

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Réf: ... / ...

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biodiversité et Physiologie Végétale

Thème

**Effets du stress salin sur la croissance de
quelques variétés de blé dur (*Triticum durum*
Desf.) et *Atriplex halimus* L.**

Présenté par : ELKAIHEL Mohamed

Devant le jury:

Président: HAMMIA H.

MA université de Mohamed kheider Biskra

Promoteur: BOUATROUS Y.

MC université de Mohamed kheider Biskra

Examineur : GUEMMAZ F.

MA université de Mohamed kheider Biskra

Année Universitaire 2013/ 2014

Remerciement

Au terme de ce travail, fruits des années du labeur, je tiens à remercier

Sincèrement Dieu, d'avoir accordé le courage, octroyé les moyens

Et les personnes qui m'ai aidé dans son élaboration, ainsi que

Ceux qui ont bien voulu l'élaborer :

Notre promoteur Mme. Bouatrouse N., D'avoir bien voulu nous encadré tout

au

Long de cette étude de toute confiance qu'elle nous a accordée

Confiant ce travail ainsi que ses conseils scientifiques et son

Encouragement

Mme. Hammia. H pour l'honneur qu'elle nous a accordé en

Accepte de présider ce jury

Monsieur Guemaz fateh d'avoir accepté d'examiner ce travail.

A tous les enseignants du département des Sciences Exactes et des Sciences

de la

Nature et de la Vie.

A tous les techniciens du laboratoire de la Faculté.

*A tous nos collègues qui ont participé et aidé au bon déroulement de ce
travail.*

MOHAMED

Dédicaces

Bien que ce travail soit modeste, mais de tous cœur je dédie à des personnes qui mes très chères.

A ma très chère mère aïcha, la personne qui occupe la meilleur place dans mon cœur, celle qui a sacrifié sa vie pour guider mes pas vers la lumière, et qui a fait de moi ce qui je suis aujourd'hui.

A mon père said pour son soutien moral, que dieu les accorde une Longue et heureuse vie.

A mes très aimables frères.

A mes très chères sœurs.

A toute la famille.

A toute mes chers amis : Abdellah, Mohammed, Tarek, Azza, Bachir, Halim, Aïssa, Hamza, Ammar, Zinou, Azmi, Walid...

A tous mes collègues de nous promotion.

Mohamed.

Sommaire

Abréviation.....	I
Liste des figures	II
Liste des tableaux	III
Introduction.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I. Le blé dur.....	2
I.1. Définition.....	2
I.2. Classification botanique	2
I.3 .L'origine de blé	4
. L'origine Géographique.....	4
. L'origine génétique :.....	4
I. 4. Description Morphologie.....	6
I.4.1. Le grain.....	6
I.4.2. Appareil végétatif	6
A. Le système racinaire	6
B .Le système aérien	6
I.4.3. Appareil reproducteur.....	7
I.5. Le cycle biologique	9
I.5.1. La période végétative	9
I.5.2. La période reproductrice	10
I.5.3. La période de maturation :.....	10
II. L'amélioration du blé dur.....	12
II. 1 .L'objectif de la sélection.....	12
II. 2. Les méthodes de sélection.....	12
II. 2.1. Les méthodes traditionnelles.....	12
II. 2.1.1. Sélection Massal.....	12
II. 2.1.2. Sélection généalogique.....	13
II. 2.1. 3. Sélection de pédigrée	13
II. 2.1.4. Sélection de Bulk	14
II. 2.1.5. Sélection de SSD.....	14
II. 2.2. Les méthodes modernes	15

II. 2.2.1. L'haplodiploïdisation	15
II. 2.2.2. L'androgenèse (culture d'anthère)	15
II. 2.2.3. La gynogenèse (culture d'ovaire).....	15
II. 2.3. Les croisements interspécifiques ou inter génériques	16
III. Les <i>Atriplex</i>	17
III. 1. Généralité.....	17
III.2. Présentation de l' <i>Atriplex halimus</i> L.....	17
III.2.1. Origine	17
III.2.2. Systématique de l'espèce.....	18
III.2.3. Description.....	18
III.2.4. Propriétés écologiques	19
IV. La salinité	20
IV.1. Définition.....	20
IV.2. Stress salin	20
IV.3. Conséquences de la salinité sur la plante.....	20
IV.3.1. Effet de la salinité sur la germination	21
IV.3.2. Effet de la salinité sur la croissance.....	21
IV.4. Mécanismes de résistance à la salinité.....	22
IV.4.1. Exclusion	22
IV.4.2. Inclusion	22
IV.4.3. La réexcrétion.....	24
IV.4.4. Ajustement osmotique	24
Chapitre II- Matériel et méthodes	
I. Matériel et méthodes	25
I.1. Matériel Végétal.....	25
I.2 .Dispositif Expérimental.....	25
I.2 .1. Pré- germination :.....	25
I.2.2. Etude dans la serre :.....	26
I.2.3. Application du stress	26
I.3. Mesure de la croissance des plantes	27
I.3. 1. Paramètres morphologiques	27
I.3. 2. Paramètres physiologiques	27
La teneur relative (TRE %).....	27
I.3. 3. Paramètres biochimiques.....	29
A. Dosage de proline (g/l).....	29
B. Dosage des sucres totaux solubles (g/l).....	31
I.4. Analyse Statistique	31

Chapitre III- Résultats et discussion

I- Résultats	33
I.1 . La hauteur de La tige (cm)	33
I.2 . Le nombre des feuilles.....	35
I.3 . Les nombres des talles.....	37
I.4 . La surface foliaire (cm ²)	39
I.5 . La teneur relative en eau (%).....	41
I.6 . La teneur La teneur des sucres totaux solubles (g/l)	43
I.7 . La proline	45
I.8 . Les résultats de corrélation	46
I.8.1. La corrélation entre la teneur des sucres totaux solubles dans les feuilles (STS) et le nombre des feuilles (NF).....	46
I.8.2. La corrélation entre l'hauteur de tige (HT) et les nombres des feuilles (NF).....	46
I.8.3. La corrélation entre la teneur des sucres totaux solubles(STS) et le proline(PRO)	47
I.8.4. La corrélation entre la teneur relative en eau(TRE) et La surface foliaire (SUR F).....	47
I.8.5. La corrélation entre la teneur des sucres totaux solubles dans les feuilles (STS) et la surface foliaire (SUR F).....	48
I.8.6. La corrélation entre le proline dans les feuilles (PRO) et la surface foliaire (SUR F):	48
II. Discussion.....	49
<i>L'Atriplexe halimus</i>	
I. Résultats.....	52
I.1. La hauteur de La tige (cm).....	52
I.2 . Le nombre des feuilles	54
II. Discussion.....	55
Liste des références	56
Liste des Annexes.....	60

Liste des tableaux :

Tableau N°1: classification de blé dur.....	2
Tableau N°2 : la classification de l'espèce <i>Atriplex halimus</i> L.	18
Tableau N°3: l'origine de chaque variété étudiée	25
Tableau N°4 : les différentes concentrations de sels utilisées	26

Liste des figures

Figure N°1 : Origine génétique du blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.).....	3
Figure N°2: Section longitudinale d'un caryopce de blé.....	5
Figure N°3 : Les différents stades de développement du blé	8
Figure N°4 : forme générale de la courbe d'action concentration-croissance.....	20
Figure N°5 : Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes incluser ou excluser	23
Figure N°6 : Courbe d'étalonnage du proline	28
Figure N°7 : Courbe d'étalonnage du sucre.	30
Figure N°8 : les variations des longueurs des tiges en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé.....	32
Figure N°9 : les variations du nombre des feuilles en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé.....	34
Figure N°10:les variations du nombre des talles en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé.....	36
Figure N°12: les variations de la teneur relative en eau en fonction des différentes Concentrations de sel de 4 variétés de blé.	38
Figure N°11 : les variations de la surface foliaire en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé.....	40
Figure N°13 : les variations de la teneur des sucres totaux solubles en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé.....	42
Figure N°14 : les variations de la proline en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé.....	44
Figure N°15 : Le graphique de la régression enter STS et NF.....	46
Figure N°16 : Le graphique de la régression enter HT et NF.....	46

Figure N°17 : Le graphique de la régression enter STS et PRO	47
Figure N°18 : graphique de la régression enter TRE et SUR F.....	47
Figure N°19 : graphique de la régression enter STS et SUR F	48
Figure N°20 : graphique de la régression enter PRO et SUR F	48
Figure N°21 : les variations des longueurs des tiges en fonction des différentes concentrations de sel de l' <i>Atriplexe halimus</i>	51
Figure N°22 : les variations des nombre de feuilles en fonction des différentes concentrations de sel de l' <i>Atriplexe halimus</i>	53

Abréviation

- **%** : pourcent
- **C.C.L.S** : coopératives de céréales et légumes secs
- **Cir** : Cirta
- **cm** : centimètre
- **GTD** : Gta Dur
- **F1, F2, F3, F4, F5, F6** : 1ère, 2ème, 3ème, 4ème, 5ème, 6ème génération
- **I.T.G.C** : Institut technique des grandes cultures
- **mg /l**: milligramme sur litre
- **ml** : Millilitre
- **N1.....4** : Niveau de stress
- **Na Cl** : chlorelle de sodium
- **T** : Témoin
- **VIT** : Vitron
- **WAH**: Waha
- **A** : Atriplex
- **HT** : hauteur de tiges
- **NF** : nombres de feuilles
- **NT** : nombres de thalle
- **STS** : sucre totaux soluble
- **PRO** : proline
- **SUR F** : surface
- **GTD-A** : Gta Dur on en relation avec atriplex
- **Cir-A** : Cirta on en relation avec atriplex
- **WAH-A**: Waha on en relation avec atriplex
- **VIT -A**: Vitron on en relation avec atriplex

Liste de photos

Photo 1 : Les différents génotypes des grains étudiés

Photo 2 : grains désinfectés par l'eau de javel des différents génotypes étudiés

Photo 3 : La semence des variétés utilisée sur boit pétri

Photo 4 : la préparation de sol

Photo 5 : la semence grains germination

Photo 6 : stade de 4 feuilles de blé dur

Photo 7 : stade de 4 feuilles de blé dur et *Atriplex halimus*

Photo 8 : les feuilles de blé dur

Photo 9: arrachis des plants

Photo 10 : les feuilles de frais

Photo 11 : la balance avec précise

Photo 12 : Les échantillons de dosage des sucres totaux solubles

Photo 13 : Les échantillons au bain marie à 80°C

Photo 14 : vortex

Photo 15 : dosage de proline

Photo 16 : spectrophotométrie

Photo 17 : la serre

Introduction

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**).

Les zones arides et semi-arides couvrent une grande partie des pays de la frange méridionale du pourtour méditerranéen. Dans ces régions, la disponibilité des eaux, leur salinité et celle des sols sont parmi les principaux facteurs limitant la productivité végétale (**ZID et GRIGNON, 1991**). L'introduction des espèces tolérantes au stress salin est l'une des techniques utilisées pour faire face à ce problème.

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Les céréales sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (**SLAMA et al ., 2005**).

Parmi ces céréales, Le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (**BAJJI, 1999**).

L'objectif de notre travail est effets du stress salin sur la croissance des quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et *Atriplex halimus* L.

Notre mémoire est structuré en trois chapitres:

-Premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique approfondie concernant: le blé dur, et l'*Atriplex halimus*, le stress salin et les mécanismes morpho-physiologique, biochimique de la tolérance des plantes au stress salin, et les différentes méthodes d'amélioration de blé dur.

- Deuxième chapitre est réservé au matériel et méthodes

- Troisième chapitre présente les résultats obtenus dan ce travail et leur discussion.

I. Le blé dur

I.1. Définition

Le blé est l'une des premières espèces cueillies et cultivées par l'homme, depuis plus de 7000 à 10000 ans, dans le croissant fertile, zone couvrant la Palestine, la Syrie, l'Irak et une grande partie de l'Iran (CHERFIA, 2010). En termes de production commerciale et d'alimentation humaine, le blé dur est la deuxième plus importante du genre *Triticum* après le blé tendre (FEILLET, 2000).

Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) est une plante monocotylédone de la famille des graminées. C'est une espèce de constitution génomique tétraploïde ($2n=20=AABB$). Cette plante est cultivée pour son intérêt alimentaire, elle est appelée *Triticum durum* en raison de la dureté de son grain (MAKLOUF, 2008).

I.2. Classification botanique

D'après la classification proposée par (FEUILLET, 2000), le blé dur appartenant à :

Tableau N°1: classification de blé dur.

Embranchement	Spermaphytes
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Glumiflorales
Famille	Gramineae
Tribu	Triticeae
Sous Tribu	Triticineae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum Durum</i> Desf.

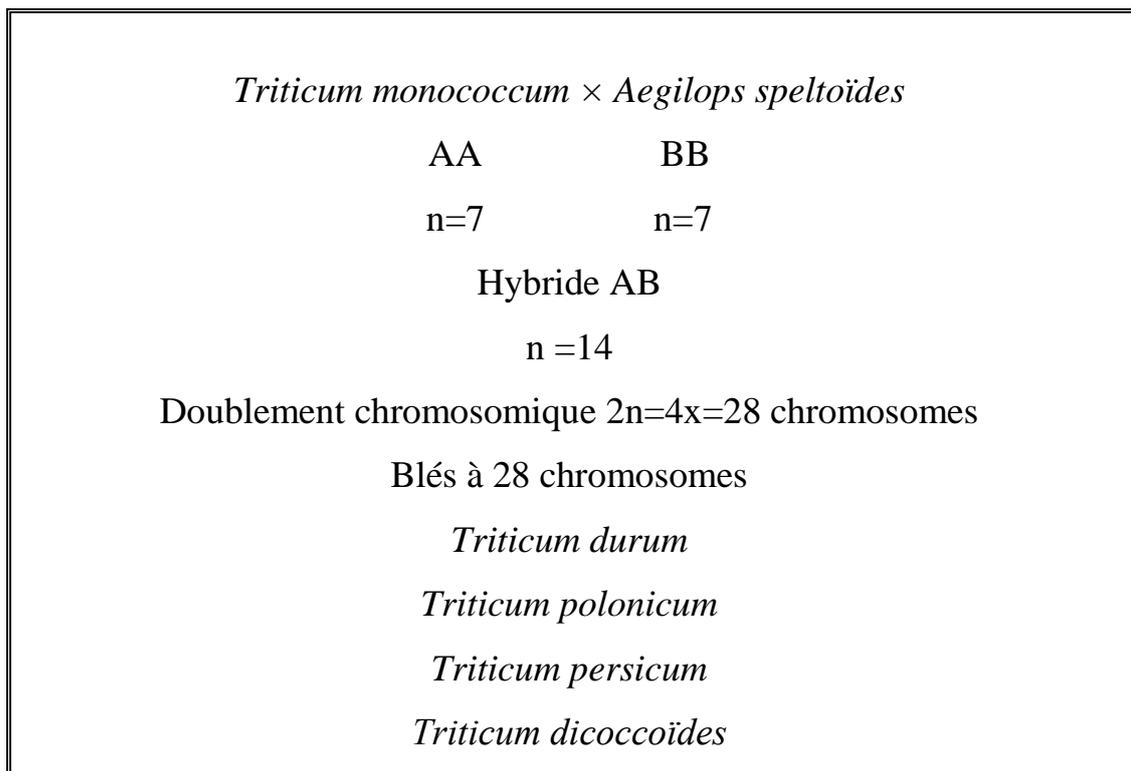


Figure N°1: Origine génétique du blé dur (*Triticum durum* Desf.) (CHERFIA, 2010).

I.3 .L'origine de blé

. L'origine Géographique

L'aire géographique du blé est le Tigre et L'Euphrate en Iraq, elle s'est étendue jusqu'au Nil en Egypte où des variétés de blé ont été découvertes dans les temples égyptiens. Par ailleurs, des peintures murales témoignent de son existence 1300 ans avant notre ère en Amérique et même en Australie. On a retrouvé en Palestine le blé sauvage à l'Est de la mer morte et dans les régions de Syrie ainsi que sur les côtes et dans les vallées Magrébines. L'espèce *Triticum durum* s'est différenciée dans trois centres secondaires différents qui sont :

- Le bassin occidental de la Méditerranée,
- Le sud de la Russie,
- Le proche Orient. (OUDJANI, 2009).

. L'origine génétique :

Les blés sauvages tétraploïdes sont largement répandus au Proche-Orient, où les humains ont commencé à les récolter dans la nature. Comparativement aux blés diploïdes, leurs grands épis et leurs gros grains les rendaient beaucoup plus intéressants pour la domestication (ANONYME, 2006).

La domestication est l'adaptation de plantes sauvages pour répondre aux besoins humains. L'agriculteur choisit empiriquement les plantes qui lui conviennent afin de les cultiver. Il s'opère donc une transformation génétique des formes domestiquées qui s'est déroulée sur des milliers d'années pour les céréales. Ainsi le moyen –orient, l'aegilops a été domestiqué dans le croissant fertile et fut à l'origine du blé actuel (MEYER et al, 2008).

La filiation génétique des blés est complexe et incomplètement élucidée. Il est acquis que le génome A provient de *Triticum monococcum*, le génome B d'un aegilops (*bicornis*, *speltoïdes*, *longissima* ou *searsii*) et le génome D les d'aegilops *squarrosa* (également dénommé *Triticum taischii*) (FEILLET, 2000).

Le blé dur est un hybride naturel de deux espèce de graminées (NABORS, 2008), Le croisement naturel *Triticum monococcum* X *Aegilops* (porteur du génome B) a permis l'apparition d'un blé dur sauvage de type AA BB (*Triticum turgidum ssp .dicoccoides*) qui a ensuite progressivement évolué vers *Triticum turgidum ssp. dicoccum* puis vers T.durum (blé dur cultivé) (FEILLET, 2000).

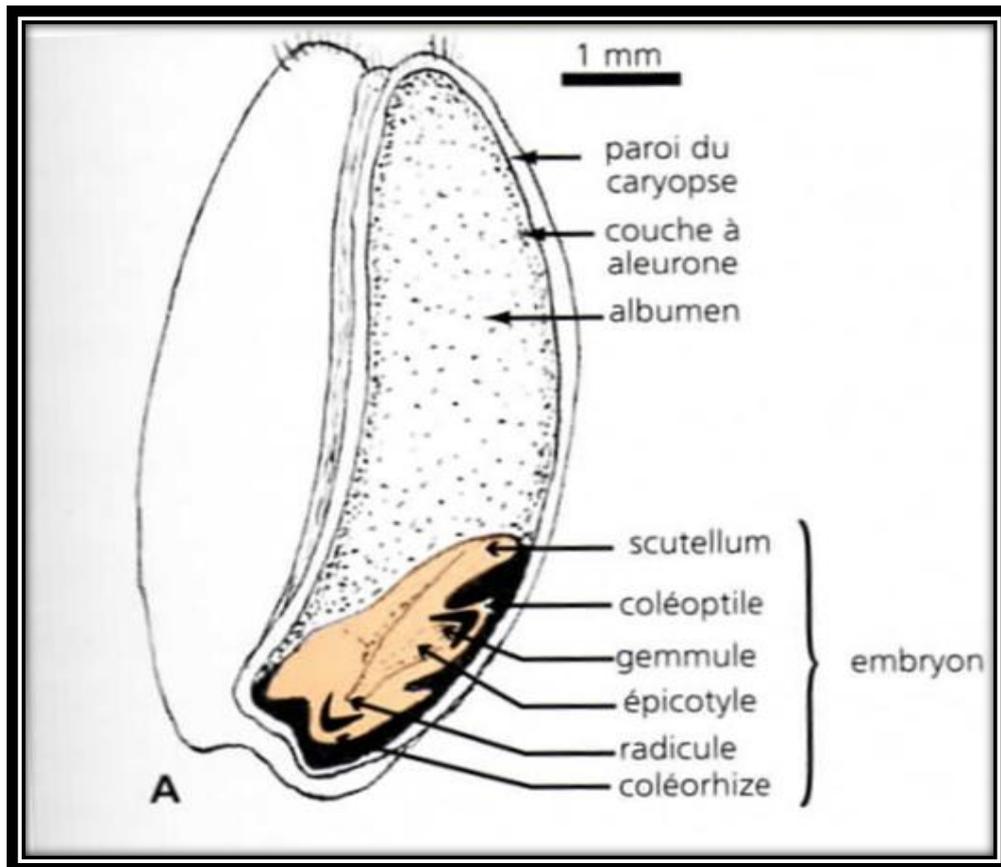


Figure N°2: Section longitudinale d'un caryopse de blé (MEYER *et al*, 2008)

I. 4. Description Morphologie

I.4.1. Le grain

Le grain du blé est un caryopse. C'est un fruit sec et indéhiscant. Il est de couleur blanchâtre à brunâtre selon l'espèce, blé dur ou blé tendre, et selon les variétés. Le caryopse de blé se compose de deux parties : l'amande et les enveloppes ou l'endosperme (Figure n°2).

a. L'amande : est formée de l'embryon à la base du grain et d'albumen qui sert de réserves, utilisées au moment de la germination. (HAMADACHE, 2001).

- **L'albumen (80-85%) :** du grain principalement amylacé et vitreux, possède à sa périphérie une couche à aleurone.

- **Le germe (3%) :** composé d'un embryon, lui-même formé des coléoptiles, de la gemmule, de la radicule, du coléorhise, de la coiffe et du scutellum.

b. Les enveloppes de la graine : sont formées de six tissus différents: épiderme du nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe la graine) cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpes et épicarpes (13%-17%) (FEILLET, 2000 et BELLEBCIR, 2008).

I.4.2. Appareil végétatif

A .Le système racinaire

Il est composé de deux systèmes racinaires successifs :

1 - Un système séminal, fonctionnel seul de la levée au début du tallage. Les racines de ce système sont au nombre de six, rarement sept (SOUILAH, 2009).

2 - Un système adventif ou coronal, apparaissant au moment où la plante émet ses talles. Ce système se substitue progressivement au précédent durant l'avancement du cycle biologique des céréales à paille. Il est de type fasciculé. Bien que moins puissant (SOLTNER, 2005).

B .Le système aérien

- La tige

Les plantes de blé sont des graminées typiques, avec des tiges courtes (NABORS, 2008). La tige est creuse et formée d'entre-nœuds, séparées par des nœuds, zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entre-nœuds et se différencient les feuilles. Chaque nœud est le point d'attache d'une feuille. La hauteur de la tige varie selon les espèces, les variétés, et les conditions de culture (SOUILAH, 2009).

Les ramifications partent toutes d'une même zone, court-nouée et située à la base de la tige, le plateau de tallage. La première talle apparue est appelée "brin-maître", et une à trois pousses axillaires appelées talle. La pousse principale produit environ sept feuille et un peu moins talles (NABORS, 2008).

- Les feuilles

Comme pour d'autres graminées, les feuilles de blé dur se composent d'une base (gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente (ligule) comportant deux petits appendices latéraux (oreillettes) (MOUELLEF, 2010). Ces sont alternes ou distiques (disposées sur deux rangs le long de la tige).

I.4.3. Appareil reproducteur

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entrenœuds. Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole. Chaque fleur parfaite est renfermée dans des structures semblables à des bractées, soit la glumelle inférieure (lemma ou lemme) et la glumelle supérieure (paléa).

Chacune compte trois étamines à anthères biloculaires, ainsi qu'un pistil à deux styles à stigmates plumeux. À maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine, soit le caryopse. Chaque graine contient un large endosperme et un embryon aplati situé à l'apex de la graine et à proximité de la base de la fleur (ANONYME, 2006).

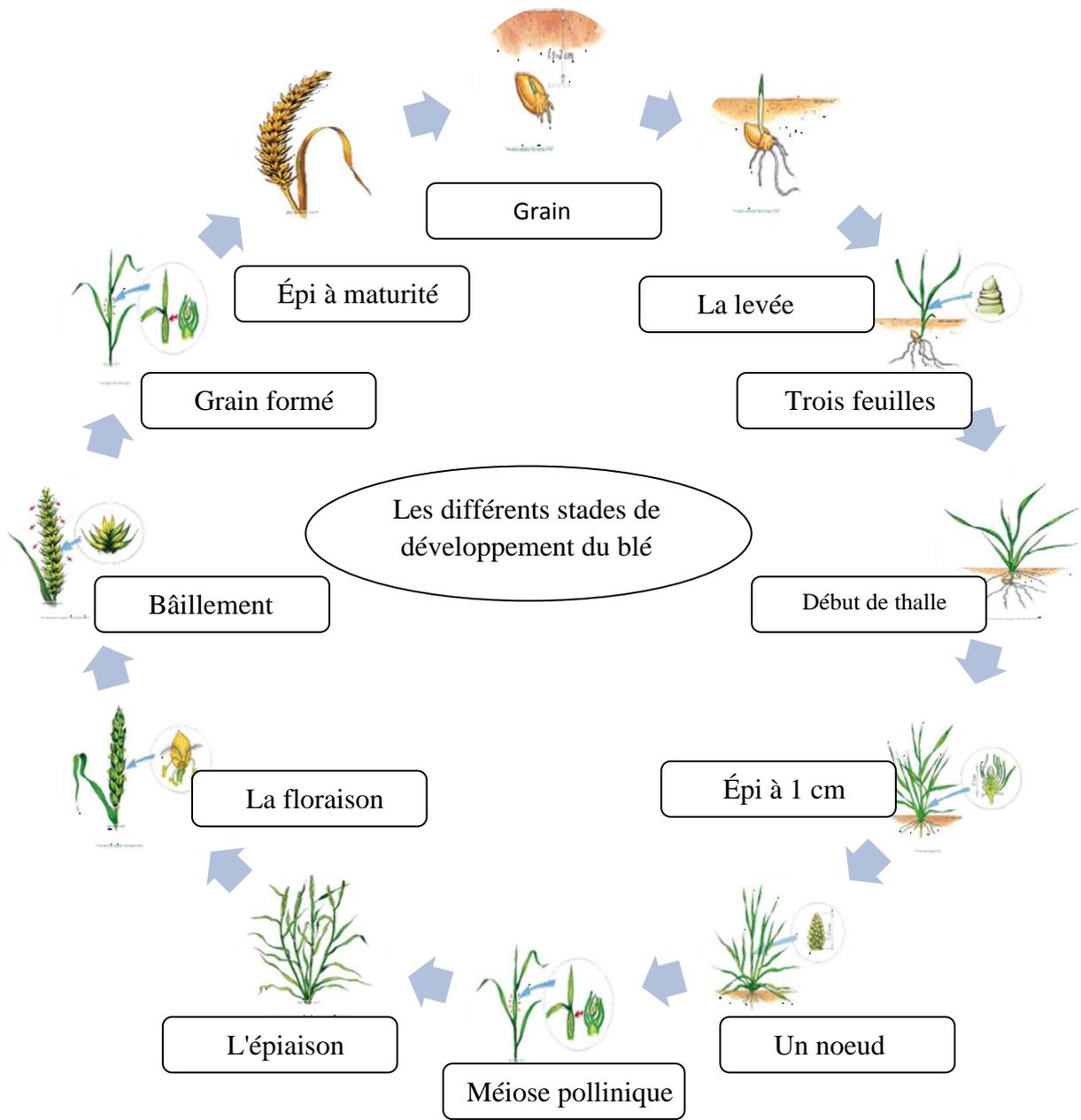


Figure N°3: Les différents stades de développement du blé (SOLTNER, 2005).

I .5. Le cycle biologique**I .5.1. La période végétative****- La levée**

C'est le premier stade du cycle de développement du blé et le début de la période végétative. Elle marque le passage à une vie autotrophe grâce à la chlorophylle contenue dans la première feuille. La sole percé par la coléoptile est un étui protecteur de la première feuille .la levée est notée quand 50% des plantes sont sorties de la terre (**HAMADACHE, 2001**).

-La coléoptile a dépassé le niveau du sol, la première feuille perce son sommet et sort par le pôle apical.

-A ce stade, le limbe de la première feuille n'est pas encore complètement déployé.

-Cette période comporte 2 phases successives :

*l'élongation du coléoptile :

Qui a pour fonction première d'amener la première feuille à la surface du sol.

*La croissance de la première feuille :

Qui d'abord perce en son sommet le coléoptile. Stade levée puis ce développe et s'étale jusqu'au stade première feuille développé (**ANONYME, 2003**).

- Le stade "3-4 feuilles

Le stade "3-4 feuilles" est une phase repère pour le développement du blé. Des bourgeons se forment à l'aisselle des feuilles et donnent des pousses – ou thalles, ou talles. Chaque thalle primaire donne des thalles secondaires. Apparaissent alors, à partir de la base du plateau de tallage, des racines secondaires ou adventives, qui seront à l'origine de l'augmentation du nombre d'épis (**LEHAVRE, 2011**).

- Le tallage :

Le tallage est caractérisé par l'entrée en croissance de bourgeons différenciés à l'aisselle de chacune des premières feuilles : il s'agit d'un simple processus de ramification.

a. Début tallage

C'est la ramification de la tige principale ou maître brin. La première talle (T1) apparaît à l'aisselle de la première feuille (F1). D'autres talle primaires naissent à l'aisselle des 2^e, 3^e et

4^e feuille du maître brin. Cette zone de ramification s'appelle le plateau de tallage. Au même temps, on note l'apparition d'une ou deux racines dites adventives. Ce sont des racines de tallage ou coronales. Le tallage est une caractéristique variétale, il dépend donc de la vitesse de la croissance de la variété, qui est elle-même sous le contrôle des facteurs externes (humidité du sol, la température, la photopériode,...) (**HAMADACHE, 2001**).

b. Fin de tallage :

La fin de tallage est celle de la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive (**HADRIA, 2006**).

I.5.2. La période reproductrice :

La période reproductrice comprend plusieurs stades :

A- le stade A, il correspond à l'initiation florale c'est-à-dire transformation du bourgeon végétative en bourgeon florale.

B- Le stade B, il marque la fin du tallage et le début de la montaison. A ce stade, la croissance des talles est stoppée et les glumes sur le jeune épi à se former.

C - La montaison, elle correspond à l'allongement des entre-nœuds, sa durée est de 28 à 30 jours.

D-L'épiation, l'épi émerge de la gaine de la dernière feuille, la formation des organes floraux est terminée et la fécondation s'effectue, la durée de ce stade est de 32 jours.

E-Le grossissement des grains, l'activité photosynthétique à ce stade est intense et la matière sèche synthétisée est destinée à l'accumulation des réserves (**SOLTNER, 2005**).

I.5.3. La période de maturation :

La teneur en humidité atteint environ 20%; le grain est mûr et prêt à être récolté, c'est alors la période des moissons (**BELLEBCIR, 2008**).

Durant cette période, les substances de réserve (amidon, matières protéiques) s'élaborent et migrent dans l'albumen. L'embryon se forme. Elle comprend trois phases principales :

. Une phase de multiplication cellulaire intense (12 à 15 jours chez le blé)

Un accroissement du poids d'eau et de matière sèche dans le grain se produit. A la fin de cette phase, l'amande encore verte a pris sa forme définitive, l'albumen est devenu laiteux : c'est le stade laiteux.

. Une phase d'enrichissement en glucides et protides (10-12 jours chez le blé)

Le poids d'eau dans le grain demeure constant : c'est le **palier hydrique**. A la fin de cette phase, l'amande c'est colorées en roux pâle; ses enveloppes résistent bien à la pression du doigt mais se déchirent à l'ongle. C'est le **stade pâteux**. Il marque la fin de la migration des réserves. La teneur en eau est alors de l'ordre de 40% du poids frais.

. Une phase de dessiccation

Une diminution rapide du poids d'eau se produit. Le grain devient demi-dur, puis dur et cassant à sur maturité : c'est le stade propice au battage. Sous nos climats, toutes les céréales à paille peuvent être récoltées à ce stade (**SOLTNER, 2005**).

II. L'amélioration du blé dur

Il existe aujourd'hui une grande diversité des blés cultivés le monde, puisque l'on peut dénombrer plus de 30 000 variétés (HELLER *et al.*, 2000).

La sélection exploite intensivement pour créer, par simples croisements entre des variétés divers des blés qui donnent des génotypes de blé dits synthétiques (SOUILAH, 2009).

II. 1 .L'objectif de la sélection

La pleine étendue de la variabilité génétique des caractères liés à la composition du grain et la résistance aux stress biotiques il existe sûrement une variabilité considérable encore inexploitée. Les sélectionneurs de blé dur mettent l'accent sur des caractères qualitatifs du grain .

Les caractères agronomiques : comprennent

- le rendement grainier.
- la tolérance à la sécheresse.
- la résistance aux maladies et aux insectes.
- la robustesse de la paille.
- L' hauteur de la plante, la résistance à la verse la récoltable (CLARKE *et al.*, 2002).

II. 2. Les méthodes de sélection

La majorité des variétés de blé dur cultivée en Amérique du Nord sont des lignées pures obtenues, soit par des cycles répétées d'autofécondation, soit par haplo diploïdisation (GAUTFICHON, 2010).

II. 2.1. Les méthodes traditionnelles

II. 2.1.1. Sélection Massal

C'est une méthode traditionnelle simple basée sur la morphologie et la mélange du ligné pure, il choisit les plantes phénotypiquement supérieures et identique utilisée pour maintenue les caractéristiques d'une variété déjà établies et aussi pour améliorer un caractère a travers d'un autre (LIBBEY, 1991).

II. 2.1.2. Sélection généalogique

Cette méthode appelée filiation en autofécondation et appelée aussi sélection individuelle (par méthode déignée pure).

Elle est caractérisée par le fait que la sélection des lignées a lieu pendant leur fixation à l'état homozygote, la sélection est faite sur la base des caractères simple comme la hauteur, le degré de précocité et la résistance aux maladies.

Cette sélection débute par le croisement de deux plantes dont les caractères jugés et intéressantes et complémentaires. Les plantes issues de ce croisement sont hétérozygotes pour un grand nombre des gènes et présence une grande variabilité de phénotype elles sont autofécondées afin de produire des plantes dont le niveau d'hétérozygotie est moins grand, au sein desquelles le sélectionneur choisit les meilleurs individus. Le cycle d'autofécondation-sélection est répété pendant 4 à 5 générations (**HAMADACHE, 2005**).

Les plantes issues de ce processus sont ensuite autofécondées et testées pendant 4 générations afin de produire des lignées fixées (**SOLTNER, 2005**).

II. 2.1. 3. Sélection de pédigrée

Dans la méthode Pédigrée, la sélection commence en F2. La procédure générale de sélection est la suivante :

- Année 1 choisir les parents et faire les croisements.
- Année 2 (F) semé 20 à 50 graines.
- Année 3 (F2) semé les F2 (2000 à 4000 plantes). Les plantes F2 sont individualisées de la graine semée en F1.
- Année 4 (F3) semé chaque plante de F2 en une ligne. Les plantes dans chaque ligne sont individualisées précédemment. Identifier les lignes supérieures et récolter les 3 à 5 meilleures plantes par ligne sélectionné.
- Année 5 (F4) semer chaque famille séparément, plante par ligne. Choisir les meilleures plantes dans les meilleures lignes et dans les meilleures familles.
- Année 6 (F5) même procédure que la F4.
- Année 7 (F6) même procédure que la F4 et la F5.
- Année 8 (F7) si la quantité de semence le commencer les essais préliminaires pour le rendement.

- Année 9-12 les lignées retenues à partir des essais préliminaires sont comparés sur la base du rendement (**HAMADOUCHE, 2005**).

II. 2.1.4. Sélection de Bulk

Cette méthode est également appelée sélection généalogique déferée car dans cette méthode, la sélection à lieu après fixation des lignées. Elle est commencée par deux parents complémentaire se sont croisés afin d'obtenir des plantes qui présentent une large gamme de variabilité sur les caractères intéressent les sélectionneurs, ces plantes sont ensuite autofécondées (**BELLEBCIR, 2008**).

II. 2.1.5. Sélection de SSD

La sélection par filiation mono graine permet de limiter la perte de variabilité génétique, ce qui la rend efficace pour les caractères peu héritable.

L'avantage de la filiation graine mono graine par rapport a la méthode BULK est que le risque de biais par sélection naturelle pendant les premières étapes de fixation de lignées est limité (**BELLEBCIR, 2008**).

Cette méthode permet aussi de gagner le temps, il n'est pas nécessaire d'attendre la maturité de toutes les graines d'une plante puisqu'une seule graine suffit, par contre elle est coûteuse. Il est possible de diminuer le nombre de cycle d'autofécondation, au détriment du niveau de fixation des lignées, et de combiner cette méthode à la méthode généalogique. La sélection SSD se réalisé par la méthode suivante :

- Année 1 choisi les parents et faire les croisements.
- Année (F1) semé 20 à 50 graines en les espaçant pour permettre a production du maximum de semence.
- Année 3 (F2) semé les F2 (2000 à 4000 plantes) en les espaçant. Récolter une graine par plante F2.
- Année 4-5 pour la génération F3 et F4, utiliser la procédure que la F2.
- Année 6 (F5) semé les F5 comme la génération précédente. Récolter chaque plante F5 séparément .
- Année 7 (F6) semé les plantes choisis chaque une par ligne et sélectionner les meilleure séparément.
- Année 8 (F7) si la quantité de semence le permet commencer les essais préliminaires pour le rendement.
- Année 9-12 essais comparatifs pour rendement (**SOLTNER, 2005**).

II. 2.2. Les méthodes modernes

II. 2.2.1. L'haplodiploïdisation

Par l'avancée des connaissances et les progrès technologiques ont depuis permis l'évolution des méthodes de sélection, l'haplodiploïdisation, dans les stratégies de sélection ouvre aujourd'hui des nouvelles perspectives à l'industrie semencière et aux agro-industries.

Avec l'haplodiploïdisation, on peut obtenir directement, c'est-à-dire en une étape, l'homozygotie et donc multiplier à l'infini (à volonté) ces lignées pures, réduisant ainsi le temps de création variétale et donc multiplier à l'infini (à volonté) ces lignées pures, réduisant ainsi le temps de création variétale et le coût de production d'une nouvelle variété (**RIBAUT *et al.*, 2002**).

Elle repose sur l'obtention de plantes haploïdes (n) à partir des organes mâles ou femelles puis sur le doublement du stock chromosomique. Ainsi, le sélectionneur va disposer de plantes diploïdes ($2n$) homozygotes où l'ensemble du génome est fixé.

II. 2.2.2. L'androgenèse (culture d'anthere)

L'androgenèse *in vitro* est une méthode de production d'haploïdes à partir de la culture *in vitro* d'anthers ou de microspores isolées. Elle consiste en la prolifération des microspores. En embryons puis en plantes haploïdes c'est-à-dire qui ne possèdent qu'un seul jeu chromosomes, au lieu de deux selon les normes chez les végétaux supérieurs. Ces individus haploïdes sont stériles car naturellement, ils ne peuvent produire de cellules sexuelles. Un traitement à la colchicine permet cependant de doubler le nombre de leurs chromosomes (**BELLEBCIR, 2008**).

On obtient alors des plantes normales, diploïdes fertiles et parfaitement homozygotes. Le doublement du jeu de chromosomes conduit en effet à donner pour chaque gène de la plante deux allèles identiques. Cela permet d'obtenir une lignée pure d'un coup, en quelques mois au lieu de passer par huit dix générations sur des années par les procédés classique de sélection (**REBETZKE *et al.*, 2002**).

II. 2.2.3. La gynogenèse (culture d'ovaire)

Elle consiste admettre en culture *in vitro* des ovaires ou des ovules non pollinies, pour la production de plantes haploïdes.

Pour la première fois en 1976, le laboratoire d'amélioration des plates haploïdes qui étaient uniquement d'origine maternelle (culture d'ovaires de blé non fécondés). Depuis,

d'autres plantes haploïdes issue de la gynogenèse ont été produites chez d'autres espèces par exemple chez le tabac et le blé tendre.

Cette méthode est moins utilisée. Elle est souvent utilisée chez les espèces qui sont récalcitrantes à l'androgenèse car ce processus ne donne qu'un très faible taux de régénération Albina, du fait que les plantes haploïdes régénérées sont d'origine uniquement maternelle (**RIBAUT *et al.*, 2002**).

II. 2.3. Les croisements interspécifiques ou inter génériques

L'hybridation interspécifique constitue une autre méthode de production des HD. Elle a été découverte par Ploquions). Il provenait d'un croisement interspécifique entre *Tritium compacteur* et *Aegilops cylindrique* (**REYMOND *et al.*, 2003**).

On peu obtenir des haploïdes après croisements entre espèces ou entre genres. En fécondant un ovule d'une espèce donnée par le pollen d'une autre espèce, sauvage et proche, il y a fécondation, mais les chromosomes incompatibles du parent pollinisateur sont rejetés naturellement. On observe le développement d'un embryon haploïde. D'embryons *in vitro* est ensuite généralement nécessaire, sinon l'embryon dégénère et meurt car il n'y a pas d'albumen fonctionnel dans le grain, parce qu'il n'y a pas eu de double fécondation. Mis en culture sur des milieux particuliers, l'embryon haploïde va se développer, les tissus vont se différencier pour donner des plantes haploïdes. Le plus bel exemple d'utilisation de cette méthode qui a déjà rendu de grands services à la sélection, est doute (**BOUATROOUS, 2012**).

III. Les *Atriplex*

III. 1. Généralité

Les plantes du genre *Atriplex* sont des halophytes présentes dans la plupart des régions du globe. Ce sont des plantes qui poussent sur des terrains riches en chlorures et nitrates (terrains salés). Ces plantes élèvent leur concentration osmotique à un niveau supérieur à celui du sol et accumulent une grande quantité de sels. Les *Atriplex* semblent actuellement les plantes les mieux adaptées pour stabiliser et augmenter la production fourragère en climat semi-aride et aride. Ils sont susceptibles de mettre en valeur des terres où la végétation naturelle est profondément dégradée et la production agricole très irrégulière; ou encore des terres chargés en sels sur les quelles peu d'espèces peuvent se développer. Leur production fourragère, bien qu'ayant un maximum en fin de printemps, peut être exploitée dans certains milieux presque, toute l'année. Le genre *Atriplex* comprend environ 417 espèces dans le bassin méditerranéen.

Par ailleurs a identifié une dizaine d'espèces en Algérie dont les plus répandues sont: *Atriplex halimus* et *Atriplex portulacata* (**BABA SIDI-KACI, 2010**).

Dans le monde, les *Atriplex* se rencontrent de l'Alaska à la Patagonie, de la Bretagne à la Sibérie et de la Norvège à l'Afrique du sud (**FRANCKET et LE HOUEROU, 1971**).

En Algérie, l'*Atriplex* est spontané dans les étages bioclimatiques semi aride et arides, les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Tébessa, Batna, M'sila, Boussaâda, Biskra, Djelfa, Tiaret, Saida...). Le genre *Atriplex* se rencontre aussi sur le littoral et même au Sahara, particulièrement dans la région de Béchar où les nappes longent les dépressions d'Oued (**BENREBIHA, 1987**).

III.2. Présentation de l'*Atriplex halimus* L

III.2.1. Origine

L'*Atriplex halimus* se développe dans l'ensemble de la région méditerranéenne, du Moyen Orient, dans l'Afrique du Nord (très commun dans le Sahara septentrional et les montagnes du Sahara central), et dans l'Europe méridionale, il est particulièrement commun dans les secteurs où le sol est salin (**H.C.D.S, 1996**).

III.2.2. Systématique de l'espèce

D'après (CHADEFAUT et EMBERGER, 1960), la classification de l'espèce *Atriplex halimus* L. dans le règne végétal est la suivante:

Tableau 2 : la classification de l'espèce *Atriplex halimus* L

Règne	Végétal
Classe	Dicotylédones
Sous- classe	Apétales
Ordre	Centrospermales
Famille	Chénopodiacées
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex halimus</i> L.

Nom vernaculaire français: **arroche halime** ou **pourpier de mer**.

Nom arabe: **G'ttaf**.

III.2.3. Description

L'*Atriplex halimus* est une plante spontanée vivace pouvant se développer au ras du sol ou prendre un arbustif vivant surtout en climat arides et semi arides (OZENDA, 1983). C'est une plante caractérisée par un important polymorphisme. Ce polymorphisme se manifeste au niveau de la morphologie des structures végétales qu'au niveau des structures reproductives. La forme des feuilles d'*Atriplex halimus* peut correspondre à celle d'autres espèces du même genre (DUTUIT et al, 1994). Il se manifeste au niveau de la dimension et la forme des feuilles des arbres fructifères et des graines, ainsi qu'un polymorphisme dans la production de la biomasse (BEN AHMED et al., 1996). Ce polymorphisme semble être une caractéristique des Chénopodiacées (OZENDA, 1983). La forme adulte d'*Atriplex halimus* est caractérisée par une hauteur pouvant atteindre jusqu'à 4 mètre (NEGRE, 1961). La plante adulte est très ramifiée, ayant un aspect blanc argenté, à tige dressé d'une couleur blanche-grisâtre, à racine blanchâtre s'orientant horizontalement pivotante en surface atteindre 3 à 5 fois la longueur de tige (BENREBIHA, 1987).

Selon la description de (**DUPERAT, 1997**), les feuilles de l'*Atriplex halimus* sont persistantes de 2 à 6 cm de long, alternes, simples entières, avec un court pétiole, ovale arrondies lorsqu'elles sont jeune, triangulaires plus au moins lancéolées ensuite ,vert argenté et plus ou moins charnues, luisantes couvertes de poils vésiculaires très riches en sel. Les fleurs sont unisexuées, monoïques jaunâtres, elles se regroupent en panicule allongées terminales. Ces inflorescences portent souvent des fleurs males à cinq pétales et cinq étamines au sommet et des fleurs femelles à la base dépourvue de périanthe. Le gynécée constitué d'un ovaire surmonté de deux styles, est enveloppé de deux bractées (**KINET et al., 1998**).

Les fruits composés par les deux bractéoles, arrondies en rênne, dentées ou entières, lisses ou tuberculeuses, droites ou recurvées. La graine est verticale, lenticulaire de couleur brune foncée de 2 mm de diamètre environ. Elle est terne et entourée de péricarpe membraneux (**NEGRE, 1961**).

Selon le même auteur, l'*Atriplex halimus* est une espèce chaméphyte ou monophanérophyte fleurissant et fructifiant à partir du mois d'avril jusqu'en novembre. C'est une plante qui préfère les sols frais, riches en humus, la multiplication se fait par semis (semis à 20°C-25°C) sur sable au printemps de mars à mai. Elle est extrêmement hétérogène et polymorphe (**BEN AHMED et al, 1996**).

L'*Atriplex halimus* comprend deux sous espèces :

- *Atriplex halimus* subsp *halimus*
- *Atriplex halimus* subsp *Schweifurthii* (**HAMDI ET ZIANI, 2000 IN MAALEM, 2002**).

III.2.4. Propriétés écologiques

- En effet, (**BELKHODJA et BIDAI, 2004**) rapportent que la germination des graines d'*Atriplex halimus* des sites de Djelfa et de Senia est inhibée dès que la concentration en Na Cl dépasse 5 g/l.

- L'*Atriplex* supporte des températures minimales de 5 à 10°C et selon (**H.C.D.S, 1996**) l'*Atriplex halimus* peut supporter jusqu'à -10°C. Selon (**FROMENT, 1972**), cette espèce peut s'adapter à des milieux divers.

- les *Atriplex* prospèrent dans les sols sableux et limoneux. les *Atriplex* prospèrent dans les sols sableux et limoneux. il préfère les sols limoneux (**BABA SIDI-KACI, 2010**).

IV. La salinité

IV.1. Définition

La salinité et la quantité globale des sels solubles contenus dans l'eau d'irrigation ou dans la solution du sol.

Cette définition tient compte du fait que :

- Les ions des sels solubles retiennent l'eau et sont à l'origine de la pression osmotique qui s'élève lorsque leur concentration augmente.
- Tous les ions en excès sont nuisibles pour les plantes (figure n°4) (SLAMA ,2004).

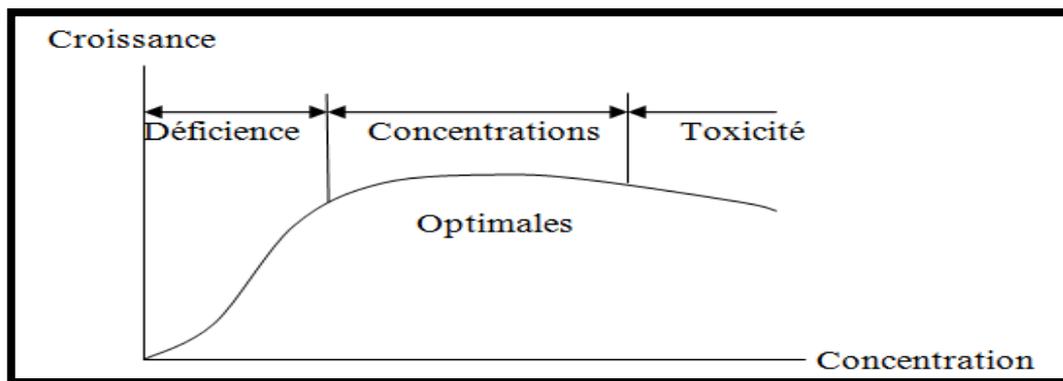


Figure N°4 : forme générale de la courbe d'action concentration-croissance (SLAMA ,2004)

IV.2. 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. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (TREMBUN, 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).

IV.3. Conséquences de la salinité sur la plante

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Les effets de la salinité sont:

L'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (ZID, 1982).

D'une façon générale, la tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou variété. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge et de l'état physiologique de l'organe. A titre d'exemple, l'orge et le blé sont particulièrement résistants à la salinité après la germination (ELMEKKAOUI, 1990).

IV.3.1. Effet de la salinité sur la germination

Les semences des glycophytes répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination. Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée.

A titre d'exemple ; le taux de germination du cotonnier chute de 70% en présence de 12 g/l de chlorure de sodium (Na Cl) et la germination des tubercules de pomme de terre peut être retardée de 3 à 7 jours selon le degré de salinité du sol (LEVIGNERON *et al.*, 1995). La luzerne qui voit sa germination affectée négativement par la présence du sel et peut être inhibée complètement à des concentrations supérieures à 15 g/l de Na Cl (CHAIBI, 1995).

La germination des plantes, qu'elles soient halophytes ou glycophytes, est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique.

- Les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination,
- Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (REJILI *et al.*, 2006).

IV.3.2. Effet de la salinité sur la croissance

L'augmentation de la salinité présente des répercussions sur une série de processus biochimiques. En effet, une absorption élevée des sels par la plante tend à réduire, plus précisément, la synthèse protéique. Ce qui résulte en une réduction de la division cellulaire et un élargissement cellulaire plus prolongé. Le taux de croissance des plantes tend à diminuer linéairement au fur et à mesure que la salinité du sol dépasse une valeur spécifique pour chaque culture (SLAMA, 2004).

Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines. La salinité accrue est accompagnée par une réduction significative dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire chez la tomate. Le taux élevé de Na Cl se manifeste par une croissance dans la biomasse des racines, tiges et feuilles et une augmentation dans le ratio partie racinaire/partie aérienne chez le coton (**BOUZID, 2010**).

IV.4. Mécanismes de résistance à la salinité

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress salin (**PIRI et al., 1994**). Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter le stress salin, qui diffèrent selon la catégorie de la plante (**BERTHOMIEU et al., 2003**).

Chez les plantes sensibles au Na Cl, le Na⁺ s'accumule dans les racines, puis exclu des feuilles, ces plantes sont dites « exclure ». A l'inverse, les plantes tolérant le Na Cl, sont dites « inclure » car elles ont en général des feuilles plus chargées en Na⁺ que les racines lorsqu'elles sont cultivées en présence de sel (**HAOUALA et al., 2007**).

IV.4.1. Exclusion

La plante empêche le sel de remonter dans la sève jusqu'aux feuilles. La présence de l'endoderme dans les racines ainsi que le transport sélectif, leur permet d'absorber les ions nutritifs utiles et de réexcréter les ions Na⁺ (**GENOUX et al., 1991**).

Quelques halophytes peuvent empêcher l'absorption excessive de sel par exclusion du sel au niveau des racines et de la partie inférieure de la tige. Dans ce cadre, la sortie de Na⁺ des vaisseaux du xylème en échange d'une entrée de K⁺ venant des cellules parenchymateuses du xylème et du parenchyme avoisinant, joue un rôle important dans la tige et les racines (**LUTTGE et al., 2002**).

IV.4.2. Inclusion

La plante retient le sel qui parvient aux feuilles au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (**BAUATROUS, 2012**).

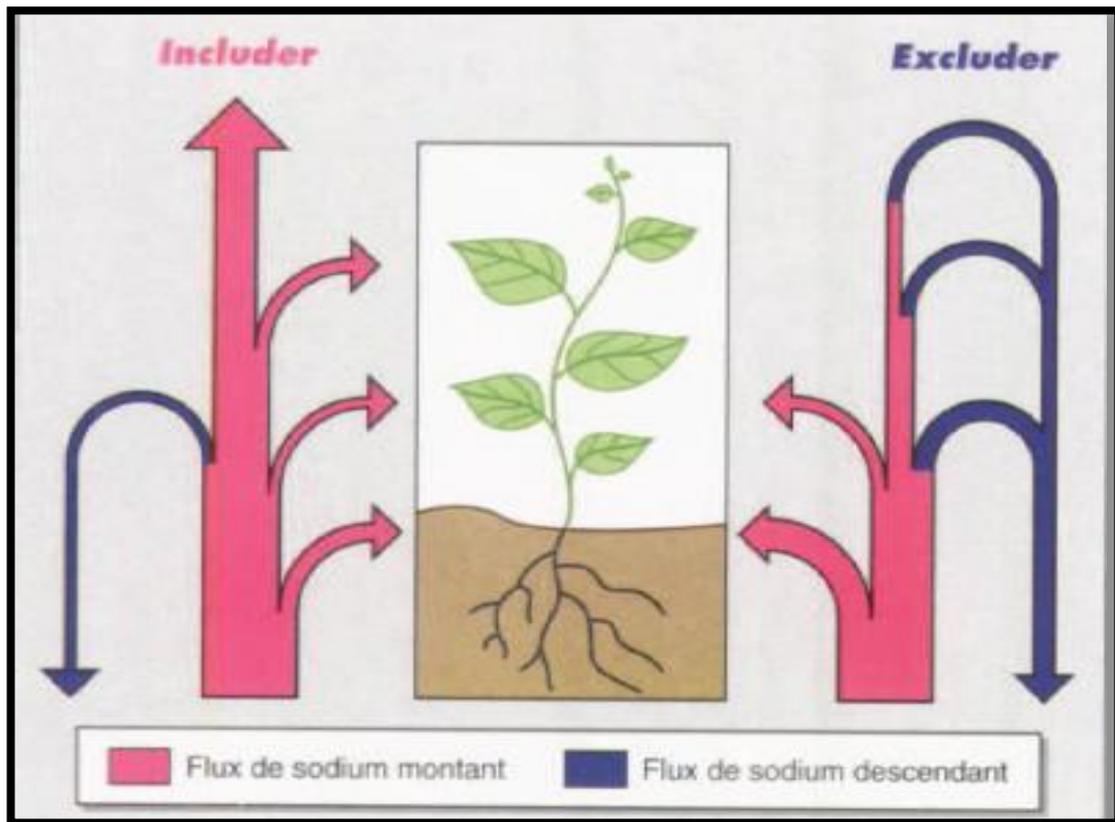


Figure 5. Schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes includer ou excluder (LEVIGNERON *et al.*, 1995).

L'excrétion dans les glandes à sel est très spécifique ; d'abord Na^+ , Cl^- et HCO_3^- sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme Ca^{++} , NO_3^- , SO_4^{--} et H_2PO_4^- sont maintenus contre leur gradient (**HOPKINS, 2003**).

IV.4.3. La réexcrétion

La plante a la capacité de réexpédier aussitôt l'excès de sel parvenu jusqu'au feuilles vers ses racines, par l'intermédiaire de sa sève descendante par le phloème. Les racines peuvent ensuite réexcréter le sel à l'extérieur et l'éliminer vers le sol (**BERTHOMIEU *et al.*, 2003**).

IV.4.4. Ajustement osmotique

Le stress hydrique ou salin provoque la mise en place d'un état de régulation hydrique de la plante qui se manifeste par la fermeture stomatique et par une régulation du potentiel osmotique. Parmi les osmorégulateurs les plus importants qui s'accumulent chez les céréales en conditions de déficit hydrique, ou stress salin on peut citer les sucres et un acide amine ; la proline.

Les sucres sont considérés par plusieurs auteurs comme de bons osmorégulateurs qui peuvent jouer un rôle important dans l'ajustement osmotique et l'adaptation des plantes au stress salin et au stress hydrique.

L'accumulation de la proline constitue aussi un véritable mécanisme de tolérance à la salinité et la déficience en eau . En effet, la teneur en proline est plus élevée en cas de déficit hydrique et, en particulier, chez les génotypes les plus résistants à la sécheresse. La variété Razzak, qui accumule plus de proline dans ses différents organes et en particulier au niveau de la barbe et de la feuille drapeau en conditions de déficit hydrique, donne le rendement le plus élevé et présente la capacité de remplissage de grains la plus importante. Par ailleurs, la variété ayant le rendement le plus faible et les grains les moins volumineux accumule moins de proline.

L'existence chez les céréales d'une variation intra-spécifique pour l'accumulation de la proline sous l'effet du déficit hydrique suggère la possibilité d'une sélection, sur la base de ce caractère, des génotypes qui auront une bonne capacité à survivre et un rendement en grains stable en conditions hydriques limitant. Pour cette raison, certains auteurs ont proposé l'accumulation de la proline comme technique de sélection des cultivars d'orge résistants à la sécheresse (**BOUATROUS, 2012**).

I. Matériel et méthodes

I.1. Matériel Végétal

L'expérimentation est menée sur des graines d'blé dur (*Triticum durum* Desf.) et graines d'*Atriplex halimus*.

Fournies par C.C.L.S. (coopératives de céréales et légumes secs) de Biskra, les variétés qui sont retenues sont WAHA, Gta dur, Vitron et Cirta. Et le tableau n°3 montre l'origine de chaque génotype testé.

Tableau N°3: l'origine de chaque variété étudiée.

génotype		Origine
<i>Atriplex halimus</i>		Algérie (Spontané)
Blé dur	Waha	Mexique
	Gta dur	Mexique
	Vitron	Espagne
	Cirta	Algérie

I.2 .Dispositif Expérimental

I.2 .1. Pré- germination

- Les semences de blé dur et *Atriplex halimus*, sont désinfectées, pendant 10 min, à l'eau de javel 25% puis rincées 3 fois à l'eau distillée pour éliminer toute trace de chlore.
- Pour chaque variété, nous avons compté 30 graines puis sont placées dans une boîte de Pétri.
- La mise en germination des semences a été réalisée sur papier filtre humidifié et placé dans des boîtes de pétri et enfin celles-ci sont gardées à l'obscurité.
- Après 48 heures d'incubation à l'obscurité, on compte les grains qui ont germé, l'émergence de la radicule étant l'indicateur de la germination.

I.2.2. Etude dans la serre

L'essai a été conduit dans des pots sous serre semi contrôlée au département en Biologie de l'université de Biskra. Le semis des grains de blé dur et *Atriplex halimus* est effectué janvier 2014.

Les graines germées sont placées, 3 plantules sont repiquées par pot à une profondeur de 1cm. ces pots sont remplis avec un mélange d'un tiers de sable inerte préalablement lavé par l'eau ordinaire pour éliminer les sels et deux tiers de la tourbe.

Notre essai contient trois classes :

- 40 pots contiennent seulement le blé dur.
- 10 pots contiennent seulement l'*Atriplex halimus*.
- 40 pots contiennent le blé dur avec l'*Atriplex halimus*.

Nous avons semé les différentes variétés, en deux répétitions. Chaque répétition est représentée par 5 niveaux de stress salin.

Un arrosage avec l'eau ordinaire a été régulièrement effectué trois fois par semaine à raison de 10 ml jusqu'au stade quatre feuilles bien développées.

I.2.3. Application du stress

Dès l'apparition de 4^{ème} à 5^{ème} feuille (début de tallage) on a appliqué le stress salin. Les plantes stressées sont arrosées trois fois par semaine durant 15 jours aux différentes solutions salines (5 g/L, 10 g/L, 15 g/L, 20 g/L) (tableau N°4).

Tableau N°4 : les différentes concentrations de sels utilisées

Les niveaux	Témoin	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Concentration(C) en Na Cl (g/l)	0	5	10	15	20
Concentration(C) en Na Cl Mmol	0	85	170	255	340

I.3. Mesure de la croissance des plantes

Les mesures sont effectuées sur les paramètres suivant :

I.3. 1. Paramètres morphologiques

- Le nombre de talles.
- La hauteur des plantes (cm).
- Les nombre des feuilles.
- La surface foliaire (cm²) : La mesure de la surface foliaire, qui est un indice nécessaire pour la détermination de la croissance est réaliser selon la méthode de Paul *et al* (1979).

Cette méthode consiste a reproduire la surface d'une feuille sur du papier (dans notre cas la feuille est a été photocopier).

Ainsi, la surface de la feuille est estimée a partir du poids de la feuille en papier par rapport au poids d'une surface de 1cm² du même papier. Apres reproduction des feuilles. Les mesures sont effectuées chaque semaine pendant la période de stress.

I.3. 2. Paramètres physiologiques

La teneur relative en eau (TRE %)

La teneur relative en eau est déterminée par le pourcentage d'eau présente dans les feuilles excisées avec la mesure de leur poids avant (poids frais) et après trempage dans l'eau distillée pendant 48 heures a l'obscurité (poids de turgescence), de même elles seront pesées après les avoir mises dans une étuve (90°C) pendant une durée de 48 heur (poids sec). La TRE est ainsi calculée par la formule suivante :

$$\text{TRE} = (\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS}) \times 100 \text{ selon Ladigues (1975)}$$

TRE = Teneur relative en eau, PF= poids frais, PS= poids sec,

PT= poids de turgescence

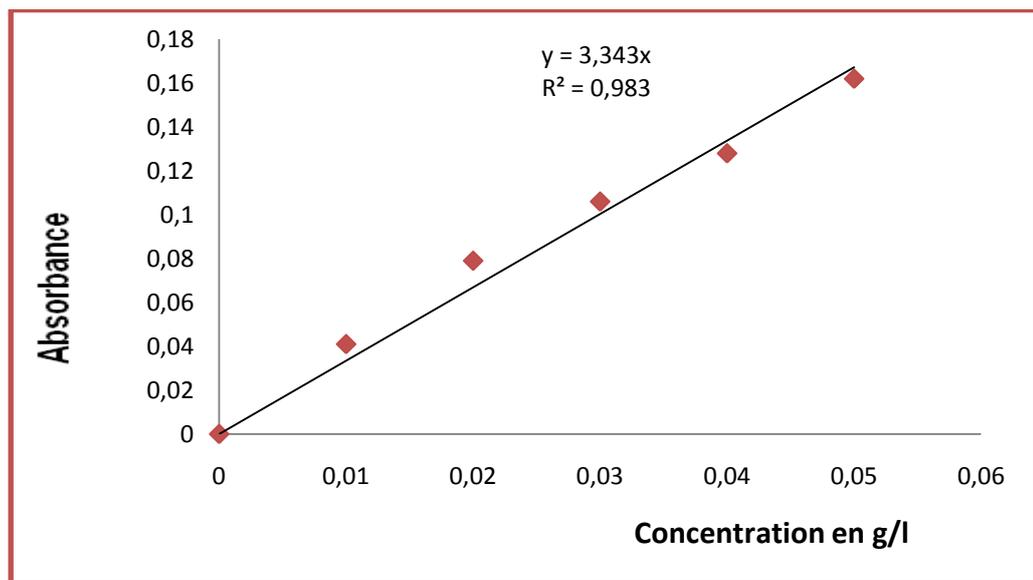


Figure N°6 : Courbe d'étalonnage du proline.

I.3.3. Paramètres biochimiques

A. Dosage de proline (g/l)

La proline est dosée selon la technique utilisée par Troll et Lindesly (1955), simplifiée et mise au point par Dreier et Goring (1974) et modifiée par Monneveux et Nemmar (1986).

Le principe est la quantification de la réaction-proline-ninhydrine par mesure spectrophotométrique. La proline se couple avec la ninhydrine en formant un complexe coloré.

L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon.

L'extraction de la proline consiste à :

- prélever 100 mg de matière fraîche foliaire de chaque génotype et les mettre dans des tubes à essai.
- ajouter 2 ml de Méthanol à 40 %.
- porter les tubes couverts (pour éviter la volatilisation de l'alcool) à l'ébullition au bain Marie à 85 °C pendant 60 min.
- prélever, après refroidissement, 1 ml de l'extrait de chaque tube et mettre dans de nouveaux tubes auxquels on ajoute 1 ml d'acide acétique.
- ajouter, dans chaque tube, 1 ml de mélange contenant 120 ml d'eau distillée, 300 ml d'acide acétique, 80 ml d'acide orthophosphorique (H_3PO_4 , densité 1,7) et 25 mg de ninhydrine.
- porter le mélange à ébullition durant 30 min. La solution vire vers le rouge.
- extraire le chromatophore après refroidissement des solutions, avec 5 ml de toluène deux phases se séparent après agitation au vortex.
- prélever la phase supérieure contenant le chromatophore à laquelle on ajoute 5 mg du sulfate de sodium oxydé Na_2SO_4 à l'aide d'une spatule pour éliminer l'eau qu'elle contient.
- lire la densité optique des échantillons à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde de 528 nm, correspondant à son maximum d'absorption.
- calculer les concentrations ($\mu\text{g/g MF}$) à partir de l'équation déduite de la courbe d'étalonnage établie à l'aide de solutions allant de 0.01 à 0,2 mg de proline par ml de solution (Figure 6).

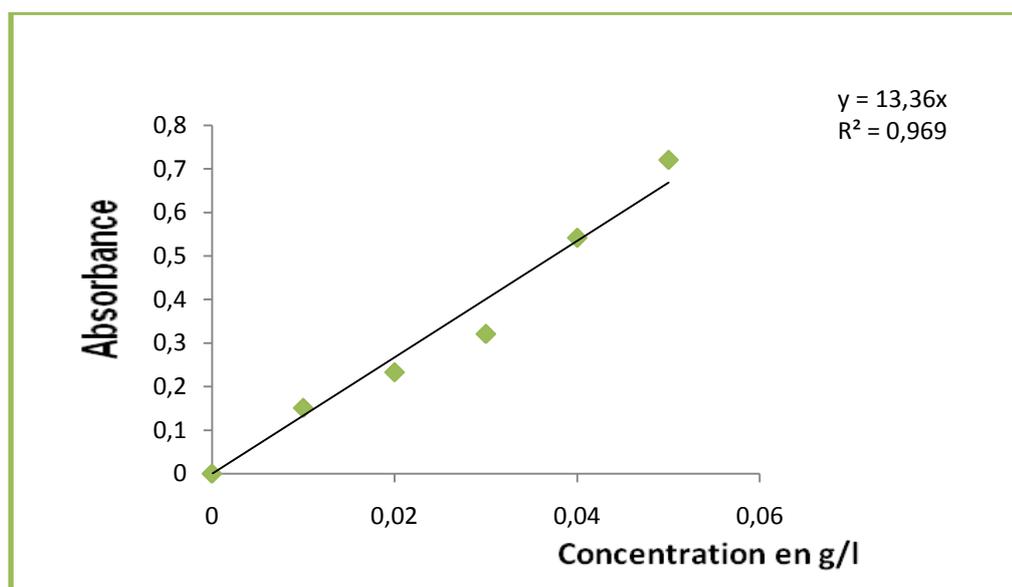


Figure N°7 : Courbe d'étalonnage du sucre.

B. Dosage des sucres totaux solubles (g/l)

L'extraction et le dosage des sucres solubles, dans les feuilles des plantes, sont réalisées selon la méthode de Dubois (1956) qui consiste à :

- mettre 100 mg de matière fraîche dans des tubes à essai.
- ajouter 2 ml d'éthanol à 80%.
- laisser le tout au repos pendant 48h
- faire évaporer tout l'alcool en mettant les tubes à essai dans un bain Mari à 70°
- après refroidissement, mettre dans chaque tube à essai 20 ml d'eau distillée.
- prendre 1 ml de la solution et ajouter 1 ml de phénol à 5 % en prenant soin de bien agiter.
- ajouter 2 ml d'acide sulfurique concentré et déposer les tubes à essai dans un bain de glace; les laisser reposer durant 25 min.
- procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 490 nm
- calculer les concentrations ($\mu\text{g} / \text{g MF}$) à partir de l'équation déduite de la gamme d'étalonnage (Figure 7).

La concentration des sucres solubles est déterminée à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage.

$$\text{Concentration des sucres solubles en g/l} = \frac{\text{Absorbance}}{13,36}$$

I.4. Analyse Statistique :

Afin de déterminer la significativité des traitements appliqués sur les paramètres étudiés, nous avons procédé à des analyses de la variance et à la comparaison des moyennes, à chaque traitement à l'aide du logiciel statistique (MINITAB série 13.31. 2000), et de présenter ces résultats sous forme de Histogrammes et courbes (EXCEL).

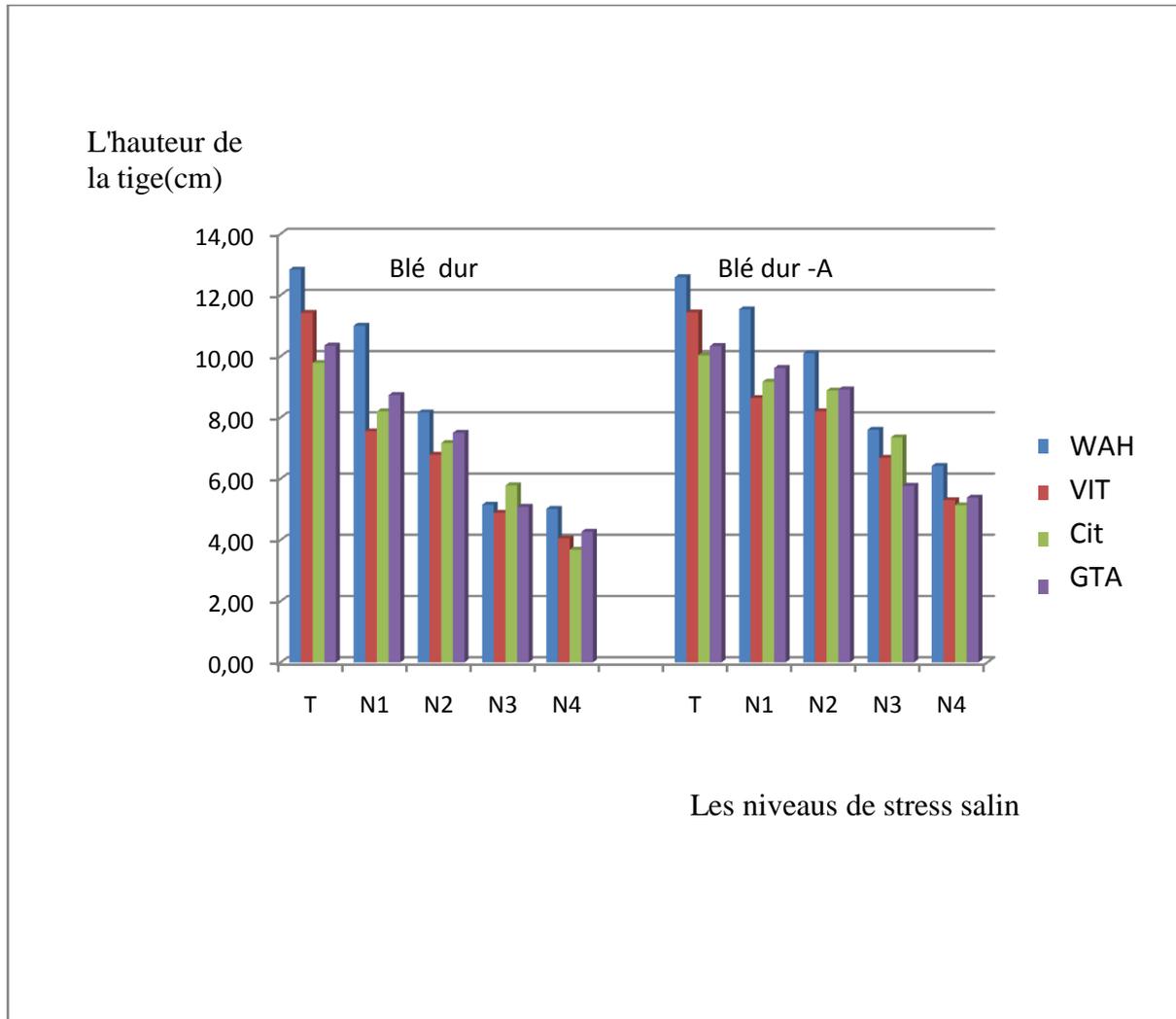


Figure N°8 : les variations des longueurs des tiges en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé

I- Résultats**I.1 . La hauteur de La tige (cm)**

Les résultats obtenus dans les conditions de cette expérimentation ont mis en évidence des effets significatifs de Na Cl sur la longueur de la tige selon les différentes concentrations de sels de 4 variétés de blé dur dans les deux semaines d'application de stress salin.

Selon l'ANOVA à deux facteurs (annexe N° 1) et la figure N°8, on a trouvé qu'il y'a un effet hautement significatifs de sels quelque soit le génotype étudié.

Parmi nos résultats illustrés dans l'annexe N° 1, on a classé les variétés selon les moyennes en groupes qui sont :

- La variété WAH-A est représentée par la moyenne le plus élevée (8,93cm).
- les variétés Cir –A et GD et VITR-A sont représentées par les moyennes le moins élevées par rapport aux autres variétés (7,96cm et 7,80 et 7,39 respectivement).
- les variétés WAH et Cir et GD sont représentées par les moyennes faibles par rapport aux autres variétés (6,83 cm et 6,81 cm et 6,41 cm respectivement).
- La variété VITR est représentée par la moyenne le plus faible (5 .52cm).

On a montré selon l'annexe N° 1 qu'il y'a un effet hautement significatif de stress salin quelques soit le niveau de salinité, donc il permet de les classer dans les groupes suivants :

- Le 1^{er} groupe est le T (témoin) représenté par la moyenne le plus élevée (9,12).
- Le 2^{eme} groupe est le NI représentée par la moyenne le moins élevée (8,46).
- Le 3^{eme} groupe est le N2 représentée par une moyenne faible que le 2^{eme} groupe (7,58)
- Le 4^{eme} groupe est représenté par N3 et N4 qu'ont les moyennes les plus faibles que les autres groupes (5.98 et 4.91 respectivement).

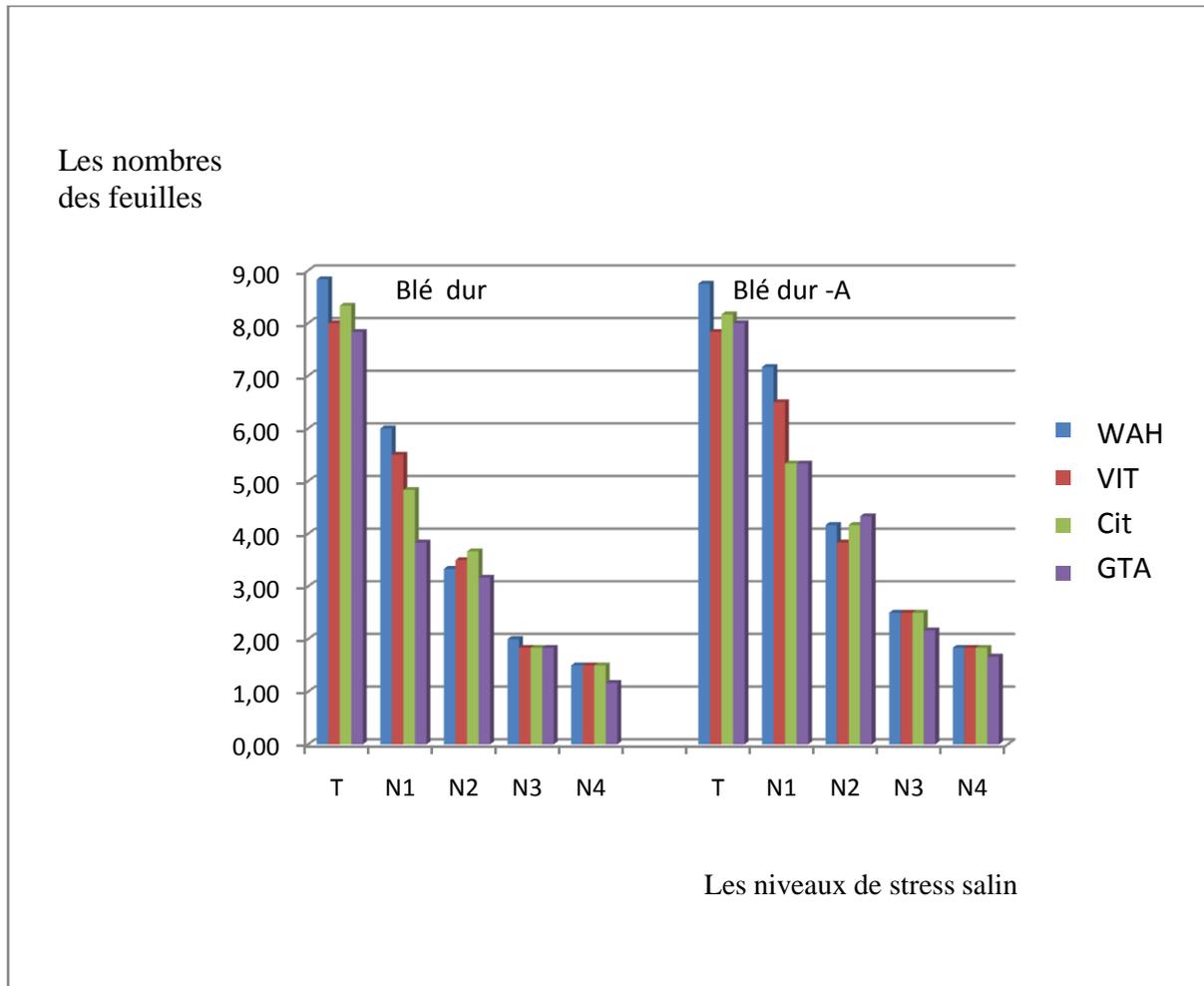


Figure N°9 : les variations du nombre des feuilles en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé

I.2 . Le nombre des feuilles

Les résultats obtenus dans les conditions de cette expérimentation ont mis en évidence des effets significatifs de Na Cl sur les nombres des feuilles de 4 variétés de blé dur dans les deux semaines d'application de stress salin.

Selon l'ANOVA à deux facteurs (annexe N°2) et la figure N° 9, on a trouvé qu'il y'a un effet hautement significatif de sels quelque soit le génotype étudié.

Parmi nos résultats illustrés dans l'annexe N°2, on a classé les variétés selon les moyennes en groupes qui sont :

- La variété WAH-A est représentée par la moyenne le plus élevé par rapport aux autres variétés (4.88).
- Les variétés VIT-A et WAH et Cir -A et GD-A sont représentées par les moyenne les moins élevés par rapport aux autres variétés (4.50 _ 4.44 _ 4.33 et 4.30 respectivement).
- Les variétés VIT et Cir ont les moyennes les faibles par rapport aux autres variétés (4.07et4.03 respectivement).
- La variété GD est représentée par la moyenne le plus faible (3.56).

On a montré selon l'annexe N°2 qu'il y'a un effet hautement significatif de stress salin quelques soit le niveau de salinité, donc il permet de les classer dans les groupes suivants :

- Le 1^{er} groupe représentée par le T qu'ont la moyenne le plus élevée (8.22).
- Le 2^{ème} groupe représentée par le N1 qu'ont la moyenne le moins élevée par rapport aux autres groupes (6.00).
- Le 3^{ème} groupe représenté par le N3, N4 ayant les moyennes le plus faible (2.15 et 1.60) par rapport aux autres groupes.

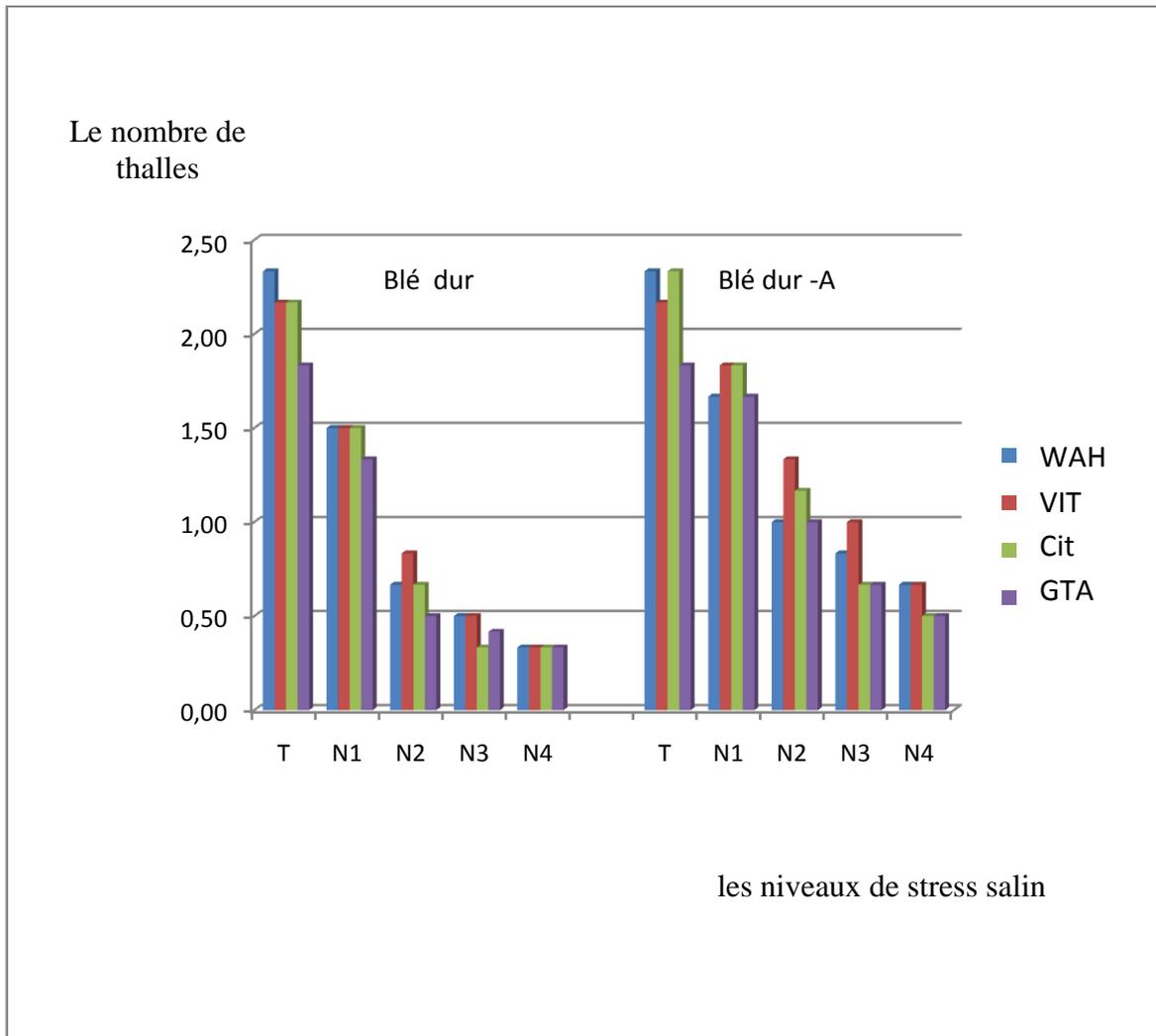


Figure N°10: les variations du nombre des thalles en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé.

I.3 . Les nombres des thalles

Les résultats obtenus dans les conditions de cette expérimentation ont mis en évidence des effets significatifs de Na Cl sur le nombre des thalles de' variétés de blé dur dans les deux semaines d'application de stress salin.

Selon l'ANOVA à deux facteurs (annexe N°3) et la figure N°10, on a trouvé qu'il y'a un effet hautement significatifs observable des sels quelque soit le génotype étudié.

Parmi nos résultats illustrés dans l'annexe N°3, on a classé les variétés selon les moyennes en groupes qui sont :

- Les variétés VIT-A et WAH-A et Cir-A ont les moyennes élevés par rapport aux autres variétés (1.37_1.30 et 1.27 respectivement).
- Les variétés GD-A et VIT et WAH ont les moyennes les moins élevés par rapport aux autres variétés(1.13_1.07 et 1.07 respectivement).
- Les deux variétés Cir et GD sont représentées par les moyennes faibles que les autres variétés (1.00 et 0.88).

On a montré scion l'annexe N°3 qu'il y'a un effet hautement significatif de stress salin quelques soit le niveau de salinité, donc il permet de les classer dans les groupes suivants :

- Le 1^{er} groupe est représenté par le T qu'a la moyenne le plus élevée que les autres groupes (2.12).
- Le 2^{eme} groupe est représenté par le N1 qu'a la moyenne élevée que les autres groupes (1.60).
- Le 3^{eme} groupe est représenté par le N2 qu'a la moyenne faible que les autres groupes (0.89)
- Le 4^{eme} groupe est représenté par le N3 e, N4 ayant les moyennes les moins faibles (0 .61 et 0.44 respectivement).

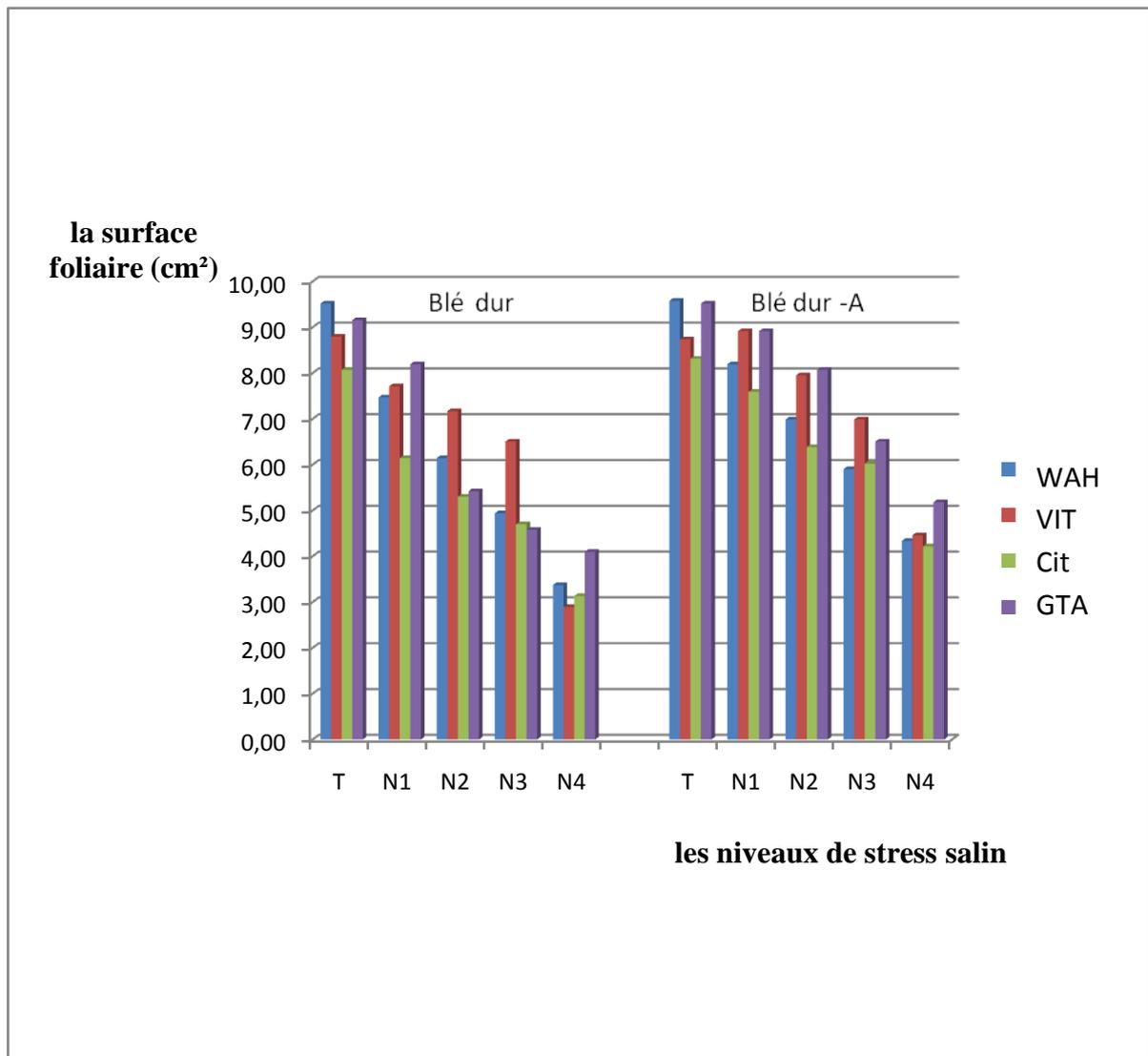


Figure N°11 : les variations de la surface foliaire en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé.

I.4 . La surface foliaire (cm²)

Les résultats obtenus dans les conditions de cette expérimentation ont mis en évidence des effets significatifs de Na Cl sur les nombres des feuilles de 4 variétés de blé dur dans les deux semaines d'application de stress salin.

Selon l'ANOVA à deux facteurs (annexe N°4) et la figure N° 11, on a trouvé qu'il y'a un effet hautement significatif de sels quelque soit le génotype étudié.

Parmi nos résultats illustrés dans l'annexe N°4, on a classé les variétés selon les moyennes en groupes qui sont :

- Les variétés GD-A et VIT-A et WAH-A sont représentées par les moyennes les plus élevés par rapport aux autres (8.77 _ 8.18 et 8.13 respectivement).
- Les variétés VIT et Cir - A et WAH et GD sont représentées par les moyenne les moins élevés par rapport aux autres variétés (7.36 _ 7.31 _ 7.28 et 7.19 respectivement).
- La variété Cir est représentée par la moyenne faible (6.18).

On a montré selon l'annexe N°4 qu'il y'a un effet hautement significatif de stress salin quelques soit le niveau de salinité, donc il permet de les classer dans les groupes suivants :

- Le 1^{er} groupe représentée par le T qu'ont la moyenne le plus élevée (11.28).
- Le 2^{eme} groupe est représenté par le N1 qu'a la moyenne élevée que les autres groupes (8.62).
- Le 3^{eme} groupe est représenté par le N2 qu'a la moyenne faible que les autres groupes (7.18)
- Le 4^{eme} groupe est représenté par le N3 qu'a la moyenne le moins faible (6.16).
- Le 5^{eme} groupe est représenté par le N4 qu'a la moyenne plus faible que les autres groupes (4.50)

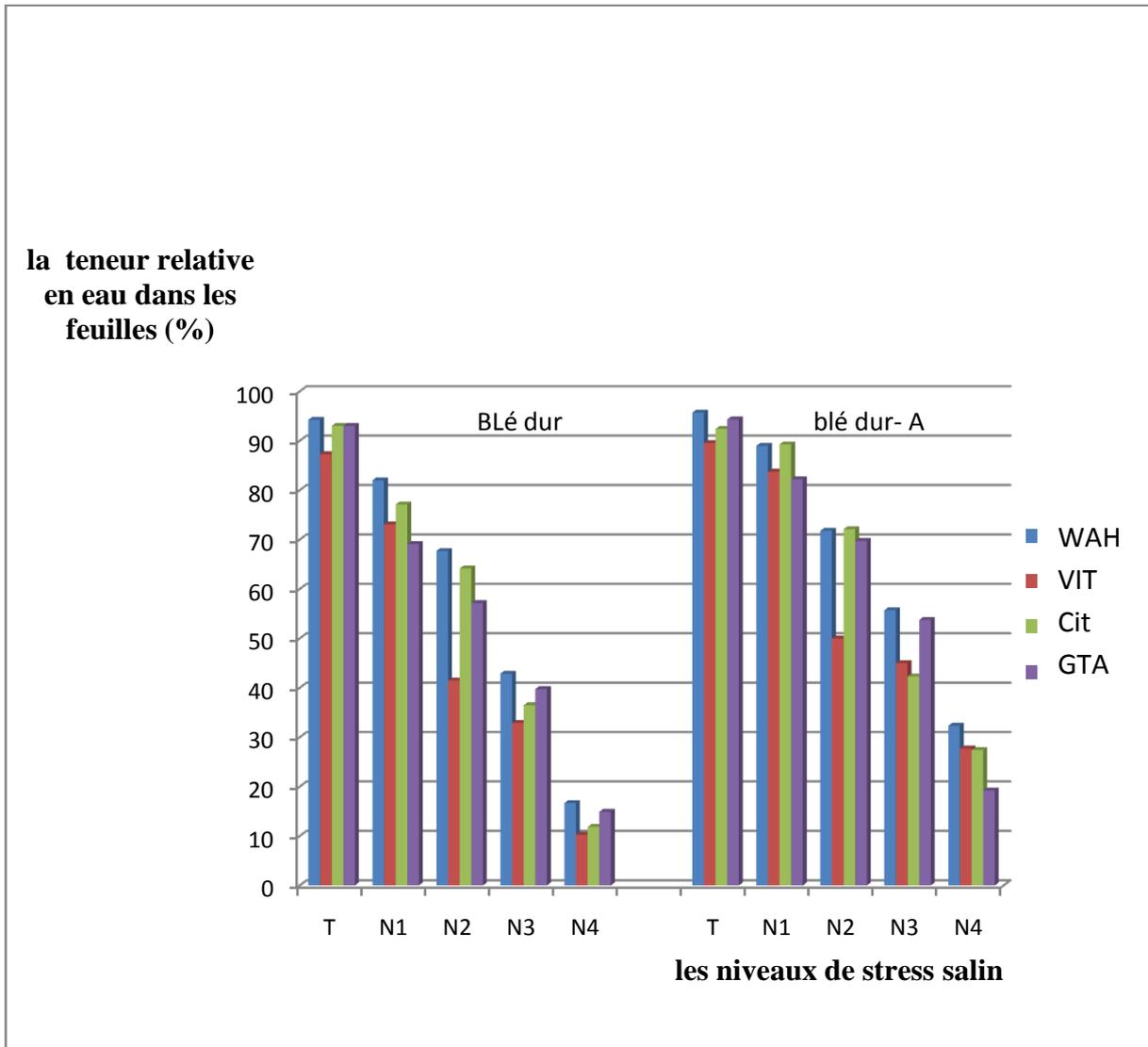


Figure N°12: les variations de la teneur relative en eau en fonction des différentes Concentrations de sel de 4 variétés de blé.

I.5 . La teneur relative en eau (%)

Les résultats obtenus dans les conditions de cette expérimentation ont mis en évidence des effets significatifs de Na Cl sur La teneur relative en eau de variétés de blé dur dans les deux semaines d'application de stress salin.

Selon l'ANOVA à deux facteurs (annexe N°5) et la figure N°12, on a trouvé qu'il y'a un effet hautement significatifs observable des sels quelque soit le génotype étudié.

Parmi nos résultats illustrés dans l'annexe N°5, on a classé les variétés selon les moyennes en groupes qui sont :

- Les variétés Cir-A et WAH-A et GD-A et VIT-A ont les moyennes élevés par rapport aux autres variétés (77.8%_ 76.4% _ 70.4 %et 68.6% respectivement).
- Les variétés WAH et Cir ont les moyennes les moins élevés par rapport aux autres variétés (57.8% et 52.1% respectivement).
- Les deux variétés GD et VIT sont représentées par les moyennes faibles que les autres variétés (40.8et 40.7).

On a montré selon l'annexe N°5qu'il y'a un effet hautement significatif de stress salin quelques soit le niveau de salinité, donc il permet de les classer dans les groupes suivants :

- Le 1^{er} groupe est représenté par le T qu'a la moyenne le plus élevée que les autres groupes (89.1).
- Le 2^{eme} groupe est représenté par le N1 qu'a la moyenne élevée que les autres groupes (78.9).
- Le 3^{eme} groupe est représenté par le N2 qu'a la moyenne faible que les autres groupes (62.6)
- Le 4^{eme} groupe est représenté par le N3 qu'a la moyenne les moins faibles (46.1).
- Le 5^{eme} groupe est représenté par le N4 qu'a la moyenne le plus faible que les autres groupes (27.5)

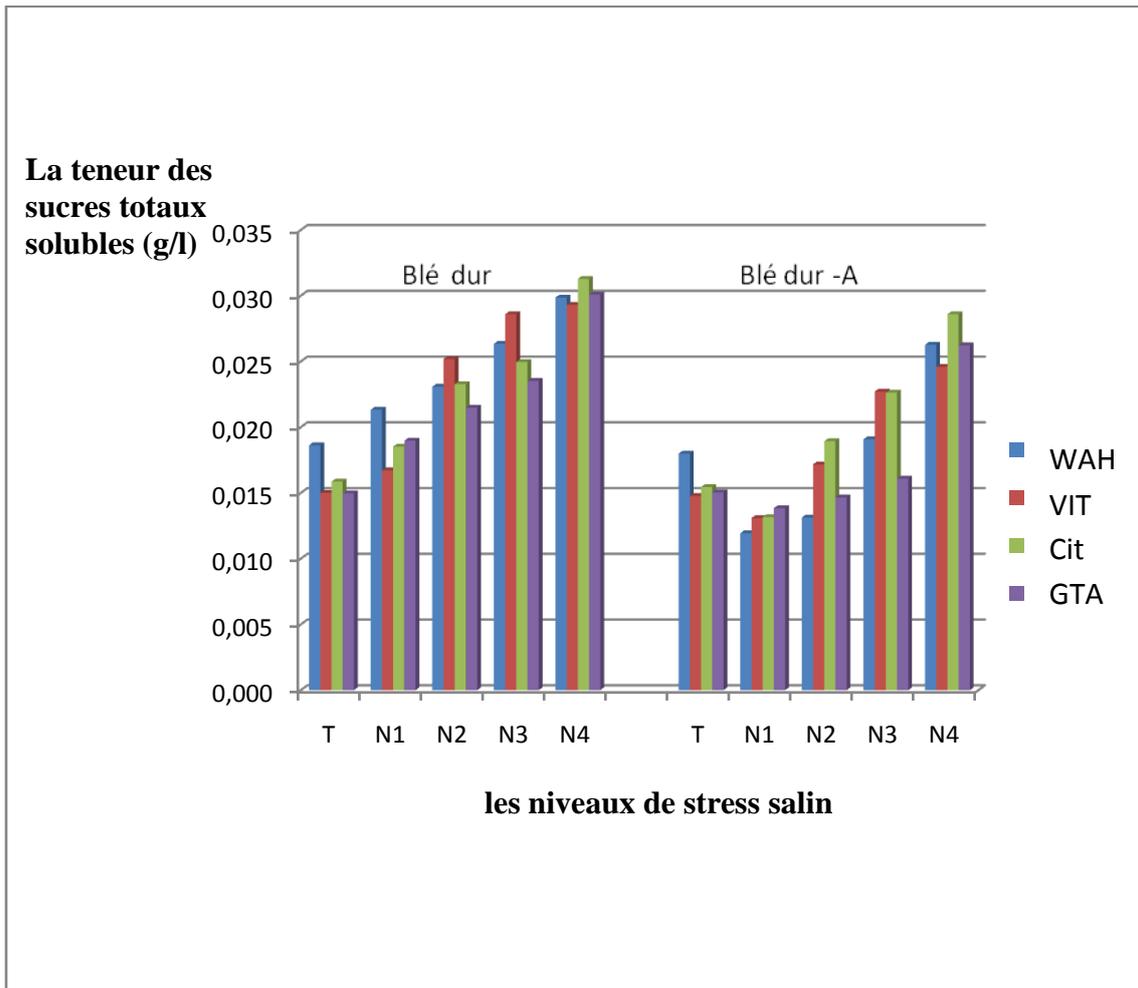


Figure N°13 : les variations de la teneur des sucres totaux solubles en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé.

I.6 . La teneur des sucres totaux solubles (g/l)

Les résultats obtenus dans les conditions de cette expérimentation ont mis en évidence des effets significatifs de Na Cl sur La teneur des sucres totaux solubles de variétés de blé dur dans les deux semaines d'application de stress salin.

Selon l'ANOVA à deux facteurs (annexe N°6) et la figure N°13, on a trouvé qu'il y'a un effet hautement significatifs observable des sels quelque soit le génotype étudié.

Parmi nos résultats illustrés dans l'annexe N°6, on a classé les variétés selon les moyennes en groupes qui sont :

- La variété WAH est représentée par la moyenne le plus élevée (6.18 g /l).
- Les variétés Cir et VIT et GD ont les moyennes élevés par rapport aux autres variétés (0.022 g /l et 0.022 g /l respectivement).
- La variété GD est représentée par la moyenne le moins élevée que les autres variétés (0.021 g /l).
- La variété Cir-A est représentée par la moyenne le plus faible (0.019 g /l).
- La variété VIT-A est représentée par la moyenne faible que les autres variétés (0.018 g /l)
- Les deux variétés WAH-A et GD-A sont représentées par les moyennes moins faibles que les autres variétés (0.017g /l et 0.017g /l).

On a montré selon l'annexe N°6 qu'il y'a un effet hautement significatif de stress salin quelques soit le niveau de salinité, donc il permet de les classer dans les groupes suivants :

- Le 1^{er} groupe est représenté par le T e, N1 ayant les moyennes les plus faibles (0 .016 et 0.015 respectivement).
- Le 2^{ème} groupe est représenté par le N2 qu'a la moyenne faible (0.019).
- Le 3^{ème} groupe est représenté par le N3 qu'a la moyenne élevée que les autres groupes (0.023)
- Le 4^{ème} groupe est représenté par le N4 qu'a la moyenne le plus élevée (0.028).

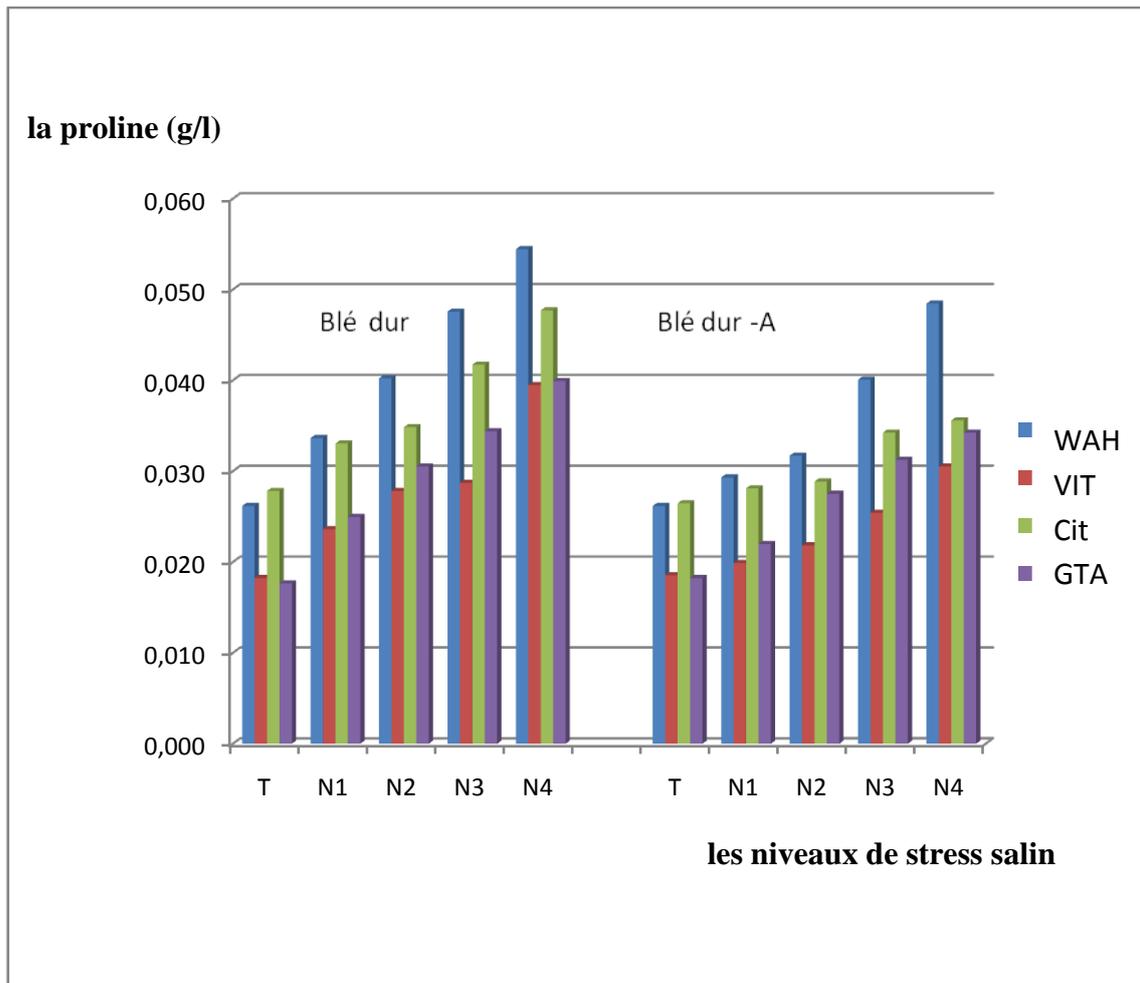


Figure N°14 : les variations de la proline en fonction des différentes concentrations de sel de 4 variétés de blé

I.7 . La proline

Les résultats obtenus dans les conditions de cette expérimentation ont mis en évidence des effets significatifs de Na Cl sur La proline de variétés de blé dur dans les deux semaines d'application de stress salin.

Selon l'ANOVA à deux facteurs (annexe N°7) et la figure N°14, on a trouvé qu'il y'a un effet hautement significatifs observable des sels quelque soit le génotype étudié.

Parmi nos résultats illustrés dans l'annexe N°7, on a classé les variétés selon les moyennes en groupes qui sont :

- La variété WAH est représentée par la moyenne le plus élevée (0.040 g/l).
- La variété Cir est représentée par la moyenne élevée que les autres variétés (0.036 g /l).
- Les variétés WAH-A et GD ont les moyennes les moins élevés par rapport aux autres variétés (0.022 g /l et 0.022 g /l respectivement).
- La variété Cir-A est représentée par la moyenne le plus faible (0.029g /l).
- Les variétés VIT et GD-A ont les moyennes faibles par rapport aux autres variétés (0.027g /l et 0.027 g /l).
- La variété VIT-A est représentée par la moyenne le moins faible (0.022g /l).

On a montré selon l'annexe N°6 qu'il y'a un effet hautement significatif de stress salin quelques soit le niveau de salinité, donc il permet de les classer dans les groupes suivants :

- Le 1^{er} groupe est représenté par le T qu'a la moyenne le plus faible que les autres groupes (0.022).. Le 2^{ème} groupe est représenté par le N1 qu'a la moyenne faible que les autres groupes (0.026).
- Le 3^{ème} groupe est représenté par le N2 qu'a la moyenne le moins faible que les autres groupes (0.030)
- Le 4^{ème} groupe est représenté par le N3 qu'a la moyenne élevée (0.036).
- Le 5^{ème} groupe est représenté par le N4 qu'a la moyenne le plus élevée que les autres groupes (0.041).

I.8 . Les résultats de corrélation

I.8.1. La corrélation entre la teneur des sucres totaux solubles dans les feuilles (STS) et le nombre des feuilles (NF)

Selon les résultats de notre travail (annexe N°8), nous avons remarquées qu'il y a une corrélation significative négative entre (STS, NF), c'est-à-dire lorsque la teneur des sucres totaux solubles dans les feuilles augmente automatiquement le nombre des feuilles diminue, celui est déjà trouvé dans la figure N°15.

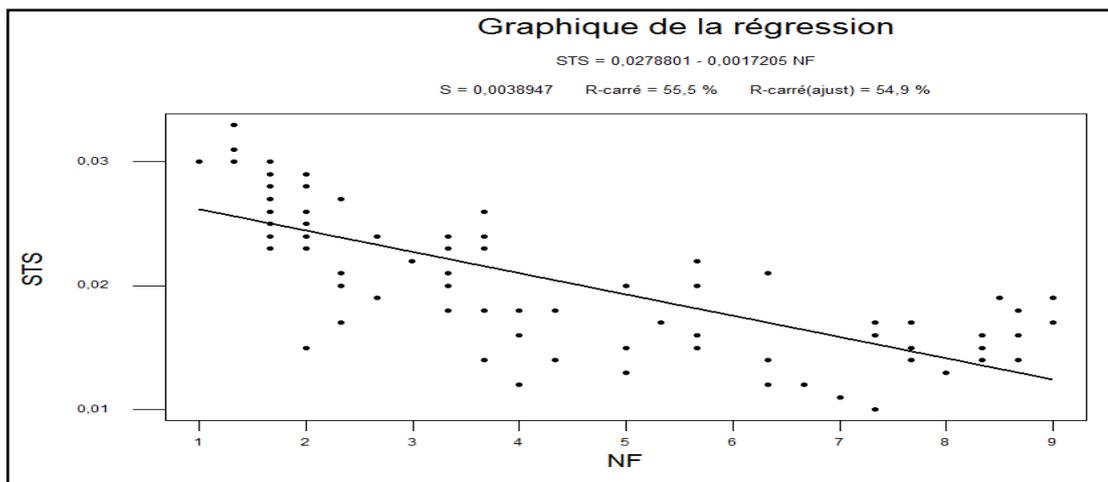


Figure N°15 : graphique de la régression enter STS et NF

I.8.2. La corrélation entre l'hauteur de tige (HT) et les nombres des feuilles (NF)

Selon les résultats de notre travail (annexe N°8), nous avons remarquées qu'il y a une corrélation positive entre l'hauteur de tige (HT) et les nombres des feuilles (NF). , celui est déjà trouvé dans la figure N°16.

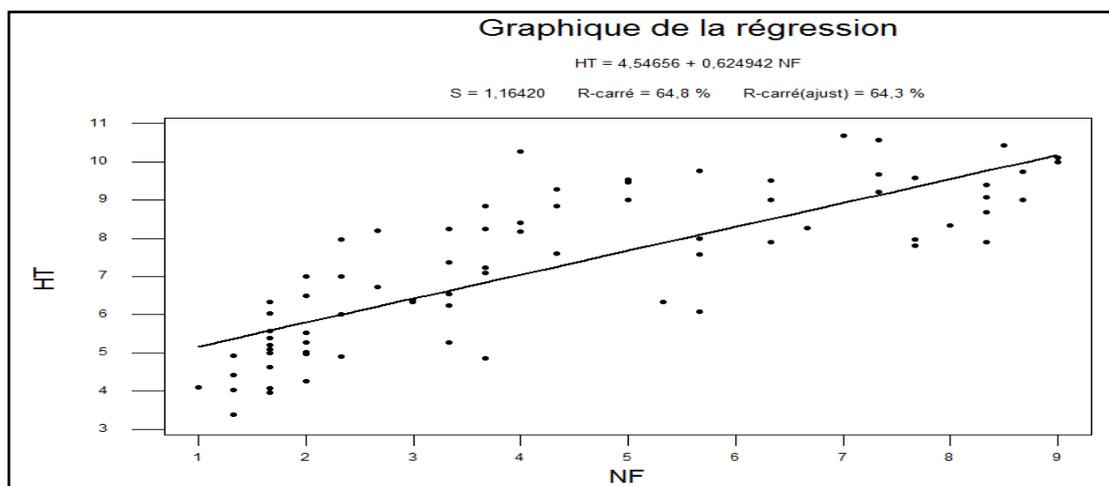


Figure N°16 : graphique de la régression entre HT et NF

I.8.3. La corrélation entre la teneur des sucres totaux solubles(STS) et le proline(PRO)

Selon les résultats de notre travail (annexe N°8), nous avons remarquées qu'il y a une corrélation positive entre la teneur des sucres totaux solubles(STS) et le proline(PRO) dans feuilles. , celui est déjà trouvé dans la figure N°17.

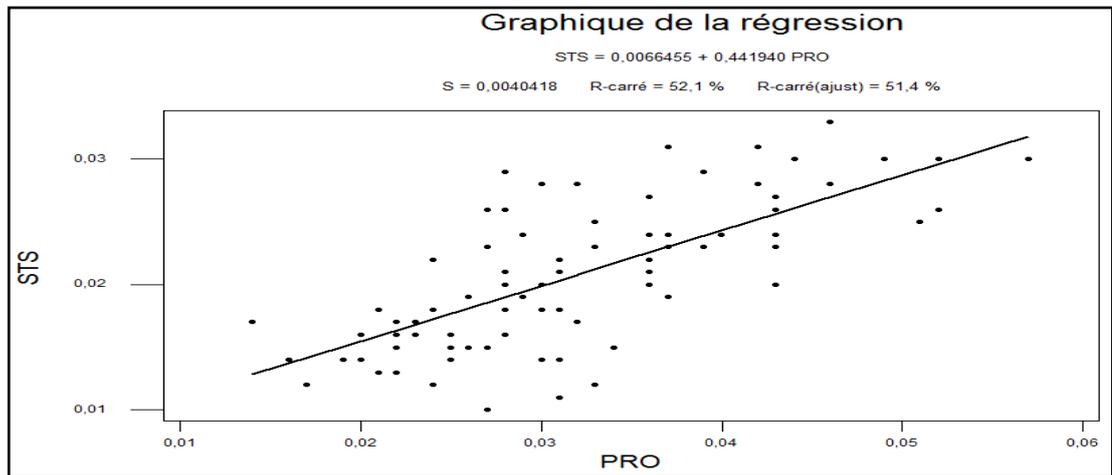


Figure N°17 : graphique de la régression enter STS et PRO

I.8.4. La corrélation entre la teneur relative en eau(TRE) et La surface foliaire (SUR F)

Selon les résultats de notre travail (annexe N°8), nous avons remarquées qu'il y a une corrélation positive entre la teneur relative en eau (TRE) et La surface foliaire (SUR F) ; celui est déjà trouvé dans la figure N°18.

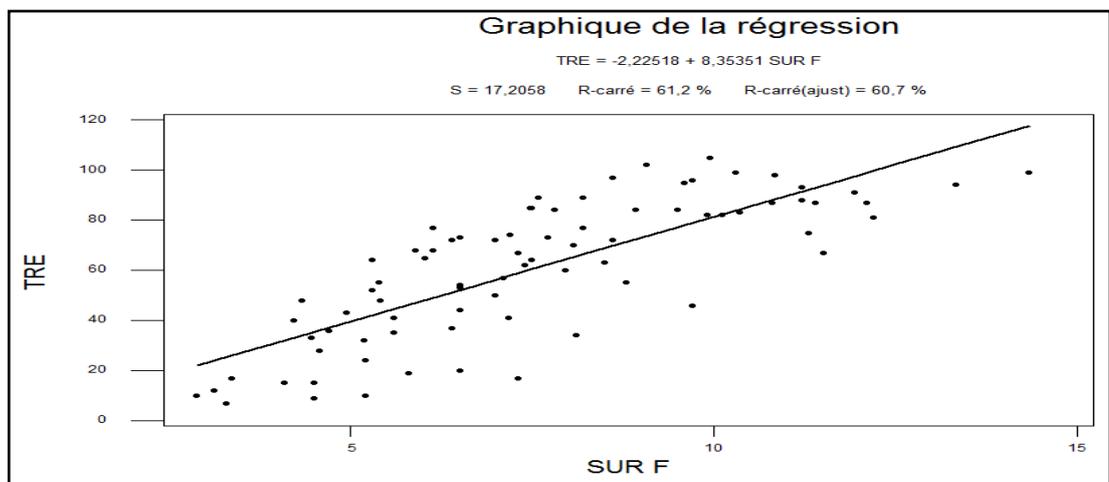


Figure N°18 : graphique de la régression enter TRE et SUR F

I.8.5. La corrélation entre la teneur des sucres totaux solubles dans les feuilles (STS) et la surface foliaire (SUR F)

Selon les résultats de notre travail (annexe N°8), nous avons remarquées qu'il y a une corrélation négative entre la teneur des sucres totaux solubles dans les feuilles (STS) et la surface foliaire (SUR F); celui est déjà trouvé dans la figure N°19.

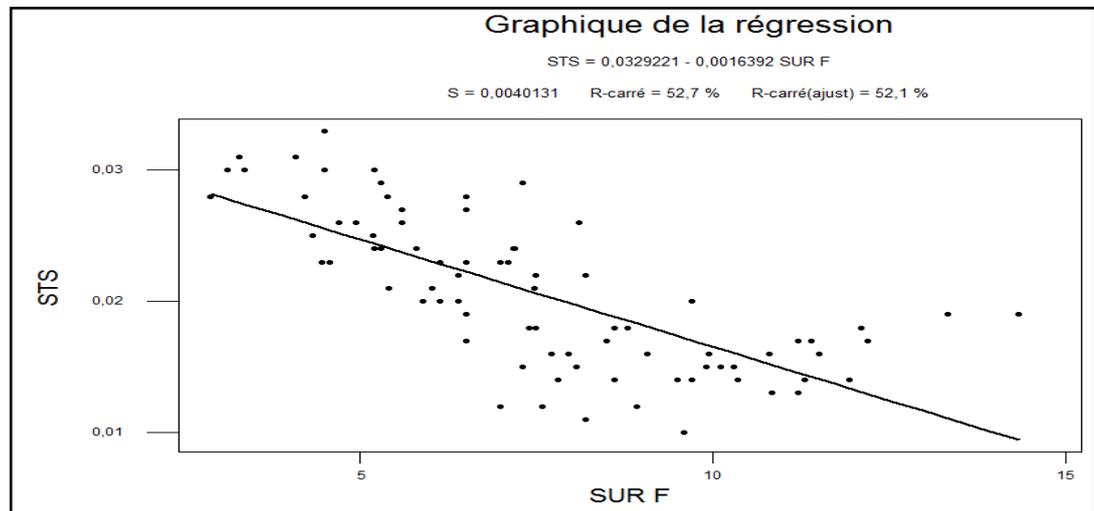


Figure N°19 : graphique de la régression enter STS et SUR F

I.8.6. La corrélation entre le proline dans les feuilles (PRO) et la surface foliaire (SUR F):

Selon les résultats de notre travail (annexe N°8), nous avons remarquées qu'il y a une corrélation négative entre le proline dans les feuilles (PRO) et la surface foliaire (SUR F); celui est déjà trouvé dans la figure N°20.

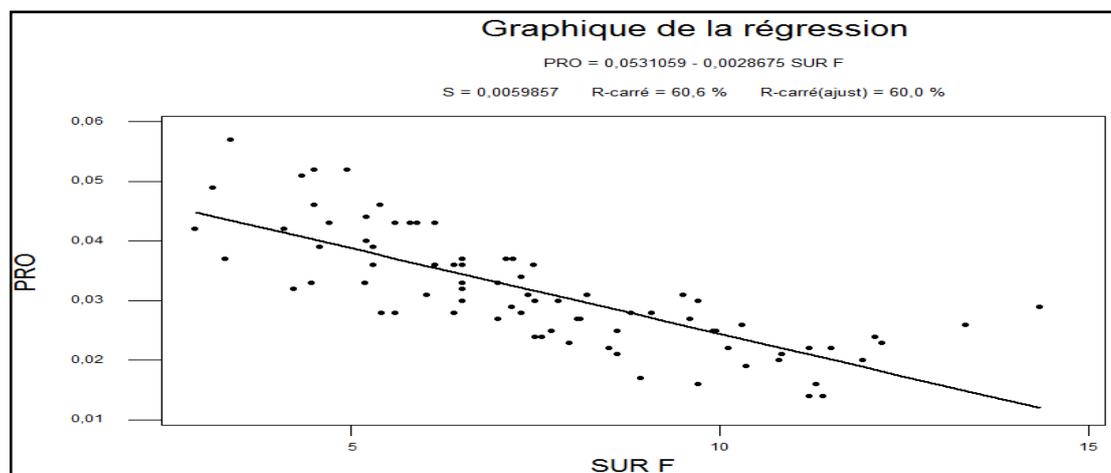


Figure N°20 : graphique de la régression enter PRO et SUR F

II. Discussion

Globalement on a trouvé dans cette étude que la salinité est néfaste sur la plante entière soit morphologiquement ou physiologiquement et aussi au niveau biochimique.

En effet, la salinité agit sur tous les aspects de la biologie des plantes. Ces effets négatifs du sel sont généralement considérés sous trois aspects :

✓ L'aspect osmotique qui a eu la prépondérance des études et qui se traduit par une moindre disponibilité en eau pour les plantes.

✓ L'aspect ionique et la toxicité des ions Na^+ et Cl^- qui ont un effet néfaste sur les structures membranaires (BOUATROUS, 2012).

Selon KADRI K. *et al.* 2009, l'effet du stress salin (Na Cl) sur la hauteur de la plante, sur le nombre des feuilles, sur le nombre des feuilles et sur la surface foliaire, il est apparu nettement que le sel induit une réduction sur les différents paramètres morphologiques, mais cette diminution reste corrélée avec la concentration en sel. Ces résultats sont similaires aux résultats trouvés dans notre travail. Nous trouvons une amélioration sur les différents paramètres morphologiques pour les génotypes de blé dur avec l'*Atriplex* par contre chez les génotypes de blé dur isolé.

Selon HASSANI A. *et al.* 2008, l'étude analytique indique une relation hautement significative et inversement corrélée entre la salinité et la **teneur relative en eau**. Ces résultats démontrent que la salinité influence ce paramètre qui diminue pour éviter les pertes d'eau, en effet l'absorption d'eau est maintenue à un niveau suffisant pour éviter la déshydratation des tissus de la plante, pour établir le phénomène de succulence et pouvoir diluer le plus d'osmolytes possibles. Ceci va dans le même sens que les résultats que nous avons obtenus. Nous trouvons une diminution de la teneur relative en eau dans les génotypes (WAHA, GTA, Cirta, VITRO). Par contre chez les mêmes génotypes avec l'*Atriplex*

Selon EL MIDAOUI *et al.* 2007. Sous l'action de la contrainte saline, les augmentations de teneurs en SST enregistrées par rapport au témoin. Ces augmentations de teneurs en sucres solubles, en présence d'une contrainte saline, ont été également observées sur d'autres espèces comme le haricot (très sensible) et le riz (sensible). Ces résultats semblent bien mettre en évidence la variabilité importante entre espèces végétales, d'aptitude d'accumulation des sucres solubles totaux. Des résultats analogues ont été également trouvés dans notre travail.

Nous trouvons une augmentation de la teneur en SST dans les génotypes (WAHA, GTA, Cirta, VITRO). Par contre chez les mêmes génotypes avec l'*Atriplex*.

Selon BOUATROUS, 2012, La proline serait synthétisée a partir de l'acide glutamique via l'acide 5 carboxylique pyrroline (P5C) mais également via l'arginine et l'ornithine.

La teneur en proline ont aussi connus une augmentation de la concentration en repense au stress salin pour tous les génotypes étudiés, mais cette augmentation est différente d'un génotype a l'autre selon leur réaction vis- a -vis la salinité. Des résultats analogues ont été également trouve dans notre travail. Nous trouvons une augmentation de La teneur en proline dans les génotypes (WAHA, GTA, Cirta, VITRO). Par contre chez même génotypes avec l'*Atriplex halimus*.

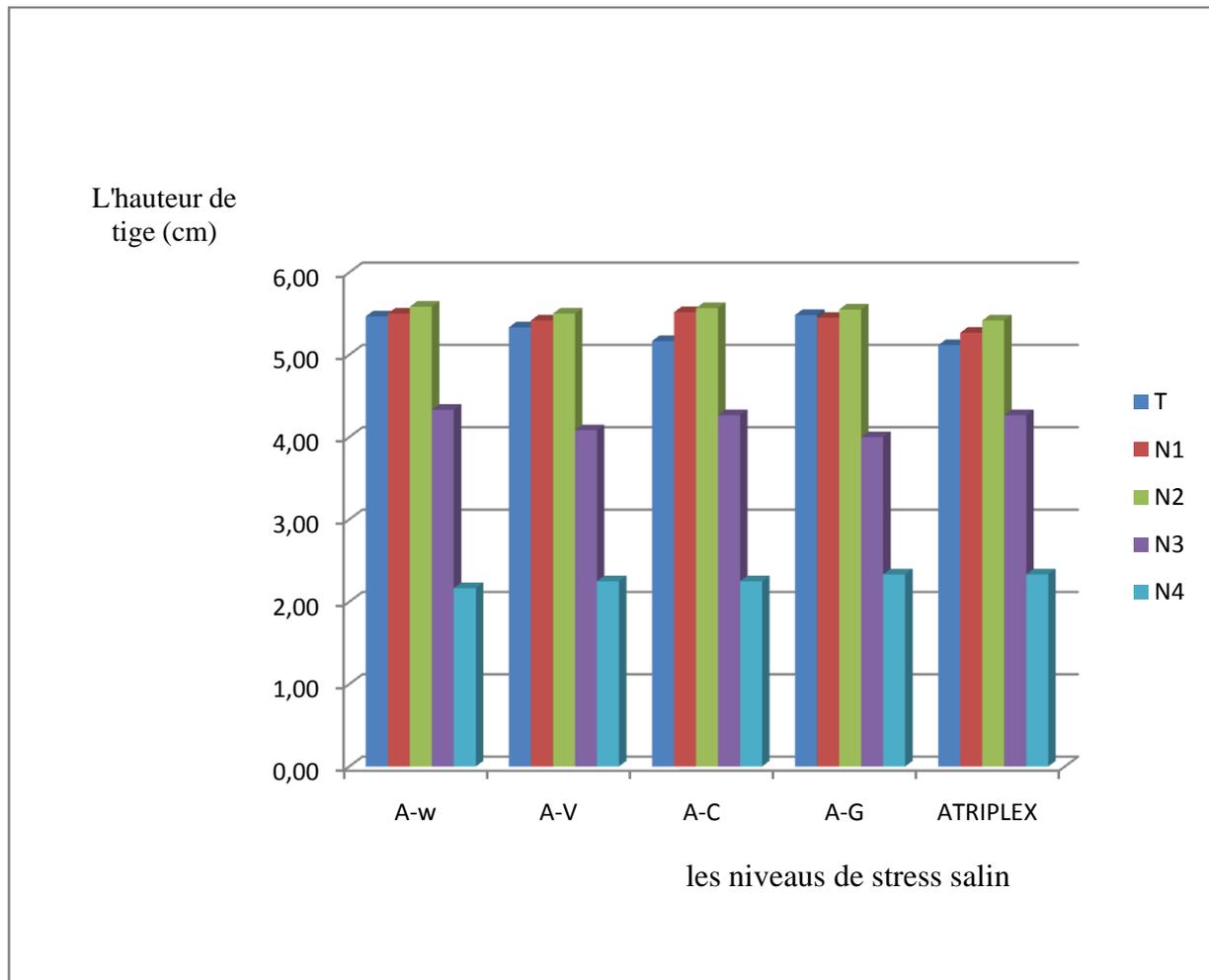


Figure N°21 : les variations des longueurs des tiges en fonction des différentes concentrations de sel de l'*Atriplex halimus*

L'*Atriplexe halimus*

I. Résultats

I.1. La hauteur de La tige (cm)

Les résultats obtenus dans les conditions de cette expérimentation ont mis en évidence des effets significatifs de NaCl sur l'hauteur de la tige d'*Atriplexe halimus* dans les deux semaines d'application de stress salin.

On a montré selon l'annexe N°9 et la figure N°21, qu'il y'a un effet hautement significatif de stress salin quel que soit le niveau de salinité, donc il permet de classer dans les groupes suivants :

- Le 1^{er} groupe est représenté par le N2, N1, T ayant les moyennes les plus élevées (5,52cm_5,43cm et 5,31cm respectivement).
- Le 2^{ème} groupe est représenté par le N3 qu'a la moyenne faible que les autres groupes (4,19cm).
- Le 3^{ème} groupe est représenté par le N4 qu'a la moyenne la moins faible que les autres groupes (2,27cm).

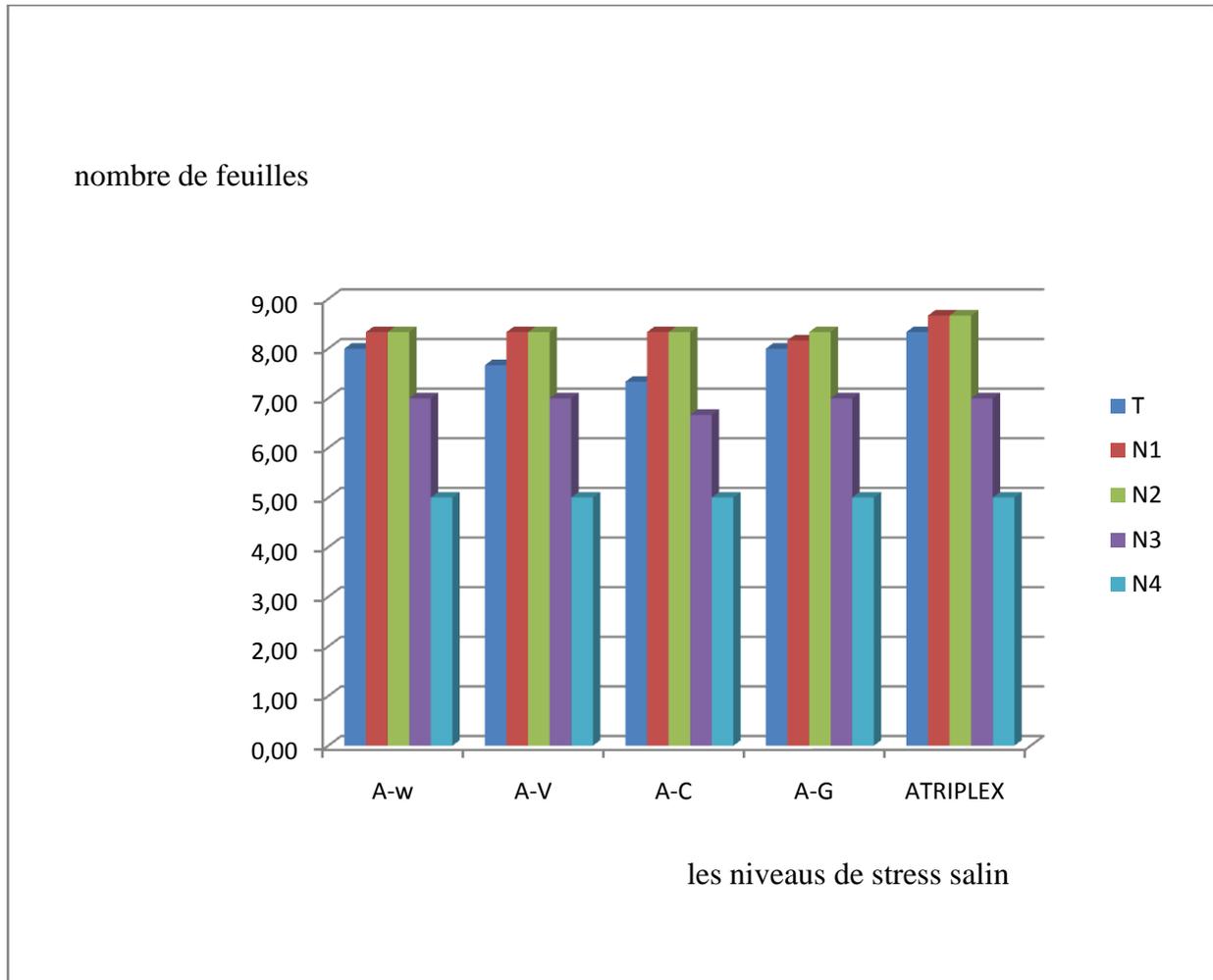


Figure N°22 : les variations des nombre de feuilles en fonction des différentes concentrations de sel de l'*Atriplex halimus*.

I.2 . Le nombre des feuilles

Les résultats obtenus dans les conditions de cette expérimentation ont mis en évidence des effets significatifs de Na Cl sur les nombres des feuilles d'*Atriplexe halimus* dans les deux semaines d'application de stress salin.

On a montré selon l'annexe N°9 et la figure N°22, qu'il y'a un effet hautement significatif de stress salin quel que soit le niveau de salinité, donc il permet de les classer dans les groupes suivants :

- Le 1^{er} groupe représenté par le N2, N1 ayant les moyennes les plus élevées (8.40 et 8.38) par rapport aux autres groupes.

- Le 2^{ème} groupe représentée par le T qu'ont la moyenne la moins élevée (7.87).

Le 3^{ème} groupe représentée par le N3 qu'ont la moyenne faible (6.93).

Le 4^{ème} groupe représentée par le N3 qu'ont la moyenne la plus faible (5.00).

II. Discussion

Notre travail a mis en évidence l'impact de la salinité sur la croissance de *Atriplex halimus* L. L'effet de 5 concentrations de NaCl (0, 5, 10, 15 et 9 g/l) sur quelques paramètres de croissance et de développement a été étudié. Les résultats obtenus montrent que le stress salin a causé des réductions significatives de la hauteur de la plante, du nombre de feuilles. En comparant les résultats obtenus, il apparaît que les paramètres mesurés peuvent être sujets à des rapports entre eux et de ce fait constituer des outils de compréhension globale sur la manière dont *Atriplex halimus* L réagit au stress salin grâce à différents mécanismes. ces résultats sont concordance à les résultats d **MISRI et al., 2006**.

La tolérance à la salinité de ces espèces a été étudiée à travers leur capacité de développement en présence de NaCl. En effet, la hauteur moyenne des tiges, et les nombres des feuilles, leurs rapports respectifs à la fin de l'expérience varient en fonction du niveau de stress salin.

Nos résultats montrent que les *Atriplex halimus* étudiées résistent au stress salin en tolérant une concentration élevée de NaCl dans le milieu, allant jusqu'à 5 à 10g/l. Ces résultats sont conformes à **BOUCHOUKH, 2009**.

Conclusion

Dans ce travail on a étudié la comparaison de réponse de quatre variétés de blé dur (Vitron , Waha , Cirta et GTA dur) cultivé seulement et les mêmes variétés on en relation avec *l'Atriplex halimus* par des différents niveaux des milieux salins de Na Cl (0g /1,5g/l, 10g/l, 15/l et 20g/l), puis on analyse et discuter les paramètres morphologiques, physiologiques et chimiques.

Parmi les résultats qui nous avons obtenu dans cette étude, la comparaison entre la réponse de chaque génotype nous a permis de constater que les différences enregistrées sont d'origines génétiques ; même s'il existe des similitudes de comportement, chaque génotype possède ces propres caractères dans certaines étapes des mécanismes de la réponse au stress salin.

D'après nos résultats, on peut classer les génotypes selon les différents paramètres étudiés et en fonction de degré de la réponse au la salinité : les meilleures variétés sont Waha, soit isolé ou en relation avec *l'Atriplex halimus*.

Le dosage de sucre soluble totaux et la proline ont permis de vérifier que les stratégies d'adaptation aux contraintes salines peuvent être différentes. En effet, l'accumulation du sucre total soluble et la proline dans les feuilles semble être principalement responsable de la sensibilité au sel des différents génotypes.

Et pour le blé dur avec *l'Atriplex halimus*, on a remarqué que le teneur du sucre et proline a été plus faible par rapport les variétés de blé isolé. En ce qui concerne les paramètres biochimiques.

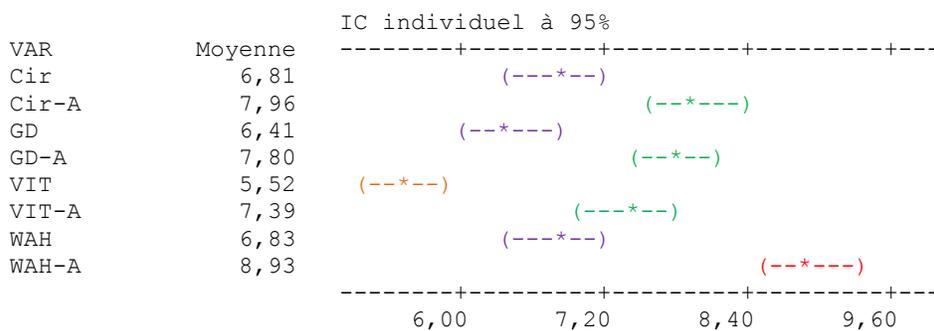
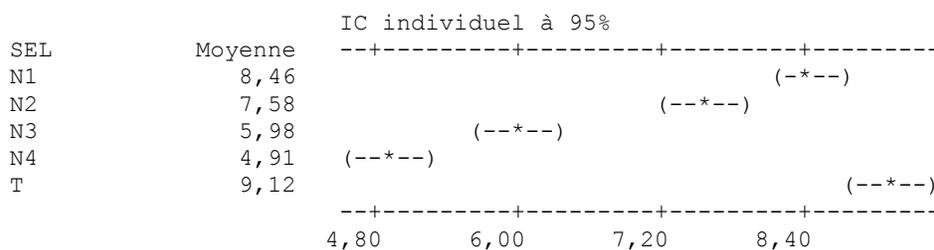
En fin, puisque le blé dur considère parmi les plus importants rendements des régions arides et semi-arides où le problème de salinité est plus courant de grand degré. Il faut penser à un mécanisme pour trouver des solutions, et peut être la culture de blé dur en relation avec *l'Atriplex halimus* parmi les méthodes qui aide pour ce but.

Annexe N°1

ANOVA à deux facteurs contrôlés : HT en fonction de SEL; VAR

Analyse de variance pour HT

Source	DL	SC	CM	F	P
SEL	4	194,199	48,550	113,83	0,000
VAR	7	77,080	11,011	25,82	0,000
Erreur	68	29,003	0,427		
Total	79	300,283			

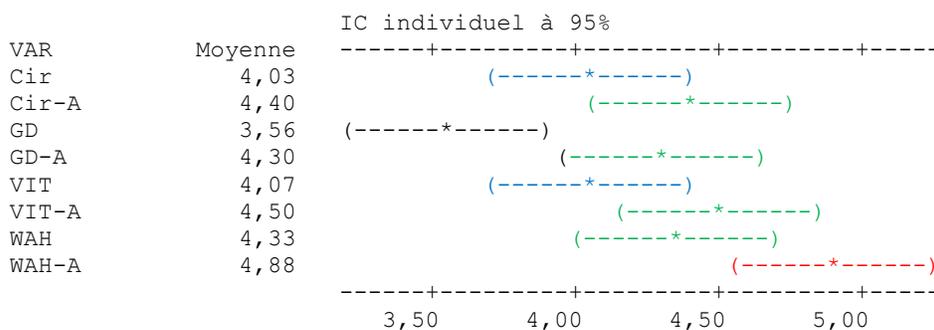
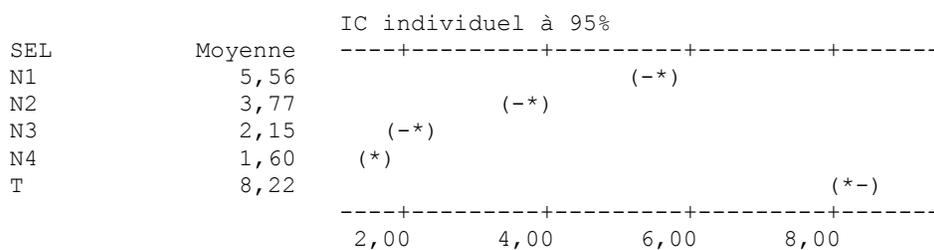


Annexe N°2

ANOVA à deux facteurs contrôlés : NF en fonction de SEL; VAR

Analyse de variance pour NF

Source	DL	SC	CM	F	P
SEL	4	465,968	116,492	363,92	0,000
VAR	7	10,442	1,492	4,66	0,000
Erreur	68	21,767	0,320		
Total	79	498,177			

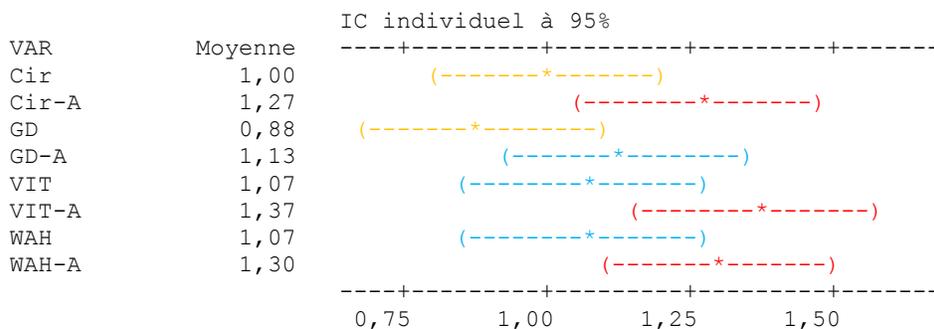
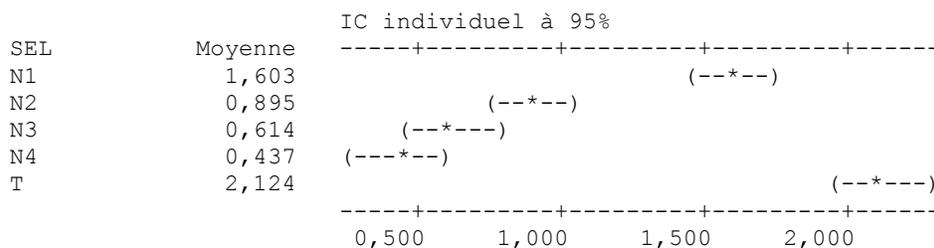


Annexe N°3

ANOVA à deux facteurs contrôlés : NT en fonction de SEL; VAR

Analyse de variance pour NT

Source	DL	SC	CM	F	P
SEL	4	32,215	8,054	72,32	0,000
VAR	7	1,891	0,270	2,43	0,028
Erreur	68	7,573	0,111		
Total	79	41,679			

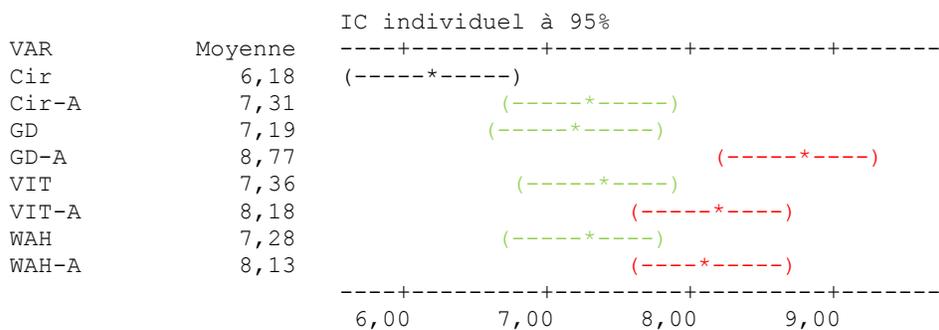
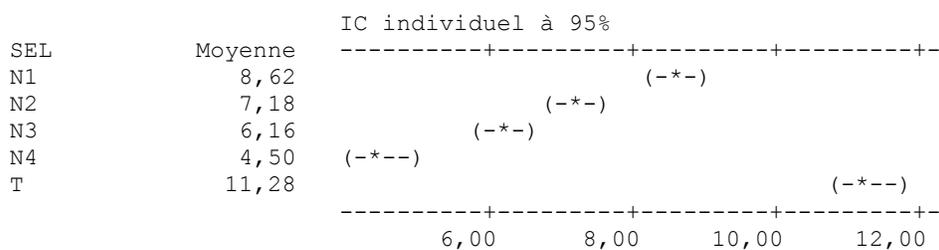


Annexe N°4

ANOVA à deux facteurs contrôlés : SUR F en fonction de SEL; VAR

Analyse de variance pour SUR F

Source	DL	SC	CM	F	P
SEL	4	422,973	105,743	131,17	0,000
VAR	7	43,849	6,264	7,77	0,000
Erreur	68	54,817	0,806		
Total	79	521,639			

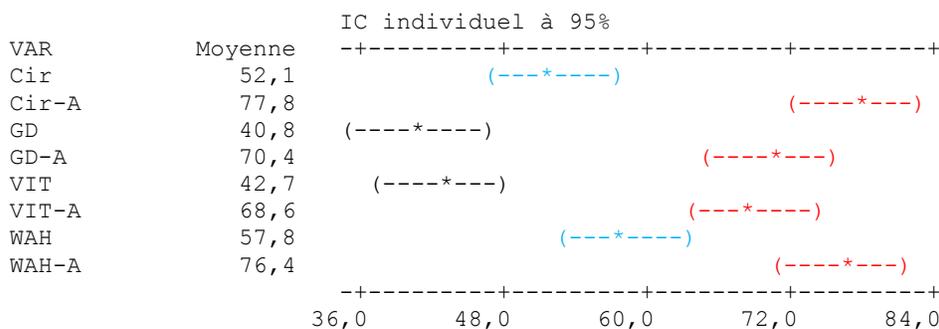
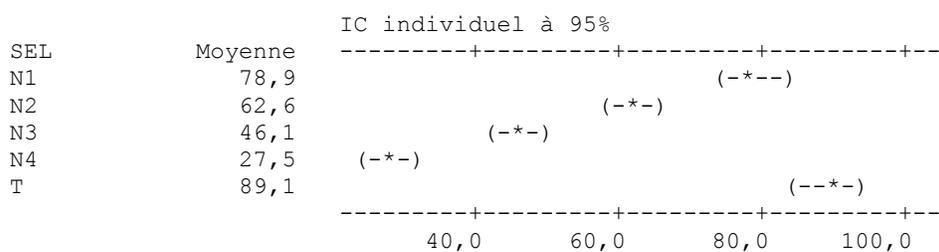


Annexe N°5

ANOVA à deux facteurs contrôlés : TRE en fonction de SEL; VAR

Analyse de variance pour TRE

Source	DL	SC	CM	F	P
SEL	4	39310,8	9827,7	128,41	0,000
VAR	7	14976,6	2139,5	27,96	0,000
Erreur	68	5204,2	76,5		
Total	79	59491,6			

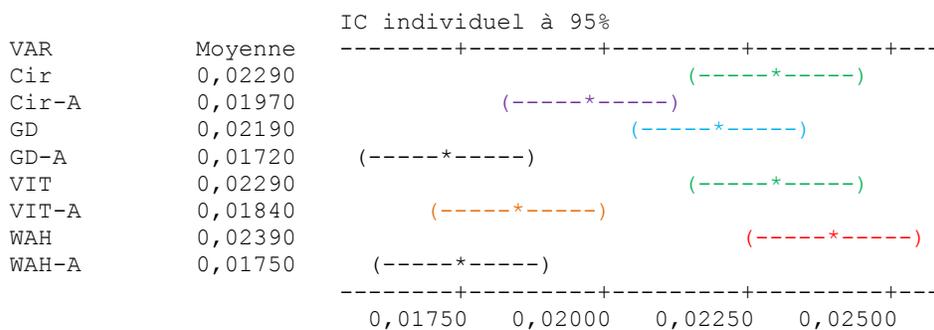
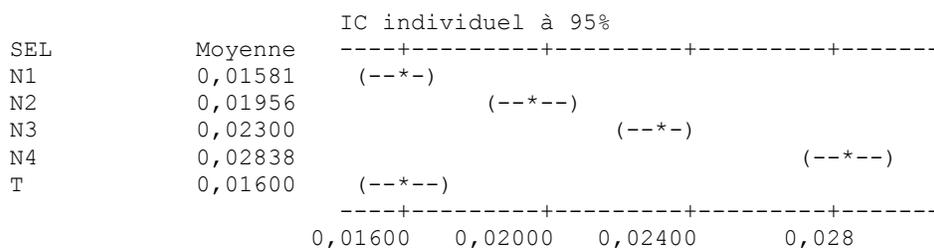


Annexe N°6

ANOVA à deux facteurs contrôlés : STS en fonction de SEL; VAR

Analyse de variance pour STS

Source	DL	SC	CM	F	P
SEL	4	0,0017817	0,0004454	80,44	0,000
VAR	7	0,0004996	0,0000714	12,89	0,000
Erreur	68	0,0003765	0,0000055		
Total	79	0,0026578			

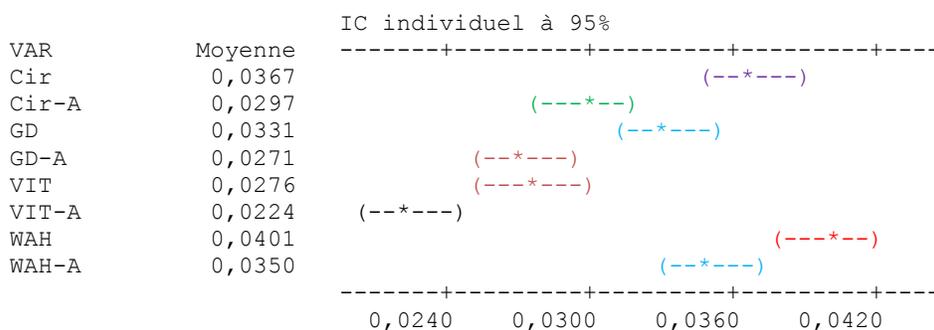
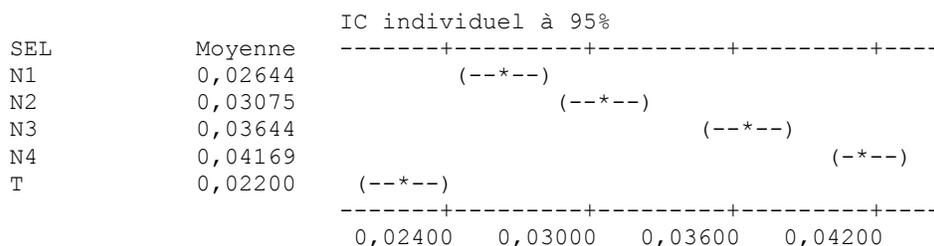


Annexe N°7

ANOVA à deux facteurs contrôlés : PRO en fonction de SEL; VAR

Analyse de variance pour POR

Source	DL	SC	CM	F	P
SEL	4	0,0039136	0,0009784	82,53	0,000
VAR	7	0,0023642	0,0003377	28,49	0,000
Erreur	68	0,0008061	0,0000119		
Total	79	0,0070839			



Annexe N°8**Correlations: HT; NF; NT; STS; PRO; SUR F; TRE**

NF	HT 0,805 0,00	NF	NT	STS	PRO	SUR F
NT	0,761 0,000	0,898 0,000				
STS	-0,856 0,000	-0,745 0,000	-0,722 0,000			
PRO	-0,620 0,000	-0,713 0,000	-0,672 0,000	0,722 0,000		
SUR F	0,774 0,000	0,872 0,000	0,779 0,000	-0,726 0,000	-0,778 0,000	
TRE	0,894 0,000	0,821 0,000	0,778 0,000	-0,856 0,000	-0,660 0,000	0,782 0,000

Annexe N°9

Photo 11 : poids frais	Photo 12 : les échantillons de dosage des prolines
Photo 13 : la balance avec précision	Photo 14 : Les échantillons au bain marie à 80°C
Photo 15 : vortex	Photo 16 : Les échantillons de dosage des sucres totaux solubles
Photo 17 : spectrophotométrie	Photo 18 : la serre

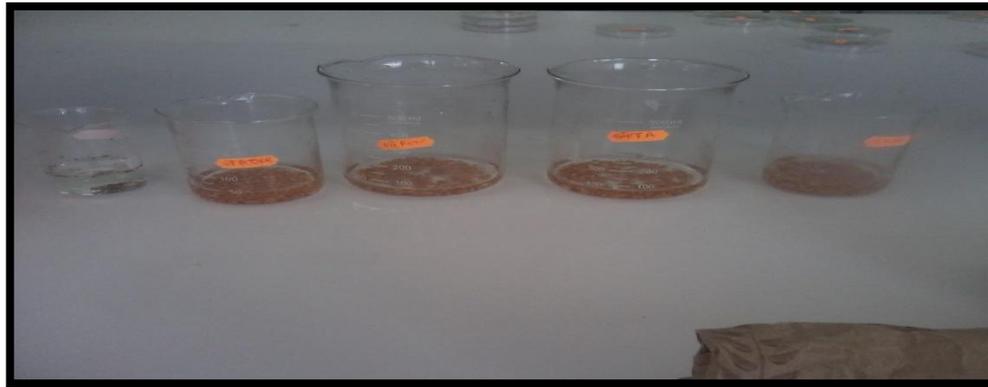


Photo 2 : grains désinfectés par l'eau de javel des différents génotypes étudiés



Photo 3 : La semence des variétés utilisée sur boit pétri.



Photo 4 : la préparation de sol



Photo 5 : la semence grains germination



Photo 6 : stade de 4 feuilles de blé dur



Photo 7 : stade de 4 feuilles de blé dur et *Atriplex*



Photo 8 : les feuilles de blé dur



Photo 9: arrachis des plants



Photo 10 : les feuilles de frais



Photo 11 : la balance avec précise



Photo 12 : Les échantillons de dosage des sucres totaux solubles



Photo 13 : Les échantillons au bain marie à 80°C

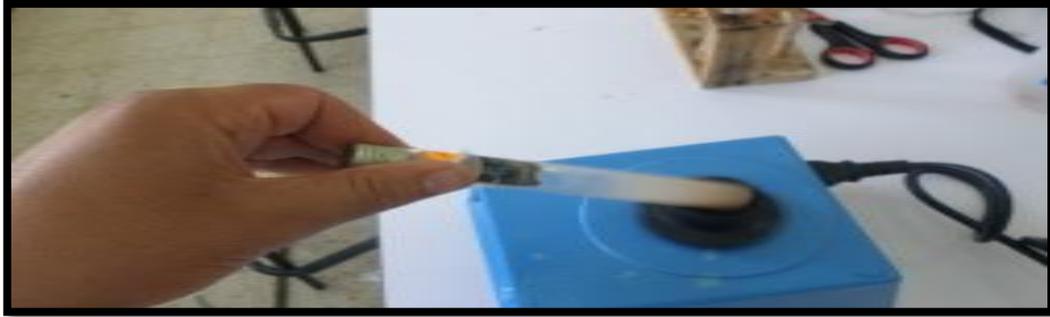


Photo 14 : vortex



Photo 15 : dosage de proline



Photo 16 : spectrophotométrie



Photo 17 : la serre

Annexe N°9



WAHA



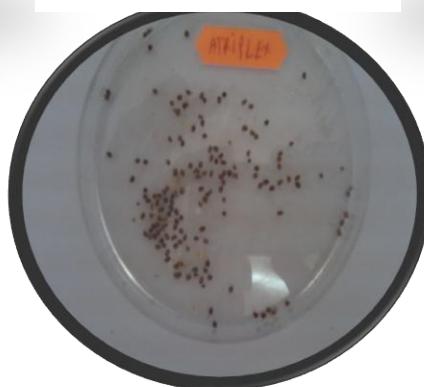
GTA dur



Cirta



Vitron



Atriplex halimus

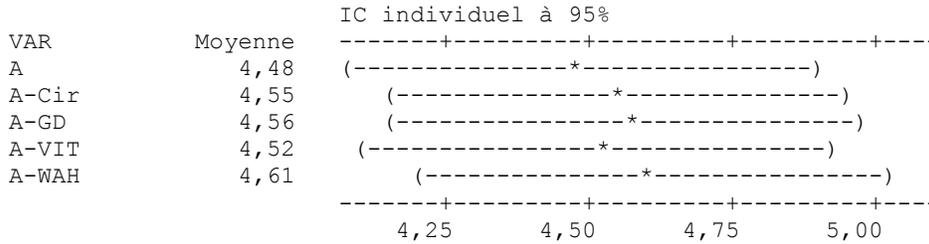
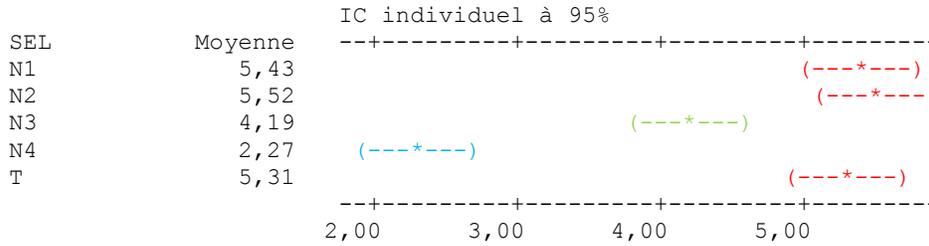
Photo1 : Les différents géotypes des grains étudiés

ANNEXE 9

ANOVA à deux facteurs contrôlés : HL en fonction de SEL; VAR

Analyse de variance pour HL

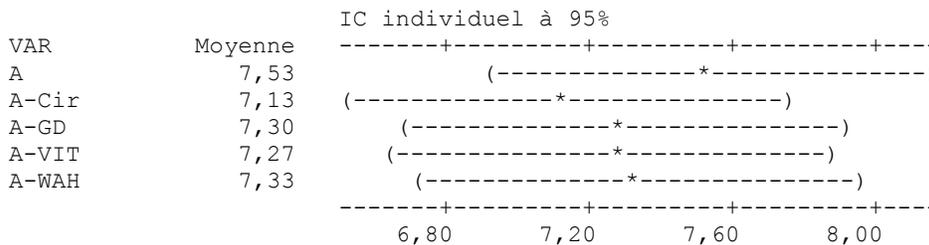
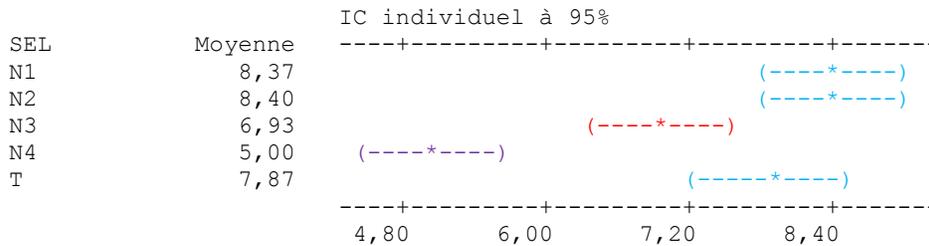
Source	DL	SC	CM	F	P
SEL	4	76,489	19,122	47,29	0,000
VAR	4	0,094	0,024	0,06	0,993
Erreur	41	16,578	0,404		
Total	49	93,160			



ANOVA à deux facteurs contrôlés : NF en fonction de SEL; VAR

Analyse de variance pour NF

Source	DL	SC	CM	F	P
SEL	4	80,852	20,213	22,14	0,000
VAR	4	0,835	0,209	0,23	0,921
Erreur	41	37,436	0,913		
Total	49	119,123			



Résumé

Dans ce travail on a étudié la comparaison de réponse de quatre variétés de blé dur cultivé soit isolé avec les mêmes variétés de blé dur en relation avec l'*Atriplex Halimus* vers des niveaux affectés de salinité (0g/l, 5 g/l, 10g/l, 15g/l, 20 g/l), On a analysé et discuté des paramètres physiologique, morphologique et biochimique.

Parmi ces résultats que nous avons trouvés dans cet étude, on peut dire que la culture de blé dur en relation avec l'*Atriplex Halimus* a été souscrit relativement de prédominance à complication de salinité.

C'est pour ça il faut penser à l'évaluation de le rôle de l'*Atriplex Halimus* dans l'amélioration de croissance chez le blé dur sous les conditions de l'effet stress salin.

Les mots clés : blé dur (*triticum durum* Desf.), stress salin, *Atriplex Halimus* , les variétés.

Abstract

In this work we studied the comparison of response of four varieties of durum wheat grown is isolated with the same durum wheat varieties in relation to the *A. halimus* affected salinity levels (0g/l, 5 g / l, 10g / l, 15 g / l, 20 g / l), was analyzed and discussed physiological, biochemical and morphological parameters. Among these results we found in this study, we can say that the culture of durum wheat in relation to *A. halimus* was relatively agree prevalence complication of salinity.

That is why we must think about the evaluation of the role of *A. halimus* in improving growth of durum wheat under conditions of salt stress effect.

Keywords: durum wheat (*triticum durum* Desf.), Salt stress, *A. halimus*, varieties.

الملخص

قمنا في هذا العمل بدراسة مقارنة استجابة أربعة أصناف من القمح الصلب مزروع لوحدها مع نفس أصناف القمح الصلب مزروع مع القطف، تحت تأثير عدة مستويات من الملوحة (0 غرام / لتر، 5 غرام / لتر، و 10 غرام / لتر، و 15 غرام / لتر، و 20 غرام / لتر)، وفقا لتحليل ومناقشة خصائص مرفولوجية ، فسيولوجية وبيوكيميائية .

من النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة، انه يمكننا أن نقول أن زراعة القمح الصلب مع القطف تساهم نسبيا في القضاء مشكل الملوحة .

لذا يجب التفكير والعمل على تثمين دور القطف في تحسين نمو القمح الصلب تحت ظرف الإجهاد

الملحي .