résultats de la teneur en proline, nous pouvons déduire que l'accumulation de la proline est négativement corrélée avec le degré de la salinité. Par comparaison avec les travaux D'EL JAAFARI (1993) [36] où il a été mentionné qu'il y a une accumulation de proline chez trois variétés de blé soumises à des concentrations accentuées de salinité, nos résultats sont complètement différentes car les plantes sont pulvérisées par une phytohormone régulatrice de croissance: la BAP. RAJASKARAN et al (2000) [37] ont montré que l'augmentation des teneurs de la solution d'irrigation en sel est accompagnée parallèlement par une augmentation croissante et relativement régulière de proline.

Les dosages des sucres solubles effectués mettent en évidence de fortes différences dans l'accumulation entre les plantes selon la concentration de BAP : pour le traitement 10 mg/l par exemple où l'effet positif de la BAP est parfaitement observé, l'accumulation des sucres est de l'ordre de 2,552 g/l MF. Ils révèlent aussi d'importantes différences entre plantes stressées et confirment bien la relation étroite qui existe entre la tolérance à la salinité et l'accumulation des sucres solubles [38-39].

L'analyse de la teneur en chlorophylle (a) montre qu'elle est moins sensible au stress salin que la teneur en chlorophylle (b). D'une façon générale, il est constaté que la teneur en chlorophylle diminue avec l'augmentation de l'intensité du stress salin conformément à ce que plusieurs auteurs ont démontré [40,41,42]. Par ailleurs, certaines accessions naturellement riches en chlorophylle perdent plus facilement leur chlorophylle que les accessions naturellement pauvres [43].

## Conclusion

Cette étude fait ressortir que le stress salin exerce un effet dépressif sur tous les paramètres physiologiques et métaboliques étudiés durant la croissance du blé dur *Triticum durum* var Kebir. Cependant il ne les affecte pas de la même manière. Le degré d'affection dépend de l'intensité du stress salin et de la concentration de phytohormone utilisée.

La phytohormone utilisée a influé positivement sur la teneur en eau des plantes stressées lorsqu'elles sont soumises à une pulvérisation par les concentrations 20 et 30

mg/l. De même, une augmentation des teneurs en sucres solubles et, en chlorophylles (a) et (b), est enregistrée. En plus, les valeurs enregistrées montrent que la salinité a pu influencer sur l'accumulation de la proline dans les plantes que ce soit pulvérisées ou non par le BAP.

Enfin, il est intéressant de signaler l'importance des phytohormones de régulation de croissance pour l'amélioration des caractéristiques de résistance des plantes vis-à-vis des facteurs édapho-climatiques défavorables notamment celui du stress salin.

### Références bibliographiques

- [1].- Higazy M., Shehata M., Allam A., 1995.- Free proline relation to salinity of three sugar beet varieties. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 73: 175-89.
- [2].- Mnif L., Chaieb M., 2004.- Efficacité comparée de l'utilisation de l'eau de pluie en milieu aride par quatre populations d'une Poaceae pérenne. *Revue des Régions Arides*, 1: 252-257.
- [3].- Rezgui M., Bizid E., Ben Mechlia N., 2004.- Etude de la sensibilité au déficit hydrique chez quatre variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivées en conditions pluviales et irriguées en Tunisie. *Revue des Régions Arides*, 1: 258-265.
- [4].- Hayek T., Abdelly C., 2004.- Effets de la salinité sur l'état hydrique foliaire, la conductance stomatique, la transpiration et le rendement en grains chez 3 populations de mil (*Pennisetum glaucum* L. R. Br.). *Revue des Régions Arides*, 1: 273-284.
- [5].- Munns R., 2002.- Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environment*, 25: 239-250.
- [6].- Hamdy A., 1999.- Saline irrigation and management for a sustainable use. In: *Advanced Short Course on Saline Irrigation Proceeding*, Agadir: 152-227.
- [7].- Baatour O., M'rah S., Ben Brahim N., Boulesnem F., Lachaal M., 2004.- Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. *Revue des Régions Arides*, 1: 346-358.
- [8].- Cramer G.R., Epstein E., Lauchli A., 1988.- Kinetic of root elongation of maize in response to short term exposure to NaCl and elevated Ca concentration. *Journal of Experimental Botany*, 39: 1513-1522.
- [9].- Mallek E., 1989.- Influence de la salinité sur certains aspects physiologiques et métaboliques de la tolérance au sel de tomates sensibles et résistantes. Thèse de doctorat en UFR de biologie, Paris: 5-120.
- [10].- Belkhodja M., Bidai Y., 2004.- Réponse de la germination des graines d'*Atriplex halimus* L. sous stress salin. *Revue Sécheresse*, 15: 331-335.
- [11].- Lessani H., 1969.- Recherche sur le comportement physiologique de la luzerne en présence de NaCl . Etude de quelques aspects de la nutrition minérale et du métabolisme respiratoire. Thèse Doctorat Science, Paris, 152 p.
- [12].- Stewart G. R., Lee J. A., 1974.- The role of proline accumulation in halophytes. *Planta journal*, 120: 279-289.

- [13].- El-Haddad E. H. M., O'leary J.W., 1994.- Effect of salinity and  $K^+Na^+$  ratio of irrigation water on growth and solute content of *Atriplex amnicola* and *Sorghum bicolor*. *Irrigation Science*, 14: 127-133.
- [14].- Ullah S. M., Soja G., Gerzabek M. H., 1993.- Ion uptake, osmoregulation and plant-water relations in faba beans (*Vicia faba* L.) under salt stress. *Die Bodenkultur*, 44: 291-301.
- [15].- Monneveux P., Nemmar M., 1986.- Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.): Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agronomie*, 6: 583-590.
- [16].- Dib A. T., Monneveux P., Araus J. L., 1992.- Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur. II. Caractères physiologiques d'adaptation. *Agronomie*, 12: 381-393.
- [17].- Nemat Alla M. M., Younis M. E., El-Shihaby O. A., El-Bastawisy Z. M., 2001.- Effect of Kinetin on Photosynthetic Activity and Carbohydrate Content in Waterlogged or Seawater Treated *Vigna sinensis* and *Zea mays*. *Journal of Biological Sciences*, 1: 918-924.
- [18].- Younis M. E., El-Shahaby O. A., Nemat Alla M. M., El-Bastawisy Z. M., 2003.- Kinetin Alleviates the Influence of Waterlogging and Salinity on Growth and Affects the Production of Plant Regulators in *Vigna sinensis* and *Zea mays*. *Agronomie*, 23: 277-285.
- [19].- Kaya C., Tuna A. L., Dikilitas M., Cullu M. A., 2010.- Responses of Some Enzymes and Key Growth Parameters of Salt-Stressed Maize Plants to Foliar and Seed Applications of Kinetin and Indole Acetic Acid. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 405-422.
- [20].- Das C., Sengupta T., Chattopadhyay S., Setua M., Das N. K., Saratchandra B., 2002.- Involvement of Kinetin and Spermidine in Controlling Salinity Stress in Mulberry (*Morus alba* L. cv. S1). *Acta Physiologiae Plantarum*, 24: 53-57.
- [21].- Kabar K., Baltepe S., 1990.- Effects of Kinetin and Gibberellic acid in Overcoming High Temperature and Salinity (NaCl) Stresses on the Germination of Barley and Lettuce Seeds. *phyton annales rei botanicae horn (austria)*, 30: 65-74.
- [22].-Azmi A.R., Alam S.M., 1990.- Effect of salt stress on germination, growth, leaf anatomy and mineral element composition of wheat cultivars. *Acta Physiologiae Plantarum*, 12: 215-224.
- [23].- Botella M., Cerda A., Lips S., 1993.- Dry matter production, yield, and allocation of carbon-14 assimilates by wheat as affected by nitrogen source and salinity. *Agronomy journal*, 85: 1044-1049.
- [24].- Bonneau M., Souchier B., 1994.- *Pédologie : Constituants et Propriétés du sol*. Paris, Ed. Masson, 459 p.

- [25].- Clarcke J., Caig T. M., 1982.- Excised leaf water retention capability as an indicator of drought résistance of *Triticum* genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 62: 571-578.
- [26].- Dubois M., Gilles K., Hamilton J., Rebers P., Smith F., 1956.- Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- [27].- Troll W., Lindsley J., 1955.- A photometric method for the determination of proline. *The Journal of Biochemistry*, 215: 655-660.
- [28].- Leport L., 1992.- Accumulation de proline associée aux contraintes environnementales et à la floraison chez le colza (*Brassica napus* L.). Thèse doctorat D'état, Rennes, 156 p.
- [29].- Vernon L. P., Seely G. R., 1966.- The chlorophylls. Academic Press, New York, 79-80.
- [30].- Hegazi A., Abou-Bakr Z., Naim M., Khalfallah A., 1998.- Effect of some antitranspirants on growth and some metabolic products of wheat plants under water interval irrigation systems. *The Desert Institute Bulletin* 48: 153-171.
- [31].- Benaceur M., Rahmoun C., Sdiri H., Medahi M., Selmi M., 2001.- Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production de grains de blé. *Revue Sécheresse*, 12: 167-174.
- [32].- Stewart R. W., Hameed S., Pinto J. P., 1977.- Photochemistry of tropospheric ozone. *Journal of Geophysical Research*, 82: 3134-3140.
- [33].- Morris C. J., Thompson J F., Johnson C. M., 1969.- Metabolism of Glutamic Acid and N-Acetylglutamic Acid in Leaf Discs and Cell-free Extracts of Higher Plants. *Journal of Plant Physiology*, 44: 1023-1026.
- [34].- Boggess S. F., Aspinall D., Paleg L. G., 1976.- Stress metabolism. IX. The significance of end-product inhibition of proline biosynthesis and of compartmentation in relation to stress-induced proline accumulation. *Australian Journal of Plant Physiology*, 3: 513-525.
- [35].- Rayapati P. J., Stewart C. R., Hack E., 1991.- Pyrroline-5-carboxylate reductase is in pea (*Pisum sativum* L.) leaf chloroplasts. *Journal of Plant Physiology*, 91: 581-586.
- [36].- El Jaafari S., 1993.- Contribution à l'étude des mécanismes biophysiques et biochimiques de résistance à la sécheresse chez le blé. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux: 3-34.
- [37].- Rajaskaran L. R., Aspinall D., Paleg L. G., 2000.- Physiological mechanism of tolerance of *Lycopersicum* spp. Exposed to salt stress. *Canadian Journal of Plant Science*, 80: 151-152.

- [38].- Morant-Manceau A., Pradier E., Tremblin G., 2004.- Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 161: 25-33.
- [39].- Navarro A.R., Rubio F., 2006.- High-affinity potassium and sodium transport systems in plants. *Journal of Experimental Botany*, 57: 1149-1160.
- [40].- Chen C. T., Li C. C., Kao C. H., 1991.- Senescence of rice leaves. XXXI changes of chlorophyll, protein and polyamine contents and ethlene production during senescence of a chlorophyll-deficient mutant. *Journal of Plant Growth Regulation*, 10: 201-205.
- [41].- Glemen M., Smith F. A., 1993.- Gas exchange and chlorophyll content of “Trif blue” rabbitey and “Sharp blue” southern highbush. Bluberry exposed to salinity and supplemental calcium. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2: 749-756.
- [42].- Walker R. R., Sedgley M., Blesing M. A., Dauglas T. J., 1984.- Anatomy, ultrastructure and assimilate concentrations of roots of citrus genotypes in ability for salt exclusion. *Journal of Experimental Botany*, 159: 1481-1494.
- [43].- Cheikh M’hamed H., Abdellaoui R., Kadri K., Ben naceur M., Bel hadj S., 2008.- Evaluation de la tolerance au stress salin de quelques accessions D’orge (*Hordium vulgare* L.) Cultivees en tunisie. *Sciences & Technologie*, 28: 30-37.