

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des sciences agronomiques et vétérinaires

Département d'agronomie

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : AGRO-RESSOURCES

VARIATION DES CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES

D'ATRIPLEX HALIMUS SELON LEURS ECOTYPES

Par

DERFOUL SOUMIA

Devant le jury composé de :

M. SNOUSSI S.A	Professeur, USD. Blida	Président
M ^{me} BENREBIHA F.Z.	Professeur, USD. Blida	Promotrice
M. BENMOUSSA.M	Professeur, USD. Blida	Examineur
M ^{elle} CHAOUIA .C	Maître de conférences B, USD. Blida	Examinatrice

Blida, Octobre 2012

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions Dieu le tout puissant de m'avoir monté la voie, guidé et donné le courage de surmonter tous les obstacles.

Au terme de ce travail, j'exprime ma profonde gratitude au professeur M^{me} BENREBIHA F.Z ma promotrice, je la remercie sincèrement pour les conseils et les encouragements qu'elle m'a continuellement donné.

Par ailleurs, je remercie vivement M^{elle} **CHAOUIA** et M. **MEGATLI** pour m'avoir permis de réaliser une partie d'expérimentation au groupe SAIDAL de Médéa.

Je tiens à exprimer mes remerciements à Mr. **SNOUSSI** pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider le jury.

Mes sincères remerciements vont également à M. **BENMOUSSA** et M^{elle} **CHAOUIA** pour avoir accepté d'examiner mon travail.

Je remercie bien vivement également mes amis et collègues qui m'apporté l'aide et encouragements.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, à ma très chère mère que je la souhaite une bonne santé, RABI yahfadha.

A mes très chères sœurs : Fatma-Zouhra, Saida et Zahia.

A mes deux frères : Mohamed et Mahmoud

A ma grand-mère Naila et toute la famille Derfoul.

Enfin, mes meilleurs pensées à mes chères tantes : Mezoura et Djamila qu'ont m'aidé pour surmonter les obstacles.

A tous ceux qui m'aiment

Et à ce que j'aime

SOUMIA.

Résumé

La salinité et la sécheresse limitant considérablement la productivité végétale sur 40% de la surface terrestre notamment en régions méditerranéennes. Fréquemment associé à la contrainte hydrique, la salinité entraîne une réduction des surfaces cultivables et menace l'équilibre alimentaire mondial. *Atriplex halimus*, Chénopodiaceae, halophytes, herbacées, présents dans les régions où il y a le déséquilibre écologique.

Pour assurer une bonne exploitation de cette espèce, nous avons étudié les paramètres physiologiques, biochimiques, et pharmaco-toxicologiques. Les plantes utilisées pour les différentes analyses récoltées au niveau de trois régions (Tamanrasset, Djelfa, Gouraya), et sont prélevées pendant les quatre saisons (Automne, Hiver, Printemps, été).

La variation saisonnière, et régionale a un effet sur les paramètres étudiés, la plante d'*Atriplex halimus* a des stratégies d'ordre physiologiques et biochimiques pour pouvoir d'être tolérante à la salinité et la sécheresse.

Mots clés : *Atriplex halimus*, salinité, toxicité, anti-inflammatoire.

Abstract

The salinity and draught limit considerably plant productivity on 40% of the earth area notably in Mediterranean regions. Frequently associated at the hydric constraint, salinity and threatens the world wide nutrition balance. *Atriplex halimus*, Chenopodiaceous, resists to salinity, grass, is present in regions of unbalance écológic.

To insure the best working of this kind, we study the physiologic parameters, biochemists and pharmacy- toxicological. The plants used for different analyses were forestalling about three regions (Tamanrasset, Djelfa, Gouraya) during four seasons (autumn, winter, spring, summer).

The season and régional variation have effect the paramèters studies, planter *Atriplex halimus* at strategize of order physiologics and biochimics, four paviour tolérance to salinize and désertification.

Key words: *Atriplex halimus*, salinity, toxic, anti- inflammatory.

الملخص

الملوحة و الجفاف يحدان بشكل طبيعي الإنتاج النباتي بنسبة 40% من مساحة الكلية للأرض و بالخصوص في المناطق البحر الأبيض المتوسط و ترتبط بنقص المياه ، الملوحة تدخل في تراجع المساحة النباتية، و تمس التوازن الغذائي العالمي. القطف نبات مقاوم للملوحة عشبي يتواجد في المناطق ذات الاضطراب البيئي.

و لضمان الاستغلال الحسن لهذا الصنف، قمنا بدراسة الخصائص الفيزيولوجية و البيوكيميائية ، و بعض الخصائص الطبية. النبات المستعمل في مختلف التحاليل أحضرناه من ثلاث مناطق مختلفة، (تمنراست، جلفة ، قوراية) و خلال أربعة فصول (الخريف، الشتاء، الربيع، الصيف).

الاختلاف الفصلي و المنطقي للقطف له تأثير على الخصائص المدروسة، نستنتج أن نبات القطف له آليات فيزيولوجية و بيوكيميائية تسمح له بمقاومة الملوحة و الجفاف.

الكلمات المفتاحية : القطف ،الملوحة ،التسمم، مضاد الالتهاب.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	2
RESUME.....	4
TABLE DES MATIERES.....	7
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX.....	10
INTRODUCTION.....	17
CHAPITRE 1.SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	20
1.1. Généralités sur les <i>Atriplex</i>	20
1.2. Classification.....	20
1.3. Systématique.....	21
1.4. Description de l'espèce.....	21
1.5. Répartition.....	23
1.6. Intérêt d' <i>Atriplex</i>	24
1.7. Multiplication de l' <i>Atriplex halimus L</i>	27
1.8. Exigence écologiques.....	28
1.9. Caractéristiques édaphiques.....	28
1.10. Caractéristiques climatiques.....	28
CHAPITRE 2. ETUDE GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE.....	29
2.1. Situation géographique de Tamanrasset.....	29
2.2. Caractéristiques climatiques et géologiques de Tamanrasset.....	30
2.3. Climagramme d'Emberger et étages bioclimatiques.....	32
2.4. Réseau hydrographique.....	35

2.5. Situation géographique de Djelfa.....	36
2.6. Données édaphiques sur la région de Djelfa.....	36
2.7. Hydrogéologie.....	38
2.8. Pédologie.....	38
2.9. Facteurs climatiques.....	39
2.10. Synthèse climatique.....	40
2.11. Situation géographique de Gouraya.....	42
2.12. Facteurs édaphiques de Gouraya.....	43
2.13. Facteurs climatiques de la région de Gouraya.....	44
CHAPITRE 3. MATERILS ET METHODES.....	48
3.1. Matériel végétal.....	48
3.2. Test de germination.....	49
3.3. Dosage de chlorophylle.....	49
3.4. Dosage des caroténoïdes.....	50
3.5. Dosage des flavonoïdes.....	50
3.6. Dosage des éléments minéraux.....	51
3.7. Dosage des sucres solubles.....	52
3.8. Dosage de proline.....	53
3.9. Dosage des protéines solubles.....	54
3.10. Détermination de l'effet toxique par voie orale.....	58
3.11. Détermination de l'effet anti-inflammatoire.....	59
3.12. Mode d'expression des résultats.....	60

CHAPITRE 4. RESULTATS ET DISCUSSION.....	61
4.1. Paramètres physiologiques.....	61
4.1.1. Taux de germination.....	61
4.1.2. Taux de chlorophylle.....	62
4.1.3. Taux des caroténoïdes.....	67
4.1.4. Taux des flavonoïdes.....	72
4.1.5. Taux des éléments minéraux.....	76
4.1.5.1. Taux de sodium.....	76
4.1.5.2. Taux de potassium.....	81
4.2. Paramètres biochimiques.....	86
4.2.1. Taux des sucres solubles.....	86
4.2.2. Taux de proline.....	91
4.2.3. Taux des protéines solubles.....	96
4.3. Paramètres pharmaco-toxicologique.....	100
4.3.1. Effet toxique d' <i>Atriplex halimus</i>	100
4.3.2. Effet anti-inflammatoire d' <i>Atriplex halimus</i>	101
CONCLUSION GENERALE.....	103
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	105

Annexe.

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

La liste des figures :

Figure N°01 : Aspect générale de fleur d' <i>Atriplex halimus</i>	22
Figure N°02 : Aspect général des graines d' <i>Atriplex halimus</i>	23
Figure N°03 : Situation géographique de la région de Tamanrasset.....	29
Figure N°04 : Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Tamanrasset.....	32
Figure N°05 : Climagramme d'emberger de la région de Tamanrasset.....	34
Figure N°06 : Situation géographique de la région de Djelfa.....	39
Figure N°07 : Diagramme ombrothermique de la région de Djelfa.....	40
Figure N°08 : Position de la région de Djelfa dans le Climagramme d'emberger sur la période de 1986-2007.....	41
Figure N°09 : Situation géographique de la région de Gouraya.....	43
Figure N°10 : Diagramme ombrothermique de la région de Gouraya.....	46
Figure N°11 : Climagramme d'emberger de la région de Gouraya.....	47
Figure N°12 : Aspect général de l' <i>Atriplex halimus</i>	48
Figure N°13 : Extraction de chlorophylle d' <i>Atriplex halimus</i>	49
Figure N°14 : Extraction des sucres solubles d' <i>Atriplex halimus</i>	52
Figure N°15 : Apparition de la couleur rougeâtre de l'extrait des feuilles.....	53
Figure N°16 : la séparation de deux phases après l'addition de toluène.....	54
Figure N°17 : La coloration bleue après l'addition de réactif de BRADFORD.	56
Figure N°18 : Extraction des protéines solubles.....	57
Figure N°19 : Lot de souris utilisées pour l'effet de toxicité.....	58

Figure N°20: L'application de gavage sur les souris.....	59
Figure N°21 : Taux de germination de trois régions.....	61
Figure N°22 : Effet de variation régional sur le taux de chlorophylle d' <i>Atriplex halimus</i>	63
Figure N°23: Effet de variation saisonnière sur le taux de chlorophylle d' <i>Atriplex halimus</i>	64
Figure N°24 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de chlorophylle d' <i>Atriplex halimus</i>	66
Figure N°25 : Effet de variation régional sur le taux des caroténoïdes d' <i>Atriplex halimus</i>	68
Figure N°26 : Effet de variation saisonnière sur le taux des caroténoïdes d' <i>Atriplex halimus</i>	69
Figure N°27 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux des caroténoïdes	71
Figure N°28 : Effet de la variation régionale sur le taux de flavonoïdes.....	73
Figure N°29 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de flavonoïdes.....	74
Figure N°30 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de flavonoïdes.....	75
Figure N°31 : Effet de la variation régionale sur le taux de sodium.....	77
Figure N°32 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de sodium.....	78
Figure N°33 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de sodium.....	80
Figure N°34 : Effet de la variation régionale sur le taux de potassium.....	82
Figure N°35 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de potassium.....	83
Figure N°36 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de potassium.	85
Figure N°37 : Effet de la variation régionale sur le taux de sucres solubles...	87

Figure N°38 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de sucres solubles.....	88
Figure N°39 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de sucres solubles.....	90
Figure N°40 : Effet de la variation régionale sur le taux de proline.....	91
Figure N°41 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de proline.....	93
Figure N°42 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de proline.....	95
Figure N°43 : Effet de la variation régionale sur le taux de protéines solubles.....	96
Figure N°44 : Effet de la variation saisonnière sur le taux des protéines solubles.....	97
Figure N°45 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux des protéines solubles.....	99
Figure N°46 : Effet de l'extrait aqueux sur l'évolution du pourcentage de l'œdème des pattes (pourcentage de l'effet inflammatoire).....	102

La liste des tableaux :

Tableau N°01 : Relevés des précipitations moyennes mensuelles en mm de la région de Tamanrasset pendant les 10 dernières années (2001-2010).....	31
Tableau N°02 : Relevés des températures moyennes mensuelles en °C de la région de Tamanrasset pendant les 10 dernières années (2001-2010).....	31
Tableau N°03 : Précipitations de la région de Djelfa des 10 ans.....	39
Tableau N°04 : Températures moyenne de 10 ans (1999-2008) de la région de Djelfa.....	39
Tableau N°05 : Valeurs des températures de la région de Gouraya.....	45
Tableau N°06 : Les valeurs des précipitations de la région de Gouraya.....	45
Tableau N°07 : Taux de chlorophylle au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation régionale.....	62
Tableau N°08 : Taux de chlorophylle au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation saisonnière.....	63
Tableau N°09 : Taux de chlorophylle au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	65
Tableau N°10 : Taux des caroténoïdes au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation régionale.....	67
Tableau N°11 : Taux des caroténoïdes au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation saisonnière.....	68
Tableau N°12 : Taux des caroténoïdes au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	70
Tableau N°13 : Taux de flavonoïdes au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation régionale.....	72

Tableau N°14: Taux de flavonoïdes au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation saisonnière.....	73
Tableau N°15: Taux de flavonoïdes au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	75
Tableau N°16: taux de sodium au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation régionale.....	76
Tableau N°17: Taux de sodium au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation saisonnière.....	78
Tableau N°18: taux de sodium au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	79
Tableau N°19: Taux de potassium au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation régionale.....	81
Tableau N°20: Taux de potassium au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation saisonnière.....	82
Tableau N°21: Taux de potassium au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> .	84
Tableau N°22: Taux de sucres solubles au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation régionale.....	86
Tableau N°23: Taux de sucres solubles au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation saisonnière.....	88
Tableau N°24: Taux de sucres solubles au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	89
Tableau N°25: Taux de proline au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation régionale.....	91
Tableau N°26: Taux de proline au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation saisonnière.....	92
Tableau N°27: Taux de proline au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	94
Tableau N°28: Taux de protéines au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	

en fonction de variation régionale.....	96
Tableau N°29: Taux de protéines au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> en fonction de variation saisonnière.....	97
Tableau N°30: taux de protéines au niveau des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> ...	98
Tableau N°31: Les résultats d'application de la méthode de BEHREN et KARBEN pour l' <i>Atriplex halimus</i>	100
Tableau N°32: L'échelle de HODGE et STERNER.....	101
Tableau N°33: Evolution du pourcentage de moyen de l'œdème des pattes (pourcentage de l'inflammation).....	101

LISTE DES ABREVIATIONS

P : Précipitation.

T : Température.

Q: Quotient pluviothermique d'Emberger.

p : Somme des précipitations annuelles exprimées en mm.

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimées en °C.

m : Moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimées en °C.

% : pour cent.

°C : Celsius.

cm : centimètre.

µg : micro gramme.

g : gramme.

NaCl : chlorure de sodium.

Kg : kilogramme.

MF : matière fraîche.

mg : milligramme.

min : minute

mm : millimètre

MS : matière sèche.

Na⁺ : sodium.

K⁺ : potassium.

PH : potentiel hydrogène

T : témoin.

INTRODUCTION

La salinité et la sécheresse limitant considérablement la productivité végétale sur 40% de la surface terrestre notamment en régions méditerranéennes [01]. Fréquemment associé à la contrainte hydrique, la salinité entraîne une réduction des surfaces cultivables et menace l'équilibre alimentaire mondial [02].

Les divers caractères du biotope agissent directement sur la possibilité de vie de telle ou telle espèce végétale dans un endroit donné, certains espèces peuvent vivre dans de nombreux milieux, d'autres ont des exigences strictes quant à la valeur de certains paramètres [03].

L'accumulation des sels solubles dans le sol constitue à l'échelle planétaire l'un des principaux problèmes auquel l'agriculture est confrontée, plus particulièrement dans les régions semi arides et arides [04].

La salinisation des sols est un phénomène qui correspond à l'accumulation excessive de sels, ce qui se traduit par une diminution de la fertilité des sols [05].

Le lessivage des sols est un moyen efficace de contrôle de la salinité, mais sur le plan hydro-pédologique, nécessite des quantités importantes d'eau d'irrigation [06]. Par contre, sur le plan éco-physiologique l'introduction et le développement des plantes résistantes aux conditions salines est une approche écologique possible et moins coûteuse [07].

En Afrique la majorité de ruminants se nourrit des pâturages naturels et de sous produits de récolte. Depuis la sécheresse qui s'est installée dans les années 1970, on assiste à une diminution des ressources fourragères. Pour répondre à ce manque de disponibilité, on doit rechercher des espèces fourragères plus adaptées à la sécheresse [08].

En Algérie, les régions arides et semi-arides, particulièrement les steppes qui restent les principales zones pastorales pour les animaux, sont confrontées à une désertification et une salinisation de plus en plus accentuées. Ce problème affecte progressivement toute cette zone du territoire qui ne vit que d'élevage et dont la production en viande alimente la quasi-totalité du marché algérien. Pratiquement toutes les ressources d'élevage du pays s'y trouvent concentrées si bien que la situation engendre aussi des problèmes environnementaux comme la réduction du couvert végétal, l'appauvrissement de la flore et la formation des sols sableux [09].

Il est donc urgent de lutter contre ce phénomène par la mise en place des plantations d'espèces adaptées aux conditions extrêmes de ce milieu telle que la salinisation et la sécheresse.

Le meilleur remède est la constitution de ressources fourragères à base d'arbres et arbustes fourragères pouvant survivre dans ces zones [10].

Plusieurs espèces du genre *Atriplex* ont fait l'objet de travaux de recherche. Les premiers travaux ont porté sur l'aspect fourrager, la nutrition minérale et la résistance et la tolérance à la salinité et à la sécheresse.

L'*Atriplex* se rencontre dans la plupart des régions du globe. Elle appartient à la famille des Chénopodiacées, et se caractérise par sa grande diversité. Elle se présente également dans les régions arides et semi-arides où le phénomène de désertification prend des dimensions alarmantes [11].

En Algérie dans les régions steppiques centrales, un certain nombre d'espèces d'*Atriplex* sont cultivées avec « succès », occupant ainsi une superficie d'environ 60.000 hectares [12]. Les *Atriplex* sont riches en protéines (10 à 25%) de la matière fraîche, elles sont riches en sels solubles, mais pauvres en énergie, ce déficit énergétique peut être comblé par les fourrages herbacées [02].

L'*Atriplex halimus* contribue à la désalinisation des sols [10] et dans la lutte contre la désertification [13,14].

Cependant, le surpâturage, les contraintes climatiques et l'absence de gestion rationnelle des parcours des troupeaux ont conduit à une forte dégradation des *Atriplexaies* nécessitant la mise en œuvre d'une politique de repeuplement avec des génotypes, à haute production de biomasse et à bonne palatabilité, résistants à la salinité [15,02].

La meilleure exploitation d'*Atriplex* nécessite une étude de leur comportement selon les différents saisons et régions.

Ce travail rentre dans le cadre d'un projet de recherche qui s'intitule « Valorisation des steppes à *Armoise blanche* et *Atriplex halimus* ».

Pour ce la, la démarche adoptée consiste à déterminer de façon précise les principales caractéristiques physiologiques d'*Atriplex halimus* (Taux de germination, chlorophylle, caroténoïdes, flavonoïdes, éléments minéraux), les caractéristiques biochimiques (proline, sucres solubles, protéines), et quelques paramètres pharmaco-toxicologiques (toxicité, anti-inflammatoire).

Trois sites on été retenus pour le prélèvement des échantillons (Tamanrasset, Djelfa, Gouraya).

Les plantes d'*Atriplex halimus* utilisés pour l'analyse des différents paramètres sont récoltés pendant les quatre saisons (automne, hiver, printemps, été).

Le but de notre étude est :

- L'étude de l'influence de saison et la provenance d'*Atriplex halimus* sur les paramètres physiologiques et biochimiques et des tests pharmaco-toxicologique.

CHAPITRE 1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Généralités sur les *Atriplex*

Les *Atriplex* sont les arbustes les plus adaptés à la salinité et la pauvreté des sols en particulier [16].

Ils ne sont pas limités par le froid, résistent à la submersion et à l'engorgement, ils supportent des salures élevées et permettent d'utiliser des eaux généralement considérées comme inaptées à l'agriculture et végètent mal sur sable profond [17].

Au niveau des steppes Algériennes, fréquemment exposées à des périodes de sécheresse et de soudure climatiques, l'espèce locale *Atriplex halimus* apparaît comme la plus adaptée ; car elle produit autant de fourrage que les autres espèces d'*Atriplex* et avec une régularité nettement meilleure [18], l'*Atriplex halimus* possède un système racinaire très développé fixant les couches supérieures du sol et donc destinée à lutter contre la désertification [19].

1.2. Classification

Le genre *Atriplex* comprend environ 417 espèces appartenant toutes à la famille de Chénopodiacées dont 48 dans le bassin méditerranéen [11].

L'*Atriplex halimus* appartient aux halophytes de grande importance écologique, cette espèce joue un rôle dans la nourriture du cheptel, la fourniture du bois et la lutte contre la désertification [20].

Une cinquantaine d'espèces d'*Atriplex* présente un intérêt fourragère reconnu, parmi elles ; une dizaine a fait l'objet d'essais plus ou moins suivis dans les plantations et exploitations en Tunisie, Algérie, Maroc [21].

1.3. Systématique

Selon AMBERGER (1960) in [22], le classement d'*Atriplex* comme suit :

Embranchement	: Phanérogames
Sous embranchement	: Angiospermes
Classe	: Dicotylédones
Famille	: Chénopodiacées
Ordre	: Centrospermales
Tribu	: Cyclolobées
Genre	: <i>Atriplex</i>
Espèce	: <i>Atriplex halimus</i> L.

1.3.1. Nomenclature

Selon LE HOUEROU (1992) :

Nom scientifique	: <i>Atriplex halimus</i> L.
Nom vernaculaire français	: Pourpier de mer.
Nom vernaculaire arabe	: G'ttaf.
Nom vernaculaire kabili	: Armass.
Nom anglais	: Salt bush méditerranéen.

1.4. Description de l'espèce

Atriplex halimus est une espèce polymorphe à large variabilité intraspécifique [22] d'autant plus importante que les populations sont éloignées et croissent à un étage bioclimatique différent [23].

Il peut atteindre 1 à 3m de hauteur, la formation des touffes peut atteindre 1 à 3m de diamètre [11].

1.4.1. Tiges

Les tiges entièrement feuillées, est très rameuses de couleur blanche grise peut être dressées ou étalées, regroupées en touffes de 1 à 3m de diamètres [24].

1.4.2. Feuilles

Sont alternes, brièvement mais nettement pétiolées, plus ou moins charnues, luisantes, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres (trichomes), ovales, entièrement ou légèrement sinuée, de 0.5 à 1cm de large sur 2à 4cm de long [25,11].

Les feuilles sont persistante, de couleur vert argente [26].

1.4.3. Fleurs

Les fleurs monoïques, jaunâtre, se regroupent en panicules terminales allongées [25].



Figure 1.4.3 : Inflorescence d'*Atriplex halimus* (Anonyme, 2010)

Les inflorescences portent souvent des fleurs males à cinq pétales et cinq étamines au sommet et des fleurs femelles à la base dépourvue de péricarpe.

Le gynécée constitué d'un ovaire surmonté de deux styles protégés par deux bractées [27].

La floraison a lieu une fois par an, de Mai à Décembre [24].

1.4.4. Fruits

Les fruits sont des akènes, composés par deux bractéoles réniformes dentées ou entières, lisses ou tuberculeuses, droites ou recouvertes. Ils mesurent 0.3-0.4cm de large et 0.4-0.5cm de long.

1.4.5. Graines

La graine, verticale lenticulaire de couleur brune foncée, de 2mm de diamètre environ, est terne, entourée par un péricarpe membraneux [24].

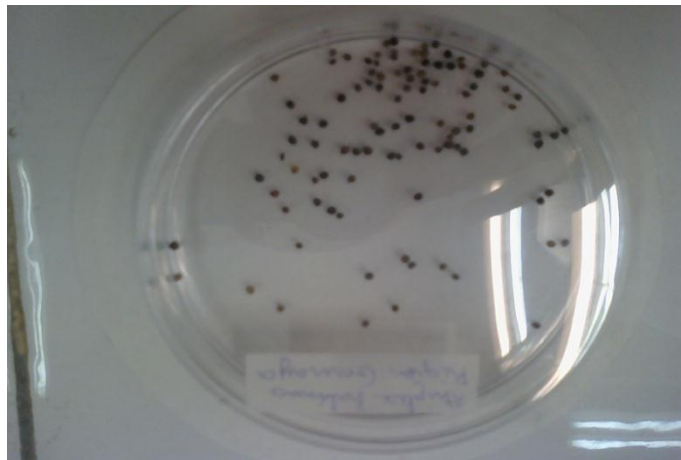


Figure 1: Graines de l'*Atriplex halimus* (Originale, 2011)

1.4.6. Racines

Les racines sont étalées, obliques puis s'enfoncent verticalement à une profondeur variable selon le sol et l'âge de la plante [24]; c'est un système de type pivotant avec des nombreuses racines secondaires très développées [10].

1.5. Répartition

1.5.1. Dans le monde

L'*Atriplex halimus* L. est un arbuste natif d'Afrique du nord où il est abondant. Il s'étend également aux zones littorales méditerranéennes de l'Europe et à terres intérieures gypso salines d'Espagne [15,29].

Les *Atriplex* se rencontrent de l'Alaska au pentagone, de la Bretagne à la Sibérie et de la Norvège à l'Afrique du Sud [10].

Ainsi elles se retrouvent dans toutes régions arides et semi-arides du monde en particulier dans les habitats où le sol salé se combine à l'aridité, c'est pourquoi on les trouve sur tous les continents et les îles [30].

1.5.2. En Algérie

En Algérie, l'*Atriplex* est spontanée dans les étages bioclimatiques semi-arides, arides et même humide.

Les statistiques agricoles du ministère de l'agriculture(1998), révèlent que les nappes d'*Atriplex* en association avec les solanacées couvrent une superficie de 1.000.000 ha.

Les plus grandes superficies se trouvent entre les isoyètes de 100 et 400mm/an, cette zone correspond aux zones dites steppiques (Biskra, Djelfa, M'sila, Tébessa, Tiaret).

Le genre *Atriplex* se rencontre aussi sur le littoral et même au Sahara(Hoggar) et plus particulièrement dans la région de Bechar où les nappes longent les dépressions d'oueds [13].

1.6. Intérêt d'*Atriplex*

1.6.1. Intérêt agronomique

Les *Atriplex* constituent avec la *Kochia*, le support principal de l'industrie pastorale des régions australiennes [02].

1.6.1.1. Mise en valeur des sols pauvres

La capacité des *Atriplex* à se développer dans les zones arides et aux sols pauvres permet de mettre en valeur ces sols.

La couverture d'*Atriplex* accroît la perméabilité des sols et augmente le drainage des horizons superficiels.

Les *Atriplex* exercent une influence très favorable sur la végétation herbacée qui s'installe entre eux, et qui présentent souvent une valeur fourragère plus grande que celle apporté par l'*Atriplex* [31].

1.6.1.2. Mise en valeur des sols salés

Les échelles de résistances aux sels sont très importantes pour l'agriculture, en gardent certaines plantes comme indicatrices : en effet la présence l'*Atriplex halimus* interdit déjà la culture des plantes sensibles [32].

Les *Atriplex* ont la capacité de désaliniser les sols. En effet, la teneur de NaCl atteint 20% de la matière sèche pour l'*Atriplex nummularia* [33].

1.6.1.3. Fixation des dunes

Selon FRANCKET et al (1971), l'emploi des *Atriplex halimus L.* en Afrique du Nord est efficace pour la fixation des dunes et des marnes.

Des essais sur le cordon dunaire dans la région de Djelfa et Boussaâda (Algérie) ont montré des résultats satisfaisants.

1.6.1.4. Lutte contre l'érosion

Les *Atriplex* survivent dans les marnes gypseuses des différents étages géologiques [34,35] et [10].

Elles sont utilisées comme brise-vent pour réduire l'effet de l'érosion éolienne [36].

1.6.1.5 Intérêt fourrager

L'*Atriplex halimus* L. offre plusieurs avantages c'est son utilisation en tant que plante fourragère [39].

L'*Atriplex halimus* montre un caractère particulier très inconvenant, à savoir qu'il constitue des brindilles sèches à la partie supérieur des branches. Leur formation est empêchée par le broutage au moment où les rejets sont jeunes et tendres [31].

FRANCLET et al. (1971), l'*Atriplex halimus* L. doit être considéré comme une réserve durant la période de disette exploitable entre le milieu de l'été et le début de l'hiver en raison de l'absence d'autres aliments vert dans les pâturages.

L'*Atriplex halimus* est riche en protéines (1.5 à 3.7%), mais pauvres en énergie [40].

Les *Atriplex* ont un grand intérêt en tant que plante fourragère en raison de leur :

- Rusticité
- Grande valeur nutritive
- Résistance à la sécheresse [41].

1.6.2. Intérêt thérapeutiques

Elle est utilisée dans la pharmacopée traditionnelle, elle a des vertus antiscorbiques, et utilisée aussi dans le traitement du diabète [37].

Les nomades font usage de ses feuilles pour soigner les blessure et plaies des chameaux [38].

1.6.3. Intérêt économique

Atriplex halimus est une plante à plusieurs usages, fournit bois de chauffe et charbon dans les régions arides ou la recherche du bois est l'un des principaux facteurs de la désertification [22].

L'importance économique des *Atriplex* réside dans la récupération des sols salés ce qui les rend exploitables(42).l'homme des régions arides consomme souvent les jeunes pousses d'*Atriplex*. Les touaregs préparent leur bouillie en associant les graines d'*Atriplex* avec ceux de *Juniperus phoenica*.

Les *Atriplex*, en particulier *Atriplex halimus*, sont parfois plantés dans les jardins publics et parcs [22].

1.7. Multiplication de l'*Atriplex halims* L

L'*Atriplex* peut se multiplier selon 2 voies (sexuée et asexuée) :

1.7.1. Voie sexuée

Elle représente le mode de multiplication par semi des graines d'*Atriplex halimus* et ce mode de multiplication donne une descendance très hétérogène [10].

La germination est influencée par la concentration de milieu en NaCl et inhibé par les températures élevées [13].

1.7.2. Voie asexuée

1.7.2.1. Bouturage

Selon FRANCKET et al (1971), l'utilisation de cette méthode se fait en cas de rareté des graines. Pour une meilleure réussite, les rameaux doivent être feuillés, possédant un bourgeon apical ou des bourgeons latéraux.

Les meilleures boutures sont celles prélevées sur des plants âgés de moins d'un an ou des repousses de l'année.

Atriplex halimus se marcottent naturellement quand les branches se courbent [22].

1.7.2.2. La micro propagation in vitro

La culture in vitro est un ensemble des méthodes qui correspond à des cultures d'explants sur un milieu nutritif synthétique dans les conditions d'asepsie, un environnement contrôlé et un espace réduit [43].

La micro propagation d'*Atriplex halimus* a permis d'obtenir un nombre élevé de clones conformes aux pieds-mères adultes sélectionnés [44].

Selon KINET et al (1998), la micro propagation in vitro chez l'*Atriplex halimus*, par bourgeonnement axillaire ou adventif, constitue un objectif réalisable, tandis que la multiplication par embryogénèse somatique reste jusqu'à présent difficile à réaliser.

1.8. Exigences écologiques

Les principales régions à *Atriplex* se situent, selon le climagramme pluviométrique d'Emberger, dans les étages humides, sub-humides, semi-arides, arides et Sahariens.

1.9. Caractéristique édaphiques

Atriplex halimus est abondant sur des sols à textures grossières plus salés en profondeur ; sur des sols à textures fines ou moyennes (peu salés) et sur des sols alcalins formés sur des alluvions avec des nappes phréatiques peu profondes [45]. Cette espèce n'a pas d'exigence particulière, elle accepte tout type de sol [35]. Les zones à *Atriplex* se situent le plus souvent dans les grandes dépressions autour des chotts ou il existe une forte tendance à la salinité.

1.10. Caractéristiques climatiques

L'amplitude thermique est généralement supérieure à 20°C. La moyenne des minima pour les zones à *Atriplex* varie de -3°C à +6°C, et la moyenne des maxima varie entre 24.7° et 40°C. D'après ZIANI (1970), c'est une espèce qui supporte bien les basses températures (jusqu'à -10°C).

Les zones à *Atriplex* ont un régime de précipitation irrégulier d'une saison à une autre. La période sèche dure 4 à 6 mois et parfois plus. La pluviométrie varie de 100mm à 400mm/an [31].

CHAPITRE 02

ETUDE GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE

2.1. Situation géographique de Tamanrasset

Selon HAMDINE (2001), la région de l'Ahaggar renferme le plus grand massif montagneux de l'extrême sud de l'Algérie et qui est situé au cœur du plus grand désert du monde, le Sahara. De part ses 450 .000 Km² de superficie, l'Ahaggar relie le désert de Tanezrouft à l'Ouest et le Tassili des N'Adjers à l'Est. Il s'étire des environs d'In Salah jusqu'à nos frontières avec le Mali et le Niger. Ses coordonnées géographiques sont : 23°00' de latitude Nord et 5°00' de latitude sud.

Le parc national de l'Ahaggar étend son immensité sur un territoire de 554.000 km². Entouré de pics volcaniques ; il est composé de deux régions, bien différenciées : Tidikelt et Tamanrasset [46].



Figure 2.1: Situation géographique de la région Tamanrasset [47].

2. 2. Caractéristiques climatiques de la région

2. 2.1. Eléments de climatologie

Le climat dans la région de l'Ahaggar est de type désertique caractérisé par des pluies rares et irrégulières et de grands écarts de températures. Le total des précipitations annuelles est extrêmement variable d'une année à l'autre. De longues périodes de sécheresse, dépassant souvent 3 années consécutives, s'observent dans les différentes régions. Le maximum de pluviosité est généralement enregistré pendant les mois chauds, c'est-à-dire en été, dans l'Ahaggar central. Nous observons l'influence d'une forme extrême du climat soudanais alors que dans le Tadmait-Tidikelt de longues périodes de sécheresse (avec 0 mm de pluie) et des années recevant moins de 5 mm de pluie ne sont pas rares [46,47].

Selon ANONYME (2006), les précipitations durant toute l'année et pendant quelques jours on relève une moyenne de 4,38 mm pour les dix dernières années. Les pluies sont d'origine atlantique et parfois méditerranéenne. Cette insuffisance est sans effet sur la région qui s'alimente à partir des nappes phréatiques et albiennes situées à fleur de terre.

Les relevés des précipitations moyennes de la région de Tamanrasset pendant les 10 dernières années sont représentés par le tableau 2.2.1.1.

Quant aux températures, il est à noter que la région de Tamanrasset se caractérise par un climat aride avec des étés très chauds et des hivers assez doux. Les écarts de températures sont très importants [48].

Les relevés des températures moyennes mensuelles et annuelles en °C de la région de Tamanrasset pendant les 10 dernières années (2000-2009) sont représentées sur le tableau 2.2.1.2.

Le vent joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense et de ce fait la formation de dunes; sa vitesse peut atteindre 100 km/h en déclenchant de véritables vents de sable dont la vitesse moyenne ne dépasse guère 4,2 m/s pour l'année 2005 [48].

Tableau 2.2.1.1 : Relevés des précipitations moyennes mensuelles en mm de la région de Tamanrasset pendant les 10 dernières années (2001-2010).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
P												
Moyennes (mm)	1	2.1	3,4	0,3	0,5	11,9	8.5	13,9	5.9	12.7	0,5	0,8

(Anonyme, 2010).

Le tableau ci-dessus, nous renseigne que :

- ✓ La pluviosité moyenne mensuelle est très faible et irrégulière.
- ✓ La période de l'été plus arrosée que les autres périodes de l'année.

Tableau 2.2.1.2 : Relevés des températures moyennes mensuelles en °C de la région de Tamanrasset pendant les 10 dernières années (2001-20010).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T°												
Moyenne (c°)	13	15.9	19.8	24.1	27.7	29.7	30.1	29.4	27.9	23.7	18.3	14.5

(Anonyme, 2010)

2.2.2. Synthèse climatique

Selon DAJOZ (1985) et KAIDI (2007), le diagramme ombrothermique est une représentation graphique montrant les périodes sèches et humides de la région étudiée. Dreux (1980), ajoute qu'il s'agit de porter en abscisses les mois de l'année et en ordonnées les précipitations et les températures avec une échelle double des premières.

Cependant DAJOZ (1985), note que le botaniste Gausson considère le climat d'un mois comme sec, si les précipitations P (mm) sont inférieures au double de la température moyenne T. De ce fait, on aura $P < 2T$ [53].

A partir des données climatiques du tableau (2.2.1 et 2.2.2) portant les moyennes de la pluviométrie et des températures de la région de Tamanrasset durant la dernière décennie, nous avons tracé le diagramme ombrothermique de Gausson pour cette région (Figure 4).

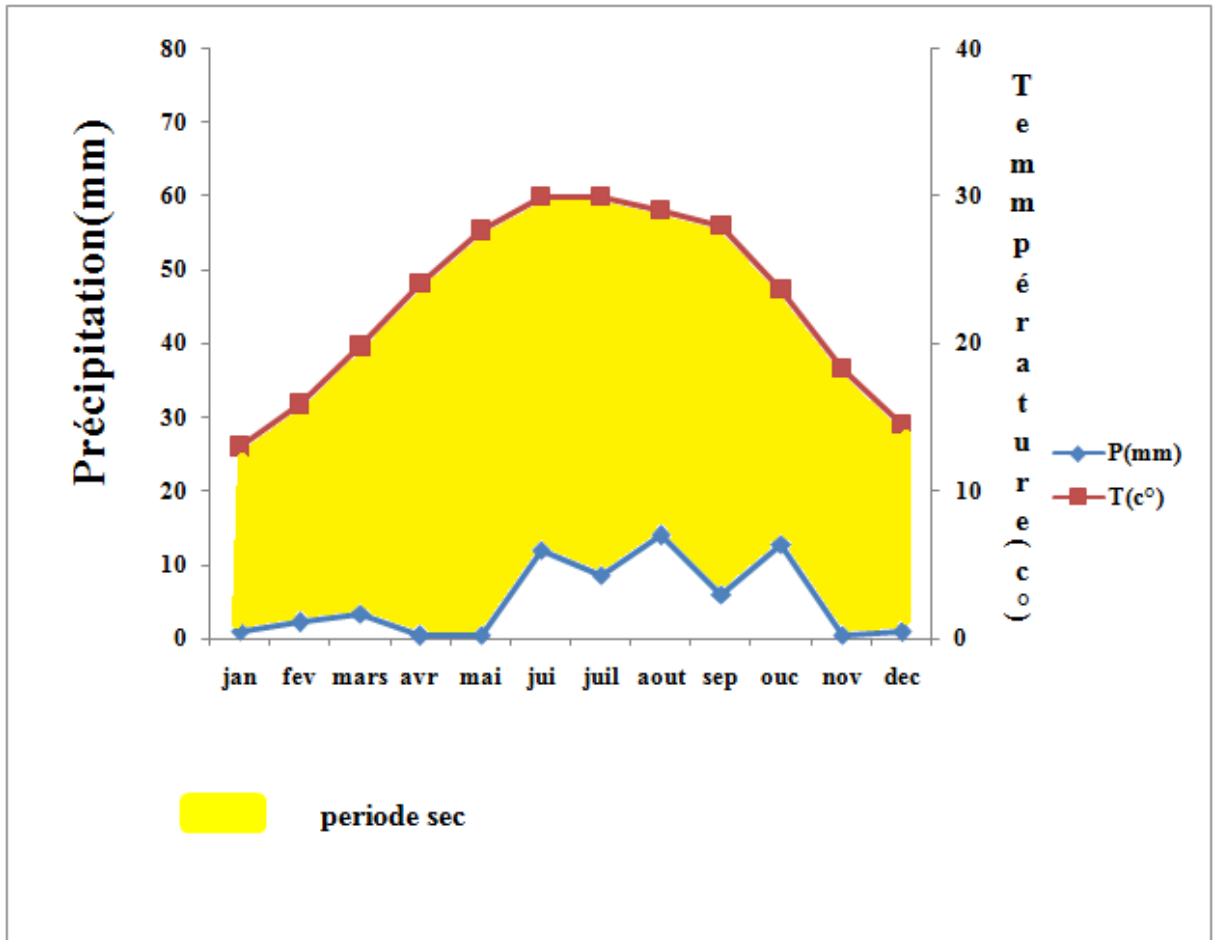


Figure 2.2.3: Diagramme ombrothermique de Gausson pour la région de Tamanrasset (2000- 2009).

2.3. Climagramme d'Emberger et étages bioclimatiques

D'après MUTIN (1977), un quotient pluviothermique permet de faire la distinction entre les différentes nuances du climat méditerranéen.

RAMADE (1984), mentionne que ce quotient est établi initialement pour les régions méditerranéennes. Il permet ainsi de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond [49].

D'après Stewart (1969), le quotient pluviométrique d'Emberger a pour expression :

$$Q = 3,43 P / (M-m)$$

3,43: Coefficient de Stewart établi pour l'Algérie

Pour notre zone d'étude on a :

$$P= 61.6 \quad M=13.9 \quad m= 0.3$$

D'après les données climatiques représentées par les tableaux (2.2.1 et 2.2.2), nous avons calculé le quotient pluviométrique de la région de Tamanrasset qui est égal à 15.53. Tamanrasset constitue la grande partie du Sahara central. Cette région, appartient à l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré (Figure 2.2.3), L'amplitude thermique qui varie entre 13 C° en mois de janvier et 29,7 C° au mois de juin, intégrant des nuits froides et des journées très sèches, s'étalant durant toute l'année et donc la saison hivernale est inexistante.

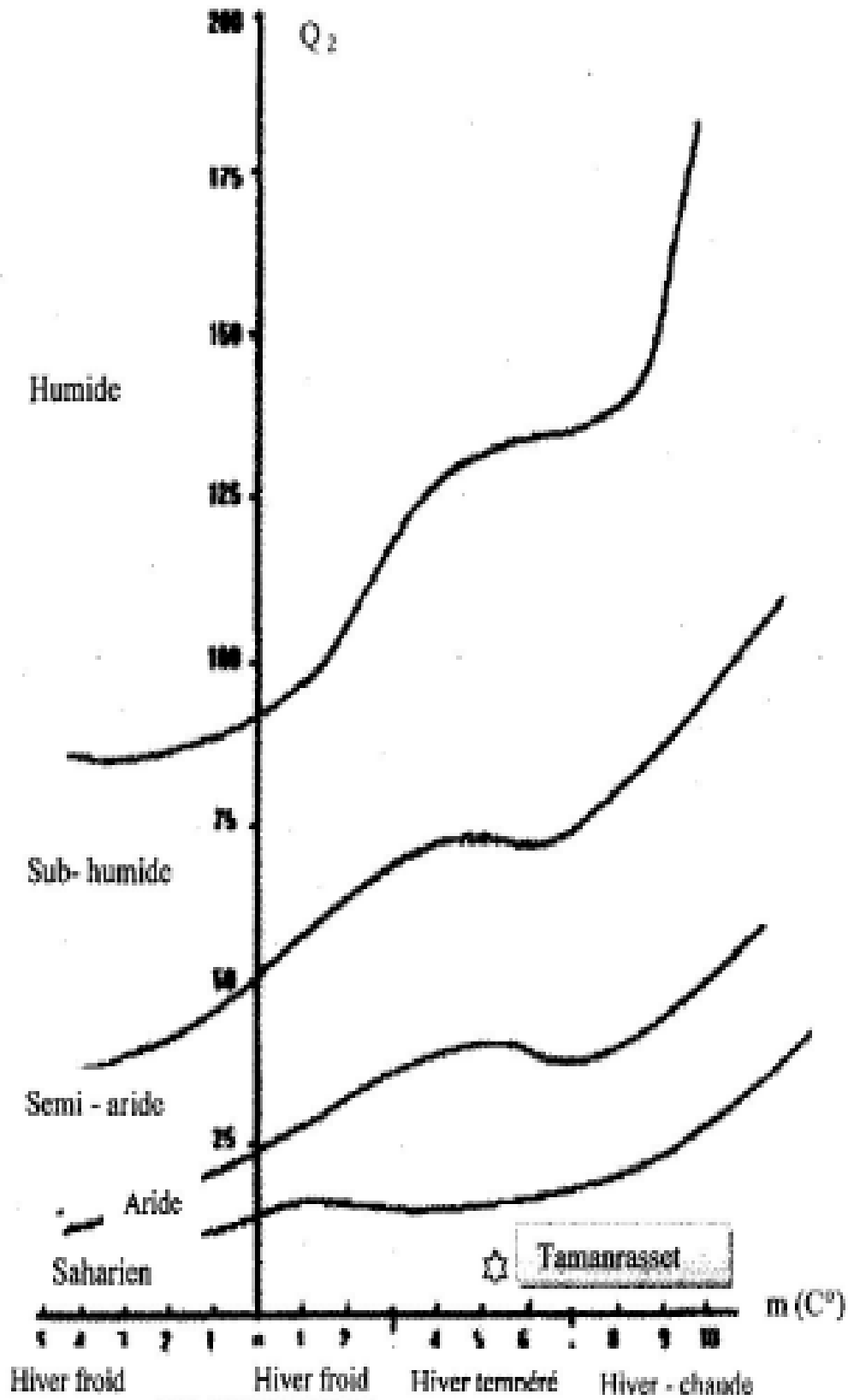


Figure 2.3: climagramme d'emberger de la région Tamanrasset.

2.4. Réseau hydrographique

L'eau est le facteur écologique limitant par excellence dans l'Ahaggar. Sa rareté associée aux fortes températures et aux vents chauds et secs continuels se traduit par des conditions de vie difficiles aussi bien pour la faune sauvage que pour l'homme et son bétail. L'Ahaggar est situé dans le plus grand des déserts et le plus extrême, le Sahara. Mais contrairement aux autres régions de ce Sahara, l'Ahaggar bénéficie d'un régime de pluies quelque peu favorable faisant que l'eau est une ressource, certes limitée, mais disponible en différents endroits [46].

2.4.1. Les réserves en eau

HAMDINE (2001), note que les ressources hydriques de la wilaya de Tamanrasset sont contenues dans :

Les formations du Sahara central, avec les grès du Continental intercalaire (Nappe Albienne) localisé au nord dans le Tadmait-Tidikelt (avec 253 hm³) et à l'ouest dans le Tanezrouft, et avec le complexe terminal constitué de dépôts marins et lagunaires du Crétacé supérieur et l' Eocène dans la partie la plus au nord de la wilaya.

La nature cristalline et cristallophyllienne de l'Ahaggar ne permet pas l'existence de nappes phréatiques. L'eau est alors puisée dans les nappes d'inféoflux alimentées exclusivement par les crues, comme à Tamanrasset, Abalessa et Ideles, et dans les couches d'altération du socle ancien (granité, gneiss, schistes) captées par des forages peu profonds (dans l'Ahaggar central on estime à 5 hm³ les quantités d'eau dans l'inféoflux).

Les formations gréseuses des Tassilis constituent de grands réservoirs Paléozoïques d'eau fossile non renouvelable localisés au sud-est dans le bassin du Tafassasset et au sud-sud-ouest dans le bassin de Tin Seririne dans les Tassilis Ouan Ahaggar.

2.4.2. Les Oueds

Les dimensions en longueur et en largeur des lits d'oueds sont très variables. On observe souvent dans les grands oueds des largeurs dépassant plusieurs centaines de mètres. Le régime de ces oueds est très variable dans le temps du fait du caractère très irrégulier des précipitations et de l'évapotranspiration intense. Les oueds présentent des débits importants quelques heures seulement après la chute des pluies, ce qui se traduit par des crues importantes. Bien qu'elles ne durent que quelques jours, voire quelques heures seulement, ces crues sont dévastatrices et emportent tout sur leur passage [46]. L'Ahaggar est drainé par un important réseau hydrographique formant un chevelu dense. Les écoulements superficiels sont marqués par un réseau hydrographique fossile très dense drainant des bassins et des sous-bassins. Il est pratiquement impossible de dénombrer tous les oueds avec leurs affluents primaires ou secondaires.

2.5. Situation géographique de DJELFA

La région de Djelfa est située au centre de l'Algérie du nord entre 2° et 5° de longitude et entre 33° et 35° de latitude nord. Elle s'étend sur une surface totale de 32280 km, soit une portion de 8.33% de la superficie Algérienne totale avec une altitude moyenne de 1200m. Par sa position elle occupe la région centrale steppique Algérienne. Elle se trouve limitée par les wilayas de : Médéa au nord, M'sila à l'est, Biskra au sud-est, El-oued au sud et sud-est, par Ouargla et Ghardaïa au sud, Laghouat à l'ouest et sud ouest et enfin Tiaret à l'ouest (Figure 2.8). La région de Djelfa présente différentes zones du point de vue : pédologique, altitudinal et végétale.

2.6. Données édaphiques sur la région de Djelfa

2.6.1. Géologie

Les calcaires et les marnes d'origine crétacée forment une part fort importante de la roche montagneuse avec quelques traces triaciques. En fait, selon AZZI (1993), la région de Moudjbara présente un substrat d'énonien avec des roches calcaires du quaternaire, des dépôts d'argile, de graviers et du sable. Senalba qui fait partie de l'Atlas Saharien est relevé du crétacé inférieur et moyen avec des formations calcaires et gréseuses.

2.6.2. Géomorphologie

La région de Djelfa présente trois principales formations : Reliefs, dépressions et surfaces plus ou moins planes.

2.6.2.1. Reliefs

L'ossature du relief est constituée par des prolongements de l'Atlas Tellien. Les chaînes de l'atlas pré-saharien correspondant à des secteurs à plissements réguliers du système alpin orientés sud-ouest et nord-est selon le centre (euro-méditerranéen) sur les zones arides, la région de Djelfa comprend trois grandes formations de relief : le plateau d'Ain-ouessara dans le nord, le plateau saharien et les monts de l'Atlas Saharien.

2.6.2.2. Dépressions

Il existe deux types de dépressions dans la région : les Zahrez et les dayas [55], Les Zahrez sont de vastes systèmes endoréiques du quaternaire moyen couvrant plusieurs dizaines de km² ou s'accumulent les eaux de ruissellement salées dans la zone centrale la plus basse et sans végétation (salinité trop élevée), autour de cette auréole centrale pousse une végétation halophile caractéristique, Le Zahrez gherbi a une altitude de 827 m et le chergui est de 834m. Les Dayas sont des dépressions circulaires de faibles dimensions avec un diamètre de l'ordre de plusieurs décamètres, elles se forment sur une surface encroûtée du quaternaire ancien. Elles constituent des zones de drainage où l'eau de ruissellement s'accumule pour submerger la surface.

2.6.2.3. Surfaces plus ou moins planes

Elles sont constituées par des glacis et des terrasses, on y trouve :

- les glacis les plus hauts ceux du quaternaire ancien correspondant à des glacis à croûtes importantes se localisant essentiellement au sud de l'atlas saharien [56], ils se trouvent dans les dayas au sud de Djelfa.
- les glacis du quaternaire moyen présentent une laïcisation calcaire moins importante, ces types sont souvent ensablés avec une végétation spasmophiles.
- des formes récentes constituées de dépôts alluviaux ou colluviaux représentées par les chenaux d'oueds et des dépressions marécageuses temporaires.

- des formations alluviales du quaternaire récent et actuel qui sont les terrasses développées de part et d'autre des principaux oueds (oued Touil à Messaad).

2.7. Hydrogéologie

Selon AROUR (2001), les plus importantes nappes d'eau sont localisées à : Ain oussera, Birine et Zahrez dans la zone de Messaad formant ainsi trois principales localités reliées par un réseau hydrographique endoréique entre eux et reliées avec les autres secondaires localités. Les oueds descendant des zones montagneuses constituent un agent principal de salinisation des eaux de ces zones arides. Un réseau d'oueds important draine l'ensemble de la forêt, il devient une véritable source hydrique qui alimente la nappe phréatique en hiver.

2.8. Pédologie

La région de Djelfa se caractérise par ces sols fragiles et pauvres, souvent les croûtes calcaires viennent s'installer en surface. Selon LAIDI (1991), la meilleure qualité des sols est située dans la partie nord dans une région appelée (El Maader) à Ain- oussera le sol est peu profond reposant sur croûte calcaire avec un horizon humifère très faible en humus. La quasi-totalité des sols de Djelfa se caractérisent par la richesse en calcaire, la pauvreté en matière organique, le pH basique, la salinité surtout au bord des chotis, la fragilité et la sensibilité à l'action de l'érosion [57].



Figure 2.8 : Situation géographique de la région de Djelfa [58].

2.9. Facteurs climatiques

La région de Djelfa fait partie des régimes climatiques méditerranéens, elle est caractérisée par un hiver pluvieux froid et saison estivale sèche et chaude. Les précipitations se caractérisent par leur faiblesse en quantité et par leur variabilité d'une année à une autre. Les régimes thermiques relativement homogènes le long de la région.

2.9.1. Précipitations

Les précipitations sont faibles et irrégulières. Les moyennes des 10 ans sont regroupées dans le tableau 2.9.1.

Tableau 2.9.1 : Précipitations de la région de Djelfa des 10 ans.

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
P (mm)	20,17	27,41	25,76	32,7	18,76	13,84	8,5	5,42	26,59	44,33	20,7	27,4

(Anonyme ,2008).

2.9.2. Températures

La région de Djelfa est caractérisée par une température variable qui est basse en hiver et élevée en été ce qui augmente le déficit hydrique, le tableau 4 regroupe les moyennes des 10 ans.

Tableau 2.9.2 : Températures moyenne de 10ans (1999-2008) de la région de Djelfa.

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T (°C)	6,01	7	9,25	15,54	21,14	26,58	29,92	28,97	22,76	15,8	8,68	7,12

(Anonyme ,2008).

La température la plus élevée est celle du juillet avec 29.92 °C et la moyenne minimale la plus froide est de 6.01°C au mois du janvier.

2.3.3. Gelée

L'action de la gelée peut se manifester par le flétrissement des plantes, elle joue un rôle néfaste vis à vis la structure du sol (désaération du sol) [59], Selon cet auteur son risque débute lorsque le minimum moyen tombe au dessous de 10C° et persiste tant que le minimum reste inférieur à cette valeur, le nombre des jours est variable selon les régions. L'action de la gelée a aussi des répercussions négatives sur l'activité biologique dans le sol [56].

2.10. Synthèse climatique

2.10.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Les relevés pluviométriques et thermiques permettent de représenter le diagramme ombrothermique. L'interprétation de ce diagramme montre que la région de Djelfa se caractérise par deux périodes : une période humide qui dure six mois (depuis octobre jusqu'à avril) et l'autre sèche qui s'étale du mai au mois d'octobre (durant ainsi six mois) (Figure 2.10).

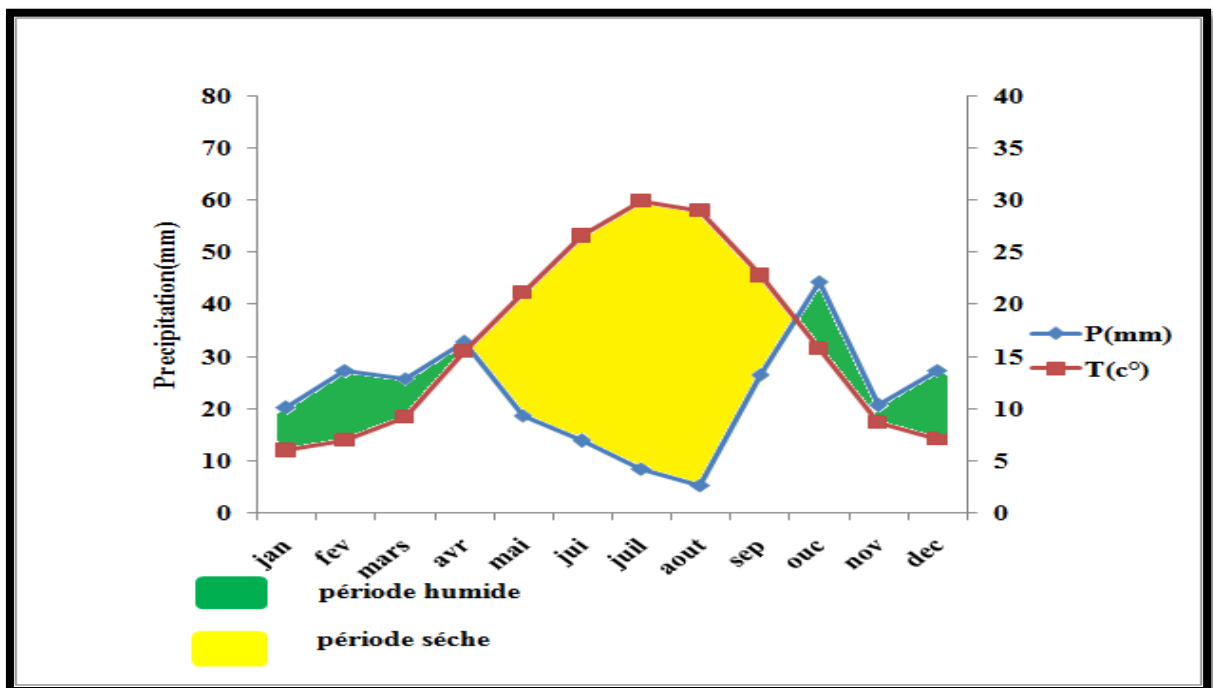


Figure 2.10.1 : Diagramme ombrothermique de la région de Djelfa (1999-2008)

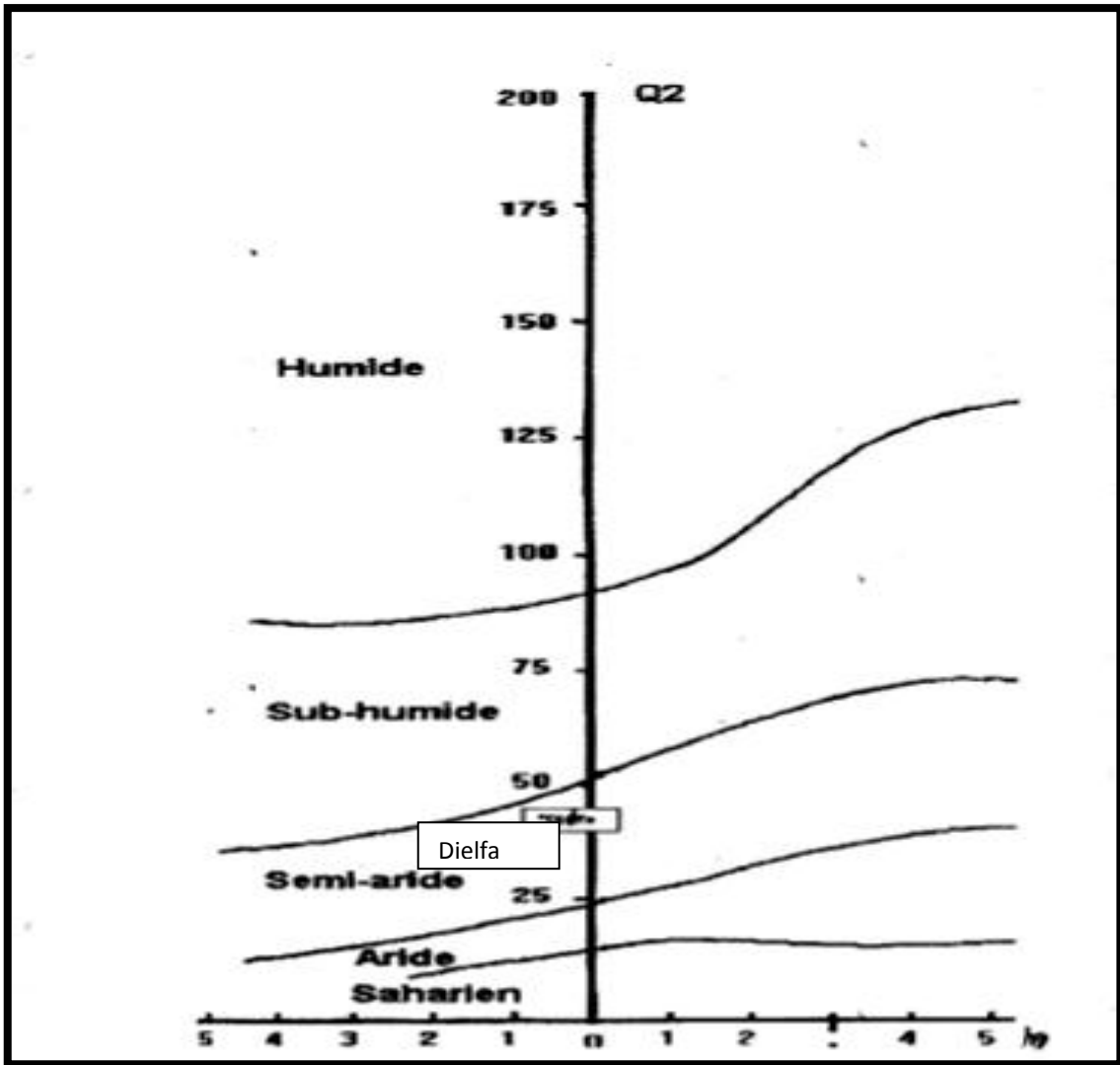


Figure 2.10.1 : Position de la région de Djelfa dans le climagramme d'Emberger sur la période de 1986 à 2007

2.11. Situation géographique de Gouraya

La région de Gouraya (36° 32' N., 1° 34' E.) se situe à 56 km à l'ouest de Tipaza et à 120 km d'Alger. Elle est limitée au nord par la mer méditerranée, à l'est par oued Sebt, au sud par les forêts d'Aghbal et de Messelmoun et à l'ouest par Larhat (Figure 9).

La répartition des végétaux est due à différentes causes dont les deux principales sont la nature du sol et le climat.

2.11.1. Relief

Plus que tout autre élément, le relief modifie le climat d'une façon remarquable [60]. La région de Gouraya présente un relief montagneux, dont l'altitude moyenne est de 800 m. Elle est constituée de juxtapositions de paysages très hétérogènes formés de 25 % de forêts, 24,2 % de montagnes, 12,3 % d'oueds, 6,1 % de plateaux et de 4,5 % de plaines. Selon les endroits les pentes sont très variables dont certaines sont assez fortes à tel point que des travaux de défense et de restauration des sols ont été nécessaires. En effet il est à noter dans cette région la présence d'anciennes banquettes dégradées.



Figure 2.11.1 : Situation géographique de la région de Gouraya (Anonyme, 2009).

2.11.2. Hydrographie

Trois oueds, désignés par Oued Kellal, Oued Riia et Oued Sebt traversent la région de Gouraya. Ceux-ci apportent l'eau indispensable aux cultures maraîchères situées en contrebas et déversent le surplus vers la mer méditerranée. L'approvisionnement en eau potable est assuré par deux forages.

2.12. Facteurs édaphiques

Tour à tour les caractéristiques géologiques et pédologiques de la région de Gouraya sont traitées.

2.12.1. Particularités géologiques

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux [61]. Selon la classification française, les sols de la région d'étude sont classés en sols peu évolués en sols bruns calcaires et en rendzines. Les sols peu évolués se localisent dans les bas des pentes et sont constitués d'un matériel d'apport provenant de l'érosion des fortes pentes. Ils sont caractérisés par une texture sablo- limoneuse et une grande porosité en plus de la

faible teneur en matières organiques ne dépassant pas 2 %. Les sols bruns calcaires sont localisés essentiellement au niveau des pentes. Ils sont fréquents sur les roches tendres ou marnes et caractérisés pas un début de décalcification en surface avec accumulation simultanée en profondeur de calcaire. Les rendzines sont localisées sur des marnes ou du calcaire marneux. Le sol présente un horizon de couleur brun noir riche en cailloux calcaires avec une texture moyenne à fine. Ces sols sont secs en été et leur humidité équivalente varie entre 15 et 25 % [62].

2.12.3. Les aspects pédologiques de la région de Gouraya

Selon HALITIM (1988), le sol est l'élément de l'environnement dont la destruction est souvent irréversible et qui entraîne les conséquences les plus graves à court et à long terme. RAMADE (1984), note que le sol est l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes. Il constitue pour les plantes un réservoir d'eau et une réserve de matières minérales et organiques, conditions essentielles à leur développement [64].

D'après DURAND (1954), la formation des sols est un processus complexe qui dépend essentiellement de la nature de la roche mère ainsi que la topographie

2.13. Facteurs climatiques de la région de Gouraya

Le climat est l'ensemble des phénomènes qui caractérisent l'atmosphère et dont l'action influence les milieux naturels [66]. Selon DREUX (1980), les facteurs du climat sont d'une importance universelle et considérable. Parmi eux les plus importants à citer sont notamment la température, les précipitations et les vents.

2.13.1. Particularités de la température dans la région de Gouraya

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère [65], D'après DREUX (1980), la température est un facteur essentiel pour expliquer certains résultats et comportements des insectes. Chaque espèce ne peut vivre que dans un certains intervalle de températures limité par deux niveaux létaux l'un minimal et l'autre maximal. La température est naturellement un facteur écologique capital agissant sur la

répartition des espèces. Pour la région de Gouraya les valeurs de la température enregistrées en 2009 sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 2.13.1 : Valeurs des températures de la région Gouraya

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T (°C.)	13,05	13,8	15,3	16,95	22,45	25,2	28,7	28,4	24,45	22,2	19,5	16,05

(Anonyme ,2009).

Les moyennes thermiques mensuelles de l'année 2009 montrent que la valeur la plus basse est de 13,05°C enregistrée durant en janvier, alors que le mois d'août est le plus chaud avec une valeur de 28,4°C.

2.13.2. Pluviométrie

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques [61], La température est l'un des plus importants facteurs climatiques tant par leur action directe comme l'érosion éolienne qu'indirecte telle que l'évapotranspiration [67]. Pour la région de Gouraya les valeurs des précipitations notées en 2009 sont rassemblées dans le tableau 2.13.3.

La plus importante quantité pluviométrique est enregistrée durant l'année 2009 est de 129,3 mm

Tableau 2.13.2 : les valeurs des précipitations de la région Gouraya

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
P (mm)	90,1	18,6	48,2	56	18,3	0	0	7,2	129,3	2,5	48,8	70,1

(Anonyme ,2009)

Le total pluviométrique atteint est de 489,1 mm, donc l'année 2009 peut être considérée comme une année peu pluvieuse.

2.13.3. Synthèse climatique

Pour mieux caractériser le climat de la région de Gouraya et faire ressortir notamment les périodes sèche et humide, le diagramme ombrothermique de Gausson est utilisé. De même pour préciser à quel étage bioclimatique la région de Gouraya (Cherchell) appartient, l'emploi du climagramme d'Emberger apparaît indispensable.

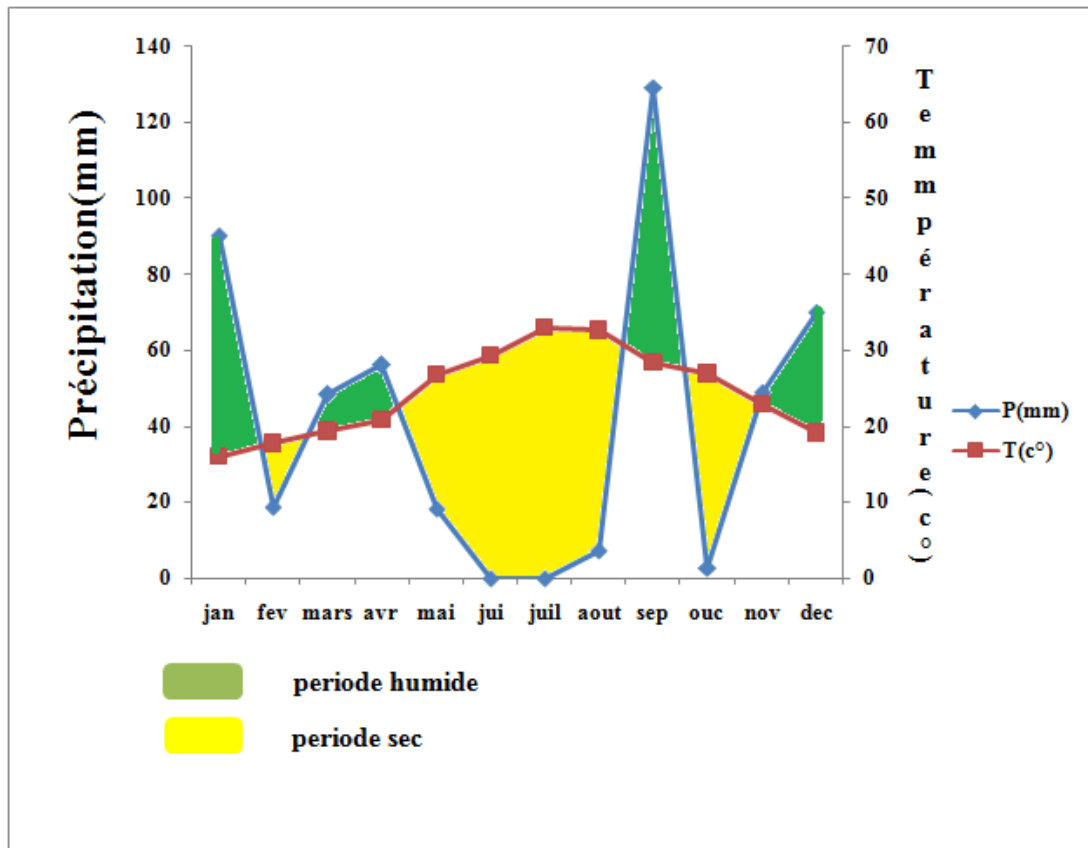


Figure 2.13.3.1 : Diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Gouraya.

D'après le diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Gouraya pour l'année 2009 il existe une période sèche de 3 mois et demi s'étalant du début de mai mi-avril jusqu'à la fin août. Quant à la période humide elle se déroule sur 8 mois et demi, soit depuis la fin d'août jusqu'à la mi-avril, entrecoupée de quelques semaines sèches à la mi-février et en octobre (Figure 2.13.3).

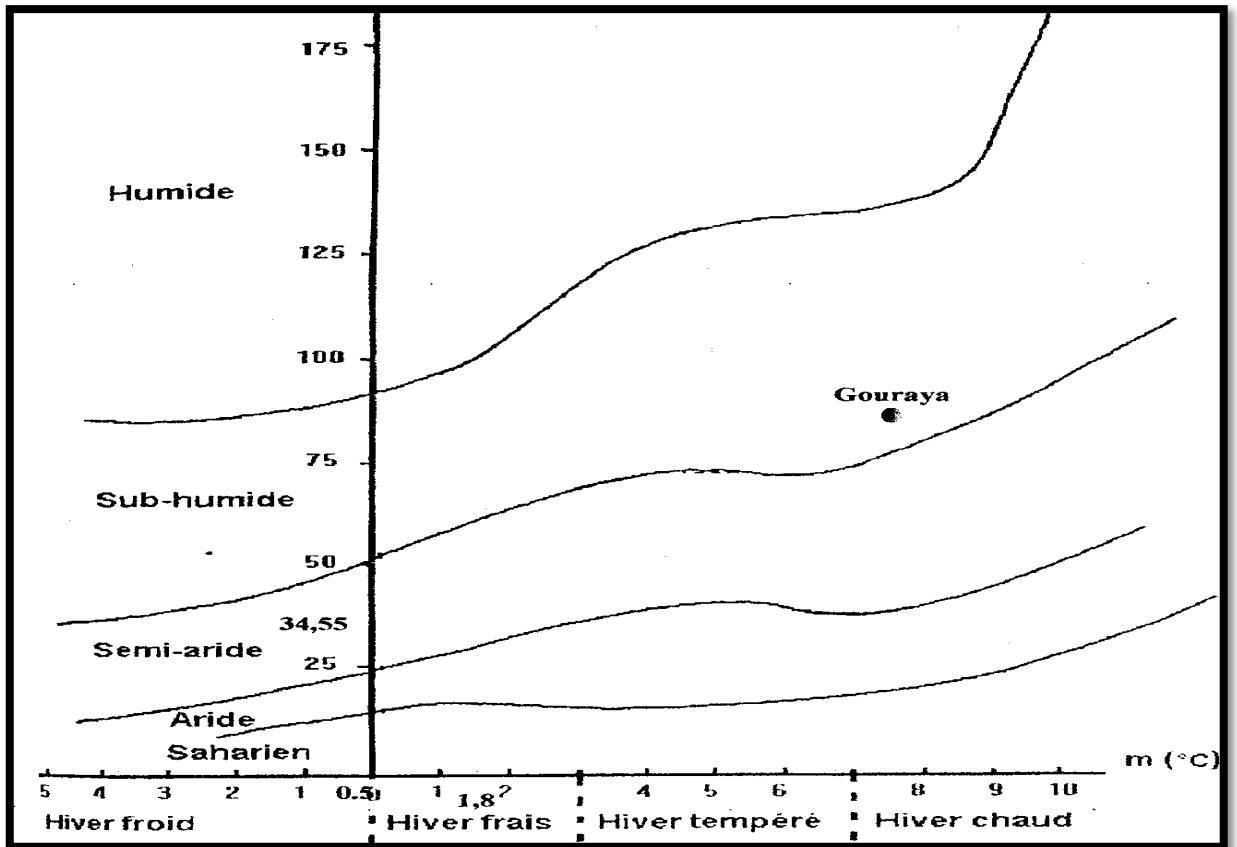


Figure 2.13.3.2 : Place de la région de Gouraya dans le climagramme d'Emberger.

CHAPITRE 3

MATERIELS ET METHODES

3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est l'*Atriplex halimus*, provenant de trois régions :

Le premier est humide (Gouraya), le deuxième est semi aride (Djelfa), le troisième saharienne (Tamanrasset).

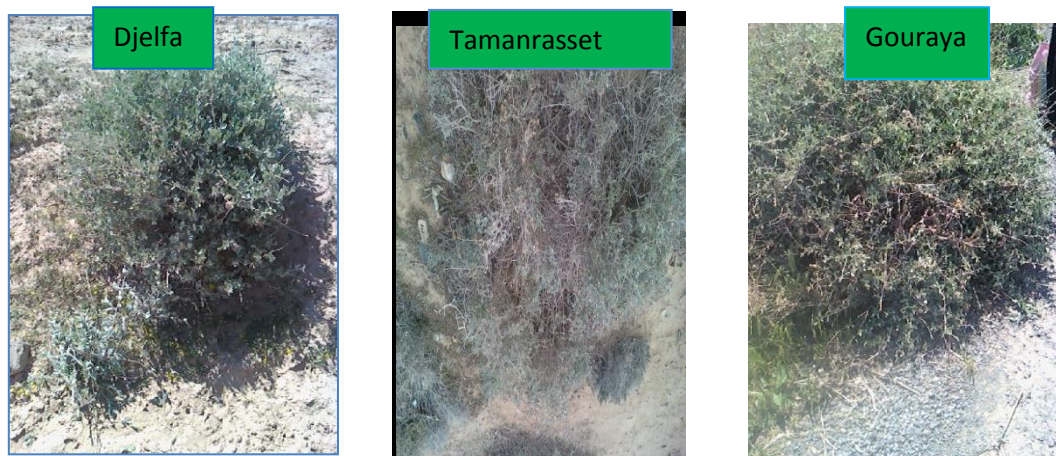


Figure.3.1: Aspect général de l'*Atriplex halimus* (originale, 2011)

Le prélèvement est fait d'une manière aléatoire pour chaque région, dans une parcelle choisie, suffisamment étendue, il a été effectué en automne, hiver et printemps, été.

Et pour l'analyse de taux de germination, la récolte des graines a été effectuée en Janvier 2011.

Les fruits d'*Atriplex halimus* ont été débarrassés de leurs valves fructifères (bractéoles) manuellement puis sélectionnées.

3.2. Test de germination

Les graines désinfectées sont mises à germer à raison de 25 graines dans des boîtes de pétri, le nombre de répétition est 4, chaque boîte de pétri contient une rondelle de papier filtre imbibés d'eau distillée.

Ces boîtes sont placées dans l'étuve à une température de 15°C pendant 5 à 7 jours. Le dénombrement des graines germées est effectué quotidiennement. L'apparition d'une radicule de 1mm environ est adoptée comme critère de germination.

3.3. Dosage de la chlorophylle

L'extraction de la chlorophylle a et b est réalisé selon la méthode de FRANCIS et al (1970),qui consiste en une macération des feuilles(0,1g) dans 10ml d'un mélange de l'acétone et de l'éthanol(75% et 25%) de volume et de (80% et 40%) de concentration ;les feuilles et sont coupées en petits morceaux et mises dans les boîtes noires(pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière), 48h plutard, on procède à la lecture des densités optiques des solutions avec un spectrophotomètre, à deux longueurs d'ondes : (645 et 663 nm) [68].

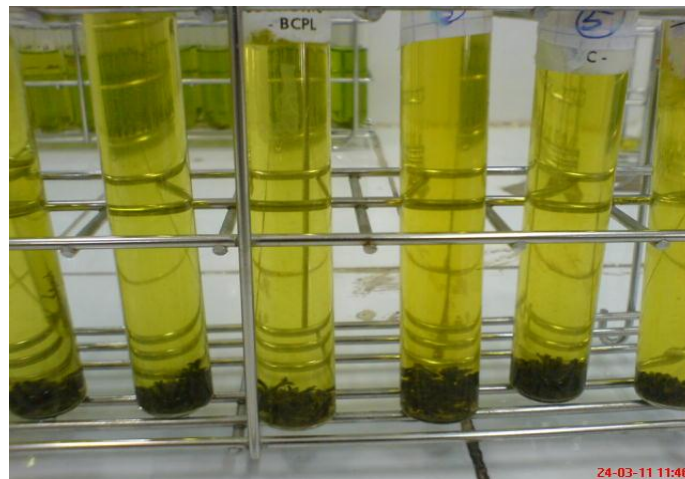


Figure.3.3: Extraction de chlorophylle d'*Atriplex halimus* (originale, 2011)

La détermination des teneurs réalisée selon les formules :

$$\text{Chl}_{(a)} (\mu\text{g/g MF}) = \frac{12,7 \times \text{DO}_{(663)} - 2,59 \times \text{DO}_{(645)} \times V}{1000 \times W}$$

$$\text{Chl}_{(b)} (\mu\text{g/g MF}) = \frac{22,9 \times \text{DO}_{(645)} - 4,68 \times \text{DO}_{(663)} \times V}{1000 \times W}$$

$$\text{Chl}_{(a+b)} (\mu\text{g/g MF}) = \text{Chl}_{(a)} + \text{Chl}_{(b)}$$

3.4. Dosage des caroténoïdes

Le mode opératoire d'extraction des caroténoïdes est la même que celle utilisé pour la chlorophylle.

Les lectures de D.O seront réalisées à des longueurs d'onde de 470 nm (pour les caroténoïdes) [68].

$$\text{Caroténoïdes } (\mu\text{g} / \text{g MF}) = \{ (1000 \times \text{D.O}_{470}) - [(1.82 \times \text{Chl a}) + (85.02 \times \text{Chl b})] \} / 198$$

3.5. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes est défini par la Méthode de DJERIDANE (2006).

1,5ml de l'extrait méthanolique + 1,5ml de Chlorure de l'Aluminium AlCl_3 à 2% → Incubation pendant 10mn, lecture à 430nm a le spectrophotomètre.

Courbe d'étalonnage : la quercetine ($\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_7$) comme standard.

3.6. Dosage des éléments minéraux

3.6.1. Minéralisation de l'échantillon végétal

Déterminé par la méthode d'AFNOR.

Le mode de minéralisation utilisé pour le dosage du K, Na, Il est indispensable de le suivre scrupuleusement pour obtenir des résultats comparables.

3.6.2. Réactifs

- acide chlorhydrique concentré $d = 1,19$
- acide fluorhydrique
- eau déminéralisée.

3.6.3. Mode opératoire

- Homogénéiser la poudre végétale finement broyée et la sécher pendant 16 heures à 70 – 80 ° C et refroidir durant 30 minutes au dessiccateur.
- Peser 2 g dans une capsule de platine ou en porcelaine.
- Disposer la capsule dans un four froid, élever la température à 450 ° C en 2 heures et la maintenir 2 heures, refroidir.
- Humecter les cendres par 2 à 3 ml d'eau distillée et 1 ml d'Hcl concentré (lentement ajouté).
- Chauffer sur plaque chauffante jusqu'à l'apparition des premières vapeurs, ajouter quelques ml d'eau distillée.
- Filtrer sur filtre sans cendre, dans une fiole jaugée de 100 ml, rincer la capsule
3 ou 4 fois à l'eau tiède (30° à 40° C).
- Incinérer le papier filtre et son contenu dans la capsule pendant une demi-heure à 550° C.
- Reprendre par 5 ml d'acide fluorhydrique (HF).
- Aller à sec sur plaque chauffante douce sans dépasser 100° C.
- Reprendre par 1 ml d'Hcl concentré, laver à l'eau tiède. Filtrer. Amener à 100 ml, compléter au trait de jauge après refroidissement.

Le dosage du :

- Sodium (Na) et Potassium (K) a été réalisé par spectrophotométrie d'émission de flamme.

3.7. Dosage des sucres solubles

Nous avons procédé au dosage des sucres solubles dans les feuilles des plantes selon la méthode de DUBOIS (1956).

L'extraction des sucres solubles : Mètre 100mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai puis ajouter 2ml d'éthanol à 80%. Laisser les tubes fermés au repos pendant 48h.

Faire évaporer l'alcool en mettant les tubes à essai dans un bain Marie à 70°C. Après refroidissement, on ajoute 20ml d'eau distillée dans chaque tube à essai. Prendre 1ml de la solution et ajoute 1ml de phénol à 5% et bien agité.

On ajoute 5ml d'acide sulfurique concentré, dans chaque tube à essai puis les passe au vortex, puis on les laisse au repos pendant 10mn, puis le passer au bain Marie pendant 15mn à 30°C. Procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 490nm.

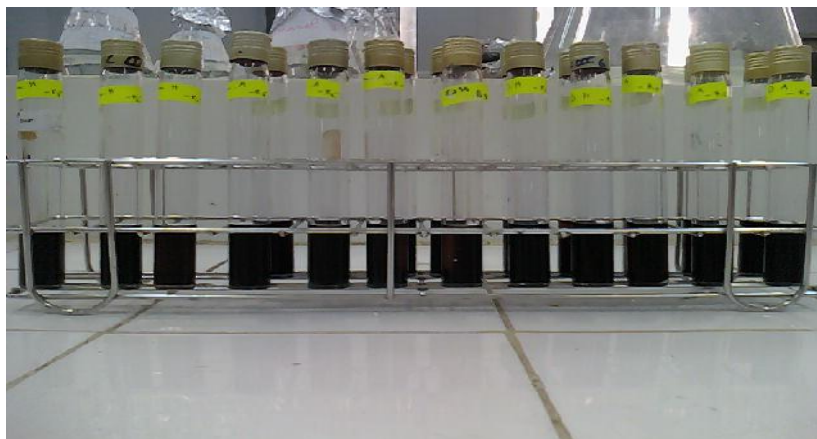


Figure.3.7: Extraction des sucres solubles d'*Atriplex halimus* (originale, 2011).

La détermination de la teneur des sucres solubles est réalisée selon la formule :

$$\text{Sucres solubles } (\mu\text{g/g MS}) = \text{DO}_{490} \times 1,657$$

3.8. Dosage de proline

La proline est dosée selon la technique utilisée par Dubois et al (1965), simplifiée et modifiée par [71].

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.

On met 100mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai et on ajoute 2ml de Méthanol à 40%.

Les tubes couverts (pour éviter la volatilisation de l'alcool) sont portés à l'ébullition au bain-marie à 85°C pendant 60mn.

Après refroidissement, 1ml de la solution a été prélevé de chaque tube et mis dans de nouveaux tubes aux quels, nous avons ajouté 1ml d'acide acétique et 25mg de ninhydrine.

Ensuite, on ajoute, dans chaque tube, 1ml d'un mélange contenant, 120 ml d'eau distillée, 300ml d'acide acétique, 80 ml d'acide orthophosphorique on porte les tubes à essai à ébullition au bain-marie durant 30mn.



Figure.3.8.1: Apparition de la couleur rougeâtre de l'extrait des feuilles (originale, 2011)

Après refroidissement des solutions, on ajoute 5 ml de toluène dans chaque tube. Après agitation au vortex deux phases apparaissent. On prélève la phase supérieure à laquelle on ajoute 5mg du sulfate de sodium, puis on les laisse au repos pendant 48h.



Figure.3.8.2 : la séparation de deux phases après l'addition de toluène
(originale, 2011)

On procède à la lecture de la densité optique des échantillons avec le spectrophotomètre à la longueur d'onde 528 nm. La détermination de la teneur de la proline est réalisée selon la formule :

$$\text{Proline } (\mu\text{g/g MS}) = \text{DO}_{528} \times 0,62$$

3.9. Dosage des protéines solubles

Dans le cadre de notre étude, nous avons retenu la méthode proposée par BRADFORD (1976).

3.9.1. Extraction des protéines solubles

Préparation de la solution tampon :

La méthode exige la préparation de deux tampons phosphate (0,1M) pour l'extraction des protéines :

La solution A : 13,6 g de KH_2PO_4 +100 ml d'eau distillée.

La solution B : 17,4g de KH_2PO_4 +1000 ml d'eau distillée.

Pour obtenir une solution à pH=7 on mélange la solution A et B.

En ce qui concerne l'extraction des protéines solubles la méthode préconise un tampon plus salé comparé au phosphate, pour y remédier nous avons ajouté (0,1M) KCL soit 119,3g de KCL dans 1000ml d'eau distillée.

Solution mère : 10g d'ovalbumine+ 10ml d'eau distillée, qui à partir de cette concentration (1mg/ml) plusieurs dilutions sont faites à fin d'établir une courbe d'étalon selon le tableau des dilutions.

3g de matière fraîche sont broyés dans un mortier sur une plaque froide, puis repris dans 5ml de tampon phosphate à PH=7, le mélange est centrifugé 15 minutes à -4°C à 4500tr/min, on sépare le surnageon 1 de son culot ; le surnageant 1 est récupéré, le culot est lavé avec 5ml d'eau distillée et centrifuger 15 minutes à -4°C à 4500tr/min. Le surnageant 2 est éliminé et on ajoute sur son culot 5ml de tampon phosphate et le KCL à pH=7 ; une autre centrifugation se réalise pendant 15min à 4500tr/min et à -4°C.

Dans cette dernière centrifugation on élimine le culot et on garde le surnageant qui est appelé surnageant 3 et qui l'objet d'extraction des protéines solubles.

3.9.2. Dosage

Les surnageant 1 et 3 ont été dilués au 10^{-2} , on ajoute 50 μ l d'eau distillée et 5ml de réactif de BRADFORD le tout est agité pendant quelques minutes.

La lecture sur spectrophotomètre à UV se fait sur une longueur d'onde de 630nm après réalisation d'un courbe étalon.



Figure.3.9.2.1: La coloration bleue après l'addition de réactif de BRADFORD (originale, 2011)

La teneur en protéines en mg/g de matière fraîche est calculée comme suit :

$$\text{Teneur en protéines (mg/g MF)} = \frac{\text{Quantité de protéine (mg)} \times 200}{\text{poids de l'échantillon}}$$

200 : le coefficient de dilution.

Préparation de réactif de BRADFORD:

-Acide phosphorique : 100ml

-Ethanol : 50ml

-Bleue de comassie : 20mg

-Eau distillée : 850ml

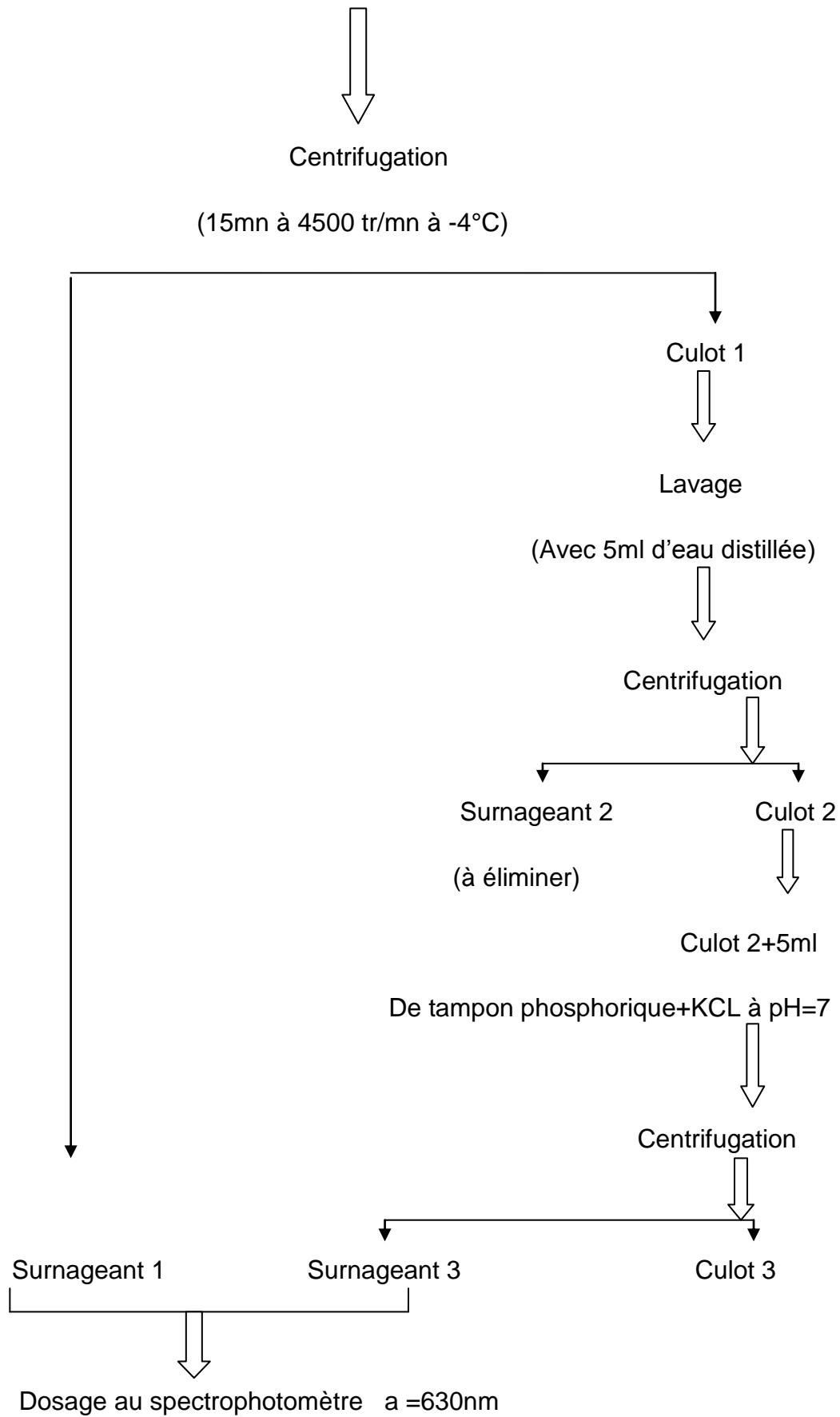


Figure.3.9.2.2: Extraction des protéines solubles BRADFORD (1976).

3.10. Détermination de l'effet toxique par voie orale (par gavage)

3.10.1. But

Le but de cette méthode est de déterminer la toxicité si elle existe, dont on calcule la DL_{50} de notre produit.

3.10.2. Principe

Sur le plan expérimental, l'expression numérique de la toxicité aiguë est la DL_{50} . Elle est généralement exprimée en mg/kg de poids corporel.

La méthode de BEHRENS et al (1935), consiste à administrer à chaque fois à un nombre d'animaux constants, des doses croissantes de la substance à tester de façon à avoir un pourcentage de mortalité variant entre 0 et 100%.

3.10.3. Mode opératoire

Pour ce test, on utilise 9 lots de souris du même sexe et de poids moyen de 22g, qui reçoivent des doses croissantes d'extrait aqueux (3 lots pour chaque écotype) et un groupe témoin ne reçoit que l'eau physiologique. Avec une seringue stérile en verre de 1 ml, équipée d'une canule à bout émoussée, on prélève 0,5 ml de notre extrait, ce dernier sera administré à chaque souris en faisant attention à ne pas blesser l'œsophage. Le pourcentage de mortalité est noté après 1H, 4H, 24H, 48H, et 8 jours après le début de l'essai.



Figure.3.10.3: Lot de souris utilisées pour l'effet de toxicité (originale, 2011)

3.11. Effet anti-inflammatoire

La mise en évidence de l'effet anti-inflammatoire a été réalisée selon la méthode de LEVY (1969).

3.11.1. Choix des doses

Pour chaque écotype nous avons testé deux doses (0,1g/ml) et (0,2g/ml).

3.11.2. Mode opératoire

Nous avons utilisé 8 lots de souris (chaque lot contient 10 souris) dont chaque souris a reçu 0,5 ml de l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* par voie oral, 0,05 ml de carraghénine à 1% par injection en sous plantaire.



Figure.3.11.1: l'application de gavage sur les souris (originale, 2011)

Une heure après administration du traitement, on injecte la carraghénine à 1%, dans l'eau physiologique, sous la peau de la plante de patte postérieure de souris. Les animaux sont gardés dans des conditions de stabulation habituelles au cours de l'expérience.

La mesure de volume de la patte avant, pendant et à l'issue de l'inflammation locale se fait à l'aide d'un pied à coulisse précis au 1/50^{ème} de millimètre.

Les mesures sont faites au niveau de l'articulation tarso-métatarsienne des pattes postérieures des souris, dans le sens antéropostérieur. Elles sont faites dans l'ordre suivant :

- Epaisseur initiale des pattes
- Une mesure immédiatement après injection de carraghénine.
- Des mesures toute les 30 minutes pour suivre l'évolution de l'inflammation jusqu'à 210 minutes.

3.12. Mode d'expression des résultats

Les données ont fait l'objet d'une analyse de la variance simple réalisée avec le logiciel STATITCF, ces résultats sont suivi par le test de NEWMAN et KEULS seuil 5%(risque 0.05).Ce test permet de distinguer les groupes homogènes en comparant les probabilités de la manière suivante :

- $p > 0.05$: résultat non significatif.

- $p < 0.05$: résultat significatif.

- $p < 0.01$: résultat très significatif.

- $p < 0.001$: résultat très hautement significatif.

Le logiciel STATITCF nous a permis d'effectuer la corrélation entre les différents paramètres étudiés.

CHAPITRE 04

RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. Paramètres physiologiques

Les analyses physiologiques comprennent le test de germination, le taux de chlorophylle, taux de caroténoïdes, taux des flavonoïdes, taux des éléments minéraux

4.1.4. Taux de germination

Après 07 jours de test, le taux de germination diffère selon les écotypes (figure 4.1.4).

En effet, on enregistre la meilleure valeur de germination pour l'écotype de Djelfa. Par contre l'écotype de Gouraya présente la valeur la plus faible (87%).

Cette différence de taux de germination entre les écotypes peut être due à la maturité des graines, lors de la récolte de ces derniers nous remarquons que les graines de Gouraya ne sont pas mûrés a cause de la couleur brune foncé ou lieu de brun claire.

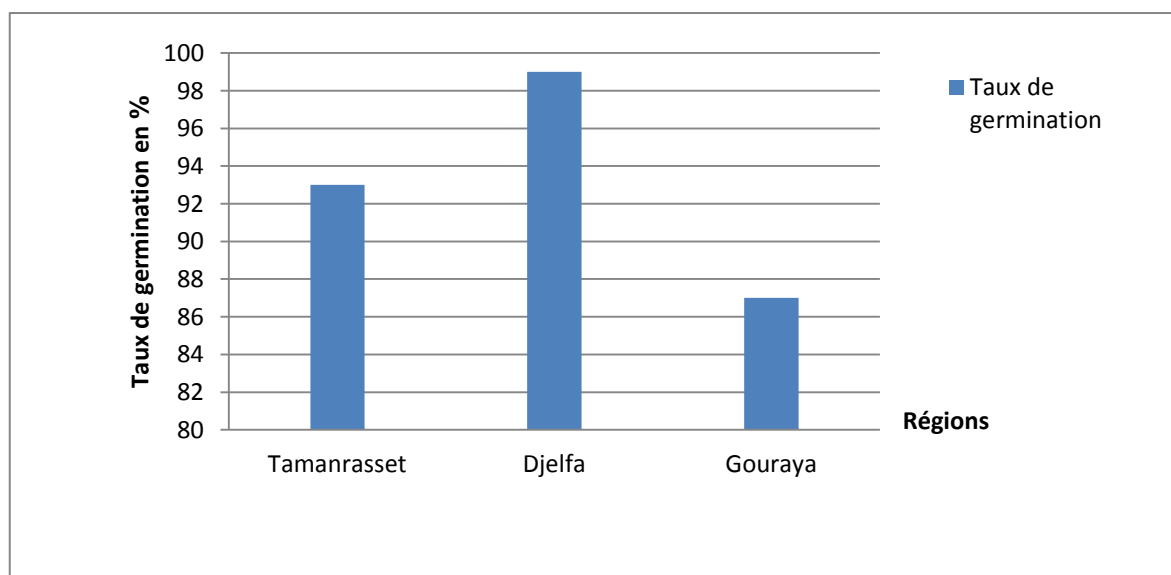


Figure 4.1.4 : Taux de germination d'*Atriplex halimus* de trois régions étudiées.

Selon WERY et al (1990), concernant l'effet du déficit hydrique sur les facteurs impliqués dans le rendement en semences, montrent que la taille des feuilles et des entre-nœuds est le premier processus affecté par cette contrainte, alors que la photosynthèse et les translocations, processus important par la production de semences sont moins affectées.

Les effets nuisibles du stress hydrique sont importants chez les tissus et les organes qui sont en phase de croissance et de développement rapide [76].

4.1.3. Taux de chlorophylle au niveau des feuilles

4.1.3.1. Effet de la variation régionale sur le taux de chlorophylle

L'analyse de la variance, montre que la variation de provenance d'*Atriplex halimus* a un effet hautement significatif sur le taux de chlorophylle au niveau des feuilles.

Tableau 4.1.3.1 : Taux de chlorophylle au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation régionale

Taux de chlorophylle $\mu\text{g/g}$ de MF	Régions	Tamanrasset	Djelfa	Gouraya
Moyenne		0.89	1.03	1.37
Ecart type \pm		0.01	0.01	0.01
Groupe homogène		C	B	A

En effet, on remarque que la valeur la plus élevée de taux de chlorophylle est enregistré à l'écotype de Gouraya (1.37 ± 0.01) $\mu\text{g/g}$ de MF, par contre la valeur la plus faible est marquée par l'écotype de Tamanrasset (0.89 ± 0.01) $\mu\text{g/g}$ MF.

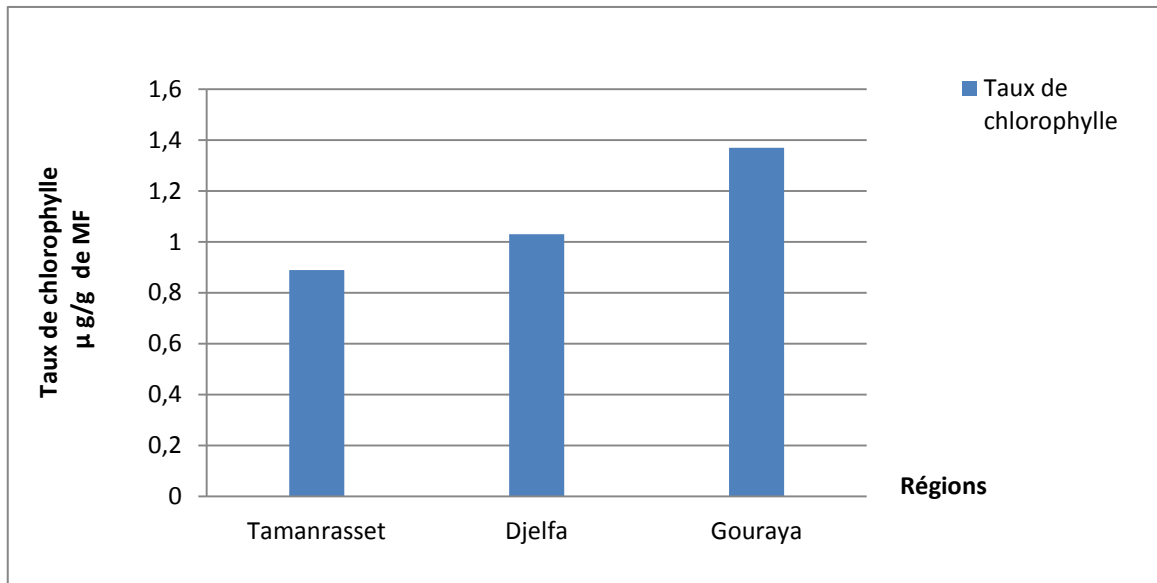


Figure 4.1.3.1 : Effet de variation régional sur le taux de chlorophylle d'*Atriplex halimus*

4.1.3.2. Effet de la variation saisonnière sur le taux de chlorophylle

L'analyse de la variance, montre que la variation saisonnière d'*Atriplex halimus* a un effet hautement significatif sur le taux de chlorophylle au niveau des feuilles. En effet, le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir quatre groupes homogènes.

Tableau 4.1.3.2 : Taux de chlorophylle au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation saisonnière

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Taux de Chlorophylle µg/g de MF				
Moyenne	0.88	1.00	1.68	0.82
Ecart type ±	0.01	0.01	0.01	0.01
Groupe homogène	C	B	A	D

D'après le tableau 4.1.3.2, nous remarquons que l'*Atriplex halimus* de printemps présente le taux de chlorophylle la plus élevée avec une moyenne de l'ordre de (1.68 ± 0.01) $\mu\text{g/g}$ de MF.

Au contraire, l'*Atriplex halimus* de l'été donne le taux de chlorophylle le plus faible avec une moyenne de (0.82 ± 0.01) $\mu\text{g/g}$ de MF.

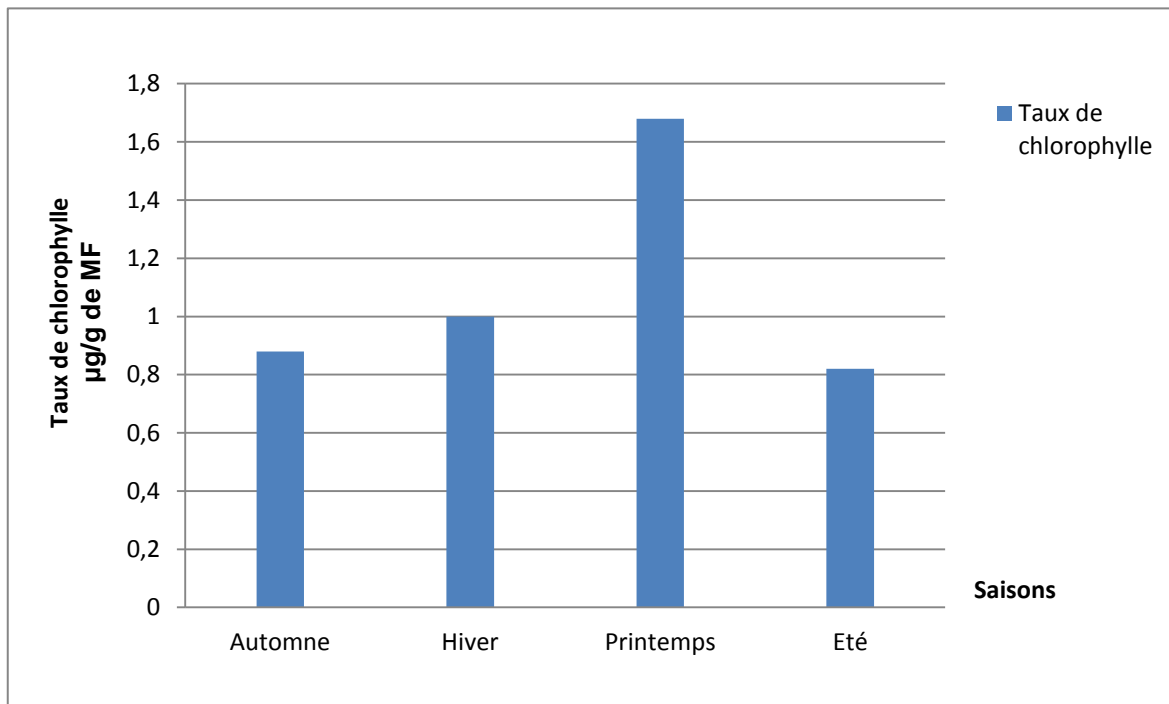


Figure 4.1.3.2 : Effet de variation saisonnière sur le taux de chlorophylle d'*Atriplex halimus*

4.1.3.3. Effet de l'interaction région et saison sur le taux de chlorophylle

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les différentes moyennes de taux de chlorophylle ce qui met en évidence l'influence des différentes interactions (saison, région). En effet, le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir douze groupes homogènes.

Tableau 4.1.3.3: Taux de chlorophylle au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus*

Saisons Régions	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Tamanrasset	0.51 ± 0.01 L	0.63 ± 0.01 K	1.69 ± 0.01 B	0.72 ± 0.01 J
Djelfa	0.92 ± 0.01 G	1.11 ± 0.01 F	1.20 ± 0.01 E	0.90 ± 0.01 H
Gouraya	1.21 ± 0.02 D	1.27 ± 0.01 C	2.15 ± 0.01 A	0.85 ± 0.03 I

Le taux le plus élevé a été enregistré au niveau de saison de printemps des écotypes Gouraya et Tamanrasset, avec la valeur la plus élevée pour l'écotype de Gouraya qui correspond à 2.15 µg/g de MF.

En revanche, l'écotype de Tamanrasset en automne révèle la moyenne la plus faible en chlorophylle qui est de 0.51 µg/g de MF.

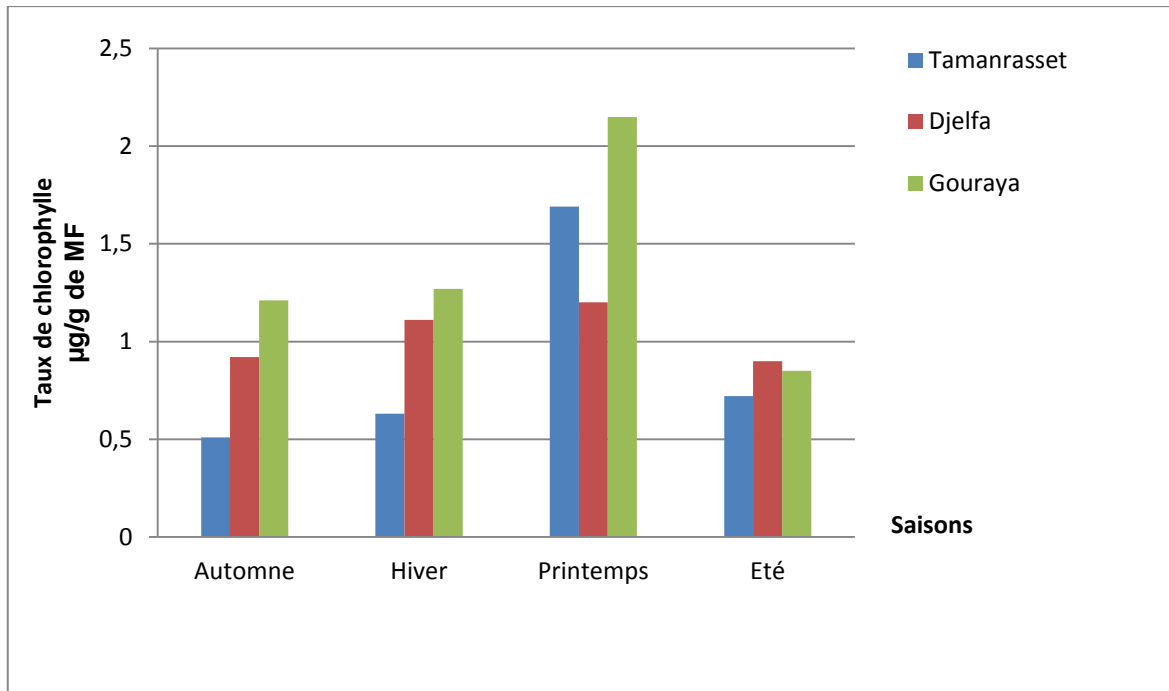


Figure 4.1.3.3: Effet de l'interaction région et saison sur le taux de chlorophylle d'*Atriplex halimus*

A cause de la présence d'une longue chaîne carbonée, à doubles liaisons conjuguées, les chlorophylles sont sensibles à la lumière, la chaleur, l'oxygène et la dégradation acide [77].

Selon PLAUT et al (1991), la diminution de la photosynthèse, liée à la diminution de la teneur relative en eau serait due essentiellement à la réduction de la pénétration du CO₂, limitée par une fermeture des stomates, avec pour conséquence une augmentation de la résistance de la feuille à la diffusion du CO₂.

4.1.4. Taux des caroténoïdes au niveau des feuilles

4.1.4.1. Effet de la variation régionale sur le taux des caroténoïdes

Le taux des caroténoïdes accumulés dans les feuilles de l'*Atriplex halimus* d'après l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative entre les moyennes.

Tableau 4.1.4.1 : Taux des caroténoïdes au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation régionale

Régions	Tamanrasset	Djelfa	Gouraya
Taux des Caroténoïdes $\mu\text{g/g}$ de MF			
Moyenne	1.43	2.43	3.89
Ecart type \pm	0.02	0.03	0.02
Groupe homogène	C	B	A

Les résultats sont classés statistiquement d'après le test de Newman et Keuls au seuil de 5% en trois groupes homogènes ou la dominance en taux des caroténoïdes est obtenus par l'*Atriplex halimus* de Gouraya avec une moyenne de 3.89 $\mu\text{g/g}$ de MF.

L'*Atriplex halimus* de Tamanrasset enregistre une quantité de caroténoïdes la plus faible avec une valeur de moyenne de 1.43 $\mu\text{g/g}$ de MF.

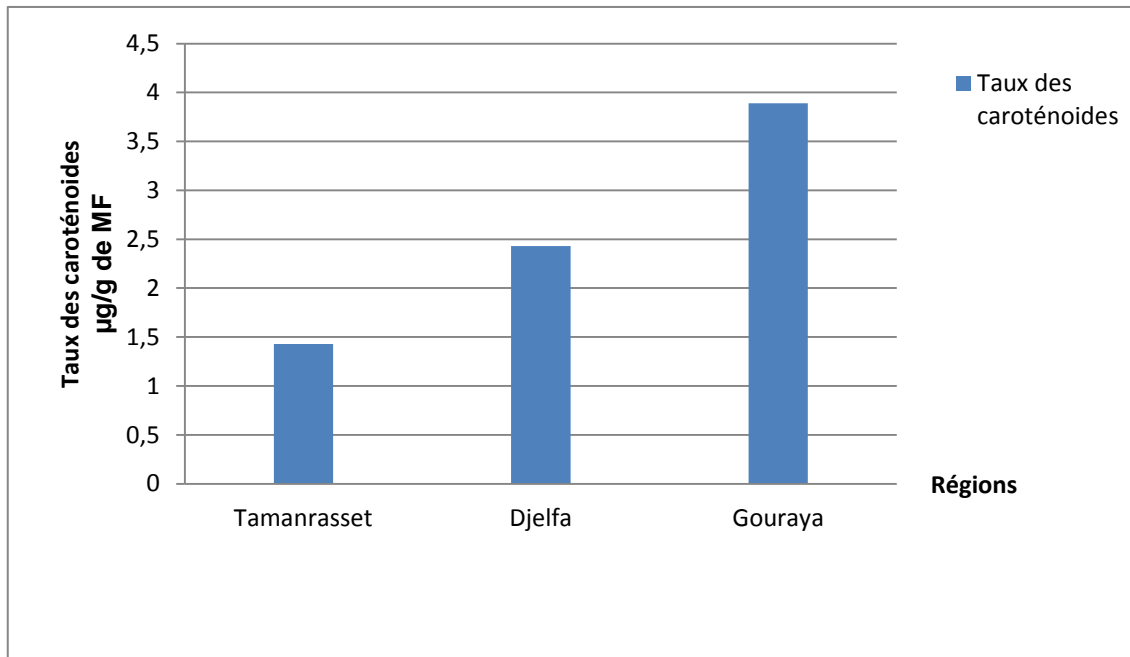


Figure 4.1.4.1. : Effet de variation régional sur le taux des caroténoïdes
d'*Atriplex halimus*

4.1.4.2. Effet de la variation saisonnière sur le taux des caroténoïdes

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les différentes saisons de cycle végétatif testés ce qui montre clairement l'action de saison sur le taux des caroténoïdes d'*Atriplex halimus*. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir quatre groupes homogènes.

Tableau 4.1.4.2 : Taux des caroténoïdes au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation saisonnière

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Été
Taux des Caroténoïdes µg/g de MF				
Taux des caroténoïdes	2.20	2.99	3.09	2.07
Ecart type ±	0.03	0.03	0.03	0.01
Groupe homogène	C	B	A	D

Les moyennes classées dans le tableau 4.1.4.2, montrent qu'il existe un effet de saison sur le taux des caroténoïdes, l'*Atriplex halimus* de printemps enregistre la valeur la plus élevée qui est de 3.09 µg/g de MF.

En revanche, la valeur la plus faible est enregistrée par l'*Atriplex halimus* de l'été avec une moyenne de (2.07 ± 0.01) µg/g de MF.

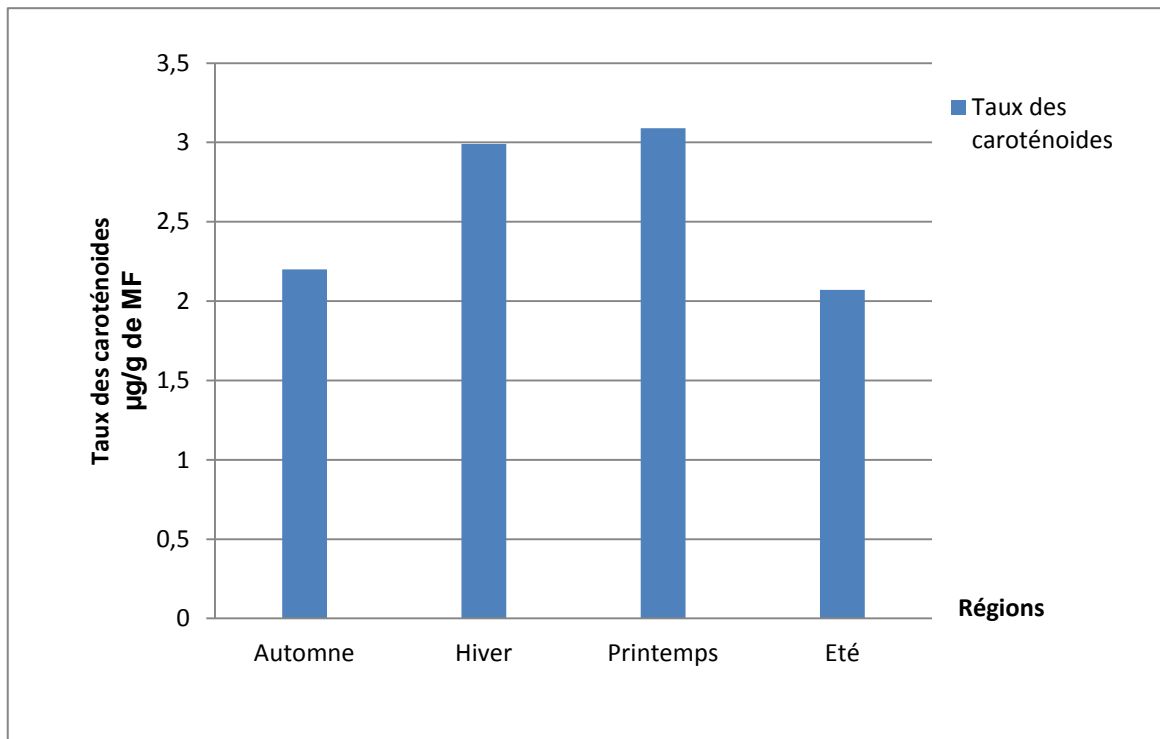


Figure 4.1.4.2 : Effet de variation saisonnière sur le taux des caroténoïdes d'*Atriplex halimus*

4.1.4.3. Effet de l'interaction région et saison sur le taux des caroténoïdes

L'analyse de la variance montre qu'il ya une différence hautement significative de l'effet de l'interaction (saison, région) sur le taux des caroténoïdes d'*Atriplex halimus*. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir dix groupes homogènes.

Tableau 4.1.4.3 : Taux des caroténoïdes au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus*

saisons régions	Automne	Hiver	Printemps	Été
Tamanrasset	1.38 ± 0.03 J	1.37 ± 0.02 J	1.60 ± 0.02 I	1.37 ± 0.02 J
Djelfa	1.92 ± 0.03 G	3.01 ± 0.05 F	3.05 ± 0.03 E	1.76 ± 0.01 H
Gouraya	3.31 ± 0.02 C	4.57 ± 0.01 B	4.61 ± 0.03 A	3.07 ± 0.01 D

D'après le tableau 4.1.4.3, l'*Atriplex halimus* de l'écotype de Gouraya pour les quatre saisons révèle les valeurs les plus élevées de taux des caroténoïdes avec une moyenne de l'ordre de (4.61 µg/g de MF, 4.57 µg/g de MF, 3.31 µg/g de MF, 3.07 µg/g de MF) respectivement, suivi par l'*Atriplex* de saison printanière de l'écotype de Djelfa avec un taux de (3.05 µg/g de MF).

Par contre l'écotype de Tamanrasset en été, hiver et automne enregistrent les valeurs les plus faibles avec une moyenne de (1.37 µg/g de MF), à partir ces résultats obtenus nous observons que l'interaction (saison, région) influx sur le taux des caroténoïdes. Il existe une corrélation positive entre les saisons et l'étage bioclimatique de provenance de l'*Atriplex halimus*.

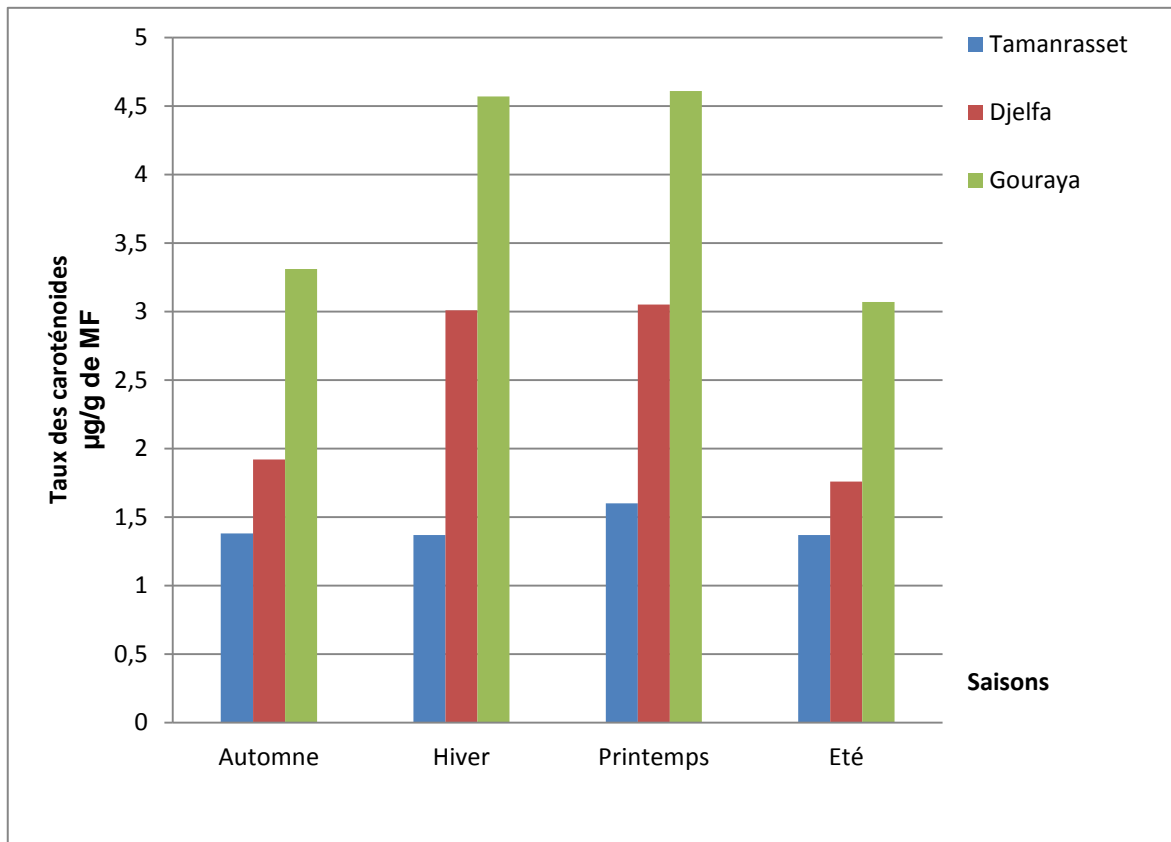


Figure 4.1.4.3 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux des caroténoïdes

Les différences de teneurs en caroténoïdes peuvent être liées aux conditions climatiques, géographiques et à l'espèce végétale.

Les caroténoïdes sont sensibles à l'oxydation et aux radiations, et peuvent être détruite durant le processus de séchage [79].

4.1.5. Taux de flavonoïdes au niveau des feuilles

4.1.5.1. Effet de la variation régionale sur le taux de flavonoïdes

L'analyse de la variance a révélé une différence significative entre les différentes moyennes de taux de flavonoïdes des feuilles d'*Atriplex halimus* des trois étages bioclimatiques.

Tableau 4.1.5.1 : Taux de flavonoïdes au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation régionale

régions	Tamanrasset	Djelfa	Gouraya
Taux de Flavonoïdes mg/g			
Moyenne	2.94	3.30	3.14
Ecart type ±	0.02	0.01	0.02
Groupe homogène	C	A	B

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir trois groupes homogènes dont la valeur la plus élevée est celle de l'*Atriplex* de l'écotype de Djelfa avec un taux de flavonoïdes de l'ordre de (3.30 ± 0.01) mg/g. Suivi par l'*Atriplex halimus* de l'écotype de Gouraya avec une moyenne de (3.14 ± 0.02) mg/g.

Par contre, l'écotype de l'étage bioclimatique saharien enregistré le taux de flavonoïdes la plus faible il est représenté par le groupe homogène C.

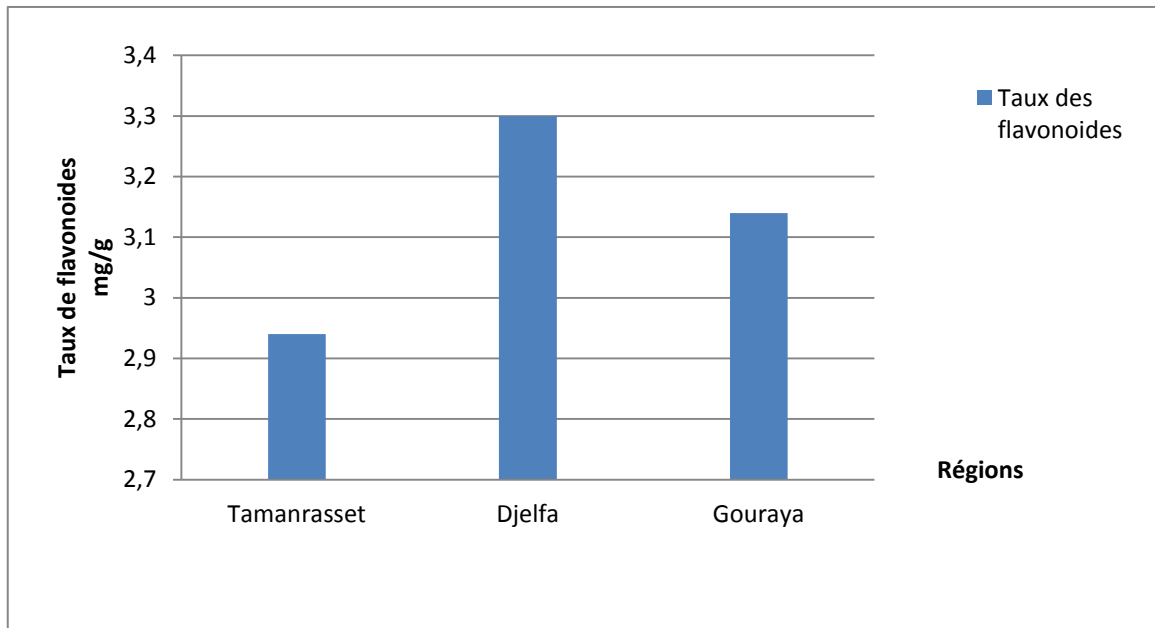


Figure 4.1.5.1 : Effet de la variation régionale sur le taux de flavonoïdes

4.1.5.2. Effet de la variation saisonnière sur le taux de flavonoïdes

D'après le tableau 4.1.5.2, L'analyse de la variance montre qu'il ya une différence très hautement significative entre les moyennes du paramètre étudié. Ces résultats montrent que l'effet de saison sur le taux de flavonoïdes varié d'une façon très remarquable .le test de Newman et Keuls de 5% indique la présence de quatre groupes homogènes.

Tableau 4.1.5.2 : Taux de flavonoïdes au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation saisonnière

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Été
Taux de flavonoïdes mg/g	3.29	3.11	3.01	3.09
Ecart type ±	0.02	0.02	0.01	0.01
Groupe homogène	A	B	D	C

L'*Atriplex halimus* de l'Automne enregistré le taux de flavonoïdes le plus important avec une valeur de (3.29 ± 0.02) mg/g, suivi par les plantes de saison d'hiver avec une moyenne de l'ordre de (3.11 ± 0.02) mg/g. A l'inverse, la saison de printemps manifeste la valeur le plus faible (3.01 ± 0.01) mg/g.

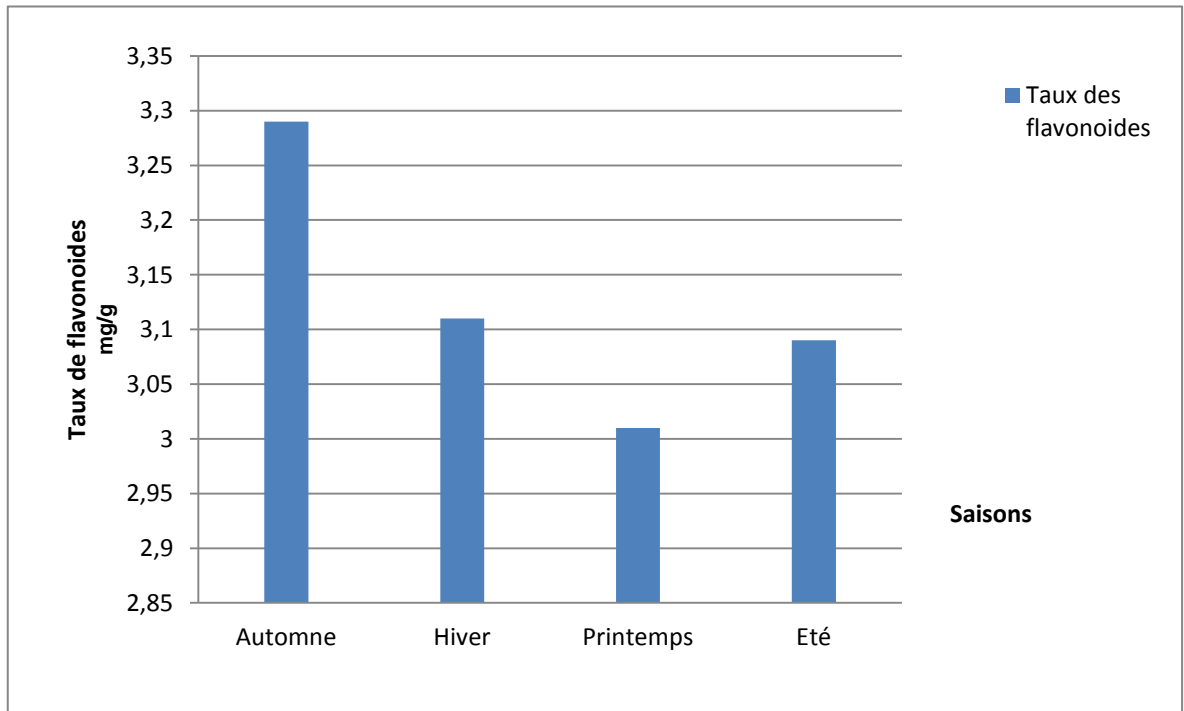


Figure 4.1.5.2 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de flavonoïdes

4.1.5.3. Effet de l'interaction région et saison sur le taux de flavonoïdes

L'analyse de la variance montre qu'il ya une différence très hautement significative entre les différentes moyennes de taux de flavonoïdes ce qui met en évidence l'influence des différentes interactions (saison, région). En effet, le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir dix groupes homogènes.

Tableau 4.1.5.3 : Taux de flavonoïdes au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus*

Saisons régions	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Tamanrasset	3.12 ± 0.02 E	2.81 ± 0.03 J	2.85 ± 0.01 I	2.97 ± 0.02 G
Djelfa	3.41 ± 0.01 A	3.26 ± 0.01 C	3.27 ± 0.01 C	3.25 ± 0.03 D
Gouraya	3.32 ± 0.02 B	3.26 ± 0.01 C	2.91 ± 0.01 H	3.07 ± 0.02 F

La meilleure valeur a été enregistrée au niveau de la saison d'automne de l'écotype de Djelfa, avec une valeur de l'ordre de $(3.41 \pm 0.01) \mu\text{g/g}$ de MF. Suivi par la moyenne de l'écotype de Gouraya pour la même saison avec une valeur de $(3.32 \pm 0.02) \text{mg/g}$.

Par contre, les valeurs les plus faibles sont obtenues en hiver pour l'écotype de Tamanrasset avec une valeur $(2.81 \pm 0.03) \text{mg/g}$.

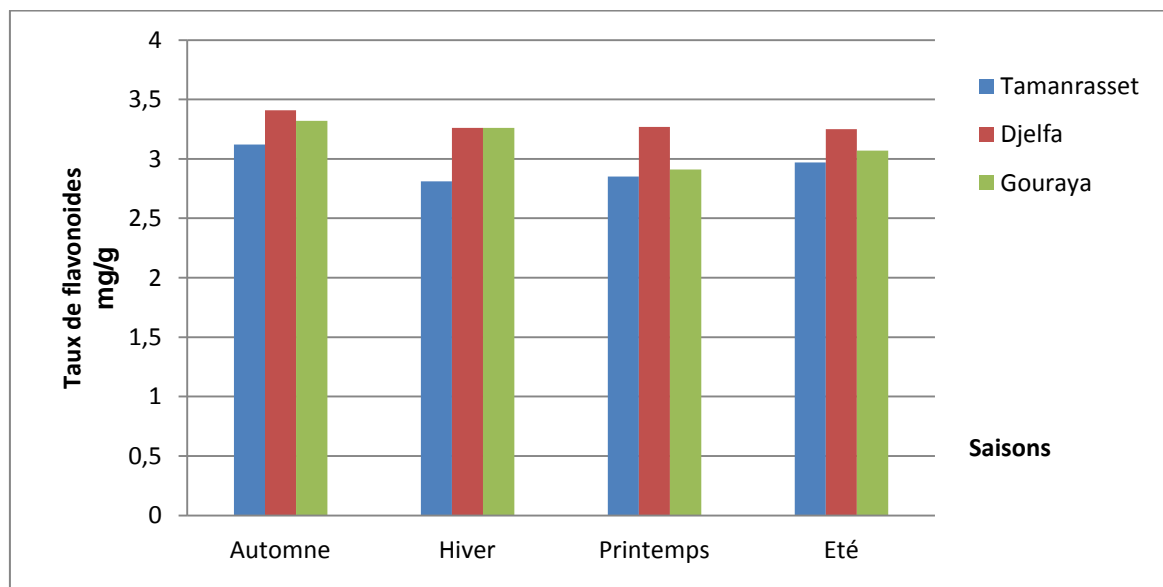


Figure 4.1.5.3. Effet de l'interaction région et saison sur le taux de flavonoïdes

La teneur en polyphénols et flavonoïdes varie selon les familles de plantes [69,80] et la partie de la plante utilisée [81,82].

Des métabolites secondaires intervenant dans de nombreux processus de défense (Anthocyanes, flavonoïdes variées) [03]. Les flavonoïdes sont des molécules synthétisées par la plante en réponse aux infections microbiennes [83].

En comparant la valeur trouvée avec les résultats obtenus par DJERIDANE et al (2006) pour des plantes algériennes, on constate que l'*Atriplex halimus* contient une quantité inférieure en flavonoïdes comparée à celle obtenue pour *Artemisia campestris* (Armoise champêtre) (7.46 mg/g) et *Artemisia herba halba* (Armoise blanche) (11.31 mg/g).

4.1.6. Taux des éléments minéraux

Pour les éléments minéraux on a étudiés le taux de sodium et de potassium.

4.1.6.1. Taux de sodium au niveau des feuilles

4.1.6.1.1. Effet de la variation régionale sur le taux de sodium

L'analyse de la variance, montre que la variation de provenance d'*Atriplex halimus* a un effet hautement significatif sur le taux de sodium au niveau des feuilles.

Tableau 4.1.6.1.1 : Taux de sodium au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation régionale

régions	Tamanrasset	Djelfa	Gouraya
Taux de Sodium mg/l			
Taux de sodium	202.31	178.15	166.37
Ecart type \pm	4.82	4.07	12.47
Groupe homogène	A	B	C

En effet, on remarque que la valeur la plus élevée du taux de sodium est enregistrée au niveau de l'écotype de Tamanrasset avec un taux de (202.31 ± 4.82) mg/l, par contre la valeur la plus faible est obtenue au niveau de l'écotype de Gouraya a un niveau de (166.37 ± 12.47) mg/l.

D'après les résultats de tableau 4.1.6.1.1, nous remarquons que le taux de sodium varie d'une région a une autre, le sol de Tamanrasset a un taux très élevé de sel qui entraine une accumulation très élevé du taux de sodium dans les feuilles d'*Atriplex halimus*.

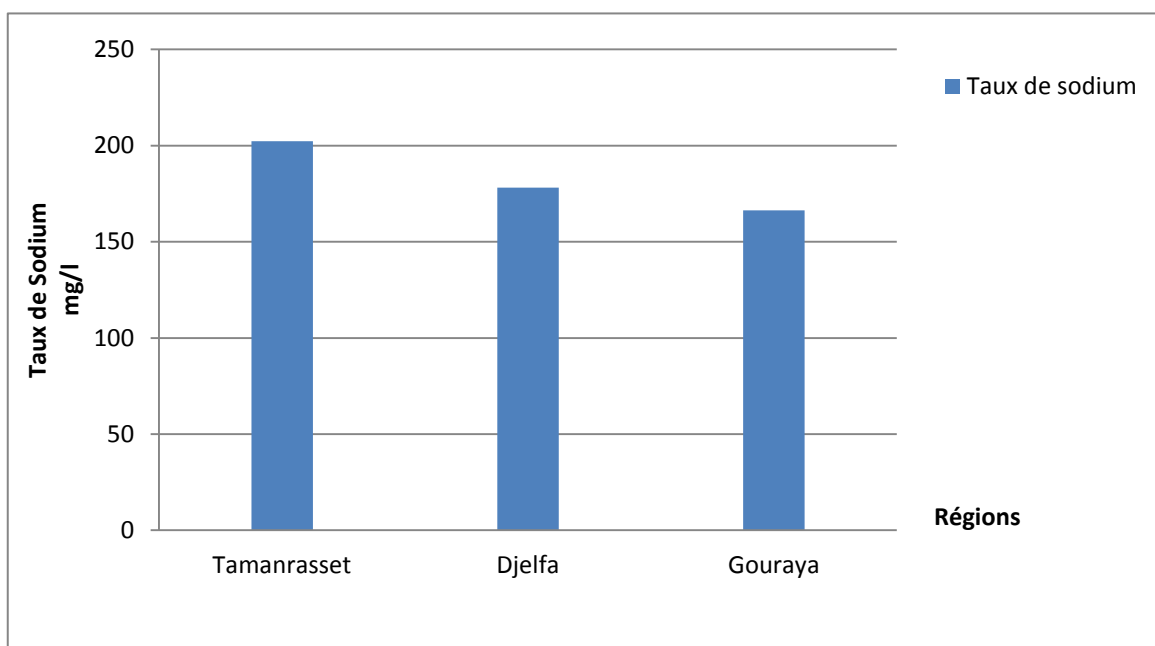


Figure 4.1.6.1.1 : Effet de la variation régionale sur le taux de sodium

Selon BENREBIHA (2003), de nombreuses études admettent que les espèces tolérantes notamment les halophytes accumulent des quantités importantes de sodium.

D'après AYADI et al (1980), in [84]; chez les halophyte 90% de Na^+ accumulé se trouve au niveau des organes aériens dont au moins 80% au niveau des feuilles.

4.1.6.1.2. Effet de la variation saisonnière sur le taux de sodium

L'analyse de la variance montre qu'il ya une différence très hautement significative entre les moyennes du taux de sodium. Ces résultats montrent que l'effet de saison sur le taux de sodium varie d'une façon très remarquable .Le test de Newman et Keuls de 5% indique la présence de quatre groupes homogènes.

Tableau 4.1.6.1.2 : Taux de sodium au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation saisonnière

Régions	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Taux de Sodium mg/l				
Taux de sodium	212.54	122.86	156.11	237.60
Ecart type \pm	5.10	14.00	3.94	4.95
Groupe homogène	B	D	C	A

L'*Atriplex halimus* de l'été enregistre le taux de sodium le plus important avec une valeur de 237.60 mg/l, suivi par les plantes de la saison d'automne avec une moyenne de l'ordre de (212.54 \pm 5.10) mg/l. A l'inverse, les saisons d'hiver et printemps manifestent les valeurs les plus faibles.

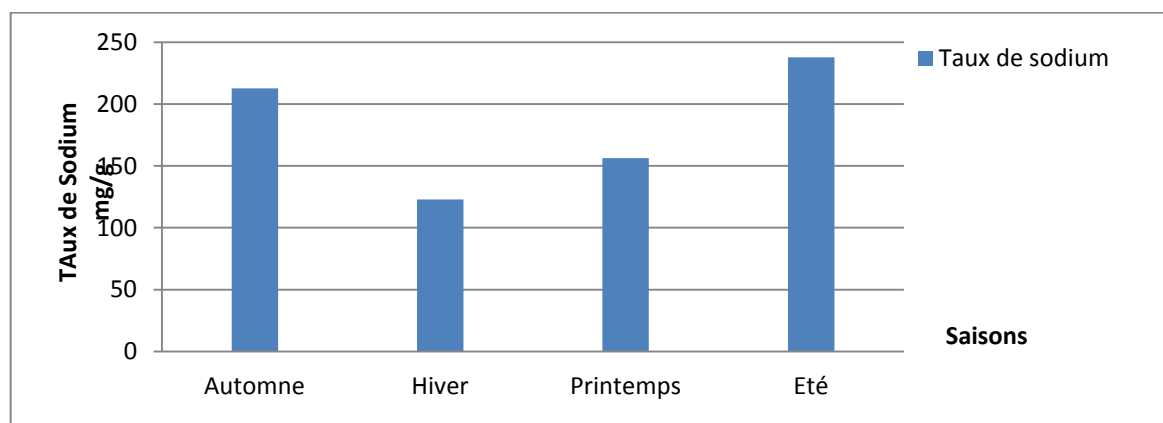


Figure 4.1.6.1.2 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de sodium

Selon SOLIMAN et al (1992), la tolérance de la tomate est liée à sa capacité de stockage du sodium dans les parties aériennes. Le sodium accumulé en grande quantité chez certaines halophytes résulterait d'un faible potentiel osmotique [87].

4.1.6.1.3. Effet de l'interaction région et saison sur le taux de sodium

L'analyse de la variance montre qu'il ya une différence très hautement significative de l'effet de l'interaction (saison, région) sur le taux de sodium d'*Atriplex halimus*. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir onze groupes homogènes.

Tableau 4.1.6.1.3: taux de sodium au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus*

Saisons régions	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Tamanrasset	215.77 ± 6.79 D	155.10 ± 2.68 G	186.30 ± 4.78 F	252.07 ± 4.68 A
Djelfa	216.16 ± 4.09 D	115.67 ± 2.83 J	144.40 ± 3.60 H	236.37 ± 5.66 B
Gouraya	205.70 ± 4.33 E	97.80 ± 24.52 K	137.62 ± 3.60 I	224.37 ± 4.80 C

D'après le tableau 4.1.6.1.3, L'*Atriplex halimus* des trois régions étudiées en été révèle les valeurs les plus élevées de taux de sodium avec une moyenne de l'ordre de (252.07, 236.37, 224.37) mg/l respectivement, suivi par l'*Atriplex* de la saison d'automne des trois régions avec un taux de sodium de (216.16, 215.77, 205.70) mg/l.

A l'inverse les trois écotypes au printemps et en été enregistrent les valeurs les plus faibles, à partir ces résultats nous observons que l'interaction induit le taux de sodium. Il existe une corrélation positive entre les saisons et l'étage bioclimatique de provenance de l'*Atriplex halimus*.

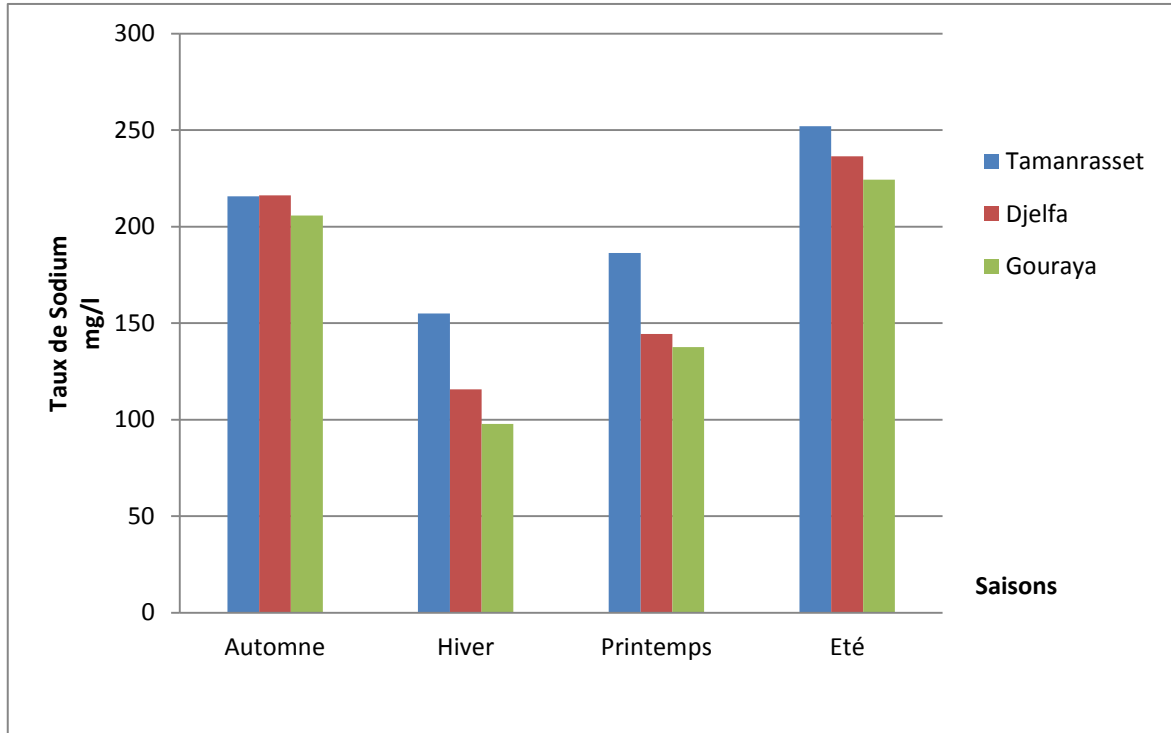


Figure 4.1.6.1.3 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de sodium

L'accumulation de niveaux élevés de Na^+ dans les feuilles est une caractéristique de la réussite de la culture halophyte dans la concentration en Na^+ .

D'après SCHWARDZ (1985), le sodium peut jouer un rôle dans l'ajustement osmotique, par contre l'accumulation accrue de cet élément présente un effet toxique direct. Le sodium peut remplacer le potassium lorsque ce dernier est déficient, car ils ont des propriétés atomiques voisines, ce qui permet d'assurer un certain équilibre anion cation à l'absorption [90].

4.1.6.2. Taux de potassium au niveau des feuilles

4.1.6.2.1. Effet de la variation régionale sur le taux de potassium

L'analyse de la variance a révélé une différence significative entre les moyennes du paramètre étudié.

Tableau 4.1.6.2.1: Taux de potassium au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation régionale

Taux de potassium mg/l	Régions	Tamanrasset	Djelfa	Gouraya
Taux de potassium		8.25	11.93	18.35
Ecart type \pm		0.36	1.40	0.87
Groupe homogène		C	B	A

En effet le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir trois groupes homogènes qui sont dominés par l'écotype de gouraya avec une moyenne de (18.35 ± 0.87) mg/l, suivi par l'écotype de Djelfa avec une valeur de l'ordre (11.93 ± 1.40) mg/l.

Par contre, l'écotype de Tamanrasset est classée au niveau du groupe homogène C, avec une moyenne de (8.25 ± 0.36) mg/l. Donc a partir ces résultats on peut dire que l'étage bioclimatique induit directement sur le taux de potassium.

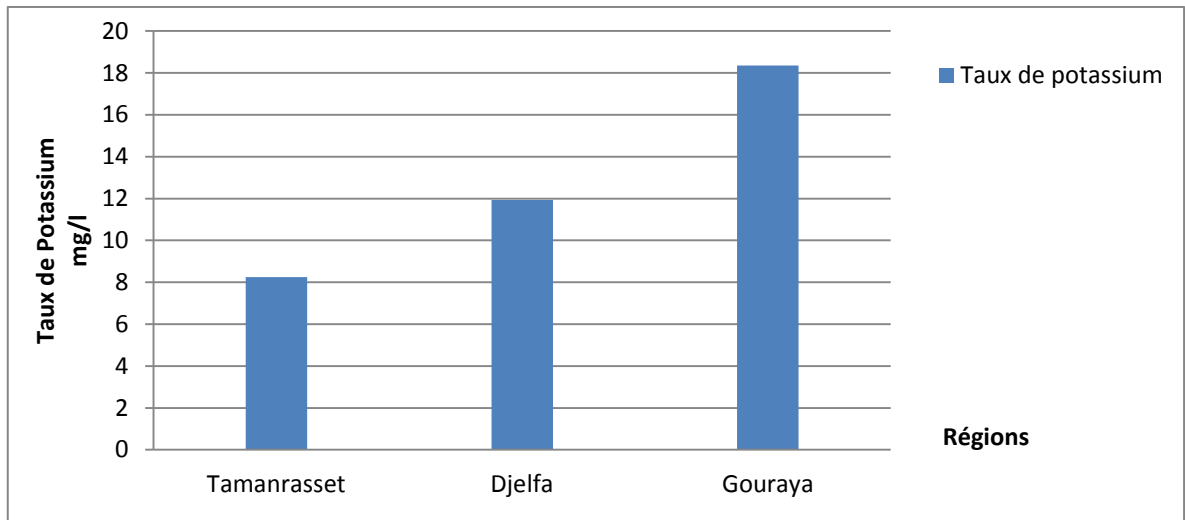


Figure 4.1.6.2.1 : Effet de la variation régionale sur le taux de potassium

Le rôle principal du potassium semble être catalytique puisque la carence en potassium entraîne des déficiences dans la synthèse des protéines ou la photosynthèse. L'ion K^+ intervient aussi directement dans les mécanismes de perméabilité cellulaire [91].

Selon HAMMADI et al. (2007), chez le blé et l'orge, une corrélation existe entre la croissance en milieu salin, la vitesse d'absorption de K et son efficacité d'utilisation.

4.1.6.2.2. Effet de la variation saisonnière sur le taux de potassium

L'analyse de la variance, montre que la variation saisonnière d'*Atriplex halimus* a un effet hautement significatif sur le taux de potassium au niveau des feuilles.

Tableau 4.1.6.2.2 : Taux de potassium au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation saisonnière

saïsons	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Taux de Potassium mg/l				
Taux de potassium	10.49	17.58	14.19	9.11
Ecart type \pm	0.42	1.63	0.41	0.44
Groupe homogène	B	A	A	B

La valeur la plus élevée de taux de potassium est enregistrée en hiver avec une valeur de (17.58 ± 1.63) mg/l, suivi par les valeurs de la saison de printemps, par contre la valeur la plus faible est obtenue en été avec une valeur de (9.11 ± 0.44) mg/l.

D'après le tableau 4.1.6.2.2, nous remarquons que le taux de potassium varie d'une saison à un autre, et cela due à la variation de la pluviométrie.

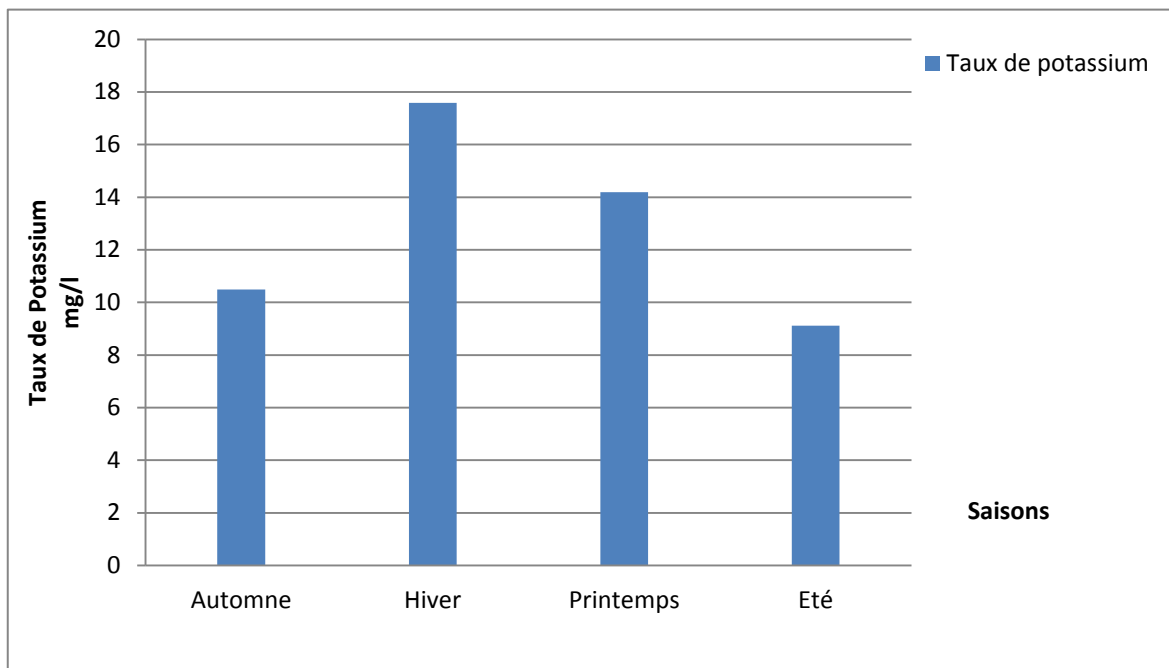


Figure 4.1.6.2.2 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de potassium

Selon LESSANI (1978), la faible accumulation pour des variétés de blé dur de K^+ s'accompagne d'une diminution de la teneur en eau, l'évolution de cette dernière, signifie que la croissance de la feuille est liée a la quantité de K^+ qui lui parvient, cet situation résulte essentiellement de l'exportation sélective vers le haut de la plante du sodium importé dans la feuille par xylème.

L'ion inorganique le plus abondamment associé aux changements du potentiel osmotique est le potassium K^+ [87]. Dans la plante, les ions séquestrés dans les organes spécialisés tel les poils vésiculeux de l'*Atriplex halimus* [10] ou dans les glandes excrétrices [94].

4.1.6.2.3. Effet de l'interaction région et saison sur le taux de potassium

L'analyse de la variance montre qu'il ya une différence hautement significative de l'effet de l'interaction (saison, région) sur le taux de potassium d'*Atriplex halimus*. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir douze groupes homogènes.

Tableau 4.1.6.2.3 : Taux de potassium au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus*

Saisons régions	Automne	Hiver	Printemps	Été
Tamanrasset	7.23 ± 0.29	11.20 ± 0.36	8.72 ± 0.33	5.85 ± 0.49
Djelfa	8.73 ± 0.53	20.45 ± 2.89	12.30 ± 0.39	6.23 ± 0.24
Gouraya	15.50 ± 0.42	21.10 ± 1.55	21.57 ± 0.53	15.23 ± 0.56

D'après le tableau 4.1.6.2.3, l'*Atriplex halimus* de trois écotypes étudiées révélés les valeurs les plus élevées de taux de potassium en hiver et au printemps avec une moyenne plus importante celle de l'écotype de Gouraya au printemps une valeur de (21.57 ± 0.53) mg/l, suivi par l'*Atriplex* de l'écotype de Djelfa en hiver avec un taux de potassium de (20.45± 2.89) mg/l.

A l'inverse les trois l'écotype en été enregistrent les valeurs les plus faibles, a partir ces résultats nous observons que l'interaction (saison, région) induit le taux de potassium. Il existe une corrélation positive entre les saisons et l'étage bioclimatique de l'*Atriplex halimus*.

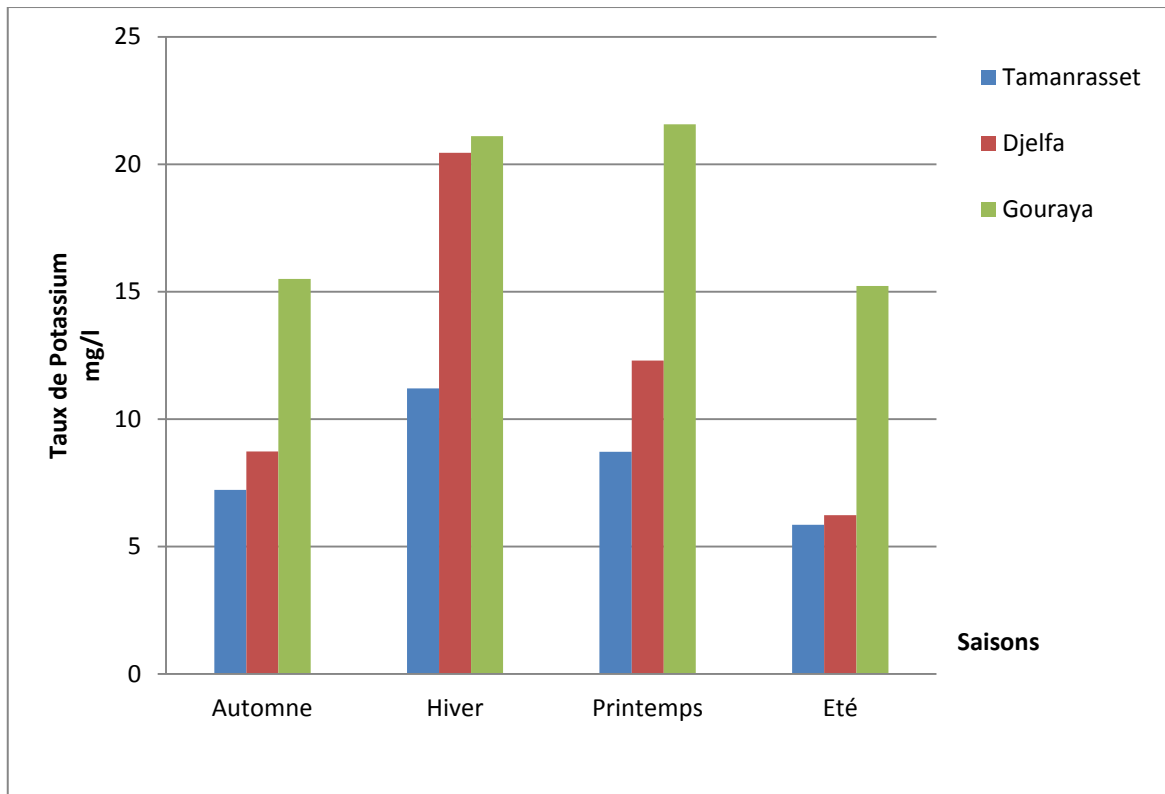


Figure 4.1.6.2.3 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de potassium

Le potassium diminue la transpiration des plantes et tend à empêcher leur flétrissement en cas de sécheresse. Donc il concourt au maintien de l'équilibre acido-basique dans la plante [32].

4.2. Paramètres biochimiques

Les analyses biochimiques se définissent par le taux des sucres solubles, taux de proline, taux des protéines solubles.

4.2.1. Taux de sucres solubles au niveau des feuilles

4.2.1.1. Effet de la variation régionale sur le taux de sucres solubles

L'analyse de la variance montre que la variation régionale d'*Atriplex halimus* a un effet hautement significatif sur le taux de sucres solubles au niveau des feuilles.

Tableau 4.2.1.1 : Taux de sucres solubles au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation régionale

Régions	Tamanrasset	Djelfa	Gouraya
Taux de sucres solubles µg/g de MS			
Taux de sucres solubles	5.37	4.81	3.79
Ecart type ±	0.02	0.01	0.02
Groupe homogène	A	B	C

En effet, on remarque que la valeur la plus élevée de taux de sucres solubles est enregistrée par l'écotype de Tamanrasset avec une valeur de (5.37 ± 0.02) µg/g de MF, suivi par l'écotype de Djelfa (4.81 ± 0.01) µg/g de MS.

Par contre la valeur la plus faible est marquée par l'écotype de Gouraya avec une valeur de (3.79 ± 0.02) µg/g MS.

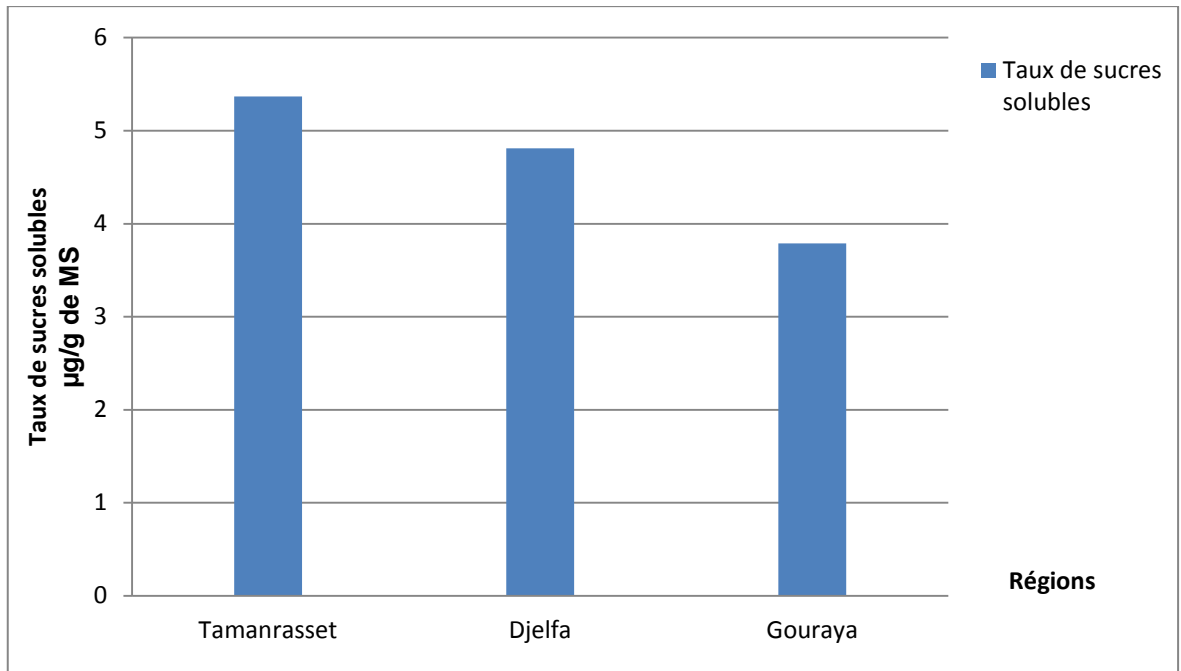


Figure 4.2.1.1 : Effet de la variation régionale sur le taux de sucres solubles

D'après KAMELI et al (1995) ; les sucres contribuent à aux seuls à près de 95% de l'ajustement osmotique chez le Blé dur. Une forte accumulation d'hydrates de carbones dans les tiges est une protection de la plante contre une hostilité du milieu [96].

D'après KORRICHI (1997) ; en cas de déficit hydrique, l'ajustement osmotique est le maintien d'un potentiel hydrique relativement élevé associé à une accumulation de sucres solubles.

Selon POPP et al (1995), les sucres semblent intervenir dans le contrôle de la régulation de l'état hydrique des cellules Eucaryotes et Procaryotes lors des contraintes osmotiques.

4.2.1.2. Effet de la variation saisonnière sur le taux de sucres solubles

Le taux de sucres solubles accumulés dans les feuilles de l'*Atriplex halimus* d'après l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative entre les moyennes obtenues.

Tableau 4.2.1.2 : Taux de sucres solubles au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation saisonnière

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Taux de sucres solubles $\mu\text{g/g}$ de MS				
Taux de sucres solubles	4.73	4.34	4.59	4.96
Ecart type \pm	0.02	0.01	0.01	0.02
Groupe homogène	B	D	C	A

Les résultats sont classés statistiquement d'après le test de Newman et Keuls au seuil de 5% en quatre groupes homogènes ou la dominance en sucres solubles est obtenus par les plantes d'*Atriplex halimus* de l'été avec une moyenne de 4.96 $\mu\text{g/g}$ de MS.

L'*Atriplex halimus* de la saison d'hiver enregistre un taux de sucres solubles le plus faible avec une valeur de moyenne de 4.34 $\mu\text{g/g}$ de MS.

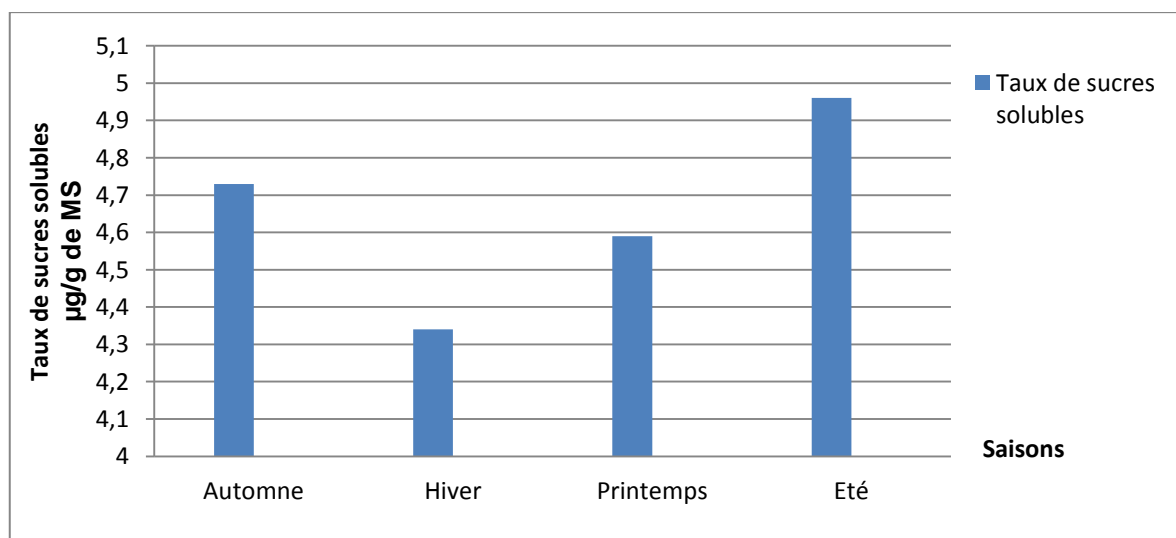


Figure 4.2.1.2 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de sucres solubles

Selon HOUNSA (1998), les sucres solubles accumulés sous stress sont considérés comme des osmorégulateurs et des osmoprotecteurs.

Les sucres proviennent de la dégradation de l'amidon qui se déroule dans les feuilles et fournit des substrats à la respiration et à la synthèse des sucres solubles, cette dégradation serait un facteur de résistance aux stress [100].

Lors d'un stress les réserves amylicées sont progressivement utilisées suite à leur conversion rapide en saccharose, qui pourrait être associé à une inhibition de la synthèse de l'amidon [101].

4.2.1.3. Effet de l'interaction région et saison sur le taux de sucres solubles

L'analyse de la variance montre qu'il ya une différence très hautement significative entre les différentes moyennes de taux de sucres solubles ce qui met en évidence l'influence des différentes interactions (saison, région). En effet, le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir dix groupes homogènes.

Tableau 4.2.1.3 : Taux de sucres solubles au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus*

Saisons régions	Automne	Hiver	Printemps	Été
Tamanrasset	5.44 ± 0.01 B	5.14 ± 0.01 D	5.42 ± 0.01 C	5.49 ± 0.02 A
Djelfa	4.92 ± 0.01 E	4.37 ± 0.01 G	4.52 ± 0.01 F	5.41 ± 0.01 C
Gouraya	3.83 ± 0.02 I	3.51 ± 0.01 J	3.84 ± 0.02 I	3.97 ± 0.03 H

La valeur la plus importante a été enregistrée au niveau de saison d'été de l'écotype de Tamanrasset, avec la valeur la plus élevée qui est de l'ordre de (5.49 ± 0.02) µg/g de MS. Suivi par les moyennes de la même écotype en automne, printemps et hiver avec des valeurs (5.44 ± 0.01, 5.42 ± 0.01, 5.14 ± 0.01) µg/g de MS respectivement.

Par contre, les valeurs les plus faibles sont obtenues par l'écotype de Gouraya pour les quatre saisons avec une moyenne de (3.51 ± 0.01) µg/g de MS.

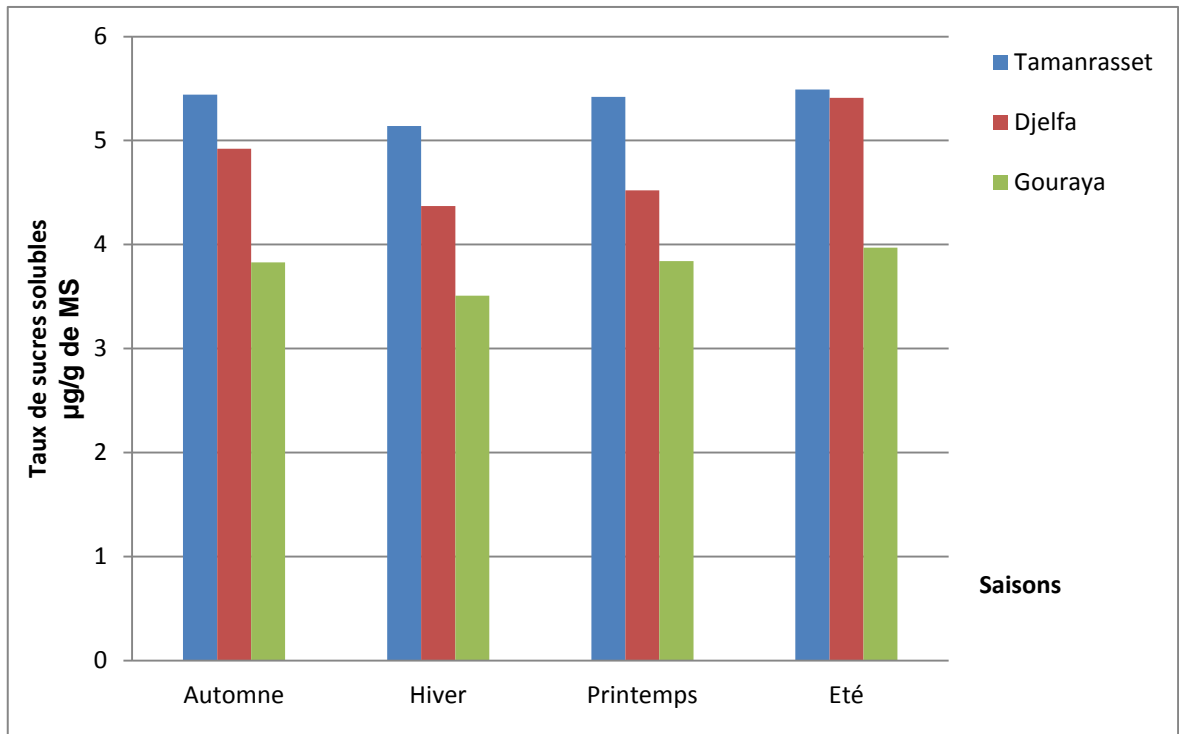


Figure 4.2.1.3 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de sucres solubles

Chez le soja, la teneur foliaire en saccharose contribuerait au maintien d'une pression osmotique élevée limitant les pertes d'eau par transpiration [102].

Les travaux de CLIFFORD et al (1998), in [103] montrent que la cause d'accumulation de la proline est l'accumulation des sucres solubles.

Par ailleurs on peut déduire que les sucres solubles sont des effecteurs de l'accumulation de la proline [104].

Selon INGRAN (1983), l'accumulation des sucres solubles au niveau du cytosol pourraient intervenir dans le processus d'ajustement osmotique et auraient un rôle important dans la protection des sucres membranaires lors d'un stress abiotique (sécheresse, salinité).

Selon BARTELS et al (1996) ; les sucres interviennent dans des mécanismes de protection cellulaire comme la résistance au stress oxydant, la protection de l'activité enzymatique des effets des fortes concentrations salines ou des hautes températures.

4.2.2. Taux de proline au niveau des feuilles

4.2.2.1. Effet de la variation régionale sur le taux de proline

L'analyse de la variance, montre que la variation régionale de l'*Atriplex halimus* a un effet très hautement significatif sur le taux de proline au niveau des feuilles.

Tableau 4.2.2.1 : Taux de proline au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation régionale

Régions	Tamanrasset	Djelfa	Gouraya
Taux de proline $\mu\text{g/g MS}$			
Taux de proline	0.73	0.63	0.52
Ecart type \pm	0.03	0.02	0.02
Groupe homogène	A	B	C

En effet, on remarque que la valeur la plus élevée de taux de proline est enregistrée pour l'écotype de Tamanrasset a un niveau de l'ordre de (0.73 ± 0.03) $\mu\text{g/g MS}$, par contre la valeur la plus faible est obtenue par l'écotype de Gouraya avec une valeur de (0.52 ± 0.02) $\mu\text{g/g MS}$.

D'après le tableau 4.2.2.1, nous remarquons que le taux de proline varie d'une région a une autre, le sol influe sur le taux de proline par sa richesse en sels, la salinité favorise l'accumulation de proline.

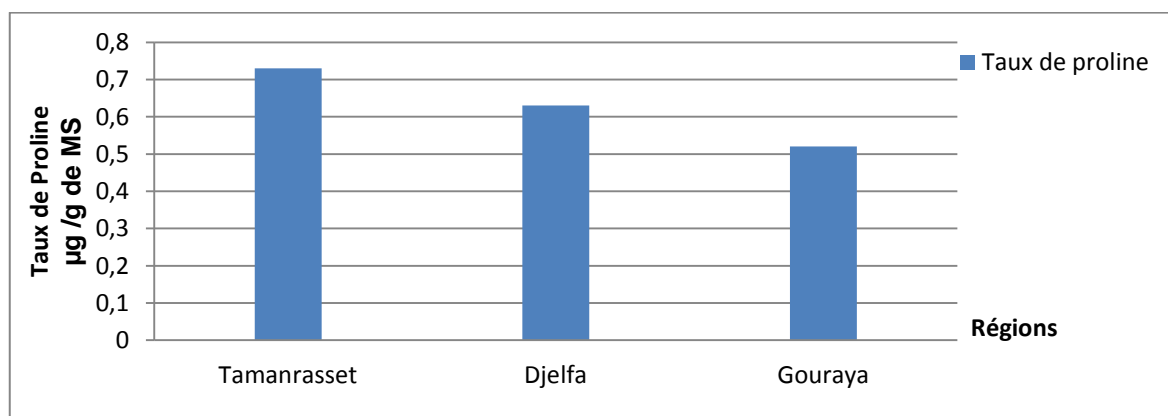


Figure 4.2.2.1 : Effet de la variation régionale sur le taux de proline

L'accumulation de la proline a été démontré chez de nombreuses espèces et dans différentes situations de stress (osmotique, hydrique, thermique) [107,108].

Selon KAUSS (1977) et STEWART (1974) ; la proline représente l'une des manifestations les plus remarquables des stress hydriques et osmotiques. son rôle d'osmoticum a été rapporté par de nombreux auteurs.

Selon JOYCE et al (1992) ; la sécheresse provoque une augmentation de la proline allant jusqu'à 100 fois plus la quantité normale trouvée dans les tissus turgescents.

4.2.2.2. Effet de la variation saisonnière sur le taux de proline

L'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative entre les moyennes du taux de proline.

Tableau 4.2.2.2 : Taux de proline au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation saisonnière

saisons	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Taux de proline $\mu\text{g/g}$ de MS	0.84	0.09	0.40	1.18
Ecart type \pm	0.02	0.01	0.02	0.03
Groupe homogène	B	D	C	A

En effet le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir quatre groupes homogènes qui sont dominés par l'*Atriplex halimus* d'été avec une moyenne de $(1.18 \pm 0.03) \mu\text{g/g}$ de MS. Le taux très élevés en été est expliqué par l'effet de stress qui est la sécheresse, ce dernier favorise une accumulation importante de proline.

En revanche, l'*Atriplex halimus* en hiver révèle la moyenne la plus faible en taux de proline qui est de $(0.09 \pm 0.01) \mu\text{g/g}$ de MS.

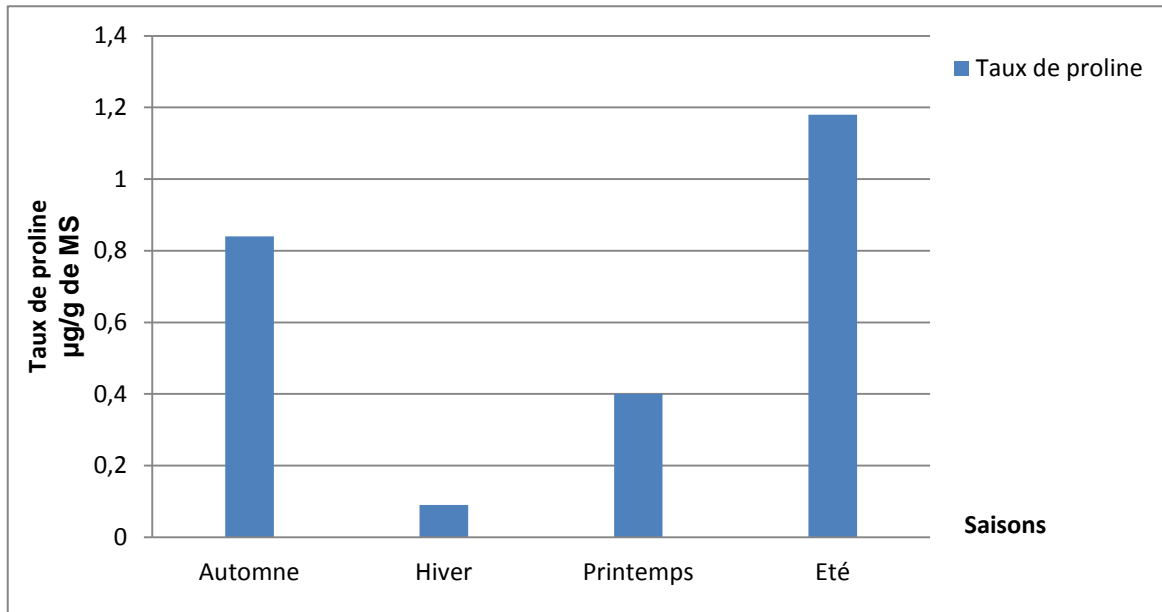


Figure 4.2.2.2 : Effet de la variation saisonnière sur le taux de proline

L'accumulation rapide de proline dans les feuilles à la suite d'un déficit hydrique a été mise en évidence chez l'orge par SAVITSKAYA (1967), et chez le blé [113,114].

D'après HELLER (1969), l'un des moyens dont disposent les halophytes pour l'ajustement osmotique est la fabrication de la proline. L'aptitude de la plante à accumuler de la proline est un indicateur de génotype tolérant aux différents stress [115].

4.2.2.3. Effet de l'interaction région et saison sur le taux de proline

L'analyse de la variance montre qu'il ya une différence hautement significative de l'effet de l'interaction (saison, région) sur le taux de proline d'*Atriplex halimus*. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir douze groupes homogènes.

Tableau 4.2.2.3 : Taux de proline au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus*

Saisons régions	Automne	Hiver	Printemps	Été
Tamanrasset	0.87 ± 0.01 D	0.13 ± 0.01 J	0.57 ± 0.01 G	1.37 ± 0.05 A
Djelfa	0.85 ± 0.02 E	0.08 ± 0.01 K	0.42 ± 0.02 H	1.16 ± 0.01 B
Gouraya	0.80 ± 0.03 F	0.06 ± 0.01 L	0.21 ± 0.02 I	1.01 ± 0.03 C

D'après le tableau 4.2.2.3, l'*Atriplex halimus* de Tamanrasset récoltés en été a révélé la valeur la plus élevée de taux de proline avec une moyenne de l'ordre de $(1.37 \pm 0.05) \mu\text{g/g}$ de MS, suivi par l'*Atriplex* de Djelfa récoltés aussi en été avec un taux de proline de $(1.16 \pm 0.01) \mu\text{g/g}$ de MS.

Cependant les trois écotypes en hiver enregistrent les valeurs les plus faibles, d'après ces résultats nous observons que l'interaction a un effet sur l'accumulation de proline. Il existe une corrélation positive entre les saisons et l'étagé bioclimatique de provenance de l'*Atriplex halimus*.

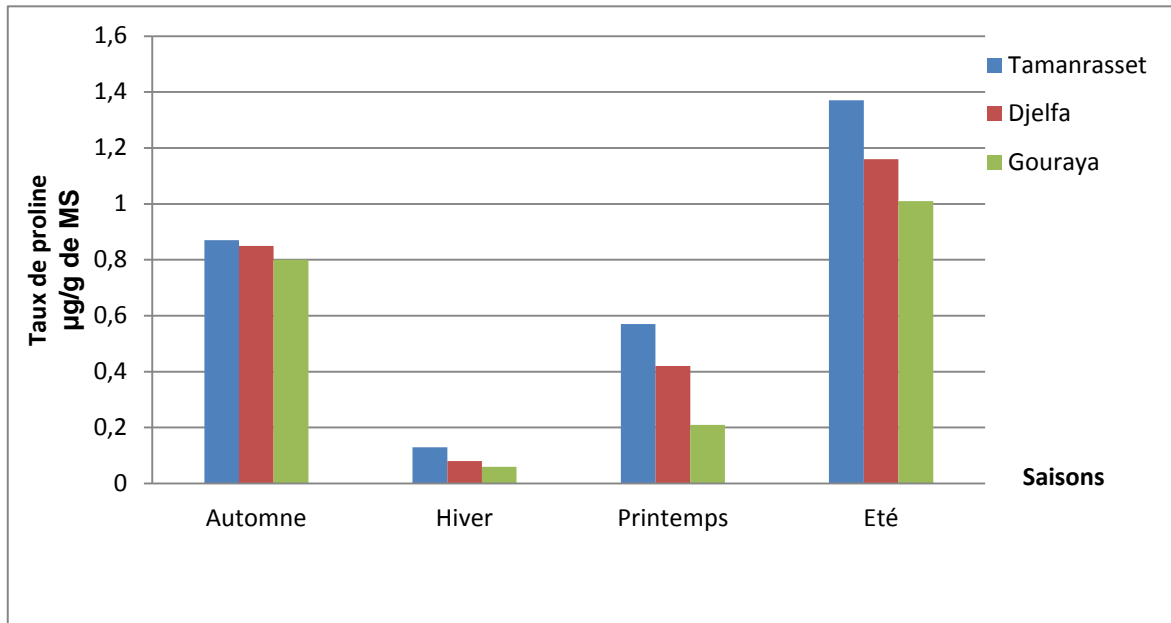


Figure 4.2.2.3 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux de proline

Selon SINGH (1973), les quantités accumulées pourraient être liées au niveau de tolérance aux stress. L'accumulation de proline est une stratégie adaptative déclenchée par la plante face aux contraintes de l'environnement [117].

Selon STEWART et al (1980), l'accumulation de la proline n'est pas spécifique au déficit hydrique, la proline s'accumule également sous l'effet de la salinité, et sous l'effet des basses températures [119] et des hautes températures [120].

La teneur en proline dépend de la surface foliaire et peu de la taille de la plante [117].

Selon VENKAMP et al (1988), l'accumulation de la proline en réponse à un stress est causée par l'augmentation de sa synthèse et que la source d'azote pour cette proline peut provenir aussi des protéines foliaires. La proline protège les membranes et les protéines contre les effets des hautes concentrations en ions inorganiques et températures extrêmes [122].

4.2.3. Taux des protéines solubles au niveau des feuilles

4.2.3.1. Effet de la variation régionale sur le taux de protéines solubles

L'analyse de la variance a révélé une différence significative entre les moyennes du taux de protéine.

Tableau 4.2.3.1 : Taux de protéines solubles au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation régionale

Régions	Tamanrasset	Djelfa	Gouraya
Taux des protéines solubles mg/g de MF			
Taux des protéines solubles	17.32	21.90	23.33
Ecart type \pm	0.44	0.91	1.56
Groupe homogène	C	B	A

En effet le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir trois groupes homogènes qui sont dominés par l'écotype de Gouraya avec une moyenne de (23.33 ± 1.56) mg/g de MF, suivi par l'écotype de Djelfa avec une valeur de l'ordre (21.90 ± 0.91) mg/g de MF.

Par contre, l'écotype de Tamanrasset est classée par le groupe homogène C, avec une moyenne la plus faible (17.32 ± 0.44) mg/g de MF. Donc à partir ces résultats on peut dire que l'étage bioclimatique induit le taux de protéines solubles.

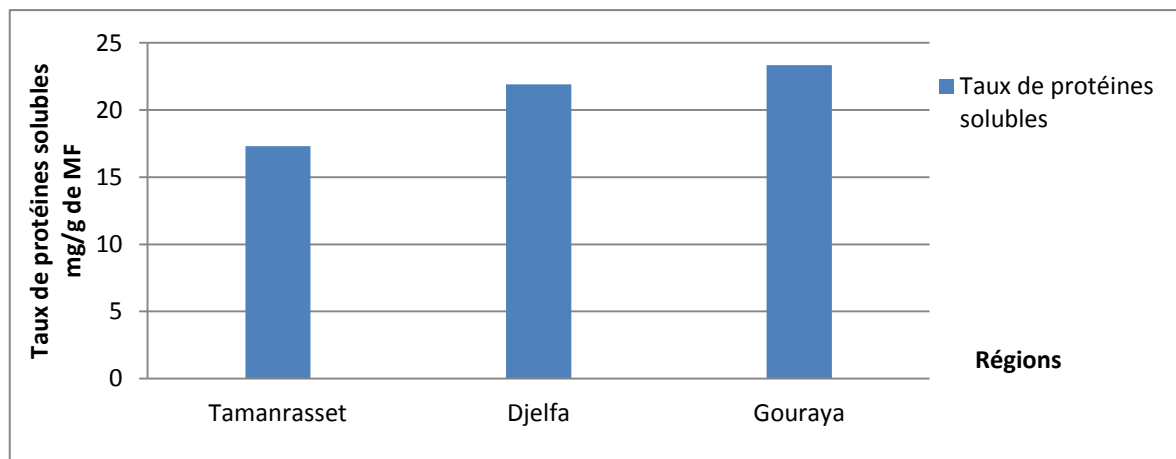


Figure 4.2.3.1 : Effet de la variation régionale sur le taux de protéines solubles

Selon HUBAC (1980), l'accumulation des protéines à été observé chez plusieurs espèces de tolérance différentes, chez la pomme de terre, le tabac, le blé [86] et le cotonnier [87].

4.2.3.2. Effet de la variation saisonnière sur le taux des protéines solubles

L'analyse de la variance, montre que la variation saisonnière d'*Atriplex halimus* a un effet hautement significatif sur le taux de protéines solubles au niveau des feuilles. En effet, le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir quatre groupes homogènes.

Tableau 4.2.3.2 : taux de protéines au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus* en fonction de variation saisonnière

saisons	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Taux de protéines mg/g de MF				
Taux de protéines	19.76	22.03	22.72	18.90
Ecart type \pm	0.79	0.87	1.57	0.89
Groupe homogène	C	B	A	D

D'après le tableau 4.2.3.2, nous n'observons que l'*Atriplex halimus* de la saison printanière présente le taux de protéines le plus élevée avec une moyenne de l'ordre de (22.72 ± 1.57) mg/g de MF. A l'inverse, l'*Atriplex halimus* d'été présente le taux de protéines le plus faible avec une moyenne de (18.90 ± 0.89) mg/g de MF.

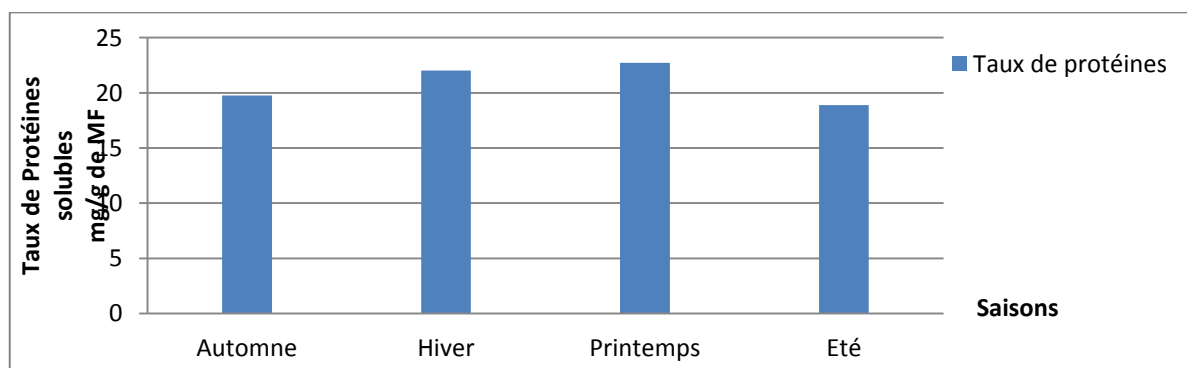


Figure 4.2.3.2 : Effet de la variation saisonnière sur le taux des protéines solubles

4.2.3.3. Effet de l'interaction région et saison sur le taux des protéines solubles

L'analyse de la variance montre qu'il ya une différence très hautement significative entre les différentes moyennes de taux de protéines solubles ce qui met en évidence l'influence des différentes interactions (saison, région). En effet, le test de Newman et Keuls au seuil de 5% fait ressortir huit groupes homogènes.

Tableau 4.2.3.3 : Taux de protéines solubles au niveau des feuilles d'*Atriplex halimus*

Saisons régions	Automne	Hiver	Printemps	Été
Tamanrasset	16.25 ± 0.50 H	17.96 ± 0.41 G	19.22 ± 0.43 F	15.84 ± 0.48 H
Djelfa	20.81 ± 0.85 E	23.91 ± 0.47 B	23.11 ± 1.39 C	19.77 ± 0.77 F
Gouraya	22.21 ± 1.00 D	24.22 ± 1.41 B	25.82 ± 2.37 A	21.08 ± 1.28 E

La valeur la plus élevée a été enregistré au niveau de la saison printanière de l'écotype de Gouraya avec une valeur de (25.82 ± 2.37) mg/g de MF.

Par contre, l'écotype de Tamanrasset en automne et en été révèle la moyenne la plus faible en protéines avec une moyenne de l'ordre de $(16.25 \pm 0.50, 15.84 \pm 0.48)$ mg/g de MF respectivement.

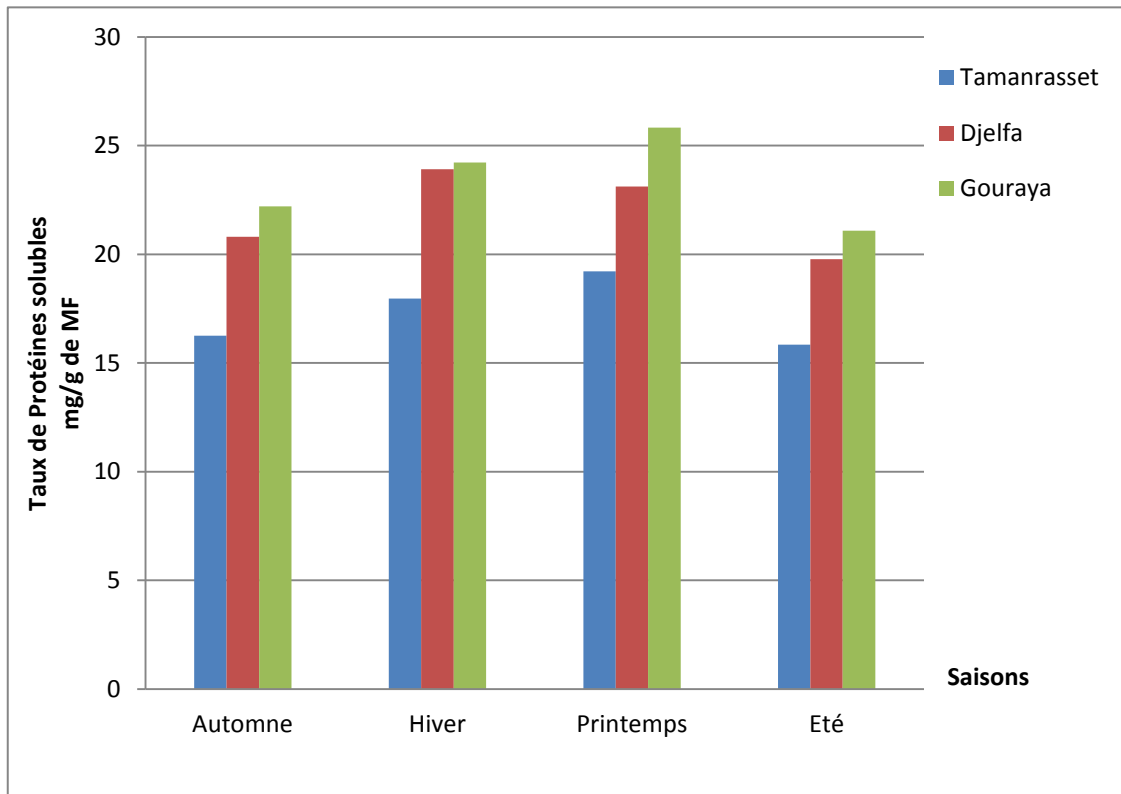


Figure 4.2.3.3 : Effet de l'interaction région et saison sur le taux des protéines solubles.

Nombreuses des protéines qui s'accumulent en réponse au déficit hydrique [123], aux fortes salinités et aux basses températures [124].

Certains auteurs soulignent que l'accumulation des sucres et prolines résulterait de la dégradation des protéines sous l'effet du déficit hydrique [95], cas des PRP (Prolin Rich Protein) riches en proline [125].

4.3. Propriétés pharmaco-toxicologiques

Les paramètres pharmaco-toxicologiques se caractérisent a notre étude par le test de toxicité, et l'effet anti-inflammatoire de l'*Atriplex halimus*.

4.3.1. Effet toxique d'*Atriplex halimus*

Après une semaine de gavage de des différents extraits sur les souris par voie orale, nous avons enregistré les résultats concernant la mortalité.

Tableau 4.3.1.1: Les résultats d'application de la méthode de BEHREN et KARBER pour l'*Atriplex halimus*

Concentration mg/ml	150	300
Dose g/kg	6,25	7,5
Nmbr d'animaux	10	10
Nmbr de mort	0	0
%de mortalité	0	0
Difference entre deux doses successives (A)	1,25	
Moyenne des morts de deux doses successives (B)	0	
AxB	0	
Somme d'A× B		

$DL_{50} = DL_{100} - \sum A \times B / n$ (n : étant le nombre de souris par lots).

$DL_{50} = 0g/kg$.

En comparant la valeur de notre DL_{50} avec l'échelle de HODGUE et STERNER on constate que l'extrait aqueux administré par gavage aux souris est relativement inoffensif.

Tableau 4. 3.1.2 : L'échelle de HODGE et STERNER

DL ₅₀	Indice de toxicité
Jusqu'à 1 mg/kg	Relativement inoffensif
De 1 à 50 mg/kg	Presque pas toxique
De 5 à 500 mg/kg	Légèrement toxique
De 500 à 5000 mg/g	Modérément toxique
De 5000 à 15000 mg/kg	Hautement toxique
Plus de 15000 mg/kg	Extrêmement toxique

4.3.2. Effet anti-inflammatoire d'*Atriplex halimus* sur les souris

Tableau 4.3.2 : Evolution du pourcentage de moyen de l'œdème des pattes (pourcentage de l'inflammation)

Echantillons \ Temps	Temps						
	30min	60min	90min	120min	150min	180min	210min
Témoin	0,37	0,48	0,49	0,51	0,52	0,54	0,55
Diclofénac	0,32	0,30	0,28	0,22	0,12	0,04	0,03
TD1	0,68	0,34	0,28	0,17	0,16	0,10	0,05
TD2	0,60	0,58	0,46	0,42	0,28	0,06	0,01
DD1	0,56	0,42	0,34	0,26	0,24	0,13	0,09
DD2	0,40	0,32	0,28	0,23	0,16	0,16	0,05
GD1	0,60	0,50	0,22	0,10	0,12	0,07	0,03
GD2	0,57	0,55	0,48	0,32	0,21	0,09	0,02

D'après le graphe, nous remarquons que l'*Atriplex halimus* de la région de Tamanrasset (dose 1) présente le bon effet anti-inflammatoire, suivi par la région de Gouraya (dose1), par contre l'écotype de Djelfa enregistrée la valeur la plus faible pour les deux doses. Donc la dose de l'extrait aqueux a un effet sur la variation de l'effet anti-inflammatoire.

Le lot ayant reçu une injection de carraghénine (Témoin) sans avoir reçu de traitement (Diclofénac), a montré une évolution continue et presque linéaire du pourcentage de l'œdème en fonction du temps.

Par contre le lot qui reçu de traitement de (Diclofénac), a montré une diminution rapide de l'inflammation.

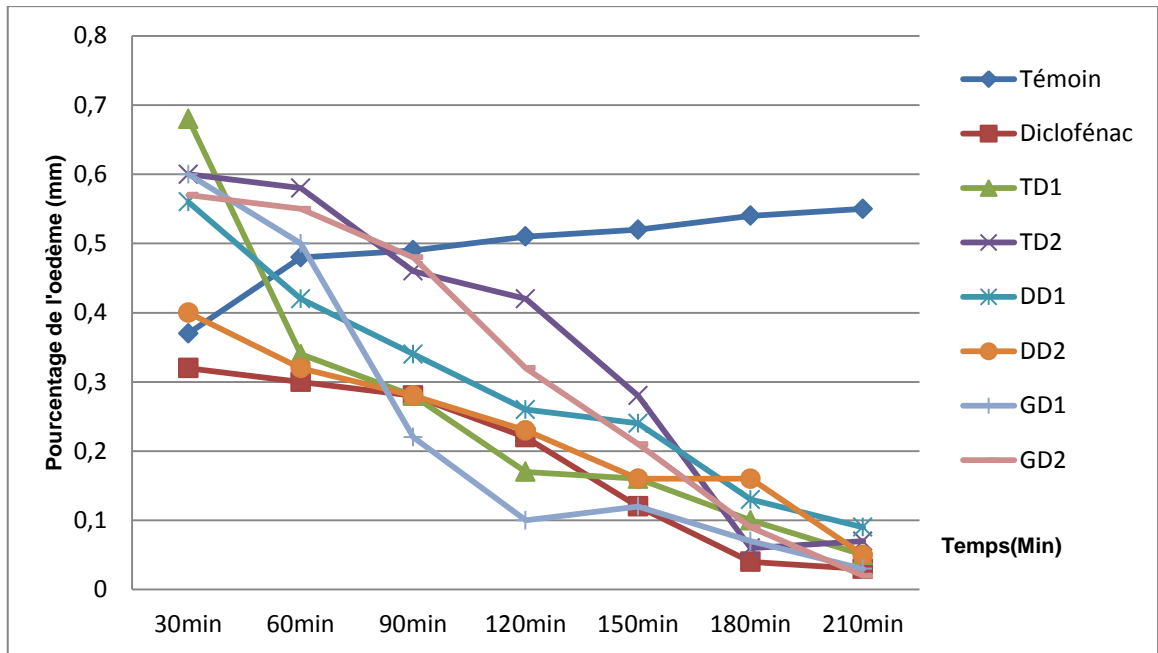


Figure 4.3.2 : Effet de l'extrait aqueux sur l'évolution du pourcentage de l'œdème des pattes (pourcentage de l'effet anti inflammatoire).

Selon SALVADOR et al (2007), les flavonoides seront à l'origine de l'effet anti-inflammatoire, et d'après l'étude phytochimiques, les extraits végétaux contiennent une proportion qui n'est pas négligeable de flavonoides.

Les nomades font usage des feuilles d'*Atriplex halimus* pour soigner les blessure et plaies des chameaux [38].

CONCLUSION GENERALE

Au cours de notre travail, nous avons étudié l'effet de la variation (région, saison) sur les paramètres physiologiques, biochimiques, et quelques paramètres pharmaco-toxicologique d'*Atriplex halimus*.

Le taux de germination varie d'une région a une autre, le taux le plus élevé est obtenu par la région de Djelfa avec une valeur de (99%), suivie par la région de Tamanrasset (93%), par contre les graines d'*Atriplex halimus* provenant de Gouraya présentent le taux le plus faible (87%). Cette différence peut être due à la variation de la période de maturation, qui varie selon le climat.

Le taux de chlorophylle le plus important est enregistré au niveau de la région de Gouraya avec une moyenne de $(1,37 \pm 0,01)$ $\mu\text{g/g}$ de MF, a l'inverse l'*Atriplex halimus* provient de Tamanrasset présente la valeur la plus faible avec une moyenne de $(0,89 \pm 0,01)$ $\mu\text{g/g}$ de MF. Cette variation de chlorophylle peut être par la différence en quantité pluviométrique.

En ce qui concerne le taux des caroténoïdes est semblable aux résultats obtenu par le taux de chlorophylle, le printemps caractérise par une quantité pluviométrique importante et donne le taux de caroténoïdes le plus important, par contre en été on enregistre la valeur la plus faible $(2,07 \pm 0,01)$ $\mu\text{g/g}$ de MF.

Concernant le taux de flavonoïdes d'*Atriplex halimus*, les plantes provenant de Djelfa donnent la valeur la plus élevée $(3,30 \pm 0,01)$ mg/g. et la moyenne la plus faible est enregistrée par l'*Atriplex halimus* de Tamanrasset, la saison d'automne donne le taux le plus important en flavonoïdes $(3,29 \pm 0,02)$ mg/g ; par contre l'été présent la valeur la plus faible $(3,09 \pm 0,01)$ mg/g. La variation (région, saison) a un effet remarquable sur le taux de flavonoïdes.

Pour les éléments minéraux ; la variation (région, saison) induit le taux de Na^+ et K^+ a été d'un antagonisme assez clair, enregistrant de fortes accumulations de Na^+ durant la saison d'été pour les trois régions étudiés, et la valeur la plus élevée est enregistrée par l'*Atriplex halimus* provient de

Tamanrasset avec une moyenne de l'ordre de $(252,07 \pm 4,68)$ mg/l, accompagné de faible accumulation en K^+ $(5,85 \pm 0,49)$ mg/l en moyenne.

Ces résultats montrent une sélectivité ionique claire entre ces deux minéraux chez l'*Atriplex halimus*. Le fort taux de Na^+ , et la difficulté d'absorption de K^+ ont provoqué une diminution de la croissance du végétale durant les saisons d'été et d'automne.

La variation des taux des sucres solubles, qui était élevée en été $(4,96 \pm 0,02)$ µg/g de MS pour les trois régions, l'*Atriplex halimus* de Tamanrasset présente la valeur la plus importante $(5,37 \pm 0,02)$ µg/g de MS.

Les résultats obtenus révèlent que le taux de proline varie selon les régions et les saisons ; une forte accumulation de proline $(1,37 \pm 0,05)$ µg/g de MS est enregistrée au niveau de la région de Tamanrasset, suivie par la région de Djelfa pour la même saison. Par contre la valeur la plus faible de proline est enregistrée en hiver pour les trois régions étudiées.

L'accumulation des sucres solubles et de proline chez l'*Atriplex halimus* suit l'effet de région et de saison, nettement visible pour les réponses directes de l'espèce envers les variations saisonnières, et les différents stress qu'elles génèrent (sécheresse, déficit hydrique, froid, salinité...).

Le taux protéines solubles varie selon les régions et les saisons, nous avons enregistrée la moyenne la plus importante pour la région de Gouraya au printemps $(15,84 \pm 0,48)$ mg/g de MF.

D'après les taux de Na^+ , nous constatons que lorsque la concentration en Na^+ est plus élevée, le taux en protéines solubles augmente.

Concernant les paramètres pharmaco-toxicologiques, l'*Atriplex halimus* une plante qui n'est pas toxique d'après les résultats obtenus sur les souris. L'effet anti-inflammatoire de l'*Atriplex halimus* due à la présence des quantités importantes en flavonoïdes.

Il serait intéressant pour l'avenir de continuer cette recherche en confirmant ces résultats et d'élargir le champ de recherche à d'autres espèces steppiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHYQUES

1. Jebara, M., Aouani, M., Mhamdi, R. et Mar, M., Effet du sel sur des isolats de *Sinorhizobium* sp. De Tunisie in vitro ou en association avec *Medicago* sp., Cahiers d'études et de recherche francophones/Agricultures, V.9, n°2, (2000), 99-102.
2. Kinet, J.M., Benrebiha, F.Z., Bouzid, S., Laihacar, S., and Dutruit, P., Biodiversity study on *Atriplex halimus* L. for in vitro and in vivo detection of plant resistant to harsh environmental conditions and for potential micropropagation, Cahier Agriculture, V.7, n°6, (1998), 505-509.
3. Lecrec, J.C., Ecophysiologie végétale, publication de l'université de Saint-Etienne, Paris, (1999), 283p.
4. Zid, E., Boukhris, M., Quelques aspects de la tolérance d'*Atriplex halimus* L. au chlorure de sodium, multiplication, croissance, composition minérale de cal plant, (1977), 351-362.
5. Kessira, M., Gestion de l'irrigation dans les milieux salins, In : advances in soil salinity and drainage management to save water and protect the environment, Ed. Ministry of agriculture, Algeria, (2002), 305-323.
6. Rhoades, J.D., and Laveday, J., Salinity in irrigated agriculture, Riverside, U.S. D.A, (1990), 1089-1141.
7. Winicov, I., New molecular approaches to improving salt tolerance in crop plants, Annale Botanique, 82, (1998), 703-710.
8. Le Blanc, C., Fourrages, Revue de l'association française pour la production fourragère, 13, (1994), 114-120.
9. Boutaleb, G., Pastoralisme et aménagement hydraulique centre national pédagogique, agraire (Décision-Actualité-Décisions), (1982), 57p.
10. Francllet, A. et Le Houerou, H.N., Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord, Rome, Organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), (1971), 271p.

11. Le Houerou, H.N., The role of salt bushes (*Atriplex* spp.) in arid grazing land rehabilitation in the Mediterranean Basin, A review, *Agrofor, Syst.*18,(1992),107-148.
12. Anonyme (Haut Commissariat au développement de la Steppe), Problématique des zones steppiques et perspectives de développement, Rapport, Scientifique, (2001), 10p.
13. Benrebaha, F.Z., "Contribution a l'étude de la germination de quelques espèces d'*Atriplex* locales et introduites", Thèse Magister, INA Alger, (1987), 119p.
14. Koocheld, A., Traditional utilization of halophytes in Iran, In Ayoub, A. and Squires, V.R., Proc, UNEP, Consultative Groups on halophytes as a Resource for livestock and for rehabilitation of degraded land, (Impress), (1992).
15. Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutts, S., Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures, V. 137, (1998) ,131-142.
16. Correal, E., Rios, S., Sotomayor, J.A. et Robledo, A., Exploitation ovina in zona aridez, utilizacion des arbustos forrajeros y leguminos perrennes (10p). In Effet du stress hydrique sur la photosynthèse et l'accumulation inorganique chez *Atriplex halimus* (Martinez, J.P., Ledent, G.F., Kinet, J.M. and Luttbø, S.), Rapport Scientifique Annuel, (01 Juin 1997-31 Mai 1998).
17. Mahmoudi, S., Abdelguerfi, A., Nekkab, D., Arbre et arbustes fourragères en Algérie, Edition, ITELV, (2002), 31p.
18. Rahmoune, C., Maalam, S. et Bennaceur, M., Etude comparative du rendement en matière sèche (MS) et en matière azotée total (MAT) de trois espèces de plantes steppiques du genre *Atriplex*, in Actes des quatrièmes journées scientifiques de l'INRAA sur la steppe et le développement durable, Edition, INRAA, (2002), 227p.
19. Belkodja, M. et Bidai, Y., La réponse éco-physiologique de l'*Atriplex* aux hautes salinités au stade de la germination des graines, Séminaire national sur la problématique de l'agriculture des Zones Arides et de la Reconversion, Université de Sidi Bel Abbès, (22-24 Janvier 2001) ,105-114.

20. Haddioui. Baaziz, M., Etude de la diversité génétique de populations naturelles d'*Atriplex halimus* L. au Maroc in des modèles biologiques à l'amélioration des plantes, Edition, IRD,(2001), 892p.
21. Le Houerou, H.N. et Pontanier, R., Les plantations sylvopastorales dans la zone aride de Tunisie, Extrait de la revue pastorales et de développement, (24 Mai au 09 Juillet 1988), Montpellier.
22. Ferchichi, H., "Etude de la diversité biologique de l'*Atriplex halimus* L. pour le repérage in vivo et in vitro d'individus résistants à des conditions sévères du milieu", Thèse DEA, Université de Tunis, Faculté de Sciences de Tunis, (1994) ,73p.
23. Abbad, A., Cherkaoui, M., Walid, N., El Hadrami, A., Benchaabane, A., Variabilité phénotypique et génétique de trois populations naturelles d'*Atriplex halimus*, C.R Biologies,(2004), 371-380.
24. Negre, R., Petite flore des régions arides du Maroc occidental, T1, Edition, CNRS, Paris, (1961), 179p.
25. Duperat, M., Le guide des arbres et arbustes de France, Edition, Sélection du Reader's Digest, (1997), 255p.
26. Guittonneau et Huon, Connaitre et reconnaître la flore et la végétation méditerranéenne, Edition, Ouest France, (1983), 331p.
27. Wills, B.j., Begg, J.S.C. and Brosman, M., Forage shrubs for the south Island hill conty : *Atriplex halimus* L. (Mediterranean saltbush) proceeding of the New Zealand Grassland Association, V. 52, (1990), 161-165.
28. Ben Ahmed, H., El Gassah, M., Grignon, C., Zid, E., Croissance et accumulation ionique chez *Atriplex halimus* L., Cahier « Agriculture », V.5,(1996), 365-372.
29. Dutruit, P., Pourrat, Y., Agier, C. et Bury, M., Etude sur les effets du Na⁺ et de Ca⁺⁺ sur la croissance in vitro de jeunes plantes d'*Atriplex halimus* L. , Rapport Scientifique, Paris, (1995), 17p.

30. Osmond, C.B., Bjorkman, O. and Anderson, D.J., Physiological process in plant ecology, Toward a synthesis with *Atriplex*, Ecological studies, N°36,(1980),468p.
31. Ziani, P., *Atriplex halimus*, exploitation des formations naturelles, FAO, Tunis, (1970), 24p.
32. Heller, R., Biologie végétale tome II Nutrition et métabolisme, Edition, Masson, (1969), 547p.
33. Sarson, M., Résultats d'essai sur l'alimentation du mouton de disette fourragère au centre d'Ousseltiane Technique, n°6, PEDAEF FAO, Tunisie, 17p.
34. Hamrouni, A., Sarson, M., Développement de la culture d'*Atriplex* depuis 1971, Bulletin d'information, (1975).
35. Froment, D., Etablissement des cultures fourragères d'*Atriplex* en Tunisie centrale in « Sém.Et.Prob.m2D », (1972).
36. Charfi, M., Utilité et aménagement des brises vents, Bulletin d'information INRF, n° 18, (1975), 23-26.
37. Adler, J.A., Laravovici, G., Marton, M., The diabetic response of weanling sand rats *psammomys des esus* to containing different concentration of salt bush *Atriplex halimus*, Diabetes Res 31, (1996), 169-171.
38. Le Floche, E., Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne, Ministère de l'enseignement supérieure et de recherche scientifique, 2^{ème} partie, (1983), 79-80.
39. Wood, J.R., "The selective absorption of water by the leaves in *Atriplex*", Australian an Journal Biologic, n°2, (1925), 45-56.
40. El Shaer, H.M. and Kandill, H.M., Potential of *Atriplex* species as fodder shrubs under the arid conditions of Egypt, Proc, V III Int, Congress of Ecology, INTICOL, Florence, Italy, (19-25 July 1998), 13p.

41. Johnson, J.W., Box, J.E., Manandhar, J.B., Banseur, E.L. et Cunfer, B.M., Breeding for improved rootling potential under stress condition, In : Physiological environment Montpellier, France, INRA, n°55, (1991), 307-317.
42. Anonyme, « Bilan préliminaire des zones pastoralisme », FAO, (1989), 204p.
43. Auge, R., Beauchesns, G., Boccon-Gibod, J., Decourtye, L., Digat, B., Jalouzotr., Minier, R., Morand, J.L., Reynoird, J.P., Strullu,D.G., Vidalie, H., La qualité de l'eau en agriculture bull irrigation et drainage, n°29 rome, (1989).
44. Souayah, N., Morau Robles, M., Bajji, M., Kinet, J.M., Approche pour la sélection de lignées cellulaires sensibles ou résistantes au stress salin, Deuxième séminaire du réseau Atriplex (STD-3), Lauvin la neuve, Belgique, (1996), 68-83.
45. Pouget, M., Etude agropédologique du bassin de Zohrei charbi au 1/1000 000, DEMRH, (1971), 100p.
46. Hamdine, O., Conservation du Guépard (*Acinonyx jubatus* Schreber, 1776) de la région de l'Ahaggar et du Tassili n'Adjjer en Algérie-Programme U.I.C.N pour l'Afrique du Nord, Tamanrasset, (2001), 50p.
47. Wachter, T., De Smet, K., Belbachir, F., Belbachir-Bazi, A., Fellous, A., Belghoul, M. et Marker, L., Inventaire de la faune sahélo-saharienne, Edition , OPNA , Tamanrasset, (2005), 45p.
48. Anonyme, La wilaya de Tamanrasset par les chiffres, Edition, Direction des planifications et de l'aménagement des territoires, Tamanrasset, T.I, (2006), 28p.
49. Dajoz, R., Précis d'écologie, 1^{ère} édition, Edition, Dunod, Paris, (1971), 375p.
50. Kaidi, N., Bio écologie de *Schistocera gregaria* Forskal, (1775 Orthoptera, Cyrtacanthacridinae), dans la région de l'Ahaggar, Thèse magister en Agronomie, INA, Alger, (2007), 162p.
51. Dreux, P., Précis d'écologie, Presse universitaire de France, Edition, France, (1980), 231p.
52. Mutin, G., La Mitidja, décolonisation et espace géographique, Edition, Office Pubi, Université, Alger, (1977), 606p.

53. Ramade, F., *Eléments d'écologie, écologie fondamentale*, Edition, Me Graw-Hili, Paris, (1984), 397p.
54. Azzi, L., "Etude systématique et écologie de macro-arthropodes dans la région de Moudjbara (Djelfa)", Thèse d'ingénieur, Université, Djelfa, (2000), 122p.
55. Smail, M., "Aspect de l'aménagement de la steppe Algérienne cas de la wilaya de Djelfa", Thèse Doctorat, Université, Paul Valéry Montpellier, III, France, (1991), 45p.
56. Laidi, A., "Influence des conditions édaphiques sur le phénomène de Chabli dans le foret de Senabla (région de Djelfa), étude de quelques propriétés chimiques, incidence sur le dépérissement", Thèse d'ingénieur, INRA, Alger, (1991), 89p.
57. Arour, M., "Etude systématique et écologie de la pédafaune associée aux associations végétales à Benhar, Ain-Oussera (W. Djelfa)", Thèse d'ingénieur, instituit agro pastoralisme (Ziane Achour), Djelfa, (2001) ,98p.
58. Anonyme, encarta 2009.
59. Seltzer, P., *Le climat de l'Algérie*, Edition, Imprimerie typo, Litho, Alger, (1946), 219p.
60. Escourrou, G., *Climat et environnement, les facteurs locaux du climat*, Paris, (1980), 180p.
61. Ramade, F., *Eléments d'écologie, écologie fondamentale*, Edition, Dunod, Paris, (2003), 690p.
62. Aissani, R., "Contribution a l'étude des insectes du pin d'Alep dans les forets de la région de Cherchell(Tipaza)", Thèse d'ingénieur, INA, (2000), 78p.
63. Halitim, A., *Sols des régions arides d'Algérie*, Edition, Office Publ, Université, Alger, (1988), 384p.
64. Crevoisier, D., "Modélisation analytique des transferts BI- et tridirectionnels eau- solute, Application a l'irrigation, a la raie et a la micro-irrigation", Thèse Doctorat, (E.N.G.R.E.F), Paris, (2005), 201p.

65. Durand, J.H., Les sols d'Algérie, Edition, Service étude sols (S.E.S), Pédologie, Alger, n°2, (1954), 244p.
66. Gonde, H., Carre, G., Jussiaux, P. et Gonde, R., Cours d'agriculture moderne, Edition, Maison rustique, Paris, (1986), 628p.
67. Faurie, C., Christiane, F., Medori, P., Devaux, J. et Hemptinne, J.L., Ecologie et pratique, Edition, Lavoisier, Paris, (2006), 407p.
68. Francis et al, Cooper enzyme in isolated chloroplastes, Plant Physiol, 24 (1949), (1970), 1-15.
69. Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N., « Antioxidant activity of some metabolit medicinal plants extracts containing phenolic compounds, Food Chemistry, V.97, n°4, (2006), 654-660.
70. Dubois, M., Gillet, K.A., Dosage des sucres totaux à l'ortho-toluidine, Journal, Agr, Food Chemistry, V.13, (1965), 137p.
71. Monneveux, Ph. Et Nemmar, M., Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de blé dur (*Triticum durum* Dest) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L) évolution de la teneur en proline au cours du cycle de développement, Agronomie, 6(6), (1986), 583-590.
72. Bradford, M.M., Arapid and sensitive method for the quantification of migrogram quantities of protein utilizing the principal of protein dye binding, Analytical Biochem, V.72, (1976), 248-254.
73. Behren, N. and Karber, C., " Wie Sind Reihenversuche für Biologische Auswertungen am Sweckmassigsten Anzuordnen". Arch. Exp. Path. Pharmak, (1935), V.177, 379p.
74. Levy, Y., " Carrageenan paw oedema in the mouse". Lie sciences. 8, (1969), 601-606.
75. Wery, J., Turk, O., Les besoins en eau des productions des semences des légumineuses, Bulletin, serelences, FNAMS, V.111, (1990), 22-25.

76. Slatyer, Dans plant Water Relation ships, Academic Press, London, New York, (1967).
77. Chen, B.H., Huang, J.H., Degradation and metabolism of chlorophyll au β -carotène as affected by various heating and illumination treatments, Food Chemistry, V. 62, n°3, (1998), 299-307.
78. Plaut, Z. et Federman, E., Acclimation of CO_2 assimilation in cotton leaves to water stress and salinity, Plant Physiol, V.97, 515-522.
79. Capecka, E., Marecek, A., Leja, M., Antioxydant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species, Food Chemistry, V.93, Issue 2, (Novembre 2005), 223-226.
80. Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., Jukic, M., Screeving of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols, Journal of Food Chemistry, V.94, (2006), 550-557.
81. Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., Corke, H., Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer, Life Sciences, V.74, n° 17, (March 2001), 2157-2184).
82. Wojdyloa, A., Oszmianskia, J., Czemerys, R., Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs, Journal of food Chemistry, V.105, Issue 3, (2007), 940-949.
83. Discon, R.A., Dey, P.M., Lanb, C.J., Phytoalexins : enzymology and molecular biology, Advances in Enzymology and Related Areas of Molecular Biology, V.55, (1983), 135-136.
84. Benrebiha, F.Z., Etude de différent milieu de cultures de substances de croissances et de salinité sur la morphogénèse de l'*Atriplex halimus*, Thèse de Doctorat, (2003), 139p.
85. Ayadi, A., Monnier, A., Demarty, M. et Thellier, M., Echange ioniques cellulaires, cas des plantes en milieu salé, Rôle Particulier des parois cellulaires, Physiol, Vég, V.18, (1980), 89-104.

86. Solimans and Dossm., Salinity and mineral nutrition effects on grouts and accumulations of organic and inorganic ions into cultivated tomato varieties, *Journal of plant nutrition*, V.15, n°2, (1992), 2789-2799.
87. Nilsen, E.T., David, M., Orcut, T., *Physiology of plant under stress : abiotics factors*, Edition, John Wiley and Sons, INC, New yourk, (1996), 689p.
88. Wurtel, E.S., Reponces of callus cultures, microshoot culturs and whole plants of the halophyte, *Atriplex canexensvar. Gigantes toxogenaus Nacl*, In : *Proceedings-symposium onshurba Ecophysiology and biotechnology. General Technical reppot*, (1989), 40-48.
89. Schwarz, The use of saline water in hydroponie soilless culture, V.1, n°10, (1985), 26-34.
90. Houassine, D., *Caractérisations de quelques carences minérales sur plantes maraichères*, Thèse, Ingénieur, INA d'Alger, (2004), 61p.
91. Paul, M., *Physiologie végétale : Nutrition et métabolisme*, Hermann, France, (1974), 349p.
92. Hammadi, A. et Smail, S., "Culture in vitro, in vivo et effet de la salinité chez l'Artemisia herba alba Asso", Thèse d'ingénieur, (2007), 53p.
93. Lessani, H. et Marschner, H., Relation between salt tolerance and long distance transport of sodium and chloride in various crop species, *Aust, Journal, Plant physiol*, V.5, (1978), 27-37.
94. Oross, J.W. and Thompson, W.W., The ultrastructure of salt glands of *Cynodon* and *Distichlis*(Poaceae), *Amer, Journal Botanique*, V.69, (1982), 939-949.
95. Kameli, A. and Losel, D.M., Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress, *Journal Plant Physiology*, V.145, (1995), 363-366.
96. Benabdallah, M. et Bensalem, N., Paramètres morphologiques de sélection pour la résistances à la sécheresse des céréales, in : *Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne, Diversité génétique et amélioration variétale*, Edition, INRA, Paris, n° 64, (1993), 275-298.

97. Korrichi hammana, M.F., Contribution a l'étude de la reponse protéique de 03 cultivars de blé dur (*Triticum durum*) au déficit hydrique, Recherche agronomique, INRA, Oxford, (1997), 13-17.
98. Popp, M. et Smirnoff, N., Polyols accumulation and metabolism during water deficit, In Davies, W.J., (Eds), Smirnoff, N., Environnement and plant metabolism flexibility and acclimatation, Bios, Scientific publishes, Oxford, (1995), 129-160.
99. Hounsa, C.G., Brandt, E.V., Thevelein, J., Hohmann, S., Prior, B.A., Role of trehalose in survival of *Saccharomyces cerevisiae* under osmotic stress, *Microbiology*, V.144, (1998), 671-680.
100. Zeeman, S. et Arees, T., Starch metabolism in the leaves of *Arabidopsis thaliana*, *Journal, Exp, Bot*, V.46, (1995), 10p.
101. Geigenberger, P., Reimholz, R., Geiger, M., Merlo, L., Camale, V., Stitt, M., Régulation of sucrose and starch metabolism in potato tubers in response to short-term water deficit, *Planta*, V.201, (1997), 502-518.
102. Bensari, M., Calmes, J., Viala, G., Régulation du carbone fixé par photosynthèse entre l'amidon et le saccharose dans la feuille de soja : Influence d'un déficit hydrique, *Plant Physiol, Biochem*, V.28, n°1, (1990), 113-121.
103. Bezzala, A., Essai d'introduction de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels) dans la zone de M'doulkel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse, Thèse, Magister, Agronomie, Université El Hadj Lakhder (Batna), (2005), 44-45.
104. Joyce, P.A., Aspinall, D. and Paleg, L.G., Photosynthesis and accumulation of proline to water deficit, *Aust, Journal, Planta*, V.19, (1992), 249-261.
105. Ingram, J., Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algériennes, *Trav, Doc, Orstom*, (1980), 5-10.
106. Bartels, D., and Ingram, J., The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Revue Plant Physiol Mol Biol* N°47, (1996), 377-403.

107. Blum, A., et Ebercon, A., Genotypic responses in sorghum to drought stress, III, Free proline accumulation and drought résistance, *Crop Science*, V.16, (1976), 428-431.
108. Hubac, C. et Viera, D.A., Silva, J., Indicateurs métaboliques de contraintes mésologiques, *Physiol, Vég*, V.18, (1980), 45-53.
109. Kauss, H., Biochemistry of régulation, In Northcote (Ed) : international Review of Biochemistry, II, (1977), 119-139.
110. Stewart, C.R. et Lee, J.A., The rôle of proline accumulation in halophytes, *Planta*, V.120, (1974), 273-289.
111. Joyce, P.A., Aspinall, D., and Paleg, L.G., Photosynthesis and accumulation of proline to water deficit. *Aust.J.Plant* 19, (1982), 249-261.
112. Savitskoya, N.N., Problem of accumulation of free proline in barley plant under conditions of soil water deficiency, *Fiziol Rast*, V.14, (1967), 737-739.
113. Tyankova, L.A., Effects of I.A.A and 2,4-D on free and bound amino acids in wheat plant recovering after brief drought treatments, *Field Crop Alsti*, V.20, n°1, (1967), 153p.
114. Vlasyuk, P.A., Shmat'koi, G., Rubanyuk, E.A., Rôle of the trace elements Zinc and boron in amino acid metabolism and drought résistance of winter wheat, *Fiziol Rost*, V.15, (1968), 281-287.
115. Hanson, Interpreting the metabolic reponses of plants, *Irrig Sci*, N°4, (1980), 174-1541.
116. Singh, T.N., Paleg, L.G. et Aspinall, D., Nitrogen metabolism and growth in barley plant during water stress, *Aust, Journal, Biol, Sci*, V.26, (1973), 45-56.
117. Nemmar, M., "Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de blé dur (*Triticum durum* Dest) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L) évolution de la teneur en proline au cours du cycle de développement", Thèse de Doctorat, EDENSA, Montpellier, (1983), 142p.

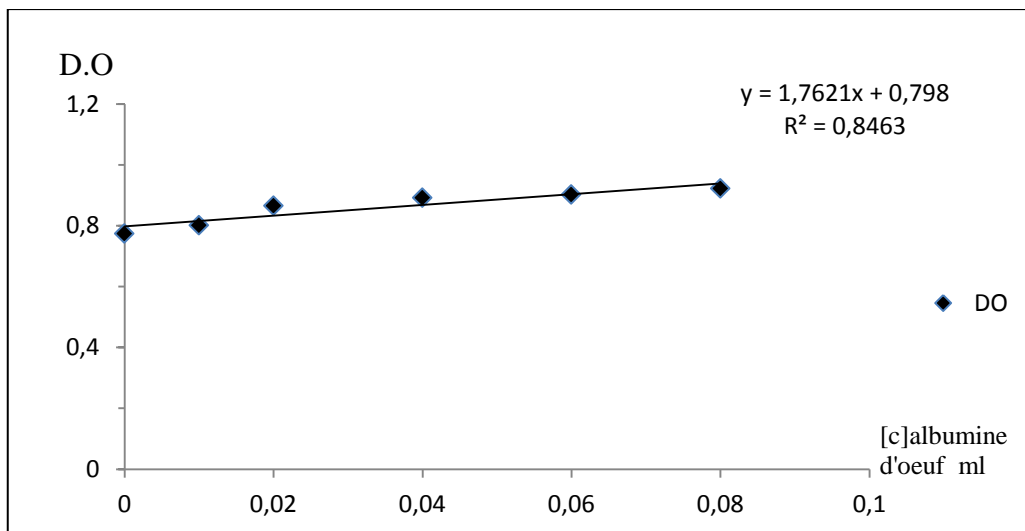
118. Stewart, G.R., Lahrer, F., Accumulation of amino acids and related compounds in relation to environmental stress, In : The biochemistry of plants, Amino acids and derivatives, Milfin, Edition, Academic Press, V.5, (1980), 609-635.
119. Chu, T.M., Jusaitis, M., Aspinall, D., Paleg, L.G., Accumulation of free proline at low temperatures, *Physiol Plant*, V.43, (1978), 254-260.
120. Paleg, L.G., Douglas, T.J., VanDall, A., Heech, D.B., Proline, betaine and other organic solutes protect enzymes against heat inactivation, *Aust. Journal, Plant Physiol*, V.8, (1981), 107-114.
121. Venkanp, J.H. et Kool, J.T.M., The source of tree proline and Asparagin in field bean plants *Vicia fabae* during and after a short period of water with holding, *Journal, Plant Physiol*, V.132, (1988), 102-109.
122. Santoro, M.M., Liu, Y., Khan, S.M.A, Hou, L.X. and Dollen, D.W., Increased thermal stability of proteins in the presence of naturally occurring osmolytes, *Biochem*, V.31, (1992), 5278-5283.
123. Gillet, B., Caractérisation moléculaire de CDSP₃₄ protéine induite par le déficit hydrique chez *Solanum tuberosum* L. : Implication potentielle dans la protection des thylakoides lors des contraintes environnementales, Thèse de Doctorat en sciences Agronomiques, Paris, Grignon, (1998), 130p.
124. Bonhert, H.J., Nelson, D.E. and Jensen, R.G., Adaptation to the environmental stress, *Plant Cell*, V.7, (1995), 1099-1111.
125. Delseny, M., Gautier, P., Hill, G., Saez-Vasquez, J., Gallois, P., Raynal, M., Cooke, K. and Grellet, F., Nuclear genes expressed during seed desiccation relation ship with the response to stress : stress induced gene expression, Reading Harwood Academic in press In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne, Diversité génétique et amélioration variétale, Monneveux et Bensalem, Edition, INRA, Paris les Colloques, n°64, (1993), 275-298.
126. Hodgeh, C. et Sterner, J.H., "Détermination of substance acute toxicity by DL₅₀", *American industrial Hygiene Association Quarterly*, 10 (4), (1943), 421-425.

127. Salvador, A., Chisvert, A., analysis of cosmetic products, Elsevier Science, Amsterdam, (2007), 355-358.

Annexe

Tableau : les différentes concentrations d'albumine d'œuf

N° de tube	1	2	3	4	5	6
Concentration en albumine d'œuf (ml)	0	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08
Eau distillée (ml)	0,1	0,09	0,08	0,06	0,04	0,02
Réactif de BRADFORD (ml)	5	5	5	5	5	5



La courbe d'étalonnage des protéines