



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



**Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : SCIENCES**

**DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES**

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

**MASTER ACADEMIQUE**

**Présenté par : M<sup>lle</sup>. KHIRANI Fatima Zohra & M<sup>lle</sup>. DIDANI Khiera**

**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)**

**FILIERE : ECOLOGIE VEGETALE ET ENVIRONNEMENT**

**OPTION : ECOLOGIE VEGETALE ET ENVIRONNEMENT**

**Thème**

**Etude de l'effet du stress salin sur quelques  
paramètres biométriques, physiologiques et  
biologiques des plants d'oignons *Allium cepa* L.**

**Jury de soutenance:**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>qualité</b>
Mme. SOUFFI Ibtisem		Président
Mme. TOUATI HATTAB Sihem		Examineur
M. BENCHETTOUH Ahmed		Rapporteur

**Session September 2023**

Promotion: Juin – 2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة عمار ثليجي- الاغواط

كلية: العلوم

قسم العلوم الفلاحية



## مذكرة ماستر

من تقديم: خيراني فطيمة الزهراء و ديداني خيرة

ميدان: علوم الطبيعية و الحياة

شعبة: العلوم الفلاحية

تخصص: حماية النباتات

موضوع البحث

دراسة تأثير إجهاد الملح على بعض العوامل البيومترية  
والفسيولوجية والبيولوجية لنباتات البصل

أعضاء لجنة المناقشة :

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية :	الصفة
السيدة سوفي ابتسام	استاذ مساعد قسم أ	رئيسا
السيدة تواتي حطاب سهام	أستاذ محاضر ب	ممتحنا
السيد بن شتوح أحمد	استاذ محاضر أ	مقرا

الدفعة: جوان – 2023

## Table des matières

N°	Titre	P
	Remerciements	
	Dédicaces	
	Liste des tableaux	
	Liste des figures	
	Résumés (français, arabe et anglais)	
	Introduction	01
	<b>CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
1.1	Aperçu bibliographique sur l'oignon	03
1.1.1.	Origine et domestication de l'oignon	03
1.1.2	Taxonomie et classification botanique	03
1.1.3	Description morphologique	04
1.1.3.1.	Bulbe	04
1.1.3.2.	Les feuilles	05
1.1.3.3.	Fruit	05
1.1.3.4.	La hampe florale	05
1.1.4.	Composition chimique	05
1.1.4.1.	Composés bioactifs	06
1.1.4.2.	Propriétés thérapeutiques de l'oignon	07
1.1.5.	L'oignon et ses variétés	07
1.1.5.1	Oignon blanc	08
1.1.5.2.	Oignon jaune	08
1.1.5.3.	Oignon rouge	08
1.1.5.4.	Oignons espagnols	08
1.1.5.5.	Oignons à bottelet	08
1.1.6.	L'utilisation de l'oignon	08
1.1.6.1.	Usages culinaires	08
1.1.6.2.	En médecine	09
1.1.6.3.	Bio-fumigation des sols	09
1.1.6.4.	Production de poudre d'oignon sèche	09
1.1.7.	Cycle de développement	10
1.1.8.	Biologie de la reproduction de l'oignon	11
1.1.9.	Exigent Agro- Climatique	11
1.1.9.1.	Température de l'air	11
1.1.9.2.	Humidité de l'air	12
1.1.9.3.	La lumière	12
1.1.10.	Exigent édaphique	12
1.1.10.1.	Nature de sol et rotation	12
1.1.10.2.	Préparation du sol	12
1.1.11.	Implantation	13
1.1.11.1.	Densité de plantation	13
1.1.11.2.	Date de plantation	13
1.1.11.3.	Semis en place	14
1.1.11.4.	Irrigation	14
1.1.11.5	Désherbage autour du semis	14

1.1.12.	Conduite de la culture	14
1.1.12.1.	Plan de rotation	14
1.1.12.2	Fertilisation	15
1.1.12.3.	Désherbage	15
1.1.12.4.	Pollinisation	16
1.1.13.	Maladies	17
1.1.14.	Ravageurs	17
1.1.15.	Récolte	18
1.1.16.	Importance économique	18
1.1.16.1	La production d'oignon dans le monde	18
1.1.16.2.	La production d'oignon dans l'Algérie	18
1.2.	Généralités sur le stress salin	19
1.2.1	Définition de la salinité	19
1.1.2.	Contamination du sol par le sel	19
1.2.3.	Zones affectées par la salinité	20
1.2.4.	Echelle de salinité	20
1.2.5-	La salinisation et ses causes	21
1.2.5.1.	Salinisation primaire ou naturelle	21
1.2.5.2.	Salinisation secondaire	21
1.2.6.	Salinité et plantes	22
1.2.6.1.	Définition du stress	22
1.2.6.2.	Types du stress	22
1.2.6.3.	Stress salin	23
1.2.6.4.	Stress hydrique	23
1.2.7.	Classification des plantes en fonction de leur tolérance à la salinité	23
1.2.8.	Effet de la salinité sur les plantes	24
1.2.9.	L'effet de la salinité sur la croissance	24
1.2.10.	L'effet de la salinité sur l'eau dans la plante	24
1.2.11.	L'effet de la salinité sur la photosynthèse	24
1.2.12.	Effet du stress salin sur la germination	25
1.2.13-	Effet de la salinité sur la densité des microbiotes rhizosphérique	25
1.2.14.	Réponse et stratégie d'adaptation des végétaux au stress salin	26
1.2.14.1.	Phase osmotique (Rapide)	26
1.2.14.2.	Phase ionique (Lente)	26
1.3.	Généralités sur la rhizosphère	27
1.3.1.	Définition	27
1.3.2.	Structure de la rhizosphère	27
1.3.3.	Microflore rhizosphérique	28
1.3.4.	Activité de la rhizosphère	29
1.3.5.	Les Interactions biologiques dans la rhizosphère	29
1.3.6.	Les interactions plantes-microorganismes	30

## **CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES**

2.1.	Matériel utilisé	32
2.1.1.	Matériel végétal et conduite de la culture	32
2.2.	Méthodes adoptées	32
2.2.1.	Analyse statistique	32
2.2.2.	Dispositif expérimental	32
2.2.3.	Paramètres mesurés	33
2.2.4.	Isolements	34

2.2.5.	Ensemencement et incubation	34
2.2.6.	Dénombrement des colonies des souches bactériennes	35
2.2.7.	Purification des souches bactériennes	35
2.2.9.	Identification des moisissures	36
2.2.9.1.	Observation macroscopique des moisissures	36
2.2.9.2.	Observation microscopique des moisissures (méthode directe)	36

### **CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION**

3.1.	Résultats	37
3.1.1.	Les paramètres morpho-métriques de l'oignon affectés par la salinité ( $P < 0.05$ )	37
3.1.1.1.	Effet de la salinité sur le poids frais des feuilles (Pf.F (g))	37
3.1.1.2.	Effet de la salinité sur le poids frais des bulbes (Pf.B (g))	37
3.1.1.3.	Effet de la salinité sur le poids sec des racines (Ps.R (g))	38
3.1.1.4.	Effet de la salinité sur la hauteur moyenne des feuilles (Hm.F)	38
3.1.1.5.	Effet de la salinité sur le diamètre des plants au collet (Dc (mm))	38
3.1.2.	Les paramètres morpho-métriques de l'oignon non affectés par la salinité ( $P < 0.05$ )	38
3.1.2.1.	Effet de la salinité sur le nombre des feuilles (Nb.F)	38
3.1.2.2.	Effet de la salinité sur la longueur du bulbe (Lg.B (mm))	39
3.1.2.3.	Effet de la salinité sur le poids frais des racines (Pf.R (g))	39
3.1.2.4.	Effet de la salinité sur le poids sec du bulbe (Ps.B (g))	39
3.1.2.5.	Effet de la salinité sur la largeur du bulbe (Lr.B (mm))	40
3.1.3.	Identification macroscopiques et abondance de bactéries recensées par traitement	40
3.2.	Discussion	43
	<b>Conclusion</b>	51
	<b>Références bibliographiques</b>	52

## 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 M. BENCHETTOUH Ahmed pour son encadrement tout au long de notre mémoire. Vos précieux conseils nous avons permis d'avancer rapidement et sereinement. Merci à vous d'avoir cru en nous et de s'avoir fait confiance ;

Nous tenons à remercier chaleureusement Mme. TOUATI HATTAB Sihem et Mme. SOUFI Ibtissem d'avoir accepté d'évaluer ce travail. Votre présence parmi le jury de Mémoire représente un véritable honneur ;

Nous remercions également les ingénieurs de laboratoires pour leurs gentillesse.

## *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.*

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	Composition chimique de <i>Allium cepa</i> (Benatrehina, 2011)	06
Tableau 2	Les maladies de l'oignon/ Source : Fiche Culture biologique de l'oignon- SERAIL Chambre d'agriculture Rhône-Alpes.2012	07
Tableau 3	Classification de la salinité des sols en fonction de leurs effets sur la croissance et le rendement des plantes (Abrol et <i>al.</i> , 1988)	21
Tableau 4	Les propriétés physico chimiques du sol utilisé	33
Tableau 5	Classification de la salinité des sols en fonction de leurs effets sur la croissance et le rendement des plantes (Abrol et <i>al.</i> , 1988)	
Tableau 6	Les propriétés physico chimiques du sol utilisé	32
Tableau 7	Analyse de la variance (Pf.F (g))	37
Tableau 8	Analyse de la variance (Pf.B (g))	37
Tableau 9	Analyse de la variance (Ps.R (g))	38
Tableau 10	Analyse de la variance (Hm.F)	38
Tableau 11	Analyse de la variance (Dc (mm))	38
Tableau 12	Analyse de la variance (Nb.F)	39
Tableau 13	Analyse de la variance (Lg.B (mm))	39
Tableau 14	Analyse de la variance (Pf.R (g))	39
Tableau 15	Analyse de la variance (Ps.B (g))	39
Tableau 16	Analyse de la variance (Ps.B (g))	40
Tableau 17	Proportion des répétitions dans les traitements (%)	40
Tableau 18	Nombre de répétitions dans les traitements (%)	41
Tableau 19	Nombre de répétitions dans les traitements (%)	41
Tableau 20	Nombre de répétitions dans les traitements (%)	42
Tableau 21	Nombre de répétitions dans les traitements (%)	42
Tableau 22	L'abondance de bactéries isolées pour chaque traitement effectué	43

## Liste des figures

Figure 1	Calendrier de production (Augagneur <i>et al.</i> , 2021)	14
Figure 2	Stratégies morphologiques, anatomiques et biochimiques impliquées dans l'adaptation au stress salin chez les plantes (d'après Manchanda et Garg, 2008)	27
Figure 3	Les différents compartiments de la rhizosphère (McNear, 2013)	28
Figure 4	Représentation schématique décrivant les interactions plantes-micro-organismes dans la rhizosphère (Lemanceau <i>et al.</i> , 2006)	31
Figure 5	Plan d'essai	34
Figure 6	Plants d'oignon ( <i>Allium cepa</i> . L) traités par différentes concentrations de NaCl (Didani et Khirani, 2023)	34
Figure 7	Préparation des plants d'oignon aux différents modes de mesures au laboratoire (Didani et Khirani, 2023)	35
Figure 8	Bactéries couleur saumon ridées et lisses (Originale, 2023)	40
Figure 9	Bactéries bâtonnets aérobies, capsulés (Originale, 2023)	41
Figure 10	Bactéries filamenteuses couleur marron clair (Originale, 2023)	42
Figure 11	Bactéries visqueux (Originale, 2023)	42
Figure 12	Bactéries lisses, brillante légèrement bombées de couleur crème elles sont de types smooth (Originale, 2023)	43
Figure 13	observation microscopique (a) et macroscopique (b) du genre: <i>Fusarium</i> spp.	44
Figure 14	observation macroscopique (a) et microscopique (b) du genre <i>Aspergillus flavus</i>	44
Figure 15	Observation macroscopique et microscopique du genre <i>Aspergillus Nidulans</i>	45
Figure 16	observation macroscopique et microscopique du genre <i>Fusarium oxysporum</i> des macroconidies fusiformes, septés, courbées et pointues	45
Figure 17	observation macroscopique et microscopique du genre <i>Aspergillus versicolore</i>	46
Figure 18	observation macroscopique (a) et microscopique (b) du genre <i>Bipolaris</i> sp.	46

**DIDANI K, KHIRANI F.Z., BENCHETTOUH A. (2023) : Etude de l'effet du stress salin sur quelques paramètres biométriques, physiologiques et biologiques des plants d'oignons *Allium cepa* L.**

**Résumé**

Selon la FAO, plus de 10% des terres agricoles sont salées, ce qui pose un risque important pour la sécurité alimentaire mondiale. Ce phénomène est particulièrement présent dans les zones arides et semi-arides. En Algérie, près de 10 à 15 % (3.2 millions d'hectares de la superficie totale) des terres irriguées sont affectées. Ces terres sont localisées aussi bien au Nord qu'au Sud. L'aptitude à tolérer la salinité est différente d'une espèce végétale à l'autre. Cette étude visait à évaluer l'effet de la salinité sur quelques paramètres morphométriques (longueur des feuilles et des racines), physiologiques (quantité de matière fraîche des feuilles et des racines) et rhizosphériques (Identification de la flore fongique et microbienne existante dans la rhizosphère) sous l'effet de cinq niveaux d'irrigation de NaCl (1.2 g/l, 1.7 g/l, 2.8 g/l et 3.4 g/l comparés au témoin 0.9 g/l). Le choix des niveaux d'irrigation est appliqué au stade du fouet jusqu'au stade du bulbaison (4 à 6 feuilles). Les résultats de l'analyse de l'ANOVA sur les paramètres morphologiques et physiologiques ont montré que l'effet de la salinité présente des différences significatives au seuil ( $P < 0.05$ ) sur ; la hauteur moyenne des feuilles, le diamètre au collet, le poids sec des racines, le poids frais des bulbes et le poids frais des feuilles. En revanche, la salinité n'a eu aucun effet significatif ( $P > 0.05$ ) sur le nombre des feuilles, le poids frais des racines, la largeur des bulbes, leur longueur et leur poids sec. Les résultats de l'examen de la rhizosphère du sol ont montré que le stress salin n'a aucun effet sur l'association bactérienne rhizosphériques, alors qu'il a un effet très significatif sur celle fongique, puisqu'il a été noté qu'à partir de la concentration de 1.8g/l, cette association commence à entrer en diminution.

Mots clés : *Allium cepa* L, NaCl, paramètres morphologiques, microorganismes.

**ملخص**

ووفقا لمنظمة الأغذية والزراعة فإن أكثر من 10 في المائة من الأراضي الزراعية مالحة مما يشكل خطرا كبيرا على الأمن الغذائي العالمي. وهذه الظاهرة واضحة بشكل خاص في المناطق الجافة وشبه القاحلة. وفي الجزائر تتأثر الأراضي المرورية بنحو 10 إلى 15 في المائة (3.2 مليون هكتار من إجمالي مساحة الأراضي). وهذه الأراضي تقع في الشمال والجنوب على حد سواء. إن القدرة على تحمل الملوحة تختلف من نوع نباتي إلى آخر. وكان الهدف من هذه الدراسة تقييم أثر الملوحة على بعض المعايير المورفولوجية (طول الأوراق والجذور) والفيولوجية (كمية الأوراق الطازجة والمواد الجذرية) و الغلاف الجذري (تحديد الفلورا الفطرية والميكروبية الموجودة في الغلاف الجوي) وذلك استنادا إلى خمس مستويات للري من كلور الصوديوم (1.2 جم / لتر، 1.7 جم/لتر، 2.8 جم/لتر، 3.4 جم/لتر، مقارنة بالشاهد 0.9 جم/لتر). وطبق اختبار مستويات الري في مرحلة الإنبات إلى مرحلة التهيئة لتكوين البصلة (4 إلى 6 صفحات). وقد أظهرت نتائج تحليل ANOVA للمعايير التركيبية والفيولوجية أن أثر الملوحة ينطوي على إختلافات كبيرة عند العتبة ( $P < 0.05$ ) متوسط إرتفاع الاوراق ، قطر طوق البصلة ، الوزن الجاف لجذوره، الوزن الطازج للبصلة والوزن الطازج للأوراق. غير أن الملوحة لم تؤثر تأثيرا كبيرا ( $P > 0.05$ ) على عدد الأوراق والوزن الطازج وأبعاد البصلة ووزنها الجاف. أظهرت نتائج فحص جذور التربة أن الإجهاد الملحي ليس له أي تأثير على الارتباط البكتيري الجذري ، في حين أن له تأثيرا كبيرا جدا على الفطريات ، حيث لوحظ أنه من تركيز 1.8 جم / لتر ، يبدأ هذا الارتباط في الانخفاض.

. الكلمات المفتاحية : البصل المنزلي، كلور الصوديوم، المعايير المورفولوجية، الكائنات الدقيقة

**Abstract**

According to FAO, more than 10% of agricultural land is salted, posing a significant risk to global food security. This phenomenon is particularly present in arid and semi-arid areas. In Algeria, about 10-15% (3.2 million hectares of the total area) of irrigated land is affected. These lands are located both in the North and in the South. The ability to tolerate salinity differs from one plant species to another. The purpose of this study was to evaluate the effect of salinity on some morphometric parameters (leaf and root length), physiological parameters (amount of fresh leaf and root matter) and rhizospheric parameters (identification of existing fungal and microbial flora in the rhizosphere), under the effect of five levels of NaCl irrigation (1.2 g/l, 1.7 g/l, 2.8 g/l and 3.4 g/l compared to the control 0.9 g/l). The choice of irrigation levels is applied from the whip stage to the bulbison stage (4 to 6 leaves). Results of ANOVA analysis of morphometric and physiological parameters showed that the effect of salinity showed significant differences at threshold ( $P < 0.05$ ) on average leaf height, neck diameter, dry root weight, fresh bulb weight, and fresh leaf weight. In contrast, salinity had no significant effect ( $P > 0.05$ ) on leaf number, fresh root weight, bulb width, bulb length, and dry weight. The results of the examination of the soil roots showed that salt stress has no effect on bacterial fixation of the roots, while it has a very significant effect on fungi, since it was noted that from a concentration of 1.8 g / l, this binding begins to decrease.

Key words: *Allium cepa* L, NaCl, morphological parameters, microorganisms.

### Introduction

La demande croissante de légumes, notamment la production en oignons, 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. L'oignon (*Allium cepa*) est un légume essentiel consommé dans toutes les régions du monde, et est un aromate universel (Aggoun et Lakehal, 2022).

Selon les statistiques de la FAO (2022), les oignons sont classés troisième (107 millions de tonnes/an, y compris les échalotes) précédés par les tomates avec une production annuelle de 189 millions de tonnes suivie par la pomme de terre (376 millions de tonnes/an). La production mondiale indique que l'Asie détient une part de 65,1% suivie par l'Afrique avec 11,7%, l'Amérique avec 11,6% et enfin l'Europe avec 11,3% (FAO, 2023).

En 2023 et au début du mois de ramadan, les prix de l'oignon en Algérie ont atteint des sommets en raison de la pénurie nationale de ce produit, qui a atteint 350 Da/kg. Bien que l'Algérie soit le troisième pays d'Afrique en termes de production d'oignons et que la production d'oignons soit la troisième plus importante production de légumes, avec une production nationale annuelle de 1.6 millions de tonnes, soit l'équivalent de la production de 320.9 Q/ha (Ministère de l'agriculture et du Développement Rural/ D.S.I.S.P., 2021), cette production ne suffit pas à satisfaire les besoins nationaux.

La salinité des sols agricoles est l'un des facteurs abiotiques majeurs qui restreint le rendement de plusieurs cultures (Bouchoukh et Rahmoune, 2010 ; Benidire et *al.* 2015). Elle est souvent associée à la sécheresse et entraîne une réduction des surfaces cultivées et donc une baisse de la production agricole. La forte concentration de sels dans l'eau d'irrigation de ces régions entraîne de très graves déséquilibres nutritionnels, altérant significativement la croissance et la productivité des plantes (Oustani, 2016). Actuellement, sur 1,5 milliard d'hectares des terres cultivées, environ 77 millions d'hectares (5%) sont affectés par la teneur élevée en sel (Sheng et *al.*, 2008). Ce chiffre continue d'augmenter d'année en année non seulement en raison des conditions environnementales (Benidire et *al.* 2015), mais aussi à une mauvaise qualité de

## Introduction

---

l'eau d'irrigation (Pasternak et Malach, 1994) et aux pratiques agricoles inappropriées (Ghassemi *et al.*, 1995 ; Shannon et Grieve, 1999).

En Algérie, les zones arides et semi-arides constituent les espaces géographiques privilégiés de ce phénomène (Halitim et Robert, 1987). La salinisation des sols affecte pratiquement toutes les régions du pays sur 3,2 millions d'hectares de superficie totale, dont 10 à 15% sont irriguées (Djerroudi *et al.* 2010).

L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement (Levigneron *et al.* 1995). Cet effet néfaste se traduit par des changements biométriques, rhizosphériques, biochimiques sur différentes parties de la plante (Ashraf et Harris, 2004).

La salinité diminue le potentiel osmotique de la solution du sol et réduit par conséquent l'absorption de l'eau par les racines (Doudech *et al.* 2008). Seules les plantes dites halophytes s'épanouissent sur sol riche en sel (Si Bachir *et al.* 2016). La majorité des plantes cultivées, dont les plantes maraichères, appartiennent à des espèces ne tolérant pas la salinité elles sont dites glycophytes (Chaker-Haddadj *et al.* 2015). L'activité des bactéries rhizosphériques d'intérêt agricole (*Plant Growth Promoting Croissance: PGPR*) peut être influencée par la salinité des sols (Diaw *et al.* 2018). Cette dernière stimule la croissance des plantes et réduire d'éventuelles maladies causées par les plusieurs agents pathogènes (Rajkumar *et al.*, 2010 ; Ma *et al.*, 2011).

Le but de notre étude est d'évaluer l'effet de différentes concentrations de NaCl sur la biométrie des plants d'oignon d'une part et de caractériser l'association bactérienne des rhizosphères en présence de différentes concentrations de NaCl d'autre part.

Pour ce faire, ce travail est scindé en trois chapitres : bibliographique synthétisant les principales informations relatives au travail sollicité, pratique consacrée aux matériel et méthodes, résultats obtenus et leur discussion. Dans ce contexte, la présente étude porte sur l'évaluation de : (i) L'effet du stress salin sur quelques paramètres biométriques des différentes parties végétatives des plants d'oignon (*Allium cepa*). (ii) L'effet du stress salin sur l'association microbiologique autour de la rhizosphère.

## 1.1- Aperçu bibliographique sur l'oignon

### 1.1.1-Origine et domestication de l'oignon

A l'origine, les oignons proviennent d'espèces sauvages qui n'existent plus dans la nature aujourd'hui (Zine et Amouri, 2021). C'est une plante potagère actuellement connue uniquement sous sa forme cultivée. Il est présent dans toutes les civilisations depuis 5000 ans, avec différentes interprétations : dans la Chine ancienne, il était un symbole de sagesse, il était cité dans la Bible, et les Égyptiens l'offraient en sacrifice aux dieux. Les Romains, qui ont contribué au développement de la culture occidentale en conquérant une grande partie de l'Europe, utilisaient les oignons comme aliment pendant leurs longs voyages car c'était un légume ayant une longue durée de conservation. Puis Christophe Colomb a introduit les oignons en Amérique lors de son deuxième voyage en 1493. Aujourd'hui, les oignons sont cultivés presque partout dans le monde, mais ils sont plus appréciés dans les régions tempérées (Meriem, 2022).

Le mot de l'oignon vient du latin populaire *unio, unionis* qui, en Gaule, a éliminé *caepa* (d'où viennent « cive », « ciboule », « civette », « ciboulette »), mot employé jusque-là pour décrire ce légume (La nutrition, 2017). L'oignon provient de la zone géographique comprenant la Turquie, l'Iran, l'Irak et le Pakistan (Hanelt, 1990). L'espèce animale *A. Cepa* n'a pas été découverte à l'état spontané. Son parent le plus proche est *A. Popov* et *Vved* ont un *vavilovii.*, qui existe toujours dans la région délimitée par la Mongolie, le Turkménistan et l'Iran (Hanelt, 1990 ; Foury et *al.*, 1992). L'histoire de l'oignon remonte à au moins 3200 avant JC, selon des traces de peintures trouvées sur des tombes égyptiennes. Pour cette raison, les oignons constituaient déjà un aliment de base pour les Égyptiens dans l'Antiquité (Boulineau et *al.*, 2006). Selon Rouamba et *al.* (2001), Des variétés d'oignons d'Afrique tropicale pourraient être introduites en Afrique centrale et occidentale depuis le sud de l'Égypte ou de l'Inde via le Soudan, sous forme de graines ou de lots de bulbes génétiquement hétérogènes, puis sélectionnées par les agriculteurs locaux pour fournir des oignons mieux adaptés aux conditions écologiques de ces régions. Aux besoins de la région et de ses habitants.

### 1.1.2-Taxonomie et classification botanique

L'oignon appartient à la classe des monocotylédones, au super ordre des Liliiflorae, à l'ordre des Asparagales, à la famille des Alliaceae, à la tribu des Alliae, au genre *Allium*. Le genre *Allium* est subdivisé en trois sous genres: *Rhizirideum*, *Allium* et *Melanocrommum*. L'espèce *Allium cepa*, diploïde ( $2n = 16$ ) appartient au sous genre

*Allium* (Hanelt, 1990).

Dans la classification classique, l'oignon appartient à la famille des Liliaceae. Il s'agissait d'une des plus grandes familles de Monocotylédones de la classification de Cronquist (1981) qui regroupait entre autres le lys, le muguet de mai et l'oignon.

Règne:	Plantae
Embranchement :	Spermatophytes
Classe:	Liliopsida
Ordre:	Liliales
Famille:	Liliaceae
Genre:	<i>Allium</i>
Espèce:	<i>Allium cepa</i> L.

### 1.1.3-Description morphologique

L'oignon est constitué d'une tige souterraine très courte d'où les feuilles émergent alternativement de l'extérieur vers l'intérieur, formant deux rangées de limbes en forme de cavité interne (Botineau, 2010). Selon la date de semis et la variété, il produit 12 à 20 feuilles cylindriques ou presque cylindriques (Messiaen et *al.*, 1993). La tige d'oignon ou plateau est courte et la partie supérieure porte les feuilles, tandis que la base porte les racines (Moreau et *al.*, 1996). Les racines sont nombreuses, blanchâtres et peu ramifiées (Pelt, 1993 cité par Kaboré 2015). En fonction de la variété, le bulbe peut être de couleur jaune, rouge blanche ou d'une couleur intermédiaire (Doré et Varoquaux, 2006 ; Botineau, 2010). Plante bisannuelle haute de 60 à 100 cm (Messiaen, 1993).

#### 1.1.3.1- Bulbe

Les bulbes diffèrent considérablement par leur forme sphérique, aplatie, conique, allongée, leur goût, leur aptitude à la conservation (Shigyo et *al.*, 2008), leur couleur ; Blanche, jaune, brune, rouge ou violette. La couleur des bulbes a été utilisée comme critère principal pour analyser la diversité génétique et pour classer, sélectionner et créer de nouvelles variétés d'oignons (Kim et *al.*, 2009). Il est principalement contrôlé par un grand nombre de gènes à héritage mendélien mono et oligogénique (Reiman, 1931). Selon Messiaen (1993), le bulbe d'oignon est bien différencié, formé à l'intérieur de gaines foliaires épaissies sans limbe. Le bulbe d'oignon est constitué d'écailles charnues, recouvertes à l'extérieur d'une ou plusieurs couches d'écailles sèches, également appelées tuniques (Foury et *al.*, 1992).

### 1.1.3.2- Les feuilles

Feuilles allongées, cylindriques et creuses et d'où partent des racines adventives. Lorsque les conditions sont favorables, la base des feuilles peut gonfler, formant un bulbe surmonté par une fausse tige ou collet (Foury et *al.*, 1992).

Les feuilles d'oignon contiennent une variété de pigments chlorophylliens qui peuvent aider à identifier les espèces d'oignons. La couleur des feuilles des plants d'oignons peut être blanche, jaune, vert pâle ou verte. La brillance des feuilles, causée par la présence de cire à la surface de la feuille, est causée par un allèle récessif au locus (*gy*) (Jones et *al.* 1944).

### 1.1.3.3- Fruit

Le fruit est une capsule, avec de petites graines (200-300 par gramme), noires, anguleuses et dures. Chaque ombelle produit généralement 100 à 1 500 graines (DeLannoy, 2001).

### 1.1.3.4- La hampe florale

Une fois la floraison commencée, la plante peut émettre une ou plusieurs hampes florales. Cette dernière est creuse et cylindrique, épaissie en un seul endroit et se terminant par une ombelle composée de 200 à 700 fleurs bisexuées de couleur blanc verdâtre. Chaque fleur a six étamines et un ovaire supère à trois loges contenant chacune deux gros ovules (De Lannoy, 2001).

Fleurs épanouis à pétales horizontaux à marge lisse, anthères grises, gris verdâtre ou violacées selon (Messiaen, 1993).

### 1.1.4- Composition chimique

*Allium Cepa* contient environ 90 % d'eau, faible en calories et moyennement riche en carbohydrates. En termes de vitamines et de minéraux, les oignons sont riches en sodium, riches en vitamine B6, acide folique, calcium, magnésium, phosphore et potassium. De plus, les oignons ont une faible teneur en lipides et les acides aminés les plus remarquables sont l'arginine et l'acide glutamique (Maria, 2009).

Les ingrédients varient considérablement selon les variétés, et varient en fonction de la maturité et de la durée de conservation. Les oignons secs peuvent être conservés plusieurs mois sans altérer leur qualité et peuvent résister à la manipulation (Farid et *al.*, 2016).

La composition chimique moyenne pour 100 g d'oignon est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau 1: Composition chimique de *Allium cepa* (Benatrehina, 2011)**

Glucides	7.10 (g)	Phosphore	33.00 (mg)
Protides	1.30 (g)	Calcium	25.00 (mg)
Lipides	0.20 (g)	Magnésium	10.00 (mg)
Eau	9.00(g)	Soufre	50.00 (mg)
Fibres alimentaires	2.10 (g)	Sodium	6.00 (mg)
Vitamine C (Acide ascorbique)	7 (mg)	Chlore	25.00 (mg)
Provitamine A (carotène)	0.010(mg)	Bore	0.170 (mg)
Vitamine B1 (thiamine)	0.060 (mg)	Fer	0.300 (mg)
Vitamine B2 (riboflavine)	0.020 (mg)	Cuivre	0.050 (mg)
Vitamine B3 ou PP (nicotinamide)	0.300 (mg)	Zinc	0.200 (mg)
Vitamine B5 (Acide panothénique)	0.110 (mg)	Manganèse	0.150 (mg)
Vitamine B6 (pyridoxine)	0.140 (mg)	Nickel	0.002 (mg)
Vitamine B9 (Acide folique)	0.020 (mg)	Cobalt	0.013 (mg)
Vitamine E (tocophérols)	1.140 (mg)	Chrome	0.001 (mg)
Fluor	0.040 (mg)	Iode	0.002 (mg)
Molybdène	0.010 (mg)	Sélénium	0.03 (mg)

#### **1.1.4.1- Composés bioactifs**

En ajoutant des oignons à divers aliments, ces produits sont riches en composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les fibres et les composés organo\_sulfures (COC). Les composés bioactifs présents dans les oignons peuvent avoir des effets positifs sur la santé. De plus, certaines de ses connexions sont également intéressantes d'un point de vue technique (Nid *et al.*, 2022).

##### ***Flavonoïdes, Quercétine et ses dérivés glucosides***

Les oignons sont l'un des aliments les plus riches en flavonoïdes et contribuent de manière significative à l'absorption des flavonoïdes. Il existe deux sous-groupes principaux : les anthocyanes, qui donnent à certaines variétés leur couleur violette, et les flavonols, qui sont le principal pigment des oignons. La quercétine et ses dérivés sont responsables de la couleur jaune ou brune de la peau de nombreuses variétés (Maria, 2009). Les glycosides de quercétine représentent environ 90 % de la teneur totale de diverses espèces d'*Allium*. La distribution de la quercétine et de ses glycosides dans les bulbes d'oignon change au cours du traitement par différentes méthodes et de l'exposition à la lumière fluorescente. Ces effets protecteurs sur l'organisme (protection contre le vieillissement, le cancer, etc.) sont généralement attribués à une combinaison d'effets antioxydants, pro-oxydants et anti-inflammatoires (Farid *et al.*, 2016).

##### ***Fructanes et fructo-oligosaccharide (FOS)***

Environ 65% à 80 % de la matière sèche du bulbe d'oignon consiste en des carbohydrates non-structuraux (Farid *et al.*, 2016). Puisque les tissus les plus riches en fructanes sont les

tuniques les plus épaisses, les deux capsules externes semblent être les meilleures sources alternatives de fructanes (Maria, 2009).

#### **1.1.4.2- Propriétés thérapeutiques de l'oignon**

L'oignon présente plusieurs activités biologiques dont on peut citer :

##### ***Activités antioxydantes***

Il est riche en composés phénoliques, principalement des flavonoïdes, qui possèdent des propriétés antioxydantes. Plusieurs études ont rapporté les propriétés antioxydantes de l'*Allium cepa* et de ses composants, indiquant que cette plante est une source potentielle d'antioxydants naturels (Marefati et al., 2021).

***Activité antimicrobienne*** Des études in vitro ont montré que les oignons ont des effets antibactériens et antifongiques ; les principales substances antibactériennes contenues dans les oignons sont la quercétine et l'allicine (Shrestha, 2016).

##### ***Activités anti-inflammatoires***

Les propriétés anti-inflammatoires des espèces *Allium* sont dues à la présence de composés efficaces tels que le tanin, les flavonoïdes, l'anthocyanine, la saponine, etc (Marefati et al., 2021).

##### ***Effets protecteurs contre les maladies cardiovasculaires***

Les oignons favorisent une bonne circulation sanguine et possèdent des propriétés anti-agrégation grâce aux composés soufrés et aux antioxydants tels que les anthocyanes et les flavonols. Ces composés antioxydants sont les plus riches. Ces composés antioxydants sont les plus riches. Les oignons sont également connus pour réduire activement le cholestérol grâce aux composés de type oméga 3 qu'ils contiennent. En effet, l'activité de cette molécule, liée à l'activité antioxydante, contribue à réduire la quantité de triglycérides dans le sang (Benatrehina, 2011).

#### **1.1.5- L'oignon et ses variétés**

Les variétés d'oignons sont distinguées et classées principalement en fonction des propriétés des bulbes. Les caractéristiques des bulbes incluent la couleur, la forme et la taille de la peau. La forme de bulbe peut être plate, épaisse, plate, ovale, ovale, torpille, etc. Les couleurs de peau peuvent être blanches, jaunes, brunes, rouges et entre les deux (Michel, 2011). Ils sont généralement classés selon la couleur du bulbe.

### 1.1.5.1- Oignon blanc

Les oignons blancs sont légèrement sucrés et ont une saveur plus douce. Récolté avant pleine maturité, il ne se conserve pas longtemps, mais reste délicieux en salade. De ces bulbes, on distingue les variétés suivantes :

- ✓ Blanc de Paris ;
- ✓ Blanc très hâtif de la Reine ;
- ✓ Oignon Cébette.

### 1.1.5.2- Oignon jaune

Les oignons jaunes ont un goût fort et épicé. Se conserve bien dans un endroit sec et frais. Il convient mieux à la cuisine et est indigeste cru en raison de son goût piquant. Parmi les oignons jaunes, on distingue les variétés suivantes

- ✓ Oignon doux Cévennes
- ✓ Oignon doux de Trébons
- ✓ Jaune paille des vertus
- ✓ Jaune de Mulhouse

### 1.1.5.3- Oignon rouge

Les oignons rouges ont un goût fort mais pas épicé et ont tendance à être de couleur violette, ce qui les rend populaires dans les salades. Il se consomme mieux cru et est très riche en antioxydants. Parmi ces oignons, on distingue les variétés suivantes :

- ✓ Rouge de Brunswinck
- ✓ Rouge gros plat d'Italie
- ✓ Echaillions (oignon allongé)

### 1.1.5.4- Oignons espagnols

Les oignons espagnols sont généralement très gros; il existe un cultivar. Les oignons espagnols sont plus sucrés et plus doux que les autres variétés. Ils mûrissent en 120 à 150 jours et sont généralement plantés dans des serres pour être repiqués en avril et mai.

### 1.1.5.5- Oignons à bottelet

Les bottes d'oignons, communément connues sous le nom erroné d'échalotes, sont une variété d'oignons qui sont récoltés avant que l'oignon ne se développe. Il sera prêt dans 60 à 75 jours après le semis direct. Il existe des variétés de printemps, d'été et d'automne.

## 1.1.6- L'utilisation de l'oignon

### 1.1.6.1- Usages culinaires

Les oignons sont principalement cultivés pour produire des oignons séchés destinés à la

consommation humaine. Les tubercules entiers sont utilisés frais, soit immédiatement après la récolte, soit après plusieurs mois de conservation, comme assaisonnement ou pour confectionner des sauces, consommés crus en salade, ou encore cuits et mélangés à d'autres légumes. D'autres parties de la plante sont également utilisées. Les feuilles sont récoltées vertes, fraîches ou séchées. Et la tige florale pousse avant que l'ombelle ne fleurisse (Mémento de l'agronome, 2006).

#### **1.1.6.2- En médecine**

Les oignons sont souvent utilisés pour traiter le rhume, la bronchite, la coqueluche, l'asthme et d'autres maladies respiratoires. Le jus d'oignon frais prévient les infections bactériennes et fongiques. Les oignons sauvages purifient le sang, agissent contre le mucus provoqué par des flatulences excessives, améliorent l'appétit et sont utilisés comme vermifuge et anti-œdème. Les recherches actuelles visent à étudier les bienfaits des oignons contre les maladies liées à l'âge et à prouver leurs propriétés prolongeant la vie et rajeunissantes. Diverses études ont également montré que la consommation régulière d'oignons crus jouait un rôle dans la coagulation sanguine et dans la prévention de diverses maladies (artériosclérose, cataractes), de certaines maladies cardiovasculaires et du cancer (Madina, 2017).

#### **1.1.6.3- Bio-fumigation des sols**

Propriétés biocides d'*Allium* spp. On pense qu'elles sont dues aux composés soufrés volatils générés lors de la décomposition des tissus. Plusieurs études ont montré le pouvoir insecticide des composés soufrés de la famille des Alliacées. Les plus importants sont les disulfures : le disulfure de diméthyle (DMDS), le disulfure de dipropyle (DPDS) et le disulfure de diallyle (DADS). De nombreuses études ont été réalisées sur les capacités de contrôle fongique de ce champignon et de ses produits soufrés, car cette espèce a le potentiel d'être utilisée comme biofumigant, par exemple en enfouissant sous terre des déchets ou des oignons et poireaux préalablement cultivés. Relativement peu de recherches ont été menées sur le devenir de ces composés dans le sol. Les disulfures présentent une activité fongicide variable contre un large éventail d'agents pathogènes et ont une puissance plus élevée que le DMDS. Le tri des oignons avait également un effet fongicide (I. Arnault\*, I. André\*, S. Dieu-Alain\*, G. Auger\*\* et F.Ve\*\*\*, 2005).

#### **1.1.6.4- Production de poudre d'oignon sèche**

La poudre d'oignon est un produit savoureux qui peut être utilisé dans la plupart des préparations qui impliqueraient normalement des oignons frais. S'il est soigneusement

emballé, c'est un produit stable. La poudre d'oignon est constituée d'oignons séchés et réduits en poudre. Il a une couleur blanchâtre.

### 1.1.7- Cycle de développement

L'oignon est une plante bisannuelle, cultivée en annuel pour la production de bulbe (Smith et *al.*, 2011). Le bulbe se forme au cours de la première année de culture et la deuxième année, ses réserves sont utilisées pour la floraison et la fructification (Pelt, 1993 cité par Kaboré, 2015). En effet, le bulbe germe, après une période de dormance, lorsque les conditions sont propices à son croissance. Il pousse ensuite une ou plusieurs hampes florales pour former des ombelles (Messiaen et *al.*, 1993). La chute des hampes florales peut se produire à partir de bulbes replantés au cours de la deuxième année de production (après la levée de la dormance) ou à partir de plantes en croissance végétative au cours de la première année (dans le cas de cultivars fertiles). Par conséquent, l'ensemble du cycle de développement des bulbes à partir des graines passe par la croissance végétative, la formation ultérieure du bulbe, la période de dormance du bulbe, l'émergence des hampes florales et se termine finalement par la production de graines (Sinaré, 1995).

Le cycle annuel de l'oignon comporte 10 stades de développement, de la graine à l'oignon mûr. Apprendre à identifier chaque étape est essentiel pour créer un parcours technique efficace.

**Stade 01 (Semis)** La graine dans le sol après le semis.

**Stade 02 (Pré-levée)** Germination souterraine avant la percée des cotylédons. Une étape importante dans la gestion intégrée des mauvaises herbes.

**Stade 03 (Levée)** Après germination souterraine, des cotylédons apparaissent. Cela ressemble à une arche.

**Stade 04 (Première feuille)** Lorsque les premières feuilles apparaissent, la plantule est **encore** au stade drapeau.

**Stade 05 (Chute du cotylédon)** Il se dessèche progressivement et lorsque les deuxième et troisième feuilles apparaissent, les cotylédons tombent. Cette étape est essentielle à une approche globale de gestion des mauvaises herbes.

**Stade 06 (Chute)** Une fois que la première feuille de la première a séché et est tombée, la deuxième feuille tombe et les cinquième, sixième et septième feuilles apparaissent.

**Stade 07 (Formation du bulbe)** Le bulbe commence à prendre forme. Les feuilles 2 et 3 se dessèchent, mais les feuilles 8 à 13 se développent. A cette époque, la plante entre dans son stade de développement maximum.

**Stade 08 (Epaississement du bulbe)** C'est le début de la dégénérescence végétative et se caractérise par le dessèchement des feuilles principales ainsi que des feuilles 4, 5 et 6. Le poids des feuilles fait plier certaines feuilles. De nouvelles petites feuilles peuvent apparaître. L'ampoule deviendra visible. La tunique prend forme. Il faut faire particulièrement attention à ne pas endommager ces racines.

**Stade 09 (L'étalement de la plante)** La phase végétative est achevée ; les feuilles gisent sur le sol et commencent à se dessécher. Le bulbe a pratiquement atteint sa taille finale.

**Stade 10 (La maturité du bulbe)**

La tunique est à présent terminée. Les feuilles et le collet sont complètement secs. Lors de la récolte, le bulbe est totalement fermé et séparé de la partie aérienne.

### **1.1.8- Biologie de la reproduction de l'oignon**

Le cycle cultural de l'oignon est généralement annuel pour la production des bulbes, et bisannuel pour celle des graines (Fristsch et Friesen, 2002). Après une période de dormance pendant laquelle les bulbes peuvent survivre dans des conditions défavorables, ils retournent dans la plante et produisent des hampes florales (Debon, 1993). Selon De Lannoy (2001), La hampes florale est creuse et cylindrique, renflée à un endroit et se terminant par une ombelle de 200 à 700 fleurs hermaphrodites blanc verdâtre. Les fleurs bulbeuses sont petites, 4 à 5 mm, et sont regroupées en inflorescences. C'est une ombelle sphérique pouvant contenir jusqu'à 500 fleurs. Les fleurs hermaphrodites isolées sont trimériques. Le périanthe a la forme de six pétales, la fleur a six étamines et l'ovaire supérieur est divisé en trois cellules par le placenta axillaire. Les parties florales sont disposées en cercle appelé verticille. Les oignons sont des plantes transmises par les insectes et la pollinisation est effectuée par les insectes (Ruchot, sd). Le fruit est une capsule contenant des graines de petite taille (200 à 300 au gramme), noires, anguleuses et dures. Chaque ombelle produit généralement cent à mille cinq cent graines (De Lannoy, 2001).

### **1.1.9- Exigent Agro- Climatique**

#### **1.1.9.1- Température de l'air**

Les températures entre 18 et 27°C favorisent une meilleure croissance de la plante (Smith et al., 2011). Les graines d'oignon peuvent germer à basses températures (2°C), mais une température d'au moins 13°C est nécessaire pour garantir une bonne levée (Smith et al., 2011). Selon ces mêmes auteurs, la plage de températures optimales pour la germination, la levée et la croissance de l'oignon est de 20 à 25 °C.

### 1.1.9.2- Humidité de l'air

Les besoins des oignons en humidité de l'air ne sont pas très élevés. À l'inverse, une humidité excessive peut créer des conditions favorables à la croissance et à la propagation rapide des moisissures (Bakhtaoui et Gasmi, 2017).

### 1.1.9.3- La lumière

Les oignons nécessitent beaucoup de lumière, surtout au stade semis. La formation des bulbes nécessite généralement au moins 10 heures par jour. Une humidité relative trop élevée, supérieure à 70 %, peut augmenter le risque de maladies cryptogamiques redoutables (mildiou). La germination nécessite moins d'eau que la croissance. En effet, 75% des graines peuvent germer même dans des environnements très secs (humidité du sol à proximité du site de plantation). L'optimum est proche de la capacité au champ du sol (<https://www.fellah-trade.com/>, consulté le 15/09/2023).

### 1.1.10- Exigent édaphique

#### 1.1.10.1- Nature de sol et rotation

Les oignons poussent dans des sols légèrement acides, fertiles, bien drainés et bien aérés, comme les limons sableux. Il ne tolère pas l'engorgement ni l'excès de matière organique, car les oignons risquent de pourrir (Judd, 2002). Les rotations doivent être de 3 à 5 ans pour se prémunir des nématodes communs des tiges (*Ditylenchus dipsaci*) et de différents champignons (*Sclerotium cepivorum*, *Botrytis* ...). Ce délai de rotation inclut également les autres Alliées (ail, poireau ...). Les oignons ne sont pas sensibles aux nématodes à galles (*Meloïdogyne sp.*) et sont donc des plantes de coupure intéressantes pour limiter les infestations de ce ravageur.

Précédents favorables : céréales, pomme de terre, betterave, cultures sarclées;

Précédents défavorables : autres Alliées (l'ail, le poireau, les échalotes...etc.) (Serail, 2014).

#### 1.1.10.2- Préparation du sol

La préparation du sol a plusieurs objectifs. Les objectifs de la culture sont :

- ✓ Facilite l'installation des systèmes racine. Bien sûr pas très agressif ;
- ✓ Lutte contre les mauvaises herbes ;
- ✓ Favoriser le séchage de la parcelle pour éviter la pourriture des bulbes.

Les cicatrices immédiatement après la récolte de la culture précédente accéléreront la décomposition des débris végétaux de surface. Selon le type de sol et les conditions

climatiques, le sol peut être travaillé avec des outils à dents tels que des herse et des vibroculteurs. Après avoir été traversé ou labouré à l'aide d'outils à dents ou de disques.

### **1.1.11- Implantation**

La plantation de bulbes à la main ou à la machine est un processus important pour une récolte réussie. Chaque bulbe doit être planté avec le collet vers le haut et la plaque racinaire vers le bas. Un placement inapproprié entraînera un mauvais enracinement, la pourriture des bulbes, une floraison retardée, moins de pousses par bulbe et une réduction du rendement. Il faut également faire attention à la qualité des oignons que sont plantés (les oignons n'ont pas encore germé, il n'y a pas de traces d'agents pathogènes, etc.) (Boukeria, 2016).

#### **a. Plantation manuelle**

Le bulbe est placé au bon endroit dans le sillon. Cette technique ne peut être utilisée que sur de petites surfaces (et/ou sous abri). Volume de travail jusqu'à 150 heures/ha de main d'œuvre (Augagneur et al., 2021).

#### **b. Plantation mécanique**

Lors de l'utilisation d'un épandeur de pommes de terre ou d'un épandeur vibrant, la machine ouvre les rainures pour répartir les oignons, puis redresse les bulbes à la main. Les jardinières sont souvent fabriquées à la main. Toutes les opérations sont effectuées en même temps. La machine ouvre la rainure que les gens placent à l'arrière de la jardinière et place les bulbes dans la rainure. Si la variété le permet, les rainures sont immédiatement fermées.

#### **1.1.11.1- Densité de plantation**

La densité optimale est de 10 à 20 bulbes /m<sup>2</sup> ou de 8 à 15 bulbes par mètre linéaire, selon la taille de l'espace. Un espacement des rangs de 0,50 à 0,80 m doit être adapté au matériel utilisé, notamment pour le désherbage en utilisant les mêmes tracteurs (ou au moins le même empattement) et les mêmes outils avec le même nombre de rangs pour toutes les opérations agricoles (semis, binage, buttage) (sauf guidage GPS pour la plantation/recherche des outils) (Augagneur et al., 2021).

#### **1.1.11.2- Date de plantation**

Elle dépend de la variété, de la zone climatique, du type de sol et de la date de fourniture des bulbes par l'établissement.

✓ En zone sud, les variétés habituelles sont celles plantées à l'automne, avant le 15 novembre pour que les porte-graine puissent avoir le temps de s'enraciner avant l'hiver ;

✓ En zone nord sont retrouvées, plus couramment, les variétés plantées en fin février-mars. Cela limite les risques de pourritures hivernales (Augagneur et *al.*, 2021).

### 1.1.11.3- Semis en place

Pour les semis ponctuels, un bon sol est idéal (sans trop de finesse pour limiter le battage) et un sol suffisamment ferme pour favoriser le contact graine-sol (Augagneur et *al.*, 2021).

Pour des variétés de jours courts :

- ✓ Zone nord, entre le 1er et le 15 août ;
- ✓ Zone sud, entre le 10 et le 25 août.

Pendant cette période, la date doit être ajustée en fonction de la variété et du type de variété multipliée.

Pour les variétés à jours longs : printemps (Augagneur et *al.*, 2021).

### 1.1.11.4- Irrigation

Il est important de garder les premiers centimètres de sol humides jusqu'à ce que la plante ait complètement germé (Augagneur et *al.*, 2021).

### 1.1.11.5- Désherbage autour du semis

Lors du semis au champ, des faux semis doivent être créés avant le semis. La destruction thermique des mauvaises herbes peut alors être effectuée après que les semis ont été prélevés sur la culture (Augagneur et *al.*, 2021).

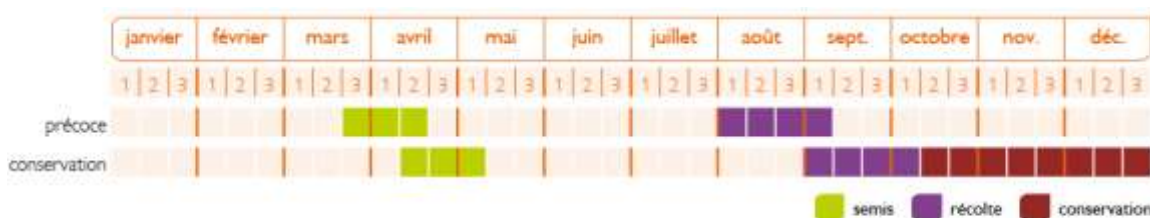


Fig.1-Calendrier de production (Augagneur et *al.*, 2021).

## 1.1.12- Conduite de la culture

### 1.1.12.1- Plan de rotation

La période de rotation privilégiée est très longue, au moins 6 ans, avec une recommandation de 8 à 10 ans.

D'autres membres de la famille des alliées (échalotes, poireaux, ail...) entrent également dans cette catégorie. La préférence est donnée aux réglages qui favorisent la structure. Les légumineuses constituent donc un bon exemple en termes de structure et d'apport en azote. De même, les céréales sont un bon antécédent, à condition qu'elles ne contiennent pas de *Fusarium* (racine rose). En revanche, il convient d'éviter les prédécesseurs (pommes de terre, notamment de 2 ans, tournesol, colza) qui risquent de

produire une descendance importante (C, Fleurance, 2011).

#### **1.1.12.2- Fertilisation**

Une variété d'engrais organiques peut être utilisée, notamment les fientes de volailles, fumiers de bovins, compost de déchets verts, la farine de plumes, la betterave rouge et les engrais standardisés. Ceux-ci peuvent être appliqués comme engrais d'automne, de préférence avec des transplantations d'hybrides CIPAN, ou ils peuvent être appliqués au printemps. Engrais. Des engrais azotés supplémentaires sous des formes facilement absorbables (guano, farine de plumes, grains entiers, etc.) peuvent être fournis lors du repiquage.

Durant cette période (mars-avril), la minéralisation ralentit et l'utilisation de l'azote augmente jusqu'au début de la formation des bulbes (stade 8-10 feuilles). Cependant, un excès d'azote pendant cette période rend les oignons sensibles au mildiou et à botrytis. De fin juin à début juillet (début de la formation des bulbes), aucun ajout d'azote supplémentaire n'est généralement effectué car la minéralisation est très intense. On évite ainsi les risques d'excès, qui peuvent entraîner des maladies des feuilles, un mauvais stockage et une diminution de la fermeté des bulbes. Au contraire, la fertilisation potassique améliore la qualité de la conservation et neutralise les effets d'un dosage excessif en azote (minéralisation mal contrôlée). Par conséquent, des apports supplémentaires de potasse et de magnésie (patentkali, kiésérite, vinasse de betterave), voire de phosphore, pourra être éventuellement réalisé.

Les besoins globaux de la culture sont estimés à 120 unités en azote, 80 unités en phosphore et 160 unités en potasse (C, Fleurance, 2011).

#### **1.1.12.3- Désherbage**

Les oignons, comme l'ail et les échalotes, ne couvrent pas autant le sol qu'ils couvrent les mauvaises herbes. De plus, le délai entre le semis et le premier binage est très long, ce qui entraîne une forte infestation de mauvaises herbes. Une combinaison adaptée d'interventions (faux semis, binage thermique, mécanique) est la seule solution pour limiter les passages manuels (1à2) encore nécessaires au désherbage à l'intérieur des rangs. Ces passages nécessitent un travail important (150 heures par ha).

Il est souhaitable d'effectuer des faux semis avant de planter la culture, mais ce n'est pas toujours possible.

Le désherbage thermique peut contrôler les premiers stades de croissance (le stade où l'efficacité des semis est optimale avec quatre vraies feuilles).

- **Oignons de semis** : un traitement à la flamme sur la ligne peut être effectué en post-semis/prélevée jusqu'au début de la levée (stade "crosse"). Du stade "fouet" au stade 4 feuilles, les oignons sont sensibles à la chaleur. Toutefois, un brûlage est réalisable dès les stades 1re feuille à 2 feuilles début 3e, en dirigé sur le rang de plantation si les adventices ne sont pas trop développées. Malgré la brûlure de la feuille, l'oignon repousse rapidement.

- **Oignons bulbilles** : Après semis/récolte, des brûlures des cordes peuvent survenir jusqu'au "stade pointe " lorsque les feuilles sont encore attachées. Si les feuilles sont infectées, les bulbes subiront peu de dégâts et pousseront rapidement.

Le hachage mécanique peut commencer dès que les bulbes ont poussé jusqu'à ce qu'ils ne soient plus enterrés (stade deux feuilles). Au rang du milieu, on effectue un binage régulier (compter 3 passages). Intervenir précocement (au stade cotylédon, jusqu'aux deux tiers de la feuille) pour assurer la destruction des adventices.

Divers types de bineuses sont utilisables en fonction des stades :

- ✓ Bineuse à disques, intéressante aux stades jeunes de l'oignon.
- ✓ Bineuse à brosses.
- ✓ Bineuse à dents.
- ✓ Bineuse à lames.
- ✓ Bineuse à doigts, intéressante pour biner le rang de plantation sur adventices jeunes à partir du stade 2-3 feuilles de l'oignon (Fleurance, 2011).

#### **1.1.12.4- Pollinisation**

En production hybride, l'installation de ruches est indispensable et peut même être obligatoire. Selon le type, la variété et la taille des ruches, 4 à 6 ruches sont nécessaires par hectare. Les périodes ensoleillées pendant la floraison stimulent l'activité des pollinisateurs. Cependant, le stress hydrique et les températures élevées provoquent un dessèchement prématuré des stigmates et nuisent à une bonne fécondation des fleurs. Chez les hybrides, les rayures mâles sont écrasées en fin de floraison (Augagneur et al., 2021).

## 1.1.13- Maladies

**Tableau 2 : Les maladies de l'oignon/ Source : Fiche Culture biologique de l'oignon– SERAIL Chambre d'agriculture Rhône-Alpes.2012.**

Mildiou ( <i>Peronospora destructor</i> )	Sur jeune plante et sur inflorescence, par temps humide, plaques blanc-jaunâtre allongées avec feutrage gris bleuté	- Protection préventive au sulfate de cuivre, resserrée en période à risque, maîtriser les densités, l'azote et l'irrigation - Choix de variétés moins sensibles
Botrytis squamosa Brûlures apicales des feuilles ( <i>Botrytis squamosa</i> )	Taches blanches nécrotiques sur le limbe et dessèchement des pointes	- Maîtriser les densités, l'azote et l'irrigation
Sclérotinia ( <i>Sclerotium cepivorum</i> )	Dépérissement par foyers, feutrage blanc à la base, pourriture, destruction des racines	- Traitement du sol : Contans WG, Solarisation, - Rotation longue (au moins 5 ans)
Fusariose ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Jaunit progressivement de haut en bas sous. Pourriture sèche des oignons. Mycélium rose-blanc pendant le stockage	- Rotation longue
Maladie des racines roses ( <i>Pyrenochaeta terrestris</i> souvent associé à <i>Fusarium</i> )	Système racinaire, flétrissement des plantes dû à des modifications des racines pourrir du rose au rouge	- Rotation longue, éviter précédent maïs - solarisation - Variétés résistantes
Botrytis Pourriture collet ( <i>Botrytis allii</i> )	La pourriture grise est présente dans la conservation de la nature Collier d'ampoule, sens de marche base	- Maîtriser les densités, l'azote et l'irrigation en culture - Maîtriser la ventilation et le séchage en conservation
Bigarrure de l'oignon Virus	Stries jaune vif sur feuilles qui ont tendance à se cloquer et à s'enrouler ; transmis par les pucerons	- Prophylaxie contre le vecteur : filets anti-insectes

## 1.1.14- Ravageurs

**Tableau 3 : les ravageurs de l'oignon / Source : Fiche Culture biologique de l'oignon– SERAIL Chambre d'agriculture Rhône-Alpes.2012.**

Mouche de l'oignon ( <i>Delia antiqua</i> )	Jaunissement et affaissement par des plantules par les larves, destruction des racines au niveau du plateau, suivie d'une pourriture bactérienne	- Filets anti-insectes maille 800µ - Longue rotation (5 ans au moins) sans alliacées - Favoriser les auxiliaires (carabes notamment)
Teigne du poireau ( <i>Acrolepiopsis assectella</i> )	Galeries dans limbe puis jaunissement et pourriture de la plante	- filets maille 800 µ - ménager les auxiliaires - <i>Bacillus thuringiensis</i> sérotype 3a3b
Thrips du tabac ( <i>Thrips tabaci</i> , <i>Thrips</i> sp.)	Stries sur feuillage puis décoloration gris- plomb	- Ménager les auxiliaires - filet maille 300 µ - Arrosage régulier et fractionné - Traitement Spinosad
Mineuse de l'oignon ( <i>Liriomyza nitzkei</i> , L. <i>Phytomyza cepae</i> , <i>gymnostoma</i> )	Les femelles pondent sur les feuilles où les larves creusent des galeries, endommageant feuilles et bulbes	- filets maille 800 µ

### **1.1.15- Récolte**

Plus la récolte est tardive, plus le rendement au champ est élevé, mais plus les problèmes de stockage sont probables, tels que les taches et les fentes du périlanthe, les risques pour la santé et l'apparition précoce de la germination. À l'inverse, l'enlèvement prématuré des feuilles et le déracinement entraîneront une diminution de la pénétration des inhibiteurs de germination dans le bulbe, ce qui entraînera de mauvaises conditions de stockage. Le niveau de maturité optimal pour la récolte est défini comme : 80 feuilles sont tombées (difficile de juger avec les accidents climatiques qui aplatissent les feuilles), la couronne est molle et il reste encore 3-4 feuilles vertes. La récolte se fait en trois opérations différentes. La défoliation, l'arrachage et le chargement (les deux premières opérations) peuvent être effectués en un seul passage à l'aide d'équipements combinés. Ce travail peut également être confié à un entrepreneur. Après arrachage, les bulbes sont disposés en bandes et laissés sécher à l'air libre pendant trois à quatre jours, en éliminant autant d'eau que possible des feuilles et en absorbant la couronne des bulbes. Une excavation peut être nécessaire selon la nature du sol (Christophe, 2013).

### **1.1.16- Importance économique**

#### **1.1.16.1- La production d'oignon dans le monde**

Comme mentionné au début, les oignons sont consommés dans le monde entier et sont donc cultivés plus largement dans de nombreuses régions du monde que de nombreux légumes verts. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, les oignons sont le troisième produit le plus produit après les tomates et les pommes de terre. En comparant les données de plusieurs années, il devient clair que certaines années, on cultive plus d'oignons et de produits obtenus que de pommes de terre (FAO, 2023). En 2000, selon les données de la FAO environ de 50.000.000,00 tonnes d'oignons ont été produites sur une superficie de 3 000,000 hectares. Ces données sont passées de 4 214 126 ha en 2010 à 79 142 982 25 tonnes. Considérant que cette augmentation est due à la demande mondiale, elle peut être considérée comme normale. Toutefois, ces données chiffrées ont atteint 104 563 843 tonnes sur 5 530 475 hectares en 2020 et enfin 106 592 088 tonnes sur 5 778 769 hectares en 2021 (FAO, 2023).

#### **1.1.16.2- La production d'oignon dans l'Algérie**

Selon les dernières statistiques de FAO, l'Algérie se classe troisième en Afrique et douzième dans le monde en production des oignons sec à une production de 1 710 595 tonnes par an. De point de vue analytique des principales espèces maraichères en Algérie

au début des années 2000. L'oignon classé sur le troisième rang parmi les cultures maraichères essentielles en Alger (Sahali, 2021). La Principale variété d'oignons cultivée en Algérie est une variété améliorée (Rouge d'Amposta) d'une photopériode (jours moyens) (Currah, 2002).

**Tableau 4 : Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissement 2019/2018 (le Ministère de l'agriculture et du Développement Rural/ D.S.I.S.P., 2021).**

Type de culture	2018			2019			Taux d'accroissement %		
	Sup. Ha	Prod. Qx	Rdt Qx/ha	Sup. Ha	Prod. Qx	Rdt Qx/ha	2019 /2018		
							Sup. Ha	Prod. Qx	Rdt Qx/ha
Cultures maraichères	509 341	136 570 863	268,1	533 060	146 700 413	275,2	5	7	3
Pommes de terre	149 665	46 533 222	310,9	157 864	50 202 499	318,0	5	8	2
Tomates	22 323	13 097 452	586,7	24 994	14 778 786	591,3	12	13	1
Oignons	47 282	13 996 907	296,0	50 292	16 137 298	320,9	6	15	8
Ails	12 945	2022005	156,2	13 403	2 233 113	166,6	4	10	7

## 1.2- Généralités sur le stress salin

### 1.2.1- Définition de la salinité

Certains auteurs définissent la salinité du sol comme la présence de concentrations excessives de sels solubles dans le sol, ou la présence de sodium (Na), de calcium ( $Ca^{+2}$ ) et de magnésium sous forme de chlorures, de carbonates ou de sulfates ( $Mg^{+2}$ ) présents. Dans le sol. Des concentrations inhabituellement élevées existent (Asloum, 1990). On le trouve couramment dans les écosystèmes arides et semi-arides et est causé par une évaporation importante de l'eau du sol, des irrégularités et des précipitations insuffisantes (Taji et al., 2002). La salinité du sol est un facteur de stress qui affecte les fonctions et activités microbiennes et réduit la diversité microbienne (Moradi et al., 2011). Récemment, il a été reconnu que la communauté microbienne associée aux plantes est l'un des éléments importants qui aident les plantes hôtes à résister aux stress abiotiques. Diverses études ont confirmé que les endophytes fongiques sont l'un des symbiotes bénéfiques qui confèrent des avantages adaptatifs aux plantes hôtes sous des stress environnementaux tels que la sécheresse, la chaleur et la salinité (Hosseyni moghaddam et al., 2021).

### 1.2.2- Contamination du sol par le sel

Actuellement, la contamination des sols due au sel constitue un problème majeur dans le

monde entier, en particulier dans la région méditerranéenne et dans les zones où les cultures dépendent de l'irrigation (Middleton et Thoma, 1992).

### **1.2.3- Zones affectées par la salinité**

On estime que la salinisation affecte aujourd'hui près de 900 millions d'hectares de terres (FAO, 2008). Bien que ce phénomène soit principalement observé dans les régions arides et semi-arides, il peut affecter tous les continents et toutes les zones climatiques de la Terre (Szabolcs, 1994). Par exemple, en Afrique, environ 72,2 millions d'hectares, soit environ 3,8 millions d'hectares de superficie totale, sont touchés par la salinisation. Toutefois, l'Asie du Nord, l'Asie centrale, l'Amérique du Sud et l'Australie comptent parmi les régions les plus touchées par ce problème. On estime qu'environ 555,1 millions d'hectares ont déjà été touchés. Par ailleurs, ces dernières années, le très fort développement de l'irrigation a considérablement accru le risque que de nouvelles zones soient affectées par la salinisation. On estime qu'entre 0,5 et 1 zone irriguée est abandonnée chaque année et que près de la moitié de toutes les zones irriguées sont menacées à long terme (FAO, 2008).

En Algérie, la sebkha et le chott s'étendent sur des milliers d'hectares. En 1977, Massoud estimait qu'environ 3 millions d'hectares étaient affectés par la salinité. Ce nombre a atteint 7,2 millions d'hectares en 1994, correspondant à près de 3 millions d'hectares de la superficie totale du pays (FAO, 2008). Les plus grandes zones touchées par l'excès de sel sont les basses terres de l'Oranie, la vallée de Mina près de Relizane et les plateaux au sud de Sétif et de Constantine. Les sols salins sont également répandus dans la région subsaharienne au sud de Biskra, à Tugurt, Ouargla et au-delà (Aubert, 1982).

### **1.2.4- Echelle de salinité**

En 1954 l'équipe de « United States Salinity Laboratory » a proposé le seuil de 4 dS.m<sup>-1</sup> pour définir un sol salin. Ce seuil a été choisi après avoir étudié les effets de différents niveaux de salinité sur la croissance et le rendement des plantes. En effet, ces chercheurs ont constaté qu'une salinité de 4 dS.m<sup>-1</sup> réduisait de moitié le rendement des plantes sensibles (Balba, 1995). Par ailleurs, ils ont défini une échelle agronomique variant de 0 à 16 dS.m<sup>-1</sup> (tab I) et ils ont estimé qu'à partir de 8 dS.m<sup>-1</sup>, Le rendement de la plupart des cultures est fortement influencé par la salinité, et seules les plantes halophiles poussent dans des environnements dont la salinité est supérieure à 16 dS.m<sup>-1</sup> (Baize, 2000).

**Tableau 5: Classification de la salinité des sols en fonction de leurs effets sur la croissance et le rendement des plantes (Abrol et al., 1988)**

Classe	CEe (dS.m1)	Effets sur la croissance et le rendement des plantes
Non salin	0-2	Effets de la salinité négligeables
Légèrement salin	2-4	Certaines plantes sensibles peuvent être affectées.
Modérément salin	4-8	La croissance et le rendement de la plupart des plantes sont restreints.
Fortement salin	8-16	Seules les plantes tolérantes au sel ne sont pas affectées.
Très fortement salin	>16	Seul un très petit nombre de plantes tolérantes au sel ont une production ou un rendement satisfaisant.

### 1.2.5- La salinisation et ses causes

La salinisation est le processus d'accumulation de sel à la surface du sol et dans la zone racinaire, ce qui a des effets négatifs sur les plantes et le sol. Cela conduit à une diminution des rendements et finalement à une stérilisation du sol. (Mahmood, 2006). 80 % de la salinisation des sols est d'origine naturelle. Parlons ensuite de la salinisation « primaire ». Cela est dû aux sels formés lors de l'altération de la roche ou à des apports naturels externes (Bryssine, 1961). En revanche, 20 % des sols salins sont d'origine « anthropique ». On parle ensuite de salinisation « secondaire » provoquée par les activités humaines et associée aux pratiques agricoles, notamment l'irrigation (FAO, 2008).

#### 1.2.5.1- Salinisation primaire ou naturelle

Elle est provoquée par la formation de sels lors de l'altération des roches ou par la dissolution des sels initialement contenus dans les formations géologiques (Stengel et Gelin, 1998). Cela se produit également lorsque les terres sont inondées par la mer, par exemple lors de tempêtes ou de courants de marée anormaux, ou lorsque la mer envahit une nappe phréatique côtière qui est à l'origine de l'eau douce (Gaucher et Burdin, 1974).

#### 1.2.5.2- Salinisation secondaire

Elle affecte des zones plus petites que celles affectées par la salinité primaire, mais a des conséquences économiques plus importantes car elle peut sérieusement affecter la fertilité des terres cultivées. Elle est d'origine anthropique et se produit lorsque des quantités importantes d'eau salée sont fournies par l'irrigation sans réseaux de drainage adéquats pour lessiver le sol et éliminer la salinité (De Franchis, 2003).

D'autres pratiques de gestion telles que le déneigement, la déforestation, le surpâturage ou la modification des systèmes agricoles peuvent également entraîner les mêmes conséquences. La salinisation secondaire est donc l'un des indicateurs les plus importants d'une mauvaise gestion humaine dans les zones rurales (Stengel et Gelin, 1998).

## 1.2.6- Salinité et plantes

### 1.2.6.1- Définition du stress

Le terme « stress » a été inventé par Hans Selye en 1935. Ce dernier définissait le stress comme « une réponse non spécifique du corps à toute demande ». Le mot « stress » est d'origine anglaise et était utilisé en mécanique et en physique pour signifier « force, poids, tension, charge, effort », mais ce n'est qu'en 1963 que Hans Selye a inventé le mot. Utilisé en médecine et défini comme « une tension faible ou forte de stress. Les plantes sont exposées à divers stress biotiques et abiotiques dans leur environnement. Le forçage abiotique est le résultat de diverses conditions environnementales, climatiques ou autres, défavorables à la croissance des plantes (Munne-Bosch et Alegre, 2004). Puisque les plantes ne peuvent pas bouger, elles doivent s'adapter à ces conditions stressantes pour réduire l'impact sur leur bon fonctionnement (Lexer, 2005). Le stress abiotique est un condition environnementale défavorable qui interfère avec le développement et la reproduction normaux des plantes (Kotchouni et *al.*, 2006). Ce stress peut être induit par une forte salinité (Parker et *al.*, 2006), des hautes températures (Majoul et *al.*, 2003), de la lumière (Phee et *al.*, 2004), des métaux (Sarry et *al.*, 2006), d'un stress oxydatif (Couee et *al.*, 2007), de la pollution et du déficit nutritionnel (Munne-bosch et Alegre., 2004) ou d'une combinaison entre eux (Langridge et *al.*, 2006).

### 1.2.6.2- Types du stress

#### *Le stress biotique*

Le stress biotique résulte des interactions des plantes avec d'autres organismes tels que les champignons, les insectes, les bactéries, les virus et les animaux (Benazzouk, s.d.). Ces micro-organismes pathogènes peuvent infecter les plantes, notamment les cultures maraîchères, affecter leur croissance et leur rendement, et provoquer leur mort (Bentrad, s.d.).

#### *Le stress abiotique*

Le stress abiotique est généralement dû à des facteurs environnementaux, à savoir la sécheresse, les grandes fluctuations de température, l'excès d'humidité (suffocation des racines), le gel, le vent, la grêle et une salinité élevée (Benyaya et Bouhanna, 2020). Certains stades de végétation sont particulièrement sensibles à ces limitations abiotiques. Cela entraîne des changements aux niveaux morphologique, physiologique, biochimique et moléculaire, réduisant la croissance et la productivité des plantes (Serrano et al., 1999).

### 1.2.6.3- Stress salin

Le stress salin est une condition d'excès d'ions, en particulier les ions Na et Cl (Hopkins, 2003). La présence de grandes quantités de sel réduit considérablement l'eau disponible pour les plantes et est donc qualifiée d'environnement « physiologiquement sec » (Tremblin, 2000). Les conséquences du stress salin peuvent résulter de quatre types d'effets que le sel provoque sur les plantes.

### 1.2.6.4- Stress hydrique

Lorsque les niveaux de sel sont élevés dans le sol, les plantes perçoivent initialement que la disponibilité en eau est considérablement réduite. Cela nécessite un ajustement osmotique approprié afin que le potentiel hydrique de la cellule soit maintenu inférieur à celui de l'environnement extracellulaire et du sol (Alam, 1994).

#### *Stress ionique*

La toxicité ionique se produit lorsque l'activité métabolique est perturbée par l'accumulation de sel dans les tissus malgré une régulation osmotique adéquate (Alam, 1994).

#### *Stress nutritionnel*

Une concentration trop élevée de sel dans l'environnement entraîne des modifications de la nutrition minérale, notamment des transporteurs d'ions cellulaires. Le sodium Na entre en compétition avec le potassium K et le calcium Ca, le chlore Cl<sup>-</sup> avec le nitrate NO<sub>3</sub><sup>-</sup> et le phosphate P avec le sulfate SO<sub>4</sub> (Alam, 1994).

#### *Stress oxydatif*

Le stress oxydatif résulte de stress environnementaux, notamment du stress lié à la salinité (Hernandez et al., 2001). H. Accumulation de concentrations élevées d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) (Azevedo et al., 2006), endommageant les structures cellulaires (Smirnoff, 1993). Ce dernier est responsable du fonctionnement de l'appareil photosynthétique et d'autres perturbations métaboliques (Rahnama et Ebrahimzadeh, 2005). La plupart d'entre eux sont du peroxyde d'hydrogène, des radicaux hydroxyles et des anions superoxydes (Azevedo et al., 2006).

### 1.2.7- Classification des plantes en fonction de leur tolérance à la salinité

Les signes les plus évidents des dégâts causés par le sel sont une mauvaise croissance des plantes et une diminution des rendements. Maas et Hoffman (1977) ont évalué les données disponibles sur la tolérance au sel des plantes et ont conclu que chaque culture possède un certain seuil au-dessus duquel le rendement diminue linéairement avec l'augmentation de

la salinité.

### **1.2.8- Effet de la salinité sur les plantes**

La salinité est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (Allakhverdiev et *al.*, 2000b in Parida et Das, 2005). Durant le début et le développement du stress salin à l'intérieur de la plante, tous les processus majeurs tels que : la photosynthèse, la synthèse des protéines, le métabolisme énergétiques... sont affectés. La première réponse est la réduction de la vitesse d'extension de la surface foliaire, suivi par l'arrêt de l'extension avec l'intensification du stress (Parida et Das, 2005).

### **1.2.9- L'effet de la salinité sur la croissance**

La réponse immédiate au stress dû à la salinité est une diminution du taux d'expansion de la surface des feuilles, qui cesse lorsque la salinité augmente (Wang et Nil, 2000). Le stress salin entraîne également une diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, des tiges et des racines (Chartzoulakis et Klapaki, 2000). Une salinité accrue est associée à une diminution significative de la biomasse des racines de tomate, de la hauteur de la plante, du nombre de feuilles par plante, de la longueur des racines et de la surface des racines (Mohammad et al., 1998). Une teneur élevée en NaCl est mise en évidence par une augmentation de la biomasse des racines, des tiges et des feuilles et par un rapport accru entre la teneur en racines et la teneur en air du coton (Meloni et al., 2001).

### **1.2.10- L'effet de la salinité sur l'eau dans la plante**

Les potentiels hydrique et osmotique des plantes deviennent de plus en plus négatifs à mesure que la salinité et la pression de turgescence augmentent (Romeroaranda et al., 2001 dans Parida et Das, 2005). Dans des conditions de concentration élevée et de salinité accrue, le potentiel hydrique et le taux d'évaporation des feuilles de l'halophyte *S. salsa* sont considérablement réduits, mais la teneur relative en eau reste inchangée (Lu et al., 2002 dans Parida et Das, 2005).

### **1.2.11- L'effet de la salinité sur la photosynthèse**

Les effets à long terme sont évidents après plusieurs jours d'exposition au sel, et la réduction de l'assimilation du carbone est due à l'accumulation de sel dans les feuilles en développement (Munn et Termatt, 1986 dans Parida et Das, 2005). La suppression de la photosynthèse se produit dans des conditions de stress salin (Kao et al., 2001 dans Parida et Das, 2005), et on pense qu'elle est stimulée, et non réduite, par de faibles concentrations de sel (Kurban et al., 1999 dans Parida et Das, 2005). La réduction du taux de photosynthèse est due à plusieurs facteurs : (1) réduction de la perméabilité au CO<sub>2</sub> due à

la déshydratation des membranes cellulaires, (2) toxicité du sel, (3) réduction de l'apport de CO<sub>2</sub> due à la fermeture hydraulique des stomates, (4) augmentation sénescence due à la salinité et (5) modifications de l'activité enzymatique dues à des modifications de la structure cytoplasmique. (Iyengar et Reddy, 1996)

Parida et Das, 2005).

### **1.2.12- Effet du stress salin sur la germination**

La physiologie de la germination est fortement associée à l'accumulation de sel dans le sol (Benyamin et Benelhadj, 2020). La germination est l'une des étapes les plus importantes du cycle de vie des plantes (Fatarna et al., 2017). En général, une salinité élevée du sol inhibe la germination des graines en raison de la faible pression osmotique autour des graines, ce qui empêche l'absorption d'eau (Brahim et Meziani, 2021). Des études antérieures ont montré que de faibles concentrations de sel peuvent également améliorer la germination de certaines espèces, comme *Capsicum annum* (poivron) (Ajjabi et al., 2019) et *Solanum lycopersicum* (tomate) (Rahmane, 2021).

### **1.2.13- Effet de la salinité sur la densité des microbiotes rhizosphérique**

Le stress salin forme le microbiote endophytique de la rhizosphère et se produit dans les plantes. Il a été démontré que la salinité est l'un des principaux facteurs régulant les communautés bactériennes associées aux racines halophytes. Le microbiome des plantes soumises au stress salin est considéré comme un candidat utile pour contrer les effets négatifs du stress salin sur les plantes potagères (Slama et al., 2023). Dans les habitats naturels, les micro-organismes sont souvent exposés aux fluctuations de la pression osmotique de l'environnement. En fait, des concentrations élevées de sel dans le sol peuvent affecter la croissance et l'activité bactérienne. Une diminution de cette concentration dans les sols salins entraîne l'accumulation de matière organique non décomposée, ce qui affecte négativement la disponibilité des nutriments nécessaires à la croissance des plantes. Une augmentation soudaine de la pression osmotique du sol modifie la quantité d'eau disponible pour les cellules. Une diminution de l'activité externe de l'eau entraîne des modifications du volume cellulaire. La pression de turgescence, la force mécanique nécessaire pour étirer les cellules pendant la croissance, change également (Rabi, 2018). Les micro-organismes du sol peuvent s'adapter à des conditions défavorables et favoriser la croissance des plantes même dans des environnements hyperosmolaires. Ils développent des mécanismes moléculaires qui leur permettent de survivre et de croître face à une salinité accrue (Bahlouli, 2021). Plusieurs auteurs ont montré que l'exploitation du

potentiel microbiologique du sol, notamment des champignons mycorhiziens arbusculaires, pouvait contribuer à favoriser l'adaptation des plantes aux milieux salins. L'efficacité des champignons symbiotiques pour améliorer la croissance des plantes dans les sols salins a été démontrée dans de nombreuses études (manga et al., 2017).

#### **1.2.14- Réponse et stratégie d'adaptation des végétaux au stress salin**

Les niveaux de tolérance au sel varient considérablement selon les plantes (Rabie et Almadini, 2005). La tolérance à la salinité est généralement évaluée en pourcentage de la production de biomasse dans des conditions de salinité par rapport aux conditions de contrôle au fil du temps (généralement le rendement) ou peut être évaluée par la survie appropriée pour les espèces pérennes (Munns, 2002).

##### **1.2.14.1- Phase osmotique (Rapide)**

Consiste en l'inhibition de la croissance des jeunes feuilles et commence immédiatement après que la concentration en sel au niveau des racines atteint un seuil critique. Le taux de croissance des bourgeons est considérablement réduit. Cette diminution de l'expansion des feuilles avec l'augmentation de la salinité est principalement due à l'effet osmotique du sel sur les racines.

##### **1.2.14.2- Phase ionique (Lente)**

Accumulation de quantités toxiques de sels au niveau des feuilles matures (caractérisée par l'arrêt de l'expansion des feuilles et l'incapacité de diluer les sels, contrairement à ce qui peut être observé au niveau des jeunes feuilles) et sénescence ultérieure. Si le taux de sénescence des feuilles matures est supérieur au taux de production de nouvelles feuilles, l'activité photosynthétique ne peut pas répondre aux besoins en glucides des jeunes feuilles à croissance réduite. Par conséquent, une réduction de la croissance végétative exprimée par une réduction du nombre ou de la surface des feuilles est généralement considérée comme une réponse précoce aux génotypes exposés au stress salin (Munns et Fisher, 1986).

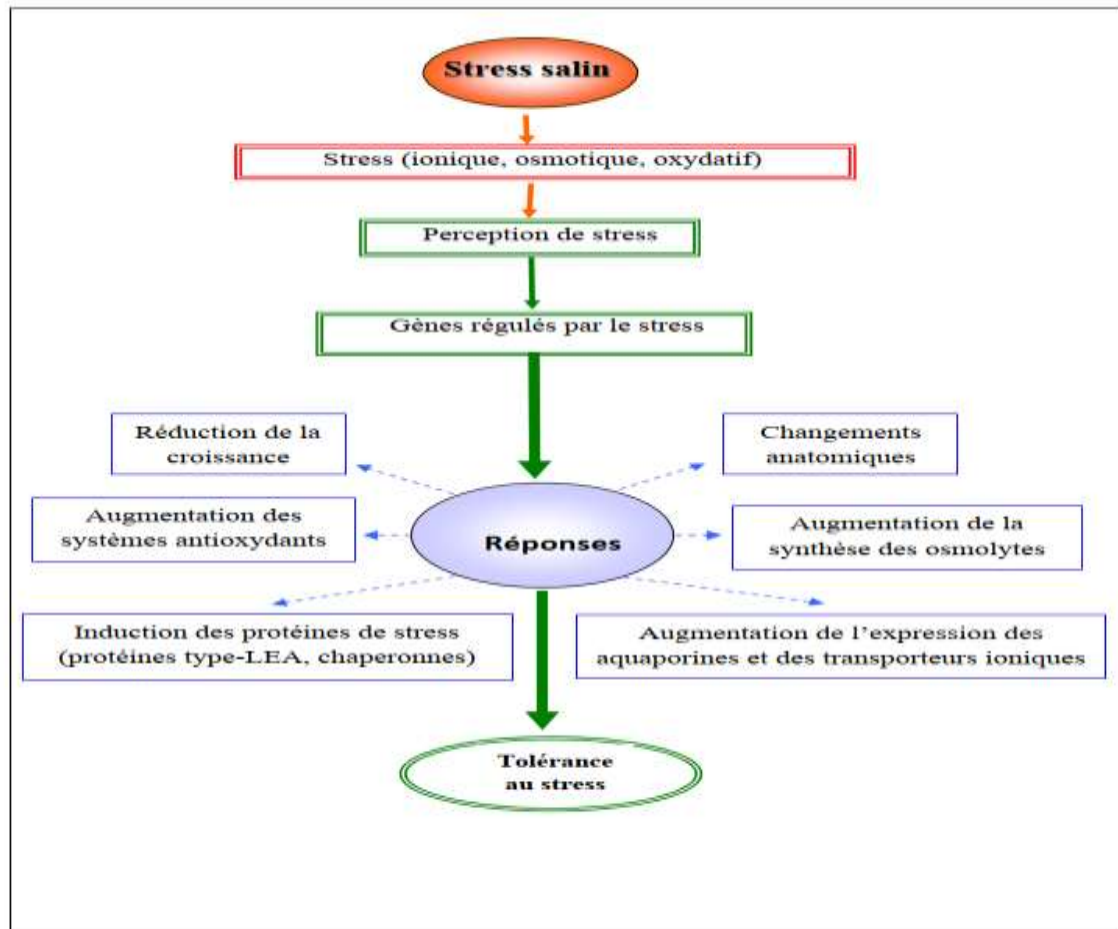


Fig.2 - Stratégies morphologiques, anatomiques et biochimiques impliquées dans l'adaptation au stress salin chez les plantes (d'après Manchanda et Garg, 2008).

### 1.3- Généralités sur la rhizosphère

#### 1.3.1- Définition

Le chercheur allemand Lorenz Hiltner, bactériologiste spécialisé en microbiologie des sols et professeur d'agriculture à l'Université technique de Munich, a proposé le terme rhizosphère en 1904. Le mot « rhizo » vient ici du mot grec rhiza, qui signifie racine et racines. « sphair » signifie (joindre) (Gelin et Stengel, 1998). La sphère définit la zone d'influence du système racinaire. La rhizosphère est aussi appelée « moitié cachée » car elle occupe un volume important par rapport au volume de la plante.

(« Hidden Half » en anglais) (Abdesselam, 2017).

#### 1.3.2- Structure de la rhizosphère

Il y a trois zones distinctes de la rhizosphère (figure 3).

- ✓ **Endorhizosphere ou la rhizosphère interne** constitué d'écorces de racines non envahies et colonisées par des micro-organismes (généralement saprophytes) (Dommergue, 1975).

- ✓ **Le rhizoplan** : C'est la partie centrale de la rhizosphère. Cela comprend la surface des racines à laquelle se fixent les particules du sol et les micro-organismes. (Pratibha et Kapoor, 2013).
- ✓ **Ectorhizosphère** : Il s'agit de la zone externe, représentant le sol immédiatement adjacent aux racines, où se diffusent les exsudats solubles et volatils de la plante (sécétés par les racines). (Dommergue, 1975).

Outre ces trois zones de base, vous pouvez également définir d'autres niveaux. Par exemple, les plantes ayant des connexions mycorhiziennes ont une zone appelée mycorrhizosphère. D'autres plantes peuvent également avoir une autre couche dense et étroitement attachée appelée gaine racinaire, composée de poils racinaires et de matériaux. La vase, les micro-organismes et les particules de sol (Pratibha et Kapoor, 2013).

De plus, lorsque des micro-organismes colonisent les tissus internes des racines, celles-ci font partie de la rhizosphère. Le volume de sol qui ne fait pas partie de la rhizosphère, c'est-à-dire qui n'est pas affecté par les racines, est appelé sol en vrac. Les racines mortes se transforment en sol grâce à l'activité de la rhizosphère, mais sont différentes du sol en vrac (Pratibha et Kapoor, 2013).

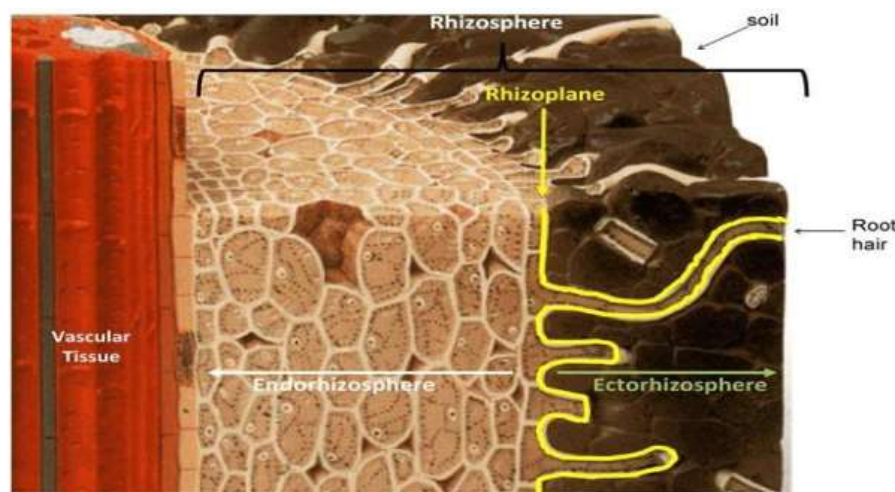


Fig. 3- Les différents compartiments de la rhizosphère (McNear, 2013).

### 1.3.3- Microflore rhizosphérique

La diversité microbienne associée aux racines des plantes est vaste, de l'ordre de dizaines de milliers d'espèces, et peut contenir jusqu'à 10,11 cellules microbiennes et plus de 30 000 espèces procaryotes par gramme de racine. Cette communauté microbienne comprend :

Les bactéries constituent le plus grand groupe de micro-organismes de la rhizosphère. Les champignons (les plus fréquents sont, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Verticillium*,

*Fusarium*, *Rhizopus*...etc.), les oomycètes, les nématodes, les protozoaires, les algues, les virus, les archées et les arthropodes. Des études récentes sur les interactions plantes-microbes ont montré que les plantes déterminent la composition du microbiote racinaire par le biais d'exsudats, qui stimulent ou suppriment spécifiquement les membres de la communauté microbienne (Rodrigo *et al*, 2013 ; Lugtenberg et Kamilova, 2009 ; Roeland, 2012).

#### **1.3.4- Activité de la rhizosphère**

Des phénomènes écologiques particuliers se produisent au niveau de la rhizosphère. En effet, les racines sécrètent de grandes quantités de substances organiques sous forme de mucus et d'exsudats, et plus de 40 produits photosynthétiques différents transitent par les racines (Soufiane, 1989). La plante libère des exsudats racinaires constitués de substances organiques carbonées et azotées telles que des polysaccharides, des acides organiques et des protéines (Mench, 1985). Ces exsudats favorisent le développement d'un microbiote pathogène ou non pathogène. En réponse à l'apport d'énergie provenant des exsudats racinaires, les champignons se développent de manière saprophyte vers les racines, où ils peuvent infecter et parasiter (Schroth et Hildenbrand, 1964). La quantité et la composition des exsudats racinaires déterminent également le type d'activité bactérienne. Ces activités résultent de la synthèse de métabolites tels que les sidérophores, les antibiotiques, les substances de croissance, le cyanure d'hydrogène et les lipopolysaccharides (Lemanceau, 1992). Les exsudats racinaires sont des éléments importants dans les échanges entre les plantes et les rhizobiums, et la densité et la diversité microbienne des rhizobiums autour des racines sont directement liés au type et à la quantité des exsudats racinaires. Cet effet se manifeste par des changements dans la croissance des plantes (Lemanceau, 1992).

#### **1.3.5- Les Interactions biologiques dans la rhizosphère**

La rhizosphère est un centre d'activité biologique intense avec des exsudats riches en nutriments. Certains micro-organismes du sol interagissent spécifiquement avec les plantes. Ces interactions peuvent être pathogènes ou bénéfiques. Les interactions bénéfiques comprennent les mycorhizes, les nodules de légumineuses, la fixation du diazote (lié ou libre), la solubilisation des nutriments et la production de composés antimicrobiens (Lepinay, 2015 ; Zoe et Whitbeck, 2007). Les micro-organismes de la rhizosphère produisent également des vitamines, des antibiotiques, des phytohormones et des molécules de communication qui favorisent la croissance des plantes et réduisent le stress abiotique (Brahmaprakash et al., 2017). La rhizosphère est l'un des sites majeurs

contribuant à l'invasion des endoparasites dans les racines des plantes. Près de la sortie des racines latérales et des zones endommagées des racines constituent des points d'entrée importants pour les parasites internes dans la plante. Celui-ci devient plus tard une plante complexe et un endoparasite qui profite à la plante de diverses manières, notamment l'absorption des nutriments, la production de phytohormones, l'induction de la résistance de l'hôte, la réduction du stress par les substances abiotiques et la production de métabolites secondaires (Zoe et Whitbeck, 2007 ; Brahma Prakash et al., 2017). Les populations microbiennes sont très courantes dans la rhizosphère. Les interactions entre micro-organismes sont nombreuses et incluent la compétition, les antibiotiques, la synergie, voire des phénomènes spécifiques résultant d'antagonismes, comme la bactériostase, la bactériostase et la bactériolyse, entre autres (Diem et Mangenot, 1975).

### **1.3.6- Les interactions plantes-microorganismes**

Il est largement admis que chaque groupe microbien peut développer des fonctions importantes au sein d'un écosystème (Giri et al., 2005). Cependant, la plupart des études sur la microbiologie de la rhizosphère, notamment celles décrivant les interactions coopératives entre plantes et micro-organismes, se concentrent uniquement sur les bactéries et les champignons. Par conséquent, cette revue se concentrera sur ces deux types de micro-organismes. Les bactéries et les champignons ont des habitudes nutritionnelles et de mode de vie différentes, et diverses relations saprophytes ou symbiotiques nocives (pathogènes) ou bénéfiques (mutuelles) ont été rapportées (Kobayashi et Crouch, 2009). Les micro-organismes nuisibles comprennent d'importants agents pathogènes des plantes ainsi que des parasites et non-parasites de la rhizosphère. Les bactéries et champignons saprophytes bénéfiques favorisent la croissance et la santé des plantes. Les symbiotes mutuels bénéfiques pour les plantes comprennent les bactéries fixatrices de N<sub>2</sub> et les champignons mycorhiziens arbusculaires (Barea et al., 2005).

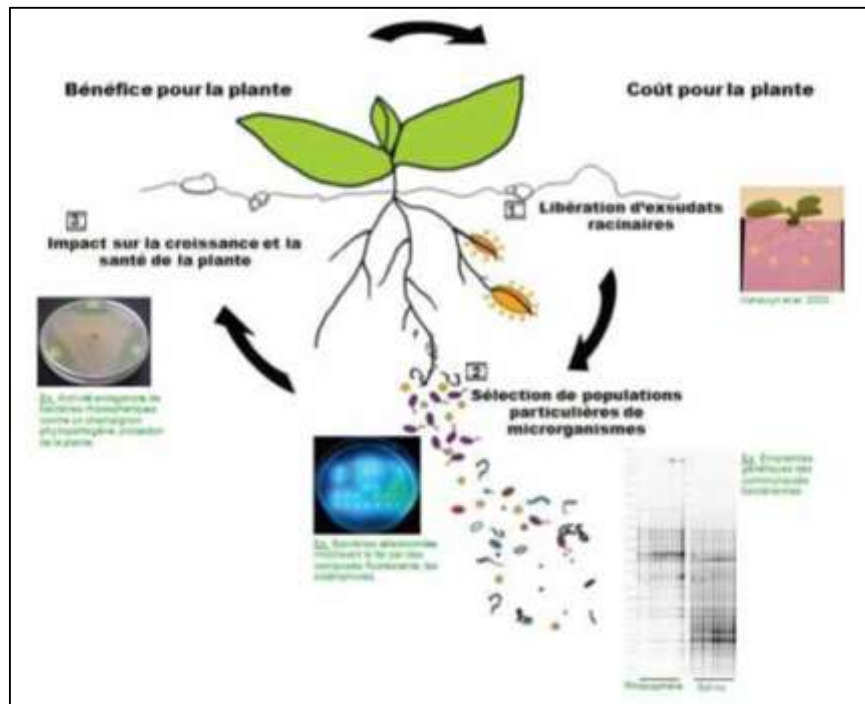


Fig. 4 -Représentation schématique décrivant les interactions plantes-micro- organismes dans la rhizosphère (Lemanceau *et al.*, 2006).

## 2.1- Matériel utilisé

Notre objectif vise à mettre en évidence l'effet de la salinité sur quelques paramètres biométriques et biologiques caractérisant la croissance des plants d'*Allium cepa* L. cultivés aux conditions naturelles du stade du fouet jusqu'au stade du bulbaison (4 à 6 feuilles) A cet effet, des analyses morphométriques, physiologiques et des observations microscopiques ont été effectuées aux laboratoires du département des sciences agronomiques.

### 2.1.1- 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 dans des conditions climatiques naturelles au département des sciences agronomiques. L'irrigation a été faite avec l'eau du robinet selon les besoins jusqu'au stade du bulbaison.

### 2.1.2- Les propriétés physico chimiques du sol utilisé

**Tableau 6: Les propriétés physico chimiques du sol utilisé**

Porvenance	H%	pH	CEC Mmhos/cm	Mo %	N%	P%	K%	CaCO <sub>3</sub> %	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)

## 2.2- Méthodes adoptées

### 2.2.1- Analyse statistique

L'analyse de la variance (ANOVA) et la comparaison des moyennes a été adopté. Cette analyse permet de déterminer si la différence entre les valeurs moyennes est significative ou non sous l'effet de différentes concentrations de NaCl. ANOVA révèle aussi indirectement si une variable indépendante influence la variable dépendante.

### 2.2.2- Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un bloc randomisé (fig.05). La disposition des traitements a été faite d'une manière aléatoire.

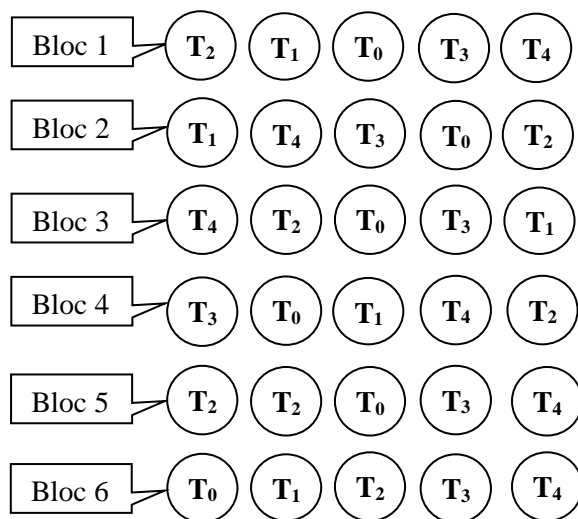


Fig. 5: Plan d'essai

Dès leur stade du fouet, 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 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.



Fig. 6: Plants d'oignon (*Allium cepa*. L) traités par différentes concentrations de NaCl (Didani et Khirani, 2023)

### 2.2.3-Paramètres mesurés

Après prélèvements au laboratoire:



Fig. 7: Préparation des plants d'oignon aux différents modes de mesures au laboratoire (Didani et Khirani, 2023)

Afin de déterminer l'effet du stress salin de NaCl sur la croissance des plants d'oignon au stade du bulbaison, dix paramètres morphométriques et physiologiques ont été 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 examens biologiques, nous avons choisi d'étudier les populations bactériennes et fongiques présentes dans le sol des racines d'oignons (1 gr du sol). Le protocole expérimental est ainsi ;

#### **2.2.4-Isolements**

Deux milieux de culture PDA et GN ont été utilisés dans notre isolement. Pour chaque échantillon, 1g de sol est dilué dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologique stérile, puis agité au vortex à haute vitesse pendant 5 minutes. Cette suspension, considérée comme étant la solution mère, représente la dilution  $10^{-1}$ . À partir de cette dilution, une série de dilutions décimales est ensuite effectuée jusqu'à la dilution  $10^{-3}$ .

#### **2.2.5-Ensemencement et incubation**

Pour chaque échantillon, 0,1 ml de chaque dilution est étalé, en surface par la technique de râteau, sur des boîtes de Pétri contenant les milieux de culture PDA, GN. Les boîtes sont incubées à 30°C et 25°C pendant 10 jours et observées quotidiennement.

### **2.2.6-Dénombrement des colonies des souches bactériennes**

Après incubation, le dénombrement des colonies de chaque groupe (bactéries et moisissure) est effectué sur la base de l'aspect macroscopique caractéristique :

- Des colonies petites opaques, colorées et incrustées dans la gélose pour les actinomycètes ;
- Des colonies grandes, glabres, plâtreuses, poudreuses, granuleuses, duveteuses ou floconneuses pour les moisissures. Les colonies mycéliennes sont par la suite observées sous microscope sous l'objectif ( $\times 10$ ) et ( $\times 40$ ) afin de déceler l'aspect mycélien caractéristique des champignons.

### **2.2.7-Purification des souches bactériennes**

Après le premier ensemencement sur boîte de Pétri, différentes colonies sont obtenues. Chaque colonie d'aspect différent est ensemencée à part. Les boîtes ensemencées sont incubées 18 à 24h à 37°C. La purification des souches se fait par des repiquages successifs par la méthode des quatre quadrants en milieu solide (GN) jusqu'à l'obtention au sein d'une boîte de Pétri de colonies identiques par l'aspect et la couleur

### **Examen macroscopique**

L'aspect des colonies est observé après culture pendant 24 heures à 37 °C sur le milieu GN. L'observation de l'aspect macroscopique des colonies permet d'effectuer une première caractérisation, avec une orientation possible des résultats au cours de l'identification. L'étude macroscopique a été réalisée en tenant compte de :

- La forme des colonies : rondes, irrégulières...etc.
- La taille des colonies par la mesure du diamètre : punctiformes ou non punctiformes.
- La chromogènes : couleur de la colonie.
- L'élévation : convexe, concave, plate.
- L'opacité : opaque, translucide ou transparente.
- La surface : lisse, rugueuse, sèche...etc.

## 2.2.9- Identification des moisissures

### 2.2.9.1- Observation macroscopique des moisissures

La détermination de l'aspect macroscopique des colonies est faite directement sur le milieu PDA, en observant la face et le revers des boîtes. Il s'agit de la détermination de la forme, la taille, la couleur, le contour et la texture de la souche (Botton *et al.*, 1990), comme suit :

#### a) Texture

- ✓ Laineuse : mycélium aérien abondant -duveteux : mycélium aérien court ;
- ✓ Poudreux : mycélium aérien produisant de nombreuses conidies créant une surface d'apparence poudreuse semblable à du sucre ou de la farine ;
- ✓ Glabre : mycélium aérien peu abondant avec surface lisse.

**b) Topographie** : plane, surélevée, cérébriforme, avec stries radiales

**c) Couleur** : surface, revers, pigment diffusible -brun, gris, noir = champignon dématié -blanc ou autre couleur (rouge, vert, jaune, mauve, etc.) = champignon hyalin

**d) Vitesse de croissance** (diamètre de la colonie à 7 jours) -rapide :  $\geq 3$  cm ; modérée : entre 1 et 3 cm et lente :  $\leq 1$  cm.

### 2.2.9.2- Observation microscopique des moisissures (méthode directe)

Un fragment de la colonie est prélevé à l'aide d'une anse de platine et déposé sur une lame porte-objet dans une goutte de colorant lactophénol, puis recouvert avec une lamelle couvre objet qui fait écrasée la préparation optique à différents grossissements (40X) (Botton *et al.*, 1990, Chabasseet *al.*, 2002).

### 3.1- Résultats

**Analyse statistique** (analyse de l'effet de la salinité sur quelques paramètres morphométriques et physiologiques de l'oignon). ANOVA permet de déterminer si la différence entre les valeurs moyennes est statistiquement significative. ANOVA révèle aussi indirectement si une variable indépendante influence la variable dépendante.

#### **Proposition des hypothèses**

$H_0 : U_0 = U_1 = U_2 = U_3 = \dots U_n$ . Si  $F$ . calculé  $<$   $F$ . observé (f. de ficher) donc n'y a pas d'effet significatif c'est-à-dire  $p > 0.05$

$H_1$  : Il existe au moins deux moyennes différentes, si  $F$ . calculé  $>$   $F$ . observé (f. de ficher), alors il y a un effet significatif, c'est-à-dire  $p < 0.05$

#### **3.1.1-Les paramètres morpho-métriques de l'oignon affectés par la salinité (P < 0.05)**

##### **3.1.1.1. Effet de la salinité sur le poids frais des feuilles (Pf.F (g))**

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 < 0,05) (tableau 7)

**Tableau 7: Analyse de la variance (Pf.F (g))**

Variance	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
<b>Resi.</b>	4	43,903	10,976	<b>2,82</b>	<b>2,70</b>
<b>Fac.</b>	25	97,2633	3,891		
<b>Total</b>	29	141,166			

##### **3.1.1.2. Effet de la salinité sur le poids frais des bulbes (Pf.B (g))**

Les résultats statistiques de l'effet de la salinité sur le poids frais des bulbes des plants d'oignon montrent que la biomasse fraîche des bulbes baisse avec l'augmentation de la concentration de NaCl (P < 0,05) (tableau 8).

**Tableau 8: Analyse de la variance (Pf.B (g))**

Variation	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
<b>Resi.</b>	4	34,182	8,545	<b>2,869</b>	<b>2,70</b>
<b>Fac.</b>	25	74,717	2,989		
<b>Total</b>	29	108,898			

### 3.1.1.3. Effet de la salinité sur le poids sec des racines (Ps.R (g))

Il existe des différences significatives dans les résultats de l'analyse de variance de l'effet de la salinité sur le poids sec des racines. ( $P < 0,05$ ) (Tableau 9).

**Tableau 9: Analyse de la variance (Ps.R (g))**

Variation	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
Resi.	4	1,4188	0,355	<b>4,43</b>	<b>2,70</b>
Fac.	25	2,000	0,080		
Total	29	3,418			

### 3.1.1.4. Effet de la salinité sur la hauteur moyenne des feuilles (Hm.F)

D'après les résultats de l'analyse de variance de l'effet de la salinité, il existe des différences significatives aussi dans la hauteur moyenne des feuilles. ( $P < 0,05$ ) (Tableau 10).

**Tableau 10: Analyse de la variance (Hm.F)**

Variation	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
Resi.	4	127,572	31,893	<b>8,10</b>	<b>2,70</b>
Fac.	25	98,436	3,937		
Total	29	226,009			

### 3.1.1.5. Effet de la salinité sur le diamètre des plants au collet (Dc (mm))

L'analyse de variance de l'effet de la salinité sur le diamètre au collet des plants d'oignon a révélé que l'effet de la salinité est important. ( $P < 0,05$ ) (Tableau 11)

**Tableau 11: Analyse de la variance (Dc (mm))**

Variation	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
Resi.	4	39,032	9,758	<b>4,28</b>	<b>2,70</b>
Fac.	25	56,962	2,278		
Total	29	95,994			

## 3.1.2 Les paramètres morpho-métriques de l'oignon non affectés par la salinité ( $P < 0,05$ )

### 3.1.2.1. Effet de la salinité sur le nombre des feuilles (Nb.F)

L'analyse de variance de l'effet de la salinité sur le nombre de feuilles d'oignon n'a révélé aucun effet de la salinité ( $P > 0,05$ ) (tableau 12).

**Tableau 12: Analyse de la variance (Nb.F)**

Variation	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
Resi.	4	3	0,75	<b>0,28</b>	<b>2,70</b>
Fac.	25	67,167	2,687		
Total	29	70,167			

**3.1.2.2. Effet de la salinité sur la longueur du bulbe (Lg.B (mm))**

L'analyse de la variance de l'effet de la salinité sur la longueur du bulbe d'oignon n'a pas mis en évidence d'effet de salinité ( $P > 0,05$ ) (tableau 13)

**Tableau 13: Analyse de la variance (Lg.B (mm))**

Variation	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
Resi.	4	140,135	35,034	<b>1,55</b>	<b>2,70</b>
Fac.	25	563,491	22,540		
Total	29	703,626			

**3.1.2.3. Effet de la salinité sur le poids frais des racines (Pf.R (g))**

L'analyse de la variance de l'effet de la salinité sur le poids frais des racines d'oignon n'a fait apparaître aucun effet de salinité.  $F. \text{calculé} < F. \text{observé}$  (f. de fichier), ( $P > 0,05$ ) (tableau 17)

**Tableau 14: Analyse de la variance (Pf.R (g))**

Variation	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
Resi.	4	20,168	5,042	<b>2,08</b>	<b>2,70</b>
Fac.	25	60,589	2,424		
Total	29	80,757			

**3.1.2.4. Effet de la salinité sur le poids sec du bulbe (Ps.B (g))**

L'analyse de variance de l'effet de la salinité sur le poids sec des tubercules d'oignon n'a montré aucun effet de la salinité. ( $P > 0,05$ ) (Tableau 15)

**Tableau 15: Analyse de la variance (Ps.B (g))**

Variation	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
Resi.	4	0,551	0,138	<b>2,42</b>	<b>2,70</b>
Fac.	25	1,423	0,057		
Total	29	1,974			

### 3.1.2.5. Effet de la salinité sur la largeur du bulbe (Lr.B (mm))

Selon les résultats obtenus de l'effet de la salinité sur le poids sur la largeur du bulbe d'oignon aucun effet de salinité n'a été constaté ( $P > 0,05$ ) (Tableau 16)

**Tableau 16: Analyse de la variance (Ps.B (g))**

Variation	ddl	SC	CM	F. Calculé	F. fisher
Resi.	4	91,978	22,994	<b>1,33</b>	<b>2,70</b>
Fac.	25	432,659	17,306		
Total	29	524,637			

### 3.1.3- Identification macroscopiques et abondance de bactéries recensées par traitement

L'identification macroscopique des différentes bactéries isolées est basée sur l'étude d'un ensemble de caractères morphologiques. Les données obtenues montrent que certaines bactéries sont particulièrement abondantes par rapport à d'autres comme le montre le tableau 17.

**Tableau 17. Proportion des répétitions dans les traitements (%)**

Traitements	Proportion des répétitions dans les traitements (%)
T1B2	22.2
T1B3	11.1
T1B6	11.1
T2B3	11.1
T2B5	11.1
T2B6	11.1
T3B2	11.1
T4B2	11.1



**Fig.8:** Bactéries couleur saumon ridées et lisses (Originale, 2023)

Les résultats obtenus mon trent des différences entre les charges bactériennes isolées en présence de NaCl dans l'eau d'irrigation. D'après le tableau 18 et la figure 9, on peut déduire que dans le bloc 2 où la salinité de l'eau d'irrigation est de 1,2 g/L, des bactéries ridées et lisses de couleur saumon se développeront mieux que les autres blocs.



**Fig.9:** Bactéries bâtonnets aérobies, capsulés (Originale, 2023)

**Tableau 18. Nombre de répétitions dans les traitements (%)**

Traitement	Nombre de répétitions dans les traitements (%)
T1B3	2
T2B3	1
T3B2	2
T3B4	1
T4B2	1
T5B1	2
Répétitions totales	9

Du tableau 19, on remarque que la répartition de souche bactérienne la plus développée est dans le sol du bloc 3 irrigué par une concentration de selle NaCl de 1.2 g/l.

**Tableau 19. Nombre de répétitions dans les traitements (%)**

Traitement	Nombre de répétitions dans les traitements (%)
T1B3	1
T2B3	1
T2B6	1
T3B2	1
T3B1	1
Répétitions totales	5



**Fig.10:** Bactéries filamenteuses couleur marron clair (Originale ,2023)

Dans les blocs : 3, 6, 1 et 2, les bactéries filamenteuses à couleur marron clair de même concentration se développent.

**Tableau 19. Nombre de répétitions dans les traitements (%)**

Traitement	Nombre de répétitions dans les traitements (%)
T1B6	1
T5B4	1
Répétition totale	2



**Fig. 11:** Bactéries visqueux (Originale, 2023)

Le traitement T1B6 et T5B4 dans les mêmes résultats d'ensemencement de souche bactérienne visqueux donnés de deux concentration de sel dans l'eau irrigué différents.

**Tableau 20. Nombre de répétitions dans les traitements (%)**

Traitement	Nombre de répétitions dans les traitements (%)
T2B6	1
T4B5	1
T5B1	1
Répétitions totales	3



**Fig.12:** Bactéries lisses, brillante légèrement bombées de couleur crème elles sont de types smooth (Originale, 2023)

Du tableau 21, on remarque que les bactéries lisses, brillantes légèrement bombées de couleur crème elles sont de types smooth sont développées de même concentration dans le sol irrigué par l'eau contient du sel dans le bloc de traitement T2B6, T4B et T5B1.

- L'abondance de bactéries isolées pour chaque traitement varie selon le traitement considéré.

**Tableau 21 : L'abondance de bactéries isolées pour chaque traitement effectué**

Traitement	La bactérie	Abondance (%)
0.9 g/l	Bactéries couleur saumon ridées et lisses	50%
1.2 g/l	Bactéries couleur saumon ridées et lisses	42.8%
1.8 g/l	Bactéries bâtonnets aérobies, capsulés	50%
	Bactéries couleur saumon ridées et lisses.	33 %
2.7 g/l	Bactéries bâtonnets aérobies, capsulés.	33 %
	Bactéries lisses, brillante légèrement bombées de couleur crème	33 %
3.4 g/l	Bactéries bâtonnets aérobies, capsulés	50%

### 3.2- Discussion

Nos résultats ont montré la présence de plusieurs bactéries même dans des rapports de salinité élevés et ces résultats approchent les recherches précédentes sur les bactéries tolérantes à la salinité. Par exemple les études qui ont rapporté que les bactéries du genre *Bacillus* et *Halobacillus* avaient été largement isolées et bien adaptées à différents environnements salins, et dans la plupart des cas, en présence de NaCl jusqu'à 25%, tels que des lacs hypersalins, les sols salins, les salines d'évaporations et autres (Ventosa et al., 2008).

La dominance des genres *Bacillus*, *Halobacillus* et *Filobacillus* a été signalée dans des sols salins de terres arides algériennes utilisant des milieux riches additionnés de différentes concentrations de NaCl (3%, 10% et 15%) (Hacène et al., 2004). De même, Chen et al. (2010) ont signalé lors d'une étude sur la biodiversité des halophiles, l'isolement de souches bactériennes à partir de salines d'évaporation solaire présentant des caractéristiques halophiles modérées et leur analyse phylogénétique a indiqué l'appartenance des isolats bactériens aux

cinq genres (*Bacillus*, *Halobacillus*, *Planococcus*, *Salinicoccus* et *Halomonas*). Des études antérieures ont également décrit des communautés bactériennes halophiles similaires isolés dans des salines d'évaporation et d'autres environnements salés par le biais des approches dépendantes de la culture sur des milieux nutritifs riches (Rohban et *al.*, 2009 ; Baati et *al.*, 2010).

## 8. Description de diversité des champignons

### 8.1. *Fusarium spp*

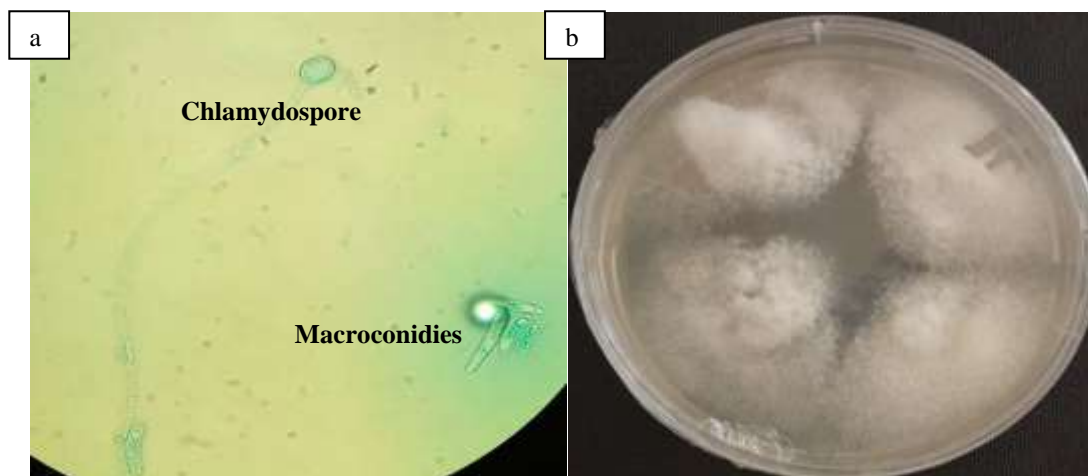


Figure 13 : observation microscopique (a) et macroscopique (b) du genre: *Fusarium spp*.

Le champignon *Fusarium spp* dans le sol irrigué est plus élevé dans : T1B3, T1B6, T2B1, T4B4, T5B1, T5B4

### 8.2. *Aspergillus flavus*

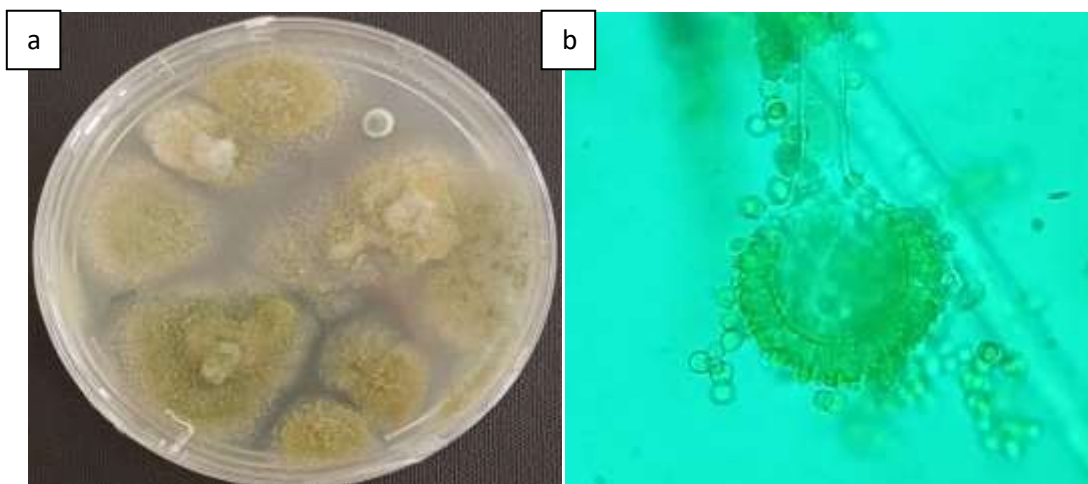


Figure 14 : observation macroscopique (a) et microscopique (b) du genre *Aspergillus flavus*

Ces champignons *Aspergillus flavus* sont développés moyennement de même taux dans le traitement T1B1, T1B3 et T2B6

8.3. *Aspergillus nidulans*

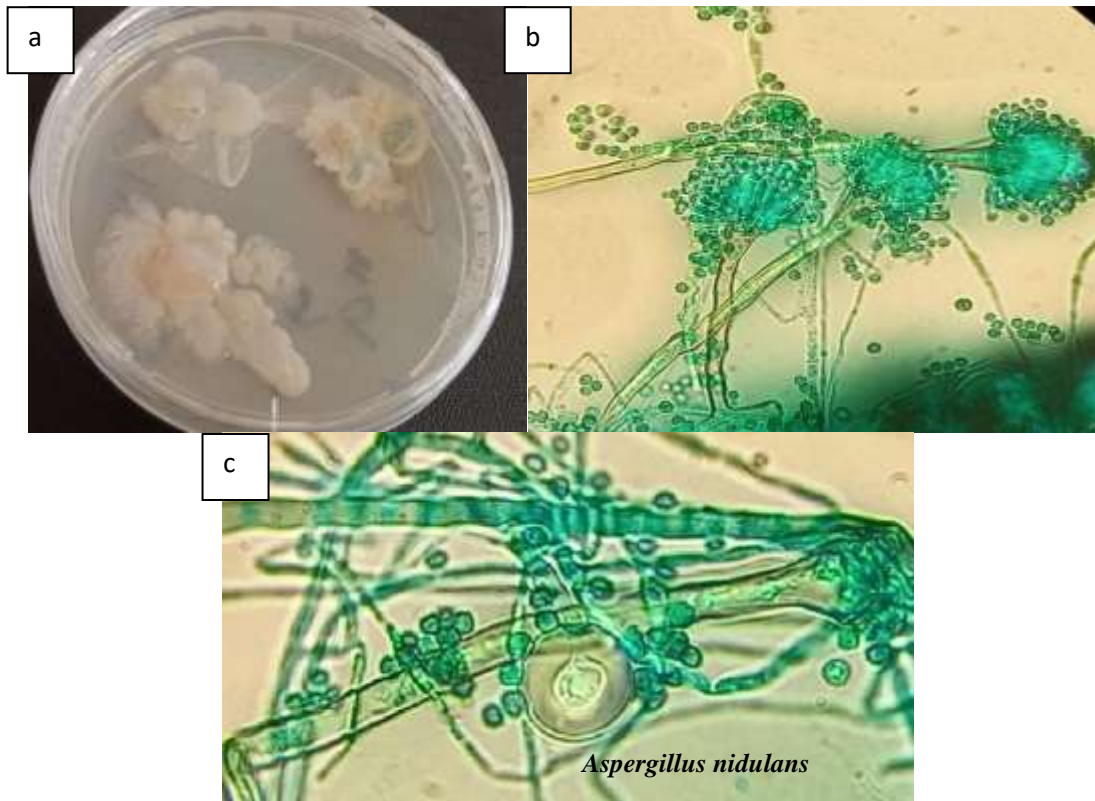


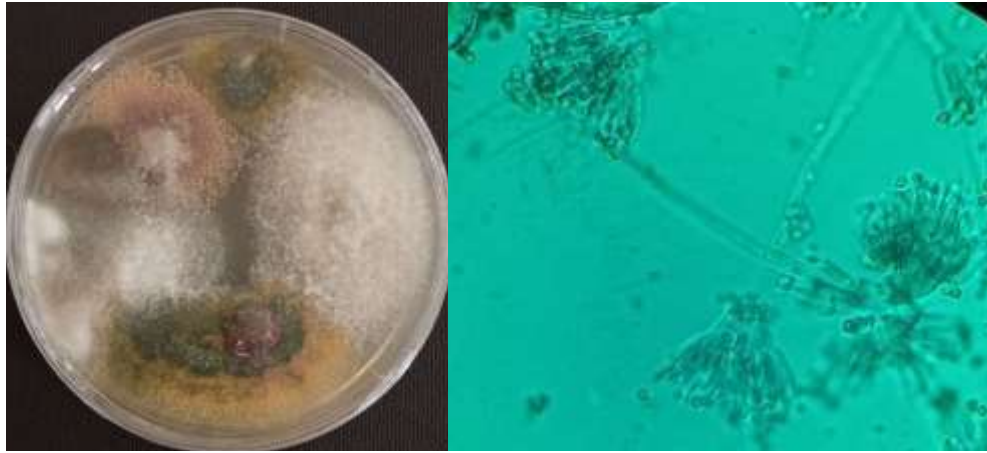
Fig. 15 : Observation macroscopique et microscopique du genre *Aspergillus Nidulans*

8.4. *Fusarium oxysporum*



Fig. 16 : observation macroscopique et microscopique du genre *Fusarium oxysporum* des macroconidies fusiformes, septés, courbées et pointues

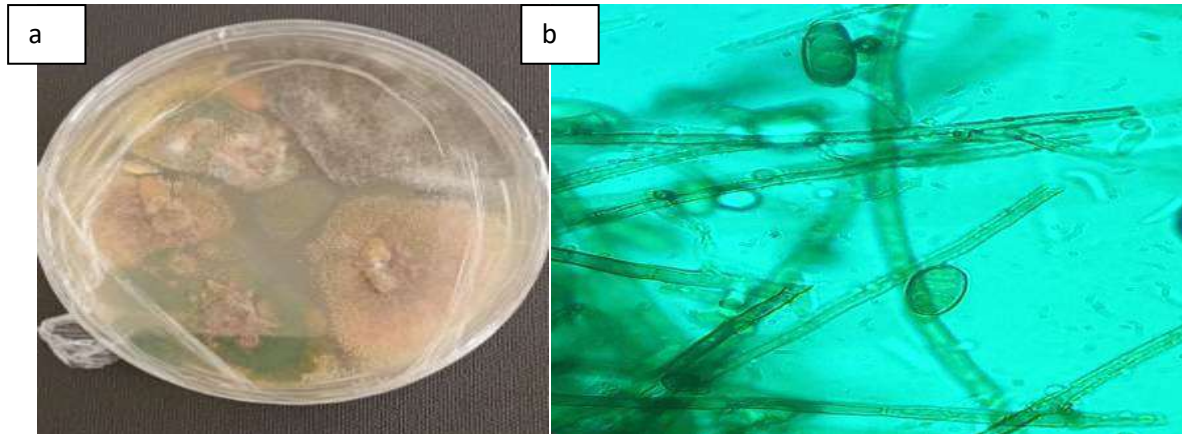
8.5. *Aspergillus versicolore*



**Fig. 17 : observation macroscopique et microscopique du genre *Aspergillus versicolore***

Le mycélium est cloisonné portant de nombreux conidiophores dressés, non ramifiés, terminés en vésicule. Des phialides formées directement sur la vésicule ou sur des métules, et tête conidiennes unisériées ou bisériées ; les conidies en chaîne unicellulaires

### 8.6. *Bipolaris* sp



**Spores de *Bipolaris* sp.**

**Fig. 18 : observation macroscopique (a) et microscopique (b) du genre *Bipolaris* sp.**

- L'abondance des champignons isolés pour chaque traitement varie selon le traitement considéré.

**Tableau 22 : L'abondance des champignons isolés pour chaque traitement effectué**

Traitement	Le champignon	Abondance (%)
0.9 g/l	<i>Fusarium spp</i>	40%
1.2 g/l	<i>Fusarium spp</i>	50%
1.8 g/l	<i>Aspergillus nidulans</i>	100%
2.7g/l	<i>Fusarium spp</i>	50%
3.4 g/l	<i>Fusarium spp</i>	40%

### 3. DISCUSSION

Variations des paramètres morphologiques et physiologique (longueur des parties aériennes et racinaires, production de biomasse) en fonction de la salinité du milieu sont souvent des indicateurs fiables de la sensibilité des plantes au stress salin. En fait, ces paramètres reflètent l'effet cumulatif des dommages et inhibition des fonctions physiologiques des plantes (Gonzalez-Dugo et *al.* 2009). Selon Zid et Grignon (1991), le stress salin est généralement exprimé en tolérance au sel en termes de croissance, de performance ou de survie

#### **- Incidence de la salinité sur la croissance de partie aérienne de *Allium cepa* L. (Hm.F et Dc ) (P<0.05)( Nb.F) (P>0.05)**

L'action inhibitrice de NaCl sur le développement des parties aériennes se manifeste par réductions de la hauteur et du diamètre du collet (Diallo, 2017). Nos résultats ont montré que les plants d'*Allium cepa* répondaient au stress salin en diminuant la croissance en hauteur et en diamètre du collet. Ces résultats sont confirmés par l'analyse de la variance dont la différence des moyennes est significative entre les différents traitements effectués. Ces résultats sont cohérents avec ceux trouvés chez d'autres espèces. Samb et *al.* (2020) dans un travail intitulé « *Effet du stress salin sur la croissance de quatre provenances d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.)* », leurs résultats ont montré une diminution significative de la longueur des parties aériennes et racinaires ainsi que le diamètre au collet. Xiong et Zhu (2002) considèrent que la réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique (Fahima, 2009). Des effets similaires ont été remarqués chez les travaux de Benmahioul et *al.* (2009) sur la croissance des plantules de pistachier soumises à un stress salin en conditions *in vitro*. Nos résultats sont aussi en concordance avec ceux de Benzioni et *al.* (1992) et Boulghalagh et *al.* (2008) où le Jojoba a réagi par une réduction de sa partie aérienne en réponse au stress salin. Les mêmes résultats ont aussi été obtenus chez d'autres espèces fruitières à savoir le palmier dattier (Ouamane, 2019), agrumes (Rochdi et *al.*, 2005). Cette diminution de la croissance se traduit par une baisse du nombre de divisions cellulaires lors des stress abiotiques (stress salin et hydrique). La réduction de la croissance aérienne observée au niveau des plants d'oignon peut aussi s'expliquer, selon les travaux de Benmahioul et *al.* (2009) et Daroui et *al.* (2013), par des augmentations des taux de certains régulateurs de croissance, notamment l'acide abscissique et les cytokinines induites par le sel. De même, Liu et *al.* (1998) ont rapporté qu'une baisse de la

quantité de cytokinines a été enregistrée chez *Pinus sylvestris*, *Pinus koraiensis* et *Abies holophylla* soumis à un stress salin Daroui et al. (2013). Tandis que les résultats du nombre de feuilles des plantes n'ont montré aucune diminution. Ces résultats se rapprochent ceux trouvés chez le coton qui montrent l'excès de NaCl qui se manifeste par une croissance dans la biomasse souterraine (racines) et la biomasse aérienne (tiges et feuilles) et une augmentation du ratio partie racinaire/partie aérienne (Meloni et al., 2001). Aussi plusieurs études, révèlent que, les glycophytes répondent à la salinité du milieu de manière aussi variées que complexes. Pour s'adapter au stress salin, la plante peut éviter les dommages en réduisant sa croissance (Zhu, 2002). Il s'agit de l'effet le plus courant des stress abiotiques sur la physiologie des plantes ; la déformation est une adaptation nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique (Samb et al., 2020). 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'interne et l'externe de l'organisme n'atteigne un seuil où les dommages sont irréversibles.

### **Incidence du sel sur la production de biomasse**

#### **Sur la biomasse foliaire**

S'agissant de la production de biomasse dans les feuilles, l'analyse statistique a révélé un effet important de salinité. On note que plus la concentration de NaCl est élevée, plus la réduction de la biomasse au niveau foliaire est importante. Nos résultats sont cohérents avec ceux de Camara (2013) sur des plants de *Casuarina equisetifolia* L., *Gossypium barba dense* L. et *Jatropha curait* L. cultivés en serre. Ils sont également similaires à ceux trouvés chez anacardier (*Anacardium occidentale* L.) La réduction de biomasse aérienne est plus marquée chez les provenances Kolda et Sédhiou qui sont plus sensibles. Cette réduction est, en effet, une réponse typique des plantes non halophytes à la salinité (Viegas et Silveira, 1999 ; Nasri, 2014).

#### **Sur les organes souterrains bulbeux**

En ce qui concerne la production de biomasse bulbaire, l'analyse statistique a révélé un effet important de la contrainte saline. Nos résultats s'apparentent à ceux trouvés par l'étude de la tolérance à la salinité du glaïeul (*Gladiolus*) cultivé en serre. La croissance végétative des organes souterrains bulbeux est également affectée par la salinité du milieu de culture: cependant, le poids frais des bulbes-fils diminue déjà chez les deux cultivars dès NaCl atteint

une concentration de 50mM, tandis que leur circonférence commence à être affectée avec NaCl entre 50 mM et 100mM, respectivement chez « Ben Venuto » et « Chinon ». En effet, les organes végétatifs souterrains (bulbes-fils) de la plante se sont avérés plus sensibles à la salinité que les organes aériens (feuilles). Or, chez la plupart des glycophytes, la croissance des racines est presque toujours moins affectée par la salinité (Munns et Termaat, 1986). Chez des cultivars de piment, Kpinkoun et *al.* (2019) ont trouvé qu'il y a une diminution du nombre et du poids des fruits au fur et à mesure que la concentration de NaCl augmente. Toujours chez le piment, Navarro et *al.* (2010) ont remarqué qu'il y a eu une diminution du poids de fruits de piment.

#### **Sur le poids des racines (poids sec)**

Nos résultats concordent avec les études de Chartzoulakis et klapaki (2000). Ces auteurs ont déduit que le stress salin participe aussi dans la diminution de la biomasse sèche des feuilles, des tiges et des racines. D'autres auteurs ont montré une grande réduction de la masse fraîche et sèche des feuilles et des racines, chez la betterave à sucre, exposées aux fortes concentrations du NaCl (200 mM) (Ghoulam et *al.*, 2002). Les travaux de Warne et al, ont montré à cet égard que les signes de stress les plus évidents au niveau de la végétation irriguée par des eaux chargées en sel sont ceux d'une sécheresse physiologique se manifestant par un aspect général rabougri de la plante, par une diminution de la surface foliaire, de la masse racinaire et par un dessèchement partiel de la végétation.

#### **Discussion**

Les résultats rhizosphériques ont montré que le *Fusarium* spp et *Aspergillus* sont résistants à la salinité. Selon Porcel et *al.* (2011), la salinité des sols affecte négativement les organismes vivants non seulement les plantes mais également les microorganismes associés notamment les champignons endophytes. En effet, une investigation était établie sur l'hypothèse qu'*Aspergillus tubingensis*, champignons endophytes résistant aux concentrations élevées de métaux lourds pourrait tolérer des doses élevées en NaCl en raison de son adaptation préalable aux conditions de stress. Plusieurs études, notamment celle de Ayangbenro et Babalola (2017) affirment que la tolérance des souches isolées des milieux extrêmes varie en fonction de leur origine et des conditions environnementales dans lesquelles elles se développent. De plus, d'après Das et *al.* (2022) les champignons halophiles nécessitent plus de 2% de sel pour leur croissance et ils sont divisés en halophiles légers (2-5%), halophiles modérés (5- 20%), et

halophiles extrêmes (20-30%). Dans la présente étude, *A. tubingensis* a révélé une tolérance jusqu'à 15% NaCl ce qui permet de le qualifier étant un mycoendophyte halotolérant, rappelant que cette souche provient des racines d'une plante hyper accumulatrice de sels de métaux. L'effet des concentrations croissantes de NaCl sur la croissance fongique est traduit par la diminution progressive du développement fongique sur les deux types du milieu YPD la gélose et le bouillon. Cette diminution peut être expliquée par la modification des mécanismes physiologiques des souches tests en réponse à la salinité du milieu, ce qui conduit à des dommages dans les membranes cellulaires (Meghnous et al., 2019 ; Jiménez-Gómez et al., 2020 ; Raid et al., 2021).

Nos résultats sont en accord avec les travaux de Fadhela (2017) sur la croissance des endophytes isolés des racines de palmiers dattiers dont *Aspergillus terreus* et *Fusarium oxysporum* qui ont résisté jusqu'à 75g/l de NaCl additionné au milieu PDA.

## Conclusion

---

### **Conclusion**

Au terme de cette étude qui a été menée sur des plants d'oignon pendant trois mois dès 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'apparut 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.

## Conclusion

---

### **Conclusion**

Au terme de cette étude qui a été menée sur des plants d'oignon pendant trois mois dès 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'apparut 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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A. Rochdi J., Lemsellek A., Bousarhal A., Rachidai, 2005.** Evaluation sous serre de la tolérance à la salinité de quelques portegreffes d'agrumes : *Citrus aurantium* et deux hybrides de *Poncirus trifoliata* (*Poncirus* × *Citrus sinensis* et *Poncirus* × *Mandarinier sunki*), *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 9 (1) 65–73.
- ABDESSELAM, N., 2017.** IDENTIFICATIONS ET CARACTÉRISATIONS DES BACTÉRIES ISOLEES A PARTIR DE DIFFERENTS SOLS (PhD Thesis).
- Ajjabi, L. C., Ammar, I., Ktari, L., Cherif, D., Cherifi, H., & Sadok, S. (2019).** Effet de l'extrait liquide de l'algue verte *Chaetomorpha linum* (Müller) Kütz., 1849 sur la germination et la croissance du blé dur *Triticum turgidum* L. subsp. *durum*. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, 46.
- Alam, S.M. (1994).** Nutrient Uptake by plants under stress conditions. In: Pessaraki M. Hand book of plants and crop-stress. New York. 417–426 p.
- Allakhverdiev, y. M., Mamedov, M. D., and Gasanov, R. A. (2001):** the effect of Glycinbetaine on the heat stability of photosynthetic Reaction in thylakoid membranes.
- Anonyme, Mémento de l'agronome,** Editions du GRET, Editions du CIRAD, Ministère français des Affaires étrangères, 2006.
- Arnault I., André I., Diwo-Allain S., Auger J et Vey F., 2005.** Propriétés pesticides des alliées, Edition la Défense des Végétaux - N°578.
- Ashraf, M. P. J. C., & Harris, P. J. C. (2004).** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant science*, 166(1), 3-16
- Asloum H (1990).** Elaboration d'un système de production maraîchère (tomate, *Lycopersicon esculentum* L.). En culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrat sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, université de Nice. Sophia-Antipolis, 24-32.
- Aubert G. (1982).** Les sols sodiques en Afrique du Nord. *Ann. Ins. Nat. Agron. Alger.* 185- 196.
- Augagneur, M., Brun, L., Laurent, E., Dorand, P., & Conseil, M. (2021).** Produire des semences en agriculture biologique-Oignon.
- Azevedo, R.B.R., Lohaus, R., Srinivasan, S., Dang, K.K., & Burch, C.L. (2006).** Sexual reproduction selects for robustness and negative epistasis in artificial gene networks. *Nature* 440(7080): 87—90 p.

- BAHLOULI Farida Lamia, H. Z. (2021).** Rôles et effets bénéfiques des microorganismes PGPR (Doctoral dissertation).
- Baize D. (2000).** Guide des analyses en pédologie. 2ème édition revue et augmentée. Publié par Editions Quae, 257 pages.**Abrol I.P., Yadav J.S.P. et Massoud F.I. (1988).** Salt-affected soils and their management. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 39. Rome.
- Bakhtaoui B. et Gasmi N. (2017).** Essai comparatif et comportemental de cinq variétés d'oignon *Allium cepa* L, dont deux locales, un hybride et deux fixées « standard » en pépinière.
- Balba A.M. (1995).** Management of Problem Soils in Arid Ecosystems. CRC Press. Boca Raton, Florida. 250 pages.
- Barea JM, Azcón R, Azcón-Aguilar C. (2005).** Interactions between mycorrhizal fungi and bacteria to improve plant nutrient cycling and soil structure. In: Buscot F, Varma A, editors. *microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions*. Berlin, Heidelberg Springer-verlag; p 195–212.
- Benatrehina A.J., 2011.** Les vertus d'*Allium cepa* Linné (Liliaceae) ou oignon, Université de Mahajanga, République de Madagascar.
- BENAZZOUK, S.** Implication des phytofortifiants dans la régulation des différents régimes de stress: Cas d'un biofertilisant issu de la lombriculture (Doctoral dissertation, Université Blida 1-Saad Dahlab).
- Benidire, L., Daoui, K., Fatemi, Z. A., Achouak, W., Bouarab, L., & Oufdou, K. (2015).** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba* L. (Effect of salt stress on germination and seedling of *Vicia faba* L.). *Journal of Materials and*
- Benmahioul B., Daguin F., Kaid-Harche M., 2009.** Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistacia vera* L.). *C.R. Biologies*, 332(8), 752-758.
- Benmahioul, 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.** Mécanismes de Résistances des Plantes au Stress Salin.
- Benyamina, R., & Benelhadj, I. (2020).** Effet de la pouzzolane et les fibres de palmier (*Phoenix dactylifera*) du dattier sur le substrat horticole de la tomate (*Lycopersicon*

- esculentum) cultivée hors sol (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-tiaret).
- BENYAYA, R., & BOUHANNA, A. (2020).** Etude de quelques paramètres de développement de quinoa var. Amarilla sacaca sous l'effet de différentes doses de fertilisation NPK.
- Benzioni A., Nerd A., Rosengartner Y., Mills D., 1992.** Effect on NaCl salinity on growth and development of jojoba clones I. Young plants. *J. Plant Physiol.*, 139, 731-736.
- Botineau M., 2010.** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Edition TEC & Doc Lavoisier, France, 1315 p.
- 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).
- Boukeria, S. (2016).** Etude de l'effet de la variabilité génétique de l'espèce *Allium cepa* L. et *Allium sativum* L. sur la production et l'accumulation des huiles essentielles et sur leurs effets antibactériens (Doctoral dissertation).
- Boulghalagh J., Berrichi A., El Halouani H., Kouddane NE., 2008.** Impact de la salinité sur la germination et la croissance in vitro du Jojoba (*Simmondsia chinensis* [Link] Schneider). *Cahiers UAE*, (2- 3), 25-30.
- Boulineau F. et al., 2006.** L'oignon. In : Doré C. & Varoquaux F., éd. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Paris : INRA, 481- 493.
- 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)
- Brahmaprakash, G.P, Sahu, Pramod et Lavanya, Nair G, Sneha et Gangaraddi, Vijaykumar et Gupta, Amrita (2017).** Microbial Functions of the Rhizosphere. *Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives*; 177-210.
- BREWSTER J. L., 2008.** Onions and other vegetable alliums, 2nd edition. *Crop Production Science in Horticulture Series*; 15. Formerly at Horticulture Research International (now known as Warwick HRI), Wellesbourne, Warwick CV35 9EF, UK, ISBN 978-1-84593-399-9432p.
- Bryssine G. (1961).** Salinité du sol et ses problèmes. *Cahiers de la recherche Agronomique*, 12p.

- Camara, B., 2013**, Étude du comportement de trois espèces soumises au stress salin sous serre : *Casuarina equisetifolia* L., *Gossypium barbadense* L. et *Jatropha curcas* L, Université Assane Seck de Ziguinchor, Mémoire pour l'obtention du Master en Aménagement et gestion durable des écosystèmes forestiers et agroforestiers, 39 p.
- Chaker-Haddadj, A. (2015)**. *Evaluation de la tolérance à la contrainte saline chez quelques variétés de féverole (*Vicia faba* L. minor) cultivées en Algérie* (Doctoral dissertation)
- Chartzoulakis K., Klapaki G. (2000)**: Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86, 247–260.
- Chartzoulakis, K., Klapaki, G., 2000**. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86, 247–260.
- Couée, I., Sulmon, C., Gouesbet, G., & El Amrani, A. (2006)**. Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany* 57, 449–459 p.
- CRONQUIST A., 1981** - An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Copyright 1981 Columbia University.Press. Usado con permiso de la editorial.53p.
- Currah L., 2002**. Onions in the tropics: cultivars and country reports. In : Rabinowitch H.D & Currah L., eds. *Allium crop science: recent advances*.
- 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.
- DE BON H., 1993**. Commercialisation, Culture et Multiplication de l'oignon en Afrique soudano-sahélienne. Dakar, Sénégal: FAOI Projet de Coopération Régionale pour le Développement des productions Maraîchères en Afrique de l'Ouest, 88p.
- De Franchis L., Ibanez F. et Benoit G. (2003)**. Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens- étude bibliographique- Les Cahiers du Plan Bleu 2. PNUE. PAM. Plan Bleu.1-70.
- De Lannoy G., 2001**. Oignon *Allium cepa* L. In: Raemaekers R.H., ed. *Agriculture en afrique tropicale*. Bruxelles : DGCI, 518-526.
- Diallo, 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).

- Diaw, D., Fall-Ndiaye, M. A., Youssoufa Ali O., Sare, I., C. Et Diop, T., A. (2018).** "Effet de la salinité sur la densité des isolats de *Pseudomonas* spp fluorescents de rhizosphère de plants de tomate, d'aubergine et d'oignon au Sénégal." *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 12.4: 1914-1919.
- Diem H.G et Mangenot F (1975)** Influence de la rhizosphère sur les interactions microbiennes dans le sol, *Bulletin de la Société Botanique de France*; 122: 203-212.
- Djerroudi–Zidane, O., Belkhodja, M., Bissati, S., & Hadjadj, S. (2010).** Effet du Stress Salin sur l'accumulation de Proline chez deux espèces d'*Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. *European Journal of Scientific Research*, 41(2), 249-260.
- Dommergues Y (1975).** Pourquoi et comment développer les recherches sur la rhizosphère ? *Bulletin de la Société Botanique de France* ; 122 : 7-19.
- Doudech, N., Mhamdi, M., Bettaieb, T., & Denden, M. (2008).** Tolérance à la salinité d'une graminée à gazon: *Paspalum notatum* Flüggé. *Tropicultura*, 26(3), 182-185
- Education Knowledge; 4(3):1
- Environmental Science*, 6(3), 840-851.
- Fahima, N., 2009,** Effet de la salinité sur la germination, la croissance et les composantes du rendement du *Vigna unguiculata* L. (Walp.), Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Biotechnologies végétales, École Nationale Supérieure Agronomique D'El Harrach, Alger, 133 p.
- FAO (2008).** <http://www.fao.org/docrep/x5871e/x5871e03.htm>.
- FAO (2023).** Production, Crops, Onion, Area harvested, Yield, Production. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [accessed 29.12.2022]
- Farid Dahmoune, Dilmi Bouras,** Composés phénoliques de l'oignon rouge : extraction /caractérisation, Editions universitaires européennes ,2016, p 4.
- Fatarna, L., Boutekrabort, A., Arabi, Y., & Adda, A. (2017).** Impact du Cadmium, du Zinc et du Plomb sur la germination des graines d'*Atriplex halimus* L.(Amaranthaceae). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 72(1), 61-72.
- Fiche Culture biologique de l'oignon – SERAIL** Chambre d'agriculture Rhône-Alpes.2014.
- Fiche Culture biologique de l'oignon– SERAIL** Chambre d'agriculture Rhône-Alpes.2012.
- Fleurance, C (2011).** CULTIVER L'OIGNON DE PLEIN CHAMP EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE. Dans Légumes plein champ bio itab.asso.fr. <https://www.lpcbio.org>.

- Fleurance, C (2013).** CULTIVER L'OIGNON DE PLEIN CHAMP EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE. Dans Légumes plein champ bio itab.asso.fr. <https://www.lpcbio.org>
- Foury C. & Schweisguth B., 1992.** L'oignon. In : Gallais A. & Bannerot H., éd. Amélioration des espèces végétales cultivées. Paris: INRA, 406-419. Friesen N., Fritsch.
- Fritsch R.M. & Friesen N., 2002.** Evolution, domestication and taxonomy. In: Rabinowitch H.D. & Currah L., eds. Allium crop science: recent advances. Wallingford, UK; New York, USA: CABI Publishing, 5-30.
- Gaucher G. et Burdin S. (1974).** Géologie géomorphologie et hydrologie des terrains salés. Contribution aux techniques d'amélioration des terrains salés. Presses universitaires de France. Imprimerie Bourdin- Paris. Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, 171p.
- Gelin, S., Stengel, P (1998).** Sol : interface fragile. Editions Quae. Germany: Springer-Verlag;. P 195–212.
- Ghassemi, F., Jakeman, A. J., & Nix, H. A. (1995).** Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. CAB international
- GHOULAM C., FOURSY A. et FARES K., 2002.** Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environ. Exp. Bot. 47, 39-50.
- Giri B, Giang PH, Kumari R, Prasad R. (2005).** Microbial diversity in soils. In: Buscot varma a, editors. Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions. Heidelberg,
- Gonzalez-Dugo V, Durand JL, Gastal F (2009)** Water deficit and nitrogen nutrition of crops. A review. Agron.Sustain.Dev 30: 529–544.
- Gourc, D., Monnier, D., & Payet, J.-D. (Eds.). (2017, October).** Production d'oignon à la Réunion- Guide pratique. armefflor. <http://www.armefflor.fr/>
- Halitim, A., & Robert, M. (1987).** Interactions du gypse avec les autres constituants du sol. Analyse microscopique de sols gypseux en zone aride (Algérie) et études expérimentales. In *Micromorphologie des sols. Réunion internationale de micromorphologie des sols.* 7 (pp. 179-186).
- Hanelt P., 1990.** Taxonomy evolution and history. In: Rabinowitch H.D. & Brewster J.L., eds. Onions and allied crops. Boca Raton, FL, USA: CRC Press Inc, 1-26.
- Hernández, JA, Talavera, JM., Martínez-Gómez, P., Dicenta, F., & Sevilla, F. (2001).**
- Hopskins W (2003).** Physiologie végétale de Boeck université. Bruxelles.

- Hosseyini Moghaddam, M.S., Safaie, N., Soltani, J. et al. (2021).** Desert-adapted fungal endophytes induce salinity and drought stress resistance in model crops. *Plant Physiology and Biochemistry*, 160, 225–238.
- Jones H.A., Clarke A.E. & Stevenson F.J., 1944.** Studies in the genetics of the onion (*Allium cepa* L.). *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 44, 479-484.
- JUDD M., 2002** – Classification and system in flowering plants: Historical Background. *Plant systematic: A Phylogenetic Approach*, 2nd ed. Sinauer press: Pp41-53.
- Kaboré K. H, 2015.** Etude de la pathogénicité et de stratégies de lutte de pathogènes fongiques de l'oignon au Burkina Faso. Mémoire de Master complémentaire en Protection des Cultures tropicales et subtropicales, Université Catholique de Louvain, Belgique, 53p.
- Kim S. et al., 2009.** Identification of two novel inactive DFR-A alleles responsible for failure to produce anthocyanin and development of a simple PCR-based molecular marker for bulb color selection in onion (*Allium cepa* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 118, 1391-1399.
- Kobayashi DY, Crouch JA. (2009).** Bacterial/fungal interactions: from pathogens to mutualistic endosymbionts. *Annu Rev Phytopathol*; 47:63–82.
- Kotchoni, S.O.E.W., Gachomo, B.O., Omafuvbe., &Shonukan, O.O. (2006).** Purification and Biochemical Characterization of CarboxymethylCellulase (CMCase) from a Catabolite Repression Insensitive Mutant of *Bacillus pumilus*. *Int. J. Agri. Biol.* 8: 286–292 p.
- Kpinkoun KJ, Amoussa AM, Mensah ACG, Assogba-Komlan F, Lagnika L, Gandonou CB. 2019.** Effect of salt stress on flowering, fructification and fruit nutrients concentration in local cultivar of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Int. J. Plant Physiol. Biochem.* 11(1): 1- 7.
- Langridge, R., Christian-Smith, J., &Lohse, K.L. (2006).** Access and resilience: analyzing the construction of social resilience to the threat of water scarcity. *Ecology and Society* 11(2): 18p.
- LaNutrition.fr. (2017, 11 21).** Tout savoir sur l'oignon. Franc.
- Lemanceau, L (1992).** Effets bénéfiques de rhizobactéries sur les plantes : exemple des
- Lemanceau, P., Offre, P., Mougel, C., Gamalero, E., Dessaux, Y., Moenne-Loccoz, Y. and Berta, G. (2006).** Microbial ecology of the rhizosphere. In: *Microbiological methods for assessing soil quality*. Bloem, J., Hopkins, D.W. et Benedetti, A. (eds). CABI publishing,

- Lepinay Clémentine (2013).** Etude des interactions plantes-microbes et microbes-microbes au sein de la rhizosphère, sous un aspect coûts-bénéfices, dans un contexte de variation environnementale. Thèse de doctorat : Sciences agricoles. France : Université de Bourgogne, 22-32p.
- 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
- Lexer, C. (2005).** Barrier to gene flow between two ecologically divergent *Populus* species, *P. Alba* (white poplar) and *P. tremula* (European aspen): the role of ecology.
- Liu G.F., Liu G.J., Yang C.P., Wang H.M., 1998.** The analysis of hormonal change and salt resistant ability of tree species under salt stress, *J. Northeast for Univ.* 26; 1–4.
- Lombi, E., Zhao, F.-J., Dunham, S.J., Mcgrath, S (2001).** Phytoremediation of Heavy Metal-Contaminated Soils. *Journal of Environment Quality* 30, 1919. <https://doi.org/10.2134/jeq2001.1919>
- Ma, Xiaohua, Hailong Chen, and Gerbrand Ceder. (2011).** "Electrochemical properties of monoclinic NaMnO<sub>2</sub>." *Journal of The Electrochemical Society* 158.12: A1307.
- Maas, EV. Hoffman, GJ, (1977).** Crop salt tolerance - Current assessment. *J Irr Drain Div Proc Am Soc Civ Eng.* 103(IR2), 115–134.
- Madina KONATE, Charles PARKOUDA, Vianney TARPAGA Flibert GUIRA, Albert ROUAMBA et Hagrétou SAWADOGO – LINGANI.** *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Volume 11, Number 5, October 2017, Pages 2005-2015. 2740-IJBCS.
- Majoul, T., Bancel, E., Triboi, E., Ben Hamida, J., & Branlard, G. (2003).** Proteomic analysis of the effect of heat stress on hexaploid wheat grain: characterization of heatresponsive proteins from total endosperm. *Proteomics* 3, 175–183 p.
- Manchanda G. et Garg N. (2008).** Salinity and its effects on functional biology of legumes.
- Manga, A., Ndiaye, F., & Diop, T. A. (2017).** Le champignon arbusculaire *Glomus aggregatum* améliore la nutrition minérale d'Acacia seyal soumis au stress salin progressif. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(5), 2352-2365.

- Marefati N., Ghorani V., Shakeri F, Boskabady M., Kianian F., RezaeeR .,Boskabady M H., 2021.**A review of anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory effects of *Allium cepa* and its main constituents.
- María Eduvigis Roldán Marín,** Biological Activity and Nutritional Properties of Processed Onion Products, This European Doctorate, Facultad de Ciencias Departamento de Química-Física aplicada, Universidad Autónoma de Madrid, 2009, p 11.
- massachusetts, Cambridge, MA, Etats-Unis, pp. 228-230.
- McNear Jr, D.H (2013).** The rhizosphere – roots, soil and everything in between. Nature
- Meloni D.A., Oliva M.A., Ruiz H.A., and Martinez C.A. (2001):** Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr. 24, 599–612.
- Meloni D.A., Oliva M.A., Ruiz H.A., Martinez C.A., 2001.** Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr, 24: 599-612.
- Mémoire du Master, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
- Mench M (1985).** Influence des exsudats racinaires solubles sur la dynamique des métaux dans la rhizosphère du maïs (*Zea mays* L). Thèse de Dr del'INPL, Univ Nancy, 109 p
- MERIEM, A. (2022).** Place de la punaise verte *Nezara viridula* (Hemiptera, Pentatomidae) au sein de la biocoenose de 8 cultures maraîchères dans l'Est de la Mitidja (Doctoral dissertation).
- Mermoud, A. (2006).** Cours physique du sol, Maitrise de la salinité des sols, pp 1 -14.
- MESSIAEN C. M., COHAT J., LEROUX 1. P., PICHON M., A. BEYRIES A., 1993.** Les alliums alimentaires reproduits par voie végétative. Du labo au terrain. INRA, Paris, France, 228p.
- Michel grancher,** l'oignon Saveurs et vertus, Editions jacques grancher ,2011.
- Middleton, N.J; Thomoa, D.S.G. (1992).** World atlas of desertification. London: Edward Arnold.
- Mohammad M., Shibli R., Ajouni M., Nimri L. (1998):** Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr.21, 1667–1680.
- Moradi, A., Tahmourespour, A., Hoodaji, M., Khorsandi, F. (2011).**Effect of salinity on free living-diazotroph and total bacterial populations of two saline soils. Afr. J.

- Microbiol. Res. 05(2): 144-148.
- Moreau B., Le Bohec J. et Guerber-Cahuzac B., 1996.** L'oignon de garde. Monographie. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, France, 320 p.
- Munné-Bosch, S., & Alegre, L. (2004).** Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. *Funct Plant Biol* 31: 203–213 p.
- Munné-Bosch, S., & Alegre, L. (2004).** Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. *Funct Plant Biol* 31: 203–213 p.
- Munns R, Fisher D. (1986).** Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> transport in the phloem from leaves of NaCl-treated barley. *Function plant biol* 13(6), 757-766.
- Munns R. & Termaat A., 1986.** Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13, 143–160
- Munns, R. (2002).** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environ* 25(2), 239-250.
- Nasri, S., 2014.** Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques provenances Algériennes d'Arganier (*Argania Spinosa L*), p56.
- Navarro JM, Garrido C, Flores P, Martinez V. 2010.** The effect of salinity on yield and fruit quality of pepper grown in perlite. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8: 142-150.
- Nid, O., Soltani, S., Sayah, S., & Farik, Z. (2022).** Intérêt phytothérapeutique de la plante *Allium cepa*.
- OUAMANE, R. (2019).** *Effet de la salinité des sols sur la production des dattes. Essai de fertilisation phosphopotassique sur palmier dattier dans la région des Ziban* (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis).
- Oustani, M. (2016).** Influence des fertilisants organiques sur la réactivité physico-chimique et le fonctionnement microbiologique d'un sol sableux non salé et sableux salé en conditions d'irrigation par des eaux chargées en sels (Doctoral dissertation).
- Parida A.K., Das A.B. (2005):** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol.60, pp. 324-349.
- Parker, S. K., Williams, H. M., & Turner N., (2006).**-Modeling the antecedents of proactive behavior at work. *Journal of Applied Psychology*, 91: 636-652 p.
- Pasternak, D., & De Malach, Y. (1994).** Crop irrigation with saline water. *Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker, New York, 599-622.
- Pelt, J-M., 1993.** Des légumes. Editions Fayard, 232 p.
- Phee, BK., Cho, JH. Park, S., Jung, JH. Jeon, JS. Bhoo, SH., & Hahn, TR. (2004).**

- Proteomic analysis of the responses of Arabidopsis chloroplast proteins to high light stress. *Proteomic* 4:3560-3568 p.
- Pratibha P, Kapoor N, Sarita Sachdeva (2013).** Rhizosphere: its structure, bacterial diversity and significance. *Rev Environ Sci Biotechnol*; 3:63-77.
- Pseudomonas spp fluorescents* 413–437, 414.
- Rabhi, N. (2018).** Isolement de *Pseudomonas spp. Fluorescents* d'un sol salé: Effet D'osmoprotecteurs naturels (Doctoral dissertation).
- Rabie G, Almadini A. (2005).** Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress. *Afr J Biotechnol* (4), 210-222.
- Rahmane, K., Senouci, S., & Moussa, N. (2021).** Effet du silicate de potassium 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).
- Rahnama, H., & Ebrahim, H. (2005).** The effect of NaCl on antioxidant enzyme activities in potato seedling. *Biol Plant*. 93-97 p.
- Rajkumar, Ragunathan, et al.** "Cyber-physical systems: the next computing revolution." Proceedings of the 47th design automation conference. 2010.
- Reiman H., 1931.** Genetic factors for pigmentation in the onion and their relation to disease resistance. *J. Agric. Res.*, 42, 251-278.
- Response of antioxidant enzymes to plum pox virus in two apricot cultivars. *Physiol.*
- Rochdi, A., Lemsellek, J., Bousarhal, A., & Rachidai, A. (2005).** Évaluation sous serre de la tolérance à la salinité de quelques porte-greffes d'agrumes: *Citrus aurantium* et deux hybrides de *Poncirus trifoliata* (*Poncirus* x *Citrus sinensis* et *Poncirus* x *Mandarinier sunki*). *BASE*.
- Rodrigo M, Paolina G, Jos M. Raaijmakers (2013).** The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. *FEMS Microbiology Reviews*; 37: 634–663.
- Rouamba A., Sandmeier M., Sarr A. & Ricroch A., 2001.** Allozyme variation within and among populations of onion (*Allium cepa* L.) from West Africa. *Theor. Appl. Genet.*, 103, 855-861.
- RUCHOT H. (sd).** L'oignon, *Allium cepa*. Faculté Libre des Sciences et Technologies, 7p.
- RUCHOT H., 2015** – fiche technique de l'oignon (*Allium cepa*). Université catholique de LILLE.

- Sahali, N., Douar, B., & Selmani, A. (2021, 13 novembre).** Analyse de l'évolution récente des cultures maraichères en algérie. *Revue Cahiers Economiques*. <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/169123>
- 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*.
- Sané D., Ould K.M., Diouf D., Diouf D., Badiane F.A., Sagna M., Borge A., 2005.** Growth and development of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seedlings under drought and salinity stresses. *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 (9), pp. 968-972, September.
- Sarry, J-E., Kuhn, L., Lay, P.L., Garin, J. & Bourguignon, J. (2006).** Dynamics of *Arabidopsis thaliana* soluble proteome in response to different nutrient culture conditions. *Electrophoresis* 27:495–507 p.
- Schroth MN, Hildenbrand DC (1964).** Influence of plant exudates on root-infecting fungi. *Annu Rev Phytopathol* 2, 101-132
- Shannon, M.C. and C.M. Grieve. 1999.** Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*. 78: 5-38.
- Sheng, M., Tang, M., Chan, H., Yang, B., Zhang, F., & Huang, Y. (2008).** Influence of arbuscular mycorrhiza on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza* 18, 287-296.
- Shigyo M. & Kik C., 2008.** Onion. In: Prohens J. & Nuez F., eds. *Vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae, and Umbelliferae*. New York, USA: Springer, 121-159.
- Shinozaki, K., & Shinozaki, K. (2002).** Important roles of drought- and cold inducible genes for galactinol synthase in stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* n° 29(4):
- Si Bachir, S., & Hamel-Si Tayeb, R. (2016).** *Contribution à l'étude écophysiological de deux espèces du Sullia; effet de l'acide Gibbérellique et l'acide Ascorbique et la durée de stockage sur la germination* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri)
- Sinaré R. Z., 1995.** Etude de la filière oignon dans le département de Béguedo (Province de Boulgou). Mémoire de fin de cycle d'Ingénieur du Développement Rural, Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 107p.
- Slama, H. B., Chenari Bouket, A., Alenezi, F. N., Luptakova, L., Baranov, O., Ahadi, R., & Belbahri, L. (2023).** Impacts of Salt Stress on the Rhizosphere and

- Endophytic Bacterial Role in Plant Salt Alleviation. *International Journal of Plant Biology*, 14(2), 361-376.
- Smirnoff, N. (1993).** The Role of Active Oxygen in the Response of Plants to Water Deficit and Desiccation. *New Phytologist*, 125, 27-58 p.
- Smith R., Cahn M., Cantwell M., Koike S., Natwick E et Takele E., 2011.** Green onion production in California. University of California (USA), Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 7243,4 p.
- Soufiane, B (1989).** Isolement à partir de la rhizosphère des conifères de bactéries et d'actinomycètes antagonistes aux champignons phytopathogènes [WWW Document].
- Statistiques et de la Prospective,2021.** Ministère de l'agriculture et du Développement Rural / Direction des Systèmes d'Information, Statistiques Agricoles en Algérie série" B " <https://madr.gov.dz/wp-content/uploads/2022/04/SERIE-B-2019.pdf>
- Stengel P. et Gelin S. (1998).** Sol: interface fragile. Publié par Editions Quae. 213 pages.
- Szabolcs I. (1994).** Soils and salinization. In: Pessarakali M. (ed) Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, 3-11.
- Taji, T., Ohsumi, C., Iuchi S., Seki, M., Kasuga, M., Kobayashi, M., Yamaguchi, Tremblin, G. (2000).** Comportement auto-écologique de *Halopeplisamplexicaulis*: plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. *Sécheresse*, 11(2):109-116 p
- Turk.J.Bot.* Vol 25, pp.11-17.
- 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.
- Wang Y., Nil N. (2000):** Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 75, 623–627.
- Warne P., Guy R.D., Rollins L. and Reid D.M. (1990).** The effect of sodium sulphate and sodium chloride on growth, morphology, photosynthesis and water use efficiency of *Chenopodium rubrum*. *Can. J. Bot.*, 68: 999-1006.
- Xiong, L. ET J. K. Zhu, 2002,** Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. *Plant, Cell and Environment*, 25, pp. 131-139.
- Zhu J.K., 2002.** Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 53: 247-273.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Zid E, Grignon C (1991)** Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides, AUPELF-UREF. Jon LibbeyEurotext, Paris, 91-108
- Zoe G. Cardon ET Julie L. Whitbeck (2007).** The Rhizosphere: An Ecological Perspective, London (UK): British Library; p. 1-25.