

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret -
Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie.



Mémoire De Fin D'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique
Domaine : "Sciences de la Nature et de la Vie"
Filière: sciences Agronomiques
Spécialité : Agriculture Méditerranéenne.

THEME

Effet du Stress Salin sur L'orge et Triticale
Et son Impact sur le Rendement

Présenté par :

- M^{elle} Amar Kheira
- M^{elle} Chakeur Fatiha.

Membre de jury :

- Présidente : M^{me} Zoubeidi Malika.
- Examineur : M^{me} Oulbachir Karima.
- Promotrice : M^{me} Dellal Nadia

Remerciement

*Tout d'abord Nous remercions avant tout le "Dieux" qui nous a
donne la sante et volante d'achever ce modeste travail et grand
salut sur le premier éducateur, notre prophète "Mohamed".*

*C'est à profond respect que nous tenon remercier
notre promotrice Mme DELLAL .N qui a bien voulu diriger
par sons encadrement et ces conseilles.*

*Mes remerciements vont également à Mme ZOUBEIDI. M
qui a voulu accepter de présider la commission d'examen,
Mme OULBACHIR. K d'avoir accepte d'examiner notre
travail.*

*Ainsi qu'à tous les enseignants de département des sciences
de la nature et de la vie de Tiaret sans oublier les secrétaires et
laborantines en particulier Mme TITA*

*En fin nous remercions tous les responsables de la
bibliothèque et tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de
loin à notre travail.*

Sommaire

Introduction Générale

Partie bibliographique

Chapitre I : La salinité des sols

I.1. Introduction	1
I.2. Définition de la salinité	1
I.3. Origine de la salinité des sols	2
I.3.1. Origine primaire	2
I.3.2. Origine secondaire.....	2
I.4. La salinisation des sols	2
I.5. La caractérisation et nature des sels dans le sol	3
I.6. Caractéristiques physico – chimiques des sols salés.....	4
I.7. Les critères d'évaluation du niveau de la salinité.	4
I.7.1. La conductivité électrique (CE) :.....	4
I.7.2. Le pH.....	4
I.7.3. Le résidu sec (R.S.)	5
I.8 Notion Stress salin.....	5
I.9. Conclusion.....	6

Chapitre II : Le comportement du couvert végétal en sols salés

II.1 Introduction.....	7
II.2. Relation sol salé – plante	8
II.3. L'adaptation à la salinité :.....	8
II.3.1. Adaptation morphologique :	8
II.3.2. L'adaptation physiologique (biochimique ; par osmorégulation).....	8
II.3.2.1. Dilution et accumulation des sels	9
II.3.2.2. Accumulation des composés azotés.....	9
II.4. Le Turn-over des osmotocums après une contrainte saline	11
II.5. Conclusion	12

Chapitre III : L'orge et triticale

III.1. L'orge : Hordeum vulgare. L.....	13
III.1.1. Introduction	13
III.1.2. Généralités sur l'Orge.....	13
III.1.3. Morphologie de l'orge	14
III.1.3.1. Le système racinaire	14
III.1.3.2. La tige	14
III.1.3.3. Les feuilles.....	14

III.1.3.4. La fleur	14
III.1.4. Le cycle biologique de l'orge	15
III.1.4.1. La période végétative :	15
III.1.4.2. La Période de reproduction :	15
III.1.5. Exigences agronomiques de l'orge	15
III.1.5.1. L'alimentation en eau	15
III.1.5.2. La Température.....	16
III.1.5.3. La nature du sol	16
III.1.5.4. La Fertilisation.....	16
III.1.6 Conclusion	18
III.2. Le triticale.....	18
III.2.1. Origine du triticale.....	18
III.2.2. L'étude botanique du triticale.....	19
III.2.2.1. Morphologie de la plante.....	19
III.2.3. Etude biologique du Triticale	20
III.2.3.1. Germination des semences	20
III.2.3.2. Levée de plantes	20
III.2.3.3. Le Tallage	20
III.2.3.4. Formation des ébauches d'épillet et épiaison	20
III.2.3.5. Floraison et maturation.....	20
III.2.4. Les exigences agronomiques	21
III.2.4.1. Les besoins en température, en lumière et en humidité.....	21
III.2.4.2. Le sol	21
III.2.4.3. Fertilisation.....	21
III.2.5. Conclusion.....	21

Chapitre VI : Analyse De La Production Céréalière En Algérie

IV.1. Un marché de l'aliment de base en Algérie : la production céréalière.....	22
IV.2. La salinité et la production de céréales	22
IV.2. 1.Problématique de la salinité en Agriculture	24
IV.3.Importance de la culture d'Orge dans le monde et en Algérie	25
IV.4.Importance de la culture de Triticale dans le monde et en Algérie	27
IV.5.Conclusion.....	28

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthode

I-1 Introduction.....	29
I.2. Test de germination au laboratoire.....	29
I-2.1. Le but	29

I.2.2 Le dispositif expérimental	29
I-2.3. Les conditions de l'expérimentation	29
I.3. L'essai sous serre	31
I.3.1. Le but de l'essai.....	31
I.3.2. L'objectif.....	32
I.3.3. Les conditions de l'expérimentation	32
I.3.3.1. Localisation de l'essai	32
I.3.3.2. Le substrat	32
I.3.3.3 Le dispositif expérimental.....	33
I.3.3.4. Le semis.....	34
I.3.3.5. Traitement phytosanitaire.....	34
I.3.3.6. L'irrigation	34
I.4. Les mesures effectuées.....	35
I.4.1. Paramètres physiologiques	35
I.4.1.1. La teneur relative en eau (RWC).....	35
I.4.1.2. Le taux de déperdition d'eau (simulation de la transpiration)	35
I.4.2. Paramètres biochimiques.....	36
I.4.2.1 : Dosage de la proline.....	36
I.4.2.2. Dosage des sucres solubles	36
I.4.2.3. Dosage de la chlorophylle	37
I.4.2.4. Dosage des sels (K ⁺ et Na ⁺)	37
I.5 Étude statistique	39

Chapitre II : Résultat et discussion

II-1. Introduction	40
II-2. Le test de germination (essai au laboratoire) :.....	40
II.3. Interprétation des résultats de l'expérimentation en serre après suppression du stress salin.....	43
II.3.1. Interprétation des résultats des paramètres physiologiques	43
II.3.2. Interprétation des résultats des paramètres biochimiques après suppression du stress salin.....	44
II.3.2.1. La teneur en proline dans la feuille après suppression du stress.....	45
II.3.2.2. Analyse de la variance du taux des sucres solubles dans la feuille après suppression du stress	45
II.3.2.3. Analyse de la variance des teneurs en chlorophylle a et b après suppression du stress salin.....	45
II.3.2.4. Analyse de la variance des taux de K ⁺ et Na ⁺ dans la feuille après suppression du stress satin :.....	46
II.4. Discussions et synthèse	47

II.4.1. Corrélation entre les paramètres physiologiques et l'après stress salin.....	47
II.4.2. Corrélation entre les paramètres biochimiques et le stress salin.....	48

Conclusion générale

Références Bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations.

As : avec stress.

CE : conductivité électrique

CEC : capacité d'échange cationique.

°C : degré Celsius

Cm² : centimètre carre.

Cm : centimètre .

Cha :chlorophylle a

Chb :chlorophylle b

DSA :direction du secteur agricole.

ESP : potentiel de sodium échangeable.

Fig : figure.

G : gramme.

Ha : hectare.

H : humidité.

h : heure.

ITGC : institut techniques des grandes cultures.

INRAA : institut nationale des recherches agronomique. D'Algérie.

Kg/ha : kilogramme par hectare.

Um : micro mettre.

uM : micro mole.

ug : micro gramme.

Mg : milligramme.

mM :millimole.

mmhos/Cm : Millmohos par centimetre.

meq : Milliéquivalent.

ml : Millilitre.

m³ : metre cube.

mm/an : millimètre par an.

MS : matière sèche.

MF : matière fraiche.

N : normalite.

nm : nanometre.

Pi : poids initiale .

Ps : poide sec .

Ppt : poids en plein turgescence.

qx/ha :quintaux par hectare.

RWC : rate water contain.

Rwl1 : rate water lost (après une heure).

Rwl2 : rate water lost (après deux heure).

r: indice de corrélation .

SF : surface foliaire.

ss : sans stress.

Tab : tableau.

u/ha : unité par hectare.

V : variété.

Liste des tableaux

Tableau N°01: Solubilité des principaux sels dans l'eau à 20°C	3
Tableau 02 : Variation de la C.E.selon le taux de salinité	4
Tableau 03: Relation entre la salinité (CE) et la croissance du végétale	7
Tableau 4 : classe de salinité des sols en fonction de leurs effets sur les plantes (Abrol et al.1988).	23
Tableau 5 : Évolution des superficies, productions et rendements de l'orge dans la wilaya de TIARET de 2011 à 2016	26
Tableau 06 : Les caractéristiques du matériel végétal utilisé.	31
Tableau 07 : Composition chimique de la solution nutritive utilisée	35
Tableau 08 : Taux de germination des géotypes utilisés.....	40
Tableau 09 : Taux de germination des géotypes utilisés.....	42
Tableau 10: Analyse de la variance des paramètres physiologiques.	43
Tableau 11: Analyse de la variance des paramètres biochimiques.	44
Tableau 12 : Analyse de la variance de la teneur en K ⁺ et en Na ⁺ dans la feuille	46
Tableau 13: Corrélations entre la salinité et les paramètres physiologiques.....	47
Tableau 14: Corrélations entre la salinité et les paramètres biochimiques	48
Tableau 15: Corrélations entre la salinité et les sels sodium et potassium.	49

Liste des figures

Figure 01 : Mécanismes de salinisation.....	3
Fig 02 : Effet de doses croissantes de salinité sur l'orge	7
Figure 03 : Osmoticums et osmorégulation cellulaire.....	9
figure 04 : Schéma de la formule développée de l'acide glutamique.....	10
figure 05 : Schéma de la formule développée de la molécule de proline.....	10
Fig 06 : Le cycle biologique de l'orge	17
Figure 07 : Carte des zones affectées par la salinité dans le nord d'Algérie (INSID, 2008).....	25
Fig.08 : Dispositif expérimental pour le test de germination (mM de NaCl)	30
Fig.09 : Dispositif expérimental de l'essai	32
Fig. 10 : Schéma du dispositif expérimental en serre, (concentration : en mMole de NaCl).	33
Figure 11 : Schéma De La Courbe D'étalonnage De La Proline	36
Figure 12 : histogramme comparatif du taux de germination à 0 mM de NaCl.....	41
Figure 13 : histogramme comparatif du taux de germination à 100 mM de Na Cl.....	41
Figure 14 : Histogramme comparatif du taux de germination à 150mM de NaCl.....	42
Figure 15 : Histogramme comparatif du taux de germination à 200 mM de NaCl	42

Introduction

générale

Introduction

Les surfaces perdues chaque année en faveur de la salinisation sont estimées à 20 millions dans le monde .De 1900 à 1989 , on est passé de 48 millions d' hectares à 265 millions d'Ha de terres agricoles touchées par la salinité (SZALBOCS , 1989 in CHEVERRY) .

Actuellement, les surfaces agricoles affectées par la salinité dans le monde seraient de 340 millions d'Ha de terres agricoles seraient sodiques (soit respectivement 23%et 37% des terres cultivées dans le monde.

La salinisation étant l'une des causes principales de la dégradation des terres agricoles, elle est souvent accentuée par la désertification et donc par une contrainte hydrique (CHEVERRY, 1995).

C'est pourquoi l'attention se porte de plus en plus sur ce problème pour améliorer la production agricole dans les régions arides et semi-arides où la salinité est souvent un facteur défavorable.

A cet effet, il est nécessaire d'apprécier les niveaux de tolérance ou de sensibilité de chaque variété . par ailleurs , du point de vue agronomique , l'adaptation recouvre non seulement la capacité de survivre en situation de contrainte mais également de donner dans les mêmes conditions , un rendement élevé (LASRAM , 1995).

Actuellement , les mécanismes contrôlant cette assimilation minérale sont encore mal connus et pourtant leur caractérisation est nécessaire si l'on veut avoir une vision globale des mécanismes mis en place en réponse au stress salin et étudier leur impact sur la tolérance .(DESPREZ et al .,1998 in SAIMI , 2004).

Dans ces condition , les plantes sont obligées d'user de stratégies diverses pour résister et de produire comme en conditions favorables , tel l'ajustement osmotique pour absorber l'eau utile à leur métabolisme et qui nécessite une dépense d'énergie supplémentaire pour puiser l'eau du sol.

Cette osmorégulation peut se faire par accumulation d'éléments minéraux tels Que le K^+ , le Na^+ et le Cl^- (HOUCHI et COUDRET ,1994 ; MORANT – AVICE,1998), ou encore par accumulation de composés organiques tels que les sucres solubles (DA SILVA ,1968 in EL MEKKAOUI , 1987)et la proline (WINJONES1984 et WEIBERG,1987 in HOUCHI et COUDRET,1994).

Les céréales ont une place stratégique dans l'approvisionnement alimentaire mondial et en particulier en Algérie, qu'elles soient consommées directement ou transformées . Elle apportent près de 51% de protéines et 48% des calories produites dans le monde

(MALASSES , 1996). Cependant, la productivité de ces cultures régresse suites à diverses contraintes telles que la salinité des sole .

Dans cette optique , notre travail consiste à évaluer et vérifier le rôle d'osmotocums de certains composes organiques et minéraux chez quatre variétés d'orges et deux variétés de triticales mises en conditions de contraintes salines puis en supprime la salinité et l'on pratique des dosages après une semaine puis deux semaines.

Par ailleurs, ce travail se déroule en trois étapes dont la 1^{ère} consiste en une recherche bibliographique concernant notre thème de travail afin d'acquérir les connaissances accumulées dans ce domaine et d'essayer de définir la notion de salinité , ses effets et les stratégies de tolérance ou de résistance de la plante , la 2^{ème} étape concerne les étapes du déroulement de l'expérimentation et les méthodes utilisées et dans la 3^{ème} et dernière étape, on présentera les résultats obtenus et nous tenteront de mettre en relief le lien entre ces facteurs et les paramètres étudiés

Partie
bibliographique

Chapitre I :

La salinité des sols

I.1. Introduction

La production céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie, jouant un grand rôle dans le système alimentaire mais aussi dans l'économie nationale. Cette production, qui reste tributaire des conditions climatiques, ne répond pas aux demandes accrues de la population à cause de la salinisation qui fait baisser le rendement.

Plusieurs tentatives pour dessaler ces terres affectées par le sel ont été proposées par le biais de techniques qui restent à ce jour très onéreuses. Par ailleurs, l'évolution bioclimatique régressive amplifie ce problème de salinisation.

Selon Duchauffour (1983), l'évolution de ces sols salés est influencée par l'ion sodium présent soit sous forme de sel soluble dans la solution du sol, (NaCl , Na_2SO_4) ou sous forme échangeable liée au complexe absorbant ou les deux à la fois.

Le stress salin ne perturbe pas seulement les mécanismes de transport du sodium mais aussi l'assimilation d'autres ions, qui se trouvent à la base de la nutrition minérale. Ce type de stress concerne les sols contenant de fortes quantités de sels solubles dont particulièrement l'ion Na^+ , (Aubert et Boulaine, 1983).

Actuellement, les mécanismes contrôlant cette assimilation minérale sont encore mal connus et pourtant leur caractérisation est nécessaire si l'on veut avoir une vision globale des mécanismes mis en place en réponse au stress salin et étudier leur impact sur la tolérance. (DESPREZ et al., 1998).

La salinisation des sols et de l'eau, est l'un des principaux facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale (AL-KARAKI, 2000; BAATOUR et al., 2004), et le rendement agricole (ZID et GRIGNON., 1991; ZHU., 2001). Dans les écosystèmes arides et semi arides, elle résulte des fortes évaporations d'eau à partir du sol (MUNNS et al., 2006) et d'une irrégulière et insuffisante pluviométrie (MEZNI et al., 2002)

La salinisation est le processus majeur de la dégradation des terres. En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation. 10 à 15% des surfaces irriguées (20 à 30 millions d'hectares) souffrent, à des degrés divers, de problèmes de salinisation (Mermoud, 2006).

I.2. Définition de la salinité

Les sols salés ont été définis de plusieurs façons. Ainsi, selon SYLVIA (1982) cité par Ziani, (2001), du fait que les sols présentent un excès de sels (sels solubles et sodium échangeable dans le profil), on les appelle sols salés ».

Tandis que pour EL MEKKAOUI, (1987), il y'a salinité dans un sol quand sa teneur en sels solubles est préjudiciable à la production agricole et chaque fois que la présence des sels modifie la vie du végétal et les propriétés du sol. C'est aussi un enrichissement anormal du sol en sels solubles (Daoud, 1988).

D'après LEGOUPIL (1994) cité par Khatir (2000), le terme salin s'applique aux sols dont la CE > 4mmhos / cm à 25°C en surface (accumulation des sels en surface), l'ESP ou taux de sodium échangeable < 15 % et un pH < 8,5.

I.3. Origine de la salinité des sols

Deux origines principales :

I.3.1. Origine primaire

C'est une salinisation géologique car la roche mère salifère qui affleure en surface d'une série stratigraphique ancienne (Trias) de nature gypso-saline, subit des altérations par les facteurs d'érosion qui forment des sols salés.

La dissolution des roches sédimentaires qui sont riche en chlorures, en sulfates et en carbonates, par l'eau de ruissellement, provoque la salinisation des sols et des nappes souterraines (DUCHAUFFOUR et al, 1979).

I.3.2. Origine secondaire

C'est une salinité allochtone car elle est ramenée dans un sol, qui à l'origine, n'est pas salé mais le devient suite à l'arrivée des sels grâce à des apports alluviaux provenant des zones salines ou suite à une fertilisation chimique excessive ou encore à une irrigation avec de l'eau salée sans drainage, (Aubert et Boulaine, 1980).

La salinité secondaire est due aussi à la remontée de sel à partir de la nappe phréatique saline (par le contact de la mer dû à des manifestations posthumes du volcanisme donc salure d'origine marine).

En effet, les sels solubles des eaux souterraines ou superficielles sont susceptibles de contaminer les sols par une accumulation des produits solubles est de modifier le complexe absorbant.

I.4. La salinisation des sols

La salinisation résulte d'une conjugaison de différents facteurs tels que:

- La présence de sels solubles dans la roche-mère ou dans la nappe phréatique
- Un taux d'évaporation élevé (eau évaporée plus importante que l'eau des précipitations. (fig.01).

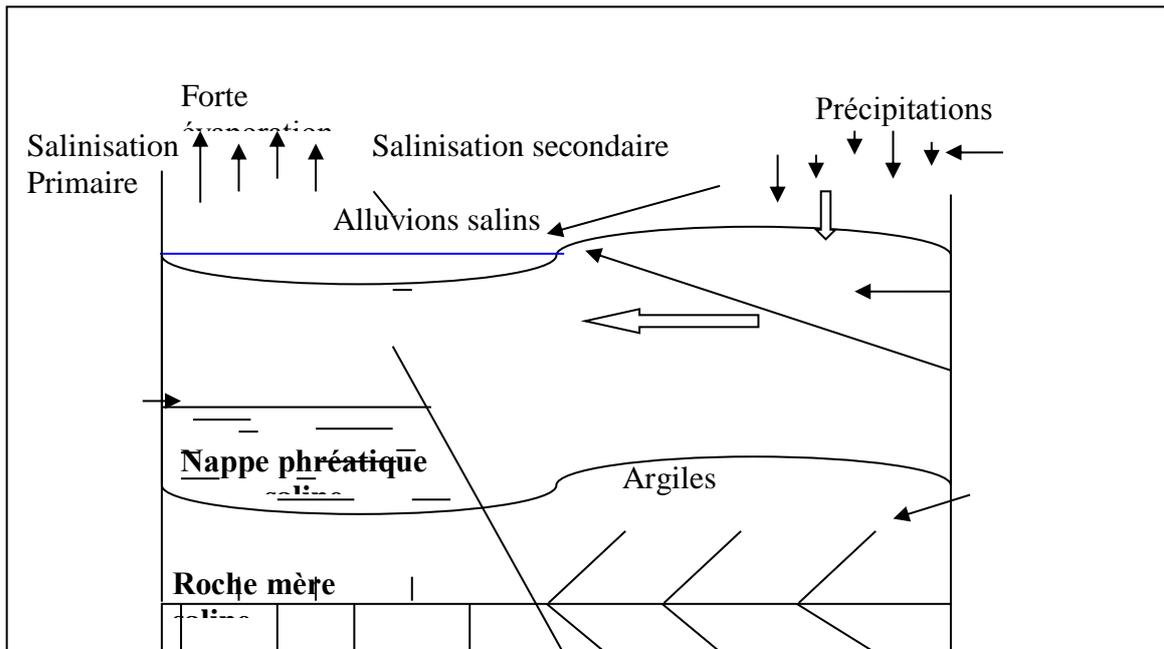


Figure 01 : Mécanismes de salinisation

I.5. La caractérisation et nature des sels dans le sol

Un sol salé contient des sels sous forme soluble tels que les chlorures (Cl^-), les sulfates (SO_4^-), les ions calciques (Ca^{++}) et sodiques (Na^+) qui sont plus abondants que les ions potassiques (K^+) et les carbonates (HCO_3) mais la proportion de ces ions varie beaucoup dans les différents sols, (Domergues et Mangenot, 1970).

Tableau N°01: Solubilité des principaux sels dans l'eau à 20°C

Sels	Solubilité en g/ 100 cm^3 d'eau	Sels	Solubilité en g/ 100 cm^3 d'eau
CaCl_2	73,9	MgCl_2	54,3
CaSO_4	0,199	$\text{Na}_2 \text{CO}_3$	21,8
KCl	34,2	NaHCO_3	9,4
K_2CO_4	11,1	NaCl	36
K_2CO_3	11,2	$\text{Na}_2 \text{SO}_4$	34,7
MgSO_4	34,8	CaCO_3	0,017

(Source: Gauger et Burdin, 1974)

Les chlorures du sodium NaCl et de potassium KCl typique des sols salés réponsus et très solubles avec 360 g/l à 20°C. (Tab.01).

I.6. Caractéristiques physico – chimiques des sols salés

Lorsque le sol est submergé d'eau salée, sa perméabilité augmente suite à la formation d'agrégats constitués par l'action flocculant des sels puis elle décroît si l'on substitue cette eau salée par d l'eau douce (DAOUD, 1981).

L'augmentation de la pression du sol rend l'alimentation en eau des plantes difficile malgré l'humidité des sols en saison sèche qui est du à leur richesse en éléments hygroscopiques (HALITIM, 1981 in EL MEZOUE, 2001).

Par conséquent, les sols salés ont un comportement physique et chimique particulier qui ne permet la vie qu'a une flore halophyte.

I.7. Les critères d'évaluation du niveau de la salinité.

I.7.1. La conductivité électrique (CE) :

La C.E. est utilisée pour la mesure de la salinité des eaux et de la pâte du sol car elle représente le total des sels solubles et elle est exprimée en décisiemens par mètre (dS/m) à 25°C ou en millimhos par centimètre(mmhos /cm).C'est aussi la quantité totale de matière dissoute du sol , exprimée en (mg/l) qui est évaluée à partir de l'extrait de pâte saturée ou diluée (Aubert et boulaïne ,1980) et elle proportionnelle à la pression osmotique (tab.02) régnant dans la solution selon l'équation suivante:; $P_o = k C_e$

(Po = pression osmotique ; C_e =conductivité électrique et k=coefficient qui dépend de la nature du sel qui varie de 0.28 à 0.35).

La C.E. de l'eau de mer à 25 °C est de 50 mmhos/cm.

Tableau 02 : Variation de la C.E.selon le taux de salinité

Taux de sels meq/l	< 20	20-40	40-80	80-150	> 150
CE (mmhos/cm)	<2	2-4	4-8	8-16	> 16

(Source: DOGAR,1980 in Bourahla , 1991)

I.7.2. Le pH

Le pH des sols salés est supérieur à 7, il peut même atteindre des valeurs supérieures à 8,5. Cette valeur élevée résulte particulièrement de l'abondance, la diversité et la solubilité des sels (LEGOUPIL et al 1977 in KHATIR 2000).

I.7.3. Le résidu sec (R.S.)

Les résidus représente le total des sels solubles dans le sol. Le sol non salin à le $RS < 0,1\%$. Par contre, un sol très salin à un résidu sec de 0,4 à 0,5 %. Il existe une relation entre le RS et la CE : $RS = 0,6 CE$ (BRADY, 1965 in Khatir, 2000).

Remarque :

Il existe d'autres critères d'évaluation tels que :

➤ Le taux de sodium échangeable (ESP):

Qui détermine la concentration du Na^+ échangeable avec un rapport Na^+/CEC dépassant 15% pour un effet de l'ion Na^+ puisse se manifester (LEGOUPIL, 1977);

➤ La sodicité (SAR)

Qui représente le taux de sodium absorbé par rapport aux deux cations bivalents Ca^{++} et Mg^{++} et ce taux reste en équilibre :

$$SAR = \frac{Na \times 0.5}{\sqrt{Ca + Mg}}$$

Selon les critères précédents, on peut classer les sols salés comme suit :

Les sols salins : $CE > 4 \text{ mmhos / cm}$ dans les horizons superficiels ;

$pH \text{ est } < 8,5$ et $l'Esp < 15 \%$;

Les sols alcalins: Ils sont caractérisés par l'accumulation des sels

Solubles en profondeur. L'alcalinisation se traduit par un pH

$8,5$ une $CE < 4 \text{ mmhos / cm}$ à $25 \text{ }^\circ\text{C}$ et $l'esp > 15\%$.

Par ailleurs, selon AUBERT (1975), les sols salés en Algérie sont de 2 types et se trouvent essentiellement dans les basses plaines de l'oued Chéllif (W. de Relizane), sur les hautes plaines de Setif et de Constantine :

a) Les solentchak : Accumulation des sels solubles à la surface grâce à l'évaporation intense de la nappe phréatique.

b) Les solonetz : Teneur élevée des sels en profondeur.

I.8 Notion Stress salin

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- (HOPKINS., 2003). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (TREMBLIN., 2000).

La quantité de sels dans le sol que les plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture, varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés considérées (LEVIGNERON et *al.*, 1995).

I.9. Conclusion

D'après BAMOUR (1994), on peut valoriser les sols salés et réduire la salinisation à condition qu'un aménagement de base soit prévu :

- Une irrigation à l'eau douce où légèrement saumâtre suivit si c'est possible de drainage pour éviter la remontée des sels ;
- Apport aussi du gypse ou chaulage (Ca SO₄) ;
- Pratique de labour profond (opération très coûteuse) pour une bonne percolation des sels vers la profondeur et modification de la rotation ;
- Des analyses du sol à prévoir ;

Ou encore utiliser des espèces végétales qui se développent normalement dans ces conditions sans aucun symptôme de déficience ou de carence.

**Chapitre II : Le
comportement du
couvert végétal en
sols salés**

II.1 Introduction

De nombreux travaux ont été réalisés pour évaluer l'effet du sel sur les propriétés du sol et sur la tolérance à la salinité les plantes cultivées (Legoupil, 1977).

Le stress salin ne perturbe pas seulement les mécanismes de transport du sodium mais aussi l'assimilation d'autres ions qui sont à la base de la nutrition minérale, (DESPREZ et al., 1998).

Dès la fin des années 50, la recherche sur les mécanismes d'action du sel s'intensifie grâce aux résultats acquis mais probablement aussi suite à la prise de conscience de l'explosion démographique et du caractère limite des ressources mondiales. Cependant, à l'heure actuelle, peu de choses sont connues sur les mécanismes contrôlant cette assimilation minérale et sur l'existence d'éventuels besoins préférentiels des plantes stressées vis-à-vis de certains éléments minéraux. (DESPREZ et al., 1998)

Tableau 03: Relation entre la salinité (CE) et la croissance du végétale

CE en mmhos	Effet sur la croissance du végétal
-2	Nulle
2-4	Négligeable
4-8	Culture sensible devienne affectée
4-8	Effet assez remarquable sur la culture
8-16	Seules les espèces tolérantes persistent
16	Seules quelques espèces très adaptées persistent

(Source : OMRANI (1993))

D'après BERNSTEIN (1964) in DAOUD (1988) cité par OMRANI (1993), la chute du rendement augmente avec la CE (fig.02) et la limite de tolérance correspond au seuil au-delà du quel la plante dépérit (tab. 03)



Fig 02 : Effet de doses croissantes de salinité sur l'orge

II.2. Relation sol salé – plante

L'effet de la salinité est évalué selon deux critères :

- Le critère biologique: aptitude de la plante à survivre en milieu salin;
- Le critère agronomique: aptitude de la plante à donner un rendement satisfaisant sous contrainte saline;(LEGOUPIL, 1977).

La salinité a tout d'abord un effet osmotique entraînant chez les plantes plus d'énergie pour tirer l'eau du sol. Elle peut avoir aussi des effets nocifs sur les végétaux suite à une toxicité d'un sel spécifique ou sur l'absorption et le métabolisme des nutriments essentiels d'où baisse de production. (KHATIR,2000).

II.3. L'adaptation à la salinité :

II.3.1. Adaptation morphologique :

Pour HAMZA (1982) cité par BELOUAZANI,(1994),les plantes présentent des adaptations diverses en présence d'un excès de sel, tel un faible allongement des organes, un raccourcissement des entrenœuds et réduction de surface foliaire.

Pour l'orge, il y'a réduction de la matière sèche à partir d'une concentration de 75 mM de NaCl. En effet, à 100 mM de NaCl la réduction varie de 22 % (variété Giza 119) à 40% (Barberousse). (EL MEKKAOUI, 1987, in KHATIR 2000) .

II.3.2. L'adaptation physiologique (biochimique ; par osmorégulation)

La régulation du volume cellulaire est aujourd'hui très étudiée dans le monde entier. Les substances organiques osmotiquement actives (ou osmolytes) accumulées dans les cellules soumises à différents stress appartiennent à un nombre limité de catégories de composés chimiques très hydrosolubles et possédant une charge électrique nulle aux pH physiologiques.

Ces osmolytes sont surtout des polyols et des sucres solubles (glycerol, mannitol, floridoside, glucose, saccharose..),des acides aminés (glycine, proline, acide pipécolique...), des composés à groupement ammonium telle la glycine bêtaïne, des dérivés de la choline comme la choline-O-sulfate, des composés à groupement sulfonium diméthylés comme le β -diméthylsulfoniopropionate (DMSP).

AtRR1: A. thaliana two-component response regulators; CNA/B: calcineurin A / B ;

En condition de salinité élevée, l'ajustement osmotique est une réponse d'adaptation qui est réalisé par prélèvement d'ions (Na^+ , Cl^- , K^+ ..) dans le milieu externe et par synthèse des substances organiques (sucres, alcools...) (HOUCHI, 1994). (fig.03).

Ainsi, la plante peut survivre aux divers stress grâce à l'osmorégulation en accumulant des composés organiques surtout glucidiques et azotés (GOAS,1978 in AYADI et al, 1979 cité par Ziani, 2001)

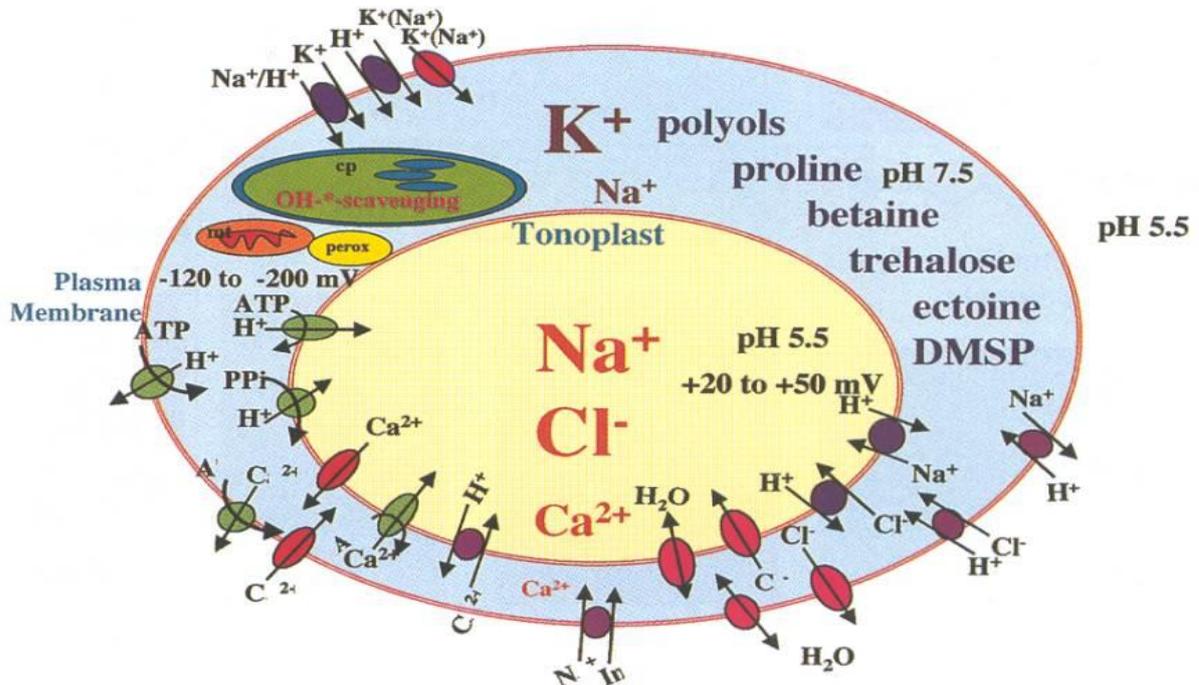


Figure 03 : Osmoticums et osmorégulation cellulaire

II.3.2.1. Dilution et accumulation des sels

Quand le rapport K / Na est > 1 cela indique une sélectivité du K^+ par rapport au Na^+ et cela surtout lorsque le rapport $Na / Ca > 17:1$.

Selon BINET (1982) cité par HADJARI (1999), de nombreux halophytes des sols argileux salés comme *Plantago maritima* ou des rivages sableux littoraux tel que *Cakile maritimum*, accumulent d'importantes quantités de sels dans leurs parties aériennes (tiges et feuilles), en particulier du K^+ et Na^+ , sans qu'il en résulte une très forte concentration saline suite au développement de grandes cellules riches en eau, assurant la dilution de sels.

II.3.2.2. Accumulation des composés azotés

Le sel freine la Protéolyse ce qui entraîne l'accumulation d'acides aminés libres telle que la proline, (WAISSSEL, 1972) et cela chez les halophytes comme chez les glycophytes (COAS,1965) et c'est à elle qu'on attribue le rôle osmotique car il y'a corrélation étroite entre teneur en proline et teneur en $NaCl$.

a) Accumulation de proline

Ce phénomène suscite beaucoup d'intérêt puis qu'il a été observé chez diverses espèces végétales et sous différents stress, cette accumulation est expliquée par plusieurs hypothèses.

Pour SINGH et Al (1972), c'est la conséquence d'un stress hydrique et selon LEVITT (1972) la teneur en proline augmente à cause de l'hydrolyse de protéines stockées sous l'effet du sel.

Pour HUBER (1974) in DREIR (1978) la cause directe de l'accumulation et l'augmentation du taux de proline est la protéolyse avec biosynthèse élevée à partir de l'acide glutamique (fig.04), et cette réaction semble être une réponse protectrice des plantes à tous les facteurs qui entraînent une diminution en eau du cytoplasme (sécheresse, Flétrissement, Salinification).

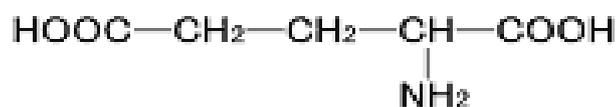


figure 04 : Schéma de la formule développée de l'acide glutamique

En condition normale, les plantes utilisent la proline (fig.05) comme source d'azote.

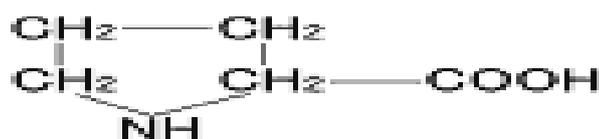


figure 05 : Schéma de la formule développée de la molécule de proline

D'autre part, les halophytes comme les glycophytes accumulent en grande quantité la proline qui représente 4/5 des acides aminés libérés (STEWART et LEE, 1974) et qui varie selon le degré de salinité. En effet, cette accumulation est parfois 100 fois la quantité normale existante dans les tissus (PAQUIN, 1977).

Sur le jobba qui est tolérant au sel, TALL et al (1979) ont signalés l'accumulation en grande quantité de Na^+ , Cl^- et de proline dans le tissu foliaire et en milieu moins salé la teneur en proline diminue. Par ailleurs, Cavallier et Huang (1979) distinguent les végétaux qui :

- Accumulent la proline à partir de 0,25 mM de NaCl, (*Limonium carolinianum*).
- L'accumulent à partir de 0,5 mM de NaCl (*Spartina alterniflora*) ;
- L'accumulent dès 0,75mM de NaCl (espèces succulentes : *Salicornia Virginica*)

b) Accumulation des sucres

Certaines espèces moyennement résistantes au sel se caractérisent par une augmentation de teneur des sucres solubles (glucose, fructose et saccharose) résultant d'un arrêt de glycolyse, (EL MEKKAOUI, 1987, in KHATIR 2000), ou une augmentation de saccharose provenant d'une forte hydrolyse de l'amidon comme chez les cotonnier, (DA SILVA, 1963 in Khatir, 2000).

Par ailleurs HUBAC (1980) cité par BELOUZANI (1994) in HADJARI, (1999), a montré que l'accumulation des sucres, réduit les composés toxiques dans les membranes, en agissant sur leurs perméabilité.

II.4. Le Turn-over des osmoticums après une contrainte saline

Pour confirmer le rôle de la proline, des sucres solubles (glucose, saccharose) et des ions de K^+ et Na^+ dans l'osmorégulation, il faut doser la teneur de ces éléments à des temps différents après suppression d'un long stress salin.

Ainsi, la présence d'acides-amino (proline, glycine-bétaïne) au turn-over plus lent chez les plantes d'altitude (stress thermique) que chez les espèces de plaine est remarquable (Shang et Feierabend, 1998).

Il est aussi remarquable, l'accumulation d'antioxydants (acide ascorbique ou vitamine C, glutathion...) et d'enzymes impliquées dans le piégeage des formes activées de l'oxygène (superoxyde dismutase, catalase...) et l'utilisation du cycle des xanthophylles pour éliminer sous forme de chaleur l'excès d'énergie, avec conversion de la violaxanthine en anthéranthine puis en zéaxanthine (Streb & al, 1999).

Des études menées chez les espèces de Geum alpins/ Rosacées (avec utilisation de RMN), ont montrées que l'un des composés majeurs accumulé dans les feuilles est un sucre nouveau chez les plantes, le β -D-méthyl-glucopyranoside, (particularité n'existe que chez les Rosacées) Le rôle de cette molécule est en cours d'étude (piégeage des radicaux libres, ajustement osmotique, réserve ?...).

Les analyses RMN et biochimiques ont permis de montrer que le chou des Kerguelen soumis à l'excès de lumière, au froid et vents desséchants...). Possède une stratégie originale pour résister au froid et au stress salin : il accumule du glucose et de la proline dans ses feuilles et l'on a pu déterminer la localisation subcellulaire (entre cytoplasme et vacuole) de la proline (Aubert et al, 1999).

II.5. Conclusion

En milieu salé, les plantes développent des mécanismes de résistance et d'adaptation multiples et diverses.

Les plantes les plus résistantes ou les plus tolérantes seront celles qui mettent en œuvre tous les systèmes de protection les plus efficaces pour éviter d'être affectées par l'excès de sel ou en tolérant de fortes concentration ioniques à l'intérieur de leurs cellules, en procédant à des modifications adaptatives de toute une partie du métabolisme ou encore des modifications morphophysiologiques, anatomiques et biochimiques qui lui sont propre.

Chapitre III :

L'orge et triticales

L'orge et le triticale sont deux céréales à haute valeur nutritive et économique. La culture de l'orge qui est une culture vivrière, est largement répandue en vue de l'utilisation du grain pour l'alimentation des animaux domestique et celle de l'homme (panification et brasserie). C'est une espèce très rustique (MOULE, 1980).

Le triticale est une plante céréalière introduite en Algérie en 1971 qui fait l'objet d'étude et de recherche et qui a montré une productivité en feuille et en grain appréciable. (BENBELKACEM, 1987).

III.1. L'orge : *Hordeum vulgare*. L

III.1.1. Introduction

L'orge occupe le quatrième rang dans la production céréalière mondiale avec 136 millions de tonnes en 2007, après le blé, le maïs et le riz (Anonyme b, 2008). C'est une espèce adaptée aux systèmes de culture pratiqués en zones arides où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole (Hakimi, 1989) (in Menad, 2009).

III.1.2. Généralités sur l'Orge

a) Origine et évolution :

L'orge est une graminée céréalière originaire d'Asie et d'Ethiopie qui occupe le 4^{ème} rang mondial des cultures céréalières après le blé, le riz et le maïs et les principaux pays producteurs sont : la Russie, le Canada, la Grande Bretagne ...

Les orges cultivées sont originaires, probablement de *Hordeum spontaneum* pour les orges cultivées à deux rangs (distiques) et de *Hordeum agriocrithon* A. pour les orges cultivées à six rangs (hexastique).

Des vestiges d'Orge polystique ont été trouvés telles que l'orge sauvage *Hordeum agriocrithon* aberg. à rachis fragile (Simon, 1972 ; Bonjean et *al.*, 1990 in Hassani, 1997).

b) Classification botanique de l'Orge :

L'orge cultivée est une angiosperme monocotylédone de la famille des graminées, tribu des Hordées, genre *Hordeum*.

La classification des orges est basée sur la fertilité des épillets latéraux et des épis.

D'après Egler (1936) cité par Moule (1980), l'orge appartient à :

Embranchement	: Spermaphyte.
Classe	: Angiosperme
Ordre	: Graminées
Famille	: Poacées (graminées)
S / Famille	: Festuoidées
Genre	: Hordeum
Espèce	: Vulgare L (orge cultivée).

III.1.3. Morphologie de l'orge

L'orge se distingue des autres céréales, notamment du blé, par un feuillage vert clair au stade herbacé, la présence d'une ligule développée, d'oreillettes glabres et embrassantes, un fort tallage avec une paille souvent plus fragile que celle du blé.

III.1.3.1. Le système racinaire

Comme le blé et l'avoine, l'orge présente des racines séminales ou embryonnaires qui se développent dès la germination et nourrissent la jeune plantule d'eau et de sels puis se développent les racines de tallage dénommées coronales (Simon, 1972 in khatir, 2000).

Ce deuxième système racinaire de type fasciculé se développe alors que le premier périlcite, mais demeure souvent visible jusqu'à la maturité de la plante et peut atteindre 120 cm de profondeur. (SIMON, 1972) ; avec 60 % du volume racinaire se trouvant dans les 25 premiers centimètres du sol, (CLEMENT, 1971).

III.1.3.2. La tige

La tige est un chaume creux et en fin de tallage, les entrenœuds des ramifications s'allongent en tiges avec des feuilles et une inflorescence. (BELAID, 1986).

III.1.3.3. Les feuilles

Comme pour toutes les graminées, l'orge a des feuilles en position distique sur la tige, chacune prend naissance à l'aisselle d'un nœud, elles ont des nervures parallèles et elles se terminent en pointe ; (CLEMENT, 1971 ; SIMON, 1972).

III.1.3.4. La fleur

L'orge est autogame, ce qui a des conséquences très importantes dans la pratique de la sélection, du croisement et de la reproduction de cette plante.

L'épi est une inflorescence formée de trois épillets uniflores en position alternées sur deux rangées opposées et sur 06 à 08 étages (MOULE, 1980) et ne porte pas d'épillet terminal, comme chez le blé. (SIMON, 1972).

Chaque épillet porte une fleur très petite, peu visible et avec 03 étamines et 1 pistil (SIMON, 1972 ; CLEMENT, 1971; BELAID, 1986).

La fécondation se fait avant l'éclosion de la fleur (avant sortie des anthères), puis la fleur devient un fruit-graine appelé Caryopse qui est un grain allongé, bombé sur la face dorsale et parcouru dans sa face ventrale par un sillon. (SIMON, 1972).

III.1.4. Le cycle biologique de l'orge

Le cycle biologique de l'orge (Fig. 06) est relativement court (180 à 185 jours) par rapport à celui du blé malgré qu'il est identique dans ses grands lignes. Il comprend trois grandes périodes : végétative, reproductive et de maturation (Moule, 1980, Belaid, 1986).

III.1.4.1. La période végétative :

Sa durée est 120-140 jours.

De la germination à l'apparition de la tige principale ou aux premiers allongements de la tige et présente de trois phases du semis au début de la montaison

III.1.4.2. La Période de reproduction :

Du fin tallage à la fécondation ; Cette période débute par la différenciation et la croissance des entre-nœuds de la tige principale et comprend trois phases

III.1.5. Exigences agronomiques de l'orge

III.1.5.1. L'alimentation en eau

On peut estimer à environ 450 à 500 mm/an, les besoins en eau d'une culture d'orge. (MOULE, 1980). Pour produire 40 qx de grains et autant de paille, cette céréale nécessite en moyenne 520 l d'eau.

En effet, avec 350 mm/an en moyenne, on ne peut avoir qu'une production de 20 à 25qx/ha. (HASSANI, 1997).

Ces besoins en eau sont surtout élevés au début de son développement (germination, levée, tallage, montaison). (CLEMENT et al 1970).

L'orge est peu sensible à la sécheresse, c'est la céréale des régions a été sec.

III.1.5.2. La Température

Le zéro de germination est voisin de 0 °C (MOULE, 1980) et l'on observe des dégâts foliaires à -7°C (CLEMENT, 1971) et une mortalité à -12°C pour les variétés sensibles et à -16°C pour les variétés résistantes.

La somme de température pour tout le cycle végétatif est de 1600 à 1700°C pour l'orge de printemps dont le cycle est de 110-120 jours et de 1900 à 2000 °C pour l'orge d'hiver dont le cycle est de 250 jours (MOULE, 1980).

III.1.5.3. La nature du sol

L'orge est une espèce rustique mais elle supporte peu les sols lourds et argileux. Elle préfère les terres légères peu profondes et calcaires à condition qu'elles soient bien drainées pour se réchauffer vite au printemps et comme le blé elle donne de très bons rendements sur limons après un bon travail du sol (MOULE, 1980).

L'orge tolère une salinité de sol égale à 65‰ de NaCl dans le sol soit 10mmhos/cm (BATAMONY, 1993 in KHATIR, 2000).

Le rythme de l'absorption des matières minérales est très élevé au début de la phase et diminue de 25% après 30 jours de la levée et de 54% après 115 jours (CLEMENT, 1971).

III.1.5.4. La Fertilisation

L'azote a une influence sur la richesse du grain en protéine, sur la croissance et une augmentation du nombre des talles. (MOULE ,1980).

L'azote est apporté selon l'état de développement de l'orge, l'aspect, le peuplement—épi et le type de sol ; La dose préconisé est de 100 à 120u/ha avec :

- Un premier apport au tallage.
- Un second apport au stade montaison.(SOLTNER,1990 in Khatir 2000).

Pour la Fumure phospho-potassique , les normes sont de 80 à 100 unité de P2 O5 et de K2 O / ha (Belaid ,1986). Parfois même 150 à 180 unités / ha sont recommandées.(SOLTNER,1990 in Khatir 2000).

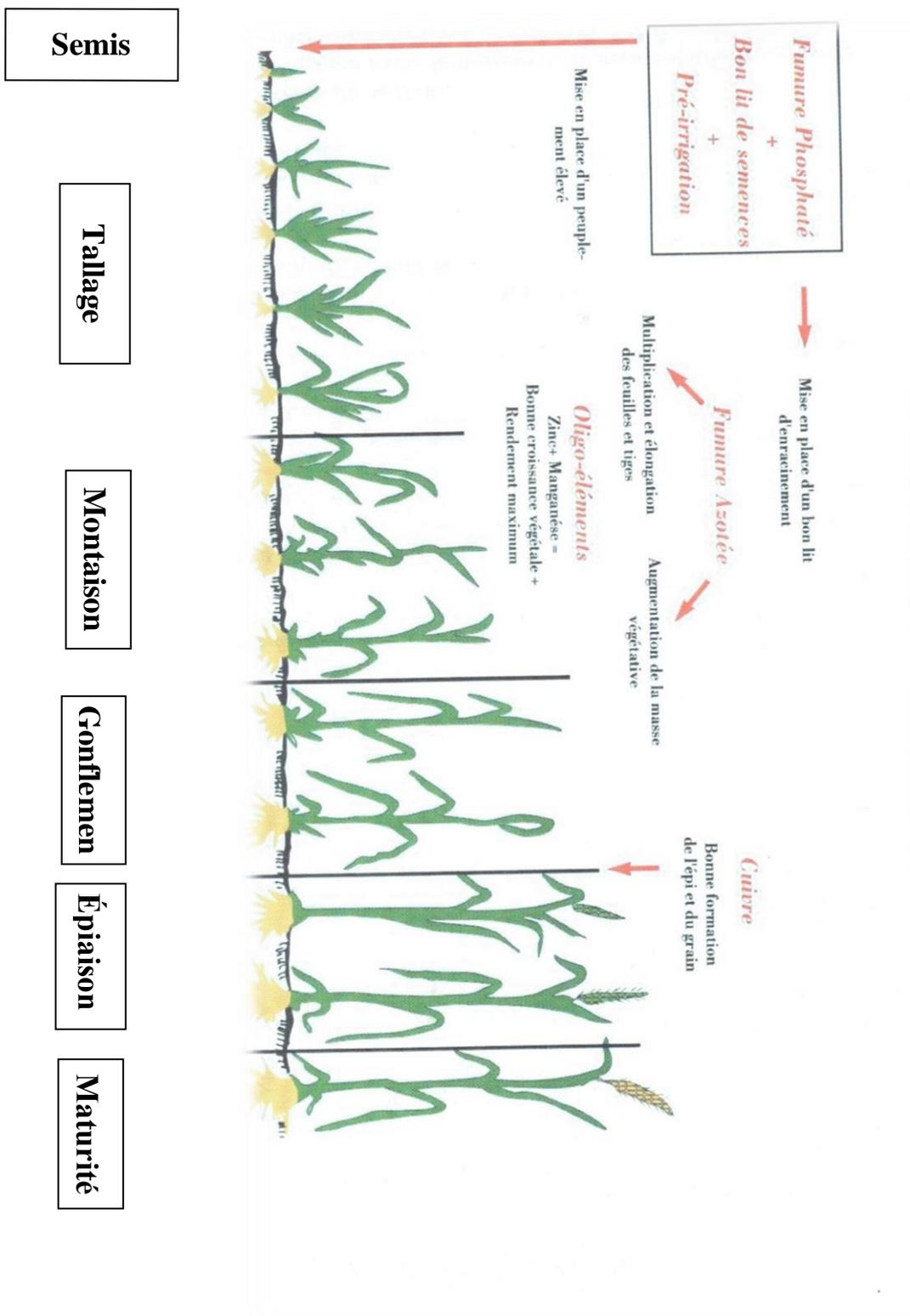


Fig 06 : Le cycle biologique de l'orge

III.1.6 Conclusion

La place de l'orge en tête des céréales secondaires s'explique par sa grande utilisation industrielle, en particulier en brasserie. Elle est cultivée pour son grain mais aussi pour sa paille et son foin qui sont les principaux aliments pour le cheptel ovin et bovin en Algérie. Son importance est due aussi à sa rusticité vis à vis du sol et de ses besoins en eau plus faible que le blé.

Pour cela, elle est très cultivée dans le bassin méditerranéen pour couvrir le déficit en alimentation surtout animale (élevage bovin, ovin,...).

III.2. Le triticales

Le blé, le riz, le maïs et l'orge ont été durant des siècles les productions céréalières de base pour l'homme et les animaux. Aujourd'hui une nouvelle espèce vient s'ajouter à cette liste et la seule créée par l'homme à savoir le "triticales" (LAPEYRONIE, 1982).

III.2.1. Origine du triticales

Le triticales constitue un genre nouveau du point de vue botanique. Elle est une céréale artificielle issu du croisement entre le genre triticum (T. durum ou T. eastivum) avec le seigle (céréale secale), (Lapeyronie, 1982).

Pour la 1ère fois en 1875, le phytosélectionneur Ecossais A.S. Wilson obtient et décrit un triticales stérile résultant du croisement entre blé et seigle. (Benbelkacem, 1987)

Puis, W. Rimpau en 1888, a obtenu un hybride issu d'un croisement entre le blé local *Saxa* à épi rouge sans barbe avec le seigle Schansted (PFEFFER et al, 2000); En 1937, une autre étape fut franchie avec la découverte simultanée en France (GAVAUDAN) et aux USA (BLAKESLEE et AVERY) des propriétés polyploïdisantes de la colchicine qui a pour effet de doubler le nombre de chromosome des plantes et permet de franchir la barrière d'infertilité (BONJEAN et al, 1990 in HASSANI, 1997).

C'est ainsi que les travaux archaïques sur les triticales ont cessés et l'on créa les triticales de type hexaploïde et octaploïde.

➤ Le triticales octaploïde: ($2n = 56$ chromosomes)

Il est le résultat d'un croisement entre blé tendre ($2n = 42$) et seigle ($2n = 14$) et il a la structure génomique AA BB DD RR qui contient 56 chromosomes dans les cellules stomatiques dont 42 appartiennent au génome A B D provenant du blé tendre et 14 venant du seigle et ont le génome R, (ABDELMOUTALIB, 1990).

➤ Le triticale hexaploïde: ($2n = 42$ chromosomes).

Il est issu du croisement entre blé dur ($2n = 28$) et un seigle ($2n = 14$) et présente la structure génomique AA BB RR qui contient dans les cellules stomatiques 42 chromosomes dont 28 appartiennent au génome A B qui proviennent du blé dur et 14 proviennent du seigle avec le génome R.

III.2.2. L'étude botanique du triticale

III.2.2.1. Morphologie de la plante

Le triticale présente une diversité morphologique très large, il peut être à épi plus petit (7 à 10 cm), des feuilles érigées et petites ou à grand épi (10 à 15 cm) et de nombreux épillets, aristés et non aristés, ou bien en comparaison avec le *Triticum turgidum*, elles sont glabres et pubescentes.

III.2.2.1.1. La Racine

Le triticale présente des racines séminales et adventives comme ses parents mais plus développées ce qui lui confère une grande résistance aux conditions défavorables du sol. (ABBAD, 1989 in khatir, 2000)

III.2.2.1.2. La Tige

La taille du triticale est très variable avec une moyenne entre 80 cm et parfois jusqu'à 120 cm (HASSANI, 1997). La tige comprend 5 à 7 nœuds avec les premiers entrenœuds qui sont souvent remplis d'un tissu parenchymateux et sont plus courts que ceux de la partie supérieure de la tige, (ABBAD, 1989).

III.2.2.1.3. La Feuille

Le triticale présente une feuille formée d'une gaine, d'un limbe, d'une ligule et d'oreillettes ; La couleur des feuilles est verte foncée couverte d'une couche de cire ou bien verte jaunâtre avec de petites tâches vertes (ABDELMOUTALEB, 1990).

III.2.2.1.4. L'inflorescence

C'est un épi de 10 à 15 cm qui peut porter de 30 à 40 en moyenne épillets aristés portant chacun 3 à 9 fleurs dont 3 à 5 fertiles (ABBAD, 1989).

III.2.2.1.5. Le grain

Le grain est un caryopse et ressemble à celui de l'espèce parentale avec un aspect ridé de couleur jaune marron ou jaune vert (ABDELMOUTALEB, 1990).

III.2.3. Etude biologique du Triticale

III.2.3.1. Germination des semences

La germination des semences est accélérée à une température de 22°C jusqu'à 25°C et les limites thermiques pour cette phase de développement sont comprises entre 1°C et 30°C, (GASPAR et BUTNAM, 1985)

III.2.3.2. Levée de plantes

Un à deux jours, après l'apparition des racines on peut observer un bourgeon protégeant la coléoptile, quand celui-ci atteint 6 à 7 cm de hauteur, c'est le moment de l'apparition de la première feuille (ABDELMOUTALEB, 1990).

III.2.3.3. Le Tallage

La capacité du tallage chez le triticale est élevée comme celle du seigle et plus importante que celle du blé. En moyenne 10 à 12 jours après la nouaison, les plantes arrêtent leur croissance et entrent dans une phase endogénétique ou « phase tallage».

III.2.3.4. Formation des ébauches d'épillets et épiaison

Selon, MOULE (1980) et BELAID (1986), ce stade commence au printemps, quand la température de l'air est de 10 à 15°C (soit 150 à 200 jours après la levée). Elle est suivie de l'épiaison qui commence avec la sortie de l'épi et de la dernière feuille ainsi que l'apparition des lères arêtes des premiers épillets et elle se termine quand l'épi entier est sorti (ABBAD, 1989).

III.2.3.5. Floraison et maturation

En conditions normales et d'après BUTNAM et al, (1985) cité par ABDELMOUTALEB, (1990), la floraison a lieu après 195 à 210 jours de la levée et après 7 à 15 jours de l'épiaison.

Dans un épi, la floraison commence dans la troisième partie supérieure de celui-ci et continue dans les deux sens, La maturation survient après la fécondation et sa durée est fonction des conditions climatiques et du génotype de 40 à 45 jours. Cette maturation des graines du triticale comprend les phases suivantes :

- Multiplication cellulaire interne
- L'enrichissement en glucides et lipides
- Dessiccation des grains.

III.2.4. Les exigences agronomiques

III.2.4.1. Les besoins en température, en lumière et en humidité

D'après MOULE (1980), la germination du triticale nécessite un minimum de température de 1°C, comme le blé, le seigle et l'orge. La plante tolère jusqu'à -16° C et nécessite 2200 à 2300° C durant son cycle de développement.

Les besoins en eau de l'orge sont estimés entre 300 à 350 mm/ an.

III.2.4.2. Le sol

Le triticale s'adapte assez bien sur n'importe quel type de sol, du sableux jusqu'au sol superficiel (en cours de formation) (FOSSATI, KLEIJER, 1970).

III.2.4.3. Fertilisation

Les besoins en substances nutritives des triticales pendant la période de végétation sont différents et ils sont imposés par l'état des plantes, les conditions climatiques, l'assolement et les engrais appliqués.

- Fumure azotée : 150 kg/ha selon l'état de la plante (I.T.G.C, 1995) ;
- Fumure phosphatée : 100 à 150 kg/ ha de P₂O₅ (ABBAD, 1989) ;
- Fumure potassique : la quantité pour le triticale et de 90kg/ha.

D'autres part le Ca⁺⁺ joue aussi un rôle important dans la nutrition des plantes de triticale car son insuffisance provoque un dérèglement dans la synthèse des sucres, de l'albumen, en réduisant l'intensité de la respiration et de la photosynthèse.

III.2.5. Conclusion.

L'orge et le triticale semblent être les céréales de l'avenir. Ces deux céréales peuvent constituer un atout non négligeable dans la mise en valeur des zones agro-pastorales et la croissance économique du pays Pour le développement des zones agricoles semi-arides et les régions à sols de mauvaise qualité (Lourd, salin, calcaire argileux ...), au point de vue de leur rusticité vis-à-vis du sol et de leur besoin en eau faible, (Bensalem ,1992).

L'orge supporte des climats difficiles et des sols de mauvaise qualité et c'est pourquoi il est introduit dans le milieu de la recherche et amélioration pour rentabiliser les céréales dans les zones aride et semi-aride.

Par ailleurs, le triticale, a aussi montré un fort rendement et une tolérance élevée vis à vis de la sécheresse et des maladies et une adaptation à tous les types de sol comparé à des céréales trop exigeantes en eau tel que le Maïs.

Chapitre VI :
Analyse De La
Production
Céréalière En
Algérie

IV.1. Un marché de l'aliment de base en Algérie : la production céréalière

De toutes les productions agricoles algériennes, les céréales occupent une place stratégique dans le système alimentaire et de l'économie nationale. Malgré les faibles rendements, elles constituent la base de l'alimentation de la population et représentent environ 75% des calories consommées. La demande totale de l'Algérie en céréales est environ 8 millions de tonnes par an. En raison d'une production nationale faible, la demande est couverte, en grande partie, par les importations. L'agriculture algérienne dépend fortement des conditions climatiques, qui ont une incidence considérable sur la récolte annuelle. Par exemple, durant la saison 1996, qui a connu une pluviométrie favorable, L'Algérie a récolté près de deux fois la récolte de blé de l'année 1995. Mais en 1997, par les plus mauvaises conditions climatiques de toute la décennie, la récolte de blé a diminué de près de 80%. Toutefois, indépendamment des résultats de la récolte, l'Algérie est dépendante des importations pour satisfaire ses besoins de consommation. En moyenne, la production de céréales de 2008 à 2012 est estimée à 32 millions de quintaux selon la Fao, se répartit de la façon suivante: • Blé, 19 millions de qx(60%) • Orge, 1 millions de qx(40%). La culture des céréales est pendant longtemps la spéculation prédominante de l'agriculture algérienne. (SI TAYAB .H. ;2015).

IV.2. La salinité et la production de céréales

Dans les zones arides et semi-arides, la rareté des eaux, leur salinité ainsi que celle du sol sont parmi les principaux facteurs limitant la productivité des cultures (Ashraf, 1994). Selon les estimations de la FAO (2008), la salinité touche environ un milliard d'hectares dans le monde et elle est observée sur tous les continents. En effet, parmi les 200 millions d'hectares irrigués, 45 millions sont affectés par la salinité.

En Algérie, la salinité touche une grande partie du territoire national, et y couvrent plus d'un million d'hectares (Chaabane et Benreda, 1997). Les sols salés sont concentrés Particulièrement dans les régions à climat aride et semi-aride où les possibilités d'évaporation sont considérables et les précipitations sont limitées et/ou variables, de plus, la plupart des périmètres irrigués ou ceux de la mise en valeur dans les différentes régions du pays sont à risque moyen ou élevé de salinisation, surtout en années sèches où la salinité des eaux mobilisées augmente, engendrant une salinisation croissante des sols et une perte énorme des terres agricoles.

Malheureusement, la plupart des espèces cultivées importantes sur le plan économique sont très sensibles aux conditions de salinité (Hopkins et Evrard, 2003) et ne peuvent tolérer que de faibles quantités de sel. (Tab.04)

Tableau 4 : classe de salinité des sols en fonction de leurs effets sur les plantes (Abrol et al.1988).

Classe	CE (dS/m)	Effet sur la croissance et le rendement des plantes
Non salin	0-2	Effet de la salinité négligeable.
Légèrement salin	2-4	Certaines plantes sensibles peuvent être affectées (la plupart des cultures maraichères et certaines légumineuses à graines). Les céréales ne sont pas affectées en général.
Modérément salin	4-8	La croissance et le rendement de la plupart des plantes sont restreints (les légumineuses annuelles sont très affectées. Le blé et l'avoine sont affectés).
Fortement salin	8-16	Seules les plantes tolérantes au sel ne sont pas affectées (absence des légumes annuelles, les arbres fruitiers peuvent mourir, l'orge et le seigle sont affectés).
Très fortement salin	> 16	Seul un très petit nombre de plantes tolérantes au sel ont une croissance ou un rendement satisfaisant.

Parmi les céréales importantes sur le plan agricole l'orge est la plus tolérante (Hopkins et Evrard, 2003), bien qu'elle ne soit pas considérée comme une halophyte, elle tolère cependant d'importantes quantités de sel (Maas 1986) et peut ainsi constituer une voie pour une meilleure valorisation des zones affectées par la salinité. C'est la céréale dont la distribution géographique est la plus vaste à travers le monde, cette distribution très large s'accompagne d'une diversité morphologique et adaptative très importante, qui lui permet de valoriser les sols les moins favorables où elle présente des capacités d'adaptation très

intéressantes à plusieurs stressés abiotiques (sécheresse, salinité...) et elle vient avec l'élevage ovin tirer le meilleur parti des zones marginales où la culture des blés ne réussit pas toujours à donner des rendements acceptables, ce qui lui confère une valeur stratégique dans l'alimentation animale et humaine (déprimage , grain et paille) comme plante fourragère et céréalière.

Le triticale présente des potentialités de rendements élevées dans de nombreuses régions du monde, les moins favorisées par un environnement agricole, surtout depuis les avancées spectaculaires de la recherche dans la sélection de cultivars riches en protéine, tolérants au stress salin et hydrique, et résistants à un grand nombre de maladies céréalières. Ses capacités relativement élevés d'adaptation à plusieurs contraintes sont confirmées par plusieurs auteurs (Laroche, 1981; Bensalem 1982; Wyn Jones 1984;

Touraine et Ammar, 1985; François et al, 1988; Josephides, 1993, Amiour, 2002, Bento et al. 2010). Le triticale, hybride interspécifique, réunit l'aptitude à la panification du blé et la rusticité du seigle (Goyali et al. 2002; Wos et al. 2002) ce qui représente un gain de biodiversité et un intérêt économique certain Cette céréale constitue une source de nombreux gènes à forts potentiels (rendement élevé, résistance aux maladies, tolérance au froid et à la sécheresse avec un meilleur apport en acides amines). Les résultats encourageants obtenus.

IV.2. 1.Problématique de la salinité en Agriculture

En Algérie, il n'est recensé aucune étude cartographique fiable et précise permettant de délimiter les zones touchées par la salinité des terres et la quantification de la teneur des sels dans le sol. Néanmoins il existe quelques données fragmentaires qui donnent une idée générale sur le phénomène de salinité et de la dégradation des terres. D'après SZABLOCS (1989) 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient.

Ce phénomène est observé (Fig.07) dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sbkhas (Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkhha d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zaz hrez Gharbi et Chergui, etc..) et dans le grand Sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc..).

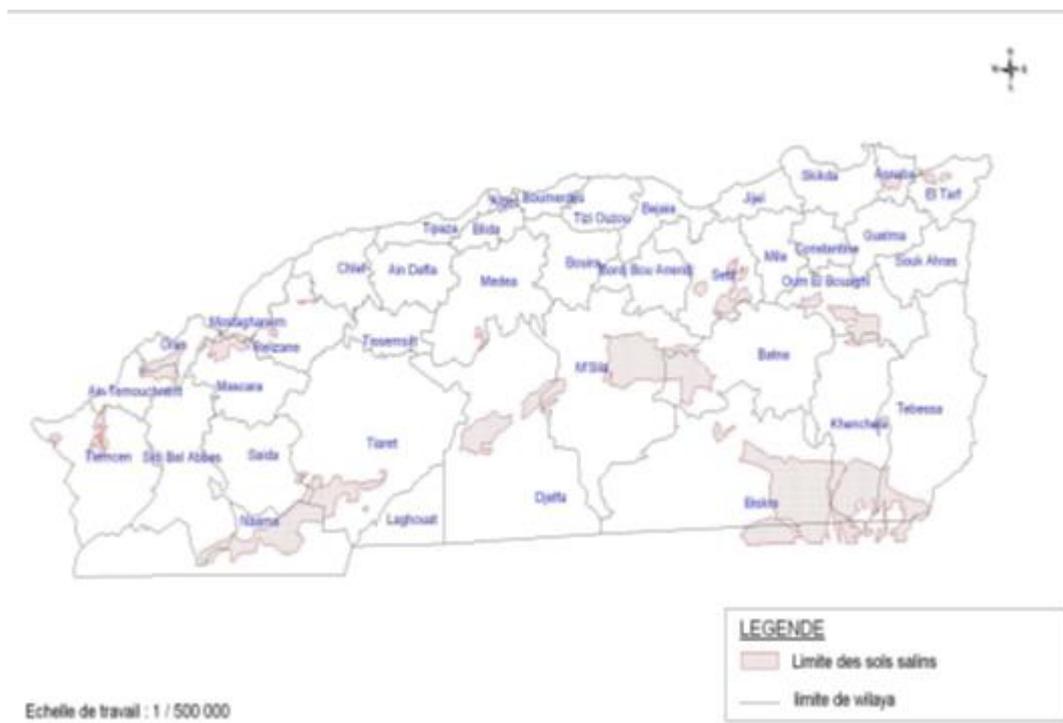


Figure 07: Carte des zones affectées par la salinité dans le nord d'Algérie (INSID, 2008)

IV.3.Importance de la culture d'Orge dans le monde et en Algérie

L'orge occupe le quatrième rang dans la production céréalière mondiale avec 136 millions de tonnes en 2007, après le blé, le maïs et le riz (Anonyme b, 2008).

En Algérie La collecte de céréales est très fluctuante et faible. Elle représente, Pour l'orge : 13% (moyenne), 2% (minimum, 2000, 2001, 2005) et 16% (maximum, 2004) (Merabet, 2011, d'après ITGC).

Dans le commerce extérieur L'écart important entre le niveau actuel de la consommation et celui de la production nationale conduit l'Algérie à importer de grosses quantités de céréales : 11 millions de tonnes en 2011, dont 3% d'orge (ces deux derniers à destination d'alimentation animale). FAOSTAT, 2013. À travers le PNDA (programme national de développement agricole) lancé au début des années 2000. Les céréales occupent 35% des Terres arables (près de 3 millions d'ha cultivés par près de 600 000 producteurs), pour une récolte moyenne de 32 millions de quintaux entre 2008 et 2012, dont 60% de blé et 40% d'orge ; Rastoin.et.Al., 2014.

C'est une espèce adaptée aux systèmes de culture pratiqués en zones arides où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole (Hakimi, 1989) (in Menad, 2009). Selon Belaid (1996), l'orge est une espèce très rustique et peut donc être cultivée dans les zones marginales à sols plus ou moins pauvres, là où le blé ne peut donner des résultats satisfaisants. En outre, cette espèce est assez intéressante compte tenu de sa tolérance au sel et à la sécheresse. L'orge est souvent considérée comme une céréale secondaire, alors qu'elle a des potentialités voisines de celle du blé (Gate et *al.*, 1996) (in Mossab, 2007). Toutefois, l'importance et les multiples usages de cette céréale lui confèrent une valeur stratégique dans l'alimentation animale comme plante fourragère et céréalière et lui permettent, en outre de jouer un rôle déterminant dans le comportement des marchés de l'ensemble des aliments du bétail (Sekkate et Leghzale, 1999) (in Mossab, 2007).

- les rendements de l'orge ont connu une augmentation de 7,03% en 2014/2015 (soit 12,8q/ha) par rapport à l'année précédente (soit 11,9q/ha).μ

Tableau 5 : Évolution des superficies, productions et rendements de l'orge dans la wilaya de TIARET de 2011 à 2016

<i>Compagne agricole</i>	<i>2011-2012</i>	<i>2012-2013</i>	<i>2013-2014</i>	<i>2014-2015</i>	<i>2015-2016</i>
Superficie orge emblavée (ha)	100467	126000	130000	135000	135000
Superficie orge récoltée (ha)	100313	124196	67514	65960	87573
Production de l'orge (qx)	1650000	2743000	850000	989400	1155400
Rendement orge	16,44	22,08	12,59	15	13,19

Fiche technique de coût de production d'un hectare d'orge (Unité: DA / Ha):

Charges	Désignation	Coût/ha de grain de consommation	Coût Total	Coût/ha de semence	Coût Total
Charges variables	Semences	3000	48548	3000	51748
	Engrais	20200		20200	
	Carburant	2212		2212	
	Produits phytosanitaires	5872		5872	
	Irrigation (Eau + énergie)	10000		10000	
	Main d'œuvre	7264		10464	
Charges fixes	Amortissement	260	6760	260	6760
	Assurance de la production	2000		2000	
	Location de la moissonneuse batteuse	4500		4500	
Charges totales			55308	58508	

Source : 2017 ITGC -

IV.4.Importance de la culture de Triticale dans le monde et en Algérie

Le triticale est une plante qui connaît sur le plan mondial une expansion rapide et dont les surfaces consacrées à sa culture sont sans cesse en augmentation. Même si cette culture fut un moment délaissée sur le plan national

Le triticale constitue une matière première intéressante pour l'alimentation animale, dans des conditions analogues au blé. Sa valeur énergétique est comparable à celle du blé et supérieure à celle des orges et du seigle ; contrairement à ce dernier, le triticale est bien accepté dans la ration et ne contient pas d'inhibiteur de croissance pour les animaux. Enfin, certaines variétés présentent une teneur en lysine (acide aminé essentiel) supérieure à celle du blé.

Selon BROUWER(1976), le triticale est une céréale bien appréciée non seulement à cause de la richesse nutritive de ses produits mais également sa plasticité et sa rusticité lui conférant tout de même des rendements satisfaisants dans des étages pédoclimatiques difficiles.

Son importance économique est accentuée par la variété de son utilisation que ce soit au niveau de l'alimentation humaine ou animale comme fourrage, il pourrait participer à combler le déficit de la production nationale afin de réduire la facture des importations des céréales.

(ANONYME, 2006) Néanmoins ,bien que le monde ne soit pas près de substituer l'un ou l'autre des céréales naturelles par le triticale ,l'emploi du grain de triticale au niveau de la meunerie et autres usages reste un créneau intéressant à exploiter.

Fiche technique de coût de production d'un hectare de triticales (Unité: DA / Ha):

Charges	Désignation	Coût/ha de grain de consommation	Coût Total	Coût/ha de semence	Coût Total
Charges variables	Semences	4200	49717	4200	52918
	Engrais	20200		20200	
	Carburant	2181		2181	
	Produits phytosanitaires	5872		5872	
	Irrigation (Eau + énergie)	10000		10000	
	Main d'œuvre	7264		10464	
Charges fixes	Amortissement	260	6760	260	6760
	Assurance de la production	2000		2000	
	Location de la moissonneuse batteuse	4500		4500	
Charges totales			56477	59678	

Source : 2017 ITGC -

IV.5.Conclusion

L'orge et le triticales peuvent constituer un atout non négligeable dans la mise en valeurs des zones agropastorales et la croissance économique du pays. Pour le développement des zones agricoles semis aride et les régions à sol de mauvaise qualité (BENSALEM M ,1992)

En fait, au niveau des champs de céréales, il n'y a pas de culture d'orge et de triticales dans des sols salins, bien que celle-ci peut être exploitée pour la culture de ces variétés et de participer à la croissance de l'économie du pays.

C'est pourquoi un travail de vulgarisation à grande échelle devait être entrepris pour mieux faire connaître cette culture aux différents acteurs du secteur agro pastoral et la faire passer de son statut actuel de curiosité scientifique à celui de culture couramment cultivée.

Partie expérimentale

Chapitre I :

Matériel et méthode

I-1 Introduction

La salinité des sols affecte négativement la production agricole, en particulier les cultures céréalières et pour lutter contre cet effet dépressif on est dans l'obligation de palier à ce fléau par différentes stratégies tel que de reconnaître et d'isoler des variétés les moins sensibles à la contrainte saline et la compréhension du mécanisme de leurs stratégies de résistance ou tolérance.

A cet effet, nous avons mené une expérimentation qui s'est déroulée en deux étapes :

- Un test de germination sous contrainte saline au laboratoire ;
- Un semis et son suivi dans un essai en pots sous serre.

I.2. Test de germination au laboratoire

I-2.1. Le but

Evaluer l'effet du Na Cl sur la faculté germinative des semences a utilisé en serre et qui appartiennent à quatre (04) variétés d'orge et deux (02) variétés de triticale.

I.2.2 Le dispositif expérimental

Le test de germination est fait dans des boites de pétri disposées en deux (02) blocs ou répétitions et chacun comporte cinq (05) lots soit cinq concentrations différentes avec respectivement eau du robinet, 0, 100, 150 et 200 mMol de Na Cl (fig.08).

Chaque lot est composé six (06) boites (06 géotypes) et dans chaque boite sont mises 25 graines à germer.

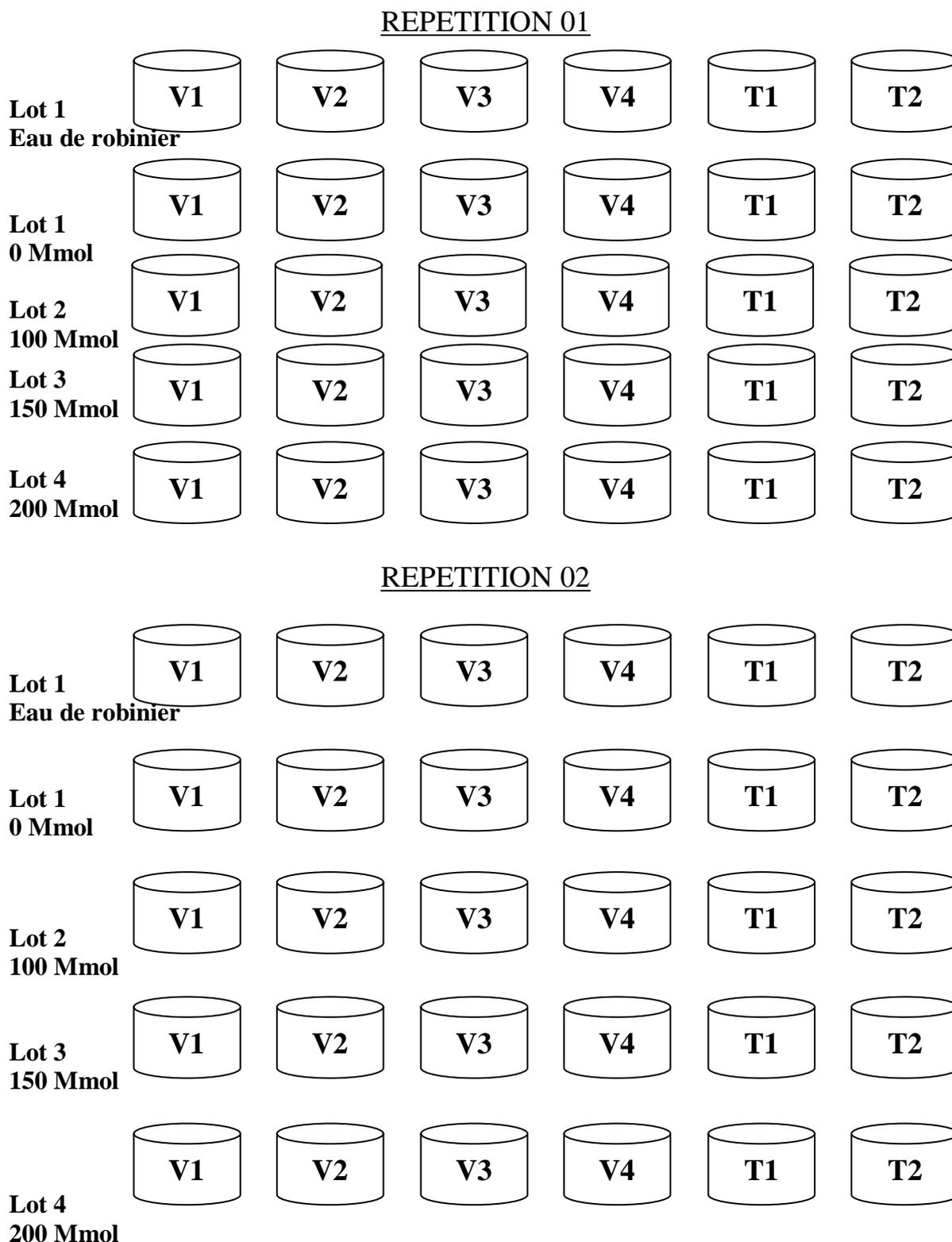
I-2.3. Les conditions de l'expérimentation

Les 25 graines à germer sont placées dans des boites de Pétri sur une rondelle de papier filtre humidifier quotidiennement (4ml / j) et sont mis à l'obscurité (ou non) à une température ambiante de 20°C . Les graines sont considérées germées dès l'apparition de la radicule.

Les milieux salins sont élaborés comme suit :

- Pour 100 mmole / l de NaCl : 5,85 g de NaCl par litre d'eau distillée ;
- Pour 150 mmole / l de NaCl : 8,77 g de NaCl par litre d'eau distillée ;
- Pour 200 mmole / l de NaCl : 11,70 g de NaCl par litre d'eau distillée ;

La germination est observée après 24h, 48h, 72h, et en fin une semaine.



V1= orge Saïda ; V3 = orge Acsad 60 T1= triticales Clercal.

V2= orge Rihane ; V4= orge Acsad 176 T2=triticales juanillo.

Fig.08 : Dispositif expérimental pour le test de germination (mM de NaCl)

L'étude a porté sur quatre génotypes d'orge et deux de triticale. Ce choix s'est basé sur le fait que ce sont deux espèces assez voisines et leurs degrés d'adaptation à la contrainte saline et hydrique sont assez remarquable.

D'autre part, certaines variétés sont locales donc acclimatées mais peu productives par rapport aux variétés introduites qui sont productives seulement dans des conditions de non stress.

Les principales caractéristiques des génotypes utilisés sont comme suit (tab.06) :

Tableau 06 : Les caractéristiques du matériel végétal utilisé.

<i>Variété</i>	<i>Origine</i>	<i>Epi</i>	<i>Grain</i>	<i>Hauteur de paille</i>	<i>Tallage</i>	<i>Cycle végétatif</i>	<i>Productivité</i>
SAIDA 183 (V1)	LOCAL (ITGC)	Lâche à barbe longue	Blanc, long Étroit et Peu ridé	Moyenne Et creuse	Moyen	Semi précoce	Bonne
RIHANE 03 (V2)	ICARDA (Syrie)	Compacte à Barbe longue et blanche	Blanc arrondi	Courte	Fort	Précoce	Bonne
ACSAD60 (Bahria) (V3)	ACSAD (Syrie)	02 rangs, Barbes très courtes	Jaune	Courte, creuse	Fort	Précoce	Bonne
ACSAD176 (Nailia) (V4)	ACSAD (Syrie)	Blanc, compact à barbes longues	Allongé jaune clair	Moyenne	Moyen	Précoce	Moyenne
CLERCAL (Méliani) (V5 ou T1)	INRA (France)	Compact à barbe longue	Roux Allongé	Haute ¼ Pleine	Moyen	Semi précoce	Moyenne
JUANILLO (CHELIA) (V6 ou T2)	CIMMYT (Mexique)	Demi lâche à ½ compacte barbe courte	Roux peu Ridé allongé	Haute et creuse	Fort	Précoce	Bonne

(Source ITGC, Tiaret)

I.3. L'essai sous serre

I.3.1. Le but de l'essai

C'est l'étude du comportement des variétés de triticale et d'orge expérimentées en situation de contrainte saline et après la suppression de ce stress pour identifier, en particulier, les caractères physiologiques et biochimiques liés à la résistance au stress salin et d'isoler les variétés les plus tolérantes à une telle contrainte.

I.3.2. L'objectif

L'objectif de ce travail est la rentabilisation et la mise en valeur dans notre pays, d'immenses terres agricoles affectées par la salinité par l'utilisation de variétés céréalières halotolérantes.

I.3.3. Les conditions de l'expérimentation



Fig.09 : Dispositif expérimental de l'essai

I.3.3.1. Localisation de l'essai

L'expérimentation a été menée dans la faculté des sciences de la nature et de la vie de Tiaret, dans une serre en plastique d'orientation Est-ouest et naturellement éclairée avec une photopériode de 12 heures.

Les conditions sont plus ou moins contrôlées avec une température moyenne de 25°C le jour et de 5 °C à 10°C la nuit, l'humidité moyenne est de 60 à 70 %.

La serre à une longueur de 16m, une largeur de 4m et la hauteur de 2,80 m et elle est disposée perpendiculairement au sens des vents dominants venants du Nord.

I.3.3.2. Le substrat

Cet essai est conduit dans des cylindres en plastique (P.V.C) d'un diamètre intérieur de 20cm et une hauteur de 40cm, peint en blanc (réflexion de la lumière), rempli chacun d'un

substrat composé d'un mélange de fumier de sable et de terre selon les proportions respectives de 1/3/1. La capacité de rétention de ce substrat est de 30 %.

I.3.3.3 Le dispositif expérimental

Les cylindres sont disposés selon un dispositif split plot à 02 facteurs (la variété et le stress salin) à deux répétitions ou blocs et chacun contient de (04) lignes composés chacune de six (06) pots soumis à quatre niveaux de salinité (fig.10) :

- Ligne avec salinité à 0 mmole / l de NaCl ;
- Ligne avec salinité à 100 mmole / l de NaCl ;
- Ligne avec salinité à 150 mmole / l de NaCl ;
- Ligne avec salinité à 200 mmole / l de NaCl

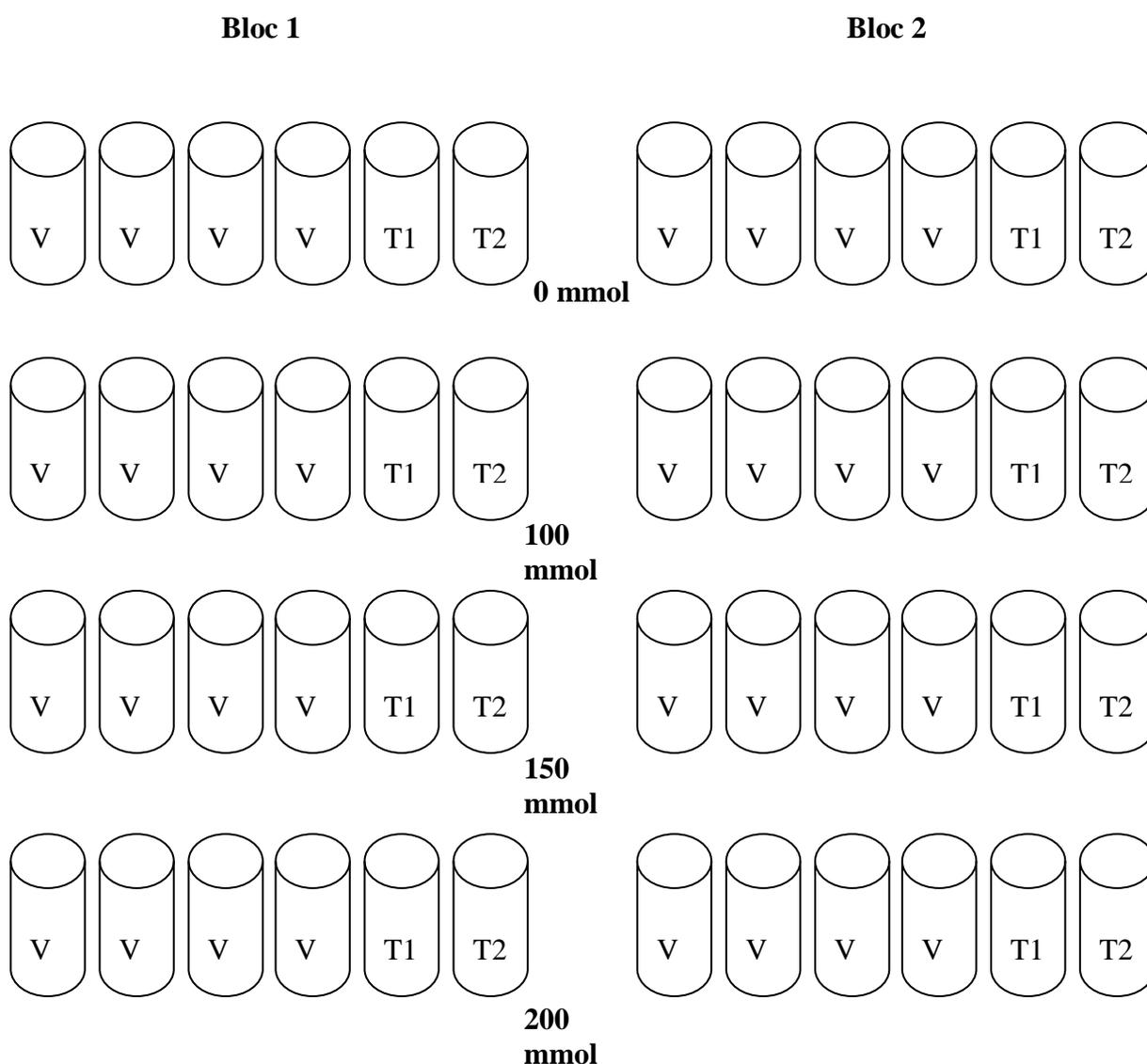


Fig. 10: Schéma du dispositif expérimental en serre, (concentration : en mMole de NaCl).

I.3.3.4. Le semis

Il a été effectué le 26/02/2017 à raison de quatre (04) graines par cylindre préalablement traitées par le soufre. A la levée, on supprime deux plants par pot sur les quatre puis au stade 2-3 feuilles le nombre de plant est ramené à un seul par cylindre.

I.3.3.5. Traitement phytosanitaire

On a pratiqué une protection contre les insectes par l'application d'un insecticide « le karaté » au stade "plein tallage" et cela pour le substrat et les semences avant le début de l'expérimentation.

I.3.3.6. L'irrigation

L'irrigation est maintenue à la capacité au champ pour la conduite en irrigué par l'apport de 250 ml d'eau toutes les 48 heures. La dose d'arrosage est calculée comme suit :

Poids du pot saturé en eau - Poids du pot après 24 heures.

La dose d'irrigation est aussi calculée comme suit :

$$Da (m^3 / ha) = \alpha (\partial_r - \partial_f) \ell_s \times ha \times Z_m.$$

Avec: α : 0,5 (dessèchement a moins de 10 jours

ℓ_s : masse volumique apparente du sol.

Da : dose d'arrosage;

Remarque 01 :

Jusqu'au stade 3-4 feuilles, on a irrigué tous les blocs avec une solution nutritive (tab.07) diluée dans l'eau distillé à raison de 2g/l.

Cette solution renferme des macro et micro éléments dosés en méq (l'équivalent = masse molaire / nombre de charges ou valence de l'ion), (VILAIN, 1987) et chaque sel apporte un ou plusieurs ions.

On prépare la solution nutritive en dissolvant les produits ou engrais chimiques dans de l'eau désionisée ou déminéralisée (si une eau naturelle est utilisée, il faut tenir compte de sa concentration ionique et remédier à d'éventuels défauts, par exemple, en détruisant les carbonates avec un peu d'acide nitrique) ; pour les macro-éléments, on prépare des solutions-mères à diluer 100 à 200 fois et pour les oligo-éléments qui seront sous forme de composés organiques ou chélats, (VILAIN, 1987) les solutions seront diluer 1000 à 10 000 fois.

Par ailleurs, elle présente des avantages tels que:

- Elle diminue et corrige les problèmes de carences;
- Elle stimule l'enracinement;
- Renforce la vigueur des plantes et améliore la qualité des cultures.

Tableau 07 : Composition chimique de la solution nutritive utilisée

<i>Eléments majeurs</i>	<i>Oligots éléments</i>
Azote.....20%	Magnésium0,4%
Phosphore.....20%	Soufre.....0,8%
Potassium20%	Bore.....300ppm
	Cuivre60ppm
	Fer (EDTA).....650ppm
	Manganèse.....650ppm
	Zinc300ppm

(Source : Vilain, 1987)

I.4. Les mesures effectuées

Les mesures et dosages sont effectués suite à un stress salin de 04 à 06 semaines puis une semaine après la suppression du stress et cela pour confirmer le rôle osmorégulateurs de certains éléments organiques et minéraux.

I.4.1. Paramètres physiologiques**I.4.1.1. La teneur relative en eau (RWC)**

La feuille prélevée est immédiatement pesée (P_i) puis trempée dans de l'eau distillée, l'ensemble placé dans un réfrigérateur à une température de 2°C pendant 12 heures. Les feuilles récupérées sont essuyées à l'aide d'un papier buvard puis La feuille est pesée à nouveau, ce qui constitue le poids de pleine turgescence (P_{pt}) puis passé à l'étuve pendant 24 heures à une température de 105 °C pendant 24 heures ce sera le poids sec (P_s).

$$\text{La teneur relative en eau est déterminée par : } RWC = \frac{P_i - P_s}{P_{pt} - P_s} \times 100$$

I.4.1.2. Le taux de déperdition d'eau (simulation de la transpiration)

Les feuilles sont trempées dans des tubes à essais remplis d'eau distillée, qu'on met à l'obscurité à 2°C pendant 12 heures. Puis les feuilles sont essuyées par un papier buvard et pesée (p_i). Ensuite, ces feuilles sont mises à sécher sur la paillasse puis pesées après 60mn (P_{60}) et 120mn (P_{120}).

Le taux de déperdition est calculé après une heure (transpiration stomatique) et après deux heures (transpiration résiduelle ou cuticulaire), selon la formule suivante :

$$RWL = \frac{P_i - P_t}{P_s} \times \frac{1}{Sf.\text{temps}}$$

I.4.2. Paramètres biochimiques

I.4.2.1 : Dosage de la proline

La méthode utilisée est celle de TROLL et LINDL (1955), améliorée par LAHRER et MAGNE (1992).

On prend 100mg de matériel végétal sur le tiers médian de l'avant dernière feuille aussitôt on lui ajoute 2ml d'éthanol à 40%. L'ensemble est chauffé au bain marie à 80°C pendant 10mn. Après refroidissement, on prélève 1mg d'extrait auquel est ajouté 1mg d'un mélange de 120ml d'eau distillée, 30ml d'acide acétique, 80ml d'acide ortho phosphorique (densité 1,7) et 25mg de ninhydrine n(C₉H₆O₄).

Ensuite, on fait bouillir pendant 30minutes, la solution de vire au rouge. On laisse refroidir et on ajoute 3ml de toluène puis on laisse refroidir pendant 2heures à l'obscurité et après avoir sécher la phase supérieure par le Na₂SO₄ anhydre on détermine la densité optique (DO) à la longueur d'onde de 528nm.

Les valeurs obtenues sont reportées sur le courbe étalon construit à partir d'échantillon contenant des quantités de prolines connues (Fig.11)

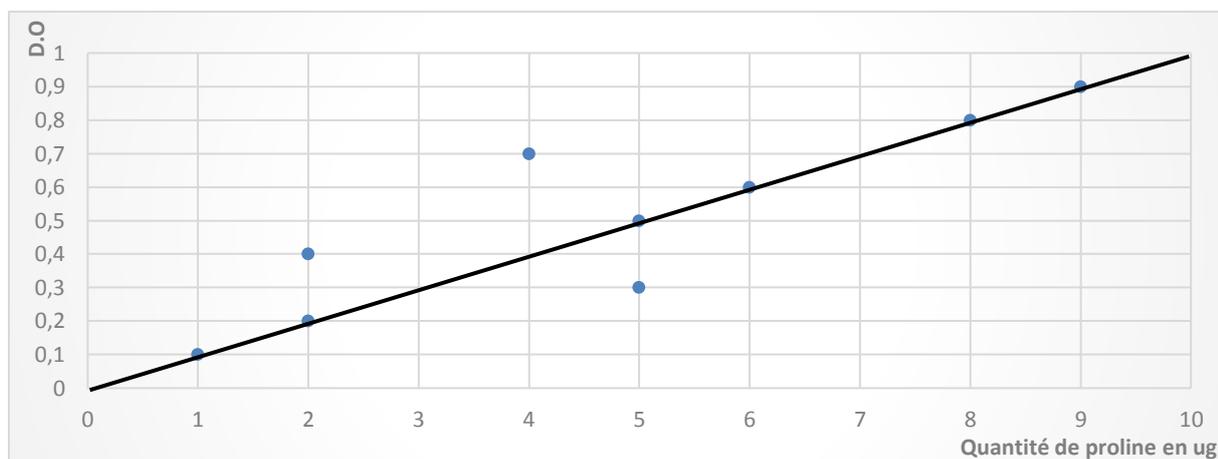


Figure 11 : Schéma De La Courbe D'étalonnage De La Proline

I.4.2.2. Dosage des sucres solubles

Les sucres sont dosés par la méthode de SCHIELDS et BURNETT (1960) par utilisation de l'anthrone en milieu sulfurique. Ce dernier concentré transforme à chaud les glucides en acides furfuriques donnant une couleur bleu-vert avec l'anthrone ou 9,10 dihydro-9-oxo-anthracene.

L'extraction des sucres solubles se fait par macération de 100mg du matériel végétal (le tiers médian de l'avant dernière feuille) dans 2,5ml d'éthanol à 80% pendant 2heures (réactif A).

Le réactif B est préparé 04 heures avant le dosage avec 0,5g d'anthrone et 250ml de H₂SO₄, puis on dilue 10 fois ce réactif par l'éthanol auquel on ajoute 4ml de réactif B et le tout est maintenu dans la glace fondante puis on agite, ensuite les tubes sont mis dans un bain marie à 92°C pendant huit minutes puis refroidis 30 mn à l'obscurité.

L'absorbance est lue à 585nm au spectrophotomètre. Les densités optiques sont converties grâce à la courbe –étalon établi d'après des doses connues de glucose.

I.4.2.3. Dosage de la chlorophylle

On écrase 100 mg de la partie médiane de l'avant dernière feuille en présence de sable et 10ml d'acétone à 80% , dans un mortier en porcelaine puis on filtre le mélange dans un tube à essai , ensuite on lit l'absorbance grâce à un spectrophotomètre selon deux longueur d'onde différentes qui correspondent aux pics d'absorbance de la chlorophylle a (663nm) et de la chlorophylle b (645nm).

Les quantités de chlorophylle a et b sont évaluées selon les formules suivantes :

$$Chl\ a = 12,7\ DO_{663} - 2,69\ DO_{645};$$

$$Chl\ b = 22,9\ DO_{645} - 4,68\ DO_{663}$$

DO: densité optique en nm.

La quantité de chlorophylle a et b exprimée en mg/ml.

I.4.2.4. Dosage des sels (K⁺ et Na⁺) : (avant et après le stress salin)

a) La minéralisation

1. Poudre végétale broyée puis séchée à 70-80 °C pendant 16 heure ;
2. Refroidir dans dessiccateur pendant 30 mn ;
3. Mettre 200 à 300 mg de poudre végétale séchée dans capsule en porcelaine ou platine ;
4. Mettre au Four à moufle à 300 °C puis on monte à 400-450 °C jusqu'à obtenir des cendres blanches (au moins 02 heures)
5. Après refroidissement des capsules, ajouter 2 ml de HNO₃ / capsule ;
6. Mettre sur plaque chauffante pour évaporer l'acide puis remettre au four à 400 °C pendant 01 heure ;

7. Les cendres sont reprises par 3 ml de HCl 6 N (50 HCl concentré 12 N + 50 eau distillée) puis filtrées sur filtre sans cendres ;
8. Rincer à l'eau chaude la capsule et le filtre puis ajuster à 50 ml (ce volume correspond à la prise initiale de poudre végétale) ;

b) Le dosage du K⁺ par spectrophotométrie à flamme:

- Diluer la solution de l'échantillon 2 à 10 fois pour avoir le K⁺ entre 50 et 200 µg / ml en milieu HCl à 2 % ;
- De préférence utiliser :air-propane ou air-Acétylene ;
- Régler la sensibilité du spectro à 760 µm pour avoir toute l'étendue de l'échelle avec sol-étalon à 200 µg de K⁺ / ml et le zéro de l'échelle avec l'eau distillée ou l'étalon à 50 µg de k⁺ / ml ;
- Photométrer successivement les solutions étalons puis les solutions analyses et à nouveau les solutions étalons

c) Le calcul des résultats :

Tracer la courbe-étalon et déterminer la concentration de K⁺ des solutions à tester :

soit * **n** = la valeur trouvée en µg ,

* **P** = poids de la prise d'essai en g

* **V** = volume solution des cendres en ml

* **D** = dilution de la solution à photométrer

$$K\% = \frac{n \times D \times V}{10^4 \times P}$$

d) Le dosage du Na⁺ : (par spectrophotométrie à flamme) ;

- Comme pour le K⁺ mais sans dilution ;
- Régler le spectro sur la raie Na 590 mµ à pour avoir l'étendue de l'échelle de 100 µg / ml (solution étalon) et l'eau à zéro ;
- Pulvériser les solutions à doser puis se reporter à la courbe d'étalonnage ;
- Solution – mère de Na⁺ et K⁺ (1 mg / ml et 0,1 mg / ml) , on dilue comme suit :

solution – mère.....	10 ml	15 ml	20 ml
Eau distillée.....	1000 ml	1000 ml	1000 ml
Na ⁺ en µg / ml.....	10	15	20
K ⁺ en µg / ml.....	0,1	1,5	20

e) Étalonnage pour le K⁺ et Na⁺ :

Solution étalon de K⁺ à 1 mg/ml: * Dissoudre 1,91g de KCl dans 1 litre de HCl à 2 % ;

- sécher à 400° pendant 01 heure, (K⁺ = 1000 µg / ml);

- Préparer à partir de la solution précédente une gamme à :
0 ; 50 ; 75 ; 100 ; 125 ; 175 ; 200 μg de K^+ / ml en milieu acide à 02 %.

Solution étalon de Na^+ à 1mg/ml : *Dissoudre 2,54g de NaCl sec / litre de HCl à 1% ;

- Préparer à partir de la solution précédente une gamme à :
- 0 ; 10 ; 25 ; 50 ; 75 ; 100 μg de Na^+ / ml en milieu acide à 01 %.

I.5 Étude statistique

Les résultats obtenus sont convertis en valeurs statistiques par le logiciel SPSS afin de déterminer le degré de signification des paramètres étudiés et leur influence sur la culture dans les conditions expérimental.

Chapitre II :

Résultat et

discussion

II-1. Introduction

La partie des « résultats et discussions » comporte des résultats statistiques qui sont interprétés pour déterminer leur degré de signification puis sont comparés avec les références bibliographiques pour tirer une conclusion sur le devenir d'osmotocums organiques et minéraux suite à la suppression d'un stress salin.

II-2. Le test de germination (essai au laboratoire) :

Les observations concernant le taux de germination ont été après 24h, 48h, 72 h et une semaine (tab. 08 et 09) pour les quatre traitements salins pratiques.

Tableau 08 : Taux de germination des géotypes utilisés

Variété	APRES 24h				APRES 48h			
	O mM	100mM	150mM	200mM	O mM	100mM	150mM	200mM
V1	4%	0	0	0	56%	32	10	2
V2	2	2	0	0	34	20	8	4
V3	14	2	0	0	94	38	38	14
V4	6	2	0	0	36	24	8	4
T1	18	8	0	0	92	92	54	14
T2	12	6	0	0	92	68	50	40

Pour les graines mises dans l'eau distillée et l'eau du robinet et après 24 heures, le taux de germination atteint 18% puis celui de 40 à 80 % après 48h et enfin celui 80 à 100 % au-delà de 72h. Aussi, on remarque que les variétés V1, V2 et V4 ont un pouvoir germinatif faible et une germination lente comparées aux variétés utilisées. (Tab.08, fig. 12).

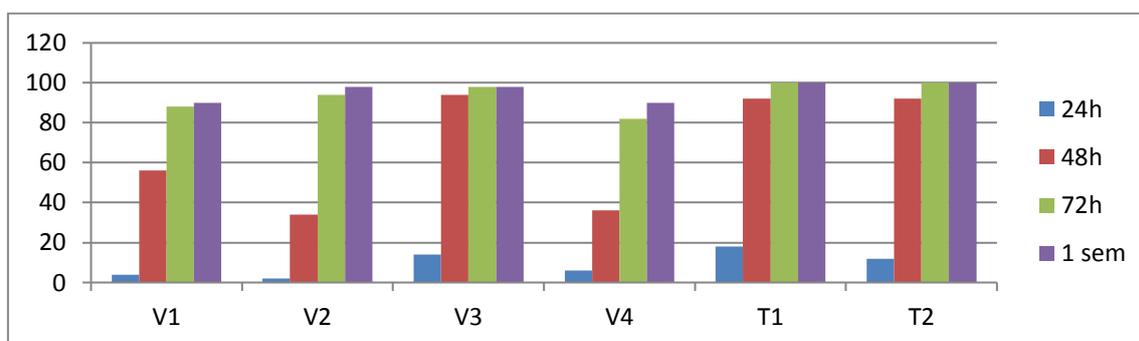


Figure 12 : histogramme comparatif du taux de germination à 0 mM de NaCl

Pour les graines mises à germer dans l'eau saline à 100 mM de NaCl, le taux de germination est nul après 24 heures sauf pour les triticales où il avoisine les 5%, puis il grimpe à 30% de moyenne variétale pour les orges et 72h, il dépasse les 80 % pour atteindre les 85 à 100 % pour tous les génotypes. (tab.8 ; fig.13).

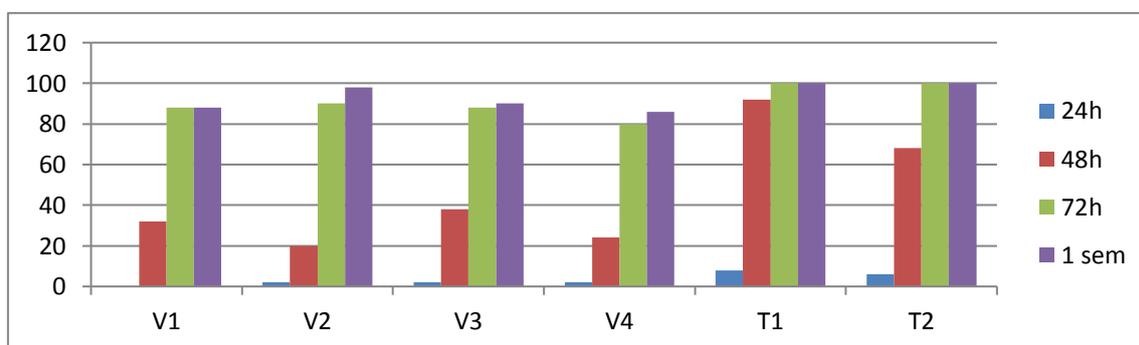


Figure 13: histogramme comparatif du taux de germination à 100 mM de NaCl

Pour les graines mises à germer dans l'eau salée à 150 mM de NaCl, le taux de germination est nul après 24 heures pour tous les génotypes, puis il passe à une moyenne de 5% pour les orges et à celle de 20 % pour les triticales et cela après 48h.

Après 72h, la moyenne est de 75% pour l'orge et de 70% pour triticales pour atteindre une moyenne de 95% après 1 semaine, mais pour l'orge la germination est inhibée par le sel et elle s'arrête à 75 - 90 % de graines germées après une semaine. (tab.9 ; fig.14).

Tableau 09 : Taux de germination des géotypes utilisés.

Variete	APRES 72				APRES 1 SEMAINE			
	0mM	100mM	150mM	200mM	0mM	100mM	150mM	200mM
V1	88o/o	88	72	22	90%	88	74	28
V2	94	90	80	12	98	98	84	40
V3	98	88	80	50	98	90	92	62
V4	82	80	78	24	90	86	82	28
T1	100	100	100	84	100	100	100	84
T2	100	100	98	58	100	100	100	62

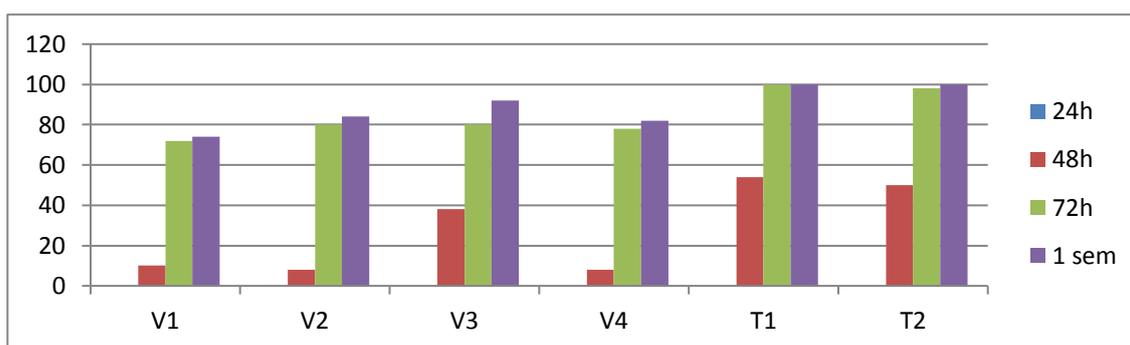


Figure 14: Histogramme comparatif du taux de germination à 150mM de NaCl

Pour les graines mises pour germer dans une solution à 200 mM de NaCl, le taux de germination est nul après 24 heures et presque nul après 48 h et cela pourtours les géotypes sauf pour le triticale juanillo qui présente environ 40 % de graines germées.

Après 72h, la moyenne est de 15 à 20% pour l'orge et de 65 à 70 % pour le Triticale pour maintenir ce taux définitivement la germination est inhibée par le sel (tab.09 ; fig.15).

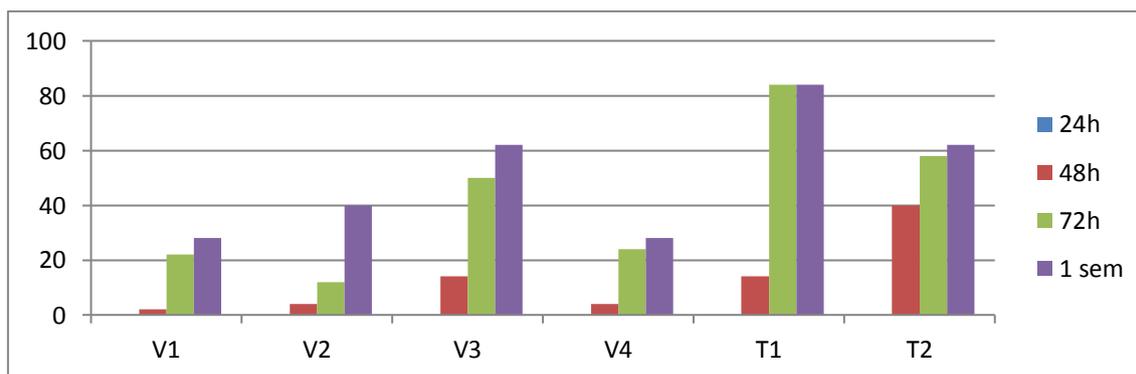


Figure 15: Histogramme comparatif du taux de germination à 200 mM de NaCl

On constate que les triticales sont moins sensibles à cette salinité par rapport à l'orge et que l'excès de sel inhibe la germination. Pour EL MEKKAOUI (1987) l'excès de sel ralentit seulement la germination et durant ce retard, la plante régule, probablement son osmolarité.

II.3. Interprétation des résultats de l'expérimentation en serre après suppression du stress salin

II.3.1. Interprétation des résultats des paramètres physiologiques

Tableau 10: Analyse de la variance des paramètres physiologiques.

	Variable	RWC(%)		RWL1(mg / cm ² / mn)		RWL2(mg / cm ² / mn)	
	Traitement	AS	SS	AS	SS	AS	SS
Moyenne	0 mM	83.091	91.39	0.601	0.58	0.418	0.34
	100 mM	84.64	88.80	0.400	0.56	0.256	0.34
	150 mM	72.32	91.53	0.768	0.37	0.720	0.23
	200 mM	84.82	85.96	0.563	0.82	0.486	0.51
Variété (f1)	TEST F	1.402	0.753	1.308	4.784	2.020	5.048
	P	0.259	0.592	0.294	0.004	0.112	0.003
Salinité (f2)	TEST F	2.036	2.755	2.306	3.540	4.380	3.901
	P	0.139	0.653	0.102	0.029	0.014	0.021
(F1xf2)	TEST F	1.799	0.461	1.290	1.787	0.326	1.668
	P	0.097	0.03	0.282	0.099	0.091	0.128

a) La teneur relative en eau (R W C) après suppression du stress

L'analyse statistique des résultats concernant la teneur d'eau initiale dans la feuille (tab.10) ne fait apparaître aucun effet variétal ou salin, mais il existe un effet d'interaction de ces deux facteurs après suppression du stress car la probabilité est de 0,3% (sachant que le seuil d'erreur admis est de 5%). L'influence de l'interaction salinité-variété explique des comportements divergents des géotypes par rapport à la salinité.

La moyenne générale est de 83,42% en situation de stress avec des variations de ce paramètre entre 90,95% pour clerical (T1) et de 63,22% pour l'orge Saida (VI) ;

Et de 89,42% après suppression du stress avec une variation de ce paramètre entre 86,88% pour l'orge Saida (VI) et de 90,96% chez le triticales Juanillo (T2).

La teneur en eau est entre 91,53 et 88,90%; pour le témoin (0g/ 1 de NaCl), elle est de 83,91 %. Cette teneur est moindre suite à la suppression du stress, avec 0,29 à 0,37 % et pour le témoin 0,33%

b) La transpiration stomatique ou (RWL1) après suppression du stress

L'analyse de la variance (tab.10) pour le paramètre de simulation de la transpiration stomatique de l'avant dernière feuille après suppression du stress montre des résultats significatifs pour le facteur variété ($p=0,004$), et pas d'influence de la salinité. D'autre part, la moyenne générale de RWL1 est de 0,59 mg/ cm² /mn en situation non salée et situation de stress 0,58 mg / cm² /mn

Les orges perdent plus d'eau que les triticales, entre 0,46mg et 0,89mg/ cm² / mn pour les orges respectives Acsad 176 (V4) et 60 (V3) et de 0,39 a 0,26 pour les triticales clercal (V5) et Juanillo (. V6)

c) La transpiration cuticulaire (RWL2) après suppression du stress

Le tableau 10 présente un effet variétal seulement avec une probabilité de 0,3% et le taux de déperdition moyen (RWL2) est de 0,28mg a 0,57mg/ cm² / mn pour les orges respectives Acsad 176 (V4) et 60 (V3) et de 0,22 a 0,16 pour les triticales clercal (V5) et Juanillo (V6).

II.3.2. Interprétation des résultats des paramètres biochimiques après suppression du stress salin

Tableau 11: Analyse de la variance des paramètres biochimiques.

	Variable	proline (μM)		sucres solubles		CHLa(mg/g)		CHLb(mg/g)	
	Traitement	AS	SS	AS	SS	AS	SS	AS	SS
Moyenne	0 mM	134,3	0,33	5,85	12,07	25,16	15,04	10,44	8,05
	100 mM	108,8	0,30	4,18	11,29	24,29	13,92	11,04	7,50
	150 mM	181,3	0,29	4,37	12,71	25,86	12,51	11,21	6,54
	200 mM	194,1	0,37	3,91	7,02	25,01	10,35	10,82	2,29
Variété (f1)	TEST F	2,128	2,189	0,637	1,826	6,573	10,88	8,117	5,186
	P	0,097	0,019	0,631	0,146	0,001	0,000	0,000	0,002
Salinité (f2)	TEST F	2,014	3,253	0,392	1,021	0,228	1,677	0,217	1,734
	P	0,139	0,039	0,034	0,401	0,878	0,199	0,883	1,734
(F1xf2)	TEST F	1,339	1,645	0,458	0,815	0,277	0,393	0,245	0,408
	P	0,250	0,134	0,940	0,653	0,994	0,971	0,997	0,962

II.3.2.1. La teneur en proline dans la feuille après suppression du stress

Concernant la teneur de proline, le tableau 11 de l'analyse de la variance montre des résultats non significatifs pour les deux facteurs et leur interaction en situation de stress mais après la suppression du stress salin les résultats sont significatifs pour les facteurs **variété** et **salinité** avec des probabilités respectives de 1,9 % et 3,9%.

La moyenne générale est de 172,66 μM et les valeurs fluctuent entre 304 μM obtenu par V5 (clercal) et 83 μM pour V1(orge saida) .

Deux semaines après la suppression du stress, la moyenne générale est de 0,32 μM et elle fluctue entre 0,29 μM obtenue chez l'orge Saida (V1) et 0,39 μM pour l'orge Acsad 176 (V4).

II.3.2.2. Analyse de la variance du taux des sucres solubles dans la feuille après suppression du stress

Le tableau 11 montre des résultats significatifs pour le facteur «salinité «Seulement avec $p = 3,4\%$ ». Après suppression du stress salin, les résultats sont non significatifs pour les deux facteurs.

II.3.2.3. Analyse de la variance des teneurs en chlorophylle a et b après suppression du stress salin

II.3.2.3.1. La teneur en chlorophylle a

Les résultats sont hautement significatifs concernant la teneur de chlorophylle "a" et le facteur "variété" pour la situation de stress et l'après- stress avec $p = 0,1\%$ et $p = 0\%$.

La moyenne générale de cette teneur est de 25,16 mg/g de M.S. avec 29,64 mg/g de MS en milieu stressée obtenu par le triticale Clercal (T1) et 19,63 obtenu par l'orge Rihane (V2). Par contre, ces valeurs diminuent après suppression du stress avec une moyenne générale de 12,96 mg/g de M.S. et des fluctuations de 18,33 mg/g de MS chez la variété Clercal (V5) et 9,65 obtenu par Rihane (V2).

II.3.2.3.2. La teneur en chlorophylle b :

Les résultats sont hautement significatifs concernant la teneur chlorophylle « b » et le facteur « variété » pour la situation de stress et l'après- stress avec $p = 0\%$ et $p = 0,2\%$

Par ailleurs, les valeurs moyennes de la quantité de cette chlorophylle montrent moins de chlorophylle (b) chez l'orge par rapport au triticale et en particulier pour l'orge Rihane

(V2) qui contient 7,63 mg/g de MS par rapport au triticale clercal (V5) qui a 16,70 mg/g de MS.

Après suppression du stress, la moyenne pour les orges varie de 4 à 6 mg/g de MS générale et elle fluctue de 8,43 à 10,61 mg/g de MS respectivement chez Juanillo (T2.) et Clercal (T1).

Par ailleurs, la quantité de chlorophylle augmente avec la salinité.

II.3.2.4. Analyse de la variance des taux de K⁺ et Na⁺ dans la feuille après suppression du stress satin :

Tableau 12 : Analyse de la variance de la teneur en K⁺ et en Na⁺ dans la feuille

	<i>Variable</i>	<i>Teneur en K⁺ (ug)</i>		<i>Teneur en Na⁺ (ug)</i>	
	Traitement	AS	SS	AS	SS
Moyenne	O mM	5,18	8,85	0,477	0,448
	100 mM	5,46	7,51	1,010	1,501
	150 mM	5,51	7,86	1,250	1,822
	200 mM	5,03	5,70	1,240	1,199
Variété (f1)	TEST F	20,69	1,809	41,4	10,59
	P	0,000	0,149	0,000	0,000
Salinité (f2)	TEST F	1,546	1,654	14,00	31,42
	P	0,228	0,203	0,000	0,000
(F1xf2)	TEST F	4,113	1,808	16,13	3,28
	P	0,001	0,089	0,000	0,005
Moyenne		6,29	7,48	0,92	2,34

a) La teneur en potassium (K⁺) dans la feuille après suppression du stress satin

Les résultats statistiques de l'analyse de la variance (tab.12) montrent qu'il existe un effet génotypique très important sur la variation de ce paramètre avec $p=0\%$, tel est le cas aussi pour l'interaction des deux facteurs (variété x salinités) avec $p=0,1\%$ en condition de stress. et après suppression du stress les résultats ne sont pas significatifs pour les facteurs « variété », « salinité » et leur interaction.

La moyenne générale est de 5,29 ug / g de M.S avec des moyennes variétales élevées de 7,37 ug / g de M.S obtenu par l'Acsad 176 (V4) et de 7,18 ug / g de M.S chez clercal (V5) et la plus faible de 3,44 ug / g de M.S pour l'orge Saida (VI) et ces moyennes augmentent en absence de stress salin en moyenne de 40 à 50%.

b) La teneur en sodium (Na⁺) dans la feuille après suppression du stress salin

Le tableau 12 indique des résultats très hautement significatifs pour les facteurs «variété», « salinité» et leur interaction en condition de stress et après stress. La moyenne générale est de 0,993 ug / g de M.S avec la plus haute quantiste pour l'orge Saida (VI) avec 1,72 ug / g de M.S et la plus faible chez les deux triticales clercal (T1) et juanillo (T2) avec pour chacun d'eux 0,25 ug / g de M.S. Deux semaines après la suppression du stress, le taux de Na⁺ diminue.

II.4. Discussions et synthèse

II.4.1. Corrélation entre les paramètres physiologiques et l'après stress salin

Tableau 13: Corrélations entre la salinité et les paramètres physiologiques

	<i>Salinité</i>		<i>RWC</i>		<i>RWL1</i>		<i>RWL2</i>	
	<i>AS</i>	<i>SS</i>	<i>AS</i>	<i>SS</i>	<i>AS</i>	<i>SS</i>	<i>AS</i>	<i>SS</i>
<i>Salinité</i>	1.000	1.000						
<i>RWC</i>	- 0,038	- 0,199	1.000	1.000				
<i>RWL1</i>	0,081	0,095	-0,409*	-0,556**	1.000	1.000		
<i>RWL2</i>	0,185	0,127	-0,330*	-0,476*	0,943**	0,975*	1.000	1.000

L'étude des relations établies (Tab. 13) ne montre pas de corrélation entre les conditions de stress et d'après stress salin, et les paramètres physiologiques ; cependant, on constate une relation négative et significative entre la teneur relative (RWC) et la déperdition d'eau avec $r = - 0,409^{**}$ (avant stress) et $r = - 0,556^{**}$ (après stress). Cela signifie qu'en situation de contrainte saline, les pertes d'eau diminuent comme cela est confirmé par de nombreux auteurs tels que WAISSEL et al, (1986); HOUCHI et COUDRET,(1994) et ZIANI, (2001) qui ont constaté que le stress salin provoque chez les plantes une réduction de la transpiration .

De nombreux travaux ont démontrés que la transpiration induit une circulation de l'eau du sol vers les feuilles et ces dernières sont capables de contrôler leurs pertes d'eau en faisant varier le degré d'ouverture des stomates par lesquels l'eau s'évapore.

II.4.2. Corrélation entre les paramètres biochimiques et le stress salin

a) Effet de suppression du stress salin et l'accumulation de proline et de sucres

Tableau 14: Corrélations entre la salinité et les paramètres biochimiques

	<i>Salinité</i>		<i>Proline</i>		<i>Sucres</i>		<i>Chl a</i>		<i>Chl b</i>	
	AS	SS	AS	SS	AS	SS	AS	SS		
<i>Salinité</i>	1.000	1.000								
<i>Proline</i>	0,249	0,099	1.000	1.000						
<i>Sucres</i>	-0,400*	-0,198	-0,250*	-0,220	1.000	1.000				
<i>Chl a</i>	0,021	-0,225	-0,233*	-0,070	0,217	0,211	1.000	1.000		
<i>Chl b</i>	0,047	-0,261 *	-0,362*	-0,033	0,217	-0,262	0,823*	0,262*	1.000	1.000

La matrice de corrélation (tab.14) montre que le stress salin est positivement corrélé avec la proline ($r = +0,249$), cet aminoacide est de 170 $\mu\text{g/g}$ de MF en contrainte saline et de 0,35 $\mu\text{g/g}$ de MF en moyenne après suppression du stress. Ce résultat se justifie par le fait qu'en absence de stress salin, cet acide amine est oxydé au fur et à mesure de sa formation et sous l'effet de stress salin, il y a inhibition de cette oxydation. D'après, BELLINGER et LAHRER (1987), la proline pourrait avoir un rôle très important dans l'ajustement du métabolisme énergétique, sa synthèse étant très liée au métabolisme des sucres et à la respiration.

Ces résultats concordent avec ceux d'EL MEKKAOUI (1987), ZIANI, (2001). La même matrice montre que le stress salin est négativement corrèle avec les sucres solubles ($r = -0,400$). En effet, quand la plante est stressée, elle réagit en accumulant beaucoup de proline et par conséquent peu de sucres solubles.

Cependant, selon, VIERA DA SILVA (1990), Le rôle des sucres solubles dans l'ajustement osmotique, en situation de stress, a par ailleurs souvent été évoqué chez les céréales.

Pour LESSANI, (1968), de nombreuses halophytes accumulent les sucres solubles et ELMEKKAOUI (1987) note une accumulation de 70 μg de proline par 100g de MS pour l'orge à 100 mmoles de Na Cl et 40 μg /100g de MS pour le blé.

Concernant les chlorophylles, elles sont négativement corrélées avec le taux de proline en situation de stress seulement $r = -0,233^*$ et $r = -0,362^*$, ce qui signifie que plus la plante accumule de proline et moins elle a de chlorophylle.

b) Effet de la suppression du stress salin sur les teneurs de K^+ et Na^+ **Tableau 15:** Corrélations entre la salinité et les sels sodium et potassium.

	<i>Salinité</i>		<i>Taux de Na^+</i>		<i>Taux de K^+</i>	
	AS	SS	AS	SS	AS	SS
<i>Salinité</i>	1.000	1.000				
<i>Taux de Na^+</i>	0,572**	0,603**	1.000	1.000		
<i>Taux de K^+</i>	-0,027	-0,212*	-0,128	-0,155	1.000	1.000

Le tableau (15) de la matrice de corrélation, fait apparaître l'existence d'une Corrélation positive entre le stress salin et le taux de Na^+ lors du stress et après celui-ci avec respectivement $r = 0,572^{**}$ et $r = 0,603^{**}$ ce qui signifie que la dynamique de ces ions est fortement liée à la salinité.

Conclusion générale

Conclusion générale

Pour parvenir à définir quelques paramètres permettant à la plante de surmonter les différents stress et en particulier celui de la contrainte saline, une étude physio-biochimique des feuilles a été entreprise pour pouvoir vérifier et pouvoir confirmer le rôle de certains composés organiques et minéraux dans l'osmorégulation de la plante stressée et cela chez quatre (04) variétés d'orges et deux (02) variétés de triticale.

D'après les résultats obtenus lors de notre expérimentation il est très apparent qu'il existe un effet de l'excès de salinité sur les géotypes car les résultats sont très variables et en particulier, on peut conclure à ce qui suit :

Les pertes d'eau diminuent en contrainte saline pour établir le phénomène de succulence et pouvoir diluer le plus d'osmoticums possibles car en situation d'après -stress la teneur d'eau relative est plus élevée mais les transpirations stomatique et résiduelle le sont aussi ;

Lors du stress salin, la teneur en proline augmente et elle de 170 ug / g de MF de moyenne en contrainte saline et deux semaines après suppression de ce stress, elle est fortement réduite et passe à 0,35 ug/g de MF; Pour les sucres, notre essai n'a pas été très concluant;

un taux élevé de Na⁺ et un taux faible de K⁺ Lors Du stress salin quelque soit la dose de sel préconisée dans le substrat et cela en particulier chez la variété d'orge locale Saida, après suppression du stress, c'est l'inverse qui se produit ;

Le taux de chlorophylle augmente légèrement sous l'effet de la salinité ;

En conclusion, on tient à rappeler que les circonstances et les moyens de l'expérimentation n'étant pas toujours parfaits ou adéquats, ces résultats et ces conclusions sont appelés à être revérifiés et améliorés.

Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

- **ABBAD,A .,1989** . Etude de cinq variétés fourragères d'hiver de triticales. Thèse- Ing Institut Agro- vétérinaire de TIARET .,pp5-20.
- ABDELMOUTALIB,D .,1990** .Etude biologique et variétale du triticales (triticosecale .w) dans les conditions écologiques de Blida .Thèse Ing ,institut Agronomique de BLIDA,74p.
- ABROL I.P., YADAV G.S.P. ET MASSOUD F.I., (1988)**. Salt-affected soils and their management. Food and Agriculture Organisation of The United Nations. Paper n° 39.Rome.131p.
- **AIT AMAR ,D ., 1979**. la production des semences certifiées de céréales à paille in 5th cereals Workshop. UNRD ,Alger p80-87.
- **AL-HAKIMI ,A et MONNEVEUX ,P .,1995**. Soluble sugars, praline and RWC as traits for improving drought tolerance and selection *T.polonicum* into *Tdurum* journal gent bread 49:237-244 .
- **ANONYME A., 2008** . Céréales-INPHO.
- **ASHRAF M., (1994)**. Breeding for salinity tolerance in plants. – Crit. Rev. Plant Sci. 13: 17– 42.
- **ANONYME b., 2006** . Institut techniques de grande culture. « ITGC » Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie ,2006.p121, 123,129.
- **AUBERT, G., 1975**. Les sols sodiques en Afrique du Nord .annale de L'INA., Alger ,pp 185 195.
- **AUBERT,J,PRONON.,1999**.NMR studies of metabolism in cell suspensions and tissue cultures I Nuclear Magnetic Resonance in plante biologie chochar Hilly et Feffer "p" eds American society of plant physiologists Rock ville pp :109,154.
- **BABOUR .,1994**. Étude de l'effet de la salinité sur l'accumulation des protéines en générale et la proline en particulier chez trios variétés de tomates industrielles , Thèse Ing INFSA de Mostaganem ,53p.
- **BATMONY ,K.,1993** .Adaptation of plans of saline condition in arid region , foulty of science, Cairo U
- **BELOUAZANI ,N.,1994**. Etude de comportement de quelques variétés de tomates industrielles.

- **BEN BELKACEM ,A.,1987.** Le triticales : une culture en développement , revue céréaliculture N°17.Ed I.T.G.C.HARRACH. Alger .,pp22-26.
- **BERTHOMIEU, P., CONJERO, G.,NUBLAT, A., BRACHENBURY ,W. J ., LAMBERT,C.,SAVIO,C.,UOZUMI,N.,OIKI,S.,YAMADA,K.,CELLIER,F.,GOST I,F.,SIMONNEAU,T.,ESSAH,P.A.,TESTER,M.,VERY,A.A.,SENTENAE,H.,CASS E,F.,2003.** functional analysis of AtHKT1in Arabidopsis show that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance .EMBO journa ,Vol .22 :2004-2014.
- **BINET ,P .,1983,BIGOT ,J LESAOSJ ., 1983.**Effet du Nacl sur la composition cationique de quelques fraction sus cellulaire de racines de haricot et de cochléaria onglca , Physiologie végétale PP 121,13.
- **BLAID ,D.,1986.** Aspect de la céréaliculture Algérienne .Ed .O.P.U .ALGER 207P.
- **BOURAOUI N.,GRISSON .,ZIDE E .,1998.** Effet de Nacl sur la croissance et la respiration racinaire du triticales (tricosécalee W)cahier de sécheresse N° 5 Ed john LIBBEY eurotext .paris 1 page .
- BRUN ,A.,1980.**effets comparés de différentes concentrations de NaCL sur la germination , la croissance et la composition de quelques populations de luzernes annuelles d'Algérie .Thèse doct .3ème cycle Montpellier.
- **BRN SALEM ,M.,1992.** Etude de l'orge et du triticales .Tolérance à la sècheresse des céréales en zone méditerranéenne (diversité génétique et amélioration variétale) les colloques N°64 .,Ed –I.N.R.A,PARIS,PP 275-297.
- **CHAABANE S. ET BENREDA Z., 1997.** Inventaires des sols salés d'Algérie. ANRH Pédologie. 22p
- .- **CHELLIG,R .,1992.** Les racines Ovines Algeriennes.Ed.O.P.U.80pages.
- **CHEVERRY,C.,1995.** Comportement des plantes en milieu salé compte rendu de l'ACAD d'ARGRIC de France Action n° 04.Revu Bimestrielle.Vol.81(2) :42-46.
- CLEMENT ,M .,1971.**les céréales .Ed.J.B.BAILLARD et FILS ., 2ème Ed. France, PP 10-279.
- CLEMENT,M ., GRANDCOURTE,M .,PRATS .,1970.**les céréales. Ed. J.B.BAILLARD et FILS ., ., 2ème Ed .France,351P.
- **DOGAR A M .,1980.** Méthodes d'analyse des sols salés alcalins polycopie ENESA ,Batna ,35p.
- DAOUD,A.,1981.** Contribution à l'étude de la dynamique de l'eau et des sels dans les sols irrigué du haut chellif, Thèse magister agronomique INA Alger PP16-17 .

- DAOUD,Y.,1988.** Utilisation des phosphates naturels dans la mise en valeur des sols salés ; Revue sèche N°2 ;PP17-20 .
- **DERAISSAC ,M.,1992.** Mécanismes d'adaptation à la sécheresse et maintien de productivité des plantes cultivées .
- **DJAMAL,R.,1993.** Contribution à l'étude de la salinité des sols et eaux du lac FETZARA (ANNABA).Thèse Magistère, INA Alger .
- **DOMMERGUEZ ,M et MANGENOT ,R.,1970.** Ecologie microbienne Ed . Masson, Paris.
- **DREIR,W.,1978.** Elaboration d'un test de présélection des variétés de plantes ayant une haute tolérance au en accumulant de la proline Institut d'agronomie INA Elharach ;Alger.
- **DSA ,TIARET .,2017.** L'agriculture par chiffres .
- **DUCHAUFFOUR,P.,1976.** Pédologie tome I,* pédogenèse et classification * Ed Masson et Cie ;Paris ;178P.
- **DUCHAUFFOUR,P.,1983.** Pédologie pédogenèse et classification , tome 1 .
- **DUCHAUFFOUR P , MAURCE B , BENARDS S.,1979.**Pédologie ; tome 2 Ed .Masson ;Paris.
- EL MEKKAOUI ,M.,1987.** Contribution à l'étude de la tolérance du Na CL chez le blé dur , le blé tendre et l'orge. Thèse d'état ,E.N.S.A, Montpellier FRANCE .
- EL MEKKAOUI ,M et MONNEVEUX ,PH.,1990.** Les stratégies pour l'amélioration des céréales ; séminaire international ;I.N.R.A –ICARDA Montpellier. 25P.
- EL MEZOUE D.,2001.**Etude du comportement de l'orge et du triticale sur sol salé et en contrainte hydrique (ELhmadna ,W.Relizane)à travers des paramètres morpho-anatomiques .Thèse Ing .Ins.Agro.C.U.Tiaret ; 86P.
- **F.A.O., (2008).** FAO Land and Plant Nutrition Management Service.
<http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>.
- **GAUCHER, G et BURDIN, S .,1974.**geologie , géomorphologie et hydrologie des terrains sales ,P.U.F.
- **GERMAIN,O.,1987.** Techniques instrumentales en biologie médicale ; TOME 1,LALIBERTE ,Québec PP417-418.
- **GHALEMI ,M .,1999.** Contribution à l'identification des caractères anatomiques et physio morphologiques d'adaptation à la sécheresse chez l'orge. .Thèse Ing .Ins. Agro de TIRET .58P.
- **GILLET,M.,1980.** Les graminées fourragères Ed :INRA, 306P.

- **GROUNY P ET CONILLON P.,1973.** La salinité aspect theoriques ,mode de contrôle PMH .revue horticole,142pp.3-7.
- HADJARI,S.,1999.** Etude du comportement de l'orge (Hordeum vulgare) et du triticales au double stress hydrique et salin –Thèse Ingéniorat , ISA Tiaret .
- HALITIM,A.,1988.** Sols des Régions arides d' Algérie .Ed .OPU. BENAKNOUN Alger.
- HAMZA, M. ;1967.** Influence de diverses concentration de NaCl sur le blé cultivé ;C.R.Acad .SC Paris ,PP 2375-23778
- HAMZA, M. ;1979.** Réponses des végétaux à la salinité physiologie végétale ; vol 18 Ed. Gauthier Villars.
- HASSANI,A.,1997.** Essai de comportement de l'orge(Hordeum vulgare) et de triticales (Triticum secale) exploités à double fin dans la région de sersou(Tiaret) Thèse Magister, INA ELHARACH .Alger .
- **HOPKINS,W.G.,2003.** Physiologie végétale. 2éme édition. De Boeck ,Bruscelles :61-476.
- **HOPKINS W. G. ET ÉVRARD C. M., (2003).**Physiologie végétale. De Boeck Superieur, Bruxelles, Belgique. 532 pages.
- **HAVAUX ,M .,ERNES ,M etLANNOYE,R.,1988.** sélection des variétés de blé dur(T.durum D.) et blé tendre (T.aestivum L) adaptées à la sécheresse par la mesure de la chlorophylle in vivo.Agronomia.8(3)PP.193-199.
- HOUCHI,R et COUDRET,A.,1994.** La sélection du triticales tolérant au sel cahiers*Agricultures* N°3. PP211-274.
- **INSID .,2008.** Institut National des Sols, de l'Irrigation et du Drainage. Les sols salins en Algérie. 7p.- I.T.G.C.,1995.le triticales culture et utilisation ministère de l'Agriculture .institut technique des grandes cultures .
- **I.T.G.C.,1990.** Ministère de l'Agriculture .Institut technique des grandes cultures.
- KHATIR,K.,2000.** Etude de comportement de l'orge et du triticales en sol salé et en climat aride (h'mada) à travers des paramètres morpho-biochimiques. Thèse Ing.I.S.A.TIARET .
- **LAHOUEL,H.,2014.** Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le rendement des céréales (cas de l'orge) dans la région de Hamadna à Relizane, Thèse Master Agronomie. Université Tlemcen.

- **LAPEYRONE,A.,1982.** Les productions fourragères méditerranéennes. (techniques agricoles et productions méditerranéennes)Ed.g.p maison neuve et larose, paris ,PP 118-121.
- LAGOUPIL ,JC.,1977.** Evolution de la salure du sol sous irrigation, aménagement et mise en valeur des sols salés Ing , Agr à IRAT cours polycopies ITA :Mostaganem , PP33-38.
- LAGOUPIL ,JC.,1994.** Evolution de la salure du sol sous irrigation. Aménagement et mise en cours ; ITA :Mostaganem.
- (**LAROCHE, 1981; BENSALÉM 1982; WYN JONES 1984; TOURAINE ET AMMAR, 1985; FRANÇOIS ET AL, 1988; JOSEPHIDES, 1993, AMIOUR, 2002, BENTO ET AL. 2010**). point sur le triticales en France. Ind des cereales ; n 10: 11-12.
- **LELIEVRE,F.,1999.** L'eau et les plantes.(tome 1 :L'eau Milieu Naturel Ed I.N.R.A. PP ,137-158.
- **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
- LEVITT,J.,1980.** Réponse of plants to environmental stress .vol.II ,water radiation salt and other stress Académie press. New York end .Ed.P.606.
- MAKHLOUF, A., 1998.** L'étude de la transmission héréditaire des caractères associée ou rendement au grains et de leur efficacité en sélection chez le blé dur .triticum Dest Thèse de Magister INA EL HARRACH,67p
- **MASS E.V., (1986).** Salt tolerance of plants. Applied Agricultural Research, 1, 12-26.-
- **MENADE,A.,2009. Rythme de developpement ,utilisation de l'eau et rendement de l'orge (*Hordeum vulgare. L*)** dans l'étage biochimique semi-aride. Thèse magister ,INA El Harrach ,2006.
- **MONNEVEUX ,P, CHABALIERT,C, RAMAGOSA., 1992.** Etude de l'orge en condition sèches en Espagne par l'ajustement osmotique ; tolérances à la sècheresse des céréales ; diversité génétique et amélioration variétale ;les colloques ;N° 64 ;Ed INRA Paris .
- **MORTANT-AVICE T., 2000.** Effect of NaCl about triticales and Barley ;Ed science plantarum , PP45-49.
- **MOSSAB M., 2007.** Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge (H, vulgare) en zones semi-arides et d'altitude .Thèse De magister, INA EL Harrache .2006.

- MOULE, C., 1980.** Les céréales .Ed Maison rustique , Paris .
- OMRANI ,A .,1993.** Evolution de la salinité et du CaCO₃ de l'horizon de surface dans les sols salés de H'madna (Relizane) . Thèse Ing ISA de Tiaret.
- **PFELIFFER, W, H., 2000.** Drought tolerance in bread wheat analysis of yield improvement over years in cimmyt germplasm .
- **RUDOLF A 1998.** Rapport spéciale sur le système le système mondial d'information et d'altération rapide sur l'accumulation et l'agriculture Ed ,JOHN,LEBBY . ,à eurdexte paris PP20-22.
- **SCF 1997.** Service canadien de la faune directive milieu humide Canada PP2-4.
- **SINGH ,S.C, SINHA, R. P, HADER ,D.P.,2002.** Role of lipids and fatty acids in stress tolerance in cyanobacteria .Acta Protozool.41,297-308.
- **SHAN G et FGERABEN D 1998 .**Laboratoire de la Physiologie cellulaire végétale UMP 50,CEA Universit2 francfort .
- **SIMON M 1972.** Identification et classification des variétés d'orge cultivées en France 2^{eme} Ed : S.E.I. Versaille PP7-26.
- **SI TAYAB .H. ; 2015.**les transformations de l'agriculture algérienne dans la perspective d'adhésion à l'OMC ,Thèse doctorat mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- **STREB P ET FEIROBEN 1999.** Université francfort LEGOUPIL ,J.C 1994 : Evolution et mis en cours. Polycopies ITA, Mostagenem .
- **SZABOLOCS,I.,1989.** Salt-affected soil , Boca Raton :CRC press.
- **TREMBLING ,G., 2000.** Comportement auto-écologique de *halopeplis amplexicaulis* .
- **TROLL WET LINDELY Y,J.,1995.** A phatometrie thode for the determination Moline J.Biol .Chem PP:215,655,660.
- **STEWART G R .,LEE I A.,1977.** Inhisition of proline oxidation by wether stress plant physiologie .
- **VAN HOORN ,M.,1995.** Development of soil salinity in the root zone académie publisher ; séance special du 22 mars 1995; PP65-66.
- **VILAIN, M .,1987.** La production végétale vol 1 Ed:lavoisier , paris „agriculture d'aujourd'hui, science technique application 416 p.
- **VIER DA ,SILIVA, J .,1990.** Workshop , Européen sur la physiologie la biochimie et genitique de la resistance la sècheresse chez les plants , colloque soc bpt,frances 147p.
- **WAISSSEL ,Y., 1986.**salt balance of the mangrove : Avicennia marina ; academic publisher ; Netherland ;67 p.

- **XU XING., 1994.** Comportement au stress salin de plusieurs génotypes de triticum et d'aegilops ; Montpellier ; Thèse Doctorat d'Etat.

- **ZIANI ,S .,2001 .** Comportement de l'orge et du triticales en contraintes hydriques et salines. Thèse. Ing. Institut d'agronomie, C.U. TIARET .

Annexes

ANNEXES

Tableau 19 : Résultats moyens du % d'eau relatif (RWC).

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	75,83	82,93	86,34	86,37	90,59	82,03
100	86,05	82,60	81,94	85,03	82,88	61,03
150	63,01	89,48	86,19	78,65	79,17	79,46
200	89,41	87,55	86,12	87,55	80,31	78,03

Tableau 20 : Résultats moyens du % d'eau relatif (RWC) après stress

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	96,89	93,21	93,42	64	96,89	93,21
100	92,35	78,53	93,51	88	92,35	78,53
150	86,96	90,31	90,48	92,56	86,96	90,31
200	89,04	91,44	93,99	90,27	89,04	91,44

**Tableau 21 : Résultats moyens de la 1^{ère} phase de déperdition d'eau(RWL1)
(transpiration stomatique en mg/cm²/mn)**

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	0,55	0,64	0,38	0,67	0,92	0,47
100	0,48	0,54	0,37	0,34	0,28	0,39
150	2,26	0,55	0,40	0,46	0,47	0,47
200	0,49	0,92	0,34	0,56	0,33	0,74

Tableau 22 : Résultats moyens de la 1^{ère} phase de déperdition d'eau(RWL1)**Après stress**

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	0	100	150	200	0	100
100	0,63	0,33	0,47	1,85	0,63	0,33
150	0,84	1,05	0,37	0,88	0,84	1,05
200	0,69	0,92	0,63	1,35	0,69	0,92

Tableau 23 : Résultats moyens de la 2^{ème} phase de déperdition d'eau(RWL2)**(transpiration résiduelle en mg/cm²/mn)**

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	0,35	0,34	0,20	0,48	0,82	0,32
100	0,28	0,31	0,23	0,26	0,20	0,26
150	1,70	0,58	0,33	0,37	0,43	0,31
200	0,49	0,85	0,29	0,53	0,31	0,45

Tableau 24: Résultats moyens de la 2^{ème} phase de déperdition d'eau(RWL2)**(transpiration résiduelle en mg/cm²/mn) après stress**

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	0	100	150	200	0	100
100	0,36	0,19	0,27	1	0,36	0,19
150	0,5	0,59	0,24	0,53	0,5	0,59
200	0,39	0,52	0,4	0,97	0,39	0,52

Tableau 25 : Résultats moyens du taux de proline (uM/g de MF).

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	83	194	154	186	102	87
100	138	275	151	206	185	130
150	254	171	240	187	149	107
200	140	184	104	282	304	151

Tableau 26 : Résultats moyens du taux de proline (uM/g de MF)(après stress).

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	0.33	0.25	0.36	0.35	0.40	0.29
100	0.30	0.28	0.31	0.28	0.32	0.33
150	0.26	0.26	0.32	0.34	0.25	0.32
200	0.30	0.35	0.39	0.60	0.36	0.23

Tableau 27 : Résultats moyens du taux des sucres solubles (mg/g de MS).

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	6,7	4,77	4,6	6,93	7,12	6,01
100	4,61	3,71	3,94	3,84	4,56	4,44
150	4,04	3,13	6,29	3,90	4,07	4,77
200	3,82	3,25	4,63	3,6	3,36	4,83

Tableau 28: Resultats moyens du taux des sucres solubles (mg/g de MS) après stress.

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	13,57	12,26	11,88	10,91	10,54	13,26
100	12,72	8,12	12,46	7,77	13,40	13,30
150	16,36	10,69	14,86	10,92	9,75	13,09
200	13,19	8,38	7,64	7,91	11,89	11,00

Tableau 29 :Résultats moyens du taux de chlorophylle ‘a ‘(ug/g de MF).

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	22,32	21,55	23,16	25,42	29,60	29,60
100	22,47	19,63	20,08	20,18	29,64	29,56
150	22,77	23,57	24,17	26,43	29,43	28,79
200	21,37	20,83	26,14	23,13	29,42	29,22

**Tableau 30 : Résultats moyens du taux de chlorophylle ‘a ‘ (ug/g de MF)
après stress .**

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	12,6	13,66	10,93	9,14	20,31	23,64
100	11,23	921	9,08	7,53	25,67	20,85
150	9,44	7,81	7,24	7,58	26,36	16,67
200	9,99	7,95	5,4	6,4	20,22	12,19

Tableau 31 : Résultats moyens du taux de chlorophylle ‘b ‘ (ug/g de MF).

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	9,53	7,63	8,31	10,26	14,58	12,38
100	8,61	7,87	7,95	10,41	16,70	14,75
150	9,06	9,39	8,18	12,17	15,68	13,98
200	8,52	8,55	10,22	8,41	14,70	14,57

**Tableau 32 : Résultats moyens du taux de chlorophylle ‘b ‘ (ug/g de MF).
après stress**

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	7.78	7.09	8.21	5.39	9.68	10.15
100	7.07	5.02	4.72	4.41	13.61	10.17
150	5.27	4.29	5.76	4.80	11.2	7.97
200	5.65	5.92	3.36	3.44	7.96	5.46

Tableau 33 : Résultats moyens du taux de K+(ug/g de MS) .

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	5,73	3,54	5,83	5,83	4,18	5,83
100	4,37	4,79	5,62	6,04	5,0	6,99
150	3,44	4,17	4,70	7,37	6,22	7,18
200	3,66	3,85	3,54	5,62	6,66	6,85

Tableau 34: Resultats rnoyens du taux de K+(ug/g de MS). apres stress

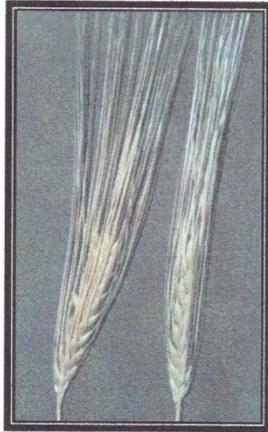
Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	10.595	8.795	8.795	8.4	6.8	9.73
100	6,67	8,4	6,935	5,865	7,995	9,2
150	6	7,065	7,595	7,465	9,195	9,86
200	5,065	5,6	6,13	11,595	7,6	8,66

Tableau 35 : Résultats moyens du taux de Na+(ug/g de MS).

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	0,98	0,25	0,61	0,49	0,25	0,25
100	1,35	1,48	1,23	1,23	0,25	0,49
150	1,48	1,48	1,10	1,97	0,49	0,98
200	1,72	1,35	1,35	1,35	0,74	0,98

**Tableau 36: Resultats rnoyens du taux de Na+ (ug/g de MS)
apres stress**

Variété	V1	V2	V3	V4	T1	T2
0mM	0.38	0.38	0.38	0.38	0.585	0.585
100	2,155	2,155	1,56	1,56	0,79	0,79
150	1,34	2,55	2,155	2,74	0,98	1,17
200	2,16	2,155	2,155	3,545	1, 17	0,79



V1 Orge Saida 183



V2 Orge Rihane 03



V3 Orge Acsad 60



V4 Orge Acsad 176



V5 Triticale Clercal



V6 Triticale Juanillo

Résumé :

Cette recherche a été effectuée dans un essai qui regroupe des variétés d'orge et de triticale dans le but de suivre le recyclage de substances organiques et minérales accumulées chez la plante par un stress salin et son effet sur le rendement.

D'après les résultats obtenues lors de notre expérimentation il est très apparent qu'il existe un effet de l'excès de salinité sur les géotypes les pertes d'eau diminuent en contrainte saline mais la teneur en proline augmente et deux semaines après suppression du stress elle est fortement réduite (0.35ug). Le taux de chlorophylle augmente légèrement sous l'effet de salinité. , Un taux élevé de Na^+ et un taux faible de potassium k^+ après suppression du stress, C'est l'inverse. Les Variétés d'orge étudiées résistent relativement excessive de sel. Salinité est une contrainte sur la rentabilité de la production.

Mots clés : variétés, orge, triticale, stress salin, rendement.

Summary

This research was conducted in a trial that groups varieties of barley and triticale in order to track the recycling of organic and mineral substances accumulated in the plant by salt stress and its effect on yield., The results obtained during our experimentation show that it is apparent that there is an effect of the excess of salinity on the genotypes the losses of water decrease in salt stress but the proline content increases and two weeks after suppression of the Stress is greatly reduced (0.35ug)., The level of chlorophyll increases slightly under the effect of salinity., A high level of Na^+ and a low potassium k^+ after stress suppression, This is the reverse., Barley varieties studied resist relatively excessive salt. Salinity is a constraint on the profitability of production.

Keywords: Varieties, barley, triticale, saline stress, yield.

المخلص:

هذه الدراسة اجريت على بعض الاصناف من الشعير والتريتكال هدفها تتبع رد فعلها تجاه تأثير الملوحة وتكيفها معها ومدى تأثيرها على مردودية الانتاج. طبقا للنتائج المتحصل عليها تبين لنا ان هذه الاخيرة تقلل من كمية الماء بينما تزيد من تكديس البرولين ويقل عند غيابها . بوجود الملح كمية الكلوروفيل ترتفع تدريجيا وتتناقص عند ازالة الملوحة. بينما جزيئات الصوديوم تتناقص والبوتاسيوم تزيد. , الاصناف المدروسة من التريتكال والشعير يقاومان نسبيا الافراط الملحي . على مردودية .

الكلمات الجوهرية : صنف, شعير, تريتكال, المرودية.