



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : LARBI Kawthar Ilhem - BENZAAD Soumia

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX

Thème

Effet de la salinité sur quelques paramètres
biométriques et biochimiques chez
Allium cepa. L

Jury de soutenance:

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M. KHEDIM Rabah	MCB	Président
M. GHOUDJALI Fayçal	MCB	Examinateur
M. BENCHETTOUH Ahmed	MCA	Encadreur
M. YUCEFI Mostafa Naceur	MCB	Co-encadreur
M. BENSOUILAH Soufyane	MCB	Invité

Promotion : Juin – 2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة عمار ثليجي- الاغواط

كلية: العلوم

قسم العلوم الفلاحية

مذكرة ماستر

تقديم الطالبتين: العربي كوثر الهام - بن سعد سمية

ميدان: علوم الطبيعية والحياة

شعبة: علوم فلاحية

تخصص: حماية النباتات

الموضوع

Effet de la salinité sur quelques paramètres biométriques et biochimiques chez *Allium cepa. L*

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم واللقب	الدرجة العلمية	الصفة
السيد: خديم رابح	أستاذ محاضر 'ب'	رئيسا
السيد: قوجالي فيصل	أستاذ محاضر 'ب'	ممتحنا
السيد: بن شتوح أحمد	أستاذ محاضر 'أ'	مؤطر
السيد: يوسف مصطفى ناصر	أستاذ محاضر 'ب'	مساعد مؤطر
السيد: بن صويلح سفيان	أستاذ محاضر 'ب'	مدعو

دفعه: جوان - 2023

Résumé :

L'oignon est l'un des légumes les plus consommés en Algérie. Ce légume est relativement très cultivé dans les régions arides et semi-arides où la salinisation des sols et des eaux d'irrigation constitue une vraie menace pour la sécurité alimentaire. Cette étude vise à évaluer l'effet de la salinité sur quelques paramètres biométriques et biochimiques de plants semis *in situ* dès la période du repiquage. Ces derniers ont été arrosés par différentes concentrations de NaCl à partir de $T_0 = 0.9$ g/l, $T_1 = 1.2$ g/l, $T_2 = 1.7$ g/l, $T_3 = 2.8$ g/l et $T_4 = 3.4$ g/l. Les résultats de l'analyse de variance ANOVA ont montré que l'effet de la salinité présente des différences significatives au seuil ($P < 0.05$) sur : les sucres solubles totaux ($P < 0.0001$), la quantité de proline ($P < 0.0001$), la hauteur moyenne des feuille ($P < 0.0002$), le diamètre au collet ($P < 0.009$), le poids sec des racines ($P < 0.008$), le poids frais des bulbes ($P < 0.044$) et le poids frais des feuilles ($P < 0.046$). En revanche, la salinité n'a eu aucun effet significatif ($P > 0.05$) sur le nombre des feuilles, le poids frais des racines, ainsi que sur la largeur, la longueur et le poids sec des bulbes.

Mots clés : Salinité, *Allium cepa* L. ; NaCl ; paramètres biométriques et biochimiques ; ANOVA.

ملخص:

البصل هو واحد من الخضروات الأكثر استهلاكاً في الجزائر. تزرع هذه الخضروات على نطاق واسع نسبياً في المناطق القاحلة والشبه قاحلة حيث تشكل تملح التربة ومياه الري تهديداً حقيقياً للأمن الغذائي. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير الملوحة على بعض المعالم البيومترية والكيميائية الحيوية للشتلات *in situ* بمجرد غرسها. تم سقي الشتلات بتركيزات مختلفة لكلوريد الصوديوم ابتداءً من $T_0 = 0.9$ جم/لتر؛ $T_1 = 1.2$ جم/لتر؛ $T_2 = 1.7$ جم/لتر؛ $T_3 = 2.8$ جم/لتر و $T_4 = 3.4$ جم/لتر. أظهرت نتائج تحليل ANOVA أن تأثير الملوحة يكشف اختلافات ذات دلالة إحصائية عند العتبة ($P < 0.05$) على إجمالي السكريات القابلة للذوبان ($P < 0.0001$)، وكمية البرولين ($P < 0.0001$)؛ متوسط ارتفاع الورقة ($P < 0.0002$)، قطر الطوق ($P < 0.009$)، الوزن الجاف للجذر ($P < 0.008$)، الوزن الطري للبصلة ($P < 0.044$) والوزن الطري للأوراق ($P < 0.046$). في المقابل لم يكن للملوحة تأثير كبير ($P > 0.05$) على عدد الأوراق والوزن الطري للجذر وكذا على الوزن الجاف وعرض وطول البصيلات.

الكلمات المفتاحية: الملوحة، *Allium cepa* L، الملح، المعالم البيومترية والكيميائية، ANOVA

Abstract:

Onion is one of the most consumed vegetables in Algeria. This vegetable is grown on a relatively large scale in arid and semi-arid regions where the salinization of soils and irrigation water constitutes a real threat to food security. This study aimed to evaluate the effect of salinity on some biometric and biochemical parameters of seedlings *in situ* once they are transplanted. The seedlings were watered with different concentrations of NaCl starting from $T_0 = 0.9$ g/l, $T_1 = 1.2$ g/l, $T_2 = 1.7$ g/l, $T_3 = 2.8$ g/l et $T_4 = 3.4$ g/l. The results of the ANOVA analysis showed that the effect of salinity reveals significant differences at the threshold ($P < 0.05$) on total soluble sugars ($P < 0.0001$), the amount of proline ($P < 0.0001$); mean leaf height ($P < 0.0002$), collar diameter ($P < 0.009$), root dry weight ($P < 0.008$), bulb fresh weight ($P < 0.044$) and leaf fresh weight ($P < 0.046$). In contrast, salinity had no significant effect ($P > 0.05$) on leaf count, root fresh weight, as well as on dry weight, width and length of bulbs.

Keywords: Salinity, *Allium cepa* L., NaCl, biometric and biochemical parameters, ANOVA.

Dédicaces

NOUS dédions ce modeste travail tout d'abord à nos très chers parents qui n'ont jamais cessé de sacrifier pour notre bien, pour notre bonheur et pour trouver le chemin de notre vie, que le bon dieu les garde pour nous ;

A nos frères et nos sœurs ;

A nos chères amies ;

A toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail de près ou de loin.

REMERCIEMENTS

Avant tout je remercie 'Allah' tout puissant de m'avoir accordé la force, le courage et Les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail ;

*J'adresse mes remerciements tout particuliers à **Mr. Benchettouh Ahmed** pour son encadrement tout au long de notre mémoire. Vos précieux conseils nous ont permis d'avancer rapidement et sereinement au cours de notre formation. Merci à vous d'avoir cru en nous et de nous avoir fait confiance ;*

*Nous tenons à remercier chaleureusement **M. Khedim Rabah**, et **M. Ghougali Fayssal** d'avoir accepté d'évaluer ce travail. Votre présence parmi le jury de soutenance représente un véritable honneur ;*

Nous remercions également les ingénieurs du laboratoire pour leur soutien.

Table des matières

Table des matières

Introduction.....	1
1. La salinisation.....	3
1.1. Définition de la salinisation	3
1.2. La salinité du sol.....	3
1.3. La Salinité des eaux	3
.2 Types de stress.....	3
.2.1 Stress biotique	3
.2.2 Le stress abiotique.....	4
.2.3 Le stress hydrique	4
.3 Causes de la salinisation	4
.4 Conséquences d'un stress salin	4
5. Effet du stress salin sur les plantes.....	4
.5.1 Effet de la salinité sur la morphologie de la plante	5
.5.2 Effet sur la croissance et le développement de la plante.....	5
.5.3 Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante.....	5
.5.4 Effets sur la nutrition minérale.....	7
.6 Stratégies adaptatives de la plante face au stress salin.....	7
7. La repense de la plante au stress salin	9
1. Historique	10
2. Origines géographiques.....	10
3. Position taxonomique.....	10
5. Les variétés d'oignon les plus cultivées en Algérie.....	12
6. Exigences de la culture L'oignon	12
7. Cycle de développement de l'oignon	13
8. La morphologie de l'oignon :	14
9. Mode de production d'oignon	14
10. Itinéraire technique de la culture d'oignon	15
11. conduite de la culture.....	17
12. Importance économique de l'oignon	17
3.1. Matériel végétal et conduite de la culture.....	19
3.2. Méthodes d'étude	19
4.1- RESULTATS	23
4.1.1- Les paramètres biométriques affectés par la salinité ($P < 0.05$).....	23

Table des matières

4.1.2- Effet de la salinité sur les paramètres biochimiques ($P < 0.05$)	27
4.1.3- Les paramètres non affectés par la salinité ($P > 0.05$).....	29
4.2- DISCUSSION.....	29
4.2.1- Influence de la salinité sur la croissance de <i>Allium cepa</i> L. (Hm.F et Dc) ($P < 0.05$).....	30
4.2.2- Influence du sel sur la production de biomasse	31
4.2.3- Influence du sel sur les paramètres biochimiques	33
Conclusion	35
Références bibliographiques	36

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Table 1: Les besoins en eau au cours de cycle végétative de l'oignon	17
Table 2: Les propriétés physico chimiques du sol utilisé	22
Table 3: Analyse de la variance (Hm.F)	23
Table 4: Analyse de la variance (Dc (mm)).....	24
Table 5: Analyse de la variance (Pf.F (g)).....	25
Table 6: Analyse de la variance (Pf.B (g)).....	26
Table 7: Analyse de la variance (Ps.R).....	27
Table 8: Analyse de la variance (Proline (mg/l)).....	28
Table 9: Analyse de la variance (Sucres solubles totaux (mg/l)).....	29

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1: Production d'oignon dans le monde (FAOSTAT, 2021).	18
Figure 2: Evolution de la production d'oignon en Algérie	18
Figure 3: Plan d'essai.....	19
Figure 4: Plants d'oignon (<i>Allium cepa</i> . L) traités par différentes < concentration du NaCl (Bensaad et Larbi, 2023).....	20
Figure 5: Préparation des plants d'oignon aux différents modes de mesures au laboratoire (Bensaad et Larbi, 2023).....	20
Figure 6: Effet de la salinité NaCl sur la hauteur moyenne des feuilles	23
Figure 7: Effet de la salinité sur le diamètre des plants au collet	24
Figure 8: Effet de la salinité NaCl sur le poids frais des feuilles	25
Figure 9: Effet de la salinité sur le poids frais des bulbes.....	26
Figure 10: Effet de la salinité sur le poids sec des racines.....	27
Figure 11: Effet de la salinité sur la proline.....	28
Figure 12: Effet de la salinité sur les sucres solubles totaux dans les bulbes	29

Liste des abréviations

Liste des abréviations

CE : Conductivité électrique du sol

dS/m : Décisiemens par mètre

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

g/l : Grammes par litre

INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie

ONM : Office National de Météorologie

USDA : United States Department of Agriculture

Introduction

Introduction

La salinité des eaux et des sols constitue une limitation sérieuse de la croissance et du rendement des cultures dans le monde (Maas, 1996 ; Dajic, 2006 ; Ashraf et *al.* 2008). Ses risques sont plus importants dans les zones arides et semi-arides caractérisées par une faible pluviométrie, une forte évapotranspiration et une eau d'irrigation fortement minéralisée (Shannon, 1986). Elle représente une contrainte environnementale majeure dans le secteur de l'agriculture en limitant la production de beaucoup de plantes cultivées dans de nombreuses régions du globe (Ahmad & Prasad, 2012). La salinité affecte négativement le développement et la croissance des plantes sous mode d'irrigation en diminuant les rendements et la qualité de cultures (Ahmad & Prasad, 2012). La surface des terres irriguées représente environ 310 millions d'hectares à l'échelle mondiale, 20 % de cette surface est affectée par la salinisation, soit 62 millions d'hectares (Hamilton, 2014).

La salinisation des terres est telle que c'est une moyenne de 2000 hectares dans les zones arides et semi-arides à travers 75 pays qui sont dégradés chaque jour par le sel, et cela depuis plus de 20 ans (Qadir et *al.*, 2014). Parmi les effets majeurs du stress salin chez les cultures maraichères est l'induction des effets nutritionnels (Leclef et Quinet, 2021). Ces derniers peuvent résulter de l'effet de la salinité sur la disponibilité des éléments nutritifs, l'absorption compétitive et le transport ou la répartition au sein de la plante (Benabderrahmane, 2021).

L'amélioration de la tolérance des plantes au sel est un objectif de sélection important dans les régions qui sont affectées par la salinité du sol (Benderradji et Bouzerzour, 2017). La capacité d'une plante à s'acclimater au stress salin comprend des altérations au niveau des feuilles, associé avec la morphologie, la physiologie et les caractéristiques biochimiques par lesquelles il y a des plantes qui s'adaptées avec haute salinité et à la faible disponibilité en eau (Boumdouha et Krim, 2019).

La demande croissante de légumes dans ces régions, notamment la production en oignon, pousse les agriculteurs à vouloir sans cesse améliorer leurs techniques de production afin de faire face à toutes les contraintes possibles. Ce légume qui est une espèce fortement sensible à la salinité est d'importance mondiale autant que nationale. Sa production nationale possède une place stratégique très avancée prenant la 2^{ème} activité agricole après la tomate dans la filière légumineuse.

Introduction

Dans ce contexte, la présente étude porte sur l'évaluation de l'effet du stress salin sur quelques paramètres biométriques et biochimiques des différentes parties végétatives des plants d'oignon (*Allium cepa* L.) suivis pendant trois mois dès leur repiquage *in situ*.

Partie théorique

1. La salinisation

1.1. Définition de la salinisation

« La salinisation est le processus par lequel les sels solubles s'accumulent dans le sol et elle a été identifiée comme un processus majeur de la dégradation des terres. Les causes techniques les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides Djemai (2018). Il est estimé, à partir de diverses données disponibles que : Le monde perd au moins 3 ha de terres arables chaque minute à cause de la salinité du sol (Bouchoukh et Rahmoune, 2010).

1.2. La salinité du sol

Plusieurs chercheurs ont défini la salinité des sols comme étant la présence de concentration élevée en sels solubles, ou lorsque les éléments nutritifs Na, Ca, Mg sont présentés en concentrations extrêmement élevées (Maafa, 2020). La salinité est actuellement un des facteurs qui affectent en grande mesure la fertilité et la productivité des sols, en diminuant le rendement des cultures dans les régions où les cultures dépendent de l'irrigation non maîtrisée en particulier les zones arides et semi-arides de la région méditerranéenne (Omeiri, 2008).

1.3. La Salinité des eaux

L'eau d'irrigation peut saliniser les sols si elle a une teneur excessive en ions solubles, ou si elle est mal appliquée (**Herrero Isern, 1992**), le contrôle permanent des risques de l'irrigation régulière des sols en zones arides et semi-arides est indispensable en agriculture (Meddahl et al. 1993). Ouzal (2005) a noté qu'en Algérie la salinisation secondaire à la suite de l'irrigation avec des eaux diversement minéralisées entraîne une extension de la salure dans de nombreux périmètres irrigués. Abdelli Zouina (2017) a noté que la gestion rationnelle des eaux doit nécessairement prendre en compte la trilogie irrigation-salinité-drainage, car ces facteurs ont un effet direct sur les propriétés physico-chimiques des sols aboutissant à des conditions défavorables pour la croissance des cultures.

2. Types de stress

La plante et la plupart de ses cellules sont directement exposées aux changements des conditions environnementales qui peuvent être de deux natures distinctes.

2.1. Stress biotique

Partie théorique

Ce terme représente la totalité des paramètres physico-chimiques ou biologiques qui découlent de l'existence de l'action des êtres vivants. Les facteurs biotiques caractérisent donc l'ensemble des influences qu'exercent les êtres vivants entre eux et sur leur milieu (Laiche, 2022).

2.2. Le stress abiotique

Il est dû principalement à des facteurs environnementaux comme la sécheresse, les températures (Madjida, 2022).

2.3. Le stress hydrique

Il est provoqué par un déficit en eau constituant une menace permanente pour la survie des plantes, néanmoins, beaucoup d'entre elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leurs permettent de survivre dans les régions de faible pluviosité dont la teneur en eau des sols est peu élevée (Sellami Meriem, 2017).

3. Causes de la salinisation

Les rares précipitations, l'évaporation élevée, l'irrigation avec de l'eau saline, et les pratiques culturelles sont parmi les facteurs principaux qui contribuent à la salinité croissante. La salinisation secondaire, en particulier, aggrave le problème où une fois que les superficies agricoles productives deviennent impropres à la culture due à la qualité inférieure de l'eau d'irrigation (Hammia, 2012). Le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures (Soraya, 2015). L'eau saline occupe 71% de la surface de la terre, environ la moitié des systèmes d'irrigation existant du monde sont sous l'influence de la salinisation (Hammia, 2012).

4. Conséquences d'un stress salin

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes (Lachhab et al. 2022). L'effet de la salinité est : l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante. Not que les effets de la salinité varient suivant le stade du développement, la tolérance à celle-ci augment de puis la germination jusqu'à la fructification (Djennade et Attalaoui, 2019). La diminution de la croissance des organes aériens par le sel se manifeste par une réduction de la surface foliaire contrôlée par le nombre et la taille des cellules, La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement et d'une manière générale (Lemekeddem et Debbache, 2014).

5. Effet du stress salin sur les plantes

Partie théorique

5.1. Effet de la salinité sur la morphologie de la plante

a) Effet de la salinité sur les racines

Selon Levigneron *et al.* (1995), les racines sont les premières à réagir vis-à-vis l'effet de la salinité. Haballah *et al.* (2018) ont déduit qu'un excès de sel dans la rhizosphère donne naissance à des plantes naines et que la masse racinaire est moins affectée par la salinité que les limbes, les tiges et les pétioles.

b) Effet de la salinité sur les tiges

La longueur des tiges est réduite par l'excès de sel dans le sol (Bendob et Khouildat, 2016). Pour le tournesol, la réduction de la hauteur de la tige est de 30 cm (Haballah *et al.*, 2018).

c) Effet de la salinité sur les feuilles

Des concentrations élevées de sel tels que le Ca^{++} , Mg^{++} et les bicarbonates provoquent des nécroses sur les feuilles, des décolorations et la réduction de la chlorophylle (Ghezal et Miloudi, 2019).

5.2. Effet sur la croissance et le développement de la plante

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (Bouaouina *et al.*, 2000) par deux manières:

- La concentration élevée de NaCl diminue l'absorption de Ca^{2+} qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en Na^+ s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg^{2+} , K^+ , N, P et Ca^{2+} dans la plante. Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO^{-3} deviennent limitant (Haouala *et al.*, 2007). Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs du sol (Guechidoun *et al.*, 2015) ;

- Le métabolisme azoté et la synthèse protéique sont sévèrement affectés par le stress salin, il en résulte un développement anormal des plantes et une diminution du rendement (Laredj Zazou, 2020). Le stress salin affecte aussi la photosynthèse de nombreuses espèces végétales (Benmahioul *et al.*, 2008).

5.3. Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante

Dans des conditions salines, il y a un changement dans le modèle d'expression des gènes et des changements qualitatifs et quantitatifs dans la protéosynthèse (Bentrad, 2022). Le stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire,

Partie théorique

affectant ainsi sa stabilité (Brahimi, 2017). Chez diverses espèces, plus ou moins résistantes, on a observé une augmentation des sucres totaux résultant d'un blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une forte hydrolyse de l'amidon (Guedda et Djaber, 2016), l'accumulation des sucres solubles est importante dans les feuilles des plantes stressées (Berka et Aid, 2009). D'autre part, Brahim et Meziani (2021) ont signalé que la proline est l'acide aminé le plus caractérisé des plantes soumises au stress salin. L'importance de la proline comme indicateur aux agressions semble jouer un rôle dans le maintien des pressions solvacuole, mais aussi dans la protection des membranes et des systèmes enzymatiques ainsi qu'un régulateur du pH. Le génotype tolérant accumule plus de proline que le génotype sensible de *Cicer arietinum*, à des concentrations inférieures à 100mM de NaCl, la proline aurait aussi un rôle dans la limite de l'osmorégulation (Brahimi, 2017).

a. La proline

La proline est un acide aminé jouant un rôle important dans la structure des protéines et fait exception des vingt acides aminés pourvus d'une fonction imine et non d'une fonction amine (Vogrig, 2016). La proline serait synthétisée à partir de l'acide glutamique via la pyrroline 5-carboxylate (P5C) mais également de l'arginine et l'ornithine (Merabta et Benlaribi, 2019).

L'accumulation de la proline est l'une des manifestations les plus remarquables chez les plantes pour limiter les effets du stress salin et hydrique afin de réaliser l'ajustement du potentiel osmotique dans le cytoplasme et le maintien de l'amélioration de la stabilité des membranes cellulaires (Miryam, 2017). L'accumulation de la proline induite par les stress peut être le résultat de trois processus complémentaires : simulation de sa synthèse inhibition de son oxydation et /ou altération de la biosynthèse des protéines (Saidi, 2018). L'assimilation rapide de la proline lors du stress hydrique ou salin a été mise en évidence chez de nombreuses plantes particulièrement chez l'orge, chez l'eucalyptus, également observé chez les plantules de tomates cultivé sous stress salin 100 et 200 mMNaCl ou hydrique (Maazouz Ahlem, 2021). Selon un autre point de vue, l'accumulation de la proline n'est pas une réaction l'acide aminé à travers le phloème (Monneveux, 1991). La synthèse de la proline peut adaptative au stress mais plutôt le signe d'une perturbation métabolique (Taib et Maamri, 2017). De plus, d'autres facteurs influent sur l'accumulation de la proline tels que l'inhibition de l'oxydation, due à un effet mitochondrial et à la réduction du taux de translocation d'être incluse dans la régulation du pH cytoplasmique. Par conséquent, elle aide dans la stabilisation de protéines membranaires et des protéines libres, ce qui suggère qu'elle a un rôle d'osmoprotecteur du fait qu'elle est la plus accumulée dans les plastides mitochondries et le cytosol (Maazouz Ahlem, 2021).

b. Les sucres

Partie théorique

Les glucides forment un groupe de composés très importants, certains représentent une source d'énergie pour les organismes vivants, soit immédiatement utilisable (glucose), soit sous forme de réserves (amidon, glycogène); d'autres ont un rôle structural (cellulose, chitine); d'autres, enfin, possèdent un rôle biologique important comme celui de signaux de reconnaissance (glycanes des glycoprotéines et des glycolipides) (Hamrouche et *al.*, 2009).

5.4. Effets sur la nutrition minérale

Le stress salin provoque un déséquilibre de la nutrition minérale de la plante qui résulte d'une perturbation de l'absorption et du transport des éléments essentiels. La présence du NaCl dans le milieu de culture inhibe l'absorption des ions K^+ , Ca^{2+} , Pi , NO_3^- , NH_4^+ et renforce celle des ions salins, Na^+ et Cl^- qui s'accumulent jusqu'à devenir toxiques pour la plante (Farissi et al, 2014). Ainsi, ces auteurs ont montré que chez *Medicago sativa* L. la contrainte saline engendrait des réductions significatives de K^+ et des accumulations significatives de Na^+ .

6. Stratégies adaptatives de la plante face au stress salin

6.1. Séquestration de sodium et prélèvement de K^+

Les plantes détectent le stress salin à travers le signal ionique Na^+ et osmotique. L'excès de Na^+ peut être détecté par les protéines transmembranaires ou les enzymes récepteurs de Na^+ . L'excès de Na^+ et Cl^- provoque des changements de structures de protéines et une dépolarisation membranaire qui peuvent conduire à la perception de la toxicité ionique (Amouchas et Zennadi, 2018). Les antiports Na^+ / H^+ des membranes plasmiques absorbent le Na^+ à partir des cellules racinaires pour le transporter vers les feuilles. Ce transport est la première ligne de défense empêchant l'accumulation de Na^+ dans le cytosol (Ouellet, 2009). Cette séquestration vacuolaire de Na^+ est une stratégie pour l'ajustement osmotique réduisant en même temps la concentration de Na^+ cytosolique. Les antiports vacuolaires Na^+ / H^+ utilisent le gradient de protons généré par la H^+ / adénosine triphosphatase ($H^+ / ATPase$) vacuolaire et la H^+ / pyrophosphatase ($H^+ / PPase$) pour la séquestration de Na^+ dans la vacuole. Le stress salin active les $H^+ / ATPase$ et $H^+ / PPase$ des tonoplastes (Farissi et *al.*, 2014). Les plantes maintiennent un haut ratio cytosolique K^+ / Na^+ . Le stress salin entraîne la diminution de ce ratio, en raison de la concurrence des ions Na^+ avec les ions K^+ , ce qui est défavorable pour les processus biochimiques cellulaires des plantes (Nedjimi, 2010). De même, une forte concentration de potassium augmente le potentiel osmotique qui entraîne une entrée d'eau à partir du milieu extérieur. Le prélèvement de K^+ est essentiel pour la turgescence cellulaire et le déroulement des processus biochimiques sous stress salin (Farissi et *al.*, 2014).

6.2. Biosynthèse d'osmoprotecteurs et ajustement osmotique

Partie théorique

Les légumineuses tolérantes la salinité réalisent l'ajustement osmotique en concentrant les ions salins dans leurs tissus (Levigneron et *al.*, 1995). Mais, les quantités accumulées deviennent rapidement toxiques. Dès lors, une des stratégies d'adaptation consiste à synthétiser des osmoprotecteurs, principalement des sucres et des composés aminés tels que la glycine-Bétaïne et la proline (Hanana et *al.*, 2011). La proline agit comme un osmoticum dont l'accumulation cytoplasmique permet de neutraliser les effets ioniques et osmotiques de l'accumulation du sel dans la vacuole (Farissi et *al.*, 2014). Cette dernière joue un rôle dans le maintien des pressions cytosol-vacuole et dans la régulation du pH et la stabilité des membranes. Des études ont montré une accumulation importante de la proline à partir d'une concentration de 100mM de NaCl chez *Medicago truncatula* L au niveau foliaire (Lahrech, 2011), et racinaire (Ashraf et *al.*, 2004). L'accumulation des sucres chez les légumineuses en réponse à la salinité a été observée chez l'espèce *Phaseolus* (Amouchas et Zennadi, 2018).

6.3. Induction d'enzymes anti-oxydantes

Le stress salin provoque la formation de dérivés réactifs de l'oxygène tels que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et les radicaux libres (Rondeau, 2017). Ces dérivés sont à l'origine de dommages oxydatifs des lipides membranaires, des protéines et des acides nucléiques (Baudin, 2020). Pour y faire face, les plantes ont développé des mécanismes anti-oxydants enzymatiques et non-enzymatiques (Faycel et Lemzeri, 2008). L'induction du superoxyde dismutase est considérée comme le premier mécanisme de défense contre ces dérivés (Poinso, 2016). Chez *Medicago sativa* L., Shao et *al.* (2007) ont constaté une augmentation de l'activité des enzymes antioxydants comme mécanisme d'adaptation au stress salin. Farissi et *al.* (2014) ont rapporté que les activités peroxydases les plus élevées ont été détectées chez la variété de pois chiche les plus tolérantes au stress salin.

6.4. Induction de phytohormones

Les phytohormones telles que l'acide abscissique (ABA), l'acide indolacétique (AIA), l'acide gibbérellique (AG) et les cytokines, sont impliquées dans la régulation de la réponse des plantes à la salinité et permettent d'atténuer les effets dépressifs de cette contrainte (Amouchas et Zennadi, 2018). Shabbir et *al.* (2022) ont noté que l'ABA joue un rôle majeur dans la signalisation des réponses d'adaptation des plantes aux stress. L'ABA est produite dans les racines en réponse à une diminution du potentiel hydrique du sol et est transportée vers les feuilles où elle se fixe à des récepteurs de la membrane plasmique des cellules de garde des stomates. Les effets inhibiteurs du NaCl sur la photosynthèse, la croissance et la mobilisation des assimilats sont atténués par l'ABA. Chez *Phaseolus vulgaris* L., Saeidi-Sar et *al.* (2013) ont rapporté que l'interaction de l'acide ascorbique avec l'AG diminuait les quantités de H_2O_2 . L'effet interactif de ces substances a amélioré la teneur

Partie théorique

en protéines et l'activité des enzymes antioxydantes dans les plantes de haricot sous stress salin (Farissi et *al.*, 2014).

7. La repense de la plante au stress salin

Deux grandes stratégies de résistance au sel étaient connues chez les plantes:

Limiter l'entrée de sodium au niveau des racines ou séquestrer le sodium au niveau des feuilles (Bchini, 2020). La tolérance de la salinité est l'habilité des plantes à croître et compléter leur cycle de vie sur un substrat contenant une forte concentration de sel soluble (Attabi, 2019).

Les plantes développent un nombre important de mécanismes biochimiques et cellulaires pour faire face au stress salin (Okrefi et Bourezg, 2020).

Généralité sus l'oignon

1. Historique

A son origine, l'oignon est issu d'une espèce sauvage qui aujourd'hui n'existe plus dans la nature (Zine et Amouri, 2021). C'est une plante potagère qui de nos jours n'est connue que sous forme cultivée. Cette plante originaire d'Asie centrale et de Palestine est l'un des premiers légumes cultivés par l'homme (depuis 5000 ans) (Meriem, 2022). Il apparaît dans toutes les civilisations avec différentes interprétations : dans l'ancienne Chine il était le symbole de l'intelligence, il est cité dans la Bible et les Egyptiens le donnaient en offrande aux dieux. Depuis la Préhistoire, les oignons sont cultivés mais comme ils donnent mauvaise haleine, il s'agissait d'un aliment vulgaire et c'était surtout la classe ouvrière qui le consommait (Boucetta et Ben Mesbah, 2021). Ce sont les romains qui en conquérant la majeure partie de l'Europe ont contribué au développement de l'oignon dans la culture occidentale et ils l'utilisaient pour les longs voyages car c'est un légume qui se conserve longtemps. Ensuite, il a été introduit par Christophe Colomb en Amérique lors de son second voyage en 1493. Aujourd'hui, l'oignon est cultivé un peu partout dans le monde mais il est surtout présent dans les zones tempérées (Meriem, 2022).

2. Origines géographiques

Comprenant la Turquie, l'Iran, le Nord de l'Iran, l'Afghanistan, l'Asie du centre-ouest (y compris le Kazakhstan) et le Pakistan occidental est considérée comme le principal centre des espèces *Allium*. Le groupe ancestral dont provient vraisemblablement *Allium cepa* comprend les taxa sauvages de l'alliance Oschanini de la section *cepa*, c'est-à-dire *Allium oscganini* (y compris *Allium Praemixtum*) et *Allium vavilovi* (Nid et al., 2022). L'acclimatation de *Allium cepa* a probablement commencé à l'intérieur du Tadjikistan, de l'Afghanistan et de l'Iran actuels et cette zone du sud-ouest asiatique est reconnue comme le principal centre de variabilité, d'autres régions ou les régions manifestent une grande variabilité, comme le bassin méditerranéen, sont des centres secondaires (Hanelt, 1990).

3. Position taxonomique

La position taxonomique du genre *Allium* a fait l'objet de controverses. Dans la première classification des angiospermes, ce genre a été placé dans la famille des *Liliaceae*. Sur la base de la structure des inflorescences, *Allium* a été inclus dans les *Amaryllidaceae*. Cependant, avec l'avènement des marqueurs moléculaires, *Allium* est maintenant positionné au niveau d'une famille distincte, *Alliaceae*, proche de celle des *Amaryllidaceae*. Ainsi, le genre *Allium* appartient à la classe des Liliopsida, la sous-classe des Liliidae, le super ordre des Liliianae, l'ordre des *Amaryllidales*, la famille des *Alliaceae*, la sous-famille des *Allioideae* et la tribu des *Allieae* (Rabiou et al., 2015). Le

Partie théorique

genre *Allium* contient environ 780 espèces dont la majorité est présente dans l'hémisphère nord (Friesen et al., 2006). D'après Klaas et al. (2002), les espèces cultivées alimentaires ne représentent qu'une faible partie de la variabilité du genre. Friesen et al. (2006) classent les principales espèces cultivées du genre *Allium* dans les sous-genres *Allium* (ail, poireau) et *cepa* (oignon, échalote, ciboule, ciboulette, ciboulette de Chine). Ce genre est divisé, soit en cinq sous-genres, en fonction des critères morphologiques et de la distribution géographique (Hanelt, 1990), soit en 15 sous-genres, en se basant sur les marqueurs moléculaires (Friesen et al., 2006). La section *cepa* a été classée par Hanelt (1990) dans le sous-genre *Rhizirideum* (Koch).

Toutefois, dans la dernière classification du genre *Allium*, Friesen et al. (2006) classent la section *Cepa* dans le nouveau sous-genre *Cepa* (Mill.) Radić. Gurushidze et al. (2007) mentionnent que la section *Cepa* (Mill.) Prokh. est constituée de douze espèces réparties en trois groupes d'espèces affines. Le premier groupe est composé des espèces *A. cepa* L., *A. asarense* R.M.Fritsch & Matin, *A. farctum* Wendelbo, *A. roylei* Stearn et *A. vavilovii* Popov & Vved. ; le second groupe est formé des espèces *A. altaicum* Pall. et *A. fistulosum* L. ; le troisième groupe est constitué des espèces *A. galanthum* Kar. & Kir., *A. oschaninii* O.Fedtsch., *A. praemixtum* Vved. et *A. pskemense* B.Fedtsch.

4. Classification botanique et horticole

En considérant les modes de propagation et de culture, Helm (1956) a classé *A. cepa* en quatre variétés botaniques : var. ' *cepa* ' (oignon), var. ' *viviparum* ' (oignon rocambole), var. ' *aggregatum* ' (échalotes) et var. ' *cepiforme* ' (petit oignon rouge de Chine ; ciboule). Plus tard, Jones et al. (1963) ont subdivisé l'espèce *A. cepa* en trois groupes horticoles : le groupe *commonion*, se caractérisant par des plantes produites par graines, donnant des inflorescences sans bulbilles et de gros bulbes normalement solitaires ; le groupe *aggregatum*, constitué d'échalotes à reproduction préférentiellement végétative et caractérisées par un bulbe souterrain semblable à celui de l'oignon, mais plus petit et divisé comme celui de l'ail et le groupe *proliferum*, caractérisé par des bulbes souterrains plus petits et des inflorescences portant des bulbilles qui assurent la multiplication.

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Liliopsida*

Sous-classe : *Liliidae*

Ordre : *Liliales*

Partie théorique

Famille : *Liliaceae*

Genre : *Allium*

5. Les variétés d'oignon les plus cultivées en Algérie

Parmi les variétés les plus cultivées en Algérie on trouve:

a) L'oignon Rouge d'amposta

Oignon rond à légèrement aplati, Tunique rouge brillant foncé, Marché de frais et de consommation courte, Conservation de 3 mois maximum.

- Semis : de février à avril.
- Récolte : de juillet à septembre.

b) L'oignon jaune paille de vertus

Bulbe épais jaune rond, légèrement aplati dont le diamètre atteint 8 à 10 cm, Tunique ocre brun doré. Chair ferme au goût prononcé, de bonne qualité gustative et une Longue conservation

- Semis : mars à juin.
- Récolte : juillet à septembre

6. Exigences de la culture L'oignon

Exigences agronomiques de la plante Comme toute plante, l'oignon pour accomplir son cycle de développement a besoin d'éléments nutritifs et d'oxygène (O₂). Ces éléments sont fournis par l'eau et l'air. Il est nécessaire de faire des amendements en éléments minéraux et organiques au sol. Toutefois, le degré d'exigence de la plante varie en fonction des variétés. Les variétés d'oignon sont nombreuses. Il existe plus d'une cinquantaine de variétés dans le catalogue officiel (Collin et al., 2004). Cependant, selon FAO (2008), seules sept variétés sont inscrites dans le catalogue ouest africain des espèces et variétés végétales. Ce sont: le blanc de Galmi, le blanc de Soumarana, le jaune hâtif de Valence, le local Maranville, le Red Créole, Texas early yellow grano, et le violet de Galmi. L'adoption d'une variété dépend des conditions environnementales, et des facteurs socio-économiques du pays. Toutefois, seules six variétés sont recommandées au Burkina (Mahrh, 2008), à savoir le violet de Galmi, le violet de Soumarana, le violet de Noflaye, le violet de Garango, le Red créole et le Texas early yellow grano. Certaines de ces variétés ne sont pas inscrites dans le catalogue ouest africain. Il s'agit du violet de Soumarana, du violet de Noflaye et du violet de Garango. Le

violet de Galmi est la variété la plus recherchée pour son goût piquant et sa vertu médicinale (Marou, 2009). Au Burkina Faso, elle est la variété la plus cultivée. L'oignon est une plante cosmopolite. Il est cultivé sous divers types de climat. Une saison fraîche et sèche améliore la production (Csa, 2011). Les conditions climatiques du Burkina constituent un atout favorable à la production de l'oignon. Le calendrier cultural de la production au Burkina Faso s'étend du mois d'octobre au mois d'avril. En général, la formation des bulbes exige une photopériode qui se situe entre 12 heures et 16 heures. Cependant, pour certains écotypes du Burkina Faso et du Niger, elle n'est possible qu'à une photopériode inférieure à 12 heures (Mahrh, 2008). La Pntta (2002), indique que l'oignon est une espèce qui préfère les sols limonosableux. Ces types de sol améliorent la productivité des bulbes. Pour Collin et al. (2004), l'oignon est peu exigeant en ce qui concerne le type de sol. Les sols friables ayant un fort potentiel de rétention d'eau conviennent à la production de l'oignon. Ils contribuent à préserver le système racinaire. En revanche, les sols argileux conviennent peu à la culture, compte tenu de leur adhésivité et de leur plasticité. Ces sols sont susceptibles de bloquer la croissance du bulbe. De plus, les sols argileux ne sont pas favorables au déterrage du bulbe à la récolte du fait de leur adhésivité au bulbe. Quel que soit le type de sol exploité, il doit être bien drainé car l'oignon est très sensible à l'excès d'humidité. Cet excès d'eau peut provoquer la pourriture des bulbes et aussi favoriser le développement.

7. Cycle de développement de l'oignon

Le développement de l'oignon suit un cycle de croissance annuel. Voici les différentes étapes de ce cycle:

- a. **Germination des graines** : Les graines d'oignon sont semées en automne ou au début de l'hiver dans des sols bien drainés. La germination a lieu à des températures comprises entre 10°C et 25°C.
- b. **Développement des bulbes** : Au printemps, les tiges de l'oignon commencent à pousser à partir des graines germées. Les bulbes commencent à se développer à partir de la base de ces tiges. Les bulbes sont formés de feuilles modifiées appelées les tuniques.
- c. **Formation des feuilles** : Les feuilles commencent à se développer à partir du bulbe et forment une rosette. Les feuilles sont vertes et allongées.

Partie théorique

- d. **Formation de la tige florale :** Une fois que la plante a atteint une certaine taille, une tige florale se forme au centre de la rosette de feuilles. La tige florale peut atteindre une hauteur allant jusqu'à 1 mètre.
- e. **Floraison :** Les fleurs commencent à se développer à partir de la tige florale. Les fleurs sont blanches ou roses et ont une forme sphérique.
- f. **Formation des graines :** Les fleurs sont pollinies par les insectes et produisent des graines. Les graines mûrissent et durcissent à l'intérieur des capsules de fleurs.
- g. **Récolte :** Lorsque les feuilles commencent à jaunir et à se dessécher, c'est un signe que l'oignon est prêt à être récolté. Les oignons sont récoltés en été, habituellement en juillet ou en août.

8. La morphologie de l'oignon :

Racine : L'oignon a un système racinaire pivotant peu profond.

Tunique : L'oignon est recouvert d'une tunique, une couche protectrice en forme de feuilles modifiées qui protège le bulbe des dommages et de la déshydratation.

Bulbe : L'oignon est une plante bulbeuse, caractérisée par une grosse racine souterraine élargie qui stocke des réserves nutritives.

Feuilles : L'oignon a des feuilles longues et étroites, qui émergent du bulbe et forment une rosette basale. Les feuilles sont vertes et peuvent atteindre une hauteur de 30 à 50 cm.

Tige florale : Une fois que la plante atteint une certaine taille, une tige florale se développe à partir de la rosette de feuilles. La tige florale peut atteindre une hauteur allant jusqu'à 1 mètre.

Fleurs : Les fleurs de l'oignon sont petites, blanches ou roses et regroupées en une inflorescence sphérique au sommet de la tige florale.

Graines : Les fleurs sont pollinies par les insectes et produisent des graines qui sont contenues dans des capsules de *fleurs*.

9. Mode de production d'oignon

a. Cycle de production

i. Bisannuel

Partie théorique

Selon **Tarpaga (2012)**, l'oignon domestiqué est normalement une plante bisannuelle avec un cycle à trois (03) phases distinctes :

La première phase va de la germination de la graine à la formation et maturation du bulbe.

La seconde phase correspond à une période de dormance que subit le bulbe mature après la récolte. Ces deux (02) phases se déroulent pendant la première année du cycle de développement. L'étape de la reproduction sexuée correspond à la troisième phase et se déroule à la deuxième année du cycle de l'oignon.

La production des graines d'oignon suivant le mode bisannuel est plus connu sous l'expression anglaise de « bulbs to seed », par opposition au mode de production annuelle ou « seed to seed » (**Brewster, 1994**). Il s'agit par cette méthode, de produire les bulbes en premier cycle de culture à partir des graines semées directement en champ, ou en pépinière de transplantation (**Tarpaga, 2012**).

ii. Annuel

La production annuelle repose sur la faculté qu'ont certaines variétés d'oignon (cas du violet de Galmi), à monter en graines en premier cycle de culture (**Tarpaga, 2012**). Les plantes qui présentent des ombelles bien développées sont sélectionnées et laissées en végétation jusqu'à maturité (**Messiaen et al., 1993**). La production de graine à graine est pratiquée par plusieurs agriculteurs d'Afrique car cette pratique est facile et peu coûteuse. Pour l'oignon commun, la récolte de graines pour 1 ha planté avec 5 t de bulbes mère peut atteindre 500 kg (**Messiaen et Rouamba, 2004**).

10. Itinéraire technique de la culture d'oignon

10.1. Production de plants

La pépinière doit être désinfectée avec des fumigants (Vapam, Dazomet) sinon tout ou moins par la chaleur

- Semis en lignes distantes de 5 cm à raison de 350 g / are.
- Pratiquer l'éclaircissage.
- Effectuer des traitements fongicides avec propinébe, manébe ou thirame.
- Temps de production des plants / 2 à 3 mois selon l'époque de semis

10.2. Préparation du sol

Partie théorique

Les bulbes d'oignon ne grossissent normalement que dans des sols préparés 2 à 3 semaines avant la plantation, effectuée :

*Un labour moyen de 15 à 18 cm de profondeur

*Plusieurs passages de disques ou de herse pour ameublir le sol.

10.3. Fertilisation

- Eviter la fumure organique.
- Fumure minérale de fond avant plantation *6 Qx de NPK (12-18-18) *1 Qx de superphosphate (45%) *1 Qx de sulfate de potasse (50%) Fumure d'entretien : *1er apport au stade 2-3 feuilles : 1qx d'ammonitrate Urée . *2ème apport au stade début grossissement des bulbes. -1qx de d'ammonitrate (33,5) Urée 46% -1qx de sulfate de potasse (50%)

10.3. Plantation

a. Plantation d'oignon vert à partir de bulbes

: *Plantation des bulbes : Aout – Septembre *Récolte : Janvier à fin Mai *Quantité nécessaire : 2000 à 2500 kg /ha selon la grosseur des bulbes *Plantation en planches bien nivelées à 20 cm entre rangs et 15 cm entre bulbes

b. Production de bulbes à partir de plants

1-Date de semis : Aout à Novembre selon les régions

2-Date de plantation : Octobre à février 3-Stade de plantation : lorsque les plants ont atteint un diamètre de 7 à 8 mm 4-Récolte : Juin- Aout 5-Système de plantation

-a : En planche : à 20 cm entre rangs et 15 cm entre plants à 2 cm de profondeur de préférence au plantoir et après habillage des plants.

-b : En billons : la distance entre billons est de 75 cm sur chaque billon, on réalise 2 rangs distants de 25 cm et les plants sont distants de 12 cm.

c. Production d'oignon vert à partir de plants

(i) Calendrier de mise en place : idem que précédemment (ii) Récolte : Janvier à fin Mai (iii) Système de plantation : 3-a : En planches : 20 cm entre rangs et 10 cm entre plants 3-b : En billons : distants de 60 cm avec 2 rangs sur chaque billon distant de 25 cm. La distance entre plants est de 10 cm.

Partie théorique

11. conduite de la culture

11.1. Entretien

Procéder à 2- 3 binages mais pas profonds et utiliser des herbicides tels : *Métabenzthiazuro 70% (Tribunil) à raison de 4 kg / ha en post- plantation avant la levée des adventices. *Chloprophame + Diuron 24% (Vonduci 48) à raison de 8kg/ha, au stade reprise des plants repiqués

Besoin en eau l'oignon demande une humidité constante du sol plus particulièrement au moment de la formation racinaire et des plants

Table 1: Les besoins en eau au cours de cycle végétative de l'oignon

Cycle Végétatif	Durée	Besoins	Pluviométrie
Végétation foliaire active	08 semaines	1500 m ³ à 2400 m ³	240 mm
Formation et grossissement du bulbe	du bulbe 08 semaines	2400 m ³ à 4200 m ³	420

11.2. Irrigation

- En fonction de la pluviométrie, irriguer surtout à la plantation et au grossissement des bulbes.
- A partir du mois d'Avril, 1 fois par semaine en sol léger et 1 fois tous les 15 jours en sol lourd.
- Pour les oignons récoltés en sec, arrêter l'irrigation 1mois avant la récolte afin d'éviter la pourriture des bulbes

12. Importance économique de l'oignon

12.1. Production mondiale

La production mondiale d'oignons est estimée à 85 millions de tonnes par an (**FAOSTAT, 2021**). La Chine est le plus grand producteur d'oignons au monde avec un volume de production de 23,39 millions de tonnes par an. L'Inde arrive en deuxième position avec une production annuelle de 19,4 millions de tonnes. L'Asie représente 50% des volumes de la production d'oignons mondiale loin devant l'Europe, l'Afrique ou l'Amérique qui représentent chacun environ 10 %.

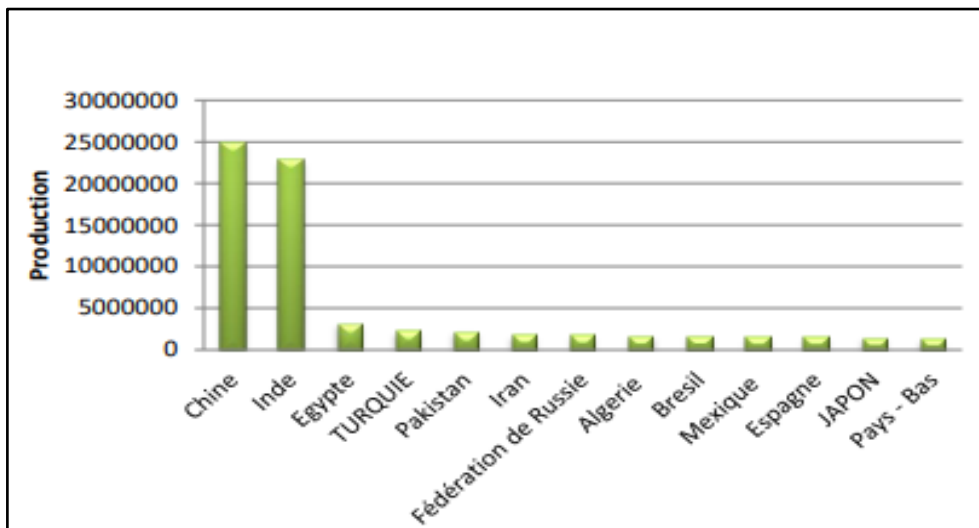


Figure 1: Production d'oignon dans le monde (FAOSTAT, 2021).

12.2. La production d'oignon en Algérie

L'Algérie produit environ 11 millions à 13 millions Qx d'oignon sec par an, les circuits de distributeur de ce produit sont très limités et toute la production nationale est destinée exclusivement à la consommation locale, une partie de la production est réalisée pour la multiplication et la production de semence.

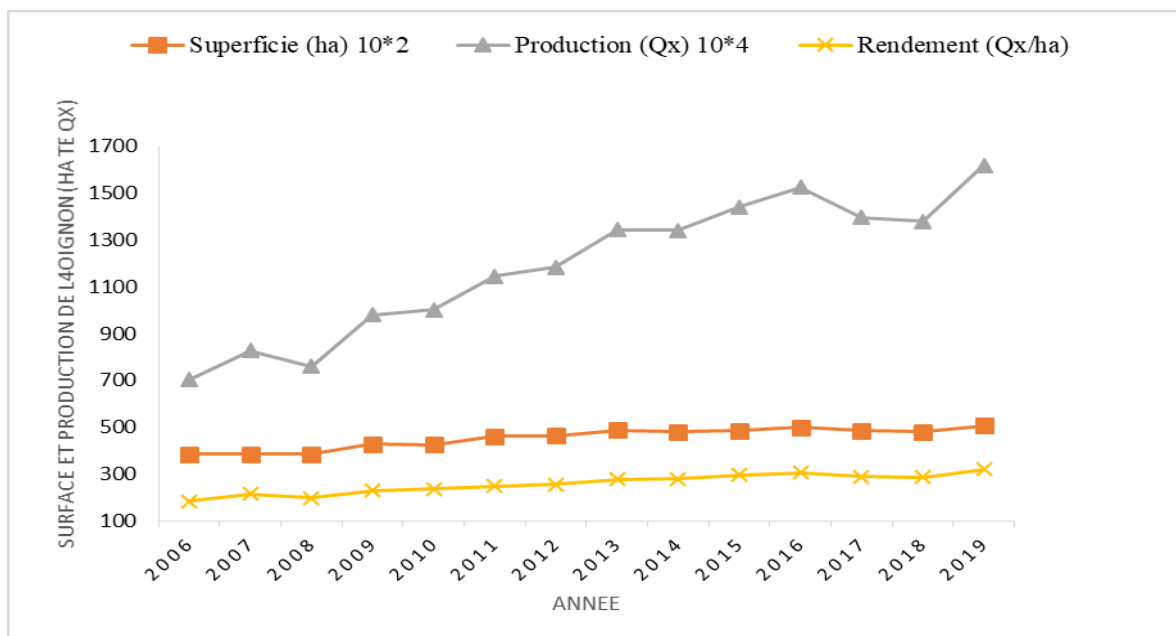


Figure 2: Evolution de la production d'oignon en Algérie

(Source : MADR, 2019)

Matériel et méthode

Notre objectif vise à mettre en évidence l'effet de la salinité sur quelques paramètres biométriques et biochimiques caractérisant la croissance des plants de *Allium cepa* L. cultivés aux conditions naturelles dès leur repiquage jusqu'au stade de 4 à 5 feuilles. A cette effet, des analyses biométriques et biochimiques ont été effectuées aux laboratoires du département des sciences agronomiques

3.1. Matériel végétal et conduite de la culture

Le matériel végétal, utilisé est des plants d'oignon (*Allium cepa*. L) de la variété rouge d'Amposta améliorée (Rabiou Abdou et *al.*, 2015). La culture a été conduite sur sol (provenance des terres agricoles alluvionnaires de la région de Bordj Senouci – Laghouat-) dans des pots en plastique d'un volume U4. Les plants sont maintenus en conditions climatiques naturelles au département des sciences agronomiques (photo. 0). L'arrosage a été faite avec l'eau du robinet selon les besoins jusqu'au stade de 4 à 5 feuilles.

3.2. Méthodes d'étude

3.2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un bloc randomisé (fig.0 3). La disposition des traitements a été faite d'une manière aléatoire.

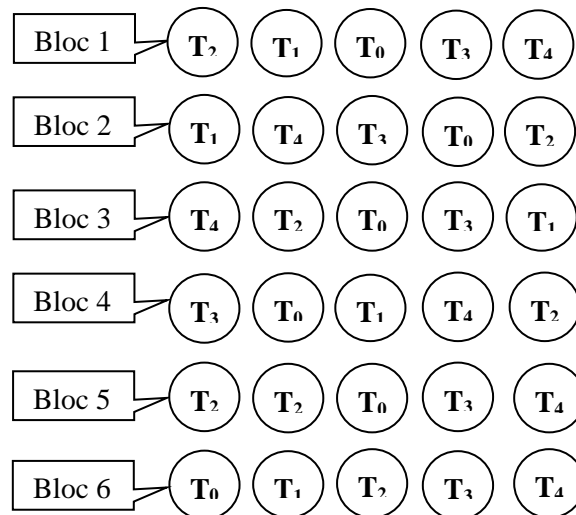


Figure 3: Plan d'essai

Dès leur repiquage, les plants ont été soumis à cinq traitements différents par arrosage avec de l'eau du robinet à laquelle a été ajoutée du NaCl : 1.2 g/l, 1.7 g/l, 2.8 g/l et 3.4 g/l comparé

Matériel et méthode

au témoin 0.9 g/l (témoin : la salinité de l'eau du robinet). Pour chaque traitement nous avons utilisé six répétitions (un dispositif équilibré c'est-à-dire la même taille des échantillons) en enfonçant un plant par pot, ce qui correspond à 30 plants au total.



Figure 4: Plants d'oignon (*Allium cepa*. L) traités par différentes < concentration du NaCl (Bensaad et Larbi, 2023)

3.2.2. Paramètres mesurés

Après prélèvements au laboratoire des sciences :



Figure 5: Préparation des plants d'oignon aux différents modes de mesures au laboratoire (Bensaad et Larbi, 2023)

Afin de déterminer l'effet du stress salin de NaCl sur la croissance des plants d'oignon à la fin de leur stade végétatif (stade de 4 à 5 feuilles), dix paramètres biométriques ont été

Matériel et méthode

examinés à savoir; le nombre des feuilles (Nb.F), leur hauteur moyenne (Hm.F) et leur poids frais (Pf.F), le diamètre au collet (Dc), la largeur des bulbes (Lr.B), leur longueur (Lg.B), leur poids frais (Pf.B) et leur poids secs (Ps.B), le poids frais des racines (Pf.R) et leur poids sec (Ps.R). Quant aux paramètres biochimiques, nous avons examiné deux paramètres ; les sucres solubles totaux et la proline. Ces paramètres ont été déterminé respectivement selon les méthodes utilisées par d'El Midaoui et *al.* (1999) et Monneveux et Nemmar (1986).

La courbe d'étalonnage (voir annexe 00) de la proline a été réalisée selon les équations empiriques suivantes :

$$Y= 0.0039*X$$

Tel que :

Y= Concentration de la proline étalonnée en mg/l ;

X= Concentration de la proline dans les feuilles des plants examinés.

Quand aux sucres solubles totaux, la courbe d'étalonnage a été déterminée selon l'équation empirique suivante :

$$Y= 0.0081*X$$

Tel que :

Y= Concentration des sucres solubles totaux étalonnés en mg/l ;

X= Concentration des sucres solubles totaux dans les bulbes des plants examinés.

Pour la biomasse (feuilles, racines et bulbes), les trois parties ont été séparées les unes des autres après récolte et pesées avec une balance de précision pour avoir leur poids frais. Les mesures dendrométriques (bulbe et diamètre au collet) ont été effectuées à l'aide d'un pied de coulisse. La hauteur de feuilles a été évaluée à l'aide d'une règle. Pour la mesure du poids sec, les différentes parties végétatives des plants ont été placées à l'étuve à 60 °C. Les pesées ont été effectuées jusqu'à poids constant.

3.2.3- Les propriétés physico chimiques du sol utilisé

Matériel et méthode

Table 2: Les propriétés physico chimiques du sol utilisé

Porvenance	H%	pH	CEC Mmhos/cm	Mo %	N%	P%	K%	CaCO ₃ %	C/N%
Bordj Snouci	4.8	7.5	0.41	1.4	1.1	0.017	31.3	0.36	7.5

(Source : Barkana et Benmahia, 2022)

3.2.4. Analyse statistique

L'analyse de la variance (ANOVA) et la comparaison des moyennes ont été réalisés à l'aide du XSTAT v.16. Le test de normalité utilisé est celui de Shapiro-Wilk (résidus) qui est un teste assez courant en cas de différence significative entre les traitements ($P < 0.05$).

4.1- RESULTAT

4.1.1- Les paramètres biométriques affectés par la salinité ($P < 0.05$)

4.1.1.1- Effet de la salinité sur la hauteur moyenne des feuilles (Hm.F)

L'analyse statistique a révélé un effet hautement significatif du NaCl ($P < 0,0002$) sur la hauteur moyenne des feuilles fraîches (tableau 03).

Table 3: Analyse de la variance (Hm.F)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	127,572	31,893	8,100	0,0002
Erreur	25	98,436	3,937		
Total corrigé	29	226,009			

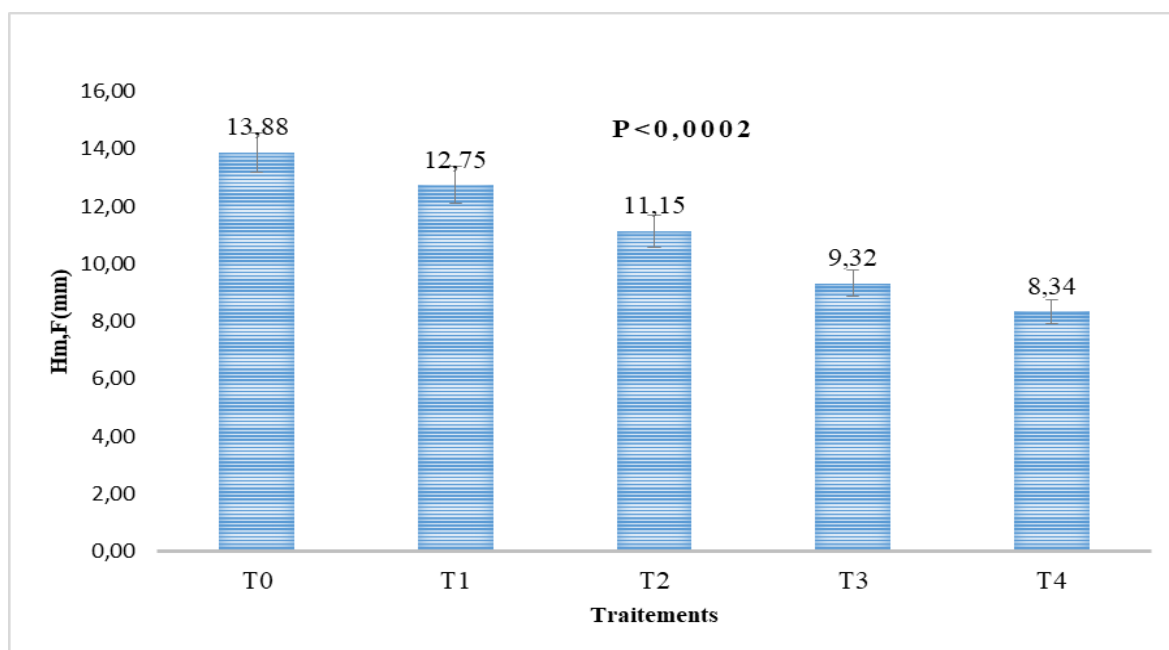


Figure 6: Effet de la salinité NaCl sur la hauteur moyenne des feuilles

La hauteur moyenne des feuilles fraîches diminue remarquablement lorsque la concentration de NaCl du sol augmente (fig.03). Cette réduction passe d'une moyenne de 13.88 cm à 8.34 cm respectivement chez la concentration extrême (3.4 g/l) et le témoin (0.9 g/l)

4.1.1.2- Effet de la salinité sur le diamètre des plants au collet

Résultat et discussion

Les résultats de l'analyse de variance de l'effet de la salinité sur le diamètre au collet des plants d'oignon ont montré que l'impact de la salinité est significatif ($P < 0.009$) (tableau 04.).

Table 4: Analyse de la variance (Dc (mm))

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	39,032	9,758	4,283	0,009
Erreur	25	56,962	2,278		
Total corrigé	29	95,994			



Figure 7: Effet de la salinité sur le diamètre des plants au collet

Les valeurs moyennes les plus élevées ont été observées chez les traitements du témoin tandis que celles faibles ont été enregistrées au niveau des plants stressés. Cette diminution passe respectivement d'une moyenne de 10.18 mm g à 7.05 mm (fig.04).

4.1.1.3- Effet de la salinité sur le poids frais des feuilles

Les résultats statistiques de l'effet de la salinité sur le poids frais des feuilles des plants d'oignon montrent que la biomasse aérienne fraîche (feuilles) baisse avec l'augmentation de la concentration de NaCl ($P < 0,046$) (tableau 05).

Résultat et discussion

Table 5: Analyse de la variance (Pf.F (g))

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	43,903	10,976	2,821	0,046
Erreur	25	97,263	3,891		
Total corrigé	29	141,166			
<i>Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$</i>					

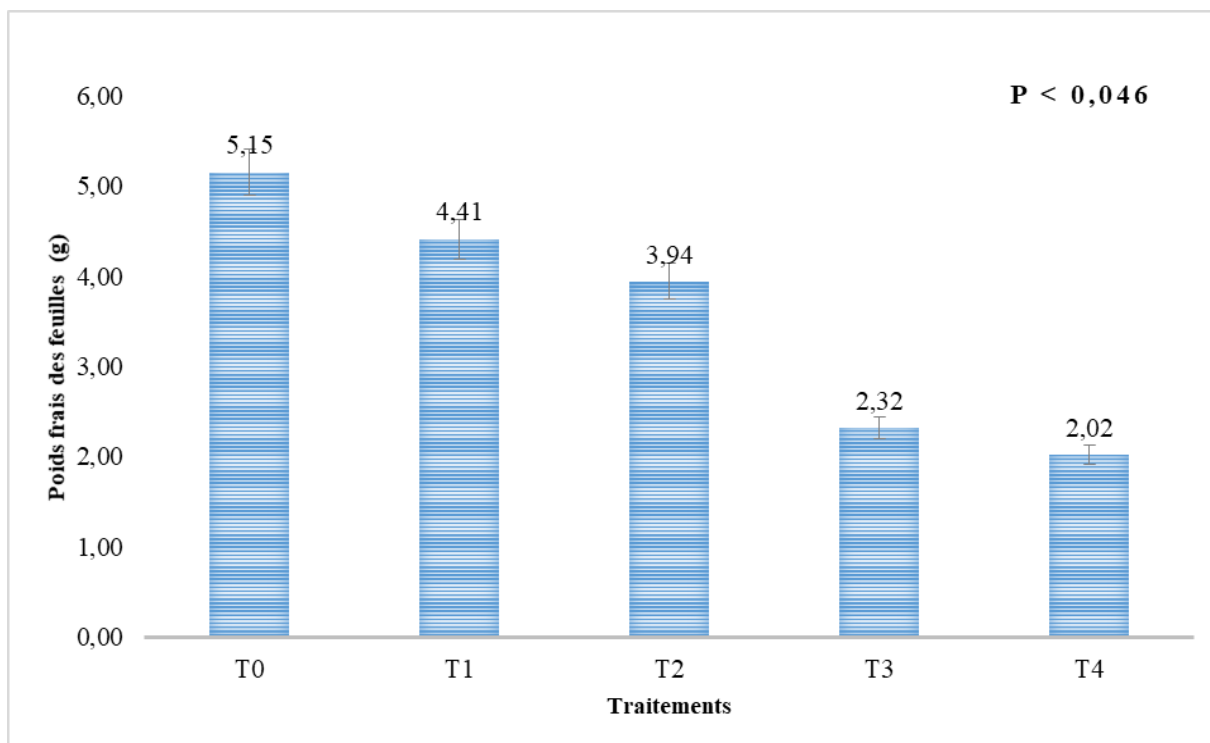


Figure 8: Effet de la salinité NaCl sur le poids frais des feuilles

Le témoin (0.9 g/l) enregistre une valeur moyenne la plus importante avec 5,15 g contre 2,02 g pour le traitement de la concentration élevée (3.4 g/l).

4.1.1.4- Effet de la salinité sur le poids frais des bulbes

L'analyse de variance montre que la concentration en sel a un effet significatif sur le poids frais des bulbes des plants d'oignon ($P < 0,044$) (tableau 06).

Résultat et discussion

Table 6: Analyse de la variance (Pf.B (g))

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	34,182	8,545	2,859	0,044
Erreur	25	74,717	2,989		
Total corrigé	29	108,898			
<i>Calculé contre le modèle $Y = Moyenne(Y)$</i>					

La masse fraîche des bulbes des plants d'oignons croit avec l'augmentation de la concentration en NaCl jusqu'au traitement noté T₂ (1.7 g/l) atteignant une valeur moyenne de l'ordre de 5.7 g/bulbe. Après cette valeur le poids frais des bulbes a connu une diminution arrivant des valeurs autour de 3.22 à 3.25 g/bulbe enregistrées respectivement chez la concentration 2.8 g/l et 3.4 g/l.

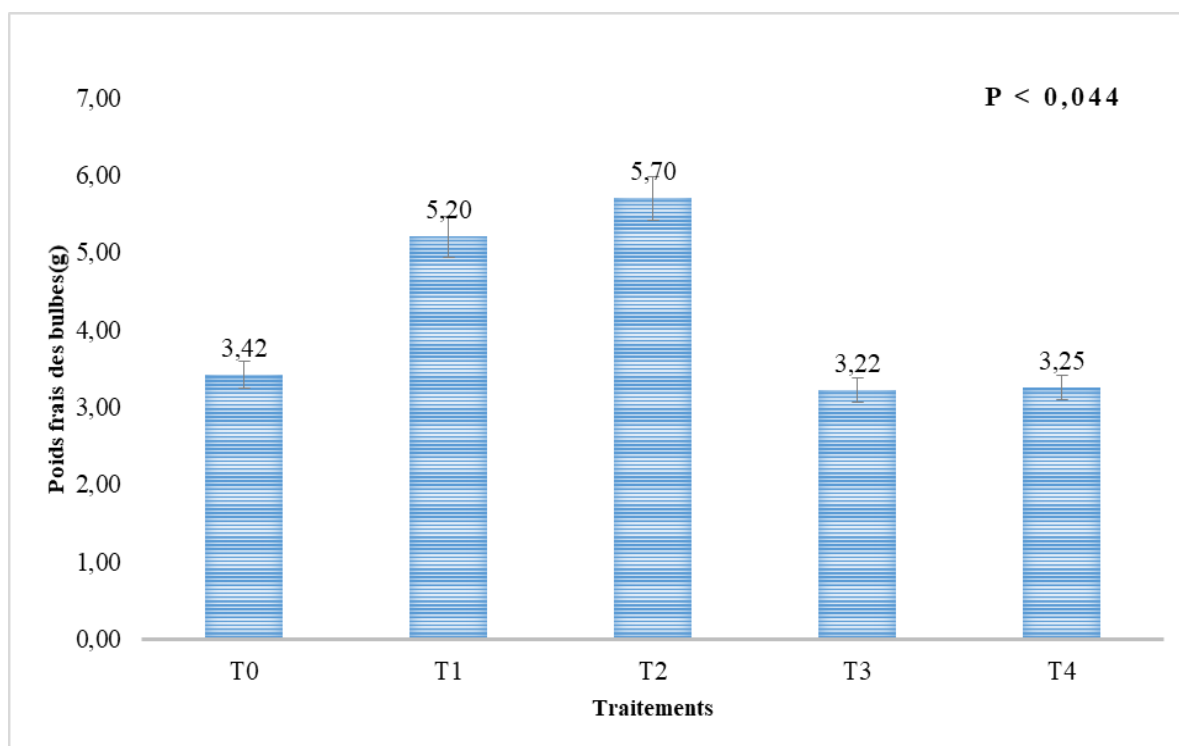


Figure 9: Effet de la salinité sur le poids frais des bulbes

4.1.1.5- Effet de la salinité sur le poids sec des racines

Les résultats de l'analyse de variance de l'effet de la salinité sur le poids sec des racines présentent des différences significatives ($P < 0,008$) (tableau 07).

Résultat et discussion

Table 7: Analyse de la variance (Ps.R)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	1,419	0,355	4,435	0,008
Erreur	25	2,000	0,080		
Total corrigé	29	3,418			
<i>Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$</i>					

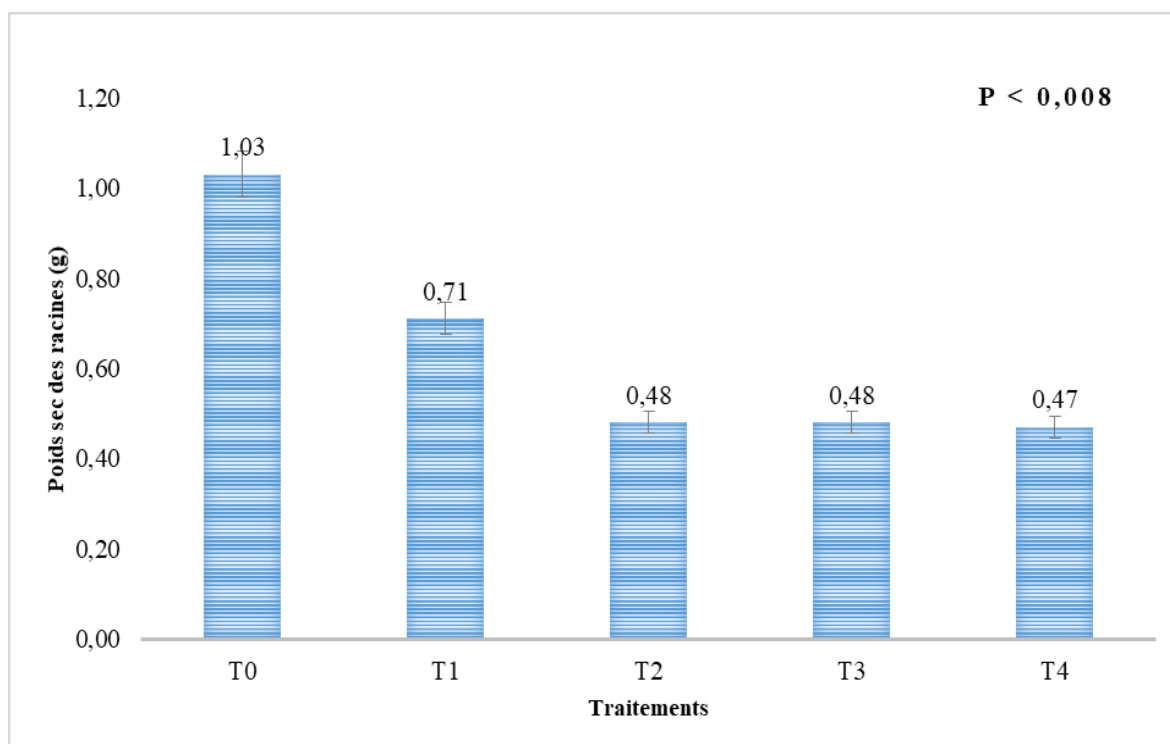


Figure 10: Effet de la salinité sur le poids sec des racines

Les valeurs moyennes les plus élevées ont été observées chez les traitements du témoin tandis que celles faibles ont été enregistrées au niveau des plants stressés. Cette diminution passe respectivement d'une moyenne de 1.03 g à 0.47 g (fig. 07).

4.1.2- Effet de la salinité sur les paramètres biochimiques ($P < 0.05$)

4.1.2.1- Effet de la salinité sur la proline

L'analyse statistique de l'ANOVA a révélé un effet hautement significatif du NaCl ($P < 0,001$) sur la quantité de la proline dans les feuilles des plants d'oignon (tableau 08).

Résultat et discussion

Table 8: Analyse de la variance (Proline (mg/l))

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	0,283	0,071	11,840	0,001
Erreur	10	0,060	0,006		
Total corrigé	14	0,343			
<i>Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$</i>					

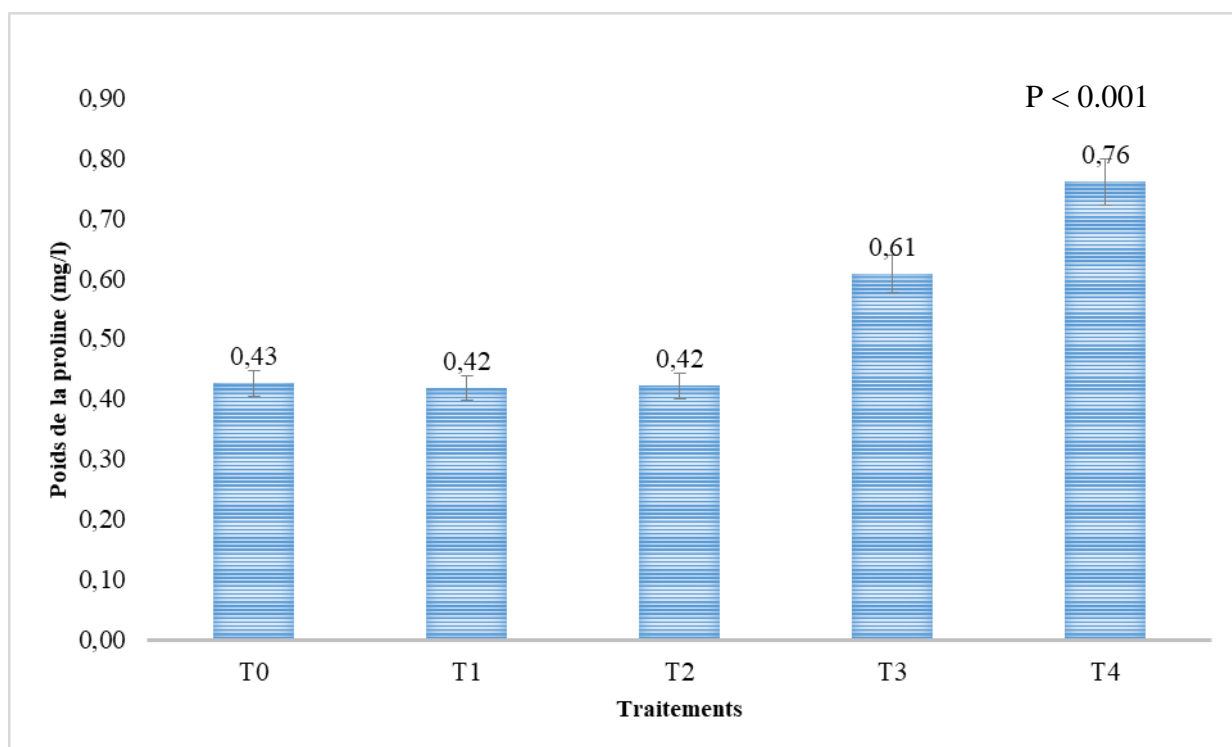


Figure 11: Effet de la salinité sur la proline

La quantité de la proline au niveau des feuilles croît avec l'augmentation de la concentration en NaCl à partir de la concentration notée T₃ (2.8 g/l). Par contre les valeurs faibles du NaCl n'ont aucun effet sur la salinité en particulier celles de 0.9 g/l, 1.2 g/l et 1.7 g/l (fig.08).

4.1.2.2- Effet de la salinité sur les sucres solubles totaux

Les résultats de la variance obtenus montrent que les sucres solubles totaux diminuent avec l'augmentation des concentrations de NaCl ($P < 0.0001$) en enregistrant des différences hautement significatives (tableau 09).

Résultat et discussion

Table 9: Analyse de la variance (Sucres solubles totaux (mg/l))

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	23,805	2,976	24,162	< 0,0001
Erreur	21	2,586	0,123		
Total corrigé	29	26,391			
<i>Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$</i>					

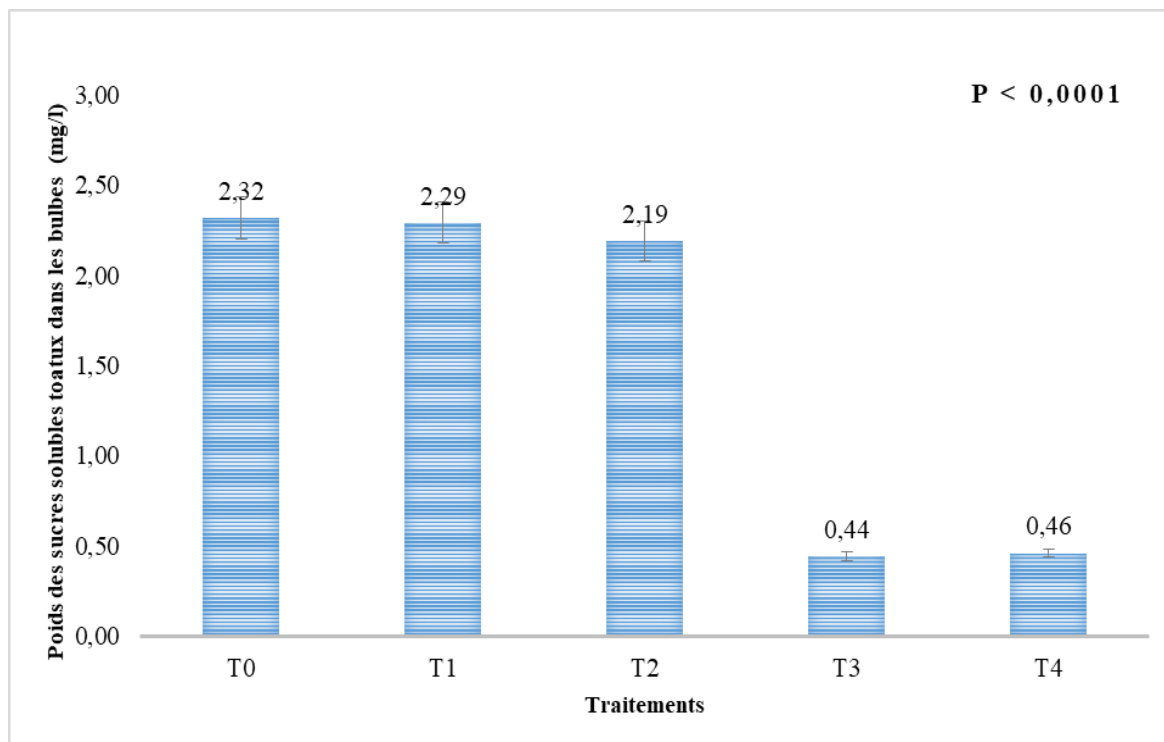


Figure 12: Effet de la salinité sur les sucres solubles totaux dans les bulbes

Cette diminution est remarquable à partir de la concentration $T_3 = 2.8$ g/l. Par contre les concentrations faibles de la salinité n'ont aucun effet sur le paramètre biochimique des sucres solubles totaux au niveau des bulbes jusqu'au seuil de 1.7 g/l du NaCl (fig. 09).

4.1.3- Les paramètres non affectés par la salinité ($P > 0.05$)

Les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) de l'effet de la salinité sur les paramètres biométriques ; le nombre des feuilles (Nb.F), la largeur des bulbes (Lr.B), leur longueur (Lg.B) et leur poids secs (Ps.B) et le poids frais des racines (Pf.R) montrent qu'il n'y a pas d'effet significatif des différents traitements de salinité au seuil de 0.05.

4.2- DISCUSSION

4.2.1- Influence de la salinité sur la croissance de *Allium cepa* L. (Hm.F et Dc) (P<0.05)

Nos résultats montrent que le stress salin entraîne une réduction de la hauteur et du diamètre au collet. Nos résultats ont révélé que les plants de *Allium cepa* répondent au stress salin par une diminution de la croissance en hauteur et du diamètre au collet. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés chez d'autres espèces. Par exemple, au Sénégal sur des plantules de *Jatropha*, Diallo et al. (2017) ont montré que la salinité affecte négativement la croissance en hauteur et du diamètre au collet. Labo et al. (2016) dans une étude du comportement des jeunes plants de *Elaeis guineensis jacq* sous stress salin montre que les paramètres de croissance en particulier la hauteur moyenne des feuilles décroît lorsque la concentration du sel augmente. Faye et al. (2017) ont déduit que l'effet de la salinité sur différentes variétés de riz durant leur phase végétative s'est traduit par une croissance ralentie. Ouhammad et al. (2016) ont rapporté que la réponse à la salinité de quelques paramètres physiologiques du blé (*Triticum aestivum* L.) au stade montaison présente un effet hautement significatif de la salinité sur les paramètres dans la partie aérienne. Pour quelques plantes halophytes du Sahara durant leur stade de croissance, Benyahia (2020), a enregistré sur le plan morphologique des plants étudiés une diminution proportionnelle des parties végétatives avec l'accroissement de salinité. Cet auteur, dans le même travail, a également déduit que les résultats obtenus démontrent également que malgré l'effet dépressif du sel, l'espèce étudiée a tolérée le stress salin.

Dans tous les cas, la réduction de la croissance de la partie aérienne sous l'effet de la salinité n'était pas importante par rapport à la biomasse de la partie sous terrainne. En effet, plusieurs auteurs ont rapporté que la réponse générale des plantes à la salinité est de limiter la croissance des plantes, parmi lesquels Croser et al. (2001), dans leurs travaux sur l'effet de la salinité sur l'émergence et la croissance des semis de *Picea mariana*, *Picea glauca* et *Pinus banksiana* et Hameed et Asharf (2008) dans leurs études conduites sur l'adaptation physiologiques et biochimiques de *Cynodon dactylon* (L.). Ces résultats sont similaires à ceux de Fall (2016) sur des plants de *Senegalia senegal* (L.), *Vachellia seyal* et *Prosopis juliflora* qui a noté une diminution de la croissance de ces plants. A cet effet, Xiong et Zhu (2002) ont considéré que la restriction de croissance est une capacité d'adaptation nécessaire à la survie d'une plante soumise à un stress abiotique.

Diallo et *al.* (2017) ont montré que la dépression des paramètres métriques aériens (hauteur et le diamètre au collet) serait le fait d'un déséquilibre nutritionnel qui se fait au détriment des éléments comme l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). Ces propos sont confortés par ceux de Munns et Tester (2008) selon qui, le stress salin inhibe l'absorption des éléments nutritifs essentiels comme le P et K. Or la déficience en ces éléments affecte négativement la croissance et le développement des plantes. Toutefois, il paraît intéressant d'insister sur le fait que la réduction de la croissance en hauteur et du diamètre au collet constituerait une stratégie d'adaptation au stress salin. Cette stratégie permet à la plante de réduire les dépenses en énergie et en ressources et donc de contourner le stress. Chez la provenance Burkina par exemple, une réduction significative des accroissements relatifs au nombre de feuilles et au diamètre au collet s'est accompagnée d'un enregistrement de valeurs de biomasses sèches racinaire et aérienne relativement proches de celles obtenues chez les témoins. Ce qui lui confère une meilleure aptitude à résister à la salinité comparée aux autres accessions. D'autre part, l'évaluation des biomasses sèches aérienne et racinaire a permis de déduire que les plantules répondent au stress salin par une diminution de ces paramètres. Des résultats similaires ont été publiés par les auteurs comme Khan et *al.* (2010) qui avancent que la production des biomasses des tiges et des racines est négativement affectée par l'accroissement de la salinité. Ce qui est plausible compte tenu du fait que le stress entraîne une réduction de la hauteur de feuilles et du diamètre au collet.

4.2.2- Influence du sel sur la production de biomasse

4.2.2.1- Résultats du poids frais des feuilles et des bulbes) ($P < 0.05$)

2.1.1-LES FEUILLES

Concernant la production des biomasses chez les feuilles l'analyse statistique a révélé un effet significatif de la salinité. On remarque que, plus la concentration en NaCl est augmentée, plus la réduction de la biomasse est importante au niveau des feuilles du NaCl entraîne une pour tous les traitements. L'étude de l'effet de la salinité sur la biomasse des feuilles ont montré que nos résultats sont similaires à ceux de Benmahioul et *al.* (2009). Ces auteurs ont rapporté que la présence de NaCl dans le milieu de culture provoque chez les vitroplants de *Pistacia vera* L. une réduction des poids frais des parties aériennes des plantes non halophytes à la salinité (Viegas et Silveira, 1999 Le ralentissent de la croissance de la partie

Résultat et discussion

aérienne observée au niveau des plantules peut Nos résultats corroborent également ceux de Daroui et *al.* (2013) qui ont également noté une diminution de la biomasse totale sur des plants de *Washingtonia filifera* L. Samb et *al.* (2020) ont déduit que l'analyse de variance montre que l'interaction provenance-traitement a un effet significatif sur la biomasse aérienne fraîche ($P = 0,003$). Ces auteurs ont également déduit que la présence du NaCl dans le milieu de culture entraîne une diminution de la production de biomasse aérienne fraîche pour toutes les provenances étudiées. Plus la concentration du NaCl est importante, plus la quantité de biomasses produite est faible. En effet, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles .

2 .2.2-LES BULBES

Concernant la production de biomasse des bulbes, l'analyse statistique ANOVA a révélé un effet significatif de la salinité sur le poids frais de celles-ci. On remarque qu'à partir du témoin ($T_0 = 0.9$ g/l) jusqu'à la concentration noté T_3 (2.8 g/l) une augmentation en poids frais des bulbes respectivement de 3.4 g/bulbes à 5.7 g/bulbes. A partir de la concentration T_3 , nous avons remarqué une diminution du poids frais des bulbes jusqu'à la concentration extrêmement salée (T_4) avec une valeur moyenne de l'ordre de 3.2 g/bulbes.

Nos résultats au seuil du 2.8 g/l sont similaires à ceux trouvés par Nasri (2014). Les résultats obtenus de cet auteur ont montré une augmentation des poids frais des parties souterraine proportionnellement avec le taux de concentration en NaCl. Cette évolution en poids frais se traduit par une réponse typique des plantes non halophytes à la salinité (Viegas et Silveira, 1999 ; Nasri, 2014). Quant aux concentrations dépassent la valeur de 2.8 g/l, les bulbes présentent une réduction en poids frais. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus chez l'oignon par El-Sayed et *al.* (2017). Ces auteurs ont examiné l'impact de la salinité sur la croissance, la qualité et la teneur en nutriments des bulbes d'oignon. Les résultats ont montré que l'augmentation de la salinité avait un effet négatif sur la croissance des bulbes d'oignon, réduisant leur poids, leur diamètre et leur teneur en eau. Une autre étude a été effectuée par Kumar et *al.* (2019) sur les composés bioactifs dans les bulbes d'oignon et leur relation avec la salinité des eaux d'irrigation. Les résultats ont montré que la salinité avait un effet négatif

sur la teneur en composés bioactifs tels que les anthocyanes, les flavonoïdes et les composés phénoliques totaux dans les bulbes donc la réduction de poids des bulbes.

4.2.2.2- Résultats poids des racines (poids sec) ($P < 0.05$)

Nos résultats concordent avec ceux de Viégas et Silveira (1999) qui affirment que chez *Anacardium occidentale* L. cultivée en milieu salin 50 et 100 mM m⁻³ de NaCl en solution nutritive pendant 30 jours, présente une réduction du poids sec des pousses de 23 à 50 %, la réduction du poids sec des racines n'était observée qu'à des niveaux élevés de NaCl comparativement avec le contrôle. Ainsi, on remarque que la partie aérienne est plus affectée que la partie racinaire sous l'effet de la salinité.

4.2.3- Influence du sel sur les paramètres biochimiques

4.2.3.1- Résultats de la proline

Les résultats obtenus montrent que la salinité a un effet significatif sur l'accumulation de la proline dans les feuilles. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par El-Beltagi, Mohamed & Mahfouz (2015) et Ali et al. (2018) chez l'oignon. Ces chercheurs ont signalé que les plantes soumises à un stress salin ont montré une augmentation significative de l'accumulation de proline dans les feuilles par rapport aux plantes témoins non stressées. Cependant, la teneur en proline dans les feuilles de l'oignon a augmenté de manière significative en réponse au stress salin. L'accumulation de proline peut jouer un rôle important dans la tolérance au stress salin chez l'oignon et pourrait être utilisée comme un indicateur de la tolérance au stress salin chez cette plante.

4.2.3.2- Résultats les sucres solubles totaux ($P < 0.05$)

Les résultats obtenus montrent que les sucres solubles totaux diminuent avec l'augmentation des concentrations de NaCl. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Rady et Gaballah (2017) dans leurs travaux sur l'effet de la salinité sur l'effet de différents niveaux de salinité sur les sucres totaux de la laitue et du maïs. Les résultats ont montré que la teneur en sucres totaux diminuait significativement avec l'augmentation de la salinité dans le sol. Une autre étude publiée par Martínez-Rodríguez et al. (2019) sur l'effet de la salinité sur les sucres totaux et la qualité des fruits de la tomate a montré que la salinité avait un effet négatif sur la teneur en sucres totaux et la qualité des fruits. Cependant, il convient de noter que

Résultat et discussion

certaines plantes peuvent être plus tolérantes à la salinité que d'autres, et que la durée d'exposition au sel peut également avoir un impact sur les résultats. Par conséquent, il est important de prendre en compte le type de plante et les conditions spécifiques de l'étude lors de l'analyse de l'effet de la salinité sur les sucres totaux des plantes.

Conclusion

Conclusion

Au terme de cette étude qui à été mené sur des plants d'oignon pendant trois mois dés leur repiquage *in situ*.

Nous pouvons conclure que l'effet de la salinité présente un effet significatif pour les paramètres (i) la hauteur moyenne des feuilles, (ii) les sucres solubles totaux dans les bulbes, (iii) la quantité de la proline au niveau des feuilles, (iv) le diamètre au collet, (v) le poids sec des racines, (vi) le poids frais des bulbes et (vii) le poids frais des feuilles. Par contre l'effet de la salinité en NaCl sur les paramètres ; (i) le nombre des feuilles, (ii) le poids frais des racines, (iii) la largeur des bulbes, (iv) leur longueur, (v) leur poids sec n'apparu aucune différence significative.

Comme perspective, il sera intéressant de reprendre cette étude sur la même espèce en prolongeant son étude jusqu'au stade de la récolte pour avoir une idée sur l'effet de la salinité sur rendement de l'oignon.

Références bibliographiques

- Abdelli Zouina, S. A. (2017). *Etude comportementale de quelques populations du sorgho sous contrainte saline* (Doctoral dissertation).
- Amouchas, K., & Zennadi, Z. (2018). *Contribution à l'étude de l'effet du stress salin et du glyphosate sur la germination et la croissance de deux légumineuses: la Vesce (Vicia sativa L.) et le Trèfle (Trifolium resupinatum L.)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Ashraf, M. P. J. C., & Harris, P. J. C. (2004). Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant science*, 166(1), 3-16.
- Ashraf, M; Athar, H.R. Harris, P.J.C; Kwon T.R. (2008). Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. *Adv. Agron.* 97: 45-110.
- Asloun, H ; (1990). Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum L.*) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis. 24-32.
- Attabi Khadidja, T. B. (2019). Effet de la salinité sur les caractères morpho–physiologiques de quelques variétés d'haricot (*Phaseolus vulgaris L.*).
- Baudin, B. (2020). Stress oxydant et protections antioxydantes. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2020(522), 22-30.
- Bchini, H. (2020). Behavior of three cereals cultivated in Tunisia under saline constraints and cationic homeostasis between Sodium and Potassium. *Environmental and Water Sciences, public Health and Territorial Intelligence Journal*, 4(4), 534-545.
- Bendob, H., & Khouildat, A. (2016). *Action de la salinité et de l'acide salicylique sur le comportement physiologique et anatomique des plantules d'Atriplex halimus L. et Atriplex canescens (Pursh) Nutt* (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah Ouargla).
- Benmahiou, B., Daguin, F., & Kaid-Harche, M. (2009). Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistacia vera L.*). *Comptes Rendus Biologies*, 332(8), 752-758.
- Bentrad, A. (2022). Mécanismes de Résistances des Plantes au Stress Salin.
- Benyahia (2020), A. *Effet du stress salin sur la germination et la croissance de l'espèce Anabasis articulata (Forsk) Moq Famille d'Amaranthaceae* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).
- Berka, S., & Aïd, F. (2009). Réponses physiologiques des plants d'*Argania spinosa (L.) Skeels* soumis à un déficit hydrique édaphique. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 20(3), 296-302.
- Berthomieu, P; Conéjéro, G; Nublat, A; Brackenbury, W. J; Lambert, C; Savio, C; Uozumi, N; Oiki, S; Yamada, K; Cellier, F; Gosti, F; Simonneau, T; Essah, P.A; Tester, M; Very, A.A; Sentenac, H; Casse, F. (2003): Functional analysis of ATHKT1 in Arabidopsis shows that Na+

Références bibliographiques

- recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *Embo Journal*. 22 : 2004-2014. *Biotechnology*. 16 :123-132.
- Bouaouina, S., Zid, E., & Hajji, M. (2000). Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.). Royo C., Nachit MM, Di Fonzo N. & Araus JL, éd. L'amélioration du blé dur dans la région méditerranéenne: nouveaux défis. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 239-243.
- Boucetta K et Ben Mesbah M. (2021). Effet des solvants d'extraction sur la composition chimique de:«*Allium cepa* et *Allium sativum*».
- Bouchoukh, I., & Rahmoune, C. (2010). *Comportement écophysologique de deux chénopodiacées des genres Atriplex et Spinacia soumises au stress salin* (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1)
- Brahim, R., & Meziani, M. (2021). *Effet des phytohormones sur la germination des graines de la tomate cerise stressée à la salinité (Solanum lycopersicum var. cesariforme)* (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).
- Brahimi, H. A. (2017). *Variations phénotypiques pour la tolérance aux stress salin et hydrique chez le blé tendre (Triticum aestivum L.)* (Doctoral dissertation, Université de m'sila).
- Bruneton J., 2009. Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales, 4ième édition, Lavoisier, Tec & Doc, Paris, 1269
- Croser, C., Renault, S., Franklin, J., & Zwiazek, J. (2001). The effect of salinity on the emergence and seedling growth of *Picea mariana*, *Picea glauca*, and *Pinus banksiana*. *Environmental pollution*, 115(1), 9-16.
- Daroui, E. A., Boukroute, A., Kouddane, N. E., & Berrichi, A. (2013). Effet de la salinité sur la germination et la croissance in vitro du *Washingtonia filifera* L. *Nature & Technology*, (8), 32A.
- Denden M., Bettaieb T., Sahli A., Mathlouthi M. (2005):Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales. *Tropicultura*. Vol. 23 N°4, pp220-226
- Diallo, M. D. (2017). Étude de la sensibilité de trois accessions de *Jatropha Curcas* L. en condition de stress salin. *Sciences de la vie, de la terre et agronomie*, 4(2).
- Djemai, A. (2018). Effet du biochar sur quelques propriétés physico chimiques des sols sales
- Djennade, N. E. H., & Attalaoui, F. (2019). *Effets de la salinité sur la germination des graines de Peganum harmala* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- El-mekkaoui, M. (1990) : Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé dur (*T. durum*) et l'orge (*H. vulgare*) : recherches de tests précoces de sélection. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Montpellier. 191.
- El-Sayed A. S. A. et al. (2017). "Effect of Salinity on Onion Growth, Yield and Bulb Quality". *Journal of Plant Nutrition*, vol. 40, no. 14, 2017, pp. 2046-2054.

Références bibliographiques

- Fall, D. (2016). Contribution à l'amélioration de la tolérance à la salinité de *Senegalia senegal* (L.) Britton, *Vachellia seyal* (Delile) P. Hurter et *Prosopis juliflora* (Swartz) DC par inoculation microbienne et apport de coques d'arachide. *Thèse Doctorat unique UCAD*, 175.
- Farissi M., Bouizgaren A., Faghire M., Bargaz A., Ghoulam C. 2011. "Agrophysiological responses of Moroccan alfalfa (*Medicago sativa* L.) Populations to salt stress during germination and early seedling stages", *Seed Sci. and Technology*, 39, P 389-401.
- Farissi, M., Aziz, F., Bouizgaren, A., & Ghoulam, C. (2014). La symbiose Légumineuses-rhizobia sous conditions de salinité: Aspect Agro-physiologique et biochimique de la tolérance [Legume-rhizobia symbiosis under saline conditions: Agro-physiological and biochemical aspects of tolerance]. *Int. J. Innov. Sci. Res*, 11, 96-104.
- Faycel, S., & Lemzeri, H. E. (2008). *Le Rôle des Anti-oxydants dans la Résistance aux stress Biotiques et Abiotiques Chez les Grandes Cultures* (Doctoral dissertation, Université de jijel).
- Faye, O. N., Gueye, T., & Dieng, A. (2017). Effets de la salinité sur différentes variétés de riz durant leur phase végétative. *Afrique Science*, 13(1), 101-117.
- Friesen, N., Fritsch, R. M., & Blattner, F. R. (2006). Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso: A Journal of Systematic and Floristic Botany*, 22(1), 372-395.
- Fukuda A., Chiba K., Maeda M., Nakamura A., Maeshima M., Tanaka Y. 2004. Effect of salt and osmotic stresses on the expression of genes for the vacuolar H⁺- pyrophosphatase, H⁺-ATPase subunit A, and Na⁺/H⁺ antiporter from barley. *J Exp Bot*; 55. P 585-94.
- Ghezal, N., & Miloudi, A. (2019). *Analyse comparative du comportement de deux espèces du genre Artemisia (Artemisia herba alba. Asso et Artemisia campestris. L) vis-à-vis à la contrainte saline* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- Gill, K.S. (1979): Effects of soil salinity on grain filing and grain development in burly. *Biologia plantarum*. 24 (4): 266-269.
- Gratao P., Polle A., Lea P., Azevedo R. 2005. Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. *Funct Plant Biol*; 32.P 481- 494.
- Guechidoun, Z., Senouci, A., & Ziada, F. (2015). *Le comportement d'une Halophyte Atriplex canescens (Pursh) Nutt. Soumise aux stress salin, et hydrique* (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).
- Guedda, K., & Djaber, O. (2016). Evaluation du comportement de trois variétés de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Sous un stress salin.
- Gupta, S.S. (2003). Chemotactic response of plant-growth-promoting bacteria towards roots of vesicular-arbuscular mycorrhizal tomato plants. *FEMS Microbiol. Ecol*. 45 :219-227.
- Gurushidze, M., Mashayekhi, S., Blattner, F. R., Friesen, N., & Fritsch, R. M. (2007). Phylogenetic relationships of wild and cultivated species of *Allium* section *Cepa* inferred by nuclear rDNA ITS sequence analysis. *Plant Systematics and Evolution*, 269, 259-269.

Références bibliographiques

- Haballah, R., Timilali, S., & Ouaini, A. (2018). *Rôle des Pseudomonas rhézosphériques dans l'allègement de l'effet du stress salin sur la fève* (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draia-ADRAR).
- Hameed, M., & Ashraf, M. (2008). Physiological and biochemical adaptations of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. from the Salt Range (Pakistan) to salinity stress. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 203(8), 683-694.
- Hammia Imane.,2012, Impact de l'irrigation sur la salinisation des sols dans les palmeraies de Oued Righ.p16.
- Hammia, I. (2012). *Impact de l'irrigation sur la salinisation des sols dans les palmeraies d'Oued Righ* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA)..
- Hamrouche, R., Mehassouel, L., & Laib, E. E. (2009). *Pathologies liées au métabolisme des carbohydrates* (Doctoral dissertation, université de jijel).
- Hanana, M., Hamrouni, L., Cagnac, O., & Blumwald, E. (2011). Mécanismes et stratégies cellulaires de tolérance à la salinité (NaCl) chez les plantes. *Environmental Reviews*, 19(NA), 121-140.
- Haouala, F., Ferjani, H., & El Hadj, S. B. (2007). Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca²⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *BASE*.
- Helm, R. H. (1956). Inelastic and elastic scattering of 187-Mev electrons from selected even-even nuclei. *Physical Review*, 104(5), 1466.
- Herrero Isern, J. (1992). Dégradation des sols et salinité associées à l'irrigation. Corrections apportées en Aragon (Espagne).
- Hopkins, W.G. (2003). *Physiologie Végétale*. 2e ed. De boeck. Paris, France. 514.
- Javid M., Sorooshzadeh A., Moradi F., Sanavy Seyed A., Allahdadi I. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants *AJCS*, 5 (6) (2011), P. 726- 734.
- Jones, M. (1963). *The therapeutic community*.
- Khan, S., Ahmad, A., Zhaoqing, L., Rana, T., Mu, J., Blackwell, J., & Jayawardane, N. (2010). Quantifying aquifer water balance and salinity dynamics to minimise environmental impacts of a land-based effluent treatment system in china. *Irrigation and Drainage*, 59(5), 586-605.
- Klaas, C., & Archer, D. E. (2002). Association of sinking organic matter with various types of mineral ballast in the deep sea: Implications for the rain ratio. *Global biogeochemical cycles*, 16(4), 63-1.
- Kumar R. D. et al. (2019). "Effect of Salinity on Bulb Quality and Antioxidant Properties of Onion". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 67, no. 10, 2019, pp. 2904-2912. a examiné l'effet de la salinité sur la teneur en composés bioactifs dans les bulbes d'oignon.
- Labo, A. D., Sane, S., Ngom, D., & Akpo, L. E. (2016). Effet du sel sur le comportement des jeunes plants de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Basse Casamance. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(3), 1312-1328

Références bibliographiques

- Lachhab, I., Louahlia, S., Laamarti, M., & Hammani, K. (2013). Effet d'un stress salin sur la germination et l'activité enzymatique chez deux génotypes de *Medicago sativa*. *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, 3, 511-516.
- Lahrech, N. E. (2011). *Etude de la variabilité chez quelques lignées Medicago truncatula soumises au stress salin* (Doctoral dissertation).
- Laiche, K., Hadjou, S., & Chekara, B. M. (2022). Effet du stress sur la germination de quelques accessions d'*Aegilops ventricosa* L
- Laredj Zazou, R. (2020). *Evaluation du comportement physiologiques, et potentialités biochimiques et phytochimiques adaptatives du (PHASEOLUS VULGARIS. l) soumise au stress salin: cas des cultivars sidi ferredj et djadida* (DOCTORAL DISSERTATION).
- Lemekeddem Hassna.,debbache Halima-2014.Synthèse bibliographique sur l'effet du stress salin sur la germination de blé.12-15-16p.
- Lemekeddem, H., & Debbache, H. (2014). *Synthèse bibliographique sur l'effet du stress salin sur la germination de blé* (Doctoral dissertation, université kasdi merbah, ouargla).
- Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse-Delbart F., 1995- Les Plantes Face Au Stress Salin. *Cahiers Agricultures*.4 (4): 263-273.
- Levigneron, A., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthomieu, P., Fourcroy, P., & Casse-Delbart, F. (1995). Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*, 4(4), 263-273.
- Maafa, L. (2020). *Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé tendre (Triticum aestivum L.)* (Doctoral dissertation, Université laarbi tebessi tebessa).
- Maazouz Ahlem, A. C. (2021). *Caractérisation du proline du stress hydrique chez le blé dur (Triticum durum Desf.)* (Doctoral dissertation).
- Madjida, B. O. U. A. A. L. I. (2022). *PGPR et leur action sur les mécanismes de tolérance au stress abiotiques* (Doctoral dissertation, university center of abdalhafid boussouf-MILA).
- Merabta, S., & Benlaribi, M. (2019). *L'accumulation de la proline sous déficit hydrique, synthèse et devenir après retour de l'arrosage chez les végétaux* (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1).
- Meriem, A. (2022). *Place de la punaise verte Nezara viridula (Hemiptera, Pentatomidae) au sein de la biocoenose de 8 cultures maraichères dans l'Est de la Mitidja* (Doctoral dissertation).
- Miryam, O. U. I. S. (2017). *Recherche des marqueurs biochimiques de la tolérance à la salinité chez le Gombo (Abelmoschus esculentus L.)* (Doctoral dissertation, Université de Mascara).
- Monneveux, P. (1991). Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique. *L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides*, 165.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.

Références bibliographiques

- Nasri, S., 2014 : Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques provenances Algériennes d'Arganier (*Argania Spinosa* L), p56.
- Nedjimi, B. (2010). *Recherche sur les possibilités de valorisation des sols salés en zone steppique* (Doctoral dissertation).
- Nid, O., Soltani, S., Sayah, S., & Farik, Z. (2022). Intérêt phytothérapeutique de la plante *Allium cepa*.
- Okrefi, Z., & Bourezg, N. E. H. (2020). *Caractérisation biochimique in vitro au stade tallage chez quelques variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) sous stress salin* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- Omeiri, N. (2008). Gestion intégrée de la fertilité d'un sol salé au sein d'un agro-écosystème oasien: cas de la palmeraie du ksar d'Ouargla. *SESSION 4: TECHNIQUES CULTURALES ET OPTIMISATION DES FACTEURS DE PRODUCTION*, 1371
- Onion Crop Production", University of California Agriculture and Natural Resources, <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7229.pdf>
- Onion Production Guide", North Carolina State University, <https://content.ces.ncsu.edu/onion-production-guide>
- Ouellet, C. (2009). *Effets des mucines sur les défenses mucosales innées pulmonaires: implications en fibrose kystique*. Library and Archives Canada= Bibliothèque et Archives Canada, Ottawa.
- Ouhaddach, M., ElYacoubi, H., Douaïk, A., Hmouni, D., & Rochdi, A. (2016). Réponse à la salinité de quelques paramètres physiologiques et biochimiques du Blé (*Triticum aestivum* L.) au stade montaison. *Physiological and Biochemical Responses to Salt Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.) at the elongation stage*.
- Ouzal, F. (2005). *Effets des antagonismes ammonium (NH_4^+), potassium (K^+) sur l'absorption du sodium (Na^+) pour la nutrition du haricot (variété. Contentier) par des eaux salines non conventionnelles* (Doctoral dissertation, INA).
- Poinso, A. (2016). *Recherche d'inhibiteurs de la superoxyde dismutase à partir de substances naturelles* (Doctoral dissertation, Université Paul Sabatier-Toulouse III).
- Rabiou, A., Bakasso, Y., Adam, T., Saadou, M., & Baudoin, J. P. (2015). Biologie, diversité et outils pour l'analyse de la diversité génétique de l'oignon, *Allium cepa* L.(synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 19(2)
- Rondeau, V. (2017). Expression de l'Early Growth Response Protein-1 (Egr-1) par le Peroxyde d'Hydrogène (H_2O_2) nécessite l'activation de l'IGF-1R, de c-Src et de PKC dans les CMLV.
- Saeidi-Sar, S., Abbaspour, H., Afshari, H., & Yaghoobi, S. R. (2013). Effects of ascorbic acid and gibberellin A3 on alleviation of salt stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(3), 667-677.
- Saidi, A. (2018). *Etude comparative pour la tolérance au stress hydrique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.)* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).

Références bibliographiques

- Samb, C. O., Wade, D., Faye, E., & Diaw, M. M. (2020). Effet du stress salin sur la croissance de quatre provenances d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en milieu semi-contrôlé. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*.
- Sellami Meriem, H. H. (2017). *Comportement de quelques génotypes de maïs (Zea mays L.) vis-à-vis du stress hydrique en phase de germination* (Doctoral dissertation).
- Shabbir, R., Singhal, R. K., Mishra, U. N., Chauhan, J., Javed, T., Hussain, S., ... & Chen, P. (2022). Combined abiotic stresses: challenges and potential for crop improvement. *Agronomy*, 12(11), 2795.
- Shao, H., Dixon, R. A., & Wang, X. (2007). Crystal structure of vestitone reductase from alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Journal of molecular biology*, 369(1), 265-276.
- Soraya, B. E. N. Z. A. H. R. A., & Ahmed, S. S. (2015). Impact des eaux salines non conventionnelles sur l'écophysiologie du concombre *cucumis sativus* l. cultivé en hors sol. *Revue Agrobiologia*, 5(2).
- Taib, D., & Maamri, S. (2017). *Evaluation des variations de la proline «Indicateur de stress» chez une plantes aquatique «Lemna minor»* (Doctoral dissertation, Université laarbi tebessi tebessa).
- Verdoy D., Redondo F., Lucas M., Pueyo J. 2006. Transgenic *Medicago truncatula* plants that accumulate proline display nitrogen-fixing activity with enhanced tolerance to osmotic stress. *Plant, Cell and Environment*.29: 1913-23.
- Viégas, R. A., & Silveira, J. D. (1999). Ammonia assimilation and proline accumulation in young cashew plants during long term exposure to NaCl-salinity. *Revista brasileira de fisiologia vegetal*, 11(3), 153-159.
- Vogrig, A. (2012). *Synthèse et évaluation d'antalgiques originaux: les inhibiteurs de protéines à domaines PDZ* (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II).
- Xiong, L., & Zhu, J. K. (2002). Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. *Plant, Cell & Environment*, 25(2), 131-139.
- Zhu JK.2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Cur Opin in plant boil*; 6: 441-445.
- Zine, M., & Amouri, M. (2021). *Évaluation de l'activité antibactérienne et antioxydante des extraits polyphénoliques issus d'Allium cepa* (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).

Annexes

